

EINWOHNERGEMEINDE BOLTIGEN

ÜBERBAUUNGSORDNUNG «KOHLEBERGWERKE»

ÜBERBAUUNGSVORSCHRIFTEN

Die Planung besteht aus:

- **Überbauungsvorschriften**
- Überbauungsplan

Weitere Unterlagen:

- Erläuterungsbericht
- Zonenplanänderung
- Geologisches Gutachten
- Naturgefarengutachten

öffentliche Mitwirkung

3. März 2026

IMPRESSUM

Auftraggeberchaft

Einwohnergemeinde Boltigen
Vijelimatte 281h
3766 Boltigen

Auftragnehmerin

ecoptima ag
Spitalgasse 34, Postfach, 3001 Bern
Industriestrasse 5a, 6210 Sursee
Telefon 031 310 50 80
ecoptima.ch, info@ecoptima.ch

Bearbeitung

Arthur Stierli, dipl. Geograf
Fabian Kälin, Raumplaner BSc, CAS Urban Management

Datei: 07988_UeV_20260316_MW.docx

INHALT

1.	ALLGEMEINES	5
2.	TOURISTISCHE ANLAGEN	6
3.	WEGSYSTEM	6
4.	PARKIERUNG	7
5.	UMWELT	8
6.	WEITERE BESTIMMUNGEN	8
	GENEHMIGUNGSVERMERKE	9
	ANHANG: FACHGUTACHTEN STEIN-/ BLOCKSCHLAG UND HOCHWASSER	10

1. ALLGEMEINES

Art. 1

Planungszweck

Die Überbauungsordnung bezweckt die Schaffung einer neuen, erlebnisorientierten touristischen Attraktion, welche die wirtschafts- und kulturgeschichtliche Bedeutung des ehemaligen Kohlebergwerks Boltigen aufzeigt.

Art. 2

Wirkungsbereich

Der Wirkungsbereich der Überbauungsordnung ist im Überbauungsplan mit einem dunkelgrau gestrichelten Perimeter abgegrenzt.

Art. 3

Stellung zur Grundordnung

Soweit die vorliegenden Überbauungsvorschriften und der Überbauungsplan nichts anderes bestimmen, gelten die Bestimmungen des Baureglements der übergeordneten Gesetzgebung.

Art. 4

Inhalt des Überbauungsplans

¹ Im Überbauungsplan werden verbindlich festgelegt:

- Wirkungsbereich
- Touristische Anlagen:
 - Bereich für Spiel und Aufenthalt
 - Bereich für sanitäre Anlage
- Wegesystem (Themenweg):
 - Karrweg
 - Thematische Aufwertung best. Wanderwege
 - Bauliche Aufwertung best. Wanderwege
- Bereich für Parkierung

² Mit hinweisendem Charakter werden dargestellt:

- Inszenierung historischer Bauten
- Wiederaufbau historische «Schmitte»
- Inszenierung «Kohlebahn»
- Neuer Wegabschnitt Themenweg
- Stollenportal
- Begehbarer Stollenabschnitt (unterirdisch)
- best. Gebäude
- Gewässerraum 12 m (Genehmigung ausstehend)
- Bereich Schutzdamm in ungefährer Lage
- best. Wanderweg
- Höhenlinien
- Waldausscheidung (AWN 02.10.2020)
- Waldabstandslinie 30 m
- Wald
- offenes Gewässer

2. TOURISTISCHE ANLAGEN

Art. 5

Grundsatz

¹ Bauliche und bodenverändernde Eingriffe in das Terrain sind auf das notwendige Minimum zu beschränken. Bei sämtlichen Vorhaben sind die Landschaft, die natürlichen Lebensräume und insbesondere der Wald möglichst schonend zu behandeln.

Art. 6

Bereich für Spiel und Aufenthalt

¹ Im Bereich für Spiel und Aufenthalt «Halde Chlus» ist die Erstellung eines Grillplatzes sowie eines überdachten Picknickplatzes zulässig. Zugelassen ist ein auf allen Seiten offenes Dach mit einer Maximalhöhe von 5 m und einer Fläche von maximal 50 m².

² Ein Teil des Bereichs kann mit Kinderspielgeräten (max. Höhe: 3.5 m) ausgestattet werden. Die Kinderspielgeräte sind aus natürlichen Materialien zu erstellen.

³ Es sind zwei Nebenbauten mit einer gesamten Grundfläche von maximal 15 m² und einer zulässigen Höhe von maximal 2.5 m erlaubt. Die Nebenbauten dienen der Unterbringung einfacher Sanitäranlagen (z. B. Komposttoilette) sowie eines Materialschuppens.

⁴ Weiter sind als Kleinbauten ein Brunnen, gedeckte Unterstände für die Lagerung von Holz, Holzbänke und -tische etc. zugelassen. Die max. Höhe der Kleinbauten beträgt 2.5 m.

Art. 7

Bereich für sanitäre Anlagen

Im Bereich für sanitäre Anlagen ist die Errichtung einer einfachen Sanitäranlage (bspw. Komposttoilette) mit einer maximalen Grundfläche von 10 m² und mit maximaler Höhe von 2.5 m zulässig.

3. WEGSYSTEM

Art. 8

Grundsatz

Alle im Überbauungsplan gekennzeichneten Wege sind generell öffentlich zugänglich, unversiegelt und durchlässig.

Art. 9

Karrweg

¹ Der im Überbauungsplan festgelegte Karrweg dient der Erschliessung des Besucherbergwerks für Unterhaltsarbeiten sowie als Notfallzufahrt. Der Karrweg darf eine maximale Fahrbahnbreite von 2.5 m nicht überschreiten.

² Der Karrweg verläuft teilweise auf oder unmittelbar neben dem bestehenden Wanderweg. Er übernimmt dessen Funktion vollumfänglich und steht den Wandernden durchgehend und uneingeschränkt zur Verfügung.

Art. 10

thematische Aufwertung best. Wanderwege

¹ Der im Überbauungsplan gekennzeichnete Wegabschnitt dient der thematischen Aufwertung des bestehenden Wanderwegs.

² Das Aufstellen von Stelen und Informationstafeln entlang dieses Wegabschnitts ist zulässig. Diese Informationselemente dürfen eine maximale Höhe von 2.0 m und eine maximale Fläche von 2.5 m² aufweisen

Art. 11

bauliche Aufwertung best. Wanderwege

¹ Der im Überbauungsplan gekennzeichnete Wegabschnitt dient der baulichen Aufwertung des bestehenden Wanderwegs. Der bestehende Weg darf auf eine durchgehende Breite von 1,0 m ausgebaut und mit einem Mergelbelag versehen werden. Wo aus Sicherheitsgründen erforderlich, darf ein Holzgeländer erstellt werden.

² Innerhalb des Gewässerraums des Reidiggrabe dürfen als Belag ausschliesslich lose und natürliche Materialien verwendet werden.

³ Da der Wegabschnitt grösstenteils in einem Gefahrenbereich für Stein- und Blockschlag liegt, ist das Aufstellen von Stelen oder Informationstafeln entlang dieses Weges untersagt.

4. PARKIERUNG

Art. 12

Bereich für Parkierung und Materiallagerung

¹ Die Autoabstellplätze sind in dem im Überbauungsplan bezeichneten Bereich vorzusehen. Sie müssen versickerungsfähig sein und eine überwiegend grüne Erscheinung aufweisen.

² Der Bereich für Parkierung wird in zwei Teilbereiche unterteilt:

- Im Teilbereich 1 dürfen in einer ersten Etappe 7 Abstellplätze realisiert werden.
- Im Teilbereich 2 dürfen in einer zweiten Etappe 8 zusätzliche Abstellplätze realisiert werden. Die Erstellung von Teilbereich 2 ist erst zulässig, wenn aufgrund der tatsächlichen Belegungszahlen ein Bedarf nachgewiesen wird und dies im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens bestätigt werden kann.

5. UMWELT

Art. 13

Naturgefahren

Bei allen Vorhaben im gesamten Wirkungsbereich ist ein angemessener Schutz vor den bestehenden Naturgefahren sicherzustellen. Für die Beurteilung und Umsetzung der Schutzmassnahmen ist das «Fachgutachten Stein-/Blockschlag und Hochwasser» der Emch + Berger AG vom 26.10.2023 heranzuziehen.

Art. 14

Lärmschutz

Im gesamten Wirkungsbereich der Überbauungsordnung gilt die Lärmempfindlichkeitsstufe ES III gemäss Art. 43 LSV.

6. WEITERE BESTIMMUNGEN

Art. 15

Inkrafttreten

Die Überbauungsordnung tritt am Tag nach der Publikation der Genehmigung durch das Amt für Gemeinden und Raumordnung in Kraft (Art. 110 BauV).

GENEHMIGUNGSVERMERKE

Mitwirkung vom
Vorprüfung vom

7. April bis 6. Mai 2026

Publikation im Amtsblatt vom
Publikation im amtlichen Anzeiger vom
Öffentliche Auflage vom

Einspracheverhandlungen vom
Erledigte Einsprachen
Unerledigte Einsprachen
Rechtsverwahrungen

Beschlossen durch den Gemeinderat am
Beschlossen durch die Gemeindeversammlung am

Präsident

Sekretär

Albert Wampfler

Rudolf Matti

Die Richtigkeit dieser Angaben bescheinigt

Boltigen, den

Gemeindeschreiber

Rudolf Matti

**Genehmigt durch das kantonale Amt
für Gemeinden und Raumordnung**

ANHANG: FACHGUTACHTEN STEIN-/ BLOCKSCHLAG UND HOCHWASSER



Fachgutachten Stein-/ Blockschlag und Hochwasser

Version 1.2 | 26.10.2023

Kohlebergwerk Boltigen



Emch+Berger AG Bern, Niederlassung Spiez
Seestrasse 7 | CH-3700 Spiez | Tel. +41 33 650 75 75
spiez@emchberger.ch | www.emchberger.ch

Gesamtlösungen sind unser Plus.

Impressum

Auftragsnummer	UE224043
Auftraggeber	Verein Freunde Kohlenbergwerke Boltigen
Datum	26.10.2023
Version	1.2
Autor(en)	Martin Heynen
Freigabe	Beat Brunner
Verteiler	Verein Freunde Kohlenbergwerke Boltigen
Datei	J:\F_4- 41\F_Fs22\UE224043_Fachgutachten_Kohlebergwerk_Boltigen\4_plan\Ing\bericht\UE224043- TB-Fachgutachten_Steinschlag_Hochwasser_230110.docx
Seitenanzahl	29
Copyright	© Emch+Berger AG Bern, Niederlassung Spiez

Inhalt

1	Ausgangslage	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Projektbeschreibung	1
2	Gefahrensituation	3
2.1	Bestehende Gefahrenkarte	3
2.1.1	Stein-/ Blockschlag	3
2.1.2	Wassergefahren	3
2.2	Methodik Beurteilung von Stein-/ Blockschlag	4
2.2.1	Schwachstellenanalyse und Szenarienbildung	4
2.2.2	Wirkungsanalyse	4
2.3	Methodik Beurteilung Wassergefahren	5
2.4	Geländeanalyse	6
2.4.1	Stein-/ Blockschlag	6
2.5	Gefahrenbeurteilung Stein/- Blockschlag	7
2.6	Gefahrenbeurteilung Wassergefahren	8
2.6.1	Hydrologie	8
2.6.2	Hydraulik	8
2.6.3	Gefahrenbeurteilung	9
3	Ermittlung Einwirkung	10
3.1	Resultate der Sturzbahnmodellierungen für Stein-/ Blockschlag	10
3.1.1	Intensitätskarte 30-jährlich	10
3.1.2	Intensitätskarte 100-jährlich	11
3.1.3	Intensitätskarte 300-jährlich	11
3.2	Resultate Wassergefahren	12
3.2.1	Hochwasser	12
3.2.2	Oberflächenabfluss	12
4	Bauen in Gefahrengebieten	13
4.1	Allgemein nach Arbeitshilfe zu Art.6 Baugesetz, Bauen in Gefahrengebieten	13
4.2	Gefahrenkarte im Projektperimeter vor Massnahmen	13
4.3	Projektspezifische Gefahren	14
4.3.1	Gefahren Bauphase	14
4.3.2	Gefahren Betriebsphase	15
5	Ermittlung der Einwirkungen	18
5.1	Stein-/ Blockschlag	18
5.2	Wassergefahren	18
6	Objektschutzmassnahmen	19
6.1	Betrieb Spiel-/ Grillplatz	19
6.2	Betrieb Schmitte	19
7	Schlussfolgerungen	20
8	Grundlagen	21

Anhang A	Geländeanalyse	1
Anhang B	Modellierung mit Rockyfor3D	B-1
8.1.2	Erläuterungen zur Modellierung	B-1
8.1.3	30-jährlich	B-1
8.1.4	100-jährlich	B-2
8.1.5	300-jährlich	B-2

1 Ausgangslage

1.1 Einleitung

Der Verein «Freunde Kohlenbergwerke Boltigen» beabsichtigt das ehemalige Kohlenbergwerk in der Chlus in Boltigen touristisch zu nutzen. In einem ersten Schritt wurden dazu die Machbarkeit aus geologischer Sicht geklärt und eine Ersteinschätzung betreffend der Gefährdung durch Naturgefahren erarbeitet. Im Planungsperimeter liegen Gefahrenhinweise unbestimmter Gefahrenstufe für Steinschlag, Lawinen, Rutschungen und Wassergefahr vor.

Die Abteilung Naturgefahren des AWN erachtet in ihrer Stellungnahme insbesondere die Sicherstellung des Schutzes vor Steinschlag als grosse Herausforderung. Die technische und finanzielle Machbarkeit des Vorhabens hängt massgebend von der Gefahrensituation und den daraus erforderlichen Schutzmassnahmen ab

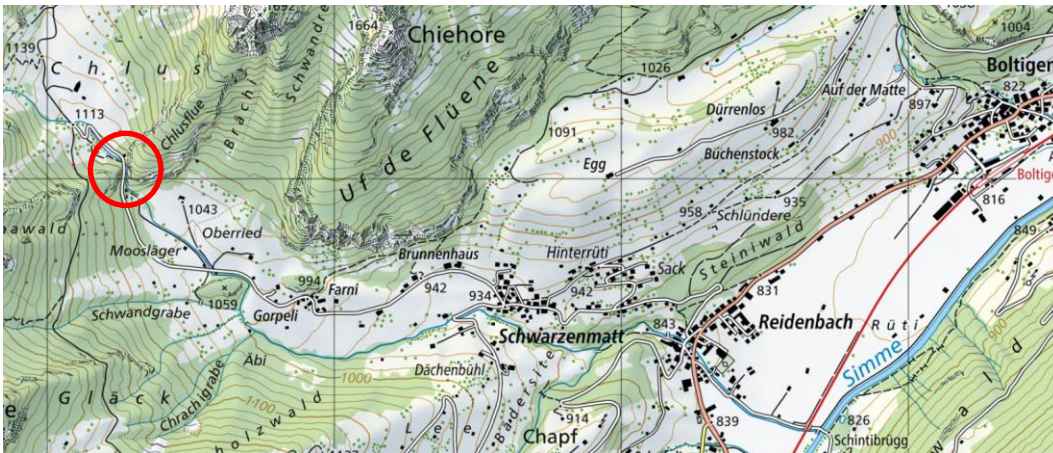


Abbildung 1: Situationsplan Chlus Schwarzenmatt. Das Gelände des Kohlenbergwerks Chlus ist rot umkreist.

Die Emch+Berger AG Bern wurde von der ecoptima ag und «Freunde Kohlenbergwerke Boltigen» beauftragt eine Gefahrenbeurteilung Stein-/ Blockschlag und Hochwasser im Bereich der touristischen Nutzung des Kohlebergwerks Chlus zu erstellen.

1.2 Projektbeschreibung

Die Stellungnahme zu den Naturgefahren vom Kanton Bern [16] geht teilweise von einem heute überarbeiteten Projektbeschreibung aus. Daher möchten wir hier den aktuellen Stand des Projektes erläutern [17].

Mit dem Ziel, dass das Bergwerk eine erlebnisorientierte, naturverträgliche touristische Attraktion im Simmental werden soll, haben die Freunde Kohlebergwerke Boltigen ihren Projektbeschreibung folgendermassen definiert [17], 02.11.2022:

Teilprojekt Bau (betrifft die Naturgefahren):

Ausbau des Bergwerkes für Führungen mit Nachbau der Schmiede, Rekonstruktion von Abbaumethoden inkl. Rollwagen in Stollenmündung, Schubladen in Gesenk und Arbeiterpuppen in verschiedenen Positionen im Stollen, Spielplatz mit Bergwerkelementen, inkl. überdachte Verpflegungsmöglichkeit und Sanitäre Anlagen. (Oeko-WCs), Transportbahn (alte Seilbahn)
Transportmöglichkeit Bahnhof Boltigen zum Bergwerk.

Es ergeben sich folgende Schnittstellen zu Naturgefahren:

- Öffnen des Mundlochs Halde Klus (Rollstrecke) mit Bagger 10-15t, sowie Abtransport des Materials mit Transporter über die von der Seigemeinde genehmigte Zufahrtsstrecke.
 - o Arbeitssicherheit gegen Naturgefahren
- Aufstellen eines mobilen Baucontainers für Lagerung von Werkzeugen und Maschinen.
 - o Standortwahl betreffend Stein-/ Blockschlag

- Aufstellen Oeko WCs im Bereich Mundloch Klus.
 - o Standortwahl betreffend Stein-/ Blockschlag
- Verbessern des bestehenden Weges zum Mundloch Dürrfluh, als Fussweg/ Themenweg.
 - o Einschätzung der Naturgefahrensituation
- Transportbahn / Seilbahn
 - o Erstellen einer Material-Transportbahn wie anno dazumal.

Schnittstellen zum Teilprojekt Bau, nicht Bestandteil des Fachgutachtens Naturgefahren:

- Öffnen des Mundlochs Halde Klus (Rollstrecke) mit Bagger 10-15t, sowie Abtransport des Materials mit Transporter über die von der Seygemeinde genehmigte Zufahrtsstrecke.
 - o Sicherung Portalbereich
- Ausbruch des Materials im Stolleninnern mit Kleinbagger und Handbeihilfe (Annahme 50-100m³).
- Erstellen Stromanschluss, falls möglich sonst mit gemietetem Stromaggregat.
- Erstellen einer Grund-Beleuchtung, langfristig mit erneuerbarer Energiequelle (Solar oder Wasser).
- Erstellen einer Ausleuchtung der Aufhauen nach oben und unten.
- Ausräumen von Schutt in den Stollen (heruntergefallenes Material).
- Sichern des Überganges bei der Kreuzung.
- Rausräumen, sortieren, Lagern bzw. Entsorgen der Metallrückstände im Stollen.
- Erstellen Tor beim neuen Ausgang Halde Klus. Ev. erneuern des vermuteten Wettertores.

Grundsätzlich wollen die Freunde Kohlebergwerke geführte Touren durch das Bergwerk ermöglichen. Dies soll als Rundgang, mit der Möglichkeit zum Grillieren und Spielen, mit Ausgangs- / Endpunkt Dörfli erfolgen.

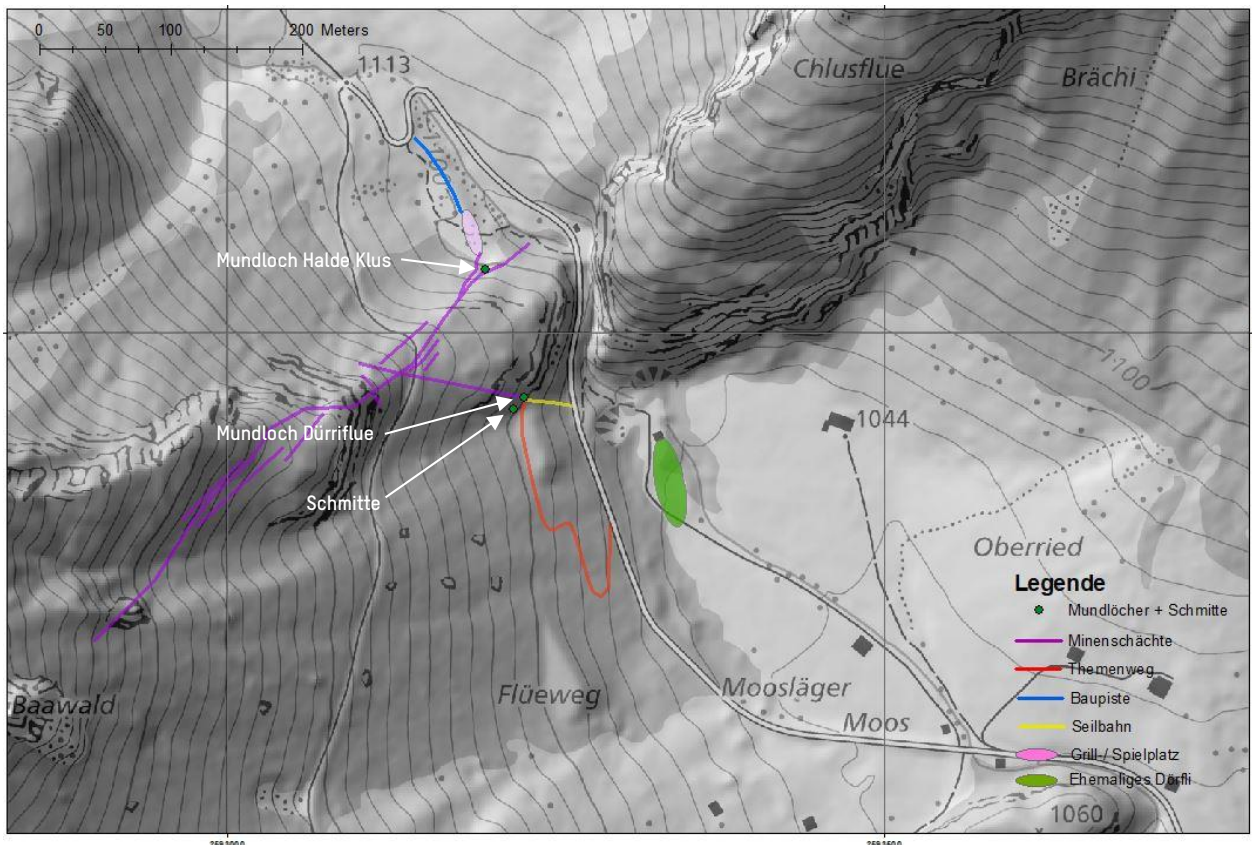


Abbildung 2: Situationsplan mit vorgesehenen Massnahmen.

2 Gefahrensituation

2.1 Bestehende Gefahrenkarte

2.1.1 Stein-/ Blockschlag

Der Projektperimeter befindet sich ausserhalb dem Perimeter A der Gefahrenkarte Boltigen[5]. Die Gefahrenhinweiskarte für Sturzgefahren zeigt eine mögliche Gefährdung auf (vgl. Abbildung 3).

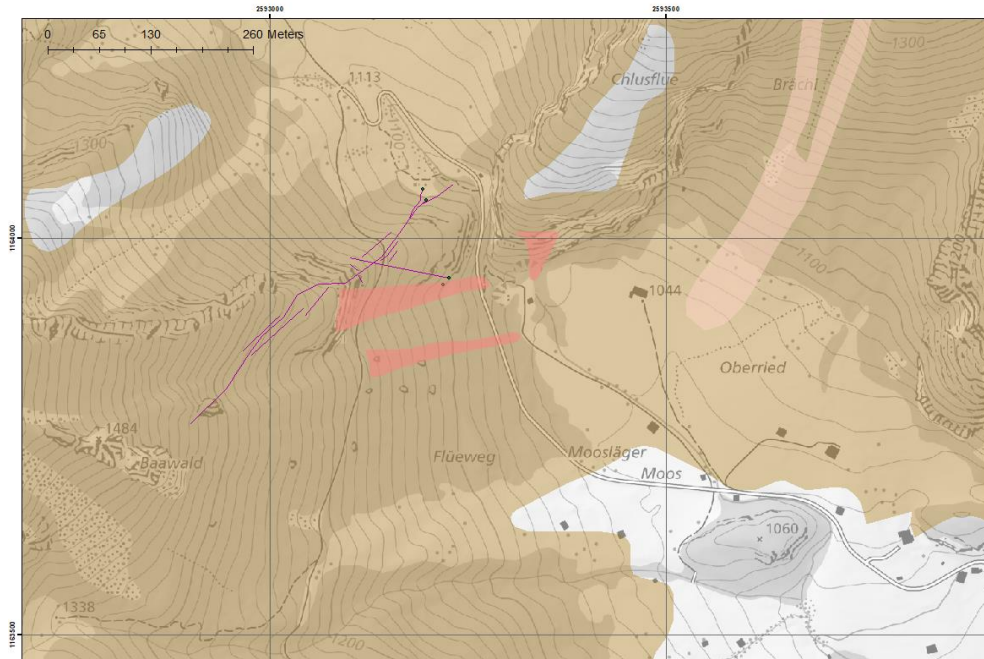


Abbildung 3: Gefahrenhinweiskarte Sturz (braun) und Ereigniskataster (rot). Mündlöcher und Bergwerkstollen eingezeichnet.

2.1.2 Wassergefahren

Der Projektperimeter befindet sich ausserhalb des Perimeter A der Gefahrenkarte Boltigen [5]. Die Gefahrenhinweiskarte für Wassergefahren zeigt eine mögliche Gefährdung auf (vgl. Abbildung 4).

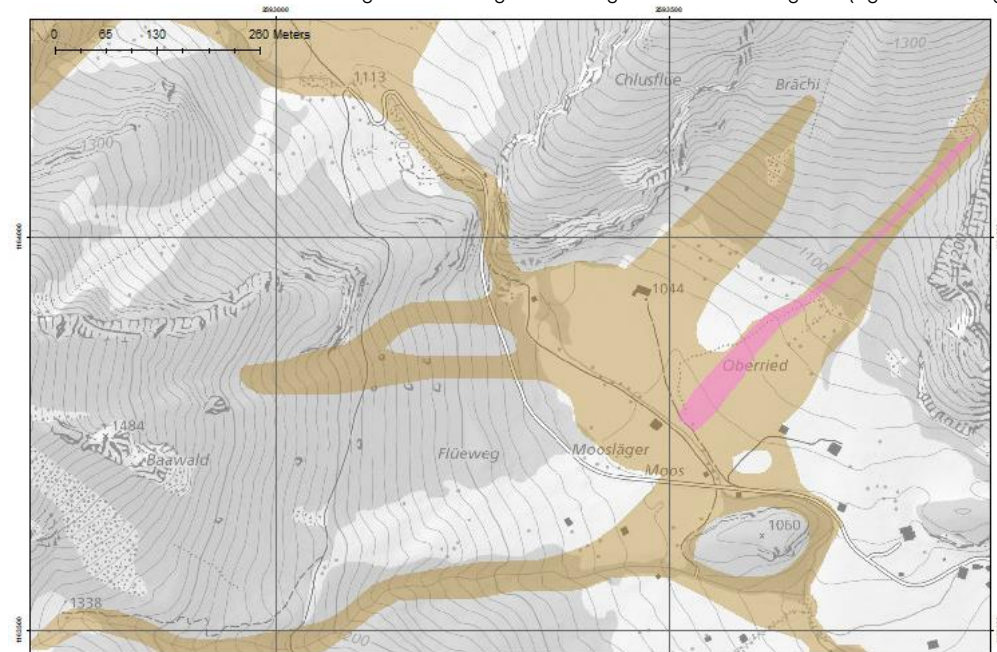


Abbildung 4: Gefahrenhinweiskarte (braun) für Wassergefahren und Ereigniskataster (pink, Murgang) im Projektperimeter.

Da keine Gefahrenkarten für dieses Gebiet vorliegen, musste eine Gefahrenbeurteilung erstellt werden, um die Gefährdung für das geplante Bauvorhaben durch Stein-/ Blockschlag, sowie für die Wassergefahren im Detail zu bestimmen.

2.2 Methodik Beurteilung von Stein-/ Blockschlag

Gemäss [2] werden die Sturzgefahren in vier Kategorien unterteilt. Je nach Grösse der zu erwartenden Gesteinsmassen wird zwischen Steinschlag ($\varnothing < 0.5$ m), Blockschlag ($\varnothing > 0.5$ m), Felssturz (100 – 100'000 m³) und Bergsturz (> 1 Mio. m³) unterschieden.

2.2.1 Schwachstellenanalyse und Szenarienbildung

Für die Bearbeitung der Sturzprozesse wurde nach folgender Methodik vorgegangen:

- Zur Ausscheidung potentieller Liefergebiete wurde eine Hangneigungskarte erstellt. Zonen > 50° wurden im Feld verifiziert.
- Sichten der geologisch-geomorphologischen Grundlagen.
- Auswertung des Ereigniskatasters und der Gefahrenhinweiskarte.
- Feldaufnahmen kritischer Sturzgebiete.
- Charakterisierung des Liefergebietes (Lithologie, Tektonik, Schichtung / Bankung, Klüfte, Verwitterung), des Transitbereiches (stumme Zeugen an Bäumen, im Gelände und an Gebäuden, Untergrund / Dämpfung, Zustand Wald) sowie des Ablagerungsbereiches (Grösse, Blockform, Verteilung und Frische der Sturzkörper, Lesesteinhaufen etc.).
- Definition relevanter Szenarien (Festlegung der Blockgrössen für die Eintretenswahrscheinlichkeiten 30-, 100-, 300-jährlich und das Extremereignis).

2.2.2 Wirkungsanalyse

Zur Erstellung der Gefahrenkarte bezüglich Stein- und Blockschlag und für die nachfolgende Massnahmenplanung wurde für das Gebiet unter Verwendung der Software Rockyfor3D (v5.2.14, September 2019) eine dreidimensionale Steinschlagsimulation durchgeführt.

Für die Simulationen der verschiedenen Szenarien werden folgende Grundlagen für die Modellierung verwendet:

- Digitales Geländemodell mit einer Rasterauflösung 2 m x 2 m.
- Raster mit 8 verschiedenen Bodenarten, welche verschiedene Elastizitäten des Untergrundes definieren.
- 5 verschiedene Raster, welche den Bemessungsblock gemäss Beschreibung der Gefahrenpotenziale beschreiben (Gesteinsdichte, Blockabmessung und Blockform).
- 3 verschiedene Raster, um die Oberflächenrauigkeit des Hanges zu definieren.
- 4 verschiedene Waldraster um die Ausdehnung, den Bestand und die Stärke des Waldes möglichst naturnah bei der Modellierung wiederzugeben (Gliederung gemäss Tabelle 1).

Das Programm modelliert die Trajektorien einzeln und individuell abstürzender Blöcke und errechnet die bei einem vergleichbaren Ereignis zu erwartenden Endpositionen, Sprunghöhen, Geschwindigkeiten, Energien und Trefferwahrscheinlichkeiten.

Die Beurteilung der Sturzprozesse richtete sich nach der „Vollzugshilfe des BAFU, Schutz vor Massenbewegungsgefahren“ [2]. Die Klassifikation der Sturzprozesse erfolgte über die Intensität (Energien: schwach < 30 kJ, mittel 30 – 300 kJ und stark > 300 kJ) und die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Ereignisses.

Für die Beurteilung wurden in Rockyfor3D 200 Sturzblöcke pro Startzelle gewählt. Die Variabilität der Sturzblöcke wurde mit ± 5 % bewusst relativ tief gelassen, damit die Simulationen auch die gewählten Szenarien wiedergeben. Für die Auswertung der Intensitäten wurde das E90 (90 Perzentile der kinetischen Energiewerte in jeder Zelle) verwendet.

Bei der Erstellung der Intensitätskarten wurde auch die Gefährdung an einem bestimmten Ort berücksichtigt. Diese ist das Produkt der Mobilisierungswahrscheinlichkeit und der Trefferwahrscheinlichkeit. Mit Rockyfor3D kann dies mit der Reach Probability für jede Jährlichkeit abgeschätzt werden. Dabei wurden Sturzblöcke, welche eine Wahrscheinlichkeit von weniger als 1 % haben ein

Gebiet zu erreichen, abgeschnitten. Durch diese Berechnungen können einzelne, unwahrscheinliche Sturzbahnen für gewisse Jährlichkeiten ausgeschlossen werden. Die Gefahrenbeurteilung bezieht die Schutzfunktion des Waldes in die Gefahrenbeurteilung mit ein. Dabei wurde der aktuelle Zustand des Waldes nach der Feldkartierung berücksichtigt.

Tabelle 1: Vorgehen zur Berücksichtigung des Waldbestandes in der Steinschlagmodellierung.

Thema	Beschreibung
Ausdehnung Wald	Feldkartierung.
Baumbestand	Standartmässig wurden folgende Werte eingesetzt: 250 Stk. /ha
Baumstärke	25 cm
Standartabweichung	10 cm
Anteil Fichten	70%

Die rein rechnerischen Resultate der Simulationen zeigen teils Extreme auf oder beinhalten lokale Gegebenheiten nur ungenügend. Daher müssen diese im Feld plausibilisiert und interpretiert werden.

Basierend auf den Beurteilungen werden die Wirkungsgebiete abgegrenzt und die Intensitätskarten erstellt.

2.3 Methodik Beurteilung Wassergefahren

Zur Beurteilung der Wassergefahren wurde folgendermassen vorgegangen:

Grundlagenanalyse

In einer ersten Analyse der Grundlagen (Geodaten, Feldbegehung) wurden die relevanten Prozessquellen der Wassergefahren für den zu beurteilenden Perimeter ausgeschieden.

Szenarienbildung

- Hydrologie: Die massgebenden Hochwasserabflüsse (HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und EHQ) wurden mittels Flächenübertragung vom Einzugsgebiet des Reidiggrabens in Reidenbach festgelegt.
- Geschiebe und Schwemmholz: Im Rahmen der Feldbegehung wurde gutachterlich beurteilt, ob ein relevantes Geschiebe – und Schwemmholzpotential besteht, welches während Hochwasserereignissen mobilisiert werden kann. Darauf basierend wurden Auflandungs- und Verklauungsszenarien definiert.

Schwachstellenanalyse

Die möglichen Schwachstellen wurden anhand der Feldbegehungen ermittelt. Als Grundlage für die Bestimmung der Schwachstellen dienen die Hochwasserabflüsse für ein HQ₃₀, HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀ im Vergleich mit den berechneten Abflusskapazitäten mittels Normalabflussrechnung nach Strickler. Die Schwachstellenanalyse erfolgt in Anlehnung an die Empfehlungen der Freibordbetrachtung nach KOHS. Dabei wurden folgende Teilfreiborde berücksichtigt:

- Teilfreibord Unschärfe Wasserspiegellage (fw): Für den Fehler in der Wasserspiegellage wurde ein Wert von 0.1 m berücksichtigt.
- Teilfreibord Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen (fv): Berücksichtigung der Energiehöhe bei allen Querschnitten.
- Zusätzliches Teilfreibord bei Brücken (ft): Für das Teilfreibord für Treibgut unter Brücken wurde ein Wert von 1 m verwendet, da die Brücken über eine teilweise raue Untersicht verfügen und aufgrund der Feldbegehung mit mittlerem bis grösserem Schwemmholzaufkommen gerechnet werden muss.

Bei Unterschreitung des Freibordes wurden bei Brücken und Durchlässen Verklauungsszenarien (Teilverklauung 50% oder Vollverklauung 100%) angenommen.

Wirkungsanalyse

Die Wirkung der verschiedenen Szenarien im Untersuchungsperimeter wurde unter Berücksichtigung von Feldaufnahmen und Geodaten (Höhenmodell DTM LIDAR 50cm, Geologische Grundlagendaten, Ereigniskataster) gutachterlich im Feld beurteilt.

2.4 Geländeanalyse


2.4.1 Stein-/ Blockschlag

Wie in Kapitel 2.1 erläutert, wurde am 30.09.2022 eine detaillierte Geländeanalyse vorgenommen (Bilder, vgl. Anhang A).

Es wurden im gesamten Projektperimeter nur sehr wenige rezente Sturzblöcke vorgefunden, vorwiegend im Bereich der Forststrasse unterhalb Chlusflue West ($< 0.05 \text{ m}^3$). Ältere, meist durch Moos bewachsene Sturzblöcke konnten vor allem im Wald oberhalb vom Mundloch Halde Klus (meist $< 0.25 \text{ m}^3$) und im Wald Sturzbahn Chluseflue West ($< 1 \text{ m}^3$) vorgefunden werden.

Die Mundlöcher Halde Klus und Dürriflue können lokal von Stein-/ Blockschlag direkt oberhalb der Portalbereiche betroffen sein. Der Schutz der Portale muss separat beurteilt werden, inkl. notwendiger Schutzmassnahmen (Geologische Standsicherheitsnachweise, Naturgefahrenprozesse sind hier sekundär).

2.5 Gefahrenbeurteilung Stein/- Blockschlag

Prozessquelle Sturzprozesse: Chluseflue West					
Prozessquelle	Felsenklippen oberhalb von den Mundlöcher Halde Klus und Dürriflue.				
Charakteristik	<p>Das Mundloch Dürriflue und die Felsenklippen oberhalb, werden durch dickbankigem kompakten Malmkalk (Moléson-Formation) aufgebaut. Diese Gesteine sind oberflächlich stark zerklüftet.</p> <p>Das Mundloch Halde Klus und die Felsenklippen oberhalb, werden durch Kalkschiefer mit Kohleflöz aufgebaut. Diese sind etwas weniger dickbankig und oberflächlich ebenfalls stark zerklüftet.</p>				
Ereigniskataster	1980_S-0022	01.01.1980, Blockschlag (0.5-2m), keine Schäden			
	1935-S-0002	01.07.1935, Blockschlag (0.5-2m), Schäden an Menschen und Sachwerten.			
Sichtbare Phänomene	Sehr wenige, einzelne rezente Sturzblöcke bei der Forststrasse, unterhalb lediglich mit Moos überwachsene ältere Sturzblöcke. Keine rezenten Baumtreffer unterhalb der Forststrasse.				
Fotos					
Annahmen	-				
Szenarien		P ₃₀	P ₁₀₀	P ₃₀₀	P _{Extr}
	Ausbruchvolumen	1 m ³	10 m ³	<100 m ³	>100 m ³
	Abmessung und Volumen massgebender Block (Felsband oberhalb Schmitte)	0.5x0.6x0.8 (0.4x0.5x0.6)	0.7x1x1.4 (0.5x0.6x0.8)	0.8x1.2x2 (0.7x1.0x1.4)	1x2x2.5
	Blockform	kubisch	kubisch	kubisch	kubisch
Schutzmassnahmen	-				

Schutzwald	Wald mit grossteiles Stangenholz und Baumholz I. Ein Grossteil (70%) besteht aus Nadelholz. Baumbestand durchschnittlich 250 Stück/ha. Durchschnittlicher Stammdurchmesser 25 cm.
Fotos	siehe oben
Prozessablauf / Ergebnisse der Modellierung	P ₃₀ siehe Kap. 3
	P ₁₀₀ siehe Kap. 3
	P ₃₀₀ siehe Kap. 3
	P _{Extr} siehe Kap. 3
Gefahrenbeurteilung	siehe Kap. 4
Bearbeiter/in, Datum	Martin Heynen / 14.12.2022.

2.6 Gefahrenbeurteilung Wassergefahren

2.6.1 Hydrologie

Die Hochwasserabflüsse wurden basierend auf bestehenden Gefahrenbeurteilungen mittels Flächenansatz hergeleitet. Im Rahmen des Wasserbauprojektes am Reidenbach wurden die Hochwasserabflüsse mittels der Anwendung HQ_x_meso_CH neu berechnet [4]. Die Abflusswerte der Gefahrenkarte [5] stammen von der Einzelgefahrenkarte Reidenbach aus dem Jahr 2003. Für die vorliegende Beurteilung wurden daher die aktuelleren Werte gemäss Wasserbauprojekt berücksichtigt.

Tabelle 2: Hochwasserabflüsse Reidigraben

Gewässer, Bemessungspunkt	Quelle Abflusswerte	Einzugsgebiet [km ²]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]
Reidigraben / Reidebach, Schwemmholzrechen Pt. 862	WBP Reidenbach [4]	17.65	17	21	32
Reidigraben, Pt. 1054	Herleitung mit Flächenansatz	10	11.6	14.4	21.9


2.6.2 Hydraulik

Für die massgebende Schwachstelle beim Durchlass Pt. 1054 ergeben sich folgende Kapazitäten:

Tabelle 3: Schwachstellen Reidigraben

Schwachstelle	Breite [m]	Höhe [m]	Gefälle J [%]	HQ ₃₀		HQ ₁₀₀		HQ ₃₀₀		Beurteilung
				Fliess-tiefe [m]	Frei-bord-fe [m]	Fliess-tiefe [m]	Frei-bord-fe [m]	Fliess-tiefe [m]	Frei-bord-fe [m]	
Durchlass Pt. 1054	3.2	3	0.13	0.95	1.3	1.1	1.3	1.5	1.5	Schwachstelle ab HQ ₃₀₀ , Teilverklausung ab HQ ₃₀₀

2.6.3 Gefahrenbeurteilung

Prozessquelle: Reidiggraben			
Einzugsgebietsfläche	10 km ² (Kt. 1054)		
Charakteristik	-		
Ereigniskataster	Keine Ereignisse dokumentiert		
Sichtbare Phänomene	Keine.		
Qualitative Beschreibung relevanter möglicher Ereignisabläufe (Szenarien)	HQ ₃₀	-	
	HQ ₁₀₀	-	
	HQ ₃₀₀	Teilverklausung Durchlass Reidiggraben, Wasseraustritt aus dem Gerinne orographisch links und rechts. Überflutung des geplanten Parkplatzes sowie des angrenzenden Wieslandes.	
Abflussspitzen	HQ ₃₀ 11.6 m ³ /s	HQ ₁₀₀ 14.4 m ³ /s	HQ ₃₀₀ 21.9 m ³ /s
Murfähigkeit	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀	<input type="checkbox"/> HQ ₁₀₀	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀₀
relevante Geschiebefrachten Beurteilungssperimeter	G ₃₀ m ³	G ₁₀₀ m ³	G ₃₀₀ m ³
Kommentar Geschiebe	Im Ereignisfall wird mit grösseren Geschiebemengen gerechnet. Da der Durchlass einen grossen Querschnitt und eine deutlich feinere Rauigkeit als das Gerinne aufweist, wird das Geschiebe durch den Durchlass transportiert. Zudem ist zu erwarten, dass es bei den Durchlässen weiter oben zu Verklausungen kommt und dort Geschiebe abgelagert wird. Aus diesem Grund wurden beim Durchlass keine Geschiebemengen bestimmt.		
Schwemmholz	Schwemmholztransport (Äste, Einzelbäume) ab seltenen Ereignissen möglich.		
Schutzmassnahmen	Keine.		
Schwachstellen	Durchlass Reidiggraben bei Kt. 1054		
Fotos	 <p style="text-align: center;"><i>Gerinne oberhalb</i> <i>Durchlass Kt. 1054</i></p>		
Verhalten der Schwachstellen	HQ ₃₀	-	
	HQ ₁₀₀	-	
	HQ ₃₀₀	Teilverklausung des Durchlass Kt. 1054 durch Schwemmholz und Geschiebe. Ausbruch infolge ungenügender Kapazität beim Durchlass.	
Wirkungsbeurteilung	Der Parkplatz und das bestehende Gebäude sind ab seltenen Ereignissen (HQ ₃₀₀) durch Überflutungen schwacher Intensität betroffen.		
Auswirkungen auf Vorfluter	Keine.		
Bearbeiter/in, Datum	Stefanie Lehmann / Beat Brunner, 19.12.2022		

3 Ermittlung Einwirkung

3.1 Resultate der Sturzbahnmodellierungen für Stein-/ Blockschlag

Die für die Beurteilung der Gefährdung bezüglich Stein- und Blockschlag durchgeführte dreidimensionale Steinschlagsimulationen mit Rockyfor3D ergibt die im folgenden Kapitel dargestellten Intensitätskarten.

3.1.1 Intensitätskarte 30-jährlich

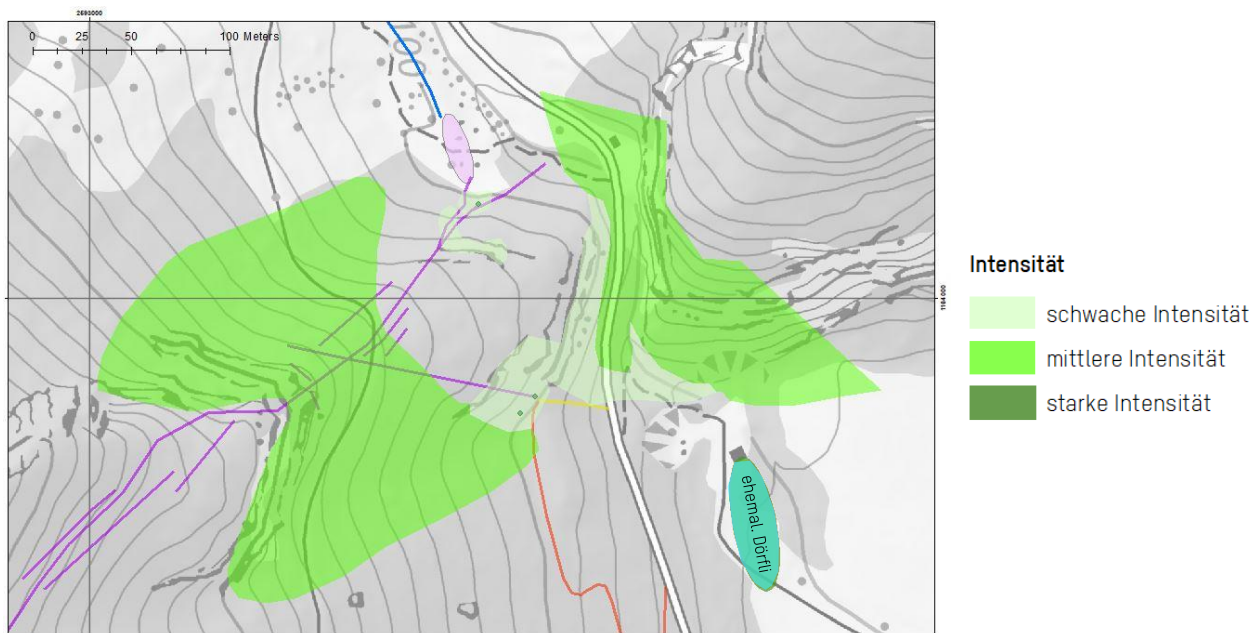


Abbildung 5: Intensitäten 30-jährlich

Beurteilung:

Mundlöcher	Können lokal durch Steinschlag mit schwacher Intensität betroffen sein
Grillplatz	Nicht durch Stein-/ Blockschlag betroffen
Dörfli	Nicht durch Stein-/ Blockschlag betroffen
Themenweg	Grossteils nicht durch Stein-/ Blockschlag betroffen, im Bereich der Mundlöcher können schwache bis mittlere Intensitäten auftreten.
Transportbahn	Nicht durch Stein-/ Blockschlag betroffen

3.1.2 Intensitätskarte 100-jährlich

Die Ergebnisse der 100-jährlichen Modellierung entsprechen in ihrer Ausdehnung in etwa den registrierten Ereignissen.

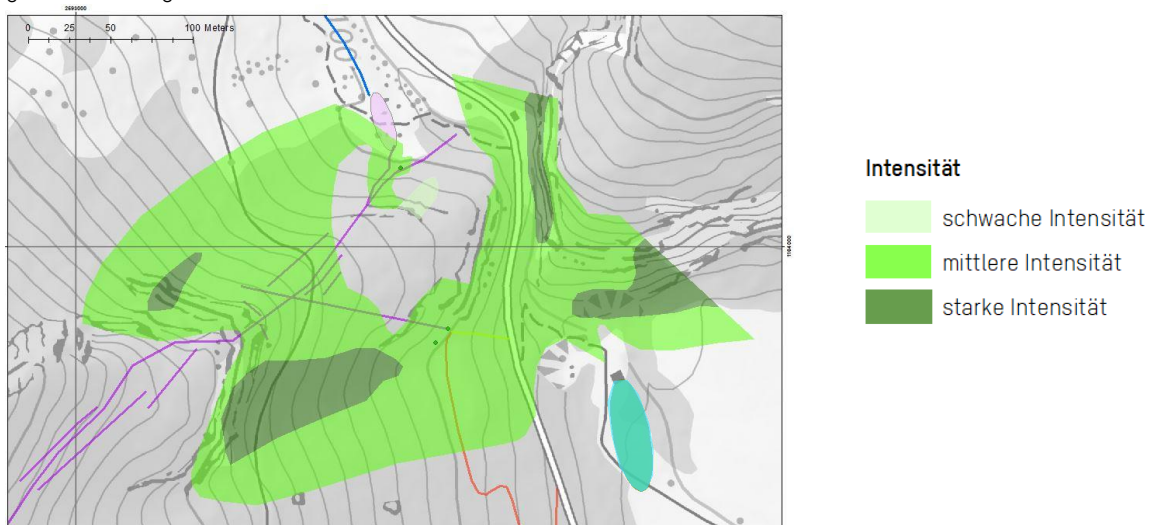


Abbildung 6: Intensitäten 100-jährlich.

Beurteilung:

Mundlöcher	Können lokal durch Steinschlag mit mittlerer Intensität betroffen sein
Grillplatz	Kann randlich durch Stein-/ Blockschlag mittlerer Intensität betroffen sein.
Dörfli	Nicht durch Stein-/ Blockschlag betroffen
Themenweg	Kann durch Stein-/ Blockschlag mit mittlerer Intensität betroffen sein.
Transportbahn	Kann durch Stein-/ Blockschlag mit mittlerer Intensität betroffen sein.

3.1.3 Intensitätskarte 300-jährlich

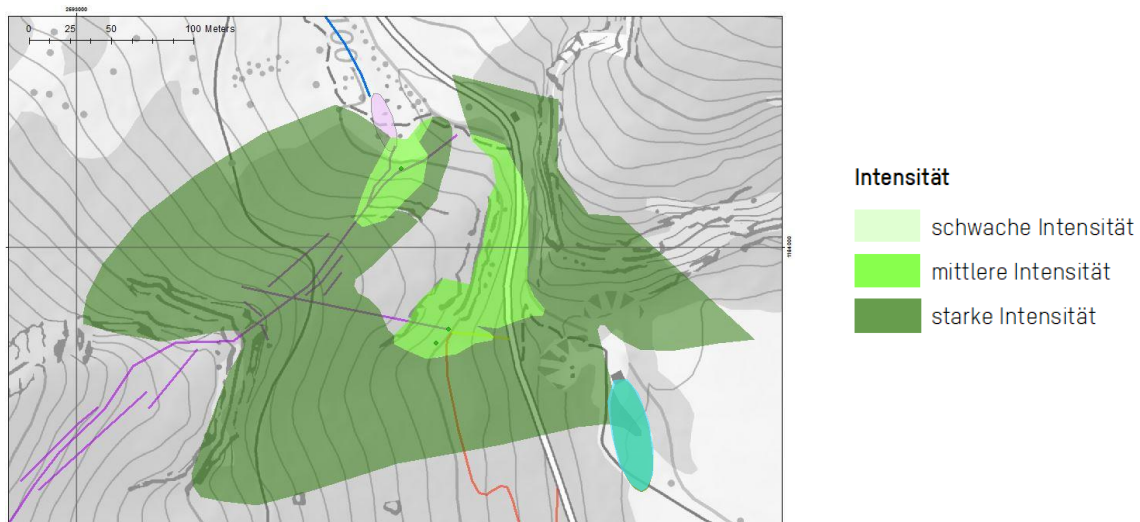


Abbildung 7: Intensitäten 300-jährlich

Beurteilung:

Mundlöcher	Können durch Steinschlag mit mittlerer Intensität betroffen sein.
Grillplatz	Kann durch Stein-/ Blockschlag mit starker Intensität betroffen sein.
Dörfli	Einzelne Blöcke mit starker Intensität können bis zum Dörfli vordringen.
Themenweg	Kann durch Stein-/ Blockschlag mit starker Intensität betroffen sein.
Transportbahn	Kann durch Stein-/ Blockschlag mit mittlerer bis starker Intensität betroffen sein.

3.2 Resultate Wassergefahren

3.2.1 Hochwasser

Für die Wasserprozesse sind im Bereich des Parkplatzes folgende Intensitäten zu erwarten:

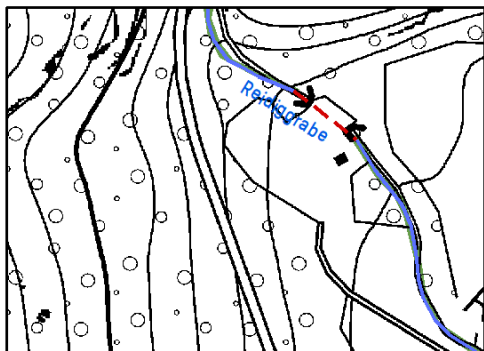


Abbildung 8: 30-jährliches Ereignis

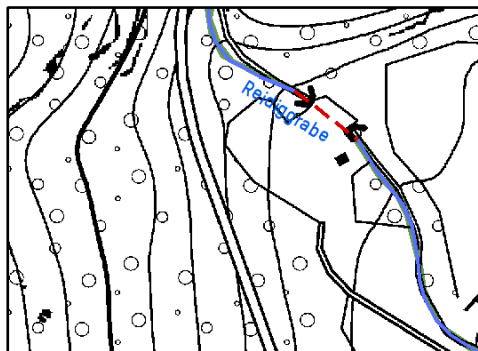


Abbildung 9: 100-jährliches Ereignis



Abbildung 10: 300-jährliches Ereignis

Intensität

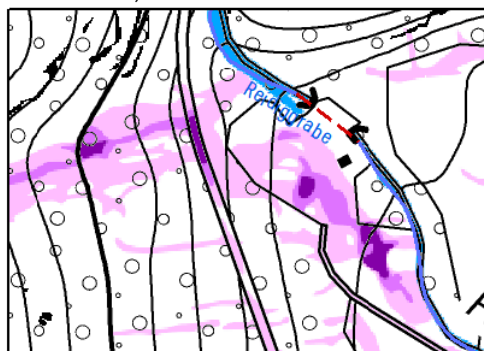
- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

1:3'000



3.2.2 Oberflächenabfluss

Ebenfalls kann gemäss Gefährdungskarte Oberflächenabfluss [5] durch die westliche Runse oberflächlich abfliessendes Wasser auf den Parkplatz gelangen (Fliesstiefen bis 25 cm, in lokalen Senken > 0.25m):



- $0 < h \leq 0.1$ Fliesstiefe in [m]
- $0.1 < h \leq 0.25$ Fliesstiefe in [m]
- $0.25 \leq h$ Fliesstiefe in [m]
- Gletscher
- Gewässer

1:3'000



Abbildung 11: Oberflächenabfluss 100-jährliches Ereignis [5].

4 Bauen in Gefahrengebieten

4.1 Allgemein nach Arbeitshilfe zu Art.6 Baugesetz, Bauen in Gefahrengebieten

Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens wird bei Bauvorhaben im blauen oder roten Gefahrenbereichen vom Grundeigentümer ein Nachweis zur Reduktion der Gefährdung verlangt [10]. In diesem Fachgutachten müssen die objektspezifischen Gefährdungen erörtert und Objektschutzmassnahmen aufgezeigt werden, mit denen der Gefährdung entgegengewirkt werden kann. Das Gutachten muss zur Stellungnahme dem Kanton (Oberingeneurkreis I des Kantons Bern und Abteilung Naturgefahren) vorgelegt werden.

Im vorliegenden Fall müssen die gewünschten Anforderungen/ Ziele einzeln betrachtet werden, da diese in der Arbeitshilfe [10] nicht alle berücksichtigt werden.

4.2 Gefahrenkarte im Projektperimeter vor Massnahmen

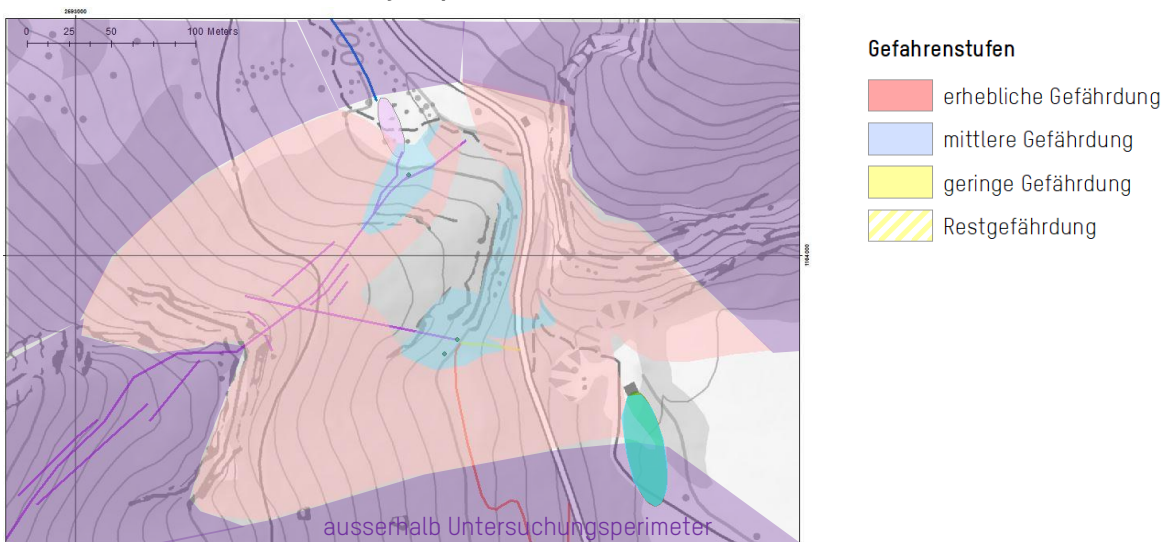


Abbildung 12: Gefahrenkarte Stein-/ Blockschlag

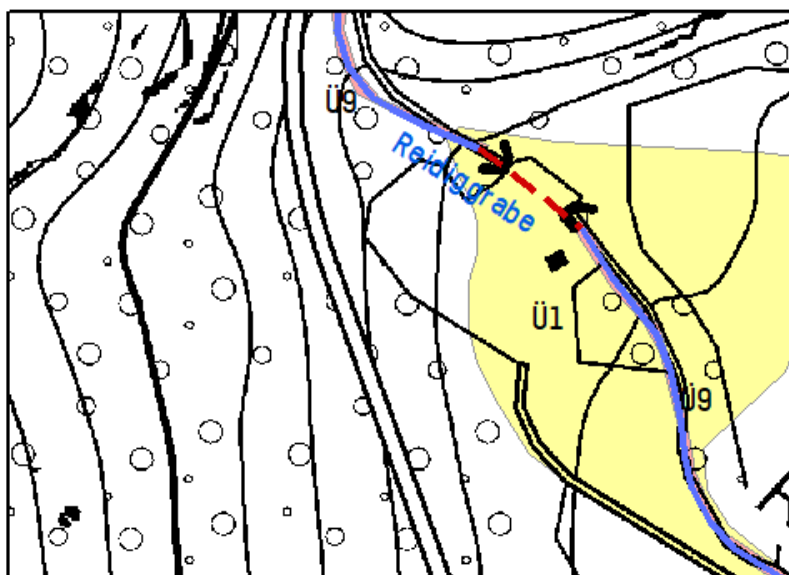


Abbildung 13: Gefahrenkarte Wassergefahren

4.3 Projektspezifische Gefahren

4.3.1 Gefahren Bauphase

Hier werden die naturgefahrenspezifischen Gefährdungen, der heute vorgesehenen Massnahmen, für die Bauphase erläutert:

Allgemein

Für die Bauphase ist ein Sicherheitskonzept Naturgefahren (SiKo Naturgefahren) zu erstellen. In diesem sollen organisatorische und bauliche Schutzmassnahmen projektspezifisch beschrieben werden.

Öffnen der Mundlöcher

Norden: Mundloch Halde Klus

Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS3
Naturgefahrenstechnisch liegt das Mundloch günstig (Geländerücken). Lokal besteht eine schwache bis mittlere Gefährdung durch Steinschlag. Das Mundloch muss mit einem Bagger freigemacht werden.

Beurteilung: Für Arbeiter ausserhalb des Baggers besteht eine schwache Gefährdung durch die Felswand direkt oberhalb des Mundloches.
Es wird empfohlen vorgängig lokal eine leichte Felsräumung durchzuführen. Zudem ist ein temporärer Schutz durch ein S&P-Netz oder direkt ein definitiver Kopfschutz (siehe auch Betrieb Mine) mit einem Niedrigenergie-Steinschlagschutznetz zu installieren (Bewilligungspflichtig).

Süden: Mundloch Dürriflüh

Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS3
Naturgefahrenstechnisch liegt das Mundloch günstig (Geländerücken). Lokal besteht eine schwache bis mittlere Gefährdung durch Steinschlag. Zudem ist die Gesteinsmechanische Stabilität des direkten Stollenportals zu berücksichtigen.

Beurteilung: Im Bereich des Stollenportals soll ein zeitgemässes Portal erstellt werden (Stahl/ Blechkonstruktion wie anno zumal).
Durch eine vorgängige leichte Felsräumung und das oben erwähnte Portal, kann die Sicherheit gegen Steinschlag damit gewährleistet werden. Durch eine weitsichtige Planung soll sowohl die Gesamtstabilität des Mundloches (Verdübelung der nach Südosten einfallender Kluft) als auch die Sicherheit vor Steinschlag gewährleistet werden.

Baupiste (Seygemeinde)

Gefährdung: Restgefährdung / hangseitig roter Gefahrenbereich SS7.
Im Bereich des Grillplatzes muss für die Zufahrtsstrasse im seltenen bis sehr seltenen Fall mit Stein-/ Blockschlag gerechnet werden. Im nördlichen Bereich, welcher nicht modelliert wurde, befindet sich die Baupiste im Bereich der Restgefährdung (gutachterliche Beurteilung auf Grund der Topografie und möglicher Gefahrenpotentiale).

Beurteilung: Es sind keine Schutzmassnahmen für die Bauphase notwendig. Allenfalls notwendige organisatorische Massnahmen werden im SiKo Naturgefahren definiert.

Aufstellen mobiler Baucontainer / Öko-WC

Gefährdung: Restgefährdung / hangseitig roter Gefahrenbereich SS7.
Im Bereich des bestehenden Grillplatzes muss lediglich im seltenen bis sehr seltenen Fall mit Stein-/ Blockschlag gerechnet werden.

Beurteilung: Die geplanten Bauinstallationen ausserhalb dem Einflussbereich von Naturgefahren, aufgestellt werden.

Ausbau Weg zum Mundloch Dürrfluh

Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS3 + SS5 / roter Gefahrenbereich SS7.
Eine Gefährdung durch Stein-/ Blockschlag besteht vorwiegend im mittleren und seltenen Fall.

Beurteilung: Der Weg zum Mundloch wird als touristisches Angebot genutzt. Eine solche Nutzung in durch Naturgefahren betroffenen Wegen ist nur unter bestimmten Voraussetzungen zulässig (es dürfen kein falschen Sicherheits-erwartungen geweckt werden). Schon die Werbung hat dabei ein klares Bild der Gefahren mit sich zu bringen. Bei ausschliesslich geführten Touren besteht die Möglichkeit, dass der Guide die Verantwortung übernehmen kann (Garantenpflicht).
Die Umsetzbarkeit für den Wanderweg zur Dürrflueh, welcher als touristisches Angebot genutzt werden, wird in Frage gestellt. Es wird empfohlen auf den Ausbau des Weges zu verzichten.

Wiederinstandstellung Schmitte

Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS3.
Naturgefahrenstechnisch liegt der Standort günstig (Geländerücken). Lokal besteht eine schwache bis mittlere Gefährdung durch Steinschlag.

Beurteilung: Für die Arbeiten besteht eine geringe Steinschlaggefahr. Es wird empfohlen vorgängig lokal eine leichte Felsräumung durchzuführen. Oberhalb der Schmitte muss ein temporärer Abrollschutz (mind. 0.5 m hoch) erstellt werden.

Transportbahn/ Materialseilbahn

Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS5, teils roter Gefahrenbereich SS7.
Eine Gefährdung durch Stein-/ Blockschlag besteht vorwiegend im mittleren und seltenen Fall.

Beurteilung: Für die Arbeiten besteht eine geringe Steinschlaggefahr. Es wird empfohlen lokal vorgängig eine leichte Felsräumung durchzuführen. Oberhalb der geplanten Bahn muss ein temporärer Abrollschutz (mind. 0.5 m hoch) erstellt werden.

4.3.2 Gefahren Betriebsphase

Hier werden die naturgefahrenspezifischen Gefährdungen für den Betrieb erläutert:

Allgemein

Sobald das endgültige Betriebskonzept bekannt ist, ist ein Sicherheitskonzept Naturgefahren zu erstellen.

Weg zum Mundloch Dürriflüh (Themenweg)

- Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS3 + SS5 / roter Gefahrenbereich SS7.
Eine Gefährdung durch Stein-/ Blockschlag besteht vorwiegend im mittleren und seltenen Fall.
- Beurteilung: Der Weg zum Mundloch wird als touristisches Angebot genutzt. Eine solche Nutzung in durch Naturgefahren betroffenen Wegen ist nur unter bestimmten Voraussetzungen zulässig (es dürfen kein falschen Sicherheits-erwartungen geweckt werden). Schon die Werbung hat dabei ein klares Bild der Gefahren mit sich zu bringen. Bei ausschliesslich geführten Touren besteht die Möglichkeit, dass der Guide die Verantwortung übernehmen kann (Garantenpflicht).
Die Umsetzbarkeit für den Wanderweg zur Dürriflueh, welcher als touristisches Angebot genutzt werden, wird in Frage gestellt. Es wird empfohlen auf den Ausbau des Weges zu verzichten.

Betrieb Mine (Ausgänge Mundlöcher)

Norden: Mundloch Halde Klus

- Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS3
Naturgefahrenstechnisch liegt das Mundloch günstig (Geländerücken). Lokal besteht eine schwache bis mittlere Gefährdung durch Steinschlag. Das Mundloch muss mit einem Bagger freigemacht werden.
- Beurteilung: Für den Betrieb muss ein Kopfschutz (Niedrigenergie-Steinschlagschutznetz) erstellt werden. Durch eine vorgängige Räumung kann die Sicherheit gegen Steinschlag so gewährleistet werden.

Mundloch Dürriflüh

- Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS3
Naturgefahrenstechnisch liegt das Mundloch günstig (Geländerücken). Lokal besteht eine schwache bis mittlere Gefährdung durch Steinschlag. Zudem ist die Gesteinsmechanische Stabilität des direkten Stollenportals zu berücksichtigen.
- Beurteilung: Durch das zeitgemässes Portal wird der Eingangsbereich gesichert und es besteht kein weiterer Handlungsbedarf betreffend Naturgefahren.

Betrieb Spiel-/ Grillplatz

- Gefährdung: Restgefährdung / hangseitig roter Gefahrenbereich SS7.
Hangseitig muss im mittleren und seltenen Fall mit Stein-/ Blockschlag gerechnet werden.
- Beurteilung: Damit die Sicherheit gegen Stein-/ Blockschlag erhöht gewährleistet werden kann, wird empfohlen bergseitig ein Steinschlagschutzdamm zu erstellen.

Betrieb Schmitte

- Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS3.
Naturgefahrenstechnisch liegt der Standort günstig (Geländerücken). Lokal besteht eine schwache bis mittlere Gefährdung durch Steinschlag.

Beurteilung: Die Überkragung bergseitig sollte auf die zu erwartenden Intensitäten dimensioniert werden. Durch diese Überkragung kann gewährleistet werden, dass in der unmittelbaren Umgebung der Schmitte die Gefährdung gegenüber Stein-/ Blockschlag vermindert werden kann.

Transportbahn/ Materialseilbahn

Gefährdung: blauer Gefahrenbereich SS5, teils roter Gefahrenbereich SS7.
Eine Gefährdung durch Stein-/ Blockschlag besteht vorwiegend im mittleren und seltenen Fall.

Beurteilung: Gemäss [10] gilt für Erschiessungsträger wie Wege folgende Einschränkungen und Auflagen betreffend Personenrisiko in roten Gefahrengebieten:

- Standortzwang muss nachgewiesen werden.
 - o Es handelt sich um den Nachbau einer historischen Transportbahn. Die Bahn selber muss nicht erstellt werden und dient lediglich touristischem Nutzen.
- Die Verkehrssicherungspflicht liegt in der Verantwortung des Werkzeigentümers
 - o Die Bahn wird nicht für Personen benutzt. Beim Betrieb müssen allen zumutbaren Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, um Dritte vor Gefahren zu schützen.
- Massnahmen sind notwendig, wenn das individuelle Todesfallrisiko grösser als 10^{-5} pro Jahr ist.
 - o Es werden keine Personen transportiert.
- Einschränkungen und Auflagen betreffend Sachrisiko
 - o Keine Massnahmen notwendig da durch Ereignisse keine Schäden > CHF 25'000.- entstehen können und auch keine Versorgungssicherheiten betroffen sind.

Parkplätze (nördlich ehemaliges Dörfli)

Stein- Blockschlag:

Gefährdung: roter Gefahrenbereich H7.
Es ist im seltenen Fall mit Stein-/ Blockschlag mit starken Intensitäten zu rechnen.

Beurteilung: Nördlich des ehemaligen Dörfli besteht ein Bereich ohne Stein-/ Blockschlaggefährdung. Allerdings soll dieser auch für die Visualisierung des Dörfli genutzt werden. Aus Sicht Stein-/ Blockschlag würde es Sinn machen im Bereich der Abfahrt Moos/ Moosläger zu parkieren (ca. 200 m unterhalb des geplanten Parkplatzes). Die Standortgebundenheit, welche für eine Bewilligung eines neuen Parkplatzes in einem roten Gefahrengebiet notwendig ist, wird allerdings nicht nachgewiesen werden können. Es muss geprüft werden, ob die bestehenden Kiesplätze als Parkplätze genutzt werden können.

Hochwasser:

Gefährdung: gelber Gefahrenbereich H1.
Es ist im seltenen Fall mit Hochwasser mit schwacher Intensität zu rechnen.

Beurteilung: Aus Sicht Hochwasser kann problemlos in diesem Bereich parkiert werden.

Ehemaliges Dörfli

Stein- Blockschlag:

Gefährdung: roter Gefahrenbereich H7.
Es ist im seltenen Fall mit Stein-/ Blockschlag mit starken Intensitäten zu rechnen.

Beurteilung: Da lediglich ehemalige Standorte sichtbar gemacht werden und Situations- und Fototafeln erstellt werden, besteht hier kein Schutzdefizit, wenn die Tafeln ausserhalb der roten Gefahrenbereiche aufgestellt werden (Kehrplatz östlich der Forststrasse, nördlich des bestehenden Gebäudes, vgl. Abbildung 12) und diese nicht dazu führen, dass sich Leute im roten Gefahrengebiet aufhalten. Der rote Gefahrenbereich müsste allenfalls ausgezäunt werden.

Hochwasser:

Gefährdung: gelber Gefahrenbereich H1.
Es ist im seltenen Fall mit Hochwasser mit schwacher Intensität zu rechnen.

Beurteilung: Aus Sicht Hochwasser besteht hier kein Schutzdefizit.

5 Ermittlung der Einwirkungen

Im Rahmen des Bauprojektes müssen die hier vorgeschlagenen Schutzmassnahmen projektspezifisch definiert werden. Es ist wichtig, dass die genaue Lage und die Wirkungshöhen vor Ort der Ausführungsplanung entsprechen.

5.1 Stein-/ Blockschlag

Betrieb Spiel-/ Grillplatz

Folgende Dimensionierungseinwirkungen bestehen am Hangfuss:

E _{90-100jährlich} :	250 kJ	Sprunghöhen:	< 1.5 m
E _{90-300jährlich} :	750 kJ	Sprunghöhen:	meist 1 – 1.5 m

Betrieb Schmitte

Folgende Dimensionierungseinwirkungen bestehen (Felsband oberhalb Schmitte):

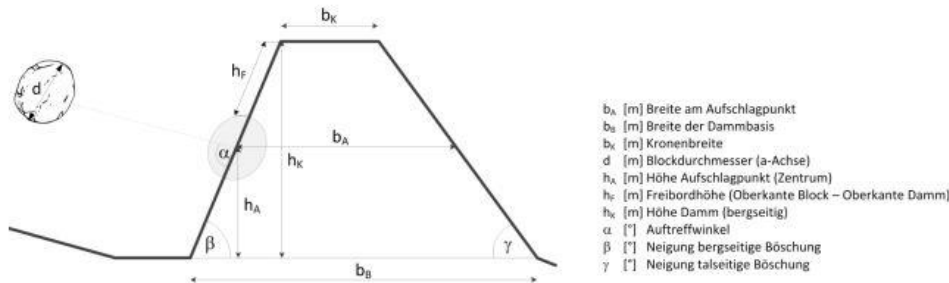
E _{90-100jährlich} :	50 kJ	Sprunghöhen:	< 1m, rollende Blöcke
E _{90-300jährlich} :	100 kJ	Sprunghöhen:	< 1-1.5m, rollende Blöcke

5.2 Wassergefahren

Der geplante Parkplatz ist ab 300-jährlichen Ereignissen von Hochwasser betroffen und befindet sich in der gelben Gefahrenzone mit geringer Gefährdung und schwacher Intensität (Gefahrenindex Ü1). Die Einwirkung ist somit <0.5m resp. <0.5 m²/s.

6 Objektschutzmassnahmen

6.1 Betrieb Spiel-/ Grillplatz



Geometrische Richtgrößen [m] nach "Berner Methode"

Blockdurchmesser	d	2.00	rollend
Höhe Aufschlag	h_A	1.00	

		min	opt
Kronenbreite	b_K	2.00	2.40
Dammstärke	b_A	5	6.60
Dammhöhe	h_K	2.3	3.5
Freibord	h_F	1	2.00
Neigung bergseits	β	> 60°	
Neigung talseits	λ	< 2:3	Blocksteinmauer 2:1 bis 5:1 Geogitter: 2:1 bis 3:1

Abbildung 14: Projektierung von Steinschlagschutzdämmen nach «Berner Methode»

Hinweise zur Konstruktion

Es gelten alle Hinweise zur Konstruktion von Dämmen nach «Berner Methode» [1]. Im vorliegenden Fall möchten wir folgende Punkte herausheben:

- Es ist darauf zu achten, dass keine «Sprungschancen» oberhalb des Dammes bestehen, allenfalls ist das Terrain daraufhin zu optimieren.
- Eine Wasseransammlung im Fallboden ist zu verhindern. Es ist ein bergseitiges Quergefälle des Fallbodens einzurichten. Das anfallende Wasser soll bis in den Vorfluter entwässert werden.

6.2 Betrieb Schmitte

Beim Wiedererstellen der Schmitte (Dach und teilweise Wände) muss darauf geachtet werden, dass die Energien eines 300-jährlichen Ereignisses ohne grössere Schäden aufgenommen werden können. Bei der Projektierung sind zwei Varianten denkbar:

- Überkragende Gebäudeteile: Bergseitige Wand muss die Energie aufnehmen können (harter Stoss) oder es muss davor ein Schutzbauwerk (Energieaufnahmekapazität: 100 kJ [z.B. Verschalung oder ein Niedrigenergienetz] erstellt werden.
- Ebenhöch: Die Schmitte wird als Ebenhöch ausgebaut. Dadurch wirken weitaus kleinere Kräfte auf die Schmitte (Dach und Wände müssen allerdings auch den angegebenen Kräften standhalten). Damit die nähere Umgebung der Schmitte geschützt werden kann ist zusätzlich ein Niederenergiezaun (100 kJ) oberhalb der Schmitte zu erstellen.

7 Schlussfolgerungen

Die Projektabsichten der «Freunde Kohlenbergwerke Boltigen» wurden seit 2019 verifiziert und haben sich teilweise angepasst.

Grundsätzlich wollen die Freunde Kohlebergwerke geführte Touren durch das Bergwerk ermöglichen. Dies soll als Rundgang, mit der Möglichkeit zum Grillieren und Spielen, mit Ausgangs-/ und Endpunkt Dörfli erfolgen.

Praktisch der gesamte Projektperimeter befindet sich im Einflussbereich von Naturgefahren. Das vorliegende Fachgutachten zeigt differenziert für die Bauphase sowie die Betriebsphase mögliche Schutzmassnahmen gegen Stein-/ Blockschlag auf:

- Für den Betrieb ist ein Sicherheitskonzept Naturgefahren zu erstellen.
- Mundlöcher: lokale Niedrigenergie-Schutzmassnahmen evtl. direkt durch die Wiederherstellung historischer Portalausgänge und lokale Felsräumungen.
- Schmitte: lokale Niedrigenergie-Schutzmassnahmen oder Ausbildung als «Ebenhöch» und lokale Felsräumung.
- Spiel-/ Grillplatz: Erstellung eines Steinschlagschutzdammes mit einer Länge von ca. 30 m und einer Wirkungshöhe von 2.3 bis 3.5 m.
- Auf einen Rundgang sollte verzichtet werden. Der Ausbau des Weges zum Mundloch Dürrifluh als touristisches Angebot ist, ohne die Umsetzung von baulichen Schutzmassnahmen oder ohne, dass ein Guide der geführten Touren die Verantwortung übernimmt, nicht bewilligungsfähig. Der Zugang zur Mine kann, nach Umsetzung der vorgeschlagenen Schutzmassnahmen, über den bestehenden Weg von Norden zum Mundloch Halde Klus erfolgen.

Für das Baubewilligungs- und Ausführungsprojekt muss dieses Fachgutachten projektspezifisch angepasst und die Schutzmassnahmen präzisiert werden. Zudem kann der Entwurf des Sicherheitskonzeptes Naturgefahren erarbeitet werden.

Emch+Berger AG
Niederlassung Brig

Martin Heynen
Projektleiter / Naturgefahrenspezialist

Beat Brunner
Fachverantwortlicher Naturgefahren

8 Grundlagen

- [1] Amt für Wald des Kantons Bern: Projektierung von Steinschlagschutzdämmen.
- [2] BAFU: Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umweltvollzug Nr. 1608. 2016.
- [3] Egli Thomas. Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Hrsg.). Bern, 2005.
- [4] Emch+Berger AG Bern, Hochwasserschutz Reidenbach, Technischer Bericht zur Wasserbaubewilligung. Spiez, 26. November 2008.
- [5] Emch+Berger AG Bern, Gefahrenkarte Boltigen, Technischer Bericht. Februar 2008.
- [6] Geo7 AG, Gefährdungskarte Oberflächenabfluss Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Schweizerischer Versicherungsverband und Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen (Auftraggeber), Bern, 2018.
- [7] Geoportal des Bundes. Geocover.
- [8] Geoportal des Kantons Bern, Themengebiet Naturgefahren.
- [9] GH0: Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie GH0, Mitteilung Nr. 4, Bern. 1996.
- [10] Kantonale Arbeitsgruppe Naturgefahren, Arbeitshilfe zu Art.6 Baugesetz, Bauen in Gefahrengebieten. 22. Juni 2016.
- [11] Tiefbauamt des Kantons Bern, BVE, Arbeitshilfe Umgang mit Gefahrenverlagerungen bei Bauten und Anlagen im Überflutungsbereich, 17. November 2017.
- [12] Kellerhals+Haefeli AG, Touristische Nutzung – Machbarkeit aus geologischer Sicht, 28.11.2019
- [13] Kellerhals+Haefeli AG, Grobbeurteilung Naturgefahren, 17.12.2019
- [14] Ecoptima AG, Touristische Nutzung Kohlebergwerke Boltigen, 19.11.2020
- [15] Tiefbauamt, Kanton Bern. Fachbericht Wasserbau und Stellungnahme Naturgefahren (Wassergefahren. 04. Mai 2021
- [16] Abteilung Naturgefahren, Kanton Bern. Stellungnahme Naturgefahren – Voranfrage. 18. Februar 2020.
- [17] Freunde Kohlebergwerke Boltigen, Projektbeschreibung, 02.11.2022

Anhang A Geländeanalyse

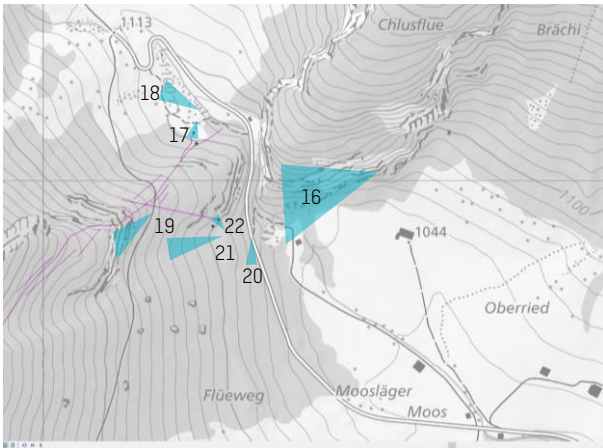


Abbildung 15: Situation, markiert folgende Fotos.



Abbildung 16: Chlusflue süd

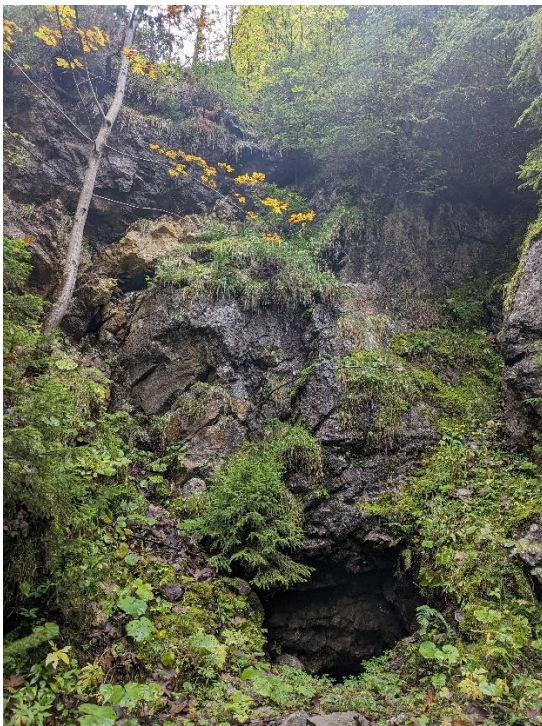


Abbildung 17: Mundloch Halde Klus



Abbildung 18: Bestehender Grillplatz



Abbildung 19: Chlusflue West



Abbildung 20: Zugangsweg zu Mundloch Dürrflue

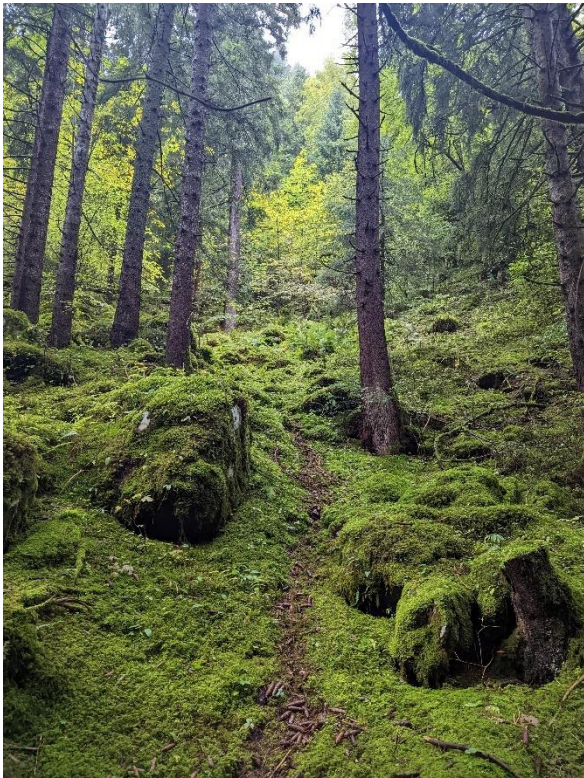


Abbildung 21: Sturzbahn Chlusflue West



Abbildung 22: Mundloch Dürrflue

Anhang B Modellierung mit Rockyfor3D

8.1.2 Erläuterungen zur Modellierung

Der Bereich direkt oberhalb des Mundloch Dürrflue wurde nicht durchgängig modelliert. Durch die Teilmodellierung bleiben allfällige Sturzbahnen der oberen Abrissgebiete ersichtlich und trotzdem kann die Gefährdung durch die Felsaufschlüsse im Wald adaptiert werden.

Die modellierten Intensitäten aus der Teilmodellierung können östlich (blauer Kreis) übernommen werden.

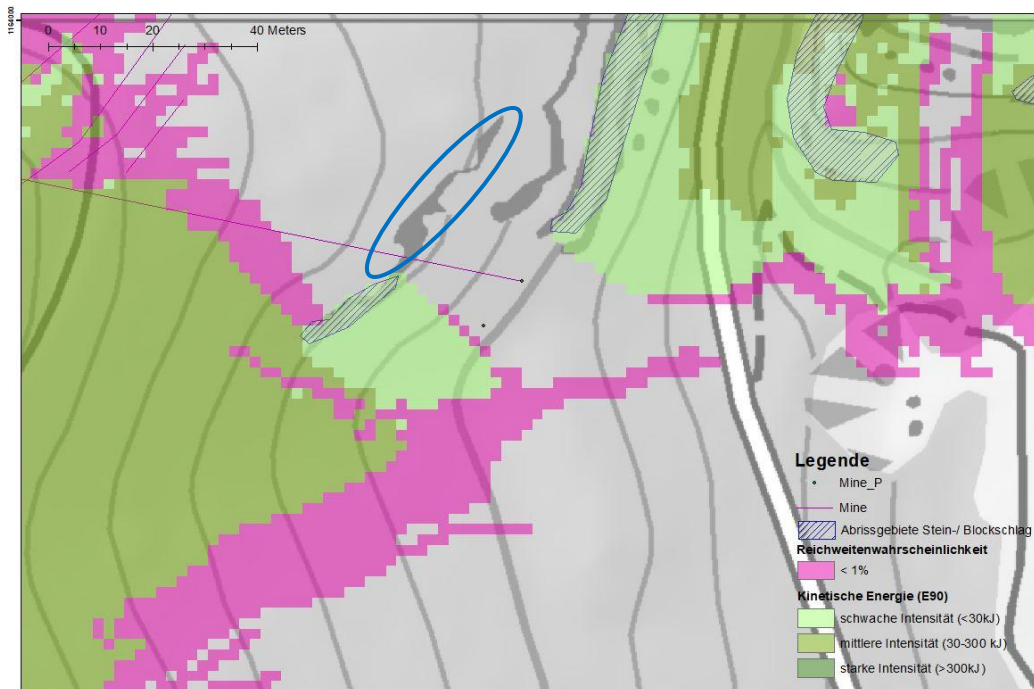


Abbildung 23: 30-jährliche Modellierung oberhalb Mundloch Dürrflue. Markiert: Teilmodellierung.

8.1.3 30-jährlich

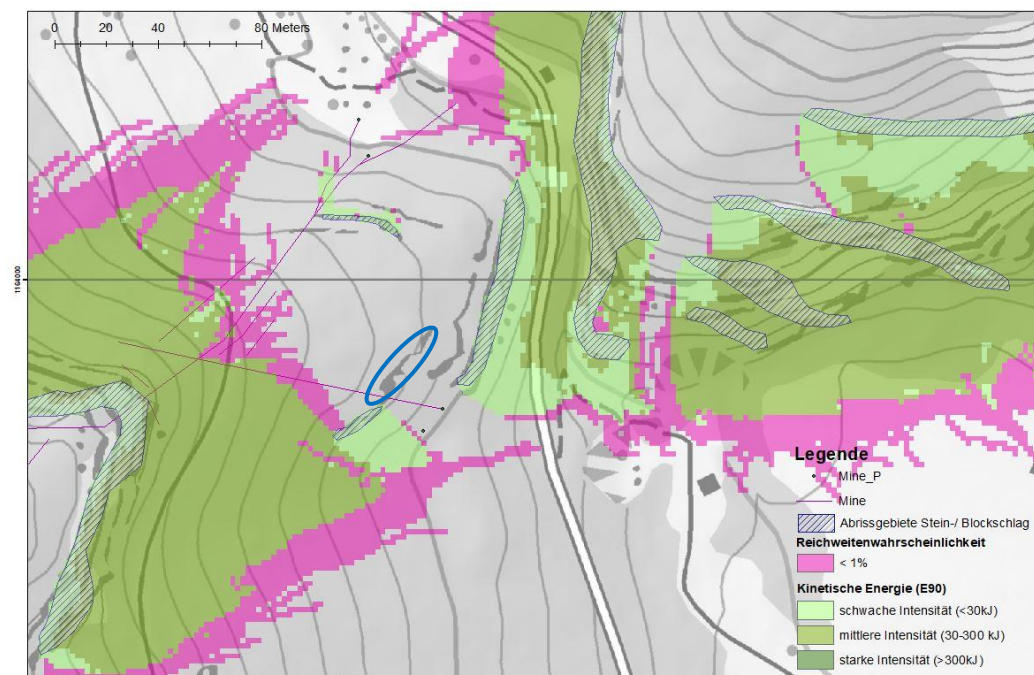


Abbildung 24: Intensitäten 30-jährlich

8.1.4 100-jährlich

Die Ergebnisse der 100-jährlichen Modellierung entsprechen in ihrer Ausdehnung in etwa den registrierten Ereignissen.

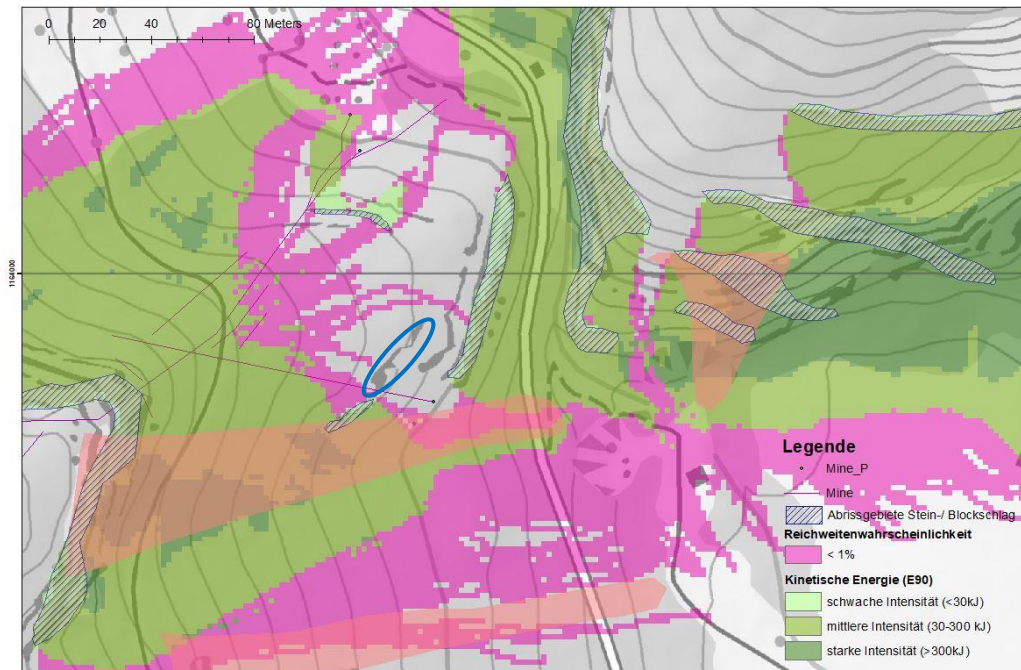


Abbildung 25: Intensitäten 100-jährlich - Vergleich mit Ereigniskataster [rot].

8.1.5 300-jährlich

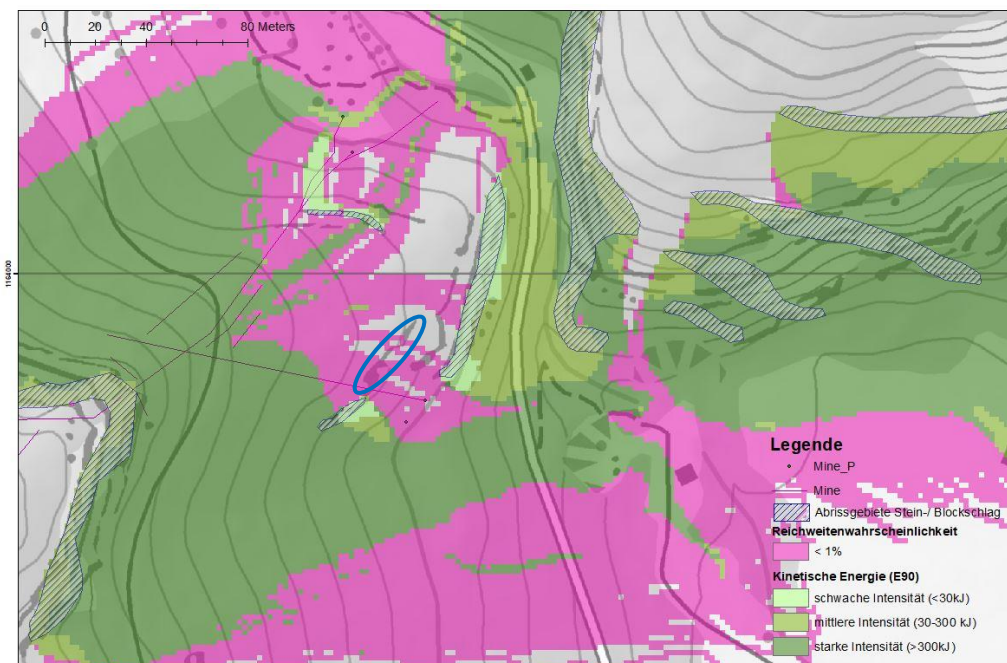


Abbildung 26: Intensitäten 300-jährlich