

Projekt

Erweiterung der Abbauflächen des Steinbruchs „Am Bolzgraben“

Spreng- und immissionstechnisches Gutachten

Auftraggeber:

Erhard Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG
Rotwiesen 1
72186 Empfingen

Dipl.-Ing. G. A. Schmücker

Bethlehemerstr. 59
D - 50126 Bergheim



Bei der IHK Köln öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Sprengtechnik und Immissionsbeurteilungen bei übertägigen und
untertägigen Gesteinssprengungen



Spreng- und immissionstechnisches Gutachten

Co-Bearbeitung Alexander H. Kirchhofer
Alter Markt 43 - 46
41061 Mönchengladbach

Projekt Erweiterung der Abbauf Flächen zum
Steinbruch „Am Bolzgraben“
der Erhard Gfrörer & Sohn
Schotterwerk GmbH & Co. KG

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Allgemeines	03
	1.1 Auftraggeberin	03
	1.2 Allgemeine Erläuterungen zum Vorhaben	03
	1.3 Auftrag und Vorgehensweise	04
	1.4 Quellen als Grundlage zur Gutachtenerstellung	04
2	Verfahrensablauf im Steinbruch	05
3	Betriebsbeschreibung	05
	3.1 Abbauführung	05
	3.2 Umgebungssituation und Beschreibung der Immissionsobjekte	07
	3.3 Bohrtechnik	10
	3.4 Zündverfahren	11
	3.4.1 Elektrisches Zündverfahren	12
	3.4.2 Weitere Zündverfahren	13
	3.5 Zündungstechnik	13
	3.6 Sprengtechnik	14

4	Grundlagen zur Immissionsprognose	15
4.1	Sprengerschütterungen – Allgemeines -	15
4.2	Beurteilungsgrundlage für Sprengerschütterungsmissionen	17
4.2.1	Einwirkungen auf bauliche Anlagen (DIN 4150 Teil 3)	17
4.2.2	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 Teil 2)	20
4.3	Vorermittlung von Schwingungsgrößen (DIN 4150 Teil 1)	19
5	Immissionsprognose	22
5.1	Ermittlung der spezifischen Gebirgsbeiwerte	24
5.2	Immissionsprognose (Erschütterungen)	27
5.3	Steinflug – Ursachen und Vermeidung -	29
5.4	Sprengbereich und Absperrung	30
5.5	Sprengschwaden und Gesteinsstäube	32
6	Schutzkonzept	32
7	Zusammenfassung	34
Anhänge		
Anhang 1	Lademengen-Abstandstabelle (Gewerblich genutzte Bauten u. ä.)	35
Anhang 2	Lademengen-Abstandstabelle (Wohngebäude)	36
Anhang 3	Lademengen-Abstandstabelle (Erdverlegte Rohrleitungen)	37
Anhang 4	Lademengenberechnung 20 m Bruchwandhöhe	38
Anhang 5	Schwinggeschwindigkeits-Abstandstabelle	39
Anhang 6	Prinzipzeichnungen Steinfluggefahren	41 - 45

Anlagen

Anlage 1	Maßstäblicher Übersichtsplan „Bestand und Erweiterung“
Anlage 2	Maßstäblicher Lageplan „Immissionsorte“
Anlage 3	Messbericht bezüglich der Überprüfung der Einhaltung von Anhalts- bzw. Immissionswerten gemäß den einschlägigen Regelwerken für Erschütterungen im Bauwesen (DIN 4150) während der vom 27.01.2020 bis 31.12.2021 durchgeführten Sprengarbeiten im Steinbruch „Am Bolzgraben“ am Immissionsort IO 01 a - Fundament, Betraer Steige 6 in 72172 Sulz-Fischingen

Das Gutachten enthält 35 Textseiten und 10 Seiten Anhänge, insgesamt 45 Seiten + Deckblatt sowie 3 Anlagen.

1 Allgemeines

1.1 Auftraggeberin

Erhard Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG
Rotwiesen 1
72186 Empfingen

1.2 Allgemeine Erläuterungen zum Vorhaben

Die Firma Erhard Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG (im Folgenden: Fa. Gfrörer) betreibt nördlich des zu der Stadt Sulz am Neckar (Landkreis Rottweil) gehörenden Ortsteils Fischingen den Steinbruch „Am Bolzgraben“. Hier erfolgt der Abbau des anstehenden Gesteins, Kalkstein und Dolomit, mit Bohr- und Sprengarbeit. Diese Arbeiten führt die Fa. Gfrörer in Eigenregie aus. Um die aus den Sprengarbeiten resultierenden Erschütterungsimmissionen zu dokumentieren, führt die Fa. Gfrörer auf freiwilliger Basis seit dem 27.01.2020 in Fischingen Erschütterungsmessungen mit einer eigenen Dauermessstation durch, die durch das Ingenieurbüro des Unterzeichners betreut wird.

Der Steinbruch ist Rohstofflieferant für das jeweils am gleichen Ort befindliche Schotter- und Betonwerk der Fa. Gfrörer und weist eine aktuell gültige Abbaufäche von ca. 21,7 ha auf.

Zwecks Sicherung der Rohstoffversorgung der bestehenden und genehmigten Betriebsanlagen wird von der Fa. Gfrörer eine Erweiterung der Abbaufächen beantragt. Diese Erweiterung umfasst ca. 17,27 ha und umfasst auch einen Folienteich (ca. 0,1 ha). Sie schließt unmittelbar nördlich respektive teilweise westlich und nordöstlich an die genehmigte Abbaufäche an. Diese Fläche ist überwiegend bewaldet.

Die Erweiterungsfläche befindet sich mehrheitlich auf dem Gebiet des Landkreises Rottweil sowie zu einem geringen Teil auf dem Gebiet des Landkreises Freudenstadt.

Die in der nachfolgenden Abbildung 1 dargestellte Google Earth-Ansicht (Bildaufnahmedatum: 06.03.2021) veranschaulicht die Lage des Steinbruchs „Am Bolzgraben“. Ferner sind hier die bestehende Genehmigungsfläche in blau und die geplante Erweiterungsfläche in türkis skizziert.

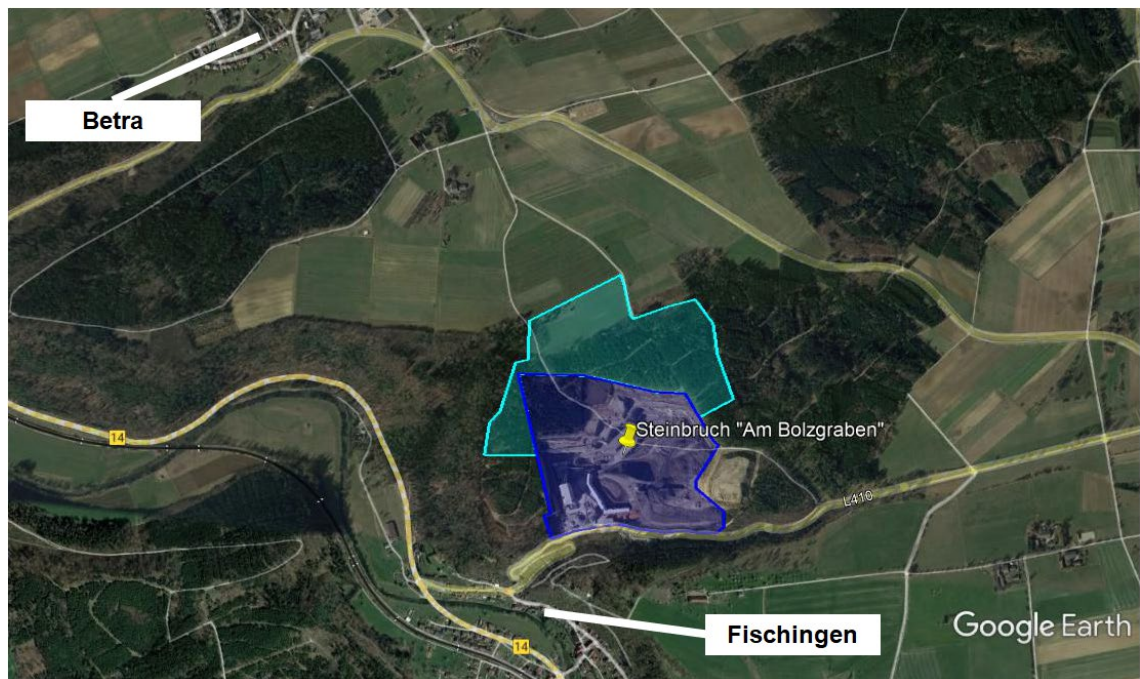


Abbildung 1: Google Earth-Ansicht (Bildaufnahmedatum: 06.03.2021) des Steinbruchs „Am Bolzgraben“ mit bestehender Genehmigungsfläche (blau skizziert) und geplanter Erweiterungsfläche (türkis skizziert)

Die Erweiterung bedarf der Durchführung eines immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens nach §§ 4, 6, 10 und 16 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) in Verbindung mit § 1 Absatz 1 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV) und Anhang 1 Ziffer 2.1.2 der 4. BImSchV da die Erweiterungsfläche größer als 10 ha ist.

Des Weiteren ist das Vorhaben der Fa. Gfrörer aufgrund seiner Größenordnung UVP-pflichtig gemäß Ziffer 2.1.1 der Anlage 1 zum Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG).

1.3 Auftrag und Vorgehensweise

Der Unterzeichner wurde von der Fa. Gfrörer mit der Ausarbeitung des Spreng- und immissionstechnischen Gutachtens bezüglich der Gewinnungsarbeiten mittels Bohr- und Sprengarbeit in der für den Abbau geplanten Erweiterungsfläche beauftragt.

Im Einzelnen umfasst diese Ausarbeitung:

- Schematische Darstellung (Fließbild) des Steinbruchbetriebes
- Sprengtechnische Immissionsprognose (Sprengerschütterungen)
- Berechnung und Erläuterung der betriebsüblichen Sprengtechnik
- Empfehlungen zur Sprengtechnik und zur Steinflugvermeidung

Die Immissionsprognose umfasst eine gutachterliche Stellungnahme zu den Themenschwerpunkten

- Sprengerschütterungen unter Berücksichtigung der gültigen Regelwerke
- Steinfluggefahren und -vermeidung und Bestimmung der Sprengbereiche
- Sprengschwaden und Gesteinsstäube und
- Sprenggeräusche

Bezüglich der beabsichtigten Erweiterung der Abbauflächen des Steinbruchs „Am Bolzgraben“ orientieren sich die gutachterlichen Empfehlungen, unter Einhaltung der geltenden Gesetze und Regelwerke, auch an der Kernaussage des BImSchG „nicht mehr Emissionen zu erzeugen, als nach dem Stand der Technik unvermeidbar sind“. Themenschwerpunkt der Immissionsbetrachtung sind Sprengerschütterungen und Steinflugvermeidung.

1.4 Quellen als Grundlage zur Gutachtenerstellung

Die Auftraggeberin hat dem Unterzeichner die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Diverse Planunterlagen des Ingenieurbüros Dörr (Leinfelden-Echterdingen)
- DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen
 - Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen (Weißdruck Juni 2001)
 - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (Weißdruck Juni 1999)
 - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen (Weißdruck Dezember 2016)
- DIN 45669 Messung von Schwingungsimmissionen
 - Teil 1: Schwingungsmesser - Anforderungen und Prüfung (Weißdruck Juni 2020)
 - Teil 2: Messverfahren (Weißdruck Juni 2005)
- Sog. Erschütterungsrichtlinie
Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen. Runderlass des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr und des Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport, Baden-Württemberg vom 31.07.2000.
- Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“. Herausgeber: Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), Stand 06.03.2018
- Technische Regel zum Sprengstoffrecht Sprengarbeiten (SprengTR 310 - Sprengarbeiten), Stand 05.10.2016

- Messbericht des Ingenieurbüros Engineering Service Schmücker (ESS) vom 26.02.2022 bezüglich der Überprüfung zur Einhaltung von Anhalts- bzw. Immissionswerten gemäß den einschlägigen Regelwerken für Erschütterungen im Bauwesen (DIN 4150). Beurteilt werden die im Zeitraum vom 27.01.2020 bis 31.12.2021 durchgeführten Sprengarbeiten im Steinbruch „Am Bolzgraben“ mit ihren am Immissionsort IO 01 a - Fundament, Betraer Steige 6 in 72172 Sulz-Fischingen immissionstechnisch erfassten Erschütterungen.

2 Verfahrensablauf im Steinbruch - Entstehung von Emissionen -

Aus der Abbildung 2 gehen die im Steinbruch erforderlichen Verfahrensschritte zur Rohmaterialgewinnung mittels Bohr- und Sprengarbeit hervor.

Die Verfahrensschritte gliedern sich im Regelfall wie folgt:

1. Vorbereitende Arbeiten wie z. B. Abraum abtragen und verkippen, Rodungen
2. Bohren
3. Sprengen
4. Laden und Transportieren
5. Brechen und Klassieren

Der Aufbereitungsprozess mit Brech- und Klassiervorgängen ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens respektive des durch die Fa. Gfrörer ausgeführten Genehmigungsverfahrens und wird hier nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.

Die Reduzierung von Sprengemissionen ist wegen der vielzähligen Einflussfaktoren ein sehr komplexes Thema und darüber hinaus sehr stark von verschiedenen Faktoren, wie zum Beispiel der angewandten Sprengtechnik, deren Ausführungsqualität vor Ort und den geologischen und hydrologischen Bedingungen abhängig.

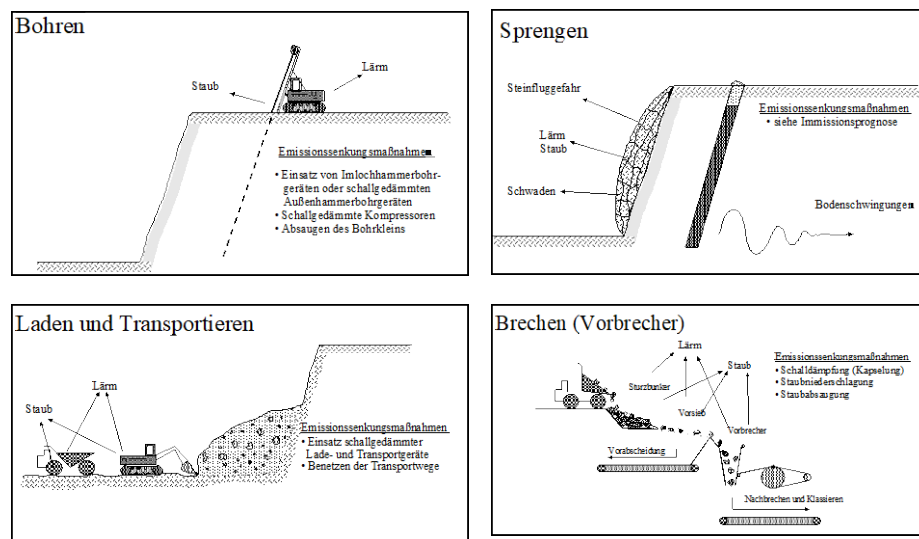


Abbildung 2: Verfahrensschritte zur Rohstoffgewinnung mittels Bohr- und Sprengarbeit

3. Betriebsbeschreibung

In der Betriebsbeschreibung wird die zukünftig geplante Betriebstechnik ausführlich in Anlehnung an die bisher erfolgreich eingesetzte Bohr- und Sprengtechnik beschrieben und Empfehlungen für die Zukunft gegeben.

3.1 Abbauführung

Der geplante Abbau der anstehenden Lagerstätte soll im Steinbruch „Am Bolzgraben“ wie bisher auch im Strossenabbau erfolgen. Da die geplanten Erweiterungsflächen größtenteils nördlich der bisher genehmigten Abbauflächen liegen, wird sich der Abstand zwischen dem

zukünftigen Abbau und der Ortsrandlage Fischingen vergrößern. Dadurch ist primär eine Verringerung der Immissionen zu erwarten.

Die Generalabbaurichtung erfolgt im nördlichen Abbaufeld wie bisher in Richtung Norden und im westlichen Abbaufeld in Richtung Westen.

Die Gewinnung des dem Muschelkalk zuzuordnenden Gesteins erfordert aufgrund der Gebirgsbeschaffenheit Bohr- und Sprengarbeiten als Löseverfahren. Der nutzbare Kalkstein und Dolomit soll mechanisch gelöst werden. Der Materialtransport erfolgt zum direkten Einbauort. Das Material soll zur Wiederverfüllung des Steinbruchs und dessen Rekultivierung eingesetzt werden.

Die Generalabbaurichtung wird in Richtung NNW geführt werden, so dass die Hauptauswurf- richtung des jeweiligen Haufwerks in Richtung SSO erfolgen wird. Dieses ist auch bezüglich eventueller Steinfluggefahren im gesamten Abbaukontext so zu befürworten.

In der Erweiterungsfläche sind insgesamt vier Gewinnungssohlen geplant. Deren Bruchwände sollen alle einen Neigungswinkel von ca. 83° aufweisen.

Die Wandhöhe der 1. Sohle soll ca. 18 m betragen. Dort soll der anstehende Dolomit abgebaut werden.

Auf den Sohlen 2 bis 4 wird die Gewinnung des Kalkgesteins erfolgen. Hier sind Wandhöhen bis zu ca. 20 m vorgesehen.

Gegebenenfalls schließt sich an die 4. Sohle noch eine Restsohle bis zu beantragten Endtiefe an.

Somit werden in der Erweiterungsfläche deutlich geringere maximale Wandhöhen eingesetzt als in der genehmigten Abbaufäche verwendet, die dort bis zu ca. 30 m betragen.

Eine schematische Darstellung der Abbauplanung in der Erweiterungsfläche ist Abbildung 3 zu entnehmen.

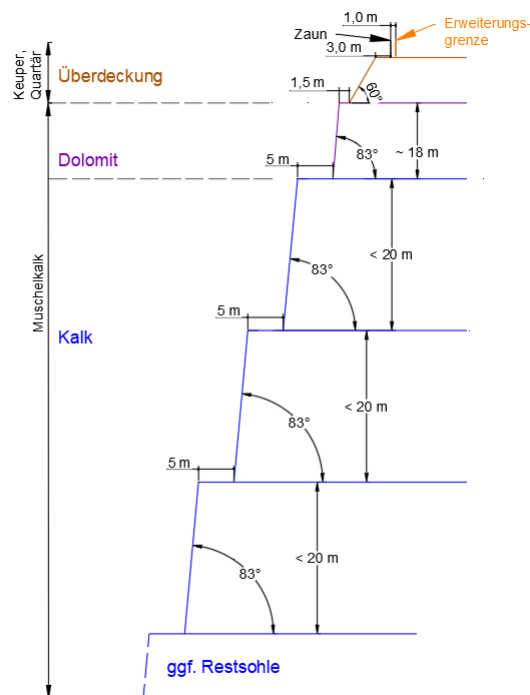


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Abbauplanung in der Erweiterungsfläche

Die Erweiterungsflächen werden über die Bestandsflächen erschlossen. Das bisher schon Anwendung findende „load-and-carry-System“ mittels Radladern für den Transport des gelösten Haufwerks soll für den Dolomit weiter beibehalten werden. Für den Transport zum Vorbrecher des Schotterwerks sollen künftig jedoch SKW eingesetzt werden.

Das Volumen der Rohsteinförderung soll zukünftig ca. 451.000 m³/a respektive ca. 1.128.000 t/a Kalk und Dolomit (bei einer Gesteinsdichte von ca. 2,5 kg/t) betragen.

3.2 Umgebungssituation und Beschreibung der Immissionsobjekte

Der Steinbruch „Am Bolzgraben“ der Fa. Gfrörer liegt in einem von den drei Ortschaften Fischingen, Betra (Stadtteil von Horb am Neckar) und Empfingen aufgespannten Dreieck. Die minimale Entfernung zwischen der geplanten Erweiterungsfläche und der südlich gelegenen Ortsrandlage Fischingen beträgt ca. 368 m, zur nordwestlich gelegenen Ortsrandlage Betra ca. 970 m und zur östlich gelegenen Ortsrandlage Empfingen ca. 1.207 m. Dabei handelt es sich zunächst als nächstgelegenes Gebäude um ein von der Fa. Gfrörer gewerblich genutztes Gebäude im Eigentum. Die nächstgelegene Wohnbebauung Dritter in der Ortsrandlage Empfingen ist minimal ca. 1.567 m von der Erweiterungsfläche entfernt.

Die geplante Erweiterungsfläche grenzt im Süden unmittelbar an die genehmigte Bestandsfläche des Steinbruchs „Am Bolzgraben“ und im Norden größtenteils an landwirtschaftlich genutzte Flächen. Ansonsten ist die Erweiterungsfläche von Waldflächen umgeben. Diese werden durch diverse Forststraßen und Waldwege erschlossen.

Anlage 2 bildet die Immissionssituation im Detail ab. Es werden die einzelnen schutzwürdigen Immissionsobjekte (IO's) mit ihren jeweils minimalen horizontalen Abständen zu den Abbaugrenzen des Erweiterungsgebietes dargestellt. Die räumlichen Entfernungen zu den Grenzen können daher etwas größer sein. In Anlage 2 sind nicht nur Immissionsorte bezüglich der Sprengerschütterungsmissionen aufgeführt, sondern auch Immissionsorte die andere Immissionsarten betreffen (beispielsweise Lärm und Staub). Aus Gründen der identischen Bezeichnungen werden diese Immissionsorte in allen Immissionsgutachten so verwendet.

Für das vorliegende spreng- und immissionstechnische Gutachten werden nur die in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführten schutzwürdigen Immissionsorte betrachtet, die zur Erweiterungsfläche am nächstgelegenen liegen.

Die Tabelle enthält die Nummerierung, Bezeichnung und Nutzung der IO sowie den jeweiligen minimalen horizontalen Abstand zu der geplanten Erweiterungsfläche.

Des Weiteren veranschaulicht Abbildung 4 in einer Google Earth-Ansicht (Bildaufnahmedatum: 06.03.2021) die Lage der einzelnen Immissionsorte im Gesamtumfeld. Dabei ist die bestehende Genehmigungsfäche blau und die geplante Abbaufäche türkis hinterlegt.

Eine Betrachtung der besonders schützenswerten Anlagen/Einrichtungen in einem Radius von 1.000 m gemäß 3. SprengV § 1 Abs. 2 Nr. 1 c) wird im Rahmen der Erstellung der Sprenganzeige erfolgen.

Immissionsobjekt			minimaler Abstand (m)
Nr.	Bezeichnung	Nutzung	
IO 01	Aussiedlerhof Wehrsteiner Hof 1	Landwirtschaftliche Nutzung mit Wohngebäude	ca. 499 m
IO 02	WHS Am Bolzgraben 1, Fischingen	Wohngebäude	ca. 368 m
IO 08	Sammelkläranlage Fischingen, Langwiesen 24, Fischingen	Kläranlage	ca. 348 m
IO 09	WHS Neckartalstraße 56, Fischingen	Wohngebäude	ca. 287 m
IO 10	Wohnhaus Betraer Steige 6, Fischingen	Garage, dient als Referenz für Wohngebäude	ca. 375 m
IO 11	Trinkwasserleitung (West)	Trinkwasserversorgung	ca. 171 m
IO 12	Burgruine Wehrstein	Touristische Nutzung	ca. 403 m
IO 13	Trinkwasserleitung (Ost)	Trinkwasserversorgung	ca. 639 m
IO 16	Freileitungsmast	Stromversorgung	ca. 854 m
IO 17	Aussiedlerhof Höhenhof, Hinter der Scheuer, Betra	Landwirtschaftliche Nutzung mit Wohngebäude	ca. 425 m
IO 18	WHS Hinter der Scheuer, Betra	Wohngebäude	ca. 592 m
IO 19	Sportheim, Betra	Nutzung für sportliche Aktivitäten	ca. 625 m
IO 23	Gewerbe Haigerlocher Str. 44, Betra	Gewerblicher Betrieb	ca. 970 m
IO 24	WHS Am Südhang 3, Betra	Wohngebäude	ca. 1.083 m
IO 26	Turmstation	Stromversorgung	ca. 331 m
IO 27	Wasserwerk	Trinkwasserversorgung	ca. 291 m
IO 28	Gewerbe Langwiesen 10	Gewerblicher Betrieb	ca. 332 m
IO 29	Bahntrasse Obere Neckarbahn	Verkehrliche Nutzung	ca. 471 m

Tabelle 1: Übersicht der schutzwürdigen Immissionsobjekte (IO) mit Angabe der jeweiligen Nummerierung, Bezeichnung, Nutzung und minimalem, horizontalem Abstand

Die aufgeführten Immissionsorte gelten als repräsentativ für die umliegende Bebauung und vorhandene erdverlegte Rohrleitungen. Dementsprechend betragen die maßgeblichen minimalen Abstände zur beantragten Abbaugrenze

- für Wohngebäude ca. 287 m (IO 09, Neckartalstr. 56 in Fischingen),
- für gewerblich genutzte Gebäude ca. 331 m (IO 26, Turmstation) und

- für erdverlegte Rohrleitungen ca. 171 m (IO 11, Trinkwasserleitung West).

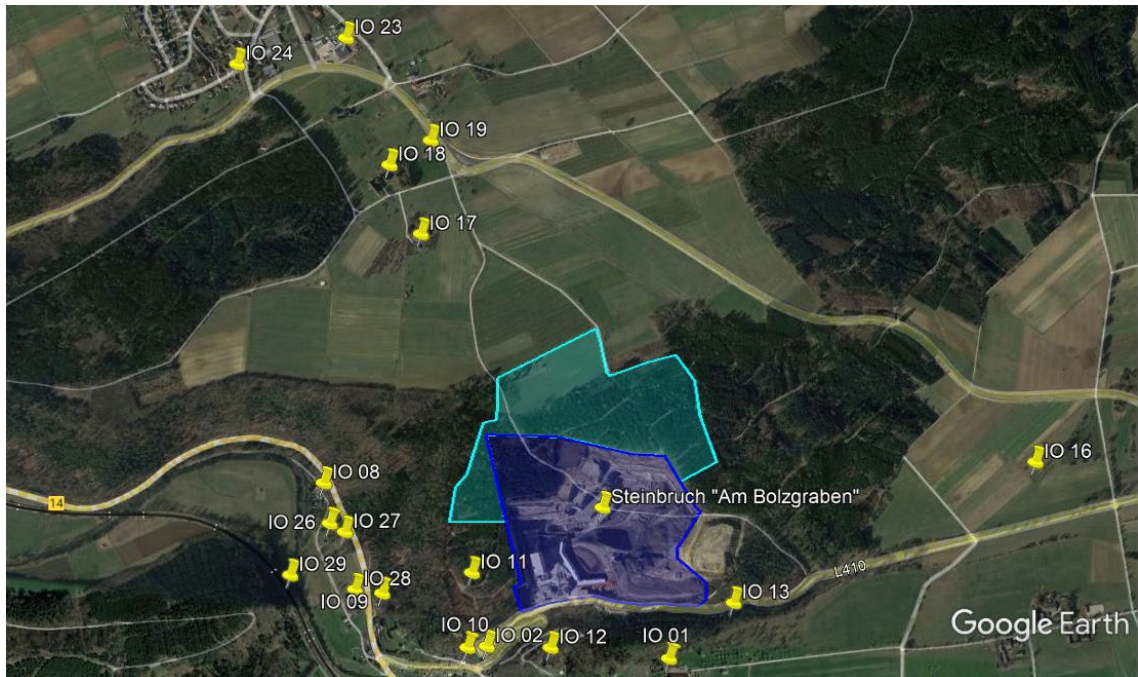


Abbildung 4: Google Earth-Ansicht (Bildaufnahmedatum: 06.03.2021) der Lage der einzelnen Immissionsobjekte (IO) zur bestehenden Genehmigungsfläche (blau skizziert) und geplanten Erweiterungsfläche (türkis skizziert)

Das in Tabelle 1 aufgeführte IO 10, Garage Betraer Steige 6, Fischingen dient ferner seit dem 27.01.2020 als Messort für die von der Fa. Gfrörer in Eigenregie freiwillig durchgeführten Erschütterungsmessungen zwecks Dokumentation der Sprengerschütterungen des Steinbruchs „Am Bolzgraben“.

Zu den schutzwürdigen Immissionsorten zählt auch die denkmalgeschützte Burgruine Wehrstein. Der Denkmalschutz ist historisch bedingt, aufgrund der massiven Bauweise ist die Ruine jedoch als nicht „besonders erschütterungsempfindlich“ im Sinne der DIN 4150 Teil 3 zu betrachten. Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt eine Ansicht der Burgruine mit Blickrichtung Norden. Die Burgruine liegt in einer minimalen Entfernung von ca. 403 m zur beantragten Abbaugrenze südlich der Erweiterungsfläche. Ferner wird sich der Abstand infolge der zukünftigen Abbaurichtung weiter vergrößern.

Weitere denkmalgeschützte Objekte sind nach Untersuchungen des Unterzeichners im relevanten Entfernungsbereich zu den beantragten Erweiterungsflächen nicht vorhanden.

Im Umfeld des Steinbruchs und somit der geplanten Erweiterungsflächen befinden sich ferner mehrere Straßen des öffentlichen Verkehrs. Hierzu zählt die unmittelbar südlich der Bestandsflächen und in einer minimalen Entfernung zur Erweiterungsfläche von ca. 235 m verlaufende Landesstraße 410. Diese verbindet Dettingen (Ortsteil von Horb am Neckar) mit Empfingen. In ihrem weiteren Verlauf führt sie ferner westlich in einem minimalen Abstand von ca. 250 m westlich an der Erweiterungsfläche vorbei. In diesem Abschnitt trägt die Landesstraße 410 auch die Bezeichnung Neckartalstraße.

Des Weiteren tangiert die Kreisstraße 4762 auf ihrem Abschnitt zwischen Empfingen und Betra die nordöstliche Ecke der Erweiterungsfläche in einer minimalen Distanz von ca. 253 m.

Anmerkung

Straßen können im Regelfall aufgrund Ihres Nutzungszwecks nur mechanisch und nicht durch Erschütterungen beschädigt werden. Daher sind die vorbezeichneten Straßen hinsichtlich der Erschütterungseinwirkungen nicht weiter zu berücksichtigen.



Abbildung 5: Ansicht der Burgruine Wehrstein, Blickrichtung Norden (Bildquelle: Wikipedia)

Von überregionaler verkehrstechnischer Bedeutung ist ferner die Bahnstrecke Plochingen-Immendingen. Deren Bahntrasse, in diesem Abschnitt auch als Obere Neckarbahn bezeichnet, verläuft südwestlich der Erweiterungsfläche in einer minimalen Entfernung von ca. 471 m. Die Bahnstrecke wird sowohl für den Personenverkehr als auch für den Güterverkehr genutzt.

Im relevanten Umkreis der geplanten Erweiterungsfläche ist dem Unterzeichner eine erdverlegte Rohrleitung bekannt. Hierbei handelt es sich um eine Trinkwasserleitung aus dem Leitungsbaustoff Schleuderbeton mit einer Nennweite von 150 mm. Die Leitung führt vom Wasserwerk (IO 27) in West-Ost-Richtung nach Empfingen entlang der südlichen Grenze der Bestandsfläche des Steinbruchs. Betreiber der Trinkwasserleitung ist die Gemeinde Empfingen.

Ferner verläuft eine weitere Wasserleitung im nördlichen Bereich der Erweiterungsfläche. Diese Leitung aus dem Leitungsbaustoff Kunststoff ist eine betriebsinterne Wasserleitung der Fa. Gfrörer. Somit wird diese nicht weiter betrachtet.

Weitere erdverlegten Rohrleitungen im relevanten Umkreis sind dem Unterzeichner nicht bekannt.

Des Weiteren sind einem minimalen Abstand von ca. 354 m westlich (IO 25) und in einer minimalen Entfernung von ca. 849 m östlich (IO 14) der Erweiterungsfläche jeweils eine Stromfreileitung vorhanden. Betreiber ist die Fa. Netze BW GmbH.

Darüber hinaus gilt es zu beachten, dass entsprechend der SprengTR 310 (Anhang T-10) Mindestabstände für Zünder zu Hochfrequenzanlagen einzuhalten sind. Abbildung 6 veranschaulicht, dass in der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur keine Standorte von ortsfesten Funkanlagen betrieben werden, die innerhalb eines skizzierten Radius von ca. 1.500 m um die geplante Erweiterungsfläche liegen. Der nächstgelegene Standort einer ortsfesten Funkanlage befindet sich in einem minimalen horizontalen Abstand von ca. 1.710 m zu den Erweiterungsflächen. Sie hat die Standortbescheinigungs-Nr. 27010015 und verfügt über eine Sendeantenne für eine sonstige Funkanlage.

Die nächstgelegene ortsfeste Funkanlage für Mobilfunk liegt einer minimalen horizontalen Entfernung von ca. 1.773 m zu den Erweiterungsflächen. Ihre Standortbescheinigungs-Nr. lautet 270058. Erfahrungsgemäß haben derartige Sendeanlagen bei einer Sendefrequenz von maximal $f = 2.160$ MHz eine wirksame Strahlungsleistung von $EIRP = 4,287$ kW. Gemäß der SprengTR310 (Anhang T-10) ist ein Mindestabstand für den Einsatz elektrischer Zünder Typ U (Klasse II) von 160 m für eine Sendefrequenz in Höhe von $f > 1$ GHz erforderlich. Insofern sind für die Zündanlagen keine Sondermaßnahmen erforderlich.

Es könnten somit prinzipiell auch elektrische Zünder Typ U (Klasse II) für die Sprenganlagen verwendet werden.

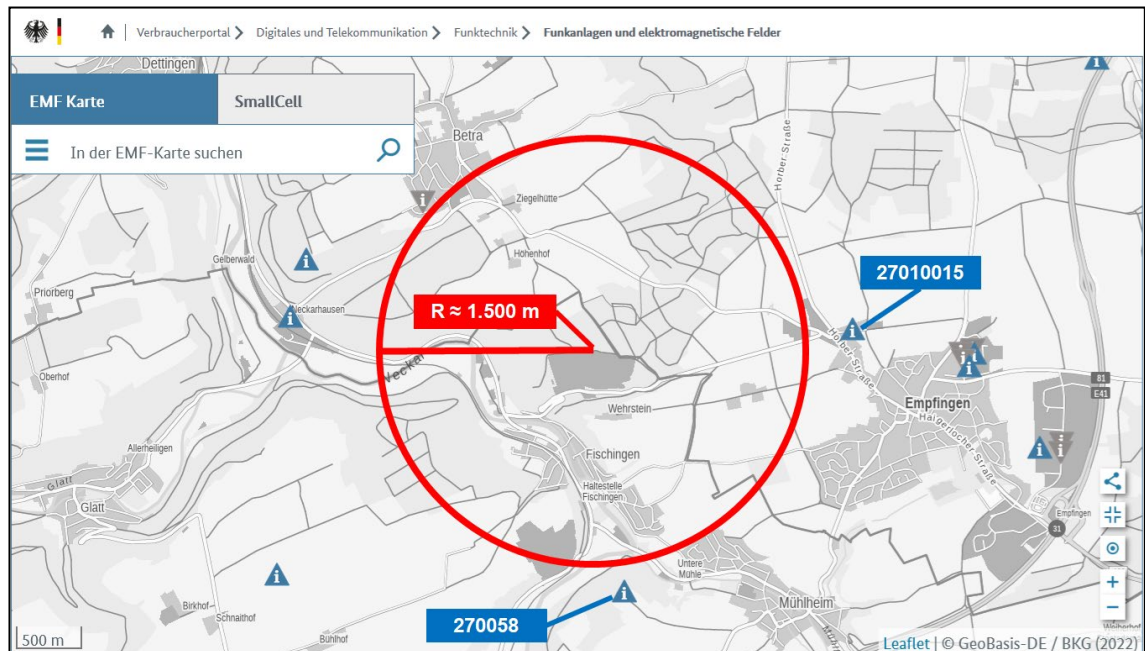


Abbildung 6: Skizzierter Radius von ca. 1.500 m um die geplante Erweiterungsfläche und Überblick über die Lage der nächstgelegenen ortsfesten Funkanlagen

3.3 Bohrtechnik

Einen entscheidenden Einfluss auf das Sprengergebnis, die technische Sicherheit und den Umweltschutz ist der richtigen Anordnung und Herstellung der Laderäume zuzuschreiben.

Bezüglich der zukünftigen Art der Verwendung findenden Bohrgeräte kann zum jetzigen Zeitpunkt keine Festlegung erfolgen. Erfahrungen aus dem bisherigen Abbau und aus vergleichbaren geologischen Bedingungen kann jedoch abgeleitet werden, dass sowohl moderne Imlochhammer- als auch Außenhammer- Bohrgeräte in diesen Lagerstättenbedingungen erfolgreich eingesetzt werden können. Die Auswahl des richtigen dickwandigen Bohrgestänges und unter Umständen die Verwendung von Führungsstangen (bei Aussenhammerbohrgeräten) erlaubt bei fachgerechter Anwendung ein richtungsgenau und wirtschaftliches Bohren.

Für die Wahl des Bohrlochdurchmessers sind viele Faktoren zu berücksichtigen. Hierzu zählen z. B. die geologischen Verhältnisse, der Sprengzweck, die angewandte Sprengtechnik, die Immissionsbedingungen (z. B. die mögliche maximale Lademenge pro Zündzeitstufe) und die Leistungsfähigkeit des zur Verfügung stehenden Bohrgerätes. Zum jetzigen Zeitpunkt bilden in den übertägigen Gewinnungsbetrieben der Bundesrepublik Deutschland Bohrlochdurchmesser von 76 bis 115 mm (in Ausnahmefällen auch bis 140 mm) den Stand der Technik ab.

In den genehmigten Abbauflächen wird von der Fa. Gfrörer bisher ein Bohrlochdurchmesser von 89 mm angewendet. Es ist davon auszugehen, dass dieser Bohrlochdurchmesser auch in etwa innerhalb der geplanten Erweiterungsflächen zukünftig beibehalten wird. Der anwendbare Bohrlochdurchmesser muss sich generell an den später aufgeführten möglichen maximalen Lademengen je Zündzeitstufe orientieren.

Auch in Zukunft sollten die zum Einsatz kommenden Bohrgeräte weiterhin dem jeweiligen Stand der Technik entsprechen. Darüber hinaus ist bei der Ausführung der Bohrarbeiten das Hauptaugenmerk auf das Abbohren von richtungsgenauen Bohrlöchern zu legen.

Aus Dokumentationsgründen wird für die Erstellung der Bohrlöcher die Anfertigung von Bohrberichten empfohlen, die folgenden Angaben enthalten sollten:

- Skizze zu den Bohranlagen
- Bohrlochabstände
- Vorgaben
- Bohrlochnummerierungen

- Bohrlochtiefen
- Bohrlochneigungswinkel
- Bohrlochdurchmesser

Des Weiteren sollte der Bohrbericht auch Informationen über den Zustand der Bohrlöcher, über Besonderheiten des Gebirges (Klüfte, ggf. Lehm, Hohlräume, trocken, wasserführend etc.) enthalten. Somit kann eine Anpassung der Lade- und Sprengarbeiten an die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten erfolgen.

Empfehlung für die Genehmigungsbehörde

Alle für Bohrloch- und Großbohrlochsprengungen sinnvollen und technisch realisierbaren Bohrllochdurchmesser können grundsätzlich zur Anwendung kommen. Vorgaben seitens der Genehmigungsbehörde zu Limitierung des Bohrllochdurchmessers sollten daher nicht erfolgen. Der anwendbare Bohrllochdurchmesser muss sich dabei jeweils an den möglichen maximalen Lademengen je Zündzeitstufe orientieren.

3.4 Zündverfahren

Gemäß der derzeit gültigen Technischen Regel zum Sprengstoffrecht „Sprengarbeiten SprengTR 310 -Sprengarbeiten“ können mittlerweile alle in Deutschland von der BAM zur Verwendung zugelassenen Zündverfahren und -systeme bei Sprengarbeiten Verwendung finden.

Bisher wird im in den genehmigten Abbauflächen des Steinbruchs „Am Bolzgraben“ das elektrische Zündverfahren mit Zündung aus dem Bohrlochtiefsten eingesetzt.

In den nachfolgenden Erläuterungen werden der Vollständigkeit halber alle üblichen Zündverfahren (elektrisches, nichtelektrisches und elektronisches) vorgestellt.

Moderne Zündverfahren wie z. B. das nichtelektrische oder elektronische Zündverfahren haben im Vergleich zum elektrischen Zündverfahren folgende Vorteile (Beispiele):

- Große Variationsmöglichkeiten des Zündintervalls
- Deutlich höhere Anzahl von zur Verfügung stehenden Zündzeitstufen. Das hilft besonders bei Ladungsteilungen und Vergrößerung der Sprenganlagen
- Zum Teil höhere Zündgenauigkeiten (elektronisches Zündverfahren)

Durch Anwendung dieser Zündverfahren kann unter anderem gewährleistet werden, dass die in der Immissionsprognose festgesetzten Lademengen je Zündzeitstufen auch in der Praxis bei nahezu beliebig großen Sprenganlagen bzw. mehreren Ladungsteilungen tatsächlich eingehalten und damit die Immissions- bzw. Anhaltswerte der einschlägigen Regelwerke unterschritten werden können.

Im Sinne des Immissionsschutzes ist eine eventuell durch den Einsatz der oben genannten Zündverfahren mögliche Vergrößerung der Sprenganlagen aus Sicht des Immissionsschutzes positiv zu beurteilen, da so die Häufigkeit von Sprengungen abnimmt und damit die Anzahl der Immissionsereignisse sowie der Absperrmaßnahmen sinkt. Dieses kann erfahrungsgemäß zu einer höheren Akzeptanz der Sprengarbeiten durch die Anlieger führen. Hinzu kommt eine Abnahme der Häufigkeit von sprengtechnischen Problembereichen (Randbereiche, Vorgabenbestimmungen etc.).

Anmerkung

Es ist in Fachkreisen seit langem bekannt, dass aus einer Erhöhung der Gesamtladmenge an Sprengstoff je Sprengung nicht zwangsläufig eine Erhöhung der Erschütterungsimmissionen resultiert. Somit ist es grundsätzlich nicht zielführend, die Bohrlochanzahl je Sprengung zu beschränken.

Die Qualität der Erschütterungsimmissionen ist von vielen Faktoren abhängig, wie unter anderem dem Verspannungsgrad im Gebirge, dem spezifische Sprengstoffaufwand, der maximalen Ladmenge je Zündzeitstufe, dem Energieinhalt des Sprengstoffes in Kombination mit dem Gebirge, der einzelnen Zündzeitabstände als auch der Betriebs- und Umfeldbedingungen. Ein vorrangiger Zweck moderner Zündsysteme ist unter anderem die Reduzierung von Emissionen.

3.4.1 Elektrisches Zündverfahren

Dieses Zündverfahren besteht heute aus der Kombination eines Moment- und in etwa 20 Kurzzeitzündern (herstellerspezifisch) mit 25 ms sowie teilweise weiteren Zündern (bis zu 10 Stück) mit 50 ms Zündintervall.

Damit sind derzeit insgesamt zwischen ca. 10 und 15 Ladungen redundant und ca. 21 bis 30 Ladungen mit nur einem Zünder je Bohrlochladung sicher überschneidungsfrei zündbar.

Um bei Sprenganlagen größeren Umfangs sicherzustellen, dass überschneidungsfrei nur ein Bohrloch pro Zündzeitstufe gezündet wird, ist in diesem Fall auf das nichtelektrische Zündverfahren oder das elektronische Zündverfahren zurückzugreifen.

3.4.2 Weitere Zündverfahren

Nach der derzeit gültigen Technischen Regel SprengTR 310 - Sprengarbeiten (Punkt 4.5) dürfen alle zur Verwendung zugelassenen Zündsysteme eingesetzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine entsprechend absolvierte Schulung des Sprengberechtigten.

Derzeit gehören folgende Zündsysteme zum Stand der Technik:

- **Nichtelektrisches Zündverfahren**
- **Elektronisches Zündverfahren**
- **Mehrkreiszündung (elektrische Zündung mit Zündkreisen, die heute faktisch keine Rolle mehr spielt)**

Nichtelektrisches Zündverfahren

Dieses Zündverfahren erlaubt theoretisch, eine unbegrenzte Anzahl von Sprengladungen (im Prinzip) überschneidungsfrei in einer Sprenganlage zur Zündung zu bringen.

Die Teilladungs-, Bohrloch- bzw. Reihenverzögerungen werden durch Verzögerungszünder in der Nähe des Bohrlochmundes hergestellt, nachdem in jeder Bohrlochladung die gleiche Zündzeitstufe eingesetzt wird.

Je nach Hersteller stehen Verzögerungszünder mit z. B. 0, 9, 17, 25, 33, 42, 67, 109, 176 und gegebenenfalls z. B. 280 ms zur Verfügung. Beliebige Kombinationen von Verzögerungszeiten tragen zu einer hohen Flexibilität bei der Herstellung von Zündanlagen bei.

Elektronisches Zündverfahren

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des Gutachtens sind in Deutschland mehrere Zündsysteme von der BAM zur Verwendung zugelassen.

Alle Zündsysteme basieren auf einem Einheitszünder. Mit diesen Systemen sind die Verzögerungsintervalle beliebig in z. B. 1 ms Schritten einstellbar und je nach Zündmaschine und Zündsystem bis zu ca. 1200 oder 1600 Zünder in einem Zündkreis sicher zündbar. Auf die Besonderheiten der Systeme soll hier nicht weiter eingegangen werden.

Mit der Verwendung von elektronischen Zündern ist die Überschneidungsfreiheit von Sprengladungen unter Verwendung eines geeigneten Zündplanes sicher gewährleistet und auch große Sprenganlagen mit nur einer Ladung je Zündzeitstufe durchführbar.

Die freie Bestimmung des Zündzeitpunktes für jeden Sprengzünder und die hohe zur Verfügung stehende Gesamtanzahl von Sprengzündern wird aus Sicht des Immissionsschutzes positiv beurteilt.

Allerdings kann der alleinige Einsatz dieses Zündverfahrens noch kein Garant zur direkten Reduzierung der Immissionswerte sein. Das für den jeweiligen Anwendungsfall optimale Zündintervall der Teilladungen muss in der Praxis zunächst durch Aufzeichnung der Immissionswerte (besser noch der dazugehörenden Schwingungskurven) festgestellt werden.

Auf das Mehrkreiszündverfahren mit elektrischen Zündern soll hier nicht näher eingegangen werden, da es heute nahezu bedeutungslos ist. Es basiert auf dem elektrischen Zündverfahren mit verschiedenen Zündkreisen. Hierfür muss eine spezielle Zündmaschine eingesetzt werden.

3.5 Zündungstechnik

Sofern bei Sprengbohrlöchern die Zündung der gesamten Ladesäule nicht sicher gewährleistet ist, müssen Sprengschnüre mit Sprengzündern verwendet werden (s. SprengTR 310 - Sprengarbeiten Punkt 4.5.6). Aufgrund der Verwendung von patronierten Sprengstoffen in Verbindung mit gestreckten Ladungen durch den Einsatz von Zwischenbesatz ist der Einsatz von Sprengschnur im Steinbruch „Am Bolzgraben“ gängige Praxis. Hierbei wird von der Fa. Gfrörer mehrheitlich Sprengschnur mit einem Ladungsgewicht von 20 g/m eingesetzt. Diese Vorgehensweise ist auch weiterhin zu empfehlen.

Eine Ausnahme können Bohrlöcher mit geringer Bohrlochtiefe sein (z. B. bei Bohrlochsprengungen mit einer Tiefe < 12 m).

Empfehlung für die Genehmigungsbehörde

Über den Betriebszeitraum eines Steinbruches können sich die Unfallverhütungsvorschriften bzw. Technische Regeln, z. B. durch Angleichung an den fortgeschrittenen Stand der Technik, ändern.

Zwecks Vermeidung späterer aufwendiger Änderungsanzeigen (z. B. wesentliche Änderungen gemäß BImSchG) oder sonstiger anzuwendender Vorschriften, die den Steinbruchbetrieb stark einschränken können, sollte dieses bei der Genehmigungserteilung soweit wie möglich berücksichtigt werden. Die Einhaltung der jeweils gültigen Technischen Regel oder gegebenenfalls Unfallverhütungsvorschriften oder ersatzweiser Regelungen sind immer vorgegeben und verstehen sich von selbst. Änderungen in den Ausführungen sollten dann auch für die Ausführungen der Sprengarbeiten gelten.

In der Abbildung 7 sind die möglichen Zündungsarten für Sprengbohrlöcher, die den heutigen Stand der Technik darstellen, schematisch dargestellt:

- Zündung vom Bohrlochmund aus mit Sprengschnur
- Redundante Zündung aus dem Bohrlochtiefsten mit Sprengschnur
- Redundante Zündung aus dem Bohrlochtiefsten mit Sprengschnur bei geteilten Ladesäulen
- Redundante Zündung aus dem Bohrlochtiefsten ohne Sprengschnur

Sofern die Zündung der gesamten Ladesäule sichergestellt ist, ist aus sprengtechnischen und erschütterungstechnischen Gründen die Zündung aus dem Bohrlochtiefsten zu empfehlen.

Auch in geologisch schwierigen Lagerstättenbereichen ist durch einen zusätzlichen Sprengzünder am Bohrlochmund in der Regel gewährleistet, dass die Ladesäule trotz eventuellen einmaligen Abscherens dennoch vollständig durchdetonieren kann. Damit lassen sich in vielen Fällen gefährliche Teilversager vermeiden. Bei Bohrlochsprengungen ist der Einsatz des redundanten Zünders individuell zu beurteilen.

Der redundante Sprengzünder (2) ist laut der SprengTR 310 - Sprengarbeiten (Punkt 4.5.6) vorgeschrieben, sofern die Zündung der gesamten Ladesäule nicht sicher garantiert werden kann. Mittels der redundanten Zündung aus dem Bohrlochtiefsten mit Ladungsteilung und Sprengschnur (3) kann eine Reduzierung der Lademenge pro Zündzeitstufe vorgenommen werden. Damit geht eine Verringerung der Erschütterungsimmissionen einher, die umso größer ist, desto geringer das ausgewählte Sprengraster ist, weil dadurch der spezifische Sprengstoffaufwand ansteigt.

Die redundante Zündung aus dem Bohrlochtiefsten ohne Sprengschnur (4) ist gemäß der SprengTR 310 - Sprengarbeiten dann vorgesehen, wenn das Abscheren von Ladungsteilen nicht ausgeschlossen ist (4.5.6 Punkt 4). Ein Durchdetonieren der Ladung ist durch Verwendung von losem Sprengstoff (z. B. pumpfähigen Emulsionssprengstoff oder ANFO) meistens gegeben. Vor jeder einzelnen Sprengung muss eine individuelle Beurteilung der örtlichen Gegebenheiten erfolgen.

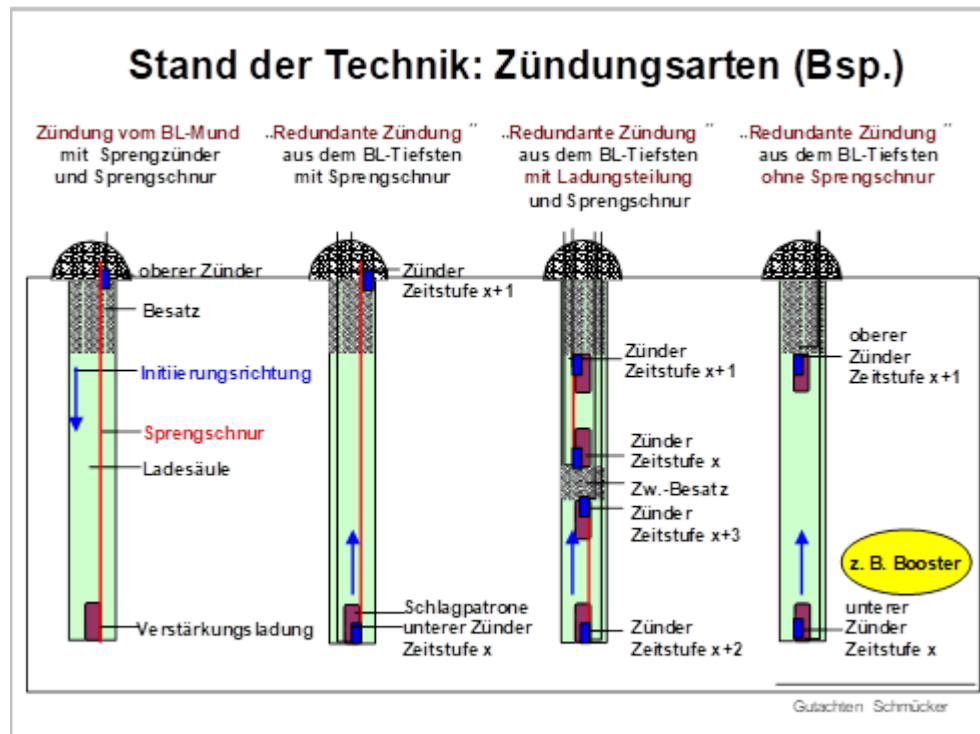


Abbildung 7: Beispiel für Zündungsarten von Großbohrlöchern

3.6 Sprengtechnik

Wenn immer möglich, sollte bei der Anwendung der Sprengtechnik deren neuester Stand der Technik Berücksichtigung finden. Die Bestimmungen der SprengTR 310 - Sprengarbeiten bzw. zukünftige Aktualisierungen sind jederzeit zu befolgen. Hilfreich dazu sind die dazugehörigen Anwendungshinweise (DGUV Information 213-110).

Da die Mehrheit der Strossensprengungen im Regelabbau Bohrlochlängen > 12 m aufweisen, sind die im Anhang T-2 für Großbohrlochsprengungen aufgeführten Bestimmungen zwingend zu berücksichtigen da die Bruchwandhöhen im Dolomit ca. 18 m und im Kalk ca. 20 m betragen werden. In der Regelabbauphase werden überwiegend Einreihen- bis maximal zwei Reihen-sprengungen eingesetzt werden.

Es wird zur Bestimmung der Vorgaben und exakten Bohrlochtiefen empfohlen, die jeweiligen Abbaubereiche der Großbohrlochsprengungen im 2D- oder 3D-Verfahren zu vermessen und die Sprenganlagen anschließend exakt planen, damit Steinflug vermieden, Erschütterungen reduziert und Dokumentationsnachweise erstellt werden können.

Bis es zu den Regelsprengungen kommen kann, sind umfangreiche Aufschlussarbeiten zur Herstellung der Gewinnungssprengungen erforderlich. Dieses wird viele Klein- und gegebenenfalls auch Sprengungen zur Herstellung von Rampen, meistens als Flächensprengungen ausgeführt, einschließen.

Je nach Bruchwandhöhe (bzw. Bohrlochtiefe) wird der spezifische Sprengstoffaufwand etwas variieren. Bei den Sprengungen in den bisherigen Abbaufächern ist überwiegend ein spezifischer Sprengstoffaufwand im Bereich von ca. $q = 0,2 \text{ kg/m}^3$ angewendet worden. Hierdurch ergibt sich ein entsprechendes Bohrlochrastrer. Die bohr- und sprengtechnischen Erfahrungen aus dem Gesteinsabbau in den bisher genehmigten Abbaufächern werden auch in den geplanten Erweiterungsflächen berücksichtigt.

Sofern erforderlich, wird die genaue Berechnung der erforderlichen Unterbohrung empfohlen. Zu große Unterbohrungen sind unter anderem aus erschütterungstechnischen Gründen zu vermeiden.

Empfehlung für die Genehmigungsbehörde

Grundsätzlich ist es sinnvoll, dass alle mit einer EG-Baumusterprüfbescheinigung (CE-Zeichen) versehenen und darüber hinaus in Deutschland zur Verwendung zugelassenen Sprengstoffe

und Zündmittel (mit erteilter Identifikationsnummer) bei den Sprengarbeiten zum Einsatz kommen können. Dieses betrifft hier im speziellen Fall sowohl patronierte als auch lose Sprengstoffe sowie alle zugelassenen Zündverfahren (derzeit das elektrische-, nichtelektrische- und elektronische Zündverfahren).

Als Sprengstoffe sollten daher gelatinöse Sprengstoffe, patronierte Emulsionssprengstoffe bzw. patroniertes oder loses ANFO sowie pulverförmige Sprengstoffpatronen zum Einsatz kommen können, die derzeit den Stand der Technik beschreiben. Grundsätzlich wäre auch im späteren Regelabbau der Einsatz von Mischladefahrzeugen mit pumpfähigen Emulsionssprengstoffen sowie ANFO- und Heavy-ANFO-Sprengstoffen möglich.

Bisher werden als Fußladung überwiegend patronierte Emulsionssprengstoffe und als Oberladung ANFO-Sprengstoff eingesetzt. Durch die Verwendung von gestreckten Ladungen (Einbringen von Zwischenbesatz zwischen die reguläre Ladung) wird der spezifische Sprengstoffaufwand reduziert und damit die Haufwerksstückigkeit eingestellt. Bei wasserführenden Bohrlöchern kommt hauptsächlich patronierter Emulsionssprengstoff zur Anwendung. Es ist davon auszugehen, dass diese bewährte Sprengtechnik auch in den Erweiterungsflächen zur Anwendung kommen wird.

Empfehlung für die Antragstellerin

Aus Gründen des Arbeits- und Umweltschutzes sollte die Nachzerkleinerung von Übergrößen (Knäppern) mittels mechanischer Nachzerkleinerung erfolgen, z. B. unter Verwendung von Felsmeißeln oder Fallkugeln. Da auch bei dieser Methode Streuflug nicht ausgeschlossen werden kann, sollte auf eine innerbetriebliche Absperrung des Arbeitsbereiches bei einem Mindestabstand von 150 m für Personen ohne Schutz (als Schutz werden z. B. der Aufenthalt in Gebäuden oder geschützten Fahrzeugen angesehen) geachtet werden. Der Streuflug von Gesteinssplintern über die Abbaugrenze hinaus sollte unterbunden werden.

Knäppersprengungen sollten nicht durchgeführt werden.

Empfehlung für die Antragstellerin

Die Sprengarbeiten sollten bei Tageslicht durchgeführt werden. Somit sollten sie in einem Zeitfenster von frühestens einer Stunde nach Sonnenaufgang bis spätestens eine Stunde vor Sonnenuntergang liegen. Sprengungen bei Dunkelheit sollten vermieden werden. Die Einhaltung des genannten Zeitfensters trägt unter anderem dazu bei, dass der Absperrbereich exakt überblickt und kontrolliert werden kann.

4 Grundlagen zur Immissionsprognose

Bei der Durchführung von Strossensprengungen entstehen zwangsläufig Emissionen, da sich die Gesamtenergie der Sprengstoffumsetzung in zwei Hauptenergieanteile aufteilt:

- In einen Wirkanteil, der in sprengtechnisch gewünschter Form zur Ablösung, Zerkleinerung und zum Werfen einer bestimmten Gesteinsmasse benötigt wird.
- In einen nicht unerheblichen Anteil an Verlustenergie. Neben einem kleinen Anteil, der als thermische (Wärmeabstrahlung) und akustische Energie (Luftschall) in der Atmosphäre verlorenght, wird der weitaus größte Anteil der Verlustenergie an das anstehende Gestein als elastische Wellen in Form von spürbaren Erschütterungen (Körperschall) abgegeben.

Die bei Sprengungen entstehenden Emissionen lassen sich sprengtechnisch nicht vermeiden, sondern nur reduzieren, wenn deren Ursprung bekannt ist und geeignete Gegenmaßnahmen getroffen werden.

4.1 Sprengerschütterungen - Allgemeines -

Sprengerschütterungen stellen bei Strossensprengungen die Hauptform der auftretenden Energieverluste dar.

Emissionen

Während im direkten Einwirkungsbereich von Sprenganlagen die Energie wie geplant und erwünscht den Gebirgsverband pulverisiert und bis zur Haarrissbildung zerstört, auflockert und die Vorgaben geworfen werden, können in entfernteren Bereichen Bodenschwingungen auftreten.

Als Schwingung wird eine zeitliche Veränderung von physikalischen Größen bezeichnet, wenn diese Veränderung im betrachteten Zeitraum nicht monoton verläuft. Ein betrachteter Punkt durchläuft dabei immer die gleiche Ruhelage. Demgegenüber entsteht eine Welle durch das räumliche Zusammenwirken zahlreicher schwingender Teilchen, die einzelnen Punkte führen alle gleichartige Schwingungen aus. Sie gehen jedoch nicht alle gleichzeitig, sondern nacheinander durch die Ruhelage.

Durch Sprengarbeiten im anstehenden Boden oder Felsen entstehen somit seismische Wellen, deren Weiterleitung durch den Untergrund die Ursache für Erschütterungen ist. Man unterscheidet dabei zwei Hauptwellenarten: Raum- und Oberflächenwellen.

Beide Wellenarten sind im Wesentlichen durch die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Frequenz (daraus resultiert die Wellenlänge) charakterisiert.

In der Theorie werden für geringe Entfernungen zwischen Erschütterungserreger (Sprengung) und Messort die Raumwellen (Transversal- und Kompressionswellen), und für einen größeren Abstand (> 100 m) die Oberflächenwellen als maßgeblich für die Erschütterungsbetrachtung herangezogen. Letztere sind durch niedrigere Frequenzen, aber höhere Schwingungsamplituden gekennzeichnet.

Die in der Praxis auftretenden Ausbreitungsverhältnisse liegen zumeist zwischen diesen beiden Grenzfällen.

Unveränderliche Faktoren für die Ausbildung von Bodenschwingungen sind z. B.:

- Geologische und tektonische Verhältnisse
- Topographische und morphologische Gegebenheiten
- Entfernung zwischen Sprengstelle und Bebauung sowie ihre räumliche Lage zueinander

Beeinflussbare und veränderbare Faktoren sind z. B.:

- Höchstlademenge an Sprengstoff je Zündzeitstufe und deren zeitliche Beeinflussung untereinander (z. B. Zündzeitabstände)
- Zünd- und Zündungstechnik
- Spezifischer Sprengstoffaufwand
- Verspannungsgrad des zu lösenden Gesteins
- Die gewählte Lösungsform der Bruchwandfußvorgaben, z. B. räumliche und zeitliche Trennung

Immissionen

Bei der Einwirkung von externen Erschütterungsquellen (z. B. Sprengungen) werden die einzelnen Teile des Gebäudes über die Fundamente in unterschiedlicher Weise zu Schwingungen angeregt. Dadurch treten dynamische Spannungen in den Bauteilen auf. Überschreiten diese die Festigkeitsgrenze des Materials, kommt es zur Rissbildung.

Für die Beurteilung dieser Schwingungen sind folgende Faktoren ausschlaggebend:

- Maximale Schwinggeschwindigkeit
- Schwingfrequenzen
- Schwingungsdauer
- Bauliche und statische Beschaffenheit des Einwirkortes

Die Beanspruchungen können je nach der Größe der Erschütterungsmissionen und anderer Gegebenheiten (wie z. B. Gebäudekonstruktion, Bausubstanz) bauliche Schäden hervorrufen.

Zunächst können aber für die Bewohner bei entsprechender Immissionshöhe belästigende Einwirkungen entstehen. Tabelle 2 veranschaulicht Empfindungsstärken des Menschen in Relation zu Schwinggeschwindigkeiten von 0,2 bis 5,0 mm/s.

Empfindungsstärke	Schwinggeschwindigkeit (mm/s)
Spürbar	0,2 - 0,5
Bemerkbar	0,5 - 1,0
Unangenehm	1,0 - 2,0
Störend	2,0 - 3,0
Ggf. beanstandbar	3,0 - 5,0

Tabelle 2: Empfindungsstärken des Menschen auf Erschütterungen (Quelle: Landesamt für Immissionsschutz (LAI), Essen)

4.2 Beurteilungsgrundlage für Sprengerschütterungsmissionen

Erschütterungsmissionen unterliegen generell keiner gesetzlichen Vorgabe mit Grenzwerten. Die Beurteilung erfolgt daher anhand der fachlichen Empfehlungen des Länderausschusses für Immissionschutz (LAI) „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsmissionen“ (letzte Überarbeitung am 06.03.2018) sowie dem gleichlautenden Ministerialblatt der Bundesländer (Runderlass der Bundesländer), die allesamt auf der DIN 4150 aufbauen.

Der Runderlass der Bundesländer wird jedoch von den für den Immissionsschutz zuständigen Behörden in der Praxis verbindlich angewendet (auch im Bundesland Baden-Württemberg).

Die Basis für diese Beurteilungsgrundlagen von Erschütterungsmissionen bildet seit Jahrzehnten die Deutsche Industrie Norm DIN 4150 - Erschütterungen im Bauwesen - in ihrer jeweils gültigen Form, die inhaltlich fast identisch in die zuvor genannten „Richtlinien“ eingeflossen ist.

Diese dreiteilige Norm, bestehend aus

- Teil 1 Vorermittlung von Schwingungsgrößen (Weißdruck Juni 2001)
- Teil 2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (Weißdruck Juni 1999)
- Teil 3 Einwirkungen auf bauliche Anlagen (Weißdruck Dezember 2016)

wird in gewissen Zeitabständen überarbeitet, so dass die neuesten Erkenntnisse in Bezug auf den Immissionsschutz in die Anhaltswerte einfließen. Für die Immissionsbeurteilung sind diese Normen zwingend anzuwenden.

Die messtechnische Erfassung, Aufzeichnung und Auswertung von Sprengerschütterungsmissionen ist nach der DIN 45669 - Messung von Schwingungsmissionen - durchzuführen. Für jedes Schwingungsereignis ist die Schwinggeschwindigkeit durch spezielle Erschütterungsmessgeräte in mm/s und die maßgeblichen Schwingfrequenzen des Ereignisses in Hertz (Hz) zu ermitteln. Weitere Größen wie Schwingwege und Schwingbeschleunigungen lassen sich ebenfalls messtechnisch erfassen oder aus den Messwerten rechnerisch ableiten.

Die Anhalts- bzw. Immissionswerte sind in den Regelwerken nicht als Grenzwerte zu verstehen, sondern bedürfen im Falle von Überschreitungen der weiteren fachlichen Auslegung. Für Immissionsprognosen gelten diese Werte jedoch zunächst als Obergrenze.

4.2.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen (DIN 4150 Teil 3)

Die sogenannte Erschütterungsrichtlinie orientiert sich an der DIN 4150 Teil 3 und übernimmt die Anhaltswerte der DIN als Immissionswerte (IW). Sie gilt den Behörden als Mittel zur Umsetzung von Maßnahmen und Beurteilungen von Erschütterungen, da die DIN nur normativen Charakter hat. Trotzdem bildet die DIN den Stand der Technik ab.

Nachfolgend wird daher von Anhalts- bzw. Immissionswerten gesprochen.

Die Tabelle 3 gibt den maßgeblichen Auszug der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3 wieder. Das in Abbildung 8 dargestellte Diagramm setzt die Werte der Tabelle 1 (der DIN 4150 Teil 3) um.

Die DIN 4150 Teil 3 nennt Anhaltswerte für kurzzeitige Schwinggeschwindigkeiten (wie dies bei Sprengerschütterungen der Fall ist), die aus zahlreichen Messungen und Erfahrungswerten gewonnen wurden.

Bei der Einordnung der Gebäude in die Tabelle 3 wird für die festgelegten Anhalts- bzw. Immissionswerte nicht die jeweilige individuelle Bausubstanz unterschieden. Insofern sind bei den Immissions- bzw. Anhaltswerten deutliche Sicherheiten vorhanden, da die Werte sehr gering für

alle Eventualitäten aufgelegt sind. Der Unterzeichner kann die Anhalts- bzw. Immissionswerte mit den damit vermittelten Aussagen aus der Praxis bestätigen.

Die in der Tabelle 3 aufgeführten Immissions- bzw. Anhaltswerte sollten bei den Sprengarbeiten sowohl für die Fundamentanregung als auch für die Deckenebene des obersten Vollgeschosses eingehalten werden.

Für die Beurteilung des jeweiligen Gesamtbauwerks sind die horizontalen Schwinggeschwindigkeiten in der obersten Deckenebene maßgebend. Es wird der größte Wert der horizontalen Schwingungsantworten zugrunde gelegt. Bei Messungen an dieser Stelle werden in der Regel die maximalen horizontalen Schwingungsantworten des Bauwerks auf die Fundamentanregung ermittelt.

Die frequenzabhängigen Immissions- bzw. Anhaltswerte für Fundamenterschütterungen berücksichtigen im Regelfall auch das Übertragungsverhalten von Fundament auf die oberste Deckenebene.

	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i,max}$ in mm/s für kurzzeitige Einwirkungen				
		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
Zeile/Spalte	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 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 Es ist zu beachten, dass bei der Gebäudeart nach Tabelle 1, Zeile 3 zur Verhinderung leichter Schäden eine Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden kann.						

Tabelle 3: Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i,max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude

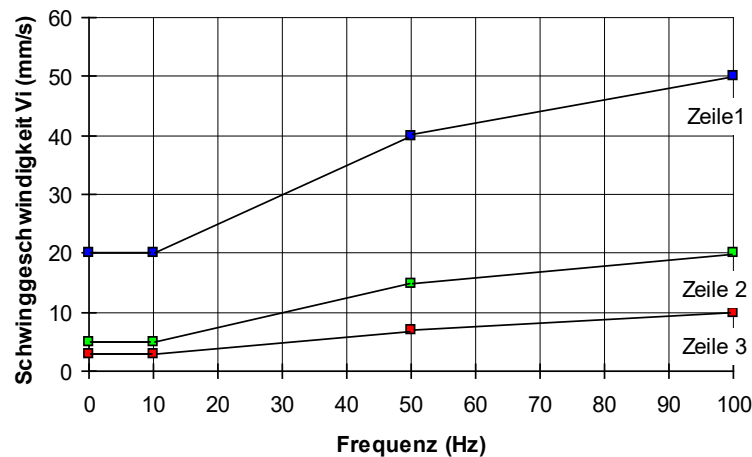


Abbildung 8: Diagramm zur Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3 (nach Bild 1 – Graphische Darstellung der Fundament-Anhaltswerte von Tabelle 1, S. 9)

Folgende Aussagen bilden in der DIN den Stand der Technik ab, der aus der langjährigen Erfahrung des Unterzeichners bestätigt werden kann:

- Werden die 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. Bei Überschreitungen sind gegebenenfalls weitergehende Untersuchungen erforderlich, beispielsweise die Spannungs-ermittlung und -beurteilung nach den in 4.3 und 4.4 (der DIN) erläuterten Verfahren.
- Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne der DIN 4150 Teil 3 ist z. B.
 - Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und
 - Verminderung der Tragfähigkeit von Decken und anderen Bauteilen.
- Bei Gebäuden nach Tabelle 3 (vgl. Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3), 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.

- Treten bei kurzzeitigen Erschütterungen Deckenschwingungen auf, so ist bei $V_z \leq 20$ mm/s in vertikaler Messrichtung am Ort der größten Schwinggeschwindigkeit – dies ist im Allgemeinen die Deckenmitte – eine Verminderung des Gebrauchswertes nicht zu erwarten. Alternativ zu einer direkten Messung dürfen die vertikalen Schwin- gungen am Fundament zur Beurteilung herangezogen werden.
- Die stärksten Vertikalschwingungen treten nicht zwangsläufig in der obersten Decken- ebene auf.

Für Rohrleitungen diverser Materialien und Verbindungstechniken gelten im Wesentlichen die Anhaltswerte der nachfolgenden Tabelle 4 (Tabelle 3 der DIN 4150 Teil 3), die es bei vorhandenen Versorgungsleitungen zu berücksichtigen gilt.

Tabelle 3 - Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i, \max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterung auf erdverlegte Rohrleitungen Hohlräumen		
Zeile	Leitungsbaustoffe	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i, \max}$ in mm/s auf der Rohrleitung
1	Stahl, geschweißt	100
2	Steinzeug, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Metall mit oder ohne Flansche	80
3	Mauerwerk, Kunststoff	50

Anmerkung: Drainagerohre sind nach Tabelle 3, Zeile 3 zu beurteilen.

Tabelle 4: Tabelle 3 der DIN 4150 Teil 3: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i, \max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf erdverlegte Rohrleitungen

4.2.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 Teil 2)

Die Erschütterungsrichtlinie lehnt sich auch hier bezüglich der Immissionswerte sehr stark an die DIN 4150 Teil 2 an. Unter Punkt 3 verweist sie ausdrücklich darauf, dass die Tabelle 2 der Erschütterungsrichtlinie Immissionswerte für Situationen angibt, in denen Erschütterungsquellen über mehrere Monate und Jahre auf Immissionsorte einwirken. Für vereinzelt auftretende (kurzzeitige) Erschütterungen gelten Besonderheiten. Damit ist die nachfolgend aufgeführte Tabelle 5 nur eingeschränkt anzuwenden, sofern nicht die Sonderregelungen für kurzzeitige Erschütterungen greifen.

Nachfolgend ist die Tabelle aus der Erschütterungsrichtlinie dargestellt.

Zeile	Einwirkungsort	tags			Nachts		
		A_{II}	A_R	A_0	A_{II}	A_R	A_0
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete §9 BauNVO)	0,4	0,2	6	0,3	0,15	0,6
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete §8 BauNVO)	0,3	0,15	6	0,2	0,1	0,4
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete §7 BauNVO, Mischgebiete §6 BauNVO, Dorfgebiete §5 BauNVO)	0,2	0,1	5	0,15	0,07	0,3
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet §3 BauNVO, allgemeines Wohngebiet §4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete §2 BauNVO)	0,15	0,07	3	0,1	0,05	0,2
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	0,05	3	0,1	0,05	0,15

Tabelle 5: Anhalts- bzw. Immissionswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in vergleichbar genutzten Räumen (Quelle: DIN 4150 Teil 2, Seite 4)

Sonderregelung für kurzzeitige Erschütterungen

Unter Punkt 6.5 „quellenspezifische Regelungen“ geht die DIN 4150 Teil 2 in Ihren Unterpunkt 6.5.1 auf selten auftretende, kurzzeitige Erschütterungen ein. Diese Ausführungen werden in der Erschütterungsrichtlinie und der LAI-Richtlinie übernommen.

Danach sind als selten und kurzzeitig einwirkende Erschütterungen solche Ereignisse einzuordnen, die eine Einwirkungsdauer von wenigen Sekunden pro Ereignis (bis zu drei Ereignissen je Tag) haben. Hierunter fallen eindeutig Sprengerschütterungen.

Nach den Ausführungen dieser Sonderregelung gelten die Anforderungen der DIN als eingehalten, wenn die maximale Schwingstärke KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (oberen) Anhaltswert A_0 (bzw. IW_0) nach Tabelle 5 ist. Diese Regelung kann in Anlehnung an die DIN 4150 Teil 2 Anwendung finden, sofern nur maximal 3 Ereignisse pro Tag stattfinden, wobei mehrere Sprengungen unmittelbar aufeinander folgend als ein Ereignis gelten, sofern nicht mehr als 15 Sprengungen in einer Woche erfolgen.

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 den Gebieten nach der

oben aufgeführten Tabelle 5, Zeilen 3 und 4, auch die A_0 -Werte bzw. (IW_0 -Werte) nach Zeile 1 (A_0 - bzw. $IW_0 = 6$), wenn nur ein Ereignis pro Tag stattfindet.

Bis zu 10-mal pro Jahr dürfen die IW_0 -Werte bis zu 8 (je Immissionsort) betragen (Punkt 4.2 der Erschütterungsrichtlinie).

Die Vorwarnung erfolgt in der Regel durch akustische Signalgebung (z. B. Sprengsignale, oder Aushang bzw. telefonische Vorwarnung) oder außerhalb des Absperrbereichs durch andere Maßnahmen.

Die Auftraggeberin stellt sicher, dass die Voraussetzung zur Inanspruchnahme dieser Sonderregelung bei den Sprengungen immer erfüllt sind. Daher kommen auch zukünftig der Anhalts- bzw. Immissionswert von A_0 - bzw. $IW_0 = 6$ im Regelfall zur Anwendung.

4.3 Vorermittlung von Schwingungsgrößen (DIN 4150 Teil 1)

Grundlage für die Vorermittlung von Schwingungsgrößen sind die in der DIN 4150 Teil 1 - Vorermittlung von Schwingungsgrößen - ausgeführten Prognoseformeln. Für die Immissionsprognose werden zwei unterschiedliche Grundgleichungen benutzt, die den Einfluss der Lademenge je Zündzeitstufe und die Immissionshöhe zur Entfernung zwischen Emissionsort (Sprenganlage) und Immissionsort (Bauwerk) in Beziehung setzen und die mit den Ausführungen aus der DIN 4150 Teil 1 korrespondieren. Sie beinhalten seit vielen Jahren den Stand der Technik.

Koch'sche Gleichung

Diese wurde von Professor Koch beim Bau der Biggetalsperre – damals wurden später überflutete Häuser als Versuchsobjekte benutzt – aus praktischen Messreihen entwickelt und stellt heute immer noch den Stand der Technik dar:

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

Darin bedeuten:

- V_i = maximale Schwinggeschwindigkeit (mm/s)
- L = Höchstlademenge/Zündzeitstufe (kg)
- R = kürzeste Entfernung Sprengstelle - Immissionsort (m)
- K = Gebirgsbeiwert

Die Koch'sche Gleichung bietet für den Nahbereich (< 100 m zum Emissionsort) eine gute Prognosesicherheit. Der Gebirgsbeiwert K wird (sofern keine Messwerte in dem anstehenden Gebirge vorliegen) üblicherweise mit 100 angenommen.

Formeln nach BGR

1986 wurde das Resultat eines Forschungsauftrages in den Nobelheften veröffentlicht, der federführend von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) bearbeitet wurde und im Wesentlichen die Vorermittlung von Sprengerschütterungsemissionen zum Thema hatte.

Die Autoren Dr. Lüdeling und Dr. Hinzen veröffentlichten zwei Formeln sowohl für Sediment- als auch kristalline Gesteine:

$$\text{Kristallines Gestein: } V_i = K \cdot L^{0,8} \cdot R^{-1,3}$$

$$\text{Sedimente: } V_i = K \cdot L^{0,6} \cdot R^{-1,5}$$

V_i , L und R haben die gleiche Bedeutung wie in der Koch'schen Gleichung.

Die BGR-Formel hat sich besonders für den Fernbereich (> 100 m zum Emissionsort) als gute Möglichkeit zur Vorabschätzung bewährt.

Sofern keine Erfahrungs- bzw. Messwerte vorliegen, wird der Gebirgsbeiwert K im kristallinen Gestein mit dem Wert 206 und im Sedimentgestein mit dem Wert 969 angenommen.

Mit Hilfe von Erschütterungsmessungen im anstehenden und zu beurteilenden Festgestein kann der Gebirgsbeiwert K in Abhängigkeit von L und R für jede Situation individuell errechnet werden.

5 Immissionsprognose

Die Vorgehensweise bei der Immissionsprognose bezüglich der Sprengerschütterungs-immissionen gliedert sich in mehrere Schritte.

Zunächst werden mit Hilfe des festgelegten Gebirgsbeiwertes Lademengen-Abstandstabellen berechnet. Den jeweiligen Abstand zu den einzelnen Immissionsorten zugrundelegend wird hiermit die maximal mögliche Lademenge je Zündzeitstufe ermittelt, bei deren Einsatz die jeweils gültigen Anhalts- und Immissionswerte sicher eingehalten werden. Dabei werden die geringstmöglichen Entfernungen zwischen den Immissionsobjekten und der Abbaugrenze berücksichtigt. In der Praxis sind alle Entfernungen damit größer.

Anschließend wird überprüft, ob in der Praxis diese maximale Lademenge pro Zündzeitstufe durch die geplante Bohr- und Sprengtechnik zu realisieren ist bzw. welche Sicherheiten sich für die Praxis ergeben.

Die Durchführung der Immissionsprognose für die Sprengarbeiten bedingt die Umrechnung des einzuhaltenden Anhalts- bzw. Immissionswertes – hier $IW_0 = A_0 = 6$ – auf Schwinggeschwindigkeitswerte zunächst für das Obergeschoss und anschließend für das Gebäudefundament. Diese Umrechnung ist erforderlich, da die Prognoseformeln für Sprengungen als Bezugsgröße die Schwinggeschwindigkeiten am Gebäudefundament verwenden.

Hierzu gelten für den allgemeinen Rechengang die Gleichungen 6 und 7 der DIN 4150 Teil 2:

Gleichung 6 der DIN

$$KB = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{V_{\max}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2}}$$

Gleichung 7 der DIN

$$A_0 = KB^*_{F_{\max}} = KB \cdot C_F$$

Darin bedeuten:

- $V_{\max}$ = höchste Schwinggeschwindigkeit auf der Deckenebene (mm/s)
- f_0 = Bezugsfrequenz 5,6 Hz
- f = Schwingfrequenz (geschätzt mit ca. 10 Hz)
- C_F = Konstante
- A_0 = Immissionswert (IW)

Das Berechnungsverfahren kann für alle Arten der Erschütterungen zur Umrechnung in Schwinggeschwindigkeiten verwendet werden.

Der C_F -Wert kann der Tabelle 2 der DIN 4150 Teil 2 Zeile 4 entnommen werden und gilt für Einzelereignisse kurzer Dauer bei denen im Regelfall keine Resonanzen zu erwarten sind.

Erfahrungsgemäß sind bei Sprengarbeiten (kurzzeitigen Erschütterungen) keine Resonanzen in den Geschossdecken feststellbar (vgl. Punkt 5.5.5. der DIN 4150 Teil 1). Somit kann hier der C_F -Wert von 0,6 angewendet werden.

Die Darstellung der Berechnungen unter Verwendung eines C_F -Wertes von 0,8 erfolgt in den Tabellen 6 und 7 nur zum Vergleich und hat dementsprechend nur informativen Charakter.

Bestimmung des Überhöhungswertes

Um bei mehrgeschossigen Gebäuden aus der Schwinggeschwindigkeit auf der Deckenebene die Schwinggeschwindigkeit am Gebäudefundament ableiten zu können, ist die Berücksichtigung des Überhöhungswertes $\ddot{U}$ erforderlich. Dieses wird hier durchgeführt, da gegebenenfalls

Erschütterungsbeschwerden aus Fischingen respektive, im weiteren Verlauf des Abbaus im nördlichen Bereich der Erweiterungsfläche, aus der Ortsrandlage Betra auftreten können.

Der Überhöhungswert findet standardmäßig Verwendung, um dynamische Belastungen an schützenswerten Gebäuden mit mehreren Stockwerken zu bewerten. Der Überhöhungswert $\ddot{U}$ beschreibt die erhöhte Anregung im Bereich der Deckenebenen in Bezug zur Fundamentanregung. Er ist der Quotient der maximalen Schwinggeschwindigkeit $V_{i, \max}$ jeweils in der obersten Deckenebene und am Gebäudefundament.

Der Wert dieses Überhöhungswertes ist von vielen Faktoren abhängig, z. B. von

- der Art der Anregung (z. B. kurzzeitige Erschütterung)
- der Bausubstanz
- des Gebäudetyps (z. B. Wohnhaus oder Industriegebäude)
- den Deckenspannweiten
- der Bauart und des Materials der Geschossdecken
- der Anzahl der Stockwerke sowie
- den in das Bauwerk eingeleiteten Frequenzen.

Je höher die Frequenz der Anregung ist, desto geringer ist erfahrungsgemäß der Überhöhungswert. Für Wohngebäude „normaler Bauart“ liegt dieser Überhöhungswert im Bereich von $\ddot{U} = 2$ bis $\ddot{U} = 4$, abhängig von der Erregungsart sowie der Entfernung und den Frequenzen. Für gewerblich genutzte und dementsprechend massiver gebaute Gebäude bzw. für Industriegebäude liegt der Überhöhungswert niedriger.

Da dem Unterzeichner für den Steinbruch „Am Bolzgraben“ der Fa. Gfrörer keine auf Messdaten basierende Überhöhungswerte zur Verfügung stehen, wird in der vorliegenden Immissionsprognose der Überhöhungswert mit $\ddot{U} = 4$ angesetzt. Dieser Wert beruht auf allgemeinen Mess- und Beurteilungserfahrungen aus einer Vielzahl von Messungen in vergleichbaren Situationen.

Erfahrungsgemäß beinhaltet der hier angesetzte Überhöhungswert ausreichend hohe Sicherheiten für die Prognose der Sprengerschütterungsimmisionen.

Anmerkung

Es gilt zu beachten, dass eventuell in den Gebäuden verbaute Holzdecken aufgrund ihrer Materialeigenschaften prinzipiell größere Erschütterungen schadlos aufnehmen können als Betondecken. Es besteht somit bei kurzzeitigen Erschütterungen erfahrungsgemäß keine Erfordernis den Überhöhungswert zu erhöhen.

Für die Immissionsprognose zur Beurteilung der kurzzeitigen Erschütterungsereignisse werden folgende Ansätze verwendet (vgl. Tabellen 6 und 7):

Eine typische Eigenfrequenzen für Betondecken von ca. 30 Hz zugrundelegend, lässt sich für den zulässigen Anhalts- bzw. Immissionswert von $A_0 = IW_0 = 6$ (bei Anwendung der Sonderregel für kurzzeitige Ereignisse, von der hier ausnahmslos ausgegangen wird) eine maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit von $V_{i, \max} = 14,39 \text{ mm/s}$ als Äquivalentwert ableiten.

Wie Tabelle 6 nunmehr zu entnehmen ist, kann mit einer maximalen Schwinggeschwindigkeit von $V_{i, \max} = 3,60 \text{ mm/s}$ am Gebäudefundament der Anhalts- bzw. Immissionswert von $A_0 = IW_0 = 6$ auch in der Geschossdecke (Mitte) eingehalten werden.

Des Weiteren werden auch die Anhalts- bzw. Immissionswerte für die Geschossdecken nach DIN 4150 Teil 3 von $V_{i, \max} = 15,00 \text{ mm/s}$ (horizontale Achsen, am aufsteigenden Mauerwerk sowie von $V_{i, \max} = 20,00 \text{ mm/s}$ in der Deckenmitte (z. B. vertikale Achse) eingehalten.

Den Ausführungen der Regelwerke (zum Beispiel DIN 4150 Teil 2, LAI-Erschütterungsrichtlinie) ist darüber hinaus auch bis zu 10-mal pro Jahr (je Immissionsort) ein Anhalts- bzw. Immissionswert von bis zu $A_0 = IW_0 = 8$ (für jedes schutzwürdige Objekt einzeln) erlaubt.

Aus diesem Wert lässt sich für das Gebäudefundament, wie in Tabelle 7 dokumentiert, sogar eine maximale Schwinggeschwindigkeit von ca. $V_{i, \max} = 4,80 \text{ mm/s}$ ableiten.

Beurteilung Gewinnsprengung (Steinbruch)		
	CF-Wert = 0,6 IWo = 6 Deckenmitte OG	CF-Wert = 0,8 IWo = 6 Deckenmitte OG
Frequenz Hz	v _{max} zulässig mm/s	v _{max} zulässig mm/s
10	16,21	12,16
15	15,10	11,32
20	14,69	11,01
25	14,49	10,87
30	14,39	10,79
35	14,32	10,74
40	14,28	10,71
45	14,25	10,69
50	14,23	10,67
4	3,60	2,70

Tabelle 6: Umrechnung des Anhalts- bzw. Immissionswertes in eine Schwinggeschwindigkeit am Gebäudefundament, hier für $A_0 = I W_0 = 6$

Beurteilung Gewinnssprengung (Steinbruch)		
	CF-Wert = 0,6 IWo = 8 Deckenmitte OG	CF-Wert = 0,8 IWo = 8 Deckenmitte OG
Frequenz	$v_{\max}$ zulässig	$v_{\max}$ zulässig
Hz	mm/s	mm/s
10	21,61	16,21
15	20,13	15,10
20	19,58	14,69
25	19,32	14,49
30	19,18	14,39
35	19,10	14,32
40	19,04	14,28
45	19,00	14,25
50	18,97	14,23
4	4,80	3,60

Tabelle 7: Umrechnung des Anhalts- bzw. Immissionswertes in eine Schwinggeschwindigkeit am Gebäudefundament, hier für $A_0 = I W_0 = 8$

Die tatsächlichen Messwerte fallen im Regelfall – durch vielzählige praktische Messungen belegbar – geringer aus als die hier berechneten Prognoseansätze. Denn der ermittelte KB_{Fmax} -Wert im Obergeschoss wird durch Filterung und Berücksichtigung der Taktmaximalwerte direkt im Messgerät bestimmt und dann als Anhalts- (A_o) bzw. Immissionswert (IW_o) ausgegeben.

5.1 Ermittlung der spezifischen Gebirgsbeiwerte

Mit dem Gebirgsbeiwert K wird die Übertragung der Erschütterungswellen im Untergrund beschrieben. Somit sind die geologischen Bedingungen vor Ort maßgebend für diesen Wert.

In der bisher genehmigten Abbaufläche als auch in den geplanten Erweiterungsflächen ist die gleiche Lagerstätte anstehend. Somit sind gleiche geologische Verhältnisse vorhanden.

Aufgrund der von der Fa. Gfrörer in Fischingen betriebenen Messstelle können die Gebirgsbeiwerte anhand von Messdaten bestimmt werden. Zur Berechnung werden die Messdaten aus dem Betrachtungszeitraum 27.01.2020 bis 31.12.2021 von insgesamt 233 durchgeführten Sprengungen im Steinbruch „Am Bolzgraben“ samt den tatsächlichen Entfernungen zwischen Messort und Sprengstelle und den zu den jeweiligen Sprengungen gehörenden Angaben zur maximalen Lademenge je Zündzeitstufe herangezogen.

Die gesamten Daten wurden vom Unterzeichner auf Plausibilität geprüft. Die Sprengungen verteilten sich auf alle vier Gewinnungssohlen in der bisher genehmigten Abbaufäche. Die im Betrachtungszeitraum maximal eingesetzte Lademenge pro Zündzeitstufe beträgt in 2020 $L_{\max} = 195 \text{ kg}$ und in 2021 $L_{\max} = 195 \text{ kg}$. Wobei der letztere Wert nur einmal erreicht wurde.

Die Ergebnisse der Erschütterungsmessungen inklusive der sprengtechnischen Daten und der jeweiligen Entfernungen wurden umfangreich in einem DIN-gerechten Messbericht dokumentiert (vergl. Anlage 3).

Die Erschütterungsmessungen wurden allesamt am Gebäudefundament des Immissionsobjektes IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen durchgeführt. Der Messort kann als repräsentativ für die übrige Wohnbebauung in Fischingen angesehen werden. Er wurde vom Unterzeichner ausgewählt und am 27.01.2020 instrumentiert.

Bei Bedarf können die Sprengprotokolle und Messdaten jederzeit von der Genehmigungsbehörde eingesehen werden.

Anmerkung

In Genehmigungsverfahren ist es üblich immer dann, wenn keine Messdaten zur Immissionsprognose vorliegen (z. B. bei Neuaufschlüssen), die Standardwerte herangezogen werden. Für die Immissionsprognose müssen dann geeignete Sicherheitsparameter für den Worst-Case-Fall berücksichtigt werden. In dem vorliegenden Gutachten erhöht die Verwendung von Messdaten, die über einen Zeitraum von fast zwei Jahren gesammelt wurden, die Genauigkeit der Prognose erheblich.

Die Immissionsprognose wird mit dem Medianwert (lagetypischer Mittelwert) des ermittelten Gebirgsbeiwertes durchgeführt. Hier liegen 50 % der Werte oberhalb und 50 % unterhalb des Medians. Dementsprechend ist der Median gewichtet. Erfahrungen haben gezeigt, dass mit dem Median sehr gut das tatsächliche Immissionsniveau abgebildet wird. Sicherheiten ergeben sich dadurch, dass sich die Angabe der minimalen Entfernungen immer auf die minimale Entfernung zur Abbaugrenze beziehen. Fast alle Entfernungen sind in der Praxis deutlich größer.

Die aus den Messdaten des vorbezeichneten Betrachtungszeitraums abgeleiteten Medianwerte betragen für den Gebirgsbeiwert

- nach der Formel von Prof. Koch $K_{\text{Median}} = 21$
- nach der Formel BGR-Sediment $K_{\text{Median}} = 336$.

Diese Werte entsprechen den Erfahrungswerten vergleichbarer Lagerstättenbedingungen. Sie sind deutlich geringer als die entsprechenden Standardwerte.

Aus der Tabelle 8 gehen die Auswertungen aus dem Messbericht hervor. In den fast zwei Jahren der Immissionsüberwachung sind von insgesamt 205 ausgewerteten Sprengungen nur zwei Sprengungen über dem Standardwert nach BGR gewesen ($K > \text{Standard}$).

		Berechnete Geb.-Beiwerte	
		Koch	BGR-Sedim.
2020	n	104	104
	Max	81	1464
	Median	22	356
	K > Standard	0	2
2021	n	101	101
	Max	52	899
	Median	20	321
	K > Standard	0	0
Gesamt	n	205	205
	Max	81	1464
	Median	21	336
	K > Standard	0	2

Tabelle 8: Auswertung der Gebirgsbeiwerte in den Jahren 2020 und 2021 sowie in der Gesamtauswertung.

Um für den Worst-Case-Fall auch entsprechende Sicherheiten zu berücksichtigen, wird hier zur deutlichen Erhöhung der Sicherheit nicht der Medianwert, sondern zur Durchführung der Immissionsprognose die Standardwerte verwendet. Diese beinhalten somit eine weitere Sicherheit um den Faktor 3!

Somit finden folgende Gebirgsbeiwerte bei der Immissionsprognose Verwendung:

Prof. Koch	K = 100	Nahbereich
BGR Kristallin	K = 969	Fernbereich

Da die minimalen Abstände zwischen der geplanten Erweiterungsfläche und den schutzwürdigen Immissionsobjekten zur Gänze mehr als 100 m betragen, ist die BGR-Formel für die Immissionsprognose des vorliegenden Gutachtens maßgeblich. Informationshalber enthalten die im Anhang des vorliegenden Gutachtens aufgeführten Lademengen- und Schwinggeschwindigkeits-Abstandstabellen auch Prognoseberechnungen basierend auf der Formel nach Prof. Koch.

Sicherheiten der Immissionsprognose

Der Immissionsprognose werden die minimalen Abstände zwischen der geplanten Erweiterungsfläche und den einzelnen Immissionsorten zugrunde gelegt. Der überwiegende Teil der Sprengungen wird größere Entfernungen ausweisen. Daher sind geringere Immissionswerte zu erwarten.

Darüber hinaus stellt die Verwendung der Standardwerte, die signifikant höher liegen als die aus den Messdaten ermittelten Gebirgsbeiwerte, einen großen zusätzlichen Sicherheitsfaktor dar.

Zusätzlich gilt es zu berücksichtigen, dass 10-mal im Jahr (vgl. DIN 4150 Teil 2) Anhalts- bzw. Immissionswerte je Immissionsort bis $A_0 = I_{W_0} = 8$ zulässig sind, statt des standardmäßigen Wertes $A_0 = I_{W_0} = 6$. Somit besteht eine Art „Sicherheitspuffer“ für den Fall, dass bei Erschütterungsmessungen vereinzelt übermäßige Spitzenwerte erzielt wären. Um die Anhalts- bzw. Immissionswerte der DIN 4150 Teil 2 einhalten zu können, könnte für diesen Fall die Immissionsprognose statt mit einer Schwinggeschwindigkeit von $V_{i, \max} = 3,60 \text{ mm/s}$ mit einer Schwinggeschwindigkeit von $V_{i, \max} = 4,80 \text{ mm/s}$ durchgeführt werden.

Ausschlaggebend für die Sprengarbeiten in der späteren Praxis sind die tatsächlich ermittelten Messwerte bzw. die tatsächlich ermittelten Anhalts- bzw. Immissionswerte.

Insofern sind die in der Immissionsprognose ermittelten Werte in Zusammenhang mit dem Schutzkonzept (Erschütterungen) zu sehen. Im Worst-Case-Fall (Gebirgsbeiwerte wären deutlich höher als die hier verwendeten) wären aufgrund der Messergebnisse Anpassungen bezüglich der entfernungsabhängigen maximalen Lademenge je Zündzeitstufe erforderlich.

Es ist jedoch aufgrund der aufgeführten Sicherheiten von einer Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte an allen Immissionsorten auszugehen, sofern die im weiteren Verlauf empfohlenen Lademengen je Zündzeitstufe eingehalten werden.

Anmerkung

Es gilt in der Praxis eine Messtoleranz zu berücksichtigen: „Wird der Vergleich von Messergebnissen mit Immissionswerten durchgeführt, um bei festgestellten schädlichen Umwelteinwirkungen bestimmte Maßnahmen anzuordnen, muss sichergestellt sein, dass Überschreitungen der Immissionswerte nicht auf messtechnischen Unsicherheiten beruhen. Bei der messtechnischen Ermittlung von Schwinggeschwindigkeiten oder KB-Werten treten erfahrungsgemäß Unsicherheiten von bis zu $\pm 15 \%$ auf. Sollen Anordnungen auf die Messerergebnisse gestützt werden, ist in der Regel vom durch Messung ermittelten Wert ein Abzug von 15% vorzunehmen. Werden Messgeräte der Klasse II nach DIN 45669 Teil 1 eingesetzt oder wird das Näherungsverfahren nach DIN 4150 Teil 2 angewendet, können größere Unsicherheiten auftreten.“ (Erschütterungsrichtlinie 4. Hinweise zur Beurteilung)

Auch laut DIN 45669 Teil 2 können – durch die Erfüllung der in der DIN 45669 Teil 1 festgelegten Einzelanforderungen an Schwingungsmesser – die gerätetechnisch bedingten Messwertabweichungen klein gehalten werden. Aufgrund der in der DIN 45669 Teil 1 erlaubten Einzelabweichung ist zu erwarten, dass die Messwertabweichung einzelner Anzeigegrößen

unabhängig von der Signalart folgende Vertrauensgrenze mit hohem statistischem Vertrauensniveau einhält:

Für die verwendeten Messgeräte gilt 20 % bei Spitzenwerten.

Insofern können die Messwerte in einem Wertekorridor von zumindest +/- 15 % um die dargestellten Spitzenwerte liegen.

5.2 Immissionsprognose (Erschütterungen)

Den Lademengen-Abstandstabellen sind generell die maximalen Lademengen pro Zündzeitstufe zu entnehmen, mit denen bei minimalen Entfernungen zwischen Sprengstelle und den schutzwürdigen Objekten die Anhaltswerte (A_0) der DIN 4150 respektive die Immissionswerte (IW_0) der Erschütterungsrichtlinie sicher eingehalten werden können.

Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass eine Einteilung der einzelnen Immissionsobjekte hinsichtlich ihrer Art und Nutzung zu erfolgen hat.

So werden die Immissionsobjekte IO 08, IO 16, IO 23, IO 26, IO 27, IO 28 und IO 29 aufgrund der hier jeweils vorliegenden Struktur und/oder Nutzung als gewerblich genutzte Bauten beziehungsweise ähnlich strukturierte Bauten (vgl. DIN 4150 Teil 3, Tabelle 1, Zeile 1) eingeordnet.

Die IO 01, IO 02, IO 09, IO 10, IO 17, IO 18, IO 19 und IO 24 werden der jeweiligen Gebäudeart beziehungsweise Nutzung entsprechend als Wohngebäude eingeordnet (vgl. DIN 4150 Teil 3, Tabelle 1, Zeile 2). Hierbei ist das IO 19 – Sportheim in Betra sicherlich formal aufgrund seiner Nutzung nicht als Wohngebäude einzustufen, baulich gesehen ist es jedoch mit einem Wohngebäude vergleichbar. Bei diesen acht Immissionsobjekten ist darüber hinaus auch Teil 2 der DIN 4150 anzuwenden.

Um die historische Bedeutung des IO 12 - Burgruine Wehrstein hinreichend zu berücksichtigen und entsprechende Sicherheiten zu generieren, wird dieses der Zeile 2 der Tab. 3 (vergl. Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3) zugeordnet. Grund hierfür ist die immer noch massive Baustruktur der Burgruine.

Bezüglich der IO 11 - Trinkwasserleitung (West) und IO 13 - Trinkwasserleitung (Ost) ist unter Berücksichtigung des hier vorliegenden Leitungsbaustoffes Schleuderbeton Zeile 2 der Tab. 4 (vergleiche Tabelle 3 der DIN 4150 Teil 3) maßgeblich.

Aus den vorangeführten Betrachtungen werden somit folgende Werte als Grundlage für die Immissionsbetrachtung abgeleitet:

Gewerblich genutzte Bauten	20,00 mm/s	(Frequenzen < 10 Hz)
Wohngebäude	3,60 mm/s	(Frequenzen < 10 Hz)
Erdverlegte Rohrleitung	80,00 mm/s	(frequenzunabhängig)

Diese Werte implizieren für alle Immissionsobjekte die Einhaltung der maßgeblichen Anhalts- bzw. Immissionswerten des Teil 3 der DIN 4150 sowie, dort wo dieser anzuwenden ist, des Teil 2 der vorbezeichneten Norm.

Die den geplanten Erweiterungsflächen nächstgelegenen Immissionsobjekte sind der Tabelle 9 zu entnehmen. Hier sind, neben der jeweiligen Nummerierung und Bezeichnung, die minimalen Abstände zu den Abbaugrenzen der Erweiterungsflächen, der Einteilung gemäß DIN 4150 Teil 3 und den hieraus resultierenden Anhalts- bzw. Immissionswerten sowie den in der Immissionsprognose tatsächlich berücksichtigten Anhalts- bzw. Immissionswerten, die auf Grundlage der Lademengen-Abstandstabellen errechneten, jeweiligen möglichen maximalen Lademengen pro Zündzeitstufe aufgeführt.

Immissions- objekt Nr.	Immissionsobjekt Bezeichnung	minimaler Abstand	Einordnung in die DIN 4150-3	Anhaltswert Fundament nach DIN 4150-3 Real (< 10 Hz bei Einordnung in Tabelle 1)	Anhaltswert Fundament für Immissions- prognose	mögliche Lademenge pro Zündzeitstufe
		(m)	(Tabelle / Zeile)	(mm/s)	(mm/s)	(kg/ZS)
IO 01	Aussiedlerhof Wehrsteiner Hof 1	ca. 499 m	1 / 2	5,00 mm/s	3,60 mm/s	473,6 kg/ZS
IO 02	Whs Am Bolzgraben 1, Fischingen	ca. 368 m	1 / 2	5,00 mm/s	3,60 mm/s	219,1 kg/ZS
IO 08	Sammelkläranlage Fischingen, Langewiesen 24, Fischingen	ca. 348 m	1 / 1	20,00 mm/s	20,00 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 09	Whs Neckartalstraße 56, Fischingen Ortsrandlage	ca. 287 m	1 / 2	5,00 mm/s	3,60 mm/s	116,9 kg/ZS
IO 10	Whs Betraer Steige 6, Fischingen-Ortsrandlage	ca. 375 m	1 / 2	5,00 mm/s	3,60 mm/s	234,7 kg/ZS
IO 11	Trinkwasserleitung (West)	ca. 171 m	3 / 3	80,00 mm/s	80,00 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 12	Burgruine Wehrstein	ca. 403 m	1 / 2	5,00 mm/s	5,00 mm/s	493,0 kg/ZS
IO 13	Trinkwasserleitung (Ost)	ca. 639 m	3 / 3	80,00 mm/s	80,00 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 16	Freileitungsmast	ca. 854 m	1 / 1	20,00 mm/s	20,00 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 17	Aussiedlerhof Höhenhof, Hinter der Scheuer, Betra	ca. 425 m	1 / 2	5,00 mm/s	3,60 mm/s	322,2 kg/ZS
IO 18	Whs Hinter der Scheuer, Betra	ca. 592 m	1 / 2	5,00 mm/s	3,60 mm/s	753,5 kg/ZS
IO 19	Sportheim, Betra	ca. 625 m	1 / 2	5,00 mm/s	3,60 mm/s	853,0 kg/ZS
IO 23	Gewerbe Haigerlocher Str. 44, Betra	ca. 970 m	1 / 1	20,00 mm/s	20,00 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 24	Whs Am Südhang 3, Betra	ca. 1.083 m	1 / 2	5,00 mm/s	3,60 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 26	Turmstation	ca. 331 m	1 / 1	20,00 mm/s	20,00 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 27	Wasserwerk	ca. 291 m	1 / 1	20,00 mm/s	20,00 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 28	Gewerbe Langewiesen 10	ca. 332 m	1 / 1	20,00 mm/s	20,00 mm/s	unrealistisch hoch*
IO 29	Bahntrasse Obere Neckarbahn	ca. 471 m	1 / 1	20,00 mm/s	20,00 mm/s	unrealistisch hoch*

* Maximal mögliche Lademenge je Zündzeitstufe $> 1.000,00$ kgMaximal mögliche Lademenge pro Zündzeitstufe von $L_{\max} = 116,9$ kg/ZS

Tabelle 9: Nächstgelegene Immissionsorte mit Einteilung in DIN 4150 Teil 3, berücksichtigten Anhaltswerten und möglichen Lademengen pro Zündzeitstufe

Im Einzelnen sind

- dem Anhang 1 die Berechnungen bezüglich der als gewerblich genutzten und ähnlich strukturierte Bauten) eingestuft Gebäude (IO 08, IO 16, IO 23, IO 26, IO 27, IO 28 und IO 29),
- dem Anhang 2 die Berechnungen bezüglich der als Wohngebäude eingestuft Gebäude (IO 01, IO 02, IO 09, IO 10, IO 12, IO 17, IO 18, IO 19 und IO 24) und
- dem Anhang 3 die Berechnungen bezüglich erdverlegter Rohrleitungen (IO 11 und IO 13)

zu entnehmen.

Für das IO 12 (Burguine Wehrstein) wurde keine separate Lademengen – Abstandstabelle im Anhang aufgeführt.

Dem Anhang 4 ist eine beispielhafte Lademengenberechnung für die maximal zum Einsatz kommenden Bruchwandhöhen von ca. 20 m zu entnehmen. Die Berechnungen zeigen auf, dass - mit einer vergleichbaren Sprengtechnik wie derzeit in der genehmigten Abbaufäche eingesetzt - die maximale Lademenge je Zündzeitstufe ca. $L_{\max} = 77 - 80$ kg (je nach Wasser-Verhältnissen im Bohrloch) betragen wird. Auch wenn der Bohrlochdurchmesser zukünftig z. B. auf 102 mm vergrößert werden sollte, so wird die maximal zulässige Lademenge je Zündzeitstufe von ca. $L_{\max} = 117$ kg unterschritten werden, sofern nur eine Bohrlochladung je Zündzeitstufe gezündet wird. Dieses wird auf prinzipiell aus immissionsschutzgründen für alle betriebsüblichen Sprengungen an den 20 m Bruchwänden empfohlen.

Anhang 5 ist eine Schwinggeschwindigkeits-Abstandstabelle zu entnehmen für die Anwendung der Standard-Sprengtechnik bei ca. 20 m hohen Bruchwänden. Dabei wurde eine maximale Lademenge je Zündzeitstufe von $L_{\max} = 80$ kg berücksichtigt. Die berechneten Schwinggeschwindigkeiten beziehen sich auf die jemals mögliche minimale Entfernung für Sprengungen an der Abbaugrenze. Das bedeutet, dass die überwiegenden Schwinggeschwindigkeiten unterhalb dieser Werte liegen werden. Da der Gebirgsbeiwert dieser Berechnungen deutlich höher als der berechnete Medianwert aufgrund der Erschütterungsmessungen verwendet wurde, sind diese Berechnungen als Worst-Case-Fall zu betrachten.

Die Berechnungen mit dem Median Gebirgsbeiwert sind ebenfalls aus dem Anhang ersichtlich und zeigen, dass das Erschütterungsniveau an den nächstgelegenen Wohngebäuden (Fundament) im Regelfall unterhalb von $V_{i, \max} = 1,00$ mm/s liegen sollte.

Empfehlung für die Genehmigungsbehörden

Die maximal mögliche Lademenge je Zündzeitstufe ergibt sich aus den Berechnungen zu $L_{\max} = 117$ kg. Dieser Wert bezieht sich auf Sprengungen bei minimaler Entfernung (im Bereich der Abbaugrenzen). Bei Zündung von nur jeweils einer Bohrlochladung an den ca. 20 m hohen Regel-Bruchwänden kann diese maximale Lademenge je Zündzeitstufe betrieblich mit verschie-

denen Sprengtechniken eingehalten werden. Insofern sollte diese maximale Lademenge je Zündzeitstufe im gesamten Erweiterungsbereich eingehalten werden.

Empfehlung für die Genehmigungsbehörden

Um das tatsächliche Erschütterungsniveau an den zu den Erweiterungsflächen nächstgelegenen Wohngebäuden messtechnisch zu erfassen, wird die Durchführung von Erschütterungsmessungen empfohlen. Hierzu bieten sich die Immissionsorte IO 09 (alternativ wie bisher IO 10) und IO 17 jeweils am Gebäudefundament an (vgl. Pkt. 6 Schutzkonzept). Durch die Sammlung von Messwerten an zwei Immissionsorten gleichzeitig kann ein Datenabgleich erfolgen.

Mit dieser Maßnahme kann die Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte überprüft und dokumentiert werden. Darüber hinaus können aus den Messergebnissen gegebenenfalls Anpassungen der Sprengtechnik abgeleitet werden.

Empfehlung für die Genehmigungsbehörden

Die Verwendung unterschiedlicher Sprengstoffe, Bohrlochtiefen etc. kann zu Variationen der Sprenggraster führen. Deshalb wird empfohlen, auf eine Festlegung zu bestimmten Bohr- und Sprengrastern zu verzichten. Dem Betrieb sollten hier Freiheitsgrade zur Verfügung stehen, Anpassungen der Sprengtechnik entsprechend der jeweiligen örtlichen Bedingungen vornehmen zu können.

Fazit

Den Anhängen 1 bis 3 bzw. Anhang 5 ist zu entnehmen, dass alle Anhalts- bzw. Immissionswerte der DIN 4150 Teil 3 bei Anwendung der aufgeführten entfernungsabhängigen maximalen Lademengen je Zündzeitstufe sicher eingehalten werden können.

Bei Betrachtung aller berechneten, entfernungsabhängigen Lademengen gilt es zu beachten, dass die hier aufgeführten Entfernungen Minimalentfernungen sind. Aufgrund der bei den meisten Sprengungen zu erwartenden größeren Entfernungen kann hier von signifikant geringeren Erschütterungen ausgegangen werden als in den vorgenannten Tabellen aufgeführt.

Daher ist mit hohen Sicherheiten von einer Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 3 und, falls anzuwenden, auch nach DIN 4150 Teil 2 auszugehen. Des Weiteren sind Schäden an Gebäuden bzw. Anlagen, die ursächlich von Sprengarbeiten in den beantragten Erweiterungsflächen verursacht werden könnten, auszuschließen.

5.3 Steinflug - Ursachen und Vermeidung -

Auftretender Steinflug ist in aller Regel das Ergebnis von örtlichen oder punktuellen Überladungen. In diesem Fall sind die Sprengladung und ihr Energieinhalt wesentlich größer, als die geometrischen Abmessungen und physikalischen Eigenschaften des Einschlussmediums die es zur Erzielung des gewünschten Sprengzweckes erfordern.

Der spezifische Sprengstoffeinsatz (kg/fm^3 Festgestein – bezogen auf ein mit Sprengstoff gefülltes Bohrloch –) liegt bei aufgetretenem Steinflug, insgesamt oder örtlich, wesentlich über dem sprengtechnisch ermittelten (erforderlichen) Wert. Der spezifische Sprengstoffeinsatz ist unter anderem abhängig vom Gestein, der Geologie, dem angestrebten Sprengerfolg und beträgt bei den meisten Gewinnungssprengungen über Tage zwischen 0,2 und 0,8 kg/fm^3 .

Nach allgemeinen Erfahrungen tritt bei Gewinnungssprengungen ein über das normale Maß hinausgehender, unkontrollierter Steinflug bei einem spezifischen Sprengstoffeinsatz von etwa 2 kg/fm^3 und mehr ein. Hierbei sind die örtlichen Bedingungen maßgeblich. Zu diesen zählen unter anderem Einschlussgrad der Ladung, Verspannung der Vorgabe, mechanische Eigenschaften des Einschlussmediums, Klüftigkeit etc. sowie die topographischen Bedingungen.

Im Anhang 6 a - e „Steinfluggefahren“ sind die aufgrund der physikalischen Gesetze leicht verständlichen Hauptursachen für auftretenden Steinflug zusammenfassend verdeutlicht und dem Normalfall einer Gewinnungssprengung gegenübergestellt. Hier ist auch der Anwendungsfall „Verwendung von Sohlbohrlöchern“ der Vollständigkeit halber erwähnt, der nur nach Freigabe der Berufsgenossenschaften mit entsprechender Begründung für die Erfordernis und ausführlicher Gefährdungsanalyse zur Anwendung kommen darf und in den beantragten Erweiterungsflächen nicht vorgesehen ist.

Werden unzureichende Vorgaben (in der Regel kleiner als ca. 2,0 bis 2,5 m je nach Bohrl Lochdurchmesser und verwendeter Sprengstoffart) bei Bruchwandhöhen > 12 m (Großbohrlochsprengungen) festgestellt, sind die entsprechenden Sprengstoffladesäulen geeignet „zu strecken“, wodurch sich der spezifische Sprengstoffaufwand in den kritischen Bereichen reduziert.

Sofern die Vorgaben in den kritischen Bereichen nicht exakt feststellbar sind, sind diese Bohrlöcher nicht mit Sprengstoff zu besetzen. Es wird auf die sorgfältige Planung der Sprenganlagen und deren Dokumentation (geplant / ausgeführt) verwiesen. Geeignete Bruchwandvermessungs- und Bohrllochvermessungssysteme erleichtern heute die Sprengplanung erheblich und stellen einen enormen Sicherheitsgewinn bei fachgerechter Anwendung dar.

Auftretender Steinflug aus Bruchwandbereichen erfolgt in Wurfrichtung der Sprengungen. Dabei ist die Hauptstreureichtung allseitig in einem Winkel von 45° auf die jeweilige Bohrllochachse projiziert.

Wie Abbildung 4 zu entnehmen ist, ist in der geplanten Erweiterungsfläche davon auszugehen, dass bei der geplanten Generalabbaurichtung nach Norden bzw. Westen unmittelbar in der jeweiligen Hauptstreureichtung der Sprengungen entweder Betriebsflächen der Fa. Gfrörer oder Wald- bzw. landwirtschaftlich genutzte Flächen liegen.

Spritzflug aus den Bohrllochmündern von Kopfbohrlöchern ist bei ordnungsgemäßer Durchführung von Gewinnungssprengungen sehr leicht und sicher vermeidbar, wenn die Endbesatzlänge geeignet eingehalten wird. Die Wahl geeigneter Endbesatzhöhen hat unter Einbeziehung der Bohrllochtiefe und des verwendeten Sprengstoffs (patroniert, lose etc.) zu erfolgen.

Aufgrund einer beabsichtigten Verkleinerung des Regelsprengbereiches auf < 300 m sollten für den Regelabbau mit Bruchwandhöhen von ≥ 12 m (Sprengungen mit Großbohrlöchern) im Regelfall folgende Endbesatzhöhen (hier die oberen Werte in Fettdruck) eingehalten werden.

Zündung vom Bohrllochmund aus:

Bohrlochdurchmesser	ca.	76 mm:	ca. 2,5 - 3,0 m
Bohrlochdurchmesser	ca.	90 mm:	ca. 3,0 - 3,5 m
Bohrlochdurchmesser	ca.	102 mm:	ca. 3,5 - 4,0 m

Zündung aus dem Bohrllochtiefsten:

Bohrlochdurchmesser	ca.	76 mm:	2,0 - 2,5 m
Bohrlochdurchmesser	ca.	90 mm:	2,5 - 3,0 m
Bohrlochdurchmesser	ca.	102 mm:	3,0 - 3,5 m

Die Zündung aus dem Bohrllochtiefsten wird unter anderem aus sicherheitstechnischen Gründen empfohlen.

Gegebenenfalls kann zur Erreichung eines besseren Zerkleinerungsgrades im Besatzbereich eine Kleinladung (z. B. 1/3 oder 1/4 Patronen) in Kombination mit einer aus der Ladesäule herausgeführten Sprengschnur geeignet eingesetzt werden. Werden mehrere Patronenstücke eingesetzt dürfen sie keinen Kontakt zueinander haben,

Der Endbesatz muss aus steinfreiem Material wie z. B. Bohrklein, Brech- oder Natursand bzw. feinem Splitt bestehen und mit dem Ladestock verdichtet eingebracht werden.

5.4 Sprengbereich und Absperrung

In der SprengTR 310 - Sprengarbeiten wird unter Punkt 4.7 der Sprengbereich beschrieben. Dieser umfasst normalerweise einen kreisförmigen Sprengbereich von 300 m um die jeweiligen Sprengstellen. In diesem Umfeld sollen sich keine Personen ohne Deckung im Freien aufhalten.

Bei der Größe des Sprengbereichs von 300 m handelt es sich um eine sogenannte Kann-Bestimmung.

Wenn mit einem Bereich, in dem direkte Sprengeinwirkungen entstehen können, von mehr als 300 m um die Sprengstelle zu rechnen ist, so hat der Sprengberechtigte einen vergrößerten Sprengbereich festzulegen. (Unterpunkt 4 der SprengTR 310)

Der Sprengberechtigte darf im Einvernehmen mit dem Erlaubnisinhaber den Sprengbereich verkleinern, wenn sichergestellt ist, dass Personen und Sachgüter nicht gefährdet werden. Dies muss im Rahmen der Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen dargelegt werden. (Unterpunkt 5 der SprengTR 310)

Die erforderliche Vergrößerung oder eine zulässige Verkleinerung des Sprengbereichs kann unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Gegebenheiten in unterschiedlichen Richtungen und Abmessungen vorgenommen werden. (Unterpunkt 6 der SprengTR 310)

Der Sprengberechtigte darf die Sprenganlage nur zünden, wenn sichergestellt ist, dass die eventuell im Sprengbereich gelegenen öffentlichen Verkehrswege für die Dauer der Gefahr geräumt, gesperrt und bewacht werden. (Unterpunkt 7 der SprengTR 310)

Bei Sprengungen ist der Schutz der Personen dadurch sicherzustellen, dass diese Deckungsräume aufsuchen oder den Sprengbereich (hier der Regelfall) verlassen. Für die Beschaffenheit von Deckungsräumen ist der Anhang A-2 zu beachten. (Unterpunkt 8 der SprengTR 310)

Das bedeutet, wenn durch geeignete Maßnahmen oder günstige Abbau- und Umfeldbedingungen sichergestellt wird, dass Steinflug auf die schutzwürdigen Objekte sicher unmöglich ist (z. B. günstige örtliche Bedingungen), so kann der Sprengbereich gefahrlos verkürzt werden. Dieses betrifft insbesondere den Sprengbereich hinter den Sprenganlagen.

Der verantwortliche Sprengberechtigte hat für jede Sprengung entsprechend der örtlichen Situation und der Beurteilung der Gefahrenlage den Sprengbereich und die erforderlichen (eingewiesenen) Absperrposten festzulegen.

Vor der Durchführung von Sprengungen müssen gemäß den Allgemeinen Bestimmungen der SprengTR 310 nach Punkt 3.2 alle möglichen Gefährdungen durch den verantwortlichen Sprengberechtigten ermittelt werden. Die Schriftform wird hierzu empfohlen.

Unabhängig von der Zugehörigkeit des die Sprengarbeiten durchführenden Personals (eigenes Personal, Personal eines Sprengdienstleisters), wird auf jeden Fall empfohlen, die Gefährdungen gemeinsam mit Verantwortlichen der Betriebsleitung schriftlich festzulegen. Die Berufsgenossenschaften haben hierzu Handlungshilfen entwickelt. Dadurch sollte nach Auffassung des Unterzeichners auch für verschiedene Sprengstellen ein geordnetes Procedere festgelegt werden, dass den Standardsprengbereich betrifft. Von diesem kann und soll natürlich in Ausnahmesituationen (z. B. unmittelbare Gefahr für Steinflug durch „schwierige Sprenganlagen“) abgewichen werden.

Der Regelsprengbereich von 300 m kann in den Erweiterungsflächen besonders bei Annäherung an die westlichen Abbaugrenzen nicht mehr eingehalten werden.

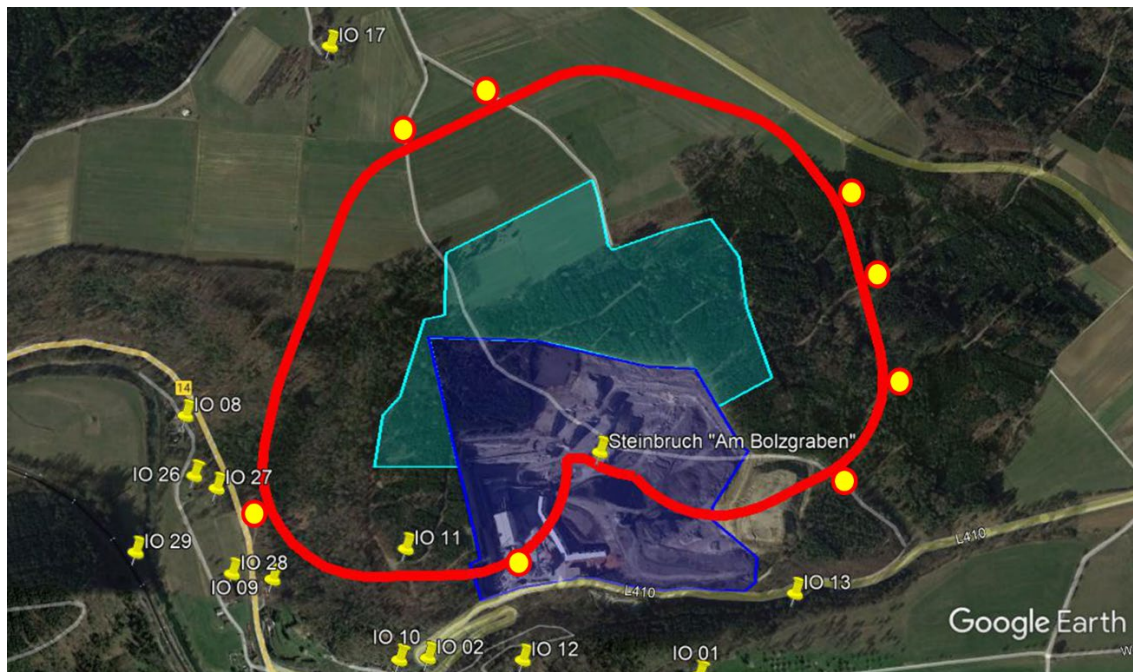


Abbildung 8: Darstellung des verkleinerten Sprengbereiches von 200 m in den geplanten Erweiterungsflächen (türkis skizziert) und Standorte der Absperrposten (rot umrandete, gelbe Kreise)

Daher müssen bei einer Verkleinerung des Sprengbereichs auf ca. 200 m Sondermaßnahmen eingehalten werden:

- Erhöhung des Endbesatzes (vergl. Ausführungen unter Pkt. 5.3) und

- im Westfeld der Erweiterung Einhaltung der Generalabbaurichtung in Richtung Westen (Auswurfrichtung der Haufwerke in Richtung Osten).

Somit wird erreicht, dass im Normalfall bei der Durchführung der Sprengungen auf Absperrmaßnahmen der Landesstraße 410 sowie die Kreisstraße 4762 verzichtet werden kann. Abbildung 8 veranschaulicht den verkleinerten Sprengbereich mit einem Radius von ca. 200 m, wobei die Grenzen der geplanten Erweiterungsflächen zugrunde gelegt wurden.

Durch den verkleinerten Sprengbereich verlaufen diverse Forst-, Waldwege und Wirtschaftswege. Hier sind in Abhängigkeit der Lage der jeweiligen Sprengstellen und einer entsprechenden Bewertung der Gefahrensituation durch den verantwortlichen Sprengberechtigten geeignete Absperrmaßnahmen durch eingewiesene Absperrposten durchzuführen. Ein Vorschlag für geeignete Positionen der Absperrposten ist der Abbildung 8 zu entnehmen. Geeignete Absperrpläne sind betrieblich anzufertigen.

Die Absperrposten müssen betrieblich nachweislich (gegen Unterschrift) unterwiesen werden und untereinander sowie zum verantwortlichen Sprengberechtigten Kontakt haben (per Funk- oder Telefonverbindung).

Ob der Sprengbereich wie in Abbildung 8 dargestellt verkleinert werden kann, muss durch den verantwortlichen Sprengberechtigten nach Beurteilung der Gefahrensituation erfolgen. Kann Steinflug innerhalb des Regelsprengbereichs sicher ausgeschlossen werden, so kann der Absperrbereich verkleinert und die Anzahl der Absperrposten gegebenenfalls reduziert werden.

Während der Sprengungen dürfen sich im vom verantwortlichen Sprengberechtigten festgelegten Sprengbereich keine Personen aufhalten, es sei denn, sie befinden sich in geeigneten Deckungsräumen. Der verantwortliche Sprengberechtigte kann in einem geeigneten Deckungsraum im Sprengbereich (im Regelfall hinter der Sprengung) verbleiben. Menschen in Betriebsräumen können sich unter Umständen dort während der Sprengung dort aufhalten, sofern Sie vorgewarnt sind und verstanden haben, dass sie das Gebäude nicht verlassen dürfen und die Gefahr für eventuellen Steinflug als nicht vorhanden eingestuft wird.

Die Absperrmaßnahmen müssen generell sicherstellen, dass bei eventuellem Steinflug – auch über die Betriebsgrenzen hinaus – keine Personen (auch Dritte unbeteiligte) Schaden nehmen können. Dieses betrifft auch gegebenenfalls in den Wäldern und/oder auf den landwirtschaftlichen Flächen arbeitende Menschen.

5.5 Sprengschwaden und Gesteinsstäube

Sprengarbeiten sind nur deshalb möglich, weil die brisanten gewerblichen Sprengmittel unter erheblicher Volumenzunahme detonativ, d. h. mit Geschwindigkeiten im Bereich von 3.000 - 6.000 m/s, ihren Aggregatzustand von pulverförmig, gelatinös oder pastös nach gasförmig verändern.

Die gasförmigen Reaktionsprodukte sind nicht zu vermeiden, da diese zwingend für die Zerkleinerungsarbeit erforderlich sind. Ohne sie sind Sprengarbeiten nicht denkbar.

Die Sprengschwaden verdünnen sich im Allgemeinen in der freien Atmosphäre recht schnell und sind nach Freigabe der Sprengstelle kaum noch wahrnehmbar und stellen somit keine Gefahr für Mensch und Umwelt dar.

Gesteinsstäube entstehen durch die Gefügezerstörung innerhalb der gelösten Gesteinsmasse, durch den Wurf der Vorgaben und durch die Aufwirbelung des bereits auf der Ladesohle vorhandenen Gesteinsstaubes.

Besonders in der trockenen Jahreszeit kann es zu stärkeren Staubentwicklungen kommen. Geeignete Schutzmaßnahmen sind hierfür einzusetzen, sofern die Abstände zu dem Immissionsumfeld gering sind, die nicht Gegenstand dieses Gutachtens sind.

6 Schutzkonzept

Die Steinflugvermeidung hat oberste Priorität. Dieses kann durch die Anwendung der erwähnten Sondermaßnahmen unter anderen auch in Verbindung mit geeigneten Planungs- und Vermessungshilfen erreicht werden.

Zur Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte an den nächstgelegenen schutzwürdigen Objekten gemäß der DIN 4150, sollte an den zu den Erweiterungsflächen nächstgelegenen

Objekten ein Erschütterungsmonitoring - auch zur Verifizierung der Lademengen-Abstandstabellen – für alle Sprengungen durchgeführt werden.

Um die Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte zu überprüfen und zu dokumentieren, sollten zusätzlich zu der bestehenden und von der Fa. Gfrörer freiwillig betriebenen Messstelle eine weitere Messstelle betrieben werden.

Als Messorte werden hier die jeweiligen Gebäudefundamente in den Wohngebäuden des IO 09 (bzw. alternativ wie bisher IO 10) und des IO 17 empfohlen. Diese Immissionsorte liegen am nächsten zu den Erweiterungsflächen.

Diese können als repräsentativ für die übrige Wohnbebauung im weiteren Umfeld der beantragten Erweiterungsflächen angesehen werden. Das Erschütterungsniveau des Umfeldes kann damit im Bedarfsfall mit den dort erfassten Erschütterungsmessdaten sowie den Daten der einzelnen Sprengungen und den tatsächlichen Entfernungen geeignet „hochgerechnet“ werden.

Sofern bei den Erschütterungsmessungen an den vorgeschlagenen Messorten dreimal hintereinander Messwerte festgestellt werden, die > 75 % der Immissions- bzw. Anhaltswerte gemäß DIN 4150 Teil 3 sind und die Abstände zwischen Immissionsobjekt und Sprengungen noch geringer werden, dann sind Maßnahmen zur dauerhaften Erschütterungsreduzierung zu treffen. Hierzu steht ein ausreichend großer sprengtechnischer Maßnahmenkatalog zur Verfügung.

Zu diesen Maßnahmen gehören:

- Reduzierung der maximalen Lademenge je Zündzeitstufe durch
 - Ladungsteilung
 - Einsatz geringerer Bohrlochdurchmesser
 - Verwendung von Sprengstoff mit geringerer Dichte
- Änderung der Abbaurichtung bzw. Einführung einer Negativbarriere
- Erhöhung des spezifischen Sprengstoffaufwandes durch Veränderung des Bohrlochrasters
- Zündtechnische Veränderungen
 - Änderung der Zündrichtung
 - Einsatz des elektronischen Zündsystems zur Vergleichmäßigung der Schwingungsamplituden

Zusätzlich müssen in diesem Fall die Erschütterungsimmissionen in den Obergeschossen überprüft und bezüglich der tatsächlichen Anhalts- Immissionswerte eingeordnet werden. Sind diese Werte dauerhaft unterhalb von 75 % der zulässigen Anhalts- Immissionswerte, können die Messungen wieder eingestellt werden.

Wenn ferner Beschwerden bezüglich der Spengerschütterungsimmissionen angezeigt würden, sollten bei dem entsprechenden Immissionsobjekt exemplarische Erschütterungsmessungen zu Kontrollzwecken durchgeführt werden.

Ein Erschütterungsmonitoring am IO 12 - Burgruine Wehrstein wird als nicht erforderlich erachtet, da die mögliche maximale Lademenge pro Zündzeitstufe entsprechend der Immissionsprognose nie in der Praxis erreicht werden wird. Aus dem gleichen Grund werden auch Erschütterungsmessungen in den im Umfeld der geplanten Erweiterungsfläche befindlichen gewerblich genutzten Gebäuden und auch erdverlegten Rohrleitungen als nicht erforderlich betrachtet.

7 Zusammenfassung

Das spreng- und immissionstechnische Gutachten im Rahmen des Genehmigungsantrages für die Erweiterung der Abbauflächen des Steinbruchs „Am Bolzgraben“ der Fa. Gfrörer wurde auftragsgemäß erstellt.

Die Gewinnungsarbeiten in den beantragten Erweiterungsflächen sollen – wie bereits innerhalb der derzeit genehmigten Abbauflächen des Steinbruchs „Am Bolzgraben“ – mittels Bohr- und Sprengarbeit durchgeführt werden.

Die erforderlichen Betrachtungen für einen wirksamen Immissionsschutz bezüglich der Sprengarbeiten an Bruchwänden mit maximalen senkrechten Bruchwandhöhen von bis zu ca. 20 m sind anhand der derzeit gültigen Regelwerke erfolgt.

Berücksichtigung fanden dabei die jeweils maximal möglichen Immissionsauswirkungen bezogen auf die jeweils geringsten Entfernungen zwischen den nächstgelegenen Immissionsorten (schützenswerte Objekte) und den Sprengungen (an den Abbaugrenzen). Es ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass bei Einhaltung der Immissionswerte bei den nächstgelegenen Objekten diese auch bei weiter entfernt gelegenen eingehalten werden.

Bei den gutachterlichen Ausführungen zu den Sprengerschütterungen sowie bei den entsprechenden Prognoseberechnungen wurden bezüglich der Gebirgsbeiwerte Standardwerte nach BGR – Sedimentformel berücksichtigt. Dem Gutachten liegt ein ausführlicher Messbericht zu vom Unterzeichner begleiteten Erschütterungsmessungen im Betrachtungszeitraum 27.01.2020 - 31.12.2021 zu Grunde, der deutlich geringere Gebirgsbeiwerte (Median) ausweist. Trotzdem wurde in der Immissionsprognose zwecks Erhöhung der Prognosesicherheit auf die Standardwerte zurückgegriffen.

Die Abbausituation in den Erweiterungsflächen ist dadurch gekennzeichnet, dass die geplante Erweiterungsfläche von Betriebsflächen der Fa. Gfrörer sowie Wald- und landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben ist. Erst im Abstand von ca. 300 m zu den beantragten Abbaugrenzen ist die erste Wohnbebauung vorhanden. In der Immissionsprognose wird aufgezeigt, dass durch ausschließliche Anwendung reduzierter Bruchwandhöhen (≤ 20 m) bei Zündung von nur einer Bohrlochladung die maximale Lademenge je Zündzeitstufe unter allen Bedingungen $\ll$ als 117 kg liegt.

In Verbindung mit der Tatsache, dass die überwiegende Anzahl der Sprengungen deutlich weiter als der Minimalabstand von knapp 300 m entfernt liegen und zudem deutliche Sicherheiten in der Immissionsprognose vorhanden sind, werden die Anhalts- bzw. Immissionswerte der DIN 4150 Teil 3 und Teil 2 deutlich unterschritten werden. Zusätzlich greift das aufgeführte Schutzkonzept bei dem dauerhaft Erschütterungsmessungen an zwei ausgewählten Immissionsobjekten durchgeführt werden und eine Eingreifschwelle für den Einsatz zusätzlicher erschütterungsreduzierender Maßnahmen definiert wird.

Insofern ist mit hohen Sicherheiten auszuschließen, dass Schäden ursächlich durch Sprengungen an schützenswerten Objekten (zum Beispiel Wohngebäude, Industriegebäude und erdverlegte Rohrleitungen) entstehen können.

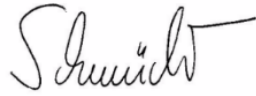
Aufgrund von Sondermaßnahmen zur Vermeidung von Steinflug (unter anderem durch Festlegung der Generalabbaurichtung), kann besonders im neuen westlichen Abbaufeld eine Verringerung des Sprengbereichs auf einen Radius von ca. 200 m vorgenommen werden, sofern nicht eine andere Beurteilung aufgrund der jeweiligen örtlichen Bedingungen durch den verantwortlichen Sprengberechtigten dem entgegensteht und ein anderer Sprengbereich festgelegt wird.

Nach Bewertung der jeweiligen Gefahrensituation durch den verantwortlichen Sprengberechtigten sind auf den durch den verkleinerten Sprengbereich verlaufene Forst-, Waldwege und Wirtschaftswegen Absperurmaßnahmen zu ergreifen.

Bei Einhaltung der vorgeschlagenen Empfehlungen und gültigen Regelwerke (z. B. der Spreng TR 310) sowie der für die Sprengarbeiten gebührenden Sorgfalt ist Steinflug über die Abbaugrenzen hinaus mit hohen Sicherheiten vermeidbar und die Einhaltung der Anhalts- und Immissionswerte der DIN 4150 Teil 3 sichergestellt.

Aus der hier behandelten spreng- und immissionstechnischen Sicht spricht unter Einhaltung der aufgeführten Empfehlungen nichts gegen die Durchführung von Sprengarbeiten innerhalb den von der Fa. Gfrörer beantragten Erweiterungsfläche des Steinbruchs „Am Bolzgraben“.

Dieses Gutachten habe ich entsprechend meinem Eid als unabhängiger, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger nach bestem Wissen und Gewissen und nach dem mir bekannten Stand der Technik verfasst.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Schmücker', with a stylized horizontal stroke extending to the right.

Dipl.-Ing. Guido A. Schmücker

Bergheim, 18. März 2022

Anhang 1

Lademengen-Abstandstabelle							
(Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten)							
Erhard Grörner & Sohn Schotterwerk GmbH & Co.KG - Steinbruch "Am Bolzgraben", Sulz-Fischingen							
Anhang 1							
Abstandsbereiche:		minimal:	100,0 m	maximal:	1.100,0 m		
Grundlagen:				Gebirgsbeiwerte			
Formeln zur Berechnung der Gebirgsbeiwerte:				Standardwerte	Median K_{gemessen}		
1) BGR-Sediment		$V_i = (K1) \cdot L^{0,6} \cdot R^{0,1,5}$		K1 = 969	K3 = 336		
2) nach Koch		$V_i = (K2) \cdot L^{0,5} \cdot R^{0,1}$		K2 = 100	K4 = 21		
Berechnungen zu Schwinggeschwindigkeiten am jeweiligen Gebäudefundament							
Tabelle:		Tabelle:					
Abstandsbereich von:		100 m					
Abstandsschritte:		10,0 m					
Zulässiges V_{max} :		20,00 mm/s					
IO 27, Wasserwerk		100,00	155,30 kg	400,00 kg	907,44 kg	9.070,29 kg	
		110,00	197,09 kg	484,00 kg	1.151,59 kg	10.975,06 kg	
		120,00	244,98 kg	576,00 kg	1.431,43 kg	13.061,22 kg	
		130,00	299,25 kg	676,00 kg	1.748,54 kg	15.328,80 kg	
		140,00	360,16 kg	784,00 kg	2.104,45 kg	17.777,78 kg	
		150,00	427,96 kg	900,00 kg	2.500,61 kg	20.408,16 kg	
		160,00	502,89 kg	1.024,00 kg	2.938,45 kg	23.219,95 kg	
		170,00	585,19 kg	1.156,00 kg	3.419,32 kg	26.213,15 kg	
		180,00	675,08 kg	1.296,00 kg	3.944,57 kg	29.387,76 kg	
		190,00	772,79 kg	1.444,00 kg	4.515,46 kg	32.743,76 kg	
		200,00	878,52 kg	1.600,00 kg	5.133,26 kg	36.281,18 kg	
		210,00	992,49 kg	1.764,00 kg	5.799,17 kg	40.000,00 kg	
		220,00	1.114,89 kg	1.936,00 kg	6.514,40 kg	43.900,23 kg	
		230,00	1.245,94 kg	2.116,00 kg	7.280,10 kg	47.981,86 kg	
		240,00	1.385,81 kg	2.304,00 kg	8.097,41 kg	52.244,90 kg	
		250,00	1.534,71 kg	2.500,00 kg	8.967,43 kg	56.689,34 kg	
		260,00	1.692,82 kg	2.704,00 kg	9.891,25 kg	61.315,19 kg	
		270,00	1.860,31 kg	2.916,00 kg	10.869,94 kg	66.122,45 kg	
		280,00	2.037,38 kg	3.136,00 kg	11.904,55 kg	71.111,11 kg	
	IO 26, Turmstation IO 28, Gewerbe Langwiesen 10 IO 08, Sammelkläranlage Fischingen, Langwiesen 24, Fischingen		290,00	2.224,19 kg	3.364,00 kg	12.996,09 kg	76.281,18 kg
		300,00	2.420,92 kg	3.600,00 kg	14.145,59 kg	81.632,65 kg	
		310,00	2.627,73 kg	3.844,00 kg	15.354,02 kg	87.165,53 kg	
		320,00	2.844,80 kg	4.096,00 kg	16.622,36 kg	92.879,82 kg	
		330,00	3.072,29 kg	4.356,00 kg	17.951,58 kg	98.775,51 kg	
		340,00	3.310,35 kg	4.624,00 kg	19.342,61 kg	104.852,61 kg	
		350,00	3.559,16 kg	4.900,00 kg	20.796,39 kg	111.111,11 kg	
		360,00	3.818,86 kg	5.184,00 kg	22.313,83 kg	117.551,02 kg	
		370,00	4.089,60 kg	5.476,00 kg	23.895,83 kg	124.172,34 kg	
		380,00	4.371,56 kg	5.776,00 kg	25.543,29 kg	130.975,06 kg	
		390,00	4.664,86 kg	6.084,00 kg	27.257,08 kg	137.959,18 kg	
		400,00	4.969,66 kg	6.400,00 kg	29.038,08 kg	145.124,72 kg	
		410,00	5.286,12 kg	6.724,00 kg	30.887,13 kg	152.471,66 kg	
		420,00	5.614,36 kg	7.056,00 kg	32.805,08 kg	160.000,00 kg	
		430,00	5.954,54 kg	7.396,00 kg	34.792,77 kg	167.709,75 kg	
		440,00	6.306,80 kg	7.744,00 kg	36.851,02 kg	175.600,91 kg	
		450,00	6.671,27 kg	8.100,00 kg	38.980,66 kg	183.673,47 kg	
		460,00	7.048,09 kg	8.464,00 kg	41.182,47 kg	191.927,44 kg	
IO 29, Bahntrasse Obere Neckarbahn			470,00	7.437,41 kg	8.836,00 kg	43.457,28 kg	200.362,81 kg
			480,00	7.839,35 kg	9.216,00 kg	45.805,85 kg	208.979,59 kg
		490,00	8.254,05 kg	9.604,00 kg	48.228,98 kg	217.777,78 kg	
		500,00	8.681,65 kg	10.000,00 kg	50.727,43 kg	226.757,37 kg	
		510,00	9.122,26 kg	10.404,00 kg	53.301,98 kg	235.918,37 kg	
		520,00	9.576,03 kg	10.816,00 kg	55.953,37 kg	245.260,77 kg	
		530,00	10.043,07 kg	11.236,00 kg	58.682,36 kg	254.784,58 kg	
		540,00	10.523,53 kg	11.664,00 kg	61.489,68 kg	264.489,80 kg	
		550,00	11.017,52 kg	12.100,00 kg	64.376,09 kg	274.376,42 kg	
		560,00	11.525,16 kg	12.544,00 kg	67.342,30 kg	284.444,44 kg	
		570,00	12.046,59 kg	12.996,00 kg	70.389,03 kg	294.693,88 kg	
		580,00	12.581,92 kg	13.456,00 kg	73.517,01 kg	305.124,72 kg	
		590,00	13.131,28 kg	13.924,00 kg	76.726,94 kg	315.736,96 kg	
		600,00	13.694,78 kg	14.400,00 kg	80.019,53 kg	326.530,61 kg	
		610,00	14.272,55 kg	14.884,00 kg	83.395,47 kg	337.505,67 kg	
		620,00	14.864,70 kg	15.376,00 kg	86.855,45 kg	348.662,13 kg	
		630,00	15.471,36 kg	15.876,00 kg	90.400,17 kg	360.000,00 kg	
		640,00	16.092,63 kg	16.384,00 kg	94.030,30 kg	371.519,27 kg	
		650,00	16.728,63 kg	16.900,00 kg	97.746,51 kg	383.219,95 kg	
		660,00	17.379,48 kg	17.424,00 kg	101.549,48 kg	395.102,04 kg	
	670,00	18.045,30 kg	17.956,00 kg	105.439,87 kg	407.165,53 kg		
	680,00	18.726,19 kg	18.496,00 kg	109.418,35 kg	419.410,43 kg		
	690,00	19.422,26 kg	19.044,00 kg	113.485,56 kg	431.836,73 kg		
	700,00	20.133,63 kg	19.600,00 kg	117.642,15 kg	444.444,44 kg		
	710,00	20.860,41 kg	20.164,00 kg	121.888,78 kg	457.233,56 kg		
	720,00	21.602,71 kg	20.736,00 kg	126.226,08 kg	470.204,08 kg		
	730,00	22.360,64 kg	21.316,00 kg	130.654,69 kg	483.356,01 kg		
	740,00	23.134,30 kg	21.904,00 kg	135.175,24 kg	496.689,34 kg		
	750,00	23.923,80 kg	22.500,00 kg	139.788,36 kg	510.204,08 kg		
	760,00	24.729,25 kg	23.104,00 kg	144.494,68 kg	523.902,23 kg		
	770,00	25.550,76 kg	23.716,00 kg	149.294,80 kg	537.777,78 kg		
	780,00	26.388,43 kg	24.336,00 kg	154.189,35 kg	551.836,73 kg		
	790,00	27.242,36 kg	24.964,00 kg	159.178,93 kg	566.077,10 kg		
	800,00	28.112,66 kg	25.600,00 kg	164.264,17 kg	580.498,87 kg		
	810,00	28.999,44 kg	26.244,00 kg	169.445,64 kg	595.102,04 kg		
	820,00	29.902,79 kg	26.896,00 kg	174.723,97 kg	609.886,62 kg		
	830,00	30.822,81 kg	27.556,00 kg	180.099,74 kg	624.852,61 kg		
IO 16, Freileitungsmast		840,00	31.759,62 kg	28.224,00 kg	185.573,55 kg	640.000,00 kg	
		850,00	32.713,30 kg	28.900,00 kg	191.145,98 kg	655.328,80 kg	
		860,00	33.683,96 kg	29.584,00 kg	196.817,63 kg	670.839,00 kg	
		870,00	34.671,70 kg	30.276,00 kg	202.589,06 kg	686.530,61 kg	
		880,00	35.676,62 kg	30.976,00 kg	208.460,87 kg	702.403,63 kg	
		890,00	36.698,82 kg	31.684,00 kg	214.433,62 kg	718.458,05 kg	
		900,00	37.738,38 kg	32.400,00 kg	220.507,89 kg	734.693,88 kg	
		910,00	38.795,42 kg	33.124,00 kg	226.684,25 kg	751.111,11 kg	
		920,00	39.870,03 kg	33.856,00 kg	232.963,26 kg	767.709,75 kg	
		930,00	40.962,31 kg	34.596,00 kg	239.345,48 kg	784.489,80 kg	
		940,00	42.072,34 kg	35.344,00 kg	245.831,48 kg	801.451,25 kg	
		950,00	43.200,23 kg	36.100,00 kg	252.421,81 kg	818.594,10 kg	
		960,00	44.346,07 kg	36.864,00 kg	259.117,02 kg	835.918,37 kg	
		970,00	45.509,95 kg	37.636,00 kg	265.917,67 kg	853.424,04 kg	
		980,00	46.691,97 kg	38.416,00 kg	272.824,30 kg	871.111,11 kg	
		990,00	47.892,23 kg	39.204,00 kg	279.837,46 kg	888.979,59 kg	
		1.000,00	49.110,80 kg	40.000,00 kg	286.957,69 kg	907.029,48 kg	
		1.010,00	50.347,80 kg	40.804,00 kg	294.185,52 kg	925.260,77 kg	
		1.020,00	51.603,30 kg	41.616,00 kg	301.521,51 kg	943.673,47 kg	
		1.030,00	52.877,40 kg	42.436,00 kg	308.966,17 kg	962.267,57 kg	
	1.040,00	54.170,19 kg	43.264,00 kg	316.520,04 kg	981.043,08 kg		
	1.050,00	55.481,77 kg	44.100,00 kg	324.183,65 kg	1.000.000,00 kg		
	1.060,00	56.812,21 kg	44.944,00 kg	331.957,53 kg	1.019.138,32 kg		
	1.070,00	58.161,62 kg	45.796,00 kg	339.842,20 kg	1.038.458,05 kg		
	1.080,00	59.530,07 kg	46.656,00 kg	347.838,18 kg	1.057.959,18 kg		
	1.090,00	60.917,67 kg	47.524,00 kg	355.945,99 kg	1.077.641,72 kg		
	1.100,00	62.324,49 kg	48.400,00 kg	364.166,15 kg	1.097.505,67 kg		

Anhang 2

Lademengen-Abstandstabelle (Wohngebäude)					
Erhard Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co.KG - Steinbruch "Am Bolzgraben", Sulz-Fischingen					
Anhang 2					
Abstandsbereiche:		minimal: 100,0 m	maximal: 1.100,0 m		
Grundlagen:				Gebirgsbeiwerte	
Formeln zur Berechnung der Gebirgsbeiwerte:		Standardwerte		Median K_{gemessen}	
1) BGR-Sediment $V_i = (K1) \cdot L^{0,6} \cdot R^{-1,5}$		K1 = 969		K3 = 336	
2) nach Koch $V_i = (K2) \cdot L^{0,5} \cdot R^{-1}$		K2 = 100		K4 = 21	
Berechnungen zu Schwinggeschwindigkeiten am jeweiligen Gebäudefundament					
Tabelle:		Tabelle:			
Abstandsbereich von:		100 m			
Abstandsschritte:		10,0 m			
Zulässiges $V_{i, \text{max}}$:		3,60 mm/s			
$V_{i, \text{max}}$ gilt für die Prognose nach DIN 4150 Teil 2 u. Teil 3.					
IO 09, Wbs Neckartalstraße 56, Fischingen	100,00	BGR (K1) Lademenge	Koch (K2) Lademenge	BGR (K3) Lademenge	Koch (K4) Lademenge
	110,00	8,91 kg	12,96 kg	52,07 kg	293,88 kg
	120,00	11,31 kg	15,68 kg	66,08 kg	355,59 kg
	130,00	14,06 kg	18,66 kg	82,14 kg	423,18 kg
	140,00	17,17 kg	21,90 kg	100,34 kg	496,65 kg
	150,00	20,67 kg	25,40 kg	120,76 kg	576,00 kg
	160,00	24,56 kg	29,16 kg	143,49 kg	661,22 kg
	170,00	28,86 kg	33,18 kg	168,62 kg	752,33 kg
	180,00	33,58 kg	37,45 kg	196,21 kg	849,31 kg
	190,00	38,74 kg	41,99 kg	226,35 kg	952,16 kg
	200,00	44,35 kg	46,79 kg	259,11 kg	1.060,90 kg
	210,00	50,41 kg	51,84 kg	294,56 kg	1.175,51 kg
	220,00	56,95 kg	57,15 kg	332,78 kg	1.296,00 kg
	230,00	63,98 kg	62,73 kg	373,82 kg	1.422,37 kg
	240,00	71,50 kg	68,56 kg	417,76 kg	1.554,61 kg
	250,00	79,52 kg	74,65 kg	464,66 kg	1.692,73 kg
	260,00	88,07 kg	81,00 kg	514,58 kg	1.836,73 kg
	270,00	97,14 kg	87,61 kg	567,60 kg	1.986,61 kg
	280,00	106,75 kg	94,48 kg	623,76 kg	2.142,37 kg
	IO 02, Wbs Am Bolzgraben 1, Fischingen IO 10, Gar Betraer Steige 6, Fischingen	290,00	116,91 kg	101,61 kg	683,13 kg
300,00		127,63 kg	108,99 kg	745,76 kg	2.471,51 kg
310,00		138,92 kg	116,64 kg	811,72 kg	2.644,90 kg
320,00		150,79 kg	124,55 kg	881,07 kg	2.824,16 kg
330,00		163,24 kg	132,71 kg	953,85 kg	3.009,31 kg
340,00		176,30 kg	141,13 kg	1.030,13 kg	3.200,33 kg
350,00		189,96 kg	149,82 kg	1.109,95 kg	3.397,22 kg
360,00		204,24 kg	158,76 kg	1.193,37 kg	3.600,00 kg
370,00		219,14 kg	167,96 kg	1.280,45 kg	3.808,65 kg
380,00		234,68 kg	177,42 kg	1.371,23 kg	4.023,18 kg
IO 17, Aussiedlerhof Höhenhof, Hinter der Scheuer, Betra	390,00	250,86 kg	187,14 kg	1.465,77 kg	4.243,59 kg
	400,00	267,69 kg	197,12 kg	1.564,11 kg	4.469,88 kg
	410,00	285,18 kg	207,36 kg	1.666,31 kg	4.702,04 kg
	420,00	303,34 kg	217,86 kg	1.772,41 kg	4.940,08 kg
	430,00	322,17 kg	228,61 kg	1.882,47 kg	5.184,00 kg
	440,00	341,69 kg	239,63 kg	1.996,53 kg	5.433,80 kg
	450,00	361,91 kg	250,91 kg	2.114,64 kg	5.689,47 kg
	460,00	382,82 kg	262,44 kg	2.236,85 kg	5.951,02 kg
	470,00	404,44 kg	274,23 kg	2.363,20 kg	6.218,45 kg
	480,00	426,79 kg	286,29 kg	2.493,73 kg	6.491,76 kg
IO 01, Aussiedlerhof Wehrstein	490,00	449,85 kg	298,60 kg	2.628,50 kg	6.770,94 kg
	500,00	473,65 kg	311,17 kg	2.767,55 kg	7.056,00 kg
	510,00	498,18 kg	324,00 kg	2.910,92 kg	7.346,94 kg
	520,00	523,47 kg	337,09 kg	3.058,66 kg	7.643,76 kg
	530,00	549,51 kg	350,44 kg	3.210,80 kg	7.946,45 kg
	540,00	576,31 kg	364,05 kg	3.367,40 kg	8.255,02 kg
	550,00	603,88 kg	377,91 kg	3.528,50 kg	8.569,47 kg
	560,00	632,22 kg	392,04 kg	3.694,13 kg	8.889,80 kg
	570,00	661,35 kg	406,43 kg	3.864,34 kg	9.216,00 kg
	580,00	691,28 kg	421,07 kg	4.039,17 kg	9.548,08 kg
IO 18, Wbs Hinter der Scheuer, Betra	590,00	722,00 kg	435,97 kg	4.218,67 kg	9.886,04 kg
	600,00	753,52 kg	451,14 kg	4.402,87 kg	10.229,88 kg
	610,00	785,86 kg	466,56 kg	4.591,81 kg	10.579,59 kg
	620,00	819,01 kg	482,24 kg	4.785,53 kg	10.935,18 kg
	630,00	852,99 kg	498,18 kg	4.984,08 kg	11.296,65 kg
	640,00	887,80 kg	514,38 kg	5.187,48 kg	11.664,00 kg
	650,00	923,45 kg	530,84 kg	5.395,79 kg	12.037,22 kg
	660,00	959,95 kg	547,56 kg	5.609,04 kg	12.416,33 kg
	670,00	997,30 kg	564,54 kg	5.827,27 kg	12.801,31 kg
	680,00	1.035,50 kg	581,77 kg	6.050,52 kg	13.192,16 kg
IO 19, Sporthelm, Betra	690,00	1.074,58 kg	599,27 kg	6.278,81 kg	13.588,90 kg
	700,00	1.114,52 kg	617,03 kg	6.512,21 kg	13.991,51 kg
	710,00	1.154,52 kg	635,04 kg	6.750,73 kg	14.400,00 kg
	720,00	1.197,04 kg	653,31 kg	6.994,41 kg	14.814,37 kg
	730,00	1.239,64 kg	671,85 kg	7.243,30 kg	15.234,61 kg
	740,00	1.283,13 kg	690,64 kg	7.497,43 kg	15.660,73 kg
	750,00	1.327,53 kg	709,69 kg	7.756,84 kg	16.092,73 kg
	760,00	1.372,83 kg	729,00 kg	8.021,55 kg	16.530,61 kg
	770,00	1.419,05 kg	748,57 kg	8.291,62 kg	16.974,37 kg
	780,00	1.466,19 kg	768,40 kg	8.567,07 kg	17.424,00 kg
IO 24, Wbs Am Südhang 3, Betra	790,00	1.514,26 kg	788,49 kg	8.847,93 kg	17.879,51 kg
	800,00	1.563,26 kg	808,83 kg	9.134,25 kg	18.340,90 kg
	810,00	1.613,20 kg	829,44 kg	9.426,06 kg	18.808,16 kg
	820,00	1.664,09 kg	850,31 kg	9.723,39 kg	19.281,31 kg
	830,00	1.715,93 kg	871,43 kg	10.026,28 kg	19.760,33 kg
	840,00	1.768,72 kg	892,81 kg	10.334,76 kg	20.245,22 kg
	850,00	1.822,48 kg	914,46 kg	10.648,87 kg	20.736,00 kg
	860,00	1.877,21 kg	936,36 kg	10.968,64 kg	21.232,65 kg
	870,00	1.932,91 kg	958,52 kg	11.294,10 kg	21.735,18 kg
	880,00	1.989,59 kg	980,94 kg	11.625,28 kg	22.243,59 kg
	890,00	2.047,25 kg	1.003,62 kg	11.962,23 kg	22.757,88 kg
	900,00	2.105,91 kg	1.026,56 kg	12.304,97 kg	23.278,04 kg
	910,00	2.165,56 kg	1.049,76 kg	12.653,53 kg	23.804,08 kg
	920,00	2.226,22 kg	1.073,22 kg	13.007,95 kg	24.336,00 kg
	930,00	2.287,88 kg	1.096,93 kg	13.368,26 kg	24.873,80 kg
	940,00	2.350,56 kg	1.120,91 kg	13.734,50 kg	25.417,47 kg
	950,00	2.414,26 kg	1.145,15 kg	14.106,69 kg	25.967,02 kg
	960,00	2.478,98 kg	1.169,64 kg	14.484,86 kg	26.522,45 kg
	970,00	2.544,74 kg	1.194,39 kg	14.869,06 kg	27.083,76 kg
	980,00	2.611,52 kg	1.219,41 kg	15.259,30 kg	27.650,94 kg
	990,00	2.679,35 kg	1.244,68 kg	15.655,63 kg	28.224,00 kg
	1.000,00	2.748,23 kg	1.270,21 kg	16.058,07 kg	28.802,94 kg
	1.010,00	2.818,15 kg	1.296,00 kg	16.466,65 kg	29.387,76 kg
	1.020,00	2.889,14 kg	1.322,05 kg	16.881,41 kg	29.978,45 kg
	1.030,00	2.961,18 kg	1.348,36 kg	17.302,38 kg	30.575,02 kg
	1.040,00	3.034,29 kg	1.374,93 kg	17.729,58 kg	31.177,47 kg
	1.050,00	3.108,48 kg	1.401,75 kg	18.163,05 kg	31.785,80 kg
	1.060,00	3.183,74 kg	1.428,84 kg	18.602,81 kg	32.400,00 kg
	1.070,00	3.260,09 kg	1.456,19 kg	19.048,91 kg	33.020,08 kg
	1.080,00	3.337,52 kg	1.483,79 kg	19.501,36 kg	33.646,04 kg
1.090,00	3.416,05 kg	1.511,65 kg	19.960,19 kg	34.277,88 kg	
	1.100,00	3.495,67 kg	1.539,78 kg	20.425,45 kg	34.915,59 kg
	1.110,00	3.576,40 kg	1.568,16 kg	20.897,15 kg	35.559,18 kg

Anhang 3

Lademengen-Abstandstabelle (Erdrverlegte Rohrleitungen)							
Erhard Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co.KG - Steinbruch "Am Bolzgraben", Sulz-Fischingen							
Anhang 4							
Abstandsbereiche:		minimal: 100,0 m	maximal: 1.100,0 m				
Grundlagen:		Standardwerte		Gebirgsbeiwerte			
Formeln zur Berechnung der Gebirgsbeiwerte:				Median K_{gemessen}			
1) BGR-Sediment		$V_i = (K1) \cdot L^{0,6} \cdot R^{-1,5}$		K3 = 336			
2) nach Koch		$V_i = (K2) \cdot L^{0,5} \cdot R^{-1}$		K4 = 21			
Berechnungen zu Schwinggeschwindigkeiten am jeweiligen Gebäudefundament							
Tabelle:		Tabelle:					
Abstandsbereich von:		100 m	Abstand (m)	BGR (K1)	Koch (K2)	BGR (K3)	Koch (K4)
Abstandsschritte:		10,0 m		Lademenge	Lademenge	Lademenge	Lademenge
Zulässiges V_{max} :		80,00 mm/s	100,00	1.565,35 kg	6.400,00 kg	9.146,42 kg	145.124,72 kg
IO 11, Trinkwasserleitung (West)		110,00	1.986,52 kg	7.744,00 kg	11.607,35 kg	175.600,91 kg	
		120,00	2.469,24 kg	9.216,00 kg	14.427,94 kg	208.979,59 kg	
		130,00	3.016,26 kg	10.816,00 kg	17.624,21 kg	245.260,77 kg	
		140,00	3.630,20 kg	12.544,00 kg	21.211,49 kg	284.444,44 kg	
		150,00	4.313,59 kg	14.400,00 kg	25.204,57 kg	326.530,61 kg	
		160,00	5.068,86 kg	16.384,00 kg	29.617,69 kg	371.519,27 kg	
		170,00	5.898,38 kg	18.496,00 kg	34.464,62 kg	419.410,43 kg	
		180,00	6.804,43 kg	20.736,00 kg	39.758,72 kg	470.204,08 kg	
		190,00	7.789,23 kg	23.104,00 kg	45.512,97 kg	523.900,23 kg	
		200,00	8.854,93 kg	25.600,00 kg	51.739,97 kg	580.498,87 kg	
		210,00	10.003,65 kg	28.224,00 kg	58.452,01 kg	640.000,00 kg	
		220,00	11.237,43 kg	30.976,00 kg	65.661,06 kg	702.403,63 kg	
		230,00	12.558,27 kg	33.856,00 kg	73.378,83 kg	767.709,75 kg	
		240,00	13.968,14 kg	36.864,00 kg	81.616,75 kg	835.918,37 kg	
		250,00	15.468,93 kg	40.000,00 kg	90.386,01 kg	907.029,48 kg	
		260,00	17.062,54 kg	43.264,00 kg	99.697,57 kg	981.043,08 kg	
		270,00	18.750,80 kg	46.656,00 kg	109.562,16 kg	1.057.959,18 kg	
		280,00	20.535,51 kg	50.176,00 kg	119.990,33 kg	1.137.777,78 kg	
		290,00	22.418,44 kg	53.824,00 kg	130.992,42 kg	1.220.498,87 kg	
		300,00	24.401,33 kg	57.600,00 kg	142.578,59 kg	1.306.122,45 kg	
		310,00	26.485,89 kg	61.504,00 kg	154.758,82 kg	1.394.648,53 kg	
		320,00	28.673,80 kg	65.536,00 kg	167.542,94 kg	1.486.077,10 kg	
		330,00	30.966,72 kg	69.696,00 kg	180.940,60 kg	1.580.408,16 kg	
		340,00	33.366,27 kg	73.984,00 kg	194.961,33 kg	1.677.641,72 kg	
		350,00	35.874,05 kg	78.400,00 kg	209.614,49 kg	1.777.777,78 kg	
		360,00	38.491,66 kg	82.944,00 kg	224.909,31 kg	1.880.816,33 kg	
		370,00	41.220,63 kg	87.616,00 kg	240.854,90 kg	1.986.757,37 kg	
		380,00	44.062,52 kg	92.416,00 kg	257.460,24 kg	2.095.600,91 kg	
		390,00	47.018,84 kg	97.344,00 kg	274.734,18 kg	2.207.346,94 kg	
		400,00	50.091,07 kg	102.400,00 kg	292.685,47 kg	2.321.995,46 kg	
		410,00	53.280,71 kg	107.584,00 kg	311.322,73 kg	2.439.546,49 kg	
		420,00	56.589,20 kg	112.896,00 kg	330.654,48 kg	2.560.000,00 kg	
		430,00	60.018,00 kg	118.336,00 kg	350.689,14 kg	2.683.356,01 kg	
		440,00	63.568,51 kg	123.904,00 kg	371.435,04 kg	2.809.614,51 kg	
		450,00	67.242,16 kg	129.600,00 kg	392.900,40 kg	2.938.775,51 kg	
		460,00	71.040,32 kg	135.424,00 kg	415.093,34 kg	3.070.839,00 kg	
		470,00	74.964,39 kg	141.376,00 kg	438.021,90 kg	3.205.894,99 kg	
		480,00	79.015,71 kg	147.456,00 kg	461.694,05 kg	3.343.673,47 kg	
		490,00	83.195,64 kg	153.664,00 kg	486.117,64 kg	3.484.444,44 kg	
		500,00	87.505,50 kg	160.000,00 kg	511.300,47 kg	3.628.117,91 kg	
		510,00	91.946,62 kg	166.464,00 kg	537.250,25 kg	3.774.693,88 kg	
		520,00	96.520,31 kg	173.056,00 kg	563.974,60 kg	3.924.172,34 kg	
		530,00	101.227,85 kg	179.776,00 kg	591.481,08 kg	4.076.553,29 kg	
		540,00	106.070,53 kg	186.624,00 kg	619.777,18 kg	4.231.836,73 kg	
		550,00	111.049,62 kg	193.600,00 kg	648.870,32 kg	4.390.022,68 kg	
		560,00	116.166,37 kg	200.704,00 kg	678.767,83 kg	4.551.111,11 kg	
		570,00	121.422,03 kg	207.936,00 kg	709.477,00 kg	4.715.102,04 kg	
		580,00	126.817,83 kg	215.296,00 kg	741.005,05 kg	4.881.995,46 kg	
		590,00	132.355,01 kg	222.784,00 kg	773.359,12 kg	5.051.791,38 kg	
		600,00	138.034,76 kg	230.400,00 kg	806.546,31 kg	5.224.489,80 kg	
		610,00	143.858,30 kg	238.144,00 kg	840.573,65 kg	5.400.090,70 kg	
		620,00	149.826,82 kg	246.016,00 kg	875.448,10 kg	5.578.594,10 kg	
		IO 13, Trinkwasserleitung (Ost)		630,00	155.941,51 kg	254.016,00 kg	911.176,60 kg
640,00	162.203,52 kg			262.144,00 kg	947.765,98 kg	5.944.308,39 kg	
650,00	168.614,04 kg			270.400,00 kg	985.223,07 kg	6.131.519,27 kg	
660,00	175.174,22 kg			278.784,00 kg	1.023.554,62 kg	6.321.632,65 kg	
670,00	181.885,20 kg			287.296,00 kg	1.062.767,32 kg	6.514.648,53 kg	
680,00	188.748,12 kg			295.936,00 kg	1.102.867,82 kg	6.710.566,89 kg	
690,00	195.764,11 kg			304.704,00 kg	1.143.862,73 kg	6.909.387,76 kg	
700,00	202.934,30 kg			313.600,00 kg	1.185.758,60 kg	7.111.111,11 kg	
710,00	210.259,79 kg			322.624,00 kg	1.228.561,93 kg	7.315.736,96 kg	
720,00	217.741,69 kg			331.776,00 kg	1.272.279,19 kg	7.523.265,31 kg	
730,00	225.381,10 kg			341.056,00 kg	1.316.916,78 kg	7.733.696,15 kg	
740,00	233.179,11 kg			350.464,00 kg	1.362.481,09 kg	7.947.029,48 kg	
750,00	241.136,81 kg			360.000,00 kg	1.408.978,42 kg	8.163.265,31 kg	
760,00	249.255,26 kg			369.664,00 kg	1.456.415,07 kg	8.382.403,63 kg	
770,00	257.535,54 kg			379.456,00 kg	1.504.797,27 kg	8.604.444,44 kg	
780,00	265.978,70 kg			389.376,00 kg	1.554.131,24 kg	8.829.387,76 kg	
790,00	274.585,80 kg			399.424,00 kg	1.604.423,12 kg	9.057.233,56 kg	
800,00	283.357,89 kg			409.600,00 kg	1.655.679,04 kg	9.287.981,86 kg	
810,00	292.296,02 kg			419.904,00 kg	1.707.905,08 kg	9.521.632,65 kg	
820,00	301.401,20 kg			430.336,00 kg	1.761.107,29 kg	9.758.185,94 kg	
830,00	310.674,48 kg			440.896,00 kg	1.815.291,67 kg	9.997.641,72 kg	
840,00	320.116,87 kg			451.584,00 kg	1.870.464,19 kg	10.240.000,00 kg	
850,00	329.729,39 kg			462.400,00 kg	1.926.630,79 kg	10.485.260,77 kg	
860,00	339.513,05 kg			473.344,00 kg	1.983.797,37 kg	10.733.424,04 kg	
870,00	349.468,86 kg			484.416,00 kg	2.041.969,80 kg	10.984.489,80 kg	
880,00	359.597,80 kg			495.616,00 kg	2.101.153,90 kg	11.238.458,05 kg	
890,00	369.900,88 kg			506.944,00 kg	2.161.355,47 kg	11.495.328,80 kg	
900,00	380.379,08 kg			518.400,00 kg	2.222.580,28 kg	11.755.102,04 kg	
910,00	391.033,38 kg			529.984,00 kg	2.284.834,06 kg	12.017.777,78 kg	
920,00	401.864,75 kg			541.696,00 kg	2.348.122,51 kg	12.283.356,01 kg	
930,00	412.874,18 kg			553.536,00 kg	2.412.451,29 kg	12.551.836,73 kg	
940,00	424.062,61 kg			565.504,00 kg	2.477.826,06 kg	12.823.219,95 kg	
950,00	435.431,02 kg			577.600,00 kg	2.544.252,42 kg	13.097.505,67 kg	
960,00	446.980,35 kg			589.824,00 kg	2.611.735,84 kg	13.374.693,88 kg	
970,00	458.711,56 kg			602.176,00 kg	2.680.282,18 kg	13.654.784,58 kg	
980,00	470.625,59 kg			614.656,00 kg	2.749.896,65 kg	13.937.777,78 kg	
990,00	482.723,38 kg			627.264,00 kg	2.820.584,85 kg	14.223.673,47 kg	
1.000,00	495.005,87 kg			640.000,00 kg	2.892.352,25 kg	14.512.471,66 kg	
1.010,00	507.473,99 kg			652.864,00 kg	2.965.204,27 kg	14.804.172,34 kg	
1.020,00	520.128,65 kg			665.856,00 kg	3.039.146,34 kg	15.098.775,51 kg	
1.030,00	532.970,79 kg			678.976,00 kg	3.114.183,82 kg	15.396.281,18 kg	
1.040,00	546.001,33 kg			692.224,00 kg	3.190.322,09 kg	15.696.689,34 kg	
1.050,00	559.221,16 kg			705.600,00 kg	3.267.566,47 kg	16.000.000,00 kg	
1.060,00	572.631,21 kg			719.104,00 kg	3.345.922,26 kg	16.306.213,15 kg	
1.070,00	586.232,37 kg			732.736,00 kg	3.425.394,74 kg	16.615.328,80 kg	
1.080,00	600.025,54 kg			746.496,00 kg	3.505.989,18 kg	16.927.346,94 kg	
1.090,00	614.011,63 kg			760.384,00 kg	3.587.710,80 kg	17.242.267,57 kg	
1.100,00	628.191,51 kg			774.400,00 kg	3.670.564,80 kg	17.560.090,70 kg	

Anhang 4

Sprengplanung für maximale Bruchwandhöhen von 20 m
Beispielberechnungen für Einreihensprengungen ohne Unterteilung der Ladesäule
Lademengenberechnungen für Kopfbohrlöcher

Anlage 4

	Möglichkeit 1	Möglichkeit 2
	Patronen + ANFO	patr.Sprengstoffe wasserführende BL
Max. senkr. Wandhöhe	20,00 m	

Sprengstoffdichte ANFO	0,82 g/cm³				1,20 g/cm³	
Bohrlochdurchmesser	89 mm		102 mm		89 mm	102 mm
BL-Neigung	90 °	83 °	90 °	83 °	83 °	83 °
Unterbohrung	1,00 m	1,00 m	1,00 m	1,00 m	1,00 m	1,00 m
Bohrlochlänge inkl. Unterbohrung	21,0 m	21,2 m	21,0 m	21,2 m	21,2 m	21,2 m
Bohrlochfüllungsgrad ANFO	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Lademetergewicht ANFO	5,10 kg/m	5,10 kg/m	6,70 kg/m	6,70 kg/m	5,10 kg/m	6,70 kg/m
Bohrlochfüllungsgrad Patronen	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Lademetergewicht Patronen	5,60 kg/m	5,60 kg/m	7,35 kg/m	7,35 kg/m	5,60 kg/m	7,35 kg/m

Ladesäule

Zwischenbesatz "zum Strecken"	3,0 m	3,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m
Endbesatzhöhe	3,0 m	3,0 m	3,5 m	3,5 m	3,0 m	3,5 m
Ladesäule	15,0 m	15,2 m	13,5 m	13,7 m	14,2 m	13,7 m
Verstärkungsladung	2,50 kg	2,50 kg	3,1 kg	3,1 kg	2,50 kg	3,1 kg
Hauptsprengstoff	74,0 kg	74,8 kg	87,3 kg	88,3 kg	76,7 kg	97,3 kg
Sprengstoffmenge gesamt	76,5 kg	77,3 kg	90,5 kg	91,5 kg	79,2 kg	100,4 kg

Lademenge pro BL	76,5 kg	77,3 kg	90,5 kg	91,5 kg	79,2 kg	100,4 kg
Lademenge pro Zündzeitstufe *	76,5 kg	77,3 kg	90,5 kg	91,5 kg	79,2 kg	100,4 kg

Sprengtechnische Rasterkalkulation (Bsp.)

Vorgabe (z. B.)	4,0 m	4,0 m	4,5 m	4,5 m	4,0 m	4,5 m
Seitenabstand (z. B.)	4,0 m	4,0 m	5,0 m	5,0 m	4,3 m	5,0 m
Ausbruchsfläche	16,0 m²	16,0 m²	22,5 m²	22,5 m²	17,2 m²	22,5 m²
Spez. Sprengstoffbedarf (kg/fm³)	0,24	0,24	0,20	0,20	0,23	0,22

Der spezifische Sprengstoffaufwand liegt erfahrungsgemäß zwischen 0,2 und 0,3 kg/fm³ und variiert in Abhängigkeit der Vorortbedingungen.

Die Bohrlochraster sind hier beispielhaft aufgeführt und sollten den Vorortbedingungen angepaßt werden.

Anhang 5

Schwinggeschwindigkeits-Abstandstabelle					Anhang 5
Erhard Grörför & Sohn Schotterwerk GmbH & Co.KG - Steinbruch "Am Bolzgraben", Sulz-Fischingen					
Abstandsbereiche von: minimal:		100,0 m	maximal: 1.110,0 m		
Berechnung auf der Grundlage einer konstanten Lademenge je Zündzeitstufe: L = 80,0 kg					
Anwendung der Standard Sprengtechnik bei ca. 20 m Bruchwandhöhe					
Grundlagen:		Gebirgsbeiwerte			
Formeln zur Berechnung der Gebirgsbeiwerte:		Standardwerte			
1) BGR-Sediment Vi = (K1)*L^0,6/R^-1,5		K1 = 969			
2) nach Koch: Vi = (K2)*L^0,5/R^-1,5		K2 = 100			
		Median K _{gemessen}			
		K3 = 336			
		K4 = 21			
Tabelle der zu erwartenden Schwinggeschwindigkeiten					
Tabelle	Abstand (m)	Vi-BGR (K1)	Vi-Koch (K2)	Vi-BGR (K3)	Vi-Koch (K4)
Abstandsbereich von:	100,0 m	100 m	13,43 mm/s	8,94 mm/s	4,86 mm/s
Abstandsschritte:	10,0 m	110 m	11,64 mm/s	8,13 mm/s	4,04 mm/s
IO 11, Trinkwasserleitung (West)	120 m	10,22 mm/s	7,45 mm/s	3,54 mm/s	1,71 mm/s
	130 m	9,06 mm/s	6,88 mm/s	3,14 mm/s	1,44 mm/s
	140 m	8,11 mm/s	6,39 mm/s	2,81 mm/s	1,34 mm/s
	150 m	7,31 mm/s	5,96 mm/s	2,54 mm/s	1,25 mm/s
	160 m	6,64 mm/s	5,59 mm/s	2,30 mm/s	1,17 mm/s
	170,00	6,06 mm/s	5,26 mm/s	2,10 mm/s	1,10 mm/s
	180 m	5,56 mm/s	4,97 mm/s	1,93 mm/s	1,04 mm/s
	190 m	5,13 mm/s	4,71 mm/s	1,78 mm/s	0,99 mm/s
	200 m	4,75 mm/s	4,47 mm/s	1,65 mm/s	0,94 mm/s
	210 m	4,41 mm/s	4,26 mm/s	1,53 mm/s	0,89 mm/s
IO 09, Whs Neckartalstraße 56, Fischingen IO 27, Wasserwerk	220 m	4,12 mm/s	4,07 mm/s	1,43 mm/s	0,85 mm/s
	230 m	3,85 mm/s	3,89 mm/s	1,34 mm/s	0,82 mm/s
	240 m	3,61 mm/s	3,73 mm/s	1,25 mm/s	0,78 mm/s
	250 m	3,40 mm/s	3,58 mm/s	1,18 mm/s	0,75 mm/s
	260 m	3,20 mm/s	3,44 mm/s	1,11 mm/s	0,72 mm/s
	270 m	3,03 mm/s	3,31 mm/s	1,05 mm/s	0,70 mm/s
	280,00	2,87 mm/s	3,19 mm/s	0,99 mm/s	0,67 mm/s
	290,00	2,72 mm/s	3,08 mm/s	0,94 mm/s	0,65 mm/s
	300 m	2,59 mm/s	2,98 mm/s	0,90 mm/s	0,63 mm/s
	310 m	2,46 mm/s	2,89 mm/s	0,85 mm/s	0,61 mm/s
IO 26, Turmstation IO 28, Gewerbe Langewiesen 10 IO 08, Sammelkläranlage Fischingen, Langewiesen 24, Fischingen	320 m	2,35 mm/s	2,80 mm/s	0,81 mm/s	0,59 mm/s
	330,00	2,24 mm/s	2,71 mm/s	0,78 mm/s	0,57 mm/s
	340,00	2,14 mm/s	2,63 mm/s	0,74 mm/s	0,55 mm/s
	350 m	2,05 mm/s	2,56 mm/s	0,71 mm/s	0,54 mm/s
	360,00	1,97 mm/s	2,48 mm/s	0,68 mm/s	0,52 mm/s
	370,00	1,89 mm/s	2,42 mm/s	0,65 mm/s	0,51 mm/s
	380 m	1,81 mm/s	2,35 mm/s	0,63 mm/s	0,49 mm/s
	390 m	1,74 mm/s	2,29 mm/s	0,60 mm/s	0,48 mm/s
	400,00	1,68 mm/s	2,24 mm/s	0,58 mm/s	0,47 mm/s
	410 m	1,62 mm/s	2,18 mm/s	0,56 mm/s	0,46 mm/s
IO 17, Aussiedlerhof Höhenhof, Hinter der Scheuer, Betra	420,00	1,56 mm/s	2,13 mm/s	0,54 mm/s	0,45 mm/s
	430 m	1,51 mm/s	2,08 mm/s	0,52 mm/s	0,44 mm/s
	440 m	1,46 mm/s	2,03 mm/s	0,50 mm/s	0,43 mm/s
	450 m	1,41 mm/s	1,99 mm/s	0,49 mm/s	0,42 mm/s
	460 m	1,36 mm/s	1,94 mm/s	0,47 mm/s	0,41 mm/s
	470,00	1,32 mm/s	1,90 mm/s	0,46 mm/s	0,40 mm/s
	480 m	1,28 mm/s	1,86 mm/s	0,44 mm/s	0,39 mm/s
	490,00	1,24 mm/s	1,83 mm/s	0,43 mm/s	0,38 mm/s
	500 m	1,20 mm/s	1,79 mm/s	0,42 mm/s	0,38 mm/s
	510 m	1,17 mm/s	1,75 mm/s	0,40 mm/s	0,37 mm/s
IO 29, Bahntrasse Obere Neckarbahn IO 01, Aussiedlerhof Wehrstein	520 m	1,13 mm/s	1,72 mm/s	0,39 mm/s	0,36 mm/s
	530 m	1,10 mm/s	1,69 mm/s	0,38 mm/s	0,35 mm/s
	540 m	1,07 mm/s	1,66 mm/s	0,37 mm/s	0,35 mm/s
	550 m	1,04 mm/s	1,63 mm/s	0,36 mm/s	0,34 mm/s
	560 m	1,01 mm/s	1,60 mm/s	0,35 mm/s	0,34 mm/s
	570 m	0,99 mm/s	1,57 mm/s	0,34 mm/s	0,33 mm/s
	580 m	0,96 mm/s	1,54 mm/s	0,33 mm/s	0,32 mm/s
	590,00	0,94 mm/s	1,52 mm/s	0,33 mm/s	0,32 mm/s
	600 m	0,91 mm/s	1,49 mm/s	0,32 mm/s	0,31 mm/s
	610 m	0,89 mm/s	1,47 mm/s	0,31 mm/s	0,31 mm/s
IO 19, Sportheim, Betra IO 13, Trinkwasserleitung (Ost)	620,00	0,87 mm/s	1,44 mm/s	0,30 mm/s	0,30 mm/s
	630,00	0,85 mm/s	1,42 mm/s	0,29 mm/s	0,30 mm/s
	640 m	0,83 mm/s	1,40 mm/s	0,29 mm/s	0,29 mm/s
	650 m	0,81 mm/s	1,38 mm/s	0,28 mm/s	0,29 mm/s
	660 m	0,79 mm/s	1,36 mm/s	0,27 mm/s	0,28 mm/s
	670 m	0,77 mm/s	1,33 mm/s	0,27 mm/s	0,28 mm/s
	680 m	0,76 mm/s	1,32 mm/s	0,26 mm/s	0,28 mm/s
	690 m	0,74 mm/s	1,30 mm/s	0,26 mm/s	0,27 mm/s
	700 m	0,73 mm/s	1,28 mm/s	0,25 mm/s	0,27 mm/s
	710 m	0,71 mm/s	1,26 mm/s	0,25 mm/s	0,26 mm/s
IO 16, Freileitungsmast	720 m	0,70 mm/s	1,24 mm/s	0,24 mm/s	0,26 mm/s
	730 m	0,68 mm/s	1,23 mm/s	0,24 mm/s	0,26 mm/s
	740 m	0,67 mm/s	1,21 mm/s	0,23 mm/s	0,25 mm/s
	750 m	0,65 mm/s	1,19 mm/s	0,23 mm/s	0,25 mm/s
	760 m	0,64 mm/s	1,18 mm/s	0,22 mm/s	0,25 mm/s
	770 m	0,63 mm/s	1,16 mm/s	0,22 mm/s	0,24 mm/s
	780 m	0,62 mm/s	1,15 mm/s	0,21 mm/s	0,24 mm/s
	790 m	0,60 mm/s	1,13 mm/s	0,21 mm/s	0,24 mm/s
	800 m	0,59 mm/s	1,12 mm/s	0,21 mm/s	0,23 mm/s
	810 m	0,58 mm/s	1,10 mm/s	0,20 mm/s	0,23 mm/s
IO 23, Gewerbe Haigerlocher Str. 44, Betra	820 m	0,57 mm/s	1,09 mm/s	0,20 mm/s	0,23 mm/s
	830 m	0,56 mm/s	1,08 mm/s	0,19 mm/s	0,23 mm/s
	840 m	0,55 mm/s	1,06 mm/s	0,19 mm/s	0,22 mm/s
	850,00	0,54 mm/s	1,05 mm/s	0,19 mm/s	0,22 mm/s
	860 m	0,53 mm/s	1,04 mm/s	0,18 mm/s	0,22 mm/s
	870 m	0,52 mm/s	1,03 mm/s	0,18 mm/s	0,22 mm/s
	880 m	0,51 mm/s	1,02 mm/s	0,18 mm/s	0,21 mm/s
	890 m	0,51 mm/s	1,00 mm/s	0,18 mm/s	0,21 mm/s
	900 m	0,50 mm/s	0,99 mm/s	0,17 mm/s	0,21 mm/s
	910 m	0,49 mm/s	0,98 mm/s	0,17 mm/s	0,21 mm/s
IO 24, Whs Am Südhang 3, Betra	920 m	0,48 mm/s	0,97 mm/s	0,17 mm/s	0,20 mm/s
	930 m	0,47 mm/s	0,96 mm/s	0,16 mm/s	0,20 mm/s
	940 m	0,47 mm/s	0,95 mm/s	0,16 mm/s	0,20 mm/s
	950 m	0,46 mm/s	0,94 mm/s	0,16 mm/s	0,20 mm/s
	960 m	0,45 mm/s	0,93 mm/s	0,16 mm/s	0,20 mm/s
	970 m	0,44 mm/s	0,92 mm/s	0,15 mm/s	0,19 mm/s
	980 m	0,44 mm/s	0,91 mm/s	0,15 mm/s	0,19 mm/s
	990 m	0,43 mm/s	0,90 mm/s	0,15 mm/s	0,19 mm/s
	1.000 m	0,42 mm/s	0,89 mm/s	0,15 mm/s	0,19 mm/s
	1.010 m	0,42 mm/s	0,89 mm/s	0,15 mm/s	0,19 mm/s
	1.020 m	0,41 mm/s	0,88 mm/s	0,14 mm/s	0,18 mm/s
	1.030 m	0,41 mm/s	0,87 mm/s	0,14 mm/s	0,18 mm/s
	1.040 m	0,40 mm/s	0,86 mm/s	0,14 mm/s	0,18 mm/s
	1.050 m	0,39 mm/s	0,85 mm/s	0,14 mm/s	0,18 mm/s
	1.060 m	0,39 mm/s	0,84 mm/s	0,13 mm/s	0,18 mm/s
	1.070 m	0,38 mm/s	0,84 mm/s	0,13 mm/s	0,18 mm/s
	1.080 m	0,38 mm/s	0,83 mm/s	0,13 mm/s	0,17 mm/s
	1.090 m	0,37 mm/s	0,82 mm/s	0,13 mm/s	0,17 mm/s
	1.100 m	0,37 mm/s	0,81 mm/s	0,13 mm/s	0,17 mm/s
	1.110 m	0,36 mm/s	0,81 mm/s	0,13 mm/s	0,17 mm/s

Anhang 6 a

Steinfluggefahren

Die Vorgabe "W" gleicht mechanisch gesehen einem beidseitig eingespannten Balken.

Die Einspannung erfolgt zum einen im Bereich des Bruchwandfußes und zum anderen im Bereich der Endbesatzhöhe.

Dieser Balken wird durch den Druck, der sich im Augenblick der Detonation umsetzenden Sprengstoffladung auf Durchbiegung beansprucht.

Der auf die Bohrlochwandungen und damit auch auf die Vorgabe "W" einwirkende Expansionsstoß erreicht Größen von 100.000 bis 120.000 bar.

Dabei ist die Einspannung bzw. Verspannung und damit auch der Sprengwiderstand im Bereich des Wandfußes erheblich größer (ungefähr

Faktor 3) als im weiteren Wandverlauf in Richtung des Endbesatzes.

In der Abbildung 1 ist das Prinzip einer Gewinnungssprengung im Profil dargestellt.

Die Vorgabe "W" wird normal geworfen und zerkleinert. Dieser Vorgang erfolgt kontrolliert und ist kalkulierbar, sofern die für eine Sprenganlage erforderlichen Parameter eingehalten werden.

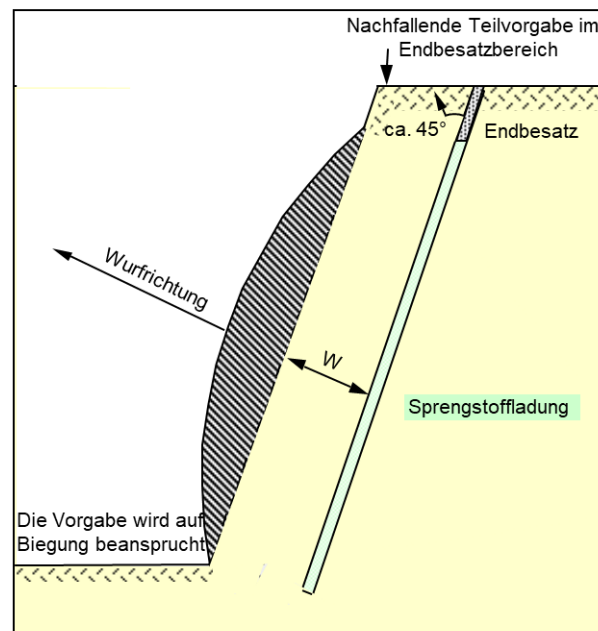


Abb. 1: Normalfall einer Gewinnungssprengung durch Kopfböhrlöcher

Anhang 6 b

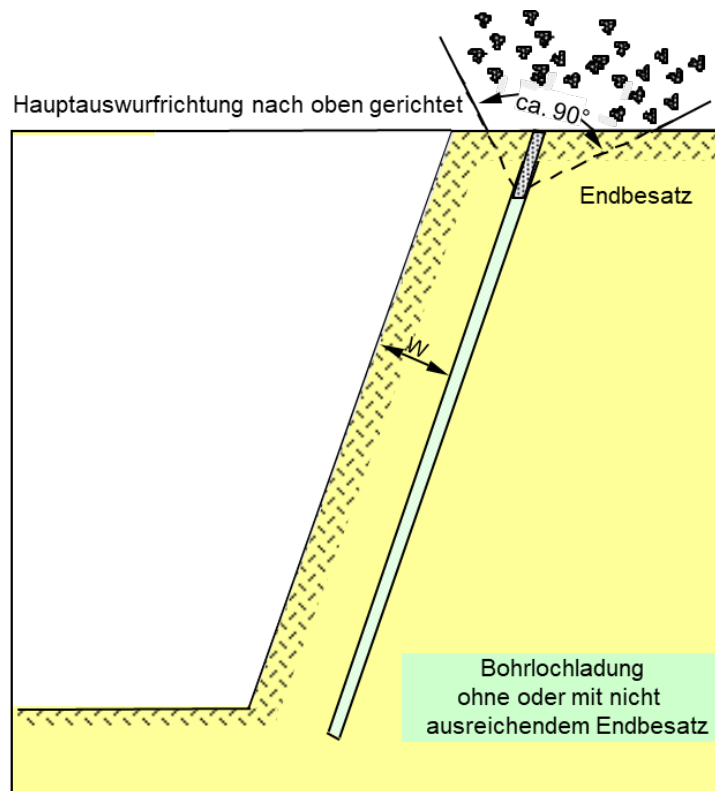


Abb. 2: Steinflug durch Nichteinhaltung der erforderlichen Mindestendbesatzhöhe

Die Neigung der Bohrlöcher weicht erheblich von der Bruchwandneigung ab, es ist zu flach gebohrt worden.
Im unteren Bohrlochbereich ist keine ausreichende Vorgabe vorhanden.

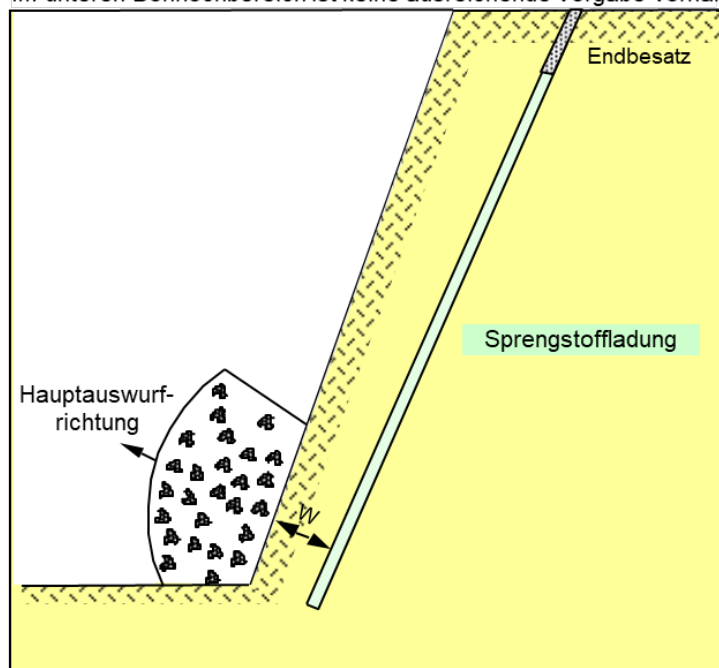


Abb. 3: Steinflug durch Bohr- und/oder Vermessungsfehler

Anhang 6 c

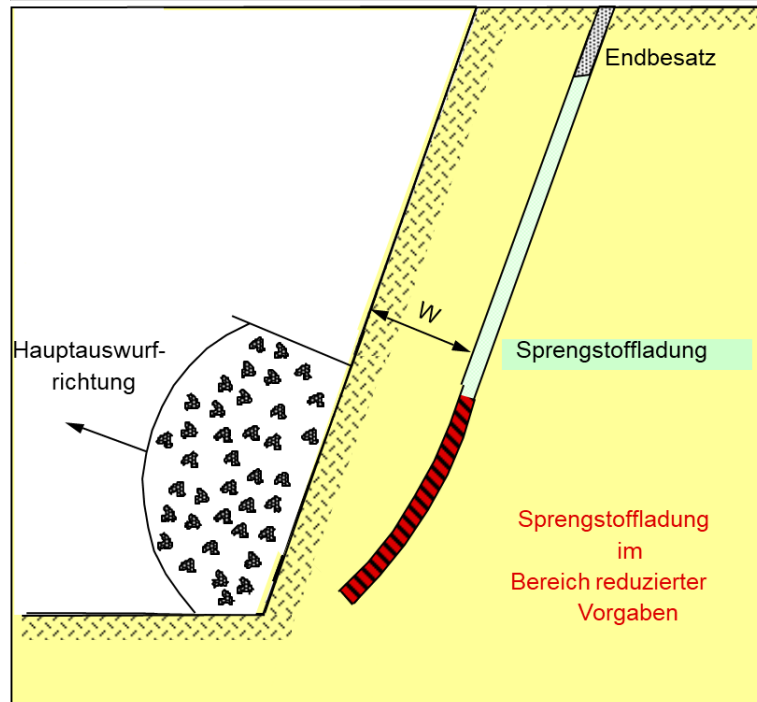
Steinflug durch " in sich verlaufene Bohrlöcher"

Abb. 4

Verlaufen von Bohrlöchern, z. B. durch Einsatz falscher Bohrgeräte (Außenhammergerät unter ungeeigneten Einsatzbedingungen). Geringe Vorgaben im Wandfußbereich wurden nicht berücksichtigt.

Anhang 6 d

Steinflug durch Wandausbrüche und fehlenden Zwischenbesatz

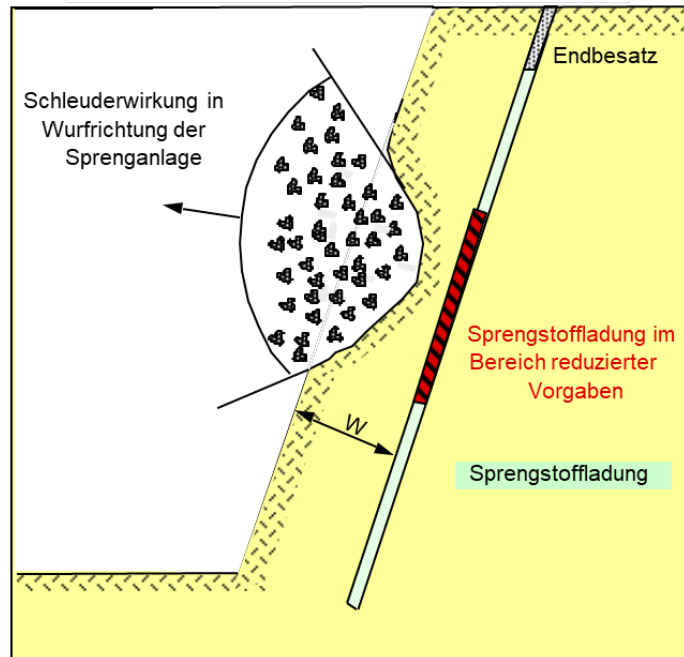


Abb. 5: Der Wandausbruch muß eingemessen werden und das Bohrloch in diesem Bereich mit Zwischenbesatz verfüllt sein.

Verlaufen von losen Sprengstoffen in Klüfte und Höhlen

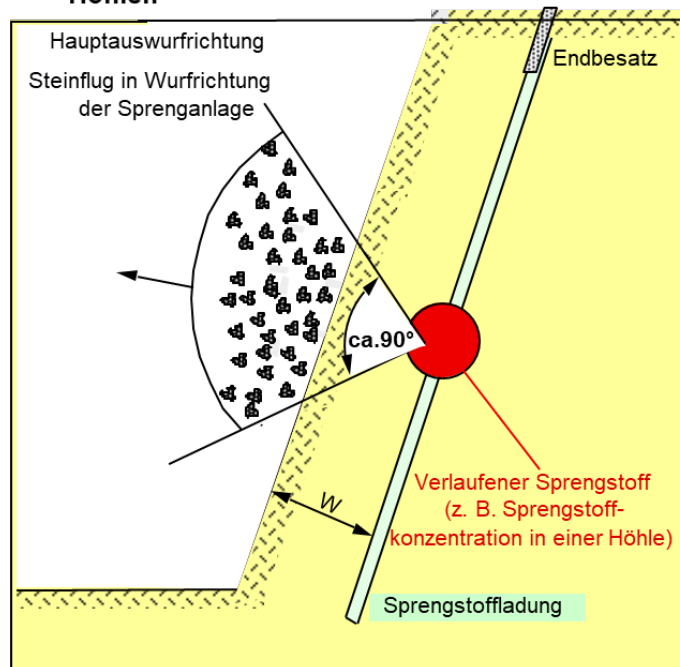


Abb. 6: Steinflug durch Sprengstoffansammlungen außerhalb des Bohrloches

Anhang 6 e

**Nicht ausreichende Vorgaben von Sohlschüssen
bzw. bei Nacharbeit in der Sohle.
Abdeckung fehlt!!**

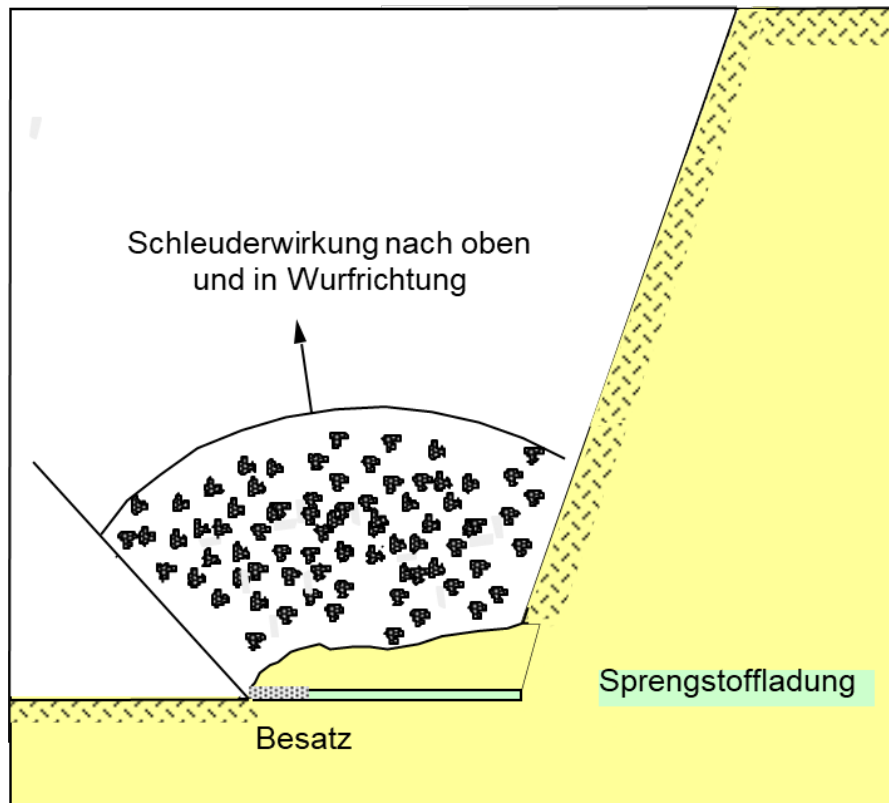


Abb. 7: Steinflug durch Überladungen



Legende

Genehmigte Abbaufläche

Erweiterungsfläche Abbau

VRG Abbau Schwarzwald-Baar-Heuberg

VRG Sicherung Nordschwarzwald

Erweiterungsfläche Abbauhalde

Erweiterungsfläche Folienteich

Anlage 1

Datenquellen:

- Topografie, Orthomosaik: Ingenieurbüro Dörr 26.11.2020

- umgebende Orthofotos: LGL Baden-Württemberg 12.08.2018

- Flurkarte: 12.2014

Hinweise:

- Alle Höhenangaben in m ü NN

- Koordinatensystem ist GK3

- In Bereichen von Feldern, Hecken, o.ä. können die Höhenlinien aufgrund der Vegetationsauflage von den tatsächlichen Bodenhöhen abweichen. Besonders stark ist dieser Effekt bei bewaldeten Gebieten.

- Elemente in UTM wurden mittels BWTA2017 (KootransBW) nach GK3 transformiert.

Maßstab:

0 m

250 m

N

W

S

O

DÖRR

INGENIEURBÜRO

Siebenmühlenstraße 36, 70771 Leinfelden-Echterdingen

Tel. 07 11 - 99 760 7-60, Fax. 07 11 - 99 760 7-80

Email: info@doerrib.de

E. Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG

Horber Gäble 7, 72186 Empfingen

Steinbruch Fischingen-Eckwald

Steinbrucherweiterung Scoping

Bestand und Erweiterung

gezeichnet:
Dr. N. Dörr, 10.2.2021

gesehen:

Plannummer:
V19-0801/2

Maßstab:

1 : 2.500 (DIN A2)

a

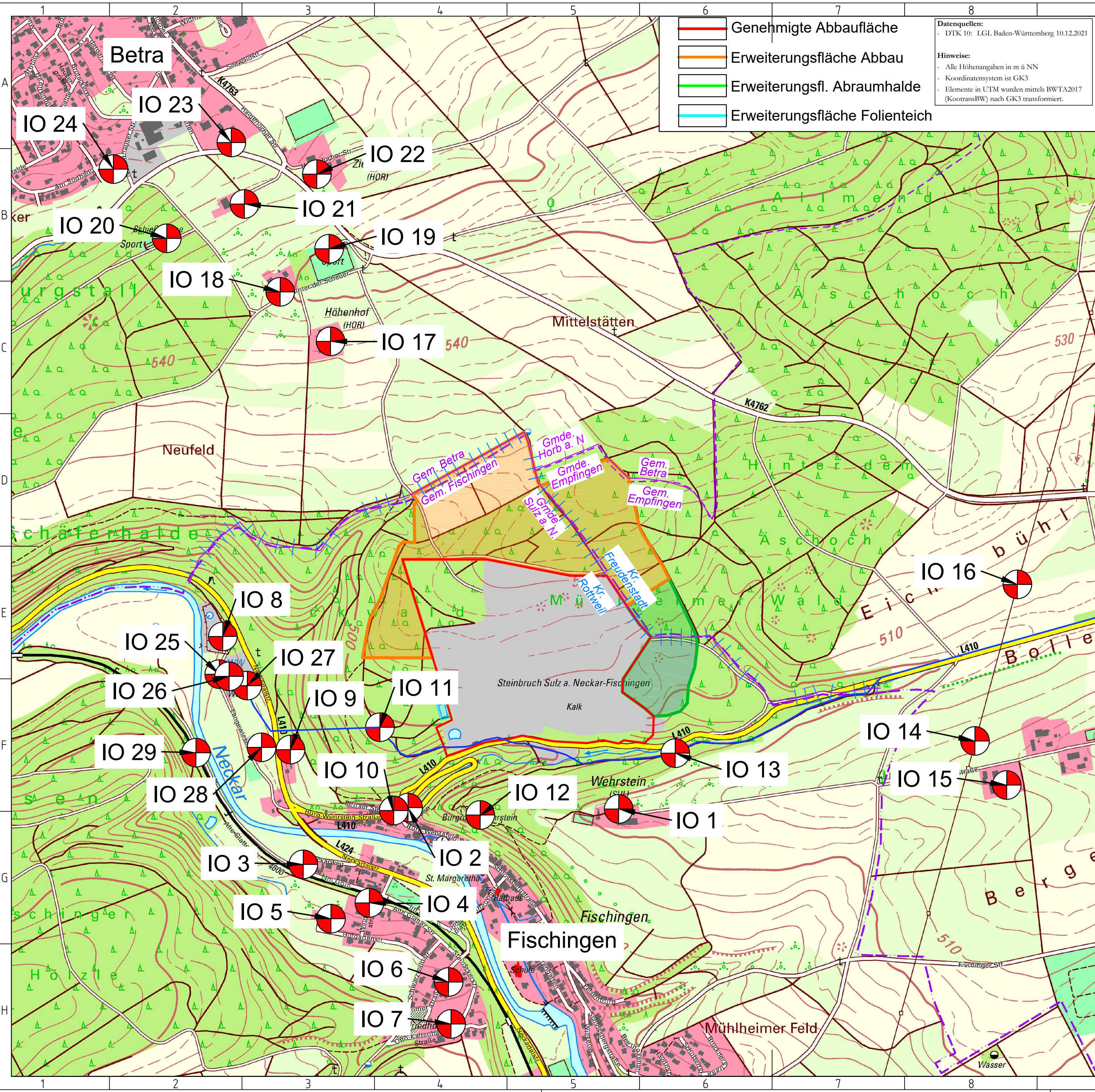
b

c

d

e

f



- Genehmigte Abbaufläche
- Erweiterungsfläche Abbau
- Erweiterungsfl. Abraumhalde
- Erweiterungsfläche Folienteich

Datenquellen:
- DTK 10: LGL Baden-Württemberg 10.12.2021

Hinweise:
- Alle Höhenangaben in m ü NN
- Koordinatensystem ist GK3
- Elemente in UTM wurden mittels BWTA2017 (KootransBW) nach GK3 transformiert.

Immissionsorte	Abstand zum Sprengbereich	Abstand zur Lagerfläche
IO 1 Wehrsteiner Hof 1	499 m	243 m
IO 2 Am Bolzgraben 1, Fischingen	368 m	597 m
IO 3 Neckarweg 15, Fischingen	528 m	890 m
IO 4 Alte Glatte Straße 27 / W aldblickstr. 7, Fischingen	602 m	808 m
IO 5 Hofgärtenstr. 24, Fischingen	645 m	906 m
IO 6 Römerstr. 5, Fischingen	796 m	824 m
IO 7 Otto-Kaltenbach-Str. 7, Fischingen	899 m	904 m
IO 8 Langewiesen 24, Fischingen	348 m	987 m
IO 9 Neckartalstraße 56, Fischingen	287 m	826 m
IO 10 Betraer Steige 6, Fischingen	375 m	632 m
IO 11 Trinkwasserleitung (West)	171 m	601 m
IO 12 Ruine Wehrstein	403 m	461 m
IO 13 Trinkwasserleitung (Ost)	639 m	95 m
IO 14 Stromleitung	849 m	711 m
IO 15 Wehrsteiner Str. 43	970 m	809 m
IO 16 Mast Stromleitung	854 m	798 m
IO 17 Höhenhof, Betra	425 m	974 m
IO 18 Hinter der Scheuer, Betra	592 m	1.147 m
IO 19 Sportheim, Betra	625 m	1.140 m
IO 20 Schießstand, Betra	870 m	1.444 m
IO 21 Neuwiesenäcker 2, Betra	822 m	1.361 m
IO 22 Haigerlocher Straße 71, Betra	801 m	1.304 m
IO 23 Haigerlocher Straße 44, Betra	970 m	1.494 m
IO 24 Am Südhang 3, Betra	1.083 m	1.653 m
IO 25 Mast Stromleitung	354 m	990 m
IO 26 Turmstation	331 m	966 m
IO 27 Wasserwerk	291 m	920 m
IO 28 Langewiesen 10	332 m	896 m
IO 29 Bahntrasse	471 m	1.056 m

Maßstab:

0 m

INGENIEURBÜRO
Siebenmühlenstraße 36, 70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel. 07 11 - 99 760 7-60, Fax. 07 11 - 99 760 7-80
Email: info@doerrib.de

E. Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG
Rotwiesen 1, 72186 Empfingen

Maßstab:
1 : 6.500 (DIN A2)

Steinbruch Sulz-Fischingen
BImSch-Antrag Erweiterung

Immissionsorte Anlage 2

gezeichnet:
Dr. N. Dörr, 25.01.2022

gesehen:

Plannummer:

Engineering Service Schmücker
Dipl.-Ing. (RWTH) Guido A. Schmücker
Sprengingenieur
Bethlehemstr. 59
D-50126 Bergheim

26. Februar 2022



Von der IHK zu Köln öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Sprengtechnik und Immissionsbeurteilungen bei übertägigen und untertägigen Gesteinssprengungen.

Messbericht

Bearbeiter	Alexander H. Kirchhofer Engineering Service Schmücker Alter Markt 43 - 46 41061 Mönchengladbach
Projekt	<u>Steinbruch Am Bolzgraben</u> <u>Sulz-Fischingen</u>
Thema	Überprüfung zur Einhaltung der Anhaltswerte gemäß einschlägiger Regelwerke für Erschütterungen im Bauwesen während der Sprengarbeiten im Steinbruch Am Bolzgraben am Immissionsort IO 01 a - Fundament, Betraer Steige 6 in 72172 Sulz-Fischingen
Bezug	Spreng- und immissionstechnisches Gutachten „Erweiterung Steinbruch Am Bolzgraben“
Auftraggeber	Erhard Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG Rotwiesen 1 72186 Empfingen

Inhalt

I	Textteil	
1	Allgemeines	2
	1.1 Auftrag und Vorgehensweise	2
	1.2 Quellen als Grundlage zur Erstellung des Messberichtes	2
2	Sprengtechnik	3
3	Beschreibung der Messgeräte	4
4	Lagebeschreibung der Messobjekte und Messorte	5
5	Umgebungsverhältnisse	5
	5.1 Witterung	5
	5.2 Umgebungsstruktur	6
	5.3 Fremdereignisse	6

	6	Messergebnisse	7
	7	Schlussfolgerung	9
II	Anhang		
	A	Fotodokumentation der einzelnen Messstellen und Messorte	
III	Anlagenteil		
	Anlage 1: Tabellarische Zusammenfassungen der Messergebnisse 2020		
	Anlage 2: Tabellarische Zusammenfassungen der Messergebnisse 2021		

1 Allgemeines

Nördlich des zu der Stadt Sulz am Neckar (Landkreis Rottweil) gehörenden Ortsteils Fischingen betreibt die Firma Erhard Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG (im Folgenden: Fa. Gfrörer) einen Steinbruch in dem Kalkstein und Dolomit mit Bohr- und Sprengarbeit abgebaut werden. Diese Arbeiten führt die Fa. Gfrörer in Eigenregie aus.

Der Steinbruch dient als Rohstofflieferant für das jeweils am gleichen Ort befindliche Schotter- und Betonwerk der Fa. Gfrörer.

Zur Dokumentation der aus den Sprengarbeiten resultierenden Erschütterungsimmissionen, betreibt die Fa. Gfrörer auf freiwilliger Basis seit dem 27.01.2020 eine Messstelle in Fischingen.

1.1 Auftrag und Vorgehensweise

Zur Sicherung der Rohstoffversorgung plant die Fa. Gfrörer die Erweiterung ihrer Abbauflächen. Die geplante Erweiterungsfläche schließt unmittelbar nördlich aber auch teilweise westlich und nordöstlich an die bereits genehmigte Abbaufläche an.

Das Vorhaben der Erweiterung bedarf einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung. Für das entsprechende Genehmigungsverfahren ist die Vorlage eines Spreng- und immissions-technischen Gutachtens erforderlich. Die Fa. Gfrörer hat den Unterzeichner beauftragt dieses Gutachten zu erstellen. Die Beauftragung beinhaltet auch die Auswertung der als repräsentativ zu betrachtenden Messwerten der Erschütterungsimmissionen. Damit soll auch die bisherige Einhaltung der Anhaltswerte zur DIN 4150 Teil 3 und Teil 2 überprüft werden. Auswertungszeitraum ist der 27.01.2020 (Einrichtung der Messstelle) bis zum 31.12.2021.

Die ausgewerteten Messdaten bilden die Datengrundlage für die Ausarbeitung des Gutachtens.

Im vorliegenden Messbericht werden somit die erfassten und ausgewerteten Messdaten im vorbezeichneten Zeitraum dokumentiert sowie die Messstelle beziehungsweise der DIN-gerechte Messort beschrieben. Darüber hinaus wird die Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte der maßgeblichen Normen für den Messzeitraum untersucht.

1.2 Quellen als Grundlage zur Erstellung des Messberichtes

Nachfolgende Unterlagen wurden vom Unterzeichner zur Ausarbeitung des Messberichtes verwendet (Auszug):

- DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen
 - Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen (Weißdruck Juni 2001)
 - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (Weißdruck Juni 1999)
 - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen (Weißdruck Dezember 2016)
- DIN 45669 Messung von Schwingungsimmissionen
 - Teil 1: Schwingungsmesser - Anforderungen und Prüfung (Weißdruck Juni 2020)
 - Teil 2: Messverfahren (Weißdruck Juni 2005)
- Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“. Herausgeber: Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), Stand 06.03.2018
- Erschütterungsmessdaten der Fa. Gfrörer im Zeitraum 28.01.2020 - 31.12.2021
- Auswertungen des Unterzeichners bzw. von seinem Ingenieurbüro Engineering Service Schmücker (ESS) der im vorbezeichneten Zeitraum durchgeführten Sprengungen

- Sprengtechnische Daten der Fa. Gfrörer (Sprengprotokolle und Entfernungsangaben)

2 Sprengtechnik

Die im vorliegenden Messbericht betrachteten Erschütterungsimmissionen resultieren aus insgesamt 233 betriebsüblichen Sprengungen. Hierbei wurden in 2020 genau 123 der insgesamt 132 Sprengungen erfasst. Darüber hinaus führte die Fa. Lothar Rapp GmbH Bohr- und Sprengunternehmen in 2020 eine Sprengung im Steinbruch durch. Da diese Sprengung als Probesprengung eingeordnet werden kann, wird sie in der Auswertung nicht weiter berücksichtigt. In 2021 wurden alle 110 getätigten Sprengungen messtechnisch dokumentiert.

Während sich in 2020 die Sprengungen näherungsweise gleichmäßig auf die vier Sohlen des Steinbruchs verteilen, gab es in 2021 eine Konzentration der Sprengarbeiten auf die Sohlen 2 bis 4. Für 2020 gibt Abbildung 1 und für 2021 Abbildung 2 einen Überblick über die Anzahl der Sprengungen auf den jeweiligen Sohlen.

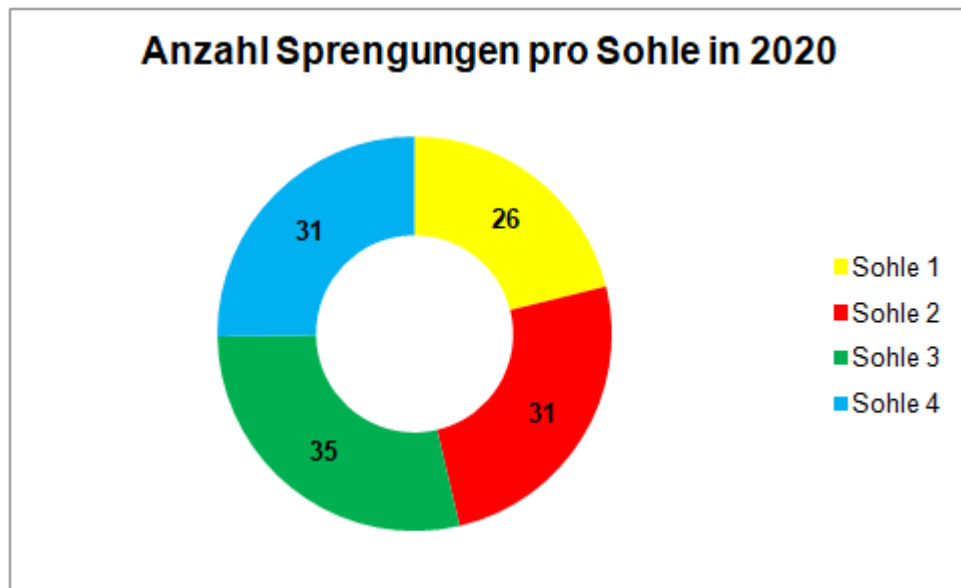


Abbildung 1: Anzahl der Sprengungen pro Sohle in 2020

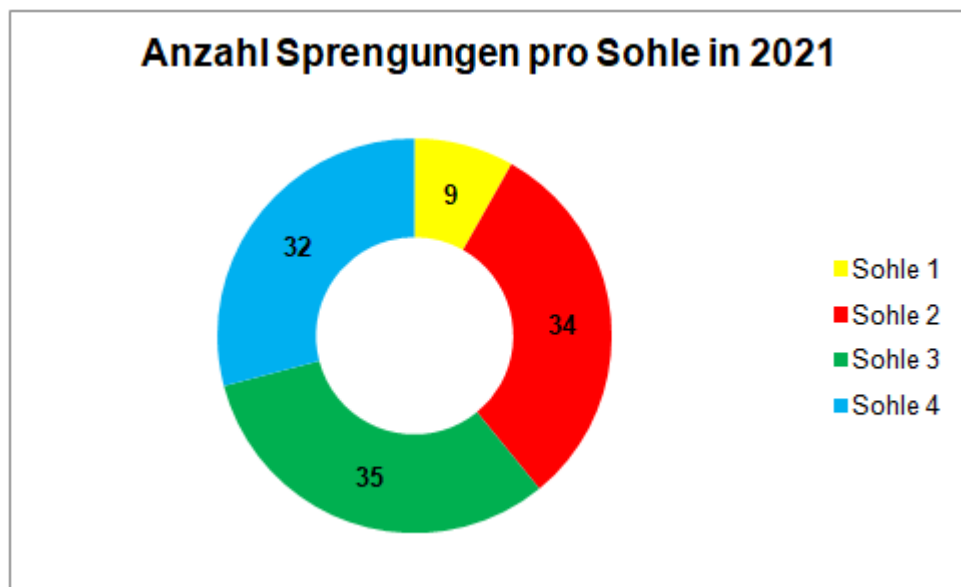


Abbildung 2: Anzahl der Sprengungen pro Sohle in 2021

In beiden Jahren unterscheiden sich die Sprengungen bezüglich der jeweiligen Bohrlochanzahl zum Teil erheblich. Die Anzahl der Bohrlöcher pro Sprengung lag in 2020 und 2021 in einem Korridor von 2 bis 47 Bohrlöchern.

Dabei lagen in beiden Jahren die Bohrlochlängen in einem Bereich von 2,5 m bis 30,0 m. Der Bohrlochdurchmesser betrug dabei jeweils 89 mm auf, die Bohrlochneigung ca. 83°. Als Sprengraster wurde überwiegend eine Vorgabe von 4 m und ein Seitenabstand von ebenfalls 4 m verwendet.

In den beiden Jahren wurden die Bohrlöcher ausschließlich mit dem patronierten Emulsions-sprengstoff Emulex und, wenn trockene Bohrlöcher vorhanden waren, mit dem losen ANFO-Sprengstoff Wandex N1 geladen.

Die Sprengungen wurden mit dem elektrischen Zündverfahren (25 ms-Kurzzeitzünder) sowie Sprengschnur mit einem Ladungsgewicht von 20 g/m aus dem Bohrlochtiefsten gezündet.

In 2020 wurde eine maximale Lademenge pro Zündzeitstufe in Höhe von $L_{\max} = 120$ kg und in 2021 in Höhe von $L_{\max} = 195$ kg eingesetzt.

Für die Erstellung des vorliegenden Messberichtes hat die Fa. Gfrörer dem Unterzeichner Informationen zu den Sprengparameter der im Betrachtungszeitraum getätigten Sprengungen zur Verfügung gestellt. Bei Bedarf ist eine Einsicht der entsprechenden Unterlagen möglich.

3 Beschreibung des Schwingungsmessgerätes

Die Fa. Gfrörer setzt für die Messungen der Erschütterungsimmissionen ein betriebseigenes Schwingungsmessgerät des Typs MENHIR vom Hersteller SEMEX-EngCon ein. Das Messgerät trägt die interne Bezeichnung Gfr_001-19321312. Ein baugleiches Gerät zeigt Abbildung 3.



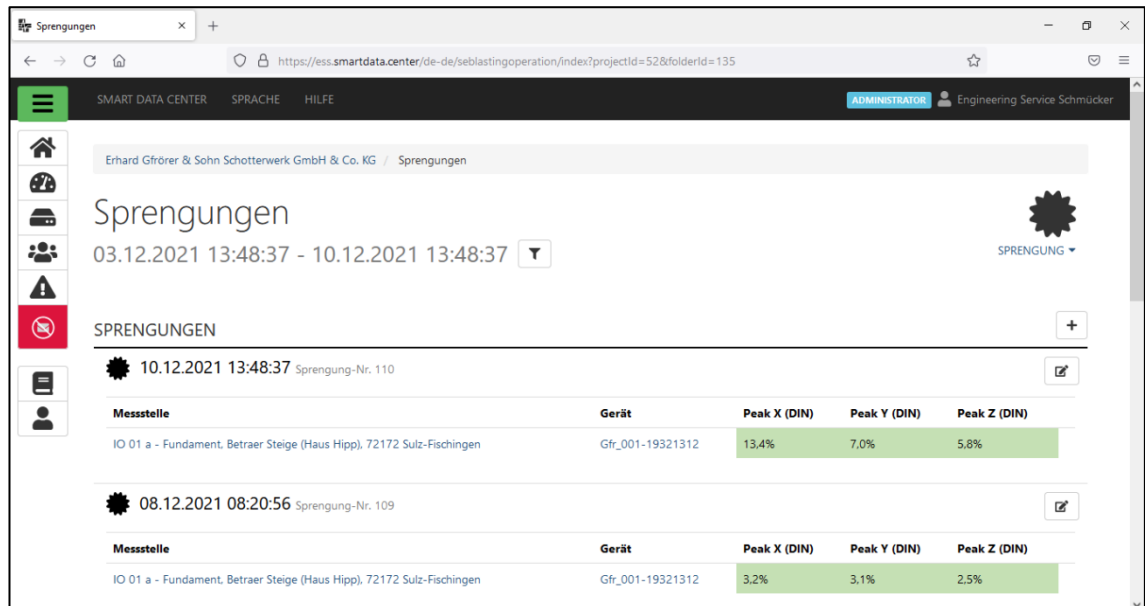
Abbildung 3: Baugleiches Messgerät vom Typ SEMEX-EngCon MENHIR

Bei dem Messgerätetyp handelt es sich um ein DIN 45669 konformes, digitales 24 bit Schwingungsmessgerät. Es verfügt über einen 3-axialen, internen Geschwindigkeitssensor, KB-Bewertung nach DIN 4150 Teil 2 sowie über ein internes WLAN- und GPRS-Modem. Hierüber werden kontinuierlich alle Messdaten in die vom Unterzeichner zur Verfügung gestellte, web-basierte Auswertungssoftware Smart Data Center (SDC) übertragen. Dementsprechend liegen im SDC auch kurzfristig nach den einzelnen Sprengungen die jeweiligen Daten vor. Im SDC erfolgen die Visualisierung, die Auswertung gegen die maßgebliche Norm, die Dokumentation und die Speicherung der Messdaten. Abbildung 4 zeigt exemplarisch eine Ansicht der gegen die Norm ausgewerteten Messergebnisse im SDC. Dabei werden die Ergebnisse in einer übersichtlichen Ampeldarstellung angezeigt.

Schwingungsmessgeräte des Typs MENHIR weisen ein Eigengewicht von > 5 kg auf. Erfahrungsgemäß tritt bei diesem Eigengewicht kein „Abheben“ oder „Wandern“ des Sensors auf. Dieser ist zudem schwerer als in der DIN gefordert und mitsamt dem Messgerät in einem Gehäuse konstruiert. Anhand der jeweiligen Schwingungsverläufe kann überprüft werden, dass der Sensor weder „abhebt“ oder „wandert“. Die jeweiligen Schwingbeschleunigungsspitzenwerte in allen Richtungen liegen hier jeweils unterhalb von 3 m/s^2 (in der DIN festgelegter Grenzwert). Daher kann auf eine spezielle Befestigung der Messeinrichtung (z. B. Anklebung oder Beschwerung, s. DIN 45669-2 unter Pkt. 5.3) verzichtet werden.

Oberhalb der eingestellten Triggerschwellen werden Schwingungsereignisse als Events aufgezeichnet. Bei dem Messgerät Gfr_001-19321312 war ab dem Zeitpunkt der Instrumentierung zunächst eine Triggerschwelle in Höhe von $0,5 \text{ mm/s}$ eingestellt. Da das aus den Sprengungen

resultierende Erschütterungsniveau aber unterhalb dieses Wertes lag, wurde vor der Sprengung-Nr. 018 (2020) die Triggerschwelle auf 0,1 mm/s abgesenkt. Mit dieser niedrigen Triggerschwelle wurde das Ziel verfolgt, möglichst viele Sprengerschütterungsimmissionen am Messort als Event erfassen zu können.



The screenshot shows the SDC interface for 'Sprengungen'. The main content area displays two blasting events with their respective measurement results. The table below summarizes the data shown in the screenshot.

Event	Messstelle	Gerät	Peak X (DIN)	Peak Y (DIN)	Peak Z (DIN)
10.12.2021 13:48:37 Sprengung-Nr. 110	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen	Gfr_001-19321312	13,4%	7,0%	5,8%
08.12.2021 08:20:56 Sprengung-Nr. 109	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen	Gfr_001-19321312	3,2%	3,1%	2,5%

Abbildung 4: Exemplarische Ansicht der ausgewerteten Messergebnisse im SDC

Zusätzlich bieten die Messgeräte die Möglichkeit eine kontinuierliche Hintergrund-Aufzeichnung (Background Recording) durchzuführen. Hierbei wird z. B. alle 30 s der maximal gemessene Schwingungsgeschwindigkeitswert sowie der KB_{max} -Wert (= Immissionswert IW gemäß der DIN 4150 Teil 2 bzw. des Runderlasses für die Deckenmitte der obersten Deckenebene) aufgezeichnet, auch wenn dieser unterhalb der eingestellten Triggerschwelle liegt. Somit erfolgt eine im Prinzip lückenlose Dokumentation der Immissionsbeeinflussung an den jeweiligen Messorten.

4 Lagebeschreibung des Messortes

Der als „Immissionsobjekt (IO) 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen“ bezeichnete Messort wurde vom Unterzeichner ausgewählt und am 27.01.2020 instrumentiert.

Bei dem Messort handelt es sich um eine massiv gebaute Garage in Hanglage in einer minimalen Entfernung von ca. 512 m zur genehmigten Abbaufäche des Steinbruchs (am nördlichen Rand von Fisingen). Das Schwingungsmessgerät ist hier an der östlichen Außenwand auf dem Betonboden des Gebäudes platziert. Somit ist an dem Messort eine feste Fundamentankopplung vorhanden (vergl. Anhang A, Bilder des Messortes).

Der Messort liegt. Dementsprechend kann er als repräsentativ für die übrige Wohnbebauung in Fisingen angesehen werden. Abbildung 5 gibt einen Überblick zur Lage der Messstelle Betraer Steige 6.

5 Umgebungsverhältnisse

Während der beiden diesem Messbericht zugrunde liegenden Sprengungen lagen die nachfolgend aufgeführten Umgebungsverhältnisse vor.

5.1 Witterung

Bezüglich der herrschenden Witterungsverhältnisse zu den einzelnen Sprengungen liegen dem Unterzeichner keine individuellen Daten vor. Da die betrachteten Sprengungen in einem Zeitraum von ca. Ende Januar 2020 bis ca. Mitte Dezember 2021 durchgeführt wurden, haben die Messungen in allen vier Jahreszeiten stattgefunden. Dementsprechend kann von den

verschiedenen, den jeweiligen Jahreszeiten entsprechenden Witterungsverhältnissen und Bodenbeschaffenheiten (trocken, nass, Frost) ausgegangen werden.

5.2 Umgebungsstruktur

Der Steinbruch Am Bolzgraben der Fa. Gfrörer liegt zwischen Fischingen im Süden (Entfernung ca. 0,5 km), Betra (Ortsteil von Horb am Neckar, Entfernung ca. 1,1 km) und Empfingen im Osten (Entfernung ca. 1,5 km).

Die Betriebsfläche des Steinbruchs grenzt im Süden unmittelbar an die Landesstraße 410, die Dettingen (Ortsteil von Horb am Neckar) mit Empfingen verbindet. Im Westen, Norden und Osten ist der Steinbruch von Waldflächen umgeben.

Die unmittelbare Umgebungssituation des Steinbruchs veranschaulicht ebenfalls Abbildung 5.



Abbildung 5: Lage Messort Betraer Steige 6 und unmittelbare Umgebungssituation Steinbruch Am Bolzgraben

5.3 Fremdereignisse

Während des Messzeitraumes hat das Messgerät mit der internen Kennung Gfr_001-19321312 Fremdereignisse registriert. Alle erfassten Ereignisse wurden durch den Unterzeichner in Augenschein genommen. Dabei konnte festgestellt werden, dass am Messort auch Sprengungen des südlich von Fischingen gelegenen Steinbruchs der Fa. Gebr. Kaltenbach GmbH & Co. KG messtechnisch erfasst wurden. Dieser Steinbruch liegt in einer minimalen Entfernung von ca. 810 m südlich vom Messort. Mittels der von der Fa. Gfrörer dem Unterzeichner zur Verfügung gestellten Sprengzeiten konnten die Sprengerschütterungsimmissionen den jeweiligen Steinbrüchen zugeordnet werden. Die aus den Sprengungen der Fa. Gebr. Kaltenbach GmbH & Co. KG resultierenden Erschütterungsimmissionen sind nicht Gegenstand des vorliegenden Messberichtes und werden hier somit nicht weiter betrachtet.

Die übrigen Fremdereignisse konnten Anhand der jeweiligen graphisch dargestellten Schwingungsverläufe zweifelsfrei als solche identifiziert werden. Eine Kausalität zu den Sprengungen und eine Beeinflussung deren Messergebnisse konnte somit ausgeschlossen werden. Vermutlich sind hier am Messort anwesenden Personen und deren Nutzungsverhalten oder andere Einwirkungen ursächlich für die als Fremdereignisse klassifizierten Erschütterungen.

6 Messergebnisse

Die Auswertung der Messdaten gegen die maßgebliche Norm bedarf einer Einordnung des Messortes gemäß Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3. Aus dieser Einordnung werden in der Norm die jeweiligen Anhalts- bzw. Immissionswerte für den hier betrachteten Messort (Fundament) abgeleitet.

Der Immissionsort IO 01 a ist seiner Gebäudeart entsprechend in Zeile 2 der Tabelle 1 (Wohngebäude und/oder in ihrer Nutzung gleichartige Bauten) einzuordnen. Der Messort dient als Referenzmessort für die den Steinbruch umgebende Wohnbebauung und wurde wegen der guten Ankopplung an das Gebäude ausgewählt.

Die von der Fa. Gfrörer im Zeitraum vom 27.01.2020 bis zum 31.12.2021 an dem Messort ermittelten Messwerte wurden vom Unterzeichner dokumentiert und ausgewertet.

Es traten keine Überschreitungen der aus der maßgeblichen Norm DIN 4150-3 abgeleiteten Anhalts- bzw. Immissionswerte auf. Die Anhalts- bzw. Immissionswerte werden deutlich unterschritten.

Alle Werte liegen unter 16,9 % der frequenzabhängigen Schwinggeschwindigkeiten, die laut Norm maximal zulässig sind.

Die geringste Distanz zwischen dem Messort und einer Sprengstelle beträgt in den Jahren 2020 und 2021 ca. 520 m. Die Entfernungen zu den einzelnen Sprengstellen wurden betrieblich ermittelt und dem Unterzeichner für die weiteren Berechnungen mitgeteilt. Die Entfernungen und die für jede Sprengung angegebene maximale Lademenge je Zündzeitstufe stellen eine wichtige Datenbasis zur Errechnung des Gebirgsbeiwertes dar. Dieser ist für die Immissionsprognose zu der Steinbrucherweiterung notwendig.

Die ausgewerteten Messdaten der Sprengungen im Betrachtungszeitraum sind in einer tabellarischen Übersicht dem Anlagenteil 1 (Sprengerschütterungsimmissionen 2020) und Anlagenteil 2 (Sprengerschütterungsimmissionen 2021) dieses Messberichtes beigelegt.

Auf Basis der vorliegenden Messdaten wurde darüber hinaus eine statistische Auswertung für den Messort IO 01 a durchgeführt. Hierbei erfolgt für das Jahr 2020 und für das Jahr 2021 jeweils eine separate Betrachtung der Daten. In der statistischen Auswertung werden nur diejenigen Sprengerschütterungsimmissionen berücksichtigt, deren Schwinggeschwindigkeiten über der Triggerschwelle liegen.

Die am Messort erfassten Schwinggeschwindigkeiten sowie die Relativwerte werden separat für die Einzelkomponenten (x, y: horizontal und z: vertikal) betrachtet. Der Relativwert stellt hierbei das Verhältnis des tatsächlichen Messwertes zum gemäß DIN 4150 Teil 3 zulässigen frequenzabhängigen Anhalts- bzw. Immissionswertes dar. Somit kann aus der Betrachtung der Relativwerte ein guter Überblick über das aus den Sprengungen resultierende Erschütterungsniveau abgeleitet werden.

Im Vorgriff auf das für die immissionsschutzrechtliche Genehmigung des Erweiterungsvorhabens zu erstellende Gutachten werden zudem informationshalber statistische Auswertungen der nach den Formeln Koch und BGR-Sediment berechneten Gebirgsbeiwerte aufgeführt.

Die einzelnen statistischen Auswertungen beinhalten die jeweiligen Maximalwerte, Median und Mittelwerte. Dabei ist zu beachten, dass der Maximalwert als Ausreißer auf nur einer einzelnen Sprengung basiert. Für einen umfassenden Überblick über das im Betrachtungszeitraum emittierte Erschütterungsniveau respektive über die berechneten Gebirgsbeiwerte ist es hingegen sinnvoller den Median (lagetypischer Mittelwert) zu betrachten. Dieser Wert zeigt am deutlichsten die Entwicklung des Erschütterungsniveaus an, da er gewichtet ist: 50 % der Werte liegen oberhalb und 50 % unterhalb dieses Wertes.

Anmerkung

Laut DIN 45669-2 können – durch die Erfüllung der in der DIN 45669-1 festgelegten Einzelanforderungen an Schwingungsmesser – die gerätetechnisch bedingten Messwertabweichungen klein gehalten werden. Aufgrund der in der DIN 45669-1 erlaubten Einzelabweichung ist zu erwarten, dass die Messwertabweichung einzelner Anzeigegrößen unabhängig von der Signalart folgende Vertrauensgrenze mit hohem statistischem Vertrauensniveau einhält:

Für die verwendeten Messgeräte gilt 20 % bei Spitzenwerten.

Insofern könnten die Messwerte in einem Wertekorridor von +/- 20 % um die dargestellten Spitzenwerte liegen.

IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen

In 2020 beträgt der ermittelte maximale Relativwert 16,9 %, der aus der bei Sprengung-Nr. 123 (26.10.2020) gemessenen Schwinggeschwindigkeit von 0,843 mm/s resultiert. Diese Schwinggeschwindigkeit stellt auch gleichzeitig die höchste in 2020 am IO 01 a gemessene Schwinggeschwindigkeit dar.

Der Median aller Relativwerte liegt bei 4,3 %, der Median der Schwinggeschwindigkeiten der drei Einzelkomponenten bei 0,215 mm/s. Beide Werte verdeutlichen, dass im Jahr 2020 am IO 01 a ein signifikant geringes Erschütterungsniveau zu verzeichnen ist. Dieser Medianwert liegt gerade im Bereich der Fühlbarkeitsschwelle.

Die Berechnung der Gebirgsbeiwerte ergibt für die Formel nach Koch maximal den Wert 81, für die Formel BGR-Sediment 1.464. Der Median der nach der Formel nach Koch berechneten Gebirgsbeiwerte beträgt 22 und der der nach der Formel BGR-Sediment berechneten Gebirgsbeiwerte 356. Zur Einordnung dieser und der nachfolgend aufgeführten Werte, wird darauf hingewiesen, dass, wenn keine Erfahrungs- bzw. Messwerte aus dem anstehenden Gebirge vorliegen, für Koch der Wert 100 und für BGR-Sediment der Wert 969 angenommen wird.

In der nachfolgenden Tabelle 1 ist die statistische Auswertung der im Jahr 2020 am Messort IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen erfassten Messdaten aufgeführt.

IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen										
Trigger-Level (27.01.2020 - 31.12.2020) = 0,5 mm/s										
Trigger-Level (01.01.2021 - 31.12.2021) = 0,1 mm/s										
Betrachtungszeitraum 27.01.2020 - 31.12.2020										
Anzahl Sprengungen = 123										
Anzahl gemessene Sprengungen = 123										
Anzahl Sprengungen < Trigger-Level = 19										
Anzahl Sprengungen > Trigger-Level = 104										
Schwinggeschwindigkeit in mm/s gemessen am Fundament				Relativwert (gemäß DIN 4150 Teil 3)				Gebirgsbeiwert		
v_x	v_y	v_z	gesamt	% _x	% _y	% _z	gesamt	Koch	BGR-Sedi.	
Maximalwert	0,724	0,843	0,534	0,843	14,5%	16,9%	10,7%	16,9%	81	1464
Median	0,204	0,260	0,173	0,215	4,1%	5,2%	3,5%	4,3%	22	356
Mittelwert	0,265	0,295	0,201	0,254	5,3%	5,9%	4,0%	5,1%	25	415

Tabelle 1: IO 01 a – Statistische Auswertung der Messdaten 2020

Der maximale Relativwert im Jahr 2021 in Höhe von 13,4 % basiert auf einer Schwinggeschwindigkeit von 0,671 mm/s. Dieser Schwinggeschwindigkeit liegt die letzte Sprengung des Jahres 2021 am 10.12.2021 (Sprengung-Nr. 110) zugrunde.

In 2021 ist ein geringfügig niedrigeres Erschütterungsniveau zu verzeichnen als im Vorjahr. Dies verdeutlichen der Median der Relativwerte in Höhe von 3,9 % sowie der Median der Schwinggeschwindigkeit der drei Einzelkomponenten in Höhe von 0,197 mm/s.

Der maximale, berechnete Gebirgsbeiwert nach der Formel Koch beträgt 52, der nach der Formel BGR-Sediment 899. Die Berechnung des Medians der Gebirgsbeiwerte nach Koch ergibt 20 und die des Medians der Gebirgsbeiwerte BGR-Sediment 321.

Die statistischen Auswertungen der Messdaten 2021 des IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen sind der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen										
Trigger-Level (01.01.2021 - 31.12.2021) = 0,1 mm/s										
Betrachtungszeitraum 01.01.2021 - 31.12.2021										
Anzahl Sprengungen = 110										
Anzahl gemessene Sprengungen = 110										
Anzahl Sprengungen < Trigger-Level = 9										
Anzahl Sprengungen > Trigger-Level = 101										
Schwinggeschwindigkeit in mm/s gemessen am Fundament				Relativwert (gemäß DIN 4150 Teil 3)				Gebirgsbeiwert		
v_x	v_y	v_z	gesamt	% _x	% _y	% _z	gesamt	Koch	BGR-Sedi.	
Maximalwert	0,671	0,603	0,431	0,671	13,4%	12,1%	8,6%	13,4%	52	899
Median	0,220	0,235	0,160	0,197	4,4%	4,7%	3,2%	3,9%	20	321
Mittelwert	0,243	0,255	0,175	0,224	4,8%	5,1%	3,5%	4,5%	22	351

Tabelle 2: IO 01 a – Statistische Auswertung der Messdaten 2021

7 Schlussfolgerung

Im gesamten Betrachtungszeitraum vom 27.01.2020 bis zum 31.12.2021 wurden am Messort IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen die Anhalts- bzw. Immissionswerte gemäß DIN 4150-3 signifikant unterschritten. Der im Betrachtungszeitraum erfasste Maximalwert beträgt 16,9 % des zulässigen Wertes.

Dementsprechend kann bei dem als repräsentativen Messort ausgewählten Gebäude ausgeschlossen werden, dass die im Betrachtungszeitraum getätigten Sprengungen ursächlich sind für etwaige Gebäudeschäden.

Alle Messergebnisse können im Rahmen des zu erstellenden Spreng- und Immissionsgutachtens verwendet werden.

Dipl.-Ing. Guido A. Schmücker

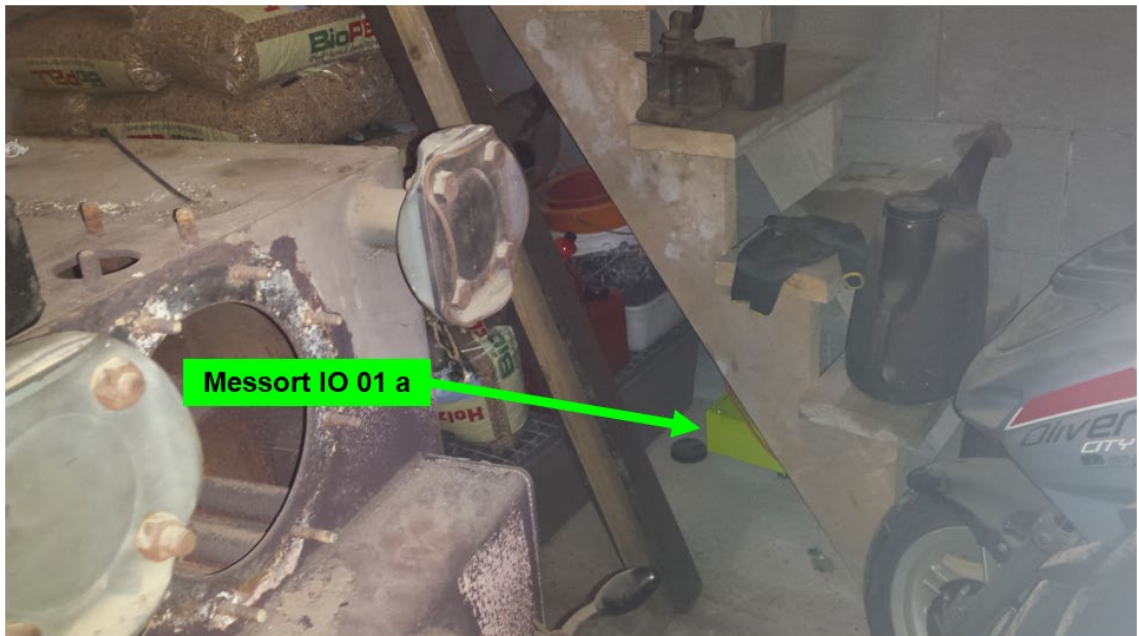


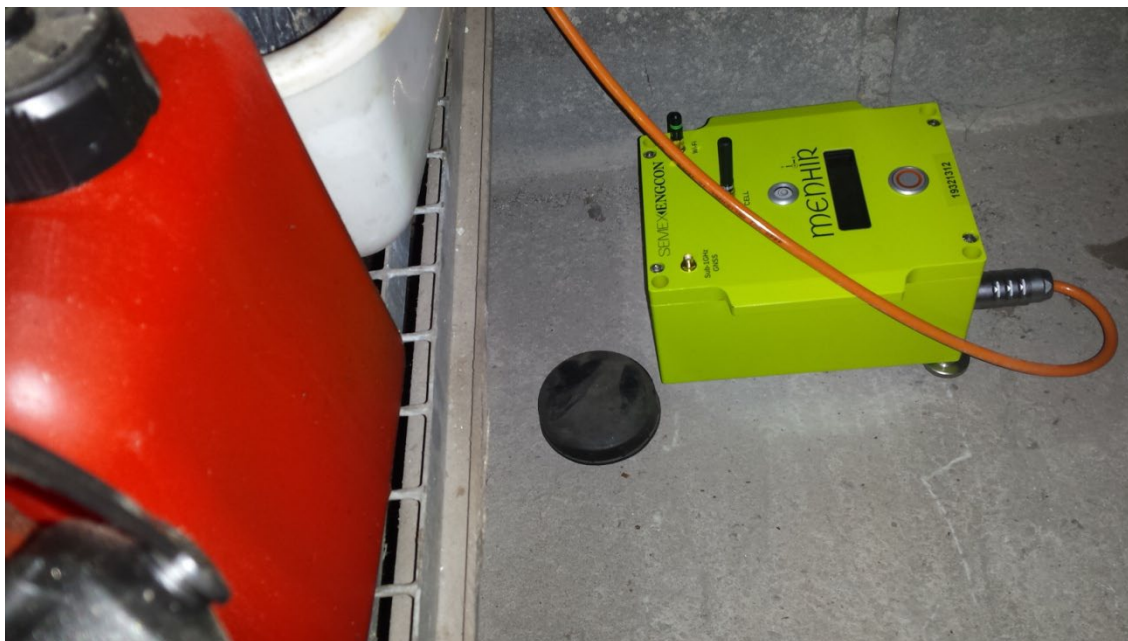
Bergheim, 26. Februar 2022

Anhang

A Fotodokumentation des Messortes

IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen





Anlage 1, Messbericht

Sprengkörper - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3					Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max		%	Koch	BGR-Sedim.
28.01.2020 09:41:00 Sprengung-Nr. 010 Sohle 4																					
8 Loch - 16m 8 Zünder 8 Zeitstufen 128m Sprengschnur	48 kg/ZS 380 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	609 m	Gfr_001-19321312	Messbetrieb am 27.01.2020 um 16:28 aufgenommen										Trigger-Level nicht erreicht (0,50 mm/s)						
30.01.2020 12:21:00 Sprengung-Nr. 011 Sohle 4																					
6 Loch - 16m 6 Zünder 6 Zeitstufen 96m Sprengschnur	51 kg/ZS 305 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	603 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,50 mm/s)																
30.01.2020 16:35:00 Sprengung-Nr. 012 Sohle 1																					
7 Loch - 16m 7 Zünder 7 Zeitstufen 112m Sprengschnur	50 kg/ZS 350 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	546 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,50 mm/s)																
31.01.2020 14:28:00 Sprengung-Nr. 013 Sohle 4																					
6 Loch - 17m 6 Zünder 6 Zeitstufen 102m Sprengschnur	60 kg/ZS 360 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	604 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,50 mm/s)																
31.01.2020 15:25:00 Sprengung-Nr. 014 Sohle 2																					
6 Loch - 17m 6 Zünder 6 Zeitstufen 102m Sprengschnur	60 kg/ZS 360 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	638 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,50 mm/s)																
03.02.2020 14:34:00 Sprengung-Nr. 015 Sohle 3																					
12 Loch - 17m 12 Zünder 12 Zeitstufen 204m Sprengschnur	115 kg/ZS 1.375 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	570 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,50 mm/s)																
07.02.2020 16:53:00 Sprengung-Nr. 016 Sohle 4																					
4 Loch - 17m 4 Zünder 4 Zeitstufen 68m Sprengschnur	50 kg/ZS 200 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	596 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,50 mm/s)																
11.02.2020 08:58:00 Sprengung-Nr. 017 Sohle 4																					
6 Loch - 17m 6 Zünder 6 Zeitstufen 102m Sprengschnur	50 kg/ZS 300 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	612 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,50 mm/s)																
11.02.2020 16:53:24 Sprengung-Nr. 018 Sohle 3																					
12 Loch - 30m 12 Zünder 12 Zeitstufen 360m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.205 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	556 m	Gfr_001-19321312	3,3	3,9	4,5	0,487	9,7%	0,357	7,1%	0,172	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	27	402
20.02.2020 11:51:09 Sprengung-Nr. 019 Sohle 3																					
5 Loch - 30m 5 Zünder 5 Zeitstufen 150m Sprengschnur	100 kg/ZS 500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	580 m	Gfr_001-19321312	3,6	3,9	7,1	0,155	3,1%	0,165	3,3%	0,188	3,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	11	166
21.02.2020 14:43:08 Sprengung-Nr. 020 Sohle 2																					
9 Loch - 17m 9 Zünder 9 Zeitstufen 153m Sprengschnur	51 kg/ZS 455 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	586 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,9	4,7	0,156	3,1%	0,213	4,3%	0,094	1,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	285
24.02.2020 11:15:00 Sprengung-Nr. 021 Sohle 4																					
3 Loch - 17m 3 Zünder 3 Zeitstufen 51m Sprengschnur	50 kg/ZS 150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	631 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																
24.02.2020 16:18:53 Sprengung-Nr. 022 Sohle 2																					
10 Loch - 17m 10 Zünder 10 Zeitstufen 170m Sprengschnur	51 kg/ZS 505 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	589 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,8	3,6	0,138	2,8%	0,178	3,6%	0,112	2,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	241

Sprengkopf - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBfmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte	
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.
25.02.2020 16:30:28 Sprengung-Nr. 023 Sohle 2																					
4 Loch - 17m 4 Zünder 4 Zeitstufen 68m Sprengschnur	44 kg/ZS 175 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	569 m	Gfr_001-19321312	3,4	4,5	6,3	0,101	2,0%	0,100	2,0%	0,066	1,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	9	142
26.02.2020 11:51:33 Sprengung-Nr. 024 Sohle 2																					
19 Loch - 17m 19 Zünder 19 Zeitstufen 323m Sprengschnur	41 kg/ZS 775 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	560 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,1	12,0	0,177	3,5%	0,229	4,6%	0,113	2,1%	5,0	5,0	5,5	-	-	-	20	327
26.02.2020 14:57:00 Sprengung-Nr. 025 Sohle 4																					
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	50 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	621 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																
26.02.2020 14:57:01 Sprengung-Nr. 026 Sohle 4																					
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	50 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	636 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																
28.02.2020 14:46:00 Sprengung-Nr. 027 Sohle 3																					
9 Loch - 30m 9 Zünder 9 Zeitstufen 270m Sprengschnur	100 kg/ZS 900 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	569 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,9	3,7	0,377	7,5%	0,258	5,2%	0,143	2,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	21	323
02.03.2020 13:38:58 Sprengung-Nr. 028 Sohle 4																					
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	45 kg/ZS 225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	628 m	Gfr_001-19321312	3,4	4,7	4,6	0,102	2,0%	0,091	1,8%	0,078	1,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	10	164
03.03.2020 16:06:01 Sprengung-Nr. 029 Sohle 3																					
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	93 kg/ZS 1.025 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	560 m	Gfr_001-19321312	3,3	3,8	2,9	0,317	6,3%	0,451	9,0%	0,255	5,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	26	394
05.03.2020 17:39:54 Sprengung-Nr. 030 Sohle 3																					
8 Loch - 30m 8 Zünder 8 Zeitstufen 240m Sprengschnur	101 kg/ZS 810 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	575 m	Gfr_001-19321312	3,8	4,0	4,5	0,216	4,3%	0,389	7,8%	0,186	3,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	22	336
06.03.2020 09:15:24 Sprengung-Nr. 031 Sohle 4																					
4 Loch - 17m 4 Zünder 4 Zeitstufen 68m Sprengschnur	50 kg/ZS 200 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	625 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,9	4,6	0,093	1,9%	0,121	2,4%	0,075	1,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	11	181
06.03.2020 11:51:00 Sprengung-Nr. 032 Sohle 4																					
12 Loch - 17m 12 Zünder 12 Zeitstufen 204m Sprengschnur	50 kg/ZS 600 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	620 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																
09.03.2020 14:48:46 Sprengung-Nr. 033 Sohle 3																					
12 Loch - 30m 12 Zünder 12 Zeitstufen 360m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.200 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	599 m	Gfr_001-19321312	3,5	3,8	4,4	0,423	8,5%	0,452	9,0%	0,295	5,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	27	418
11.03.2020 10:26:08 Sprengung-Nr. 034 Sohle 4																					
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	45 kg/ZS 225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	622 m	Gfr_001-19321312	3,4	4,8	4,6	0,101	2,0%	0,119	2,4%	0,096	1,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	11	188
12.03.2020 10:36:00 Sprengung-Nr. 035 Sohle 2																					
12 Loch - 17m 12 Zünder 12 Zeitstufen 204m Sprengschnur	40 kg/ZS 475 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	577 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																

Bohrlocher - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBfmax und Relativwerte nach DIN 4150-2			Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%	Ü	Koch	BGR-Sedim.	
13.03.2020 14:18:35 Sprengung-Nr. 036 Sohle 4																						
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	60 kg/ZS 300 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	590 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,9	6,2	0,125	2,5%	0,080	1,6%	0,069	1,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	10	153	
16.03.2020 13:18:20 Sprengung-Nr. 037 Sohle 2																						
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	65 kg/ZS 325 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	583 m	Gfr_001-19321312	3,6	3,8	4,5	0,185	3,7%	0,171	3,4%	0,187	3,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	215	
17.03.2020 12:02:39 Sprengung-Nr. 038 Sohle 2																						
11 Loch - 17m 11 Zünder 11 Zeitstufen 187m Sprengschnur	59 kg/ZS 650 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	561 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,1	4,7	0,160	3,2%	0,159	3,2%	0,134	2,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	12	184	
19.03.2020 10:57:00 Sprengung-Nr. 039 Sohle 1																						
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	50 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	553 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																	
20.03.2020 09:40:24 Sprengung-Nr. 040 Sohle 2																						
13 Loch - 17m 13 Zünder 13 Zeitstufen 221m Sprengschnur	52 kg/ZS 675 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	596 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,8	4,6	0,362	7,2%	0,294	5,9%	0,176	3,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	30	491	
21.03.2020 08:40:56 Sprengung-Nr. 041 Sohle 1																						
8 Loch - 17m 8 Zünder 8 Zeitstufen 136m Sprengschnur	47 kg/ZS 375 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	649 m	Gfr_001-19321312	3,4	4,7	6,9	0,155	3,1%	0,257	5,1%	0,154	3,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	24	422	
23.03.2020 13:16:02 Sprengung-Nr. 042 Sohle 4																						
8 Loch - 17m 8 Zünder 8 Zeitstufen 136m Sprengschnur	50 kg/ZS 400 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	633 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,1	4,6	0,281	5,6%	0,285	5,7%	0,170	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	26	434	
23.03.2020 14:58:56 Sprengung-Nr. 043 Sohle 2																						
7 Loch - 17m 7 Zünder 7 Zeitstufen 119m Sprengschnur	54 kg/ZS 375 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	601 m	Gfr_001-19321312	3,6	3,8	8,4	0,168	3,4%	0,260	5,2%	0,213	4,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	21	350	
24.03.2020 08:57:04 Sprengung-Nr. 044 Sohle 2																						
7 Loch - 17m 7 Zünder 7 Zeitstufen 119m Sprengschnur	54 kg/ZS 375 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	578 m	Gfr_001-19321312	3,0	2,9	12,6	0,141	2,8%	0,096	1,9%	0,095	1,7%	5,0	5,0	5,6	-	-	-	11	179	
25.03.2020 16:42:59 Sprengung-Nr. 045 Sohle 1																						
8 Loch - 17m 8 Zünder 8 Zeitstufen 136m Sprengschnur	50 kg/ZS 400 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	556 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,6	6,9	0,128	2,6%	0,210	4,2%	0,132	2,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	263	
26.03.2020 15:50:35 Sprengung-Nr. 046 Sohle 1																						
6 Loch - 17m 6 Zünder 6 Zeitstufen 102m Sprengschnur	50 kg/ZS 300 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	552 m	Gfr_001-19321312	3,8	3,8	4,4	0,080	1,6%	0,131	2,6%	0,086	1,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	10	162	
28.03.2020 11:18:25 Sprengung-Nr. 047 Sohle 1																						
9 Loch - 17m 9 Zünder 9 Zeitstufen 153m Sprengschnur	51 kg/ZS 455 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	546 m	Gfr_001-19321312	3,6	3,8	5,5	0,155	3,1%	0,291	5,8%	0,161	3,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	22	351	
03.04.2020 15:23:38 Sprengung-Nr. 048 Sohle 1																						
10 Loch - 17m 10 Zünder 10 Zeitstufen 170m Sprengschnur	50 kg/ZS 500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	533 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,8	10,2	0,158	3,2%	0,286	5,7%	0,134	2,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	22	337	

Bohrloch - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte	
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.
04.04.2020 10:54:39 Sprengung-Nr. 049 Sohle 1																					
10 Loch - 17m 10 Zünder 10 Zeitstufen 170m Sprengschnur	50 kg/ZS 500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	525 m	Gfr_001-19321312	3,0	7,7	8,7	0,115	2,3%	0,181	3,6%	0,170	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	13	208
06.04.2020 12:59:38 Sprengung-Nr. 050 Sohle 1																					
22 Loch - 17m 22 Zünder 22 Zeitstufen 374m Sprengschnur	52 kg/ZS 1.150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	520 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,8	8,7	0,192	3,8%	0,236	4,7%	0,154	3,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	262
07.04.2020 12:36:12 Sprengung-Nr. 051 Sohle 4																					
21 Loch - 7m 21 Zünder 21 Zeitstufen 147m Sprengschnur	14 kg/ZS 300 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	646 m	Gfr_001-19321312	17,6	23,2	10,7	0,110	1,6%	0,147	1,8%	0,077	1,5%	6,9	8,3	5,2	-	-	-	25	495
08.04.2020 09:38:51 Sprengung-Nr. 052 Sohle 1																					
8 Loch - 16m 8 Zünder 8 Zeitstufen 128m Sprengschnur	50 kg/ZS 400 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	533 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,6	10,3	0,166	3,3%	0,240	4,8%	0,204	4,0%	5,0	5,0	5,1	-	-	-	18	282
09.04.2020 09:18:43 Sprengung-Nr. 053 Sohle 1																					
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	49 kg/ZS 875 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	542 m	Gfr_001-19321312	3,6	3,8	5,6	0,153	3,1%	0,175	3,5%	0,126	2,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	214
14.04.2020 15:00:49 Sprengung-Nr. 054 Sohle 1																					
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	47 kg/ZS 850 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	550 m	Gfr_001-19321312	3,4	4,6	3,5	0,187	3,7%	0,181	3,6%	0,160	3,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	239
15.04.2020 14:41:08 Sprengung-Nr. 055 Sohle 4																					
37 Loch - 13m 37 Zünder 37 Zeitstufen 481m Sprengschnur	14 kg/ZS 500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	634 m	Gfr_001-19321312	10,7	2,8	11,4	0,144	2,8%	0,158	3,2%	0,149	2,8%	5,2	5,0	5,4	-	-	-	27	518
16.04.2020 14:42:52 Sprengung-Nr. 056 Sohle 1																					
20 Loch - 16m 20 Zünder 20 Zeitstufen 320m Sprengschnur	53 kg/ZS 1.050 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	568 m	Gfr_001-19321312	5,0	5,2	5,7	0,191	3,8%	0,155	3,1%	0,110	2,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	239
17.04.2020 14:48:27 Sprengung-Nr. 057 Sohle 1																					
8 Loch - 16m 8 Zünder 8 Zeitstufen 128m Sprengschnur	51 kg/ZS 405 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	557 m	Gfr_001-19321312	3,2	4,6	6,4	0,104	2,1%	0,196	3,9%	0,086	1,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	244
20.04.2020 12:57:07 Sprengung-Nr. 058 Sohle 1																					
29 Loch - 16m 29 Zünder 29 Zeitstufen 464m Sprengschnur	52 kg/ZS 1.500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	547 m	Gfr_001-19321312	3,5	3,8	8,4	0,172	3,4%	0,244	4,9%	0,133	2,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	19	292
22.04.2020 16:14:46 Sprengung-Nr. 059 Sohle 1																					
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	51 kg/ZS 910 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	530 m	Gfr_001-19321312	3,2	5,1	3,6	0,152	3,0%	0,167	3,3%	0,086	1,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	12	193
23.04.2020 18:42:13 Sprengung-Nr. 060 Sohle 3																					
13 Loch - 30m 13 Zünder 13 Zeitstufen 390m Sprengschnur	104 kg/ZS 1.350 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	595 m	Gfr_001-19321312	3,0	7,8	8,4	0,385	7,7%	0,323	6,5%	0,272	5,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	22	344
25.04.2020 13:49:16 Sprengung-Nr. 061 Sohle 3																					
8 Loch - 30m 8 Zünder 8 Zeitstufen 240m Sprengschnur	100 kg/ZS 800 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	588 m	Gfr_001-19321312	3,8	3,9	3,7	0,313	6,3%	0,267	5,3%	0,142	2,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	18	281

Sprengkopf - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte	
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.
28.04.2020 08:13:00 Sprengung-Nr. 062 Sohle 2																					
11 Loch - 17m 11 Zünder 11 Zeitstufen 187m Sprengschnur	25 kg/ZS 280 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	578 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																
29.04.2020 15:50:22 Sprengung-Nr. 063 Sohle 2																					
11 Loch - 17m 11 Zünder 11 Zeitstufen 187m Sprengschnur	25 kg/ZS 275 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	584 m	Gfr_001-19321312	3,3	3,9	3,8	0,177	3,5%	0,365	7,3%	0,128	2,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	43	747
30.04.2020 17:00:55 Sprengung-Nr. 064 Sohle 2																					
18 Loch - 17m 18 Zünder 18 Zeitstufen 306m Sprengschnur	50 kg/ZS 905 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	590 m	Gfr_001-19321312	9,4	8,0	8,9	0,151	3,0%	0,163	3,3%	0,150	3,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	223
05.05.2020 17:06:17 Sprengung-Nr. 065 Sohle 2																					
16 Loch - 17m 16 Zünder 16 Zeitstufen 272m Sprengschnur	50 kg/ZS 800 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	549 m	Gfr_001-19321312	3,6	7,8	8,4	0,112	2,2%	0,238	4,8%	0,155	3,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	18	292
05.05.2020 18:20:29 Sprengung-Nr. 066 Sohle 4																					
19 Loch - 17m 19 Zünder 19 Zeitstufen 323m Sprengschnur	43 kg/ZS 825 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	614 m	Gfr_001-19321312	3,4	4,7	4,7	0,216	4,3%	0,260	5,2%	0,172	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	24	415
07.05.2020 09:32:41 Sprengung-Nr. 067 Sohle 3																					
8 Loch - 30m 8 Zünder 8 Zeitstufen 240m Sprengschnur	100 kg/ZS 800 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	630 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,0	4,6	0,323	6,5%	0,332	6,6%	0,182	3,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	21	331
08.05.2020 16:29:23 Sprengung-Nr. 068 Sohle 3																					
10 Loch - 30m 10 Zünder 10 Zeitstufen 300m Sprengschnur	105 kg/ZS 1.050 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	621 m	Gfr_001-19321312	2,3	7,8	4,7	0,204	4,1%	0,257	5,1%	0,164	3,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	16	244
12.05.2020 16:51:14 Sprengung-Nr. 069 Sohle 3																					
18 Loch - 30m 18 Zünder 18 Zeitstufen 540m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.800 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	607 m	Gfr_001-19321312	2,9	7,8	4,9	0,297	5,9%	0,383	7,7%	0,234	4,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	23	361
14.05.2020 17:01:59 Sprengung-Nr. 070 Sohle 3																					
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	105 kg/ZS 1.150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	591 m	Gfr_001-19321312	3,8	4,0	4,5	0,272	5,4%	0,479	9,6%	0,347	6,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	28	421
19.05.2020 17:43:25 Sprengung-Nr. 071 Sohle 3																					
18 Loch - 30m 18 Zünder 18 Zeitstufen 540m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.800 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	582 m	Gfr_001-19321312	3,3	3,8	2,6	0,553	11,1%	0,426	8,5%	0,255	5,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	32	490
25.05.2020 15:46:20 Sprengung-Nr. 072 Sohle 3																					
7 Loch - 30m 7 Zünder 7 Zeitstufen 210m Sprengschnur	100 kg/ZS 700 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	573 m	Gfr_001-19321312	3,0	2,9	3,3	0,246	4,9%	0,216	4,3%	0,119	2,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	213
26.05.2020 08:56:43 Sprengung-Nr. 073 Sohle 4																					
7 Loch - 17m 7 Zünder 7 Zeitstufen 119m Sprengschnur	50 kg/ZS 350 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	595 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,7	4,6	0,181	3,6%	0,188	3,8%	0,174	3,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	16	261
27.05.2020 11:27:37 Sprengung-Nr. 074 Sohle 3																					
9 Loch - 30m 9 Zünder 9 Zeitstufen 270m Sprengschnur	100 kg/ZS 900 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	564 m	Gfr_001-19321312	3,5	3,9	4,5	0,620	12,4%	0,602	12,0%	0,383	7,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	35	524

Börschloch - tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte	
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.
28.05.2020 09:56:13 Sprengung-Nr. 075 Sohle 3																					
18 Loch - 30m 18 Zünder 18 Zeitstufen 540m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.800 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	580 m	Gfr_001-19321312	3,8	4,1	4,5	0,186	3,7%	0,253	5,1%	0,254	5,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	224
04.06.2020 14:35:06 Sprengung-Nr. 076 Sohle 2																					
20 Loch - 17m 20 Zünder 20 Zeitstufen 340m Sprengschnur	58 kg/ZS 1.150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	586 m	Gfr_001-19321312	3,7	3,9	4,5	0,260	5,2%	0,540	10,8%	0,350	7,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	42	670
05.06.2020 16:22:37 Sprengung Rapp Steinbruch Fischingen																					
50 Loch - 30m 30 Zünder 25 Zeitstufen 1200m Sprengschnur	 2.000 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	-	Gfr_001-19321312	4,4	4,6	11,0	0,186	3,7%	0,243	4,9%	0,243	4,6%	5,0	5,0	5,2	-	-	-	-	-
12.06.2020 10:41:47 Sprengung-Nr. 077 Sohle 4																					
9 Loch - 17m 9 Zünder 9 Zeitstufen 153m Sprengschnur	22 kg/ZS 200 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	600 m	Gfr_001-19321312	3,0	3,0	4,0	0,172	3,4%	0,202	4,0%	0,149	3,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	26	465
19.06.2020 16:36:51 Sprengung-Nr. 078 Sohle 3																					
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.100 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	540 m	Gfr_001-19321312	3,5	3,8	4,0	0,724	14,5%	0,616	12,3%	0,368	7,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	39	573
19.06.2020 16:54:55 Sprengung-Nr. 079 Sohle 4																					
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	50 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	592 m	Gfr_001-19321312	3,5	3,9	4,6	0,203	4,1%	0,195	3,9%	0,172	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	280
22.06.2020 08:22:19 Sprengung-Nr. 080 Sohle 3																					
5 Loch - 30m 5 Zünder 5 Zeitstufen 150m Sprengschnur	100 kg/ZS 500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	534 m	Gfr_001-19321312	3,3	3,8	3,9	0,202	4,0%	0,168	3,4%	0,124	2,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	11	157
25.06.2020 15:05:01 Sprengung-Nr. 081 Sohle 3																					
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.100 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	526 m	Gfr_001-19321312	3,3	3,8	4,5	0,425	8,5%	0,358	7,2%	0,163	3,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	22	323
26.06.2020 17:07:53 Sprengung-Nr. 082 Sohle 4																					
21 Loch - 17m 21 Zünder 21 Zeitstufen 357m Sprengschnur	52 kg/ZS 1.100 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	591 m	Gfr_001-19321312	2,3	2,7	6,3	0,230	4,6%	0,181	3,6%	0,189	3,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	19	308
29.06.2020 12:54:30 Sprengung-Nr. 083 Sohle 3																					
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.100 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	527 m	Gfr_001-19321312	3,6	3,8	4,5	0,641	12,8%	0,461	9,2%	0,298	6,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	34	489
02.07.2020 10:14:22 Sprengung-Nr. 084 Sohle 4																					
25 Loch - 16m 25 Zünder 25 Zeitstufen 400m Sprengschnur	47 kg/ZS 1.187 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	537 m	Gfr_001-19321312	3,0	2,7	10,3	0,178	3,6%	0,258	5,2%	0,152	3,0%	5,0	5,0	5,1	-	-	-	20	319
03.07.2020 11:36:19 Sprengung-Nr. 085 Sohle 3																					
15 Loch - 16m 15 Zünder 15 Zeitstufen 240m Sprengschnur	99 kg/ZS 1.492 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	534 m	Gfr_001-19321312	3,0	5,9	7,4	0,489	9,8%	0,490	9,8%	0,280	5,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	26	384
03.07.2020 17:05:00 Sprengung-Nr. 086 Sohle 3																					
3 Loch - 30m 4 Zünder 4 Zeitstufen 90m Sprengschnur	60 kg/ZS 240 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	526 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																

Bohrlocher - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte																	
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.																
08.07.2020 12:20:42 Sprengung-Nr. 087 Sohle 3																																					
14 Loch - 30m 14 Zünder 14 Zeitstufen 420m Sprengschnur	90 kg/ZS 1.260 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	522 m	Gfr_001-19321312		3,5		3,9		10,2		0,309		6,2%		0,342		6,8%		0,287		5,7%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		19		274
14.07.2020 13:26:44 Sprengung-Nr. 088 Sohle 4																																					
14 Loch - 16,5m 14 Zünder 14 Zeitstufen 231m Sprengschnur	29 kg/ZS 406 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	554 m	Gfr_001-19321312		2,9		2,8		3,8		0,192		3,8%		0,119		2,4%		0,134		2,7%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		20		332
15.07.2020 11:54:12 Sprengung-Nr. 089 Sohle 2																																					
28 Loch - 16,5m 28 Zünder 28 Zeitstufen 462m Sprengschnur	53 kg/ZS 1.475 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	536 m	Gfr_001-19321312		3,0		4,2		3,6		0,355		7,1%		0,239		4,8%		0,172		3,4%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		26		407
23.07.2020 12:00:46 Sprengung-Nr. 090 Sohle 2																																					
18 Loch - 15m 18 Zünder 18 Zeitstufen 270m Sprengschnur	38 kg/ZS 675 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	533 m	Gfr_001-19321312		9,4		8,1		9,0		0,159		3,2%		0,320		6,4%		0,150		3,0%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		28		444
23.07.2020 16:48:49 Sprengung-Nr. 091 Sohle 4																																					
16 Loch - 15m 16 Zünder 16 Zeitstufen 240m Sprengschnur	42 kg/ZS 675 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	561 m	Gfr_001-19321312		3,4		3,8		4,6		0,329		6,6%		0,286		5,7%		0,341		6,8%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		30		482
24.07.2020 09:09:05 Sprengung-Nr. 092 Sohle 3																																					
8 Loch - 30m 8 Zünder 8 Zeitstufen 240m Sprengschnur	94 kg/ZS 750 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	559 m	Gfr_001-19321312		3,0		4,2		3,6		0,275		5,5%		0,205		4,1%		0,076		1,5%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		16		238
27.07.2020 16:25:44 Sprengung-Nr. 093 Sohle 2																																					
32 Loch - 16m 32 Zünder 32 Zeitstufen 512m Sprengschnur	16 kg/ZS 500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	541 m	Gfr_001-19321312		5,5		4,7		7,1		0,290		5,8%		0,279		5,6%		0,342		6,8%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		46		816
27.07.2020 16:25:45 Sprengung-Nr. 094 Sohle 1																																					
10 Loch - 16m 10 Zünder 10 Zeitstufen 160m Sprengschnur	23 kg/ZS 225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	553 m	Gfr_001-19321312		5,5		4,7		7,1		0,290		5,8%		0,279		5,6%		0,342		6,8%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		39		677
03.08.2020 14:48:35 Sprengung-Nr. 095 Sohle 4																																					
14 Loch - 16m 14 Zünder 14 Zeitstufen 224m Sprengschnur	21 kg/ZS 300 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	555 m	Gfr_001-19321312		3,0		8,8		8,9		0,152		3,0%		0,141		2,8%		0,176		3,5%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		21		371
04.08.2020 16:13:24 Sprengung-Nr. 096 Sohle 2																																					
13 Loch - 16m 13 Zünder 13 Zeitstufen 208m Sprengschnur	23 kg/ZS 305 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	545 m	Gfr_001-19321312		3,2		3,8		3,6		0,217		4,3%		0,227		4,5%		0,152		3,0%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		26		440
06.08.2020 11:16:20 Sprengung-Nr. 097 Sohle 2																																					
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	50 kg/ZS 550 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	540 m	Gfr_001-19321312		7,0		7,9		7,0		0,130		2,6%		0,168		3,4%		0,161		3,2%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		13		202
07.08.2020 16:55:39 Sprengung-Nr. 098 Sohle 2																																					
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	31 kg/ZS 550 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	551 m	Gfr_001-19321312		3,8		3,9		4,5		0,193		3,9%		0,293		5,9%		0,261		5,2%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		29		483
07.08.2020 16:55:40 Sprengung-Nr. 099 Sohle 2																																					
7 Loch - 16m 7 Zünder 7 Zeitstufen 112m Sprengschnur	50 kg/ZS 351 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	564 m	Gfr_001-19321312		3,8		3,9		4,5		0,193		3,9%		0,293		5,9%		0,261		5,2%		5,0		5,0		5,0		-	-	-	-		23		375

Sprengkopf - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.	
14.08.2020 11:36:24 Sprengung-Nr. 100 Sohle 1																						
23 Loch - 16m 23 Zünder 23 Zeitstufen 368m Sprengschnur	45 kg/ZS 1.045 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	541 m	Gfr_001-19321312		3,8	4,0	5,6	0,246	4,9%	0,259	5,2%	0,216	4,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	21	332
19.08.2020 14:16:21 Sprengung-Nr. 101 Sohle 1																						
8 Loch - 16m 8 Zünder 8 Zeitstufen 128m Sprengschnur	38 kg/ZS 300 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	529 m	Gfr_001-19321312		3,6	3,8	5,6	0,132	2,6%	0,206	4,1%	0,147	2,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	18	28
20.08.2020 11:06:28 Sprengung-Nr. 102 Sohle 2																						
25 Loch - 16m 25 Zünder 25 Zeitstufen 400m Sprengschnur	44 kg/ZS 1.100 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	580 m	Gfr_001-19321312		3,6	3,9	7,6	0,232	4,6%	0,313	6,3%	0,216	4,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	27	451
24.08.2020 16:51:30 Sprengung-Nr. 103 Sohle 4																						
22 Loch - 16m 22 Zünder 22 Zeitstufen 352m Sprengschnur	38 kg/ZS 825 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	581 m	Gfr_001-19321312		3,6	3,8	4,6	0,188	3,8%	0,201	4,0%	0,098	2,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	19	317
25.08.2020 15:05:58 Sprengung-Nr. 104 Sohle 3																						
18 Loch - 30m 18 Zünder 18 Zeitstufen 540m Sprengschnur	89 kg/ZS 1.600 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	602 m	Gfr_001-19321312		3,0	4,3	3,5	0,332	6,6%	0,336	6,7%	0,168	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	21	336
28.08.2020 16:53:37 Sprengung-Nr. 105 Sohle 3																						
26 Loch - 30m 26 Zünder 26 Zeitstufen 780m Sprengschnur	100 kg/ZS 2.600 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	590 m	Gfr_001-19321312		3,6	4,7	4,6	0,672	13,4%	0,595	11,9%	0,388	7,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	40	608
11.09.2020 10:13:59 Sprengung-Nr. 106 Sohle 2																						
22 Loch - 3,25m 23 Zünder 23 Zeitstufen 71,5m Sprengschnur	3 kg/ZS 75 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	631 m	Gfr_001-19321312		11,4	13,4	11,1	0,098	1,8%	0,123	2,1%	0,107	2,0%	5,4	5,9	5,3	-	-	-	45	1008
22.09.2020 11:10:39 Sprengung-Nr. 107 Sohle 2																						
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	48 kg/ZS 525 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	623 m	Gfr_001-19321312		5,5	4,7	4,5	0,204	4,1%	0,197	3,9%	0,155	3,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	18	311
22.09.2020 15:24:59 Sprengung-Nr. 108 Sohle 4																						
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	48 kg/ZS 525 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	585 m	Gfr_001-19321312		3,4	4,7	4,7	0,303	6,1%	0,263	5,3%	0,260	5,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	26	420
28.09.2020 11:17:38 Sprengung-Nr. 109 Sohle 2																						
21 Loch - 16m 21 Zünder 21 Zeitstufen 336m Sprengschnur	47 kg/ZS 995 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	614 m	Gfr_001-19321312		3,0	4,7	10,4	0,442	8,8%	0,516	10,3%	0,397	7,8%	5,0	5,0	5,1	-	-	-	46	778
29.09.2020 16:08:31 Sprengung-Nr. 110 Sohle 4																						
21 Loch - 16m 21 Zünder 21 Zeitstufen 336m Sprengschnur	47 kg/ZS 995 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	592 m	Gfr_001-19321312		2,3	7,8	7,6	0,275	5,5%	0,288	5,8%	0,185	3,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	25	412
29.09.2020 16:25:00 Sprengung-Nr. 111 Sohle 1																						
21 Loch - 16m 21 Zünder 21 Zeitstufen 336m Sprengschnur	47 kg/ZS 995 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	637 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																	
02.10.2020 10:55:30 Sprengung-Nr. 112 Sohle 3																						
15 Loch - 30m 15 Zünder 15 Zeitstufen 450m Sprengschnur	87 kg/ZS 1.310 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	574 m	Gfr_001-19321312		3,2	3,9	4,7	0,242	4,8%	0,260	5,2%	0,146	2,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	16	245

Böschung - tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Lademenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%	Ü	Koch	BGR-Sedim.
05.10.2020 13:11:51 Sprengung-Nr. 113 Sohle 1																					
22 Loch - 16m 22 Zünder 22 Zeitstufen 352m Sprengschnur	25 kg/ZS 540 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	644 m	Gfr_001-19321312	3,6	4,7	4,5	0,160	3,2%	0,241	4,8%	0,210	4,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	31	571
06.10.2020 14:51:32 Sprengung-Nr. 114 Sohle 1																					
14 Loch - 16m 14 Zünder 14 Zeitstufen 224m Sprengschnur	45 kg/ZS 630 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	670 m	Gfr_001-19321312	3,3	3,9	4,5	0,313	6,3%	0,441	8,8%	0,239	4,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	44	778
09.10.2020 10:39:18 Sprengung-Nr. 115 Sohle 1																					
22 Loch - 16m 22 Zünder 22 Zeitstufen 352m Sprengschnur	25 kg/ZS 550 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	662 m	Gfr_001-19321312	3,6	3,8	10,3	0,186	3,7%	0,334	6,7%	0,233	4,6%	5,0	5,0	5,1	-	-	-	44	824
09.10.2020 11:20:00 Sprengung-Nr. 116 Sohle 1																					
26 Loch - 16m 26 Zünder 26 Zeitstufen 416m Sprengschnur	21 kg/ZS 550 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	653 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																
13.10.2020 16:32:42 Sprengung-Nr. 117 Sohle 4																					
16 Loch - 16m 16 Zünder 16 Zeitstufen 256m Sprengschnur	22 kg/ZS 350 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	603 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,9	4,6	0,631	12,6%	0,571	11,4%	0,291	5,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	81	1464
16.10.2020 14:15:56 Sprengung-Nr. 118 Sohle 2																					
25 Loch - 16m 26 Zünder 26 Zeitstufen 400m Sprengschnur	37 kg/ZS 950 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	593 m	Gfr_001-19321312	4,6	7,3	10,0	0,188	3,8%	0,237	4,7%	0,217	4,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	23	392
19.10.2020 15:08:40 Sprengung-Nr. 119 Sohle 2																					
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	23 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	571 m	Gfr_001-19321312	5,8	11,9	9,8	0,191	3,8%	0,345	6,3%	0,255	5,1%	5,0	5,5	5,0	-	-	-	41	718
20.10.2020 15:16:26 Sprengung-Nr. 120 Sohle 1																					
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	23 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	647 m	Gfr_001-19321312	9,5	20,9	6,8	0,239	4,8%	0,350	4,5%	0,252	5,0%	5,0	7,7	5,0	-	-	-	47	877
22.10.2020 12:50:26 Sprengung-Nr. 121 Sohle 1																					
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	23 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	639 m	Gfr_001-19321312	4,7	4,7	8,3	0,331	6,6%	0,352	7,0%	0,343	6,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	47	867
23.10.2020 13:39:37 Sprengung-Nr. 122 Sohle 3																					
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	85 kg/ZS 935 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	566 m	Gfr_001-19321312	3,0	3,7	4,6	0,630	12,6%	0,516	10,3%	0,334	6,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	39	591
26.10.2020 15:00:13 Sprengung-Nr. 123 Sohle 3																					
13 Loch - 16m 13 Zünder 13 Zeitstufen 208m Sprengschnur	85 kg/ZS 1.105 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	558 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,6	4,6	0,604	12,1%	0,843	16,9%	0,534	10,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	51	774
26.10.2020 16:53:00 Sprengung-Nr. 124 Sohle 4																					
47 Loch - 2,5m 47 Zünder 47 Zeitstufen 117,5m Sprengschnur	16 kg/ZS 735 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	610 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																
30.10.2020 14:15:03 Sprengung-Nr. 125 Sohle 4																					
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	49 kg/ZS 875 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	630 m	Gfr_001-19321312	3,5	2,9	4,7	0,476	9,5%	0,457	9,1%	0,411	8,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	43	729

Borntöcher - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.	
06.11.2020 10:30:03 Sprengung-Nr. 126 Sohle 2																						
12 Loch - 16m 12 Zünder 12 Zeitstufen 192m Sprengschnur	23 kg/ZS 280 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	657 m	Gfr_001-19321312		5,5	4,8	10,3	0,181	3,6%	0,216	4,3%	0,210	4,2%	5,0	5,0	5,1	-	-	-	30	554
09.11.2020 13:12:27 Sprengung-Nr. 127 Sohle 2																						
25 Loch - 16m 25 Zünder 25 Zeitstufen 400m Sprengschnur	53 kg/ZS 1.320 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	671 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,7	4,6	0,295	5,9%	0,275	5,5%	0,178	3,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	27	474
10.11.2020 16:34:33 Sprengung-Nr. 128 Sohle 3																						
13 Loch - 30m 13 Zünder 13 Zeitstufen 390m Sprengschnur	112 kg/ZS 1.460 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	576 m	Gfr_001-19321312		3,6	5,0	4,6	0,399	8,0%	0,554	11,1%	0,318	6,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	30	452
17.11.2020 14:38:17 Sprengung-Nr. 129 Sohle 3																						
4 Loch - 30m 4 Zünder 4 Zeitstufen 120m Sprengschnur	120 kg/ZS 480 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	585 m	Gfr_001-19321312		3,4	2,9	6,7	0,516	10,3%	0,545	10,9%	0,262	5,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	29	436
23.11.2020 12:04:50 Sprengung-Nr. 130 Sohle 3																						
12 Loch - 30m 12 Zünder 12 Zeitstufen 360m Sprengschnur	80 kg/ZS 960 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	588 m	Gfr_001-19321312		5,5	5,0	4,9	0,514	10,3%	0,716	14,3%	0,358	7,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	47	735
23.11.2020 12:04:51 Sprengung-Nr. 131 Sohle 3																						
18 Loch - 30m 18 Zünder 18 Zeitstufen 540m Sprengschnur	112 kg/ZS 2.015 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	592 m	Gfr_001-19321312		5,5	5,0	4,9	0,514	10,3%	0,716	14,3%	0,358	7,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	40	607
14.12.2020 15:42:23 Sprengung-Nr. 132 Sohle 3																						
34 Loch - 30m 34 Zünder 34 Zeitstufen 1020m Sprengschnur	29 kg/ZS 1.000 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	621 m	Gfr_001-19321312		2,3	7,9	3,5	0,304	6,1%	0,303	6,1%	0,193	3,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	35	624

Mehrfacher - tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Lademenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBfmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte			
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.		
19.01.2021 14:54:46 Sprengung-Nr. 001 Sohle 3																							
15 Loch - 30m 15 Zünder 15 Zeitstufen 450m Sprengschnur	80 kg/ZS 1.200 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	529 m	Gfr_001-19321312		2,9	4,8		3,5	0,539	10,8%	0,603	12,1%	0,431	8,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	36	529
27.01.2021 15:33:18 Sprengung-Nr. 002 Sohle 4																							
6 Loch - 30m 6 Zünder 6 Zeitstufen 180m Sprengschnur	108 kg/ZS 650 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	535 m	Gfr_001-19321312		3,0	7,6		8,2	0,284	5,7%	0,266	5,3%	0,167	3,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	212
28.01.2021 08:11:54 Sprengung-Nr. 003 Sohle 4																							
3 Loch - 16m 3 Zünder 3 Zeitstufen 48m Sprengschnur	50 kg/ZS 150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	537 m	Gfr_001-19321312		3,5	5,2		9,5	0,191	3,8%	0,235	4,7%	0,142	2,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	18	280
03.02.2021 07:35:35 Sprengung-Nr. 004 Sohle 3																							
6 Loch - 30m 6 Zünder 6 Zeitstufen 180m Sprengschnur	75 kg/ZS 450 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	538 m	Gfr_001-19321312		3,7	5,3		4,6	0,116	2,3%	0,157	3,1%	0,112	2,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	10	147
05.02.2021 08:45:32 Sprengung-Nr. 005 Sohle 3																							
4 Loch - 30m 4 Zünder 4 Zeitstufen 120m Sprengschnur	81 kg/ZS 325 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	542 m	Gfr_001-19321312		3,0	4,7		4,7	0,248	5,0%	0,297	5,9%	0,121	2,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	18	269
08.02.2021 07:22:03 Sprengung-Nr. 006 Sohle 4																							
3 Loch - 16m 3 Zünder 3 Zeitstufen 48m Sprengschnur	46 kg/ZS 138 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	542 m	Gfr_001-19321312		3,6	5,3		4,6	0,105	2,1%	0,111	2,2%	0,071	1,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	9	141
10.02.2021 11:21:53 Sprengung-Nr. 007 Sohle 3																							
3 Loch - 30m 3 Zünder 3 Zeitstufen 90m Sprengschnur	75 kg/ZS 225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	546 m	Gfr_001-19321312		3,0	4,7		4,7	0,276	5,5%	0,224	4,5%	0,171	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	264
12.02.2021 16:23:47 Sprengung-Nr. 008 Sohle 3																							
13 Loch - 30m 13 Zünder 13 Zeitstufen 390m Sprengschnur	88 kg/ZS 1.150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	550 m	Gfr_001-19321312		3,2	4,6		4,6	0,260	5,2%	0,330	6,6%	0,176	3,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	19	290
18.02.2021 07:05:07 Sprengung-Nr. 009 Sohle 4																							
2 Loch - 30m 2 Zünder 2 Zeitstufen 60m Sprengschnur	19 kg/ZS 38 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	539 m	Gfr_001-19321312		3,6	3,9		5,2	0,158	3,2%	0,148	3,0%	0,143	2,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	20	338
22.02.2021 14:20:24 Sprengung-Nr. 010 Sohle 3																							
5 Loch - 30m 5 Zünder 5 Zeitstufen 150m Sprengschnur	43 kg/ZS 215 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	555 m	Gfr_001-19321312		3,0	3,8		4,6	0,468	9,4%	0,394	7,9%	0,203	4,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	40	641
24.02.2021 11:36:08 Sprengung-Nr. 011 Sohle 3																							
10 Loch - 30m 10 Zünder 10 Zeitstufen 300m Sprengschnur	84 kg/ZS 840 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	561 m	Gfr_001-19321312		2,9	2,8		8,9	0,332	6,6%	0,405	8,1%	0,256	5,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	25	377
01.03.2021 15:31:34 Sprengung-Nr. 012 Sohle 3																							
15 Loch - 30m 15 Zünder 15 Zeitstufen 450m Sprengschnur	84 kg/ZS 1.260 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	569 m	Gfr_001-19321312		2,3	2,7		2,9	0,304	6,1%	0,447	8,9%	0,211	4,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	28	424
05.03.2021 14:39:03 Sprengung-Nr. 013 Sohle 3																							
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	83 kg/ZS 910 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	574 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,8		3,1	0,359	7,2%	0,326	6,5%	0,201	4,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	23	348

Sprengkopf - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte																		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.																	
09.03.2021 15:07:44 Sprengung-Nr. 014 Sohle 3																																						
5 Loch - 30m 5 Zünder 5 Zeitstufen 150m Sprengschnur	95 kg/ZS 475 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	579 m	Gfr_001-19321312		3,4		4,7		3,5		0,236		4,7%		0,318		6,4%		0,240		4,8%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		19		288
11.03.2021 11:47:31 Sprengung-Nr. 015 Sohle 3																																						
5 Loch - 30m 5 Zünder 5 Zeitstufen 150m Sprengschnur	95 kg/ZS 475 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	585 m	Gfr_001-19321312		5,6		5,0		9,5		0,179		3,6%		0,197		3,9%		0,125		2,5%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		12		181
11.03.2021 16:46:28 Sprengung-Nr. 016 Sohle 3																																						
3 Loch - 30m 3 Zünder 3 Zeitstufen 90m Sprengschnur	50 kg/ZS 150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	591 m	Gfr_001-19321312		17,8		5,0		8,2		0,130		1,9%		0,114		2,3%		0,057		1,1%		6,9		5,0		5,0		-		-	-	-		11		179
12.03.2021 14:12:37 Sprengung-Nr. 017 Sohle 4																																						
8 Loch - 16m 9 Zünder 9 Zeitstufen 128m Sprengschnur	31 kg/ZS 275 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	561 m	Gfr_001-19321312		3,4		5,1		4,7		0,318		6,4%		0,227		4,5%		0,138		2,8%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		32		538
16.03.2021 09:31:39 Sprengung-Nr. 018 Sohle 4																																						
6 Loch - 16m 6 Zünder 6 Zeitstufen 96m Sprengschnur	42 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	567 m	Gfr_001-19321312		3,4		4,7		4,5		0,119		2,4%		0,144		2,9%		0,086		1,7%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		13		207
17.03.2021 16:48:50 Sprengung-Nr. 019 Sohle 2																																						
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	25 kg/ZS 275 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	555 m	Gfr_001-19321312		3,0		4,5		4,7		0,139		2,8%		0,171		3,4%		0,093		1,9%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		19		324
19.03.2021 08:33:20 Sprengung-Nr. 020 Sohle 4																																						
4 Loch - 16m 2 Zünder 2 Zeitstufen 64m Sprengschnur	88 kg/ZS 175 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	586 m	Gfr_001-19321312		3,5		5,2		8,8		0,187		3,7%		0,262		5,2%		0,156		3,1%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		16		253
22.03.2021 13:37:59 Sprengung-Nr. 021 Sohle 2																																						
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	45 kg/ZS 500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	560 m	Gfr_001-19321312		3,0		4,5		4,7		0,217		4,3%		0,219		4,4%		0,172		3,4%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		18		296
24.03.2021 10:16:24 Sprengung-Nr. 022 Sohle 2																																						
24 Loch - 16m 24 Zünder 24 Zeitstufen 384m Sprengschnur	46 kg/ZS 1.100 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	569 m	Gfr_001-19321312		3,0		2,7		6,9		0,289		5,8%		0,260		5,2%		0,141		2,8%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		24		395
26.03.2021 07:46:23 Sprengung-Nr. 023 Sohle 4																																						
4 Loch - 16m 4 Zünder 4 Zeitstufen 64m Sprengschnur	44 kg/ZS 175 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	589 m	Gfr_001-19321312		5,5		4,7		4,7		0,132		2,6%		0,148		3,0%		0,095		1,9%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		13		219
26.03.2021 11:58:46 Sprengung-Nr. 024 Sohle 2																																						
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	46 kg/ZS 825 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	556 m	Gfr_001-19321312		2,9		3,8		4,6		0,267		5,3%		0,282		5,6%		0,168		3,4%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		23		372
26.03.2021 12:00:00 Sprengung-Nr. 025 Sohle 2																																						
24 Loch - 2m 24 Zünder 24 Zeitstufen 48m Sprengschnur	3 kg/ZS 60 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	542 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																																	
29.03.2021 14:55:56 Sprengung-Nr. 026 Sohle 2																																						
6 Loch - 16m 6 Zünder 6 Zeitstufen 96m Sprengschnur	58 kg/ZS 350 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	518 m	Gfr_001-19321312		3,1		4,7		4,6		0,266		5,3%		0,270		5,4%		0,160		3,2%		5,0		5,0		5,0		-		-	-	-		18		279

Börsennotierung - Hietze Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Lademenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte																		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.																	
30.03.2021 14:31:30 Sprengung-Nr. 027 Sohle 4																																						
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	53 kg/ZS 950 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	594 m	Gfr_001-19321312		3,4		4,6		3,5		0,421		8,4%		0,457		9,1%		0,418		8,4%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		37		610
01.04.2021 11:01:53 Sprengung-Nr. 028 Sohle 2																																						
27 Loch - 16m 27 Zünder 27 Zeitstufen 432m Sprengschnur	52 kg/ZS 1.400 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	525 m	Gfr_001-19321312		9,3		7,8		9,4		0,288		5,8%		0,348		7,0%		0,365		7,3%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		27		411
06.04.2021 16:13:53 Sprengung-Nr. 029 Sohle 2																																						
26 Loch - 16m 26 Zünder 26 Zeitstufen 416m Sprengschnur	54 kg/ZS 1.400 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	532 m	Gfr_001-19321312		5,4		4,8		4,8		0,354		7,1%		0,400		8,0%		0,218		4,4%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		29		449
09.04.2021 11:06:00 Sprengung-Nr. 030 Sohle 2																																						
9 Loch - 16m 9 Zünder 9 Zeitstufen 144m Sprengschnur	14 kg/ZS 125 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	539 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																																	
12.04.2021 14:31:05 Sprengung-Nr. 031 Sohle 2																																						
9 Loch - 16m 9 Zünder 9 Zeitstufen 144m Sprengschnur	47 kg/ZS 425 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	542 m	Gfr_001-19321312		6,2		4,8		8,7		0,185		3,7%		0,288		5,8%		0,178		3,6%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		23		361
12.04.2021 17:01:03 Sprengung-Nr. 032 Sohle 1																																						
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	49 kg/ZS 875 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	630 m	Gfr_001-19321312		3,4		3,8		9,7		0,182		3,6%		0,219		4,4%		0,112		2,2%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		20		335
12.04.2021 17:01:04 Sprengung-Nr. 033 Sohle 4																																						
10 Loch - 16m 10 Zünder 10 Zeitstufen 160m Sprengschnur	45 kg/ZS 450 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	599 m	Gfr_001-19321312		3,4		3,8		9,7		0,182		3,6%		0,219		4,4%		0,112		2,2%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		20		327
16.04.2021 11:56:33 Sprengung-Nr. 034 Sohle 1																																						
14 Loch - 16m 14 Zünder 14 Zeitstufen 224m Sprengschnur	45 kg/ZS 625 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	636 m	Gfr_001-19321312		6,2		4,0		7,3		0,190		3,8%		0,367		7,3%		0,243		4,9%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		35		599
29.04.2021 13:57:16 Sprengung-Nr. 035 Sohle 1																																						
8 Loch - 16m 8 Zünder 8 Zeitstufen 128m Sprengschnur	50 kg/ZS 400 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	640 m	Gfr_001-19321312		3,0		2,8		4,5		0,136		2,7%		0,138		2,8%		0,087		1,7%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		12		214
03.05.2021 13:41:58 Sprengung-Nr. 036 Sohle 4																																						
20 Loch - 16m 20 Zünder 20 Zeitstufen 320m Sprengschnur	48 kg/ZS 950 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	610 m	Gfr_001-19321312		3,4		4,8		3,5		0,302		6,0%		0,282		5,6%		0,257		5,1%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		27		446
05.05.2021 15:23:10 Sprengung-Nr. 037 Sohle 1																																						
29 Loch - 16m 29 Zünder 29 Zeitstufen 464m Sprengschnur	44 kg/ZS 1.275 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	644 m	Gfr_001-19321312		3,0		2,5		3,2		0,159		3,2%		0,344		6,9%		0,203		4,1%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		33		580
07.05.2021 14:55:38 Sprengung-Nr. 038 Sohle 2																																						
11 Loch - 16m 7 Zünder 7 Zeitstufen 176m Sprengschnur	64 kg/ZS 450 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	545 m	Gfr_001-19321312		3,0		12,1		12,3		0,220		4,4%		0,186		3,4%		0,129		2,3%		5,0		5,5		5,6		-		-		-		15		231
11.05.2021 16:07:27 Sprengung-Nr. 039 Sohle 3																																						
14 Loch - 30m 14 Zünder 14 Zeitstufen 420m Sprengschnur	86 kg/ZS 1.200 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	584 m	Gfr_001-19321312		3,0		2,7		4,7		0,314		6,3%		0,249		5,0%		0,172		3,4%		5,0		5,0		5,0		-		-		-		20		306

Börschloch - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.	
17.05.2021 13:24:00 Sprengung-Nr. 040 Sohle 3																						
12 Loch - 30m 12 Zünder 12 Zeitstufen 360m Sprengschnur	46 kg/ZS 550 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	588 m	Gfr_001-19321312		3,0	4,8	4,6	0,235	4,7%	0,353	7,1%	0,186	3,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	31	506
25.05.2021 13:53:38 Sprengung-Nr. 041 Sohle 3																						
12 Loch - 30m 12 Zünder 12 Zeitstufen 360m Sprengschnur	85 kg/ZS 1.025 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	596 m	Gfr_001-19321312		2,9	4,5	3,5	0,666	13,3%	0,540	10,8%	0,301	6,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	43	673
28.05.2021 10:38:36 Sprengung-Nr. 042 Sohle 4																						
10 Loch - 16m 10 Zünder 10 Zeitstufen 160m Sprengschnur	45 kg/ZS 450 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	604 m	Gfr_001-19321312		3,5	4,6	3,5	0,266	5,3%	0,203	4,1%	0,107	2,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	24	403
31.05.2021 16:32:46 Sprengung-Nr. 043 Sohle 3																						
10 Loch - 30m 10 Zünder 10 Zeitstufen 300m Sprengschnur	105 kg/ZS 1.050 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	600 m	Gfr_001-19321312		3,5	3,7	4,6	0,475	9,5%	0,443	8,9%	0,282	5,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	28	428
01.06.2021 14:16:55 Sprengung-Nr. 044 Sohle 4																						
21 Loch - 16m 21 Zünder 21 Zeitstufen 336m Sprengschnur	49 kg/ZS 1.025 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	600 m	Gfr_001-19321312		2,3	5,1	6,8	0,192	3,8%	0,228	4,6%	0,168	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	20	325
07.06.2021 14:51:59 Sprengung-Nr. 045 Sohle 2																						
5 Loch - 16m 5 Zünder 5 Zeitstufen 80m Sprengschnur	45 kg/ZS 225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	550 m	Gfr_001-19321312		3,6	4,8	8,0	0,140	2,8%	0,208	4,2%	0,157	3,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	273
08.06.2021 13:53:50 Sprengung-Nr. 046 Sohle 4																						
16 Loch - 16m 16 Zünder 16 Zeitstufen 256m Sprengschnur	36 kg/ZS 575 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	615 m	Gfr_001-19321312		6,1	2,5	2,9	0,100	2,0%	0,099	2,0%	0,120	2,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	12	213
08.06.2021 17:03:38 Sprengung-Nr. 047 Sohle 2																						
5 Loch - 16m 5 Zünder 5 Zeitstufen 80m Sprengschnur	50 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	552 m	Gfr_001-19321312		3,5	4,8	8,6	0,154	3,1%	0,215	4,3%	0,180	3,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	267
10.06.2021 17:19:08 Sprengung-Nr. 048 Sohle 2																						
8 Loch - 16m 8 Zünder 8 Zeitstufen 128m Sprengschnur	50 kg/ZS 400 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	559 m	Gfr_001-19321312		3,3	4,8	4,5	0,185	3,7%	0,192	3,8%	0,228	4,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	18	288
11.06.2021 16:27:54 Sprengung-Nr. 049 Sohle 2																						
10 Loch - 16m 10 Zünder 10 Zeitstufen 160m Sprengschnur	55 kg/ZS 550 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	567 m	Gfr_001-19321312		3,4	3,8	4,6	0,185	3,7%	0,158	3,2%	0,108	2,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	226
14.06.2021 13:56:36 Sprengung-Nr. 050 Sohle 3																						
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	100 kg/ZS 1.100 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	609 m	Gfr_001-19321312		2,3	2,7	3,5	0,247	4,9%	0,320	6,4%	0,166	3,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	19	303
16.06.2021 09:50:13 Sprengung-Nr. 051 Sohle 2																						
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	48 kg/ZS 525 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	571 m	Gfr_001-19321312		3,3	4,8	4,5	0,143	2,9%	0,177	3,5%	0,138	2,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	237
16.06.2021 15:35:51 Sprengung-Nr. 052 Sohle 4																						
18 Loch - 16m 18 Zünder 18 Zeitstufen 288m Sprengschnur	49 kg/ZS 875 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	621 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,8	2,9	0,186	3,7%	0,136	2,7%	0,112	2,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	279

Bohrlocher - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Lademenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.	
17.06.2021 11:48:05 Sprengung-Nr. 053 Sohle 2																						
23 Loch - 16m 23 Zünder 23 Zeitstufen 368m Sprengschnur	43 kg/ZS 1.000 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	578 m	Gfr_001-19321312		2,3	7,5	8,7	0,232	4,6%	0,280	5,6%	0,226	4,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	25	407
18.06.2021 11:16:54 Sprengung-Nr. 054 Sohle 2																						
5 Loch - 16m 5 Zünder 5 Zeitstufen 80m Sprengschnur	35 kg/ZS 175 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	582 m	Gfr_001-19321312		3,3	3,8	10,0	0,073	1,5%	0,109	2,2%	0,107	2,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	11	181
21.06.2021 17:07:54 Sprengung-Nr. 055 Sohle 2																						
14 Loch - 30m 14 Zünder 14 Zeitstufen 420m Sprengschnur	95 kg/ZS 1.325 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	586 m	Gfr_001-19321312		5,5	4,7	4,8	0,379	7,6%	0,506	10,1%	0,283	5,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	30	467
25.06.2021 10:36:00 Sprengung-Nr. 056 Sohle 4																						
12 Loch - 16m 12 Zünder 12 Zeitstufen 192m Sprengschnur	7 kg/ZS 85 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	599 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																	
29.06.2021 17:22:24 Sprengung-Nr. 057 Sohle 3																						
13 Loch - 30m 26 Zünder 26 Zeitstufen 390m Sprengschnur	37 kg/ZS 950 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	594 m	Gfr_001-19321312		3,3	5,0	3,5	0,321	6,4%	0,412	8,2%	0,254	5,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	40	683
30.06.2021 16:48:00 Sprengung-Nr. 058 Sohle 4																						
4 Loch - 17m 4 Zünder 4 Zeitstufen 68m Sprengschnur	49 kg/ZS 195 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	612 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																	
02.07.2021 15:36:06 Sprengung-Nr. 059 Sohle 3																						
13 Loch - 30m 13 Zünder 13 Zeitstufen 390m Sprengschnur	71 kg/ZS 925 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	601 m	Gfr_001-19321312		3,6	4,7	4,8	0,281	5,6%	0,283	5,7%	0,232	4,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	20	323
05.07.2021 13:43:03 Sprengung-Nr. 060 Sohle 3																						
5 Loch - 30m 5 Zünder 5 Zeitstufen 150m Sprengschnur	80 kg/ZS 400 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	612 m	Gfr_001-19321312		3,4	4,8	4,6	0,279	5,6%	0,331	6,6%	0,158	3,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	23	361
05.07.2021 13:52:34 Sprengung-Nr. 061 Sohle 4																						
4 Loch - 17m 4 Zünder 4 Zeitstufen 68m Sprengschnur	94 kg/ZS 375 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	619 m	Gfr_001-19321312		3,1	4,2	4,8	0,093	1,9%	0,079	1,6%	0,102	2,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	7	103
07.07.2021 09:53:12 Sprengung-Nr. 062 Sohle 4																						
12 Loch - 17m 12 Zünder 12 Zeitstufen 204m Sprengschnur	35 kg/ZS 425 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	624 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,9	4,7	0,135	2,7%	0,127	2,5%	0,100	2,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	249
09.07.2021 09:34:48 Sprengung-Nr. 063 Sohle 2																						
7 Loch - 16m 7 Zünder 7 Zeitstufen 112m Sprengschnur	36 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	527 m	Gfr_001-19321312		3,3	7,6	8,6	0,106	2,1%	0,197	3,9%	0,119	2,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	278
12.07.2021 13:33:01 Sprengung-Nr. 064 Sohle 2																						
18 Loch - 16m 19 Zünder 19 Zeitstufen 288m Sprengschnur	34 kg/ZS 650 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	538 m	Gfr_001-19321312		3,5	8,2	9,8	0,347	6,9%	0,324	6,5%	0,282	5,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	32	522
15.07.2021 16:09:43 Sprengung-Nr. 065 Sohle 3																						
7 Loch - 30m 7 Zünder 7 Zeitstufen 210m Sprengschnur	99 kg/ZS 690 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	607 m	Gfr_001-19321312		5,4	4,7	4,8	0,251	5,0%	0,331	6,6%	0,178	3,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	20	314

Bohrlocher - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Lademenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte	
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.
21.07.2021 10:16:54 Sprengung-Nr. 066 Sohle 1																					
11 Loch - 15m 11 Zünder 11 Zeitstufen 165m Sprengschnur	54 kg/ZS 595 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	635 m	Gfr_001-19321312	4,0	4,1	4,4	0,129	2,6%	0,347	6,9%	0,185	3,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	30	507
21.07.2021 14:37:12 Sprengung-Nr. 067 Sohle 4																					
8 Loch - 17m 8 Zünder 8 Zeitstufen 136m Sprengschnur	25 kg/ZS 200 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	628 m	Gfr_001-19321312	3,1	2,8	4,7	0,165	3,3%	0,170	3,4%	0,172	3,4%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	22	393
22.07.2021 08:21:56 Sprengung-Nr. 068 Sohle 2																					
6 Loch - 16m 6 Zünder 6 Zeitstufen 96m Sprengschnur	42 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	551 m	Gfr_001-19321312	3,4	3,8	4,8	0,141	2,8%	0,169	3,4%	0,149	3,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	232
26.07.2021 10:39:56 Sprengung-Nr. 069 Sohle 4																					
9 Loch - 17m 9 Zünder 9 Zeitstufen 153m Sprengschnur	49 kg/ZS 445 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	636 m	Gfr_001-19321312	3,2	3,0	4,8	0,207	4,1%	0,133	2,7%	0,117	2,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	19	321
27.07.2021 17:09:32 Sprengung-Nr. 070 Sohle 3																					
9 Loch - 30m 9 Zünder 9 Zeitstufen 270m Sprengschnur	99 kg/ZS 890 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	614 m	Gfr_001-19321312	3,0	2,9	2,9	0,200	4,0%	0,204	4,1%	0,128	2,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	13	197
29.07.2021 16:08:43 Sprengung-Nr. 071 Sohle 4																					
17 Loch - 17m 17 Zünder 17 Zeitstufen 289m Sprengschnur	50 kg/ZS 845 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	646 m	Gfr_001-19321312	7,1	2,8	4,9	0,157	3,1%	0,118	2,4%	0,115	2,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	247
30.07.2021 15:31:00 Sprengung-Nr. 072 Sohle 3																					
6 Loch - 30m 6 Zünder 6 Zeitstufen 180m Sprengschnur	88 kg/ZS 525 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	623 m	Gfr_001-19321312	2,1	4,0	2,9	0,140	2,8%	0,355	7,1%	0,179	3,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	24	376
03.08.2021 17:15:45 Sprengung-Nr. 073 Sohle 1																					
17 Loch - 15m 17 Zünder 17 Zeitstufen 255m Sprengschnur	46 kg/ZS 775 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	630 m	Gfr_001-19321312	6,2	7,8	7,9	0,356	7,1%	0,565	11,3%	0,254	5,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	52	899
05.08.2021 08:29:36 Sprengung-Nr. 074 Sohle 4																					
16 Loch - 17m 16 Zünder 16 Zeitstufen 272m Sprengschnur	45 kg/ZS 725 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	627 m	Gfr_001-19321312	3,1	3,0	4,8	0,275	5,5%	0,235	4,7%	0,196	3,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	26	440
06.08.2021 16:26:40 Sprengung-Nr. 075 Sohle 2																					
8 Loch - 15m 8 Zünder 8 Zeitstufen 120m Sprengschnur	44 kg/ZS 350 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	557 m	Gfr_001-19321312	3,4	4,4	4,8	0,191	3,8%	0,268	5,4%	0,179	3,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	23	364
11.08.2021 11:18:21 Sprengung-Nr. 076 Sohle 3																					
6 Loch - 30m 6 Zünder 6 Zeitstufen 180m Sprengschnur	88 kg/ZS 525 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	628 m	Gfr_001-19321312	3,0	2,9	4,7	0,283	5,7%	0,200	4,0%	0,126	2,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	19	303
13.08.2021 15:32:21 Sprengung-Nr. 077 Sohle 3																					
7 Loch - 30m 7 Zünder 7 Zeitstufen 210m Sprengschnur	86 kg/ZS 600 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	630 m	Gfr_001-19321312	3,0	4,7	4,6	0,197	3,9%	0,213	4,3%	0,115	2,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	233
18.08.2021 08:44:00 Sprengung-Nr. 078 Sohle 3																					
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	89 kg/ZS 975 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	632 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																

Bohrlocher - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBfmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.	
19.08.2021 10:29:02 Sprengung-Nr. 079 Sohle 3																						
11 Loch - 30m 11 Zünder 11 Zeitstufen 330m Sprengschnur	89 kg/ZS 975 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	640 m	Gfr_001-19321312		3,5	4,6	4,7	0,257	5,1%	0,142	2,8%	0,151	3,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	282
19.08.2021 10:29:03 Sprengung-Nr. 080 Sohle 3																						
5 Loch - 30m 5 Zünder 5 Zeitstufen 150m Sprengschnur	195 kg/ZS 975 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	645 m	Gfr_001-19321312		3,5	4,6	4,7	0,257	5,1%	0,142	2,8%	0,151	3,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	12	178
23.08.2021 10:56:23 Sprengung-Nr. 081 Sohle 3																						
5 Loch - 30m 5 Zünder 5 Zeitstufen 150m Sprengschnur	195 kg/ZS 975 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	647 m	Gfr_001-19321312		3,2	4,4	2,9	0,095	1,9%	0,119	2,4%	0,058	1,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	6	83
23.08.2021 11:58:30 Sprengung-Nr. 082 Sohle 4																						
4 Loch - 17m 4 Zünder 4 Zeitstufen 68m Sprengschnur	48 kg/ZS 190 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	604 m	Gfr_001-19321312		3,5	4,6	4,6	0,303	6,1%	0,237	4,7%	0,233	4,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	26	441
25.08.2021 14:40:32 Sprengung-Nr. 083 Sohle 3																						
13 Loch - 30m 13 Zünder 13 Zeitstufen 390m Sprengschnur	62 kg/ZS 800 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	661 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,9	4,6	0,363	7,3%	0,360	7,2%	0,207	4,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	30	519
30.08.2021 07:30:00 Sprengung-Nr. 084 Sohle 4																						
6 Loch - 17m 6 Zünder 6 Zeitstufen 102m Sprengschnur	42 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	600 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																	
30.08.2021 15:16:08 Sprengung-Nr. 085 Sohle 4																						
6 Loch - 17m 6 Zünder 6 Zeitstufen 102m Sprengschnur	42 kg/ZS 250 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	598 m	Gfr_001-19321312		5,7	4,6	4,7	0,166	3,3%	0,166	3,3%	0,101	2,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	258
03.09.2021 13:41:57 Sprengung-Nr. 086 Sohle 2																						
7 Loch - 16m 7 Zünder 7 Zeitstufen 112m Sprengschnur	46 kg/ZS 325 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	573 m	Gfr_001-19321312		3,0	4,5	4,7	0,188	3,8%	0,202	4,0%	0,106	2,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	278
13.09.2021 12:36:00 Sprengung-Nr. 087 Sohle 3																						
15 Loch - 30m 15 Zünder 15 Zeitstufen 450m Sprengschnur	63 kg/ZS 945 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	678 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																	
14.09.2021 15:43:24 Sprengung-Nr. 088 Sohle 4																						
6 Loch - 17m 6 Zünder 6 Zeitstufen 102m Sprengschnur	50 kg/ZS 300 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	576 m	Gfr_001-19321312		3,2	5,2	4,8	0,157	3,1%	0,137	2,7%	0,086	1,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	13	207
21.09.2021 19:05:11 Sprengung-Nr. 089 Sohle 2																						
29 Loch - 15m 29 Zünder 29 Zeitstufen 435m Sprengschnur	47 kg/ZS 1.375 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	589 m	Gfr_001-19321312		3,1	2,9	4,6	0,427	8,5%	0,411	8,2%	0,238	4,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	37	605
24.09.2021 15:11:00 Sprengung-Nr. 090 Sohle 2																						
8 Loch - 15m 8 Zünder 8 Zeitstufen 120m Sprengschnur	47 kg/ZS 375 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	693 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																	
28.09.2021 16:03:50 Sprengung-Nr. 091 Sohle 2																						
42 Loch - 15m 42 Zünder 42 Zeitstufen 630m Sprengschnur	47 kg/ZS 1.990 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	604 m	Gfr_001-19321312		3,2	8,0	8,7	0,409	8,2%	0,383	7,7%	0,244	4,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	36	603

Börschlicher - tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Lademenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBfmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.	
30.09.2021 11:25:37 Sprengung-Nr. 092 Sohle 3																						
12 Loch - 30m 12 Zünder 12 Zeitstufen 360m Sprengschnur	79 kg/ZS 950 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	570 m	Gfr_001-19321312		4,5	7,6	4,7	0,269	5,4%	0,235	4,7%	0,184	3,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	266
30.09.2021 16:15:59 Sprengung-Nr. 093 Sohle 4																						
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	60 kg/ZS 300 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	562 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,9	2,9	0,341	6,8%	0,239	4,8%	0,135	2,7%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	25	389
05.10.2021 12:00:33 Sprengung-Nr. 094 Sohle 4																						
4 Loch - 17m 4 Zünder 4 Zeitstufen 68m Sprengschnur	56 kg/ZS 225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	559 m	Gfr_001-19321312		3,2	2,9	4,8	0,192	3,8%	0,139	2,8%	0,105	2,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	14	226
14.10.2021 15:17:18 Sprengung-Nr. 095 Sohle 3																						
12 Loch - 30m 12 Zünder 12 Zeitstufen 360m Sprengschnur	96 kg/ZS 1.150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	571 m	Gfr_001-19321312		3,0	4,6	3,1	0,400	8,0%	0,458	9,2%	0,379	7,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	27	404
21.10.2021 08:09:22 Sprengung-Nr. 096 Sohle 3																						
10 Loch - 30m 10 Zünder 10 Zeitstufen 300m Sprengschnur	115 kg/ZS 1.150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	566 m	Gfr_001-19321312		3,0	8,3	8,9	0,162	3,2%	0,101	2,0%	0,110	2,2%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	9	126
28.10.2021 13:58:41 Sprengung-Nr. 097 Sohle 2																						
24 Loch - 16m 24 Zünder 24 Zeitstufen 384m Sprengschnur	48 kg/ZS 1.150 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	684 m	Gfr_001-19321312		3,0	7,9	3,2	0,226	4,5%	0,249	5,0%	0,146	2,9%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	25	437
28.10.2021 15:09:11 Sprengung-Nr. 098 Sohle 4																						
5 Loch - 17m 5 Zünder 5 Zeitstufen 85m Sprengschnur	45 kg/ZS 225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	556 m	Gfr_001-19321312		3,2	2,9	4,7	0,116	2,3%	0,055	1,1%	0,048	1,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	10	155
05.11.2021 07:14:27 Sprengung-Nr. 099 Sohle 2																						
30 Loch - 16m 30 Zünder 30 Zeitstufen 480m Sprengschnur	48 kg/ZS 1.450 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	668 m	Gfr_001-19321312		4,5	2,9	4,8	0,130	2,6%	0,132	2,6%	0,077	1,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	13	223
05.11.2021 15:10:00 Sprengung-Nr. 100 Sohle 4																						
4 Loch - 17m 4 Zünder 4 Zeitstufen 68m Sprengschnur	56 kg/ZS 225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	551 m	Gfr_001-19321312	Trigger-Level nicht erreicht (0,10 mm/s)																	
09.11.2021 13:56:47 Sprengung-Nr. 101 Sohle 2																						
11 Loch - 16m 11 Zünder 11 Zeitstufen 176m Sprengschnur	45 kg/ZS 500 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	652 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,9	4,7	0,159	3,2%	0,179	3,6%	0,149	3,0%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	17	304
15.11.2021 14:38:43 Sprengung-Nr. 102 Sohle 2																						
10 Loch - 16m 10 Zünder 10 Zeitstufen 160m Sprengschnur	48 kg/ZS 475 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	649 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,9	4,9	0,308	6,2%	0,193	3,9%	0,288	5,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	29	499
16.11.2021 14:40:23 Sprengung-Nr. 103 Sohle 3																						
10 Loch - 30m 10 Zünder 10 Zeitstufen 300m Sprengschnur	98 kg/ZS 975 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	556 m	Gfr_001-19321312		3,6	4,8	4,6	0,487	9,7%	0,499	10,0%	0,263	5,3%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	28	418
19.11.2021 11:36:51 Sprengung-Nr. 104 Sohle 2																						
26 Loch - 16m 26 Zünder 26 Zeitstufen 416m Sprengschnur	47 kg/ZS 1.225 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fischingen	635 m	Gfr_001-19321312		9,7	4,7	8,7	0,171	3,4%	0,273	5,5%	0,242	4,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	25	433

Bohrlocher - Tiefe Zünder Zeitstufen Sprengschnur	Ladmenge / Zeitstufe Sprengladung	Messstellen	Dist.	Geräte	Frequenz in Hz			Maximalgeschwindigkeit in mm/s und Relativwerte gemäß DIN 4150-3						Maximal zulässige Geschwindigkeit in mm/s gemäß DIN 4150-3			KBFmax und Relativwerte nach DIN 4150-2		Ü	Berechnete Geb.-Beiwerte		
					X	Y	Z	X	%	Y	%	Z	%	X	Y	Z	Max	%		Koch	BGR-Sedim.	
24.11.2021 15:56:21 Sprengung-Nr. 105 Sohle 1																						
21 Loch - 16m 21 Zünder 21 Zeitstufen 336m Sprengschnur	51 kg/ZS 1.075 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen	669 m	Gfr_001-19321312		5,2	6,5	5,2	0,114	2,3%	0,131	2,6%	0,156	3,1%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	255
26.11.2021 14:00:57 Sprengung-Nr. 106 Sohle 1																						
25 Loch - 16m 25 Zünder 25 Zeitstufen 400m Sprengschnur	51 kg/ZS 1.275 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen	656 m	Gfr_001-19321312		3,0	7,9	4,7	0,246	4,9%	0,248	5,0%	0,282	5,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	26	448
02.12.2021 13:46:22 Sprengung-Nr. 107 Sohle 1																						
22 Loch - 16m 22 Zünder 22 Zeitstufen 352m Sprengschnur	50 kg/ZS 1.100 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen	641 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,8	3,5	0,240	4,8%	0,248	5,0%	0,131	2,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	22	385
06.12.2021 16:10:52 Sprengung-Nr. 108 Sohle 2																						
12 Loch - 16m 12 Zünder 12 Zeitstufen 192m Sprengschnur	49 kg/ZS 590 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen	670 m	Gfr_001-19321312		3,0	2,9	4,7	0,352	7,0%	0,247	4,9%	0,232	4,6%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	34	591
08.12.2021 08:20:56 Sprengung-Nr. 109 Sohle 2																						
31 Loch - 16m 31 Zünder 31 Zeitstufen 496m Sprengschnur	49 kg/ZS 1.525 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen	655 m	Gfr_001-19321312		4,9	4,2	7,4	0,160	3,2%	0,156	3,1%	0,126	2,5%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	15	260
10.12.2021 13:48:37 Sprengung-Nr. 110 Sohle 4																						
14 Loch - 16m 14 Zünder 14 Zeitstufen 224m Sprengschnur	64 kg/ZS 890 kg	IO 01 a - Fundament, Betraer Steige (Haus Hipp), 72172 Sulz-Fisingen	543 m	Gfr_001-19321312		3,5	3,0	4,8	0,671	13,4%	0,352	7,0%	0,291	5,8%	5,0	5,0	5,0	-	-	-	46	700