geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER

Fallstudie PROTECT Bio - Steinschlag Gorge de Court

Wirkung des Schutzwaldes auf das SBB-Risiko

Auftraggeber:

SBB AG Infrastruktur, Natur und Naturrisiken (I-AT-KBN-NNR) &
Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Gefahrenprävention
3000 Bern

Brig, 16.04.2019

geoformer igp AG | Sebastiansplatz 1 | CH-3900 Brig-Glis | Tel. +41 (0)27 552 15 00 | www.geoformer.ch

Verteiler (per E-Mail)
Karin Hilfiker, SBB AG, I-AT-KBN-NNR
Stephane Losey, Bundesamt für Umwelt, Abteilung Gefahrenprävention

Verteiler (per Post)
-

Version
Version 1 vom 16.04.2019
. Erstausgabe

Impressum

Titelbild:	Untersuchungsgebiet, Foto geoformer igp AG
Autor(en):	Benjamin Scherer, Nicole Oggier und Damian Steffen
Projekt:	D20001
Datei:	Ber_D20001

Inhaltsangabe

1 Einleitung 2
2 Grundlagen 3
3 Szenarienbildung Stein-/Blockschlag 3
3.1 Topographie 4
3.2 Geologie 4
3.3 Ereignisse 4
3.4 Massgebende Szenarien 5
3.5 Bestehende Schutzmassnahmen 5
3.5.1 Schutzbauten 5
3.5.2 Schutzwald 6
4 Schutzwaldansprache 6
4.1 Schutzwaldausscheidung 6
4.2 Waldstandorte/ Waldbestände 6
4.3 Waldzustand 7
4.4 Forstliche Projekte 7
5 Beurteilung Schutzwald nach PROTECT Bio 8
5.1 Grobbeurteilung aktueller Schutzwald 8
5.2 Massnahmenbeurteilung aktueller Schutzwald 9
5.2.1 Tragsicherheit 9
5.2.2 Gebrauchstauglichkeit 10
5.2.3 Dauerhaftigkeit 11
5.2.4 Zuverlässigkeit 12
5.3 Wirkungsbeurteilung aktueller und idealer Schutzwald 12
5.3.1 Berechnungsgrundlagen Rockyfor3D 13
5.3.2 Intensitätskarten 14
5.3.3 Zusammenfassung Wirkungsbeurteilung 15
6 Risiko 15
6.1 Schadenpotenzial 16
6.2 Ausgangsparameter 16
6.2.1 Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit p(rA) 17
6.2.2 Wahrscheinlichkeit Ereignis im Gleisbereich p(EGl) 17
6.3 Risikorelevante Annahmen 18
6.4 Risiken in den unterschiedlichen Szenarien 18
6.4.1 Kollektive Risiken 18
6.4.2 Individuelles Todesfallrisiko 19
6.5 Monetarisierung der Waldwirkung 19
6.6 Nutzen-Kosten-Überlegungen 20
7 Waldbauplanung 21

7.1 Vergleich aktueller Wald und Idealwald 21
7.2 Waldbaulicher Handlungsspielraum....22
7.3 Forstliche Massnahmenplanung und Kostenschätzung 22
7.4 Nutzen-Kosten-Analyse 24
8 Schlussbemerkungen 24

Zusammenfassung

Die vorliegende Fallstudie untersucht für den Prozess Steinschlag die Wirkung des Schutzwaldes auf das Risiko der SBB-Linie. Die Beurteilung des Schutzwaldes erfolgt in Konformität mit der Methodik PROTECT Bio. Anhand eines Steinschlaggebietes im Berner Jura wird die Schutzwaldwirkung mit Hilfe der Risikoreduktion monetarisiert. Unter Einbezug von Kosten-Nutzen-Überlegungen wird der langfristig effizienteste Waldbau aufgezeigt.

Das Untersuchungsgebiet liegt zwischen den Ortschaften Moutier und Court. Steinschlagereignisse gefährden die SBB-Bahnlinie DFA 226, welche am Hangfuss und somit im Auslauf- bzw. Transitgebiet von Sturzkörpern liegt. Zwischen den Ausbruchszonen und der Bahnlinie stockt grossflächig Schutzwald (Transitstrecken im Wald rund 130 bis 580 Meter). Gemäss der Grobbeurteilung nach PROTECT Bio ist von diesen Wäldern eine relevante Schutzwirkung zu erwarten. Die Massnahmenbeurteilung erfolgte unter Einbezug des neuen NaiS-Anforderungsprofils (RockforNET). Die geforderten Kriterien betreffend Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sind, mit Ausnahme eines Untergebiets im 300-jährlichen Szenario, erfüllt. Damit kann für den Schutzwald von einer hohen Zuverlässigkeit ausgegangen und die Schutzwaldwirkung berücksichtigt werden. Mit dem Simulationsmodell Rockyfor3D wurden Sturzbahnberechnungen für die Situationen „ohne Wald“, „mit Wald“ und „mit Idealwald“ durchgeführt. Die umfangreichen Berechnungen zeigen bezüglich der Energie im Gleisbereich, der Länge des gefährdeten Abschnitts und der Erreichenswahrscheinlichkeit die Wirkung des Schutzwaldes auf.

Gemäss der Risikoanalyse mit EconoMe 4.0 beläuft sich der Nutzen des aktuellen Schutzwaldes auf 840 CHF pro Hektare und Jahr. Der Mehrwert eines Idealwalds im Vergleich zum aktuellen Wald beträgt 95 CHF pro Hektare und Jahr. Im vorliegenden Fallbeispiel trägt der auf das 30-jährliche Szenario ausgerichtete Idealwald am stärksten zur Risikoreduktion bei, weshalb dieser Waldzustand längerfristig zu erreichen ist. Mittel bis langfristig ist zur Zielerreichung mit Kosten von rund 400 CHF pro Hektare und Jahr zu rechnen. Diese Kosten sind in der Gegenüberstellung mit dem daraus hervorgehenden Nutzen als wirtschaftlich anzusehen.

Der waldbauliche Handlungsbedarf zeichnet sich aus dem Vergleich zwischen aktuellem und idealem Wald ab. Die Bäume der grössten Durchmesserklasse (>36 cm) sind in ihrer Anzahl übervertreten, die mit Durchmessern von 12 bis 24 cm sind untervertreten. Im vorliegenden Fall kann davon ausgegangen werden, dass die Stammzahlverteilung des Idealwaldes erreicht werden kann. Der ungleichförmige Bestandesaufbau lässt diesbezüglich einen grossen Handlungsspielraum zu. Als prioritäre Massnahme ist die Stammzahl in der grössten Durchmesserklasse zu reduzieren. Durch diese Eingriffe wird kleinräumig die Verjüngung eingeleitet, woraus längerfristig die erforderlichen Stammzahlen der kleineren Durchmesserklassen heranwachen.

1 Einleitung

Die geoformer igp AG wurde von der SBB AG (Team Natur und Naturrisiken) und dem Bundesamt für Umwelt BAFU (Abteilung Gefahrenprävention) beauftragt, eine Fallstudie für den Naturgefahrenprozess Steinschlag auszuarbeiten. Ziel der Fallstudie ist, den Beitrag des Steinschlagschutzwaldes an der Reduktion des Risikos auf der SBB-Linie in einem Untersuchungsgebiet des Berner Juras zu ermitteln. Dabei sollen der aktuelle Waldzustand und der ideale Waldzustand, wie auch der Zustand ohne Wald analysiert werden. Mittels eines risikobasierten Ansatzes lassen sich Kosten-Nutzen-Überlegungen anstellen, was einerseits dazu beiträgt, die finanziellen Ressourcen nachhaltig einzusetzen und andererseits die Grundlage bietet, dass der Schutzwald analog zu anderen Schutzmassnahmen beurteilt und berücksichtigt werden kann. Die Fallstudie hat nach der Methodik PROTECT Bio [1] und der Methode EconoMe 4.0 zu erfolgen. Die angewandte Methodik soll auf weitere Beispiele anwendbar sein.

Das Untersuchungsgebiet «Sous la Jean Matthey» liegt in der „Gorge de Court“ zwischen den Ortschaften Moutier und Court im Bernischen Jura (Abbildung 1). Durch die Gorge de Court verläuft die SBB-Bahnlinie DFA 226 von Sonceboz nach Moutier wie auch die Kantonsstrasse. Direkt oberhalb der Bahnlinie stockt im Untersuchungsgebiet grossflächig Schutzwald.

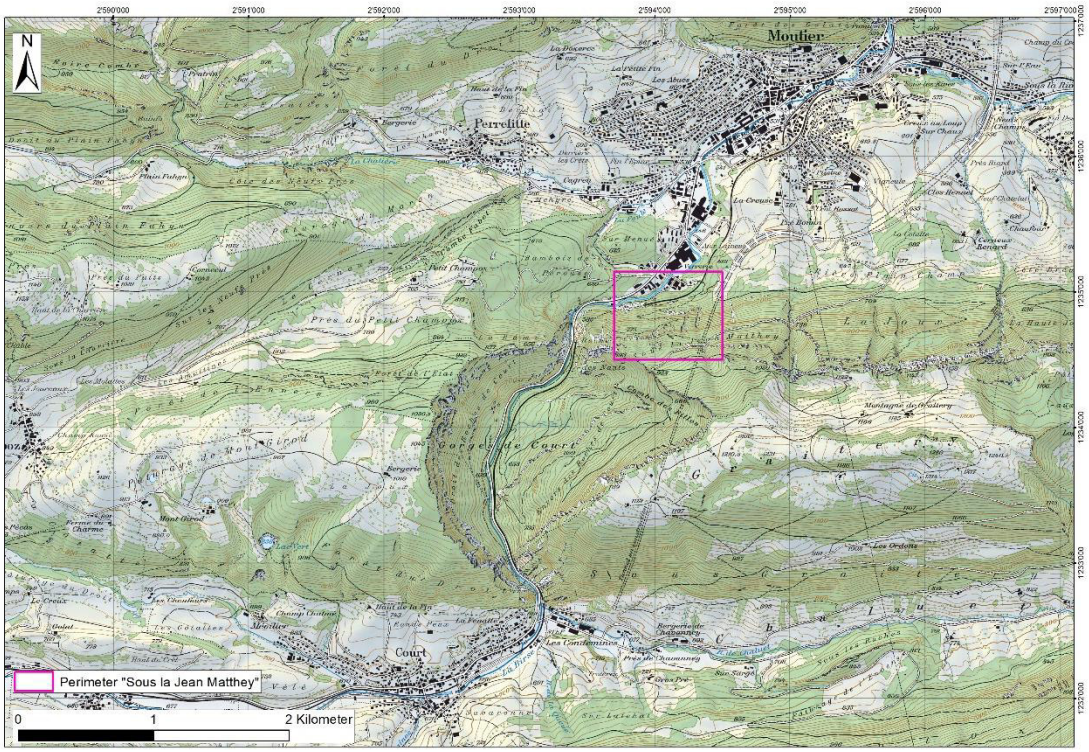


Abbildung 1
Lage des Untersuchungsperimeters zwischen den Ortschaften Moutier und Court im Bernischen Jura.

2 Grundlagen

[1] Wasser B., Perren B. 2014: PROTECT Bio. Methodik zur Beurteilung der Wirkung biologischer Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung bei Risikoanalysen, Synthesebericht Phase III. Thun, November 2014.

[2] Grosjean G., Philippossian F. 2014. Protection de la ligne n°226 contre les dangers naturels, Gorges de Court. 11.03.2014.

[3] Lapaire F., D'Andrea M. 2016; Gorges de Court, Chute de bloc au km 68.370, Rapport d'événement. 31.03.2016.

[4] Trappmann D., Stoffel M. 2017: Abschlussbericht zum Projekt Risikoreduktion Steinschlag. Stand 31.05.2017.

[5] Kalberer M. 2011: Massnahmenbeurteilung, Wirkungsbeurteilung und Massnahmenbewertung von Steinschlagschutzwälder, dargestellt am Beispiel Gruobenwald, Klosters. 29.07.2011.

[6] Dorren L., Berger F., Frehner M., Huber M., Kühne K., Métral R., Sandri A., Schwitter R., Thormann JJ., Wasser B. 2015: Das neue NaiS-Anforderungsprofil Steinschlag. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, S 16-23.

[7] Dorren L. 2012: Rockyfor3D (V5.1) enthüllt – Transparente Beschreibung des kompletten 3D-Steinschlagmodells. ecorisQ, 27.08.2012.

[8] SBB 2017: Parameter Schadenpotential SBB, Mail von F. Hofstetter F. (SBB) vom 07. Dezember 2017.

[9] Raemy V., Künzli B. 2018: CFF Ligne Court-Moutier, Ergänzungen zu Szenarien und Modellierungen. Zollikofen. 28.05.2018.

[10] ARGE Winkler Ingénieurs SA/ wasser/schnee/lawinen Ingenieurbüro André Burkard AG 2017: Leitfaden zur Festlegung der räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit p(rA) für die Prozesse Stein-/Blockschlag sowie Felssturz, Randogne/ Brig 3.6.2017.

3 Szenarienbildung Stein-/Blockschlag

Die geologische Beurteilung der Gefahrenpotenziale ist nicht Bestandteil dieses Mandats, da diese bereits vom Büro BEG im Jahre 2014 vorgenommen wurde [2]. Die Angaben in diesem Kapitel basieren deshalb weitestgehend auf [2]. Zudem wurden die Szenarien mit denjenigen der Geotest AG abgeglichen, welche in demselben Untersuchungsgebiet eine Vorstudie für Schutzmassnahmen ausgearbeitet haben [9].

3.1 Topographie

Der Perimeter **«Sous la Jean Matthey»** ist über weite Gebiete 30 bis 40° steil (Foto 1 im Anhang 10). Im östlichen Teil verläuft die Bahnlinie erhöht auf einer künstlichen Schüttung. Gegen Westen nimmt diese Erhöhung kontinuierlich ab, sodass die Bahnlinie bis zur Einfahrt in den Tunnel direkt am Hangfuss verläuft (Foto 2 im Anhang 10).
Die Sturzbahnen werden nur teilweise durch Gräben kanalisiert (Foto 5 und 6 im Anhang 10). Im Osten dieses Untersuchungsgebiets sind zwei Gräben stärker ausgeprägt. Nach [2] wird der Perimeter in drei voneinander unabhängige Ausbruchsgebiete aufgeteilt (Anhang 7). Diese Einteilung wurde für diese Studie übernommen. Die kürzeste Sturzbahn vom Gefahrenpotenzial bis zur SBB-Bahnlinie beträgt rund 130 Meter, die längste rund 580 Meter. Detailliertere Angaben bezüglich der drei Untergebiete sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Untergebiet	Fläche [ha]	Durchschnittliche Hangneigung [°]	Sturzbahnlängen (hangparallel) [m]
40	11	41.5	130 bis 450
41	4	42.5	135 bis 340
42	4	42.0	190 bis 580

Tabelle 1
Charakteristik der drei Untergebiete.

3.2 Geologie

Die Gorge de Court befindet sich im Faltenjura und ist eingeschnitten in die Antiklinale von Graitery, welche aus Gesteinen des Malm und Dogger besteht. Die Schluchtwände sind geprägt durch dickbankige Kalksteine sowie Tone und Mergel der Effingerschichten.
Die Ausbruchstellen des Stein-/Blockschlages befinden sich in der sogenannten Formation de Reuchenette, welche aus geschichteten Kalksteinen unterschiedlicher Mächtigkeit besteht.

3.3 Ereignisse

Im Perimeter findet man zahlreiche Sturzkörper unterschiedlichen Alters und Grösse (siehe auch Karte der Phänomene aus [2]; Ausschnitte im Anhang 8; Foto 7, im Anhang 10). Innerhalb des Perimeters «Sous la Jean Matthey» ist der östlichste Graben (Zone 42) aktiver als das übrige Gebiet. In der Karte der Phänomene fällt auf, dass sich die Sturzkörper häufig vor dem Erreichen des Hangfusses bzw. der Bahnlinie ablagern.
Gemäss Tabelle 2 sind in den letzten 20 Jahren zwei Steinschlagereignisse dokumentiert, wobei die Bahnlinie nur einmal getroffen wurde.

Perimeter	Quelle	Datum	Beschreibung
Sous la Jean Matthey	[2]	01.1996	Chute d'un bloc de rocher sur la voie CFF. Dégâts matériels.
Sous la Jean Matthey	[2]	2011	Quelques chutes de blocs de 20l fragmentés malgré la présence d'un filet cloué. Evénement récurrent.

Tabelle 2
Ereignisse im Projektperimeter.

3.4 Massgebende Szenarien

Gemäss Auftrag sind für die Fallstudie 10-jährliche bis 300-jährliche Szenarien zu untersuchen. Auf Basis der geologischen Aufnahmen aus [2] und in Abstimmung mit der Vorstudie [9] wurden die nachfolgenden Szenarien gebildet. Es wird davon ausgegangen, dass jedes Szenario aus einem einzelnen Stein/Block besteht. Dieser repräsentiert den massgebenden Sturzkörper für die ausgeführten Steinschlagsimulationen, wobei eine Fragmentierung nicht berücksichtigt wurde. Die Szenarienbildung erfolgte für die 3 Untergebiete des Perimeters „Sous la Jean Matthey" separat, da sich die Blockgössen und Abbruchvolumina zwischen den Untergebieten unterscheiden.

	Szenario	10-jährlich			30-jährlich			100-jährlich			300-jährlich		
	Untergebiet	40	41	42	40	41	42	40	41	42	40	41	42
Blockgrösse [m^3]	Abmessungen [m]												
0.05	0.4 x 0.4 x 0.3		1										
0.1	0.55 x 0.55 x 0.33	1			1								
0.24	0.8 x 0.6 x0.5			1									
0.5	0.9 x 0.9 x 0.6					1		1					
1.0	1 x 1 x 1										1		
1.0	1.1 x 1.1 x 0.8						1						
2.0	1.4 x 1.4 x 1.02								1	1			
4.8	2 x 2 x 1.2											1	1

Tabelle 3
Szenariendefinition unterteilt nach den Untergebieten.

3.5 Bestehende Schutzmassnahmen

3.5.1 Schutzbauten

Die vorhandenen Schutzbauten beschränken sich auf Palisaden (Eisenbahnschienen und Eisenschwellen), welche hauptsächlich in den Runsen installiert sind. Diese Palisaden wurden schätzungsweise um 1970 erstellt. Das Energieaufnahmevermögen dieser Palisaden ist gering (20 bis 50 kJ). Zudem sind diese Palisaden vielfach mit Steinen und Erdmaterial hinterfüllt, so dass sie nur noch eine geringe Wirkungshöhe aufweisen. Teilweise weisen

diese auch Schäden auf. Gemäss den Vorgaben von PROTECT können diese nicht in der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt werden. Da auch der Schutzwald gemäss PROTECT Bio beurteilt werden soll, wurden diese Schutzbauten konsequenterweise in der Folge nicht mehr weiter berücksichtigt.
Einzelne prioritäre Blockschlag-Gefahrenpotenziale wurden in den letzten Jahren mit Felsnägeln gesichert bzw. gesprengt.

3.5.2 Schutzwald

Der grösste Schutz der SBB vor Stein- und Blockschlag bietet im Untersuchungsperimeter der Schutzwald. Aufgrund der zentralen Bedeutung des Schutzwaldes in dieser Studie wird der Schutzwald in einem eigenen Kapitel beschrieben (Kapitel 4) und dessen Wirkung gemäss PROTECT Bio beurteilt (Kapitel 5).

4 Schutzwaldansprache

4.1 Schutzwaldausscheidung

Gemäss dem Geoportal des Kantons Bern ist der Wald im Untersuchungsperimeter der Kategorie «Objektschutzwald Bund» zugeordnet. Es dominiert der Prozess Steinschlag. Im westlichen Teil des Perimeters ist zudem Gerinneschutzwald ausgewiesen. Aufgrund des steilen Geländes kann davon ausgegangen werden, dass auch Rutschprozesse vorkommen.

4.2 Waldstandorte/ Waldbestände

Der Schutzwald im Perimeter ist steil und gegen Norden orientiert. Der Boden ist flach- bis mittel tiefgründig und skelettreich. Die Wuchsbedingungen sind mittel bis leicht trocken und basisch. Der Schutzwald weist kleinräumig eine starke Strukturierung und Differenzierung auf. Dadurch zeichnen sich wenige, klar voneinander abgrenzbare Waldbestände ab. Am Hangfuss befindet sich im östlichen Bereich ein Waldbestand (1.6 ha) mit tendenziell stärkeren Bäumen (Baumholz 1 bis 2) und bedeutendem Anteil an Linden (Standort 13a; typischer Linden-Buchenwald, (Foto 9 im Anhang 10)). Im südwestlichen Bereich befindet sich ein ausgedehnter Bestand im Stangenholz 1 (1.1 ha, (Foto 10 im Anhang 10)). Unmittelbar vor der Böschung zum Bahngeleise im Bereich der Unterführung stockt ein Stangenholz 1 auf einem schmalen Streifen (0.4 ha). Die restliche ausgeschiedene Waldfläche (rund 30 ha) ist ungleichförmig und weist eine artenreiche, standortsgerechte Baumartenmischung auf (Foto 11 im Anhang 10). Die ungleichförmige Waldfläche und das Stangenholz 1 sind den Standorten 12a und 12e zuzuordnen (typischer Bingelkraut-/ Zahnwurz-Buchenwald bzw. trockener Bingelkraut-/ Zahnwurz-Buchenwald). Die Waldstandorte wechseln sich kleinräumig ab und gehen teilweise ineinander über. Weitere

Parameter des aktuellen Schutzwalds sind dem Anhang 4 zu entnehmen. Rund 2/3 der betrachteten Waldfläche ist im Eigentum der SBB.

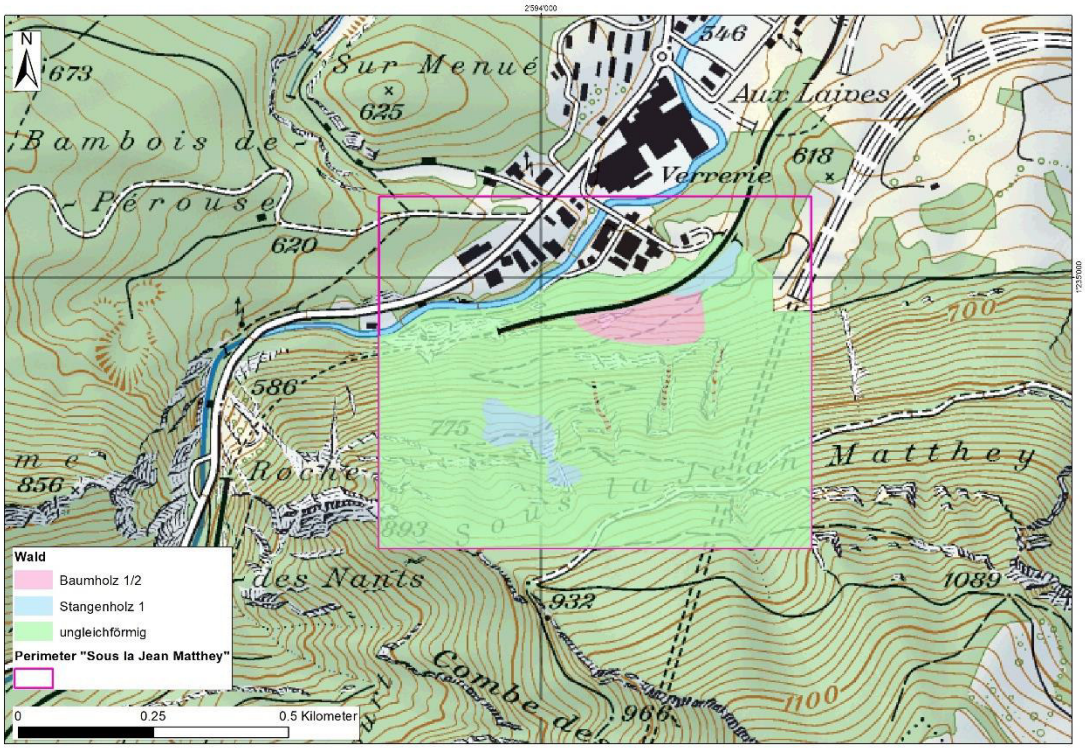


Abbildung 2
Waldbestände im Perimeter «Sous la Jean Matthey».

4.3 Waldzustand

Der Schutzwald im Untersuchungsperimeter ist gesamthaft betrachtet in einem guten Zustand. Durch den ungleichförmigen Bestandesaufbau finden sich alle Entwicklungsstufen auf kleinem Raum wieder und die Waldverjüngung stellt langfristig betrachtet kein Problem dar. Die Baumartenmischung ist standortsgerecht. Die Stabilität des Bestandes ist gut. Schwächen betreffend die Schutzwirkung zeigen sich beim horizontalen Gefüge, da der Stammabstand in der Falllinie teilweise über 40 Meter lang ist (Foto 5 und 6 im Anhang 10). In den Gräben ist dies besonders ausgeprägt. Eine Ausscheidung der Gräben aus dem Schutzwald (vgl. [5]) ist nicht erforderlich, da unterhalb der Gräben jeweils wieder ein geschlossener Waldbestand stockt (Transitstrecken im geschlossenen Bestand > 120 Meter) und somit keine durchgehende Öffnung bis zur SBB-Bahnlinie besteht. Zudem fehlen quer zum Hang liegende Stämme beinahe gänzlich.

4.4 Forstliche Projekte

Für den Untersuchungsperimeter liegt eine Massnahmenkarte aus dem Jahre 1989/1990 vor. Gemäss dieser bestand zu dem Zeitpunkt der grösste Handlungsbedarf in der kombinierten Pflege und Verjüngung in den unteren und oberen westlichen Hangpartien. Laut dem

Revierförster wurde der letzte Eingriff ungefähr im Jahr 2007 durchgeführt. Dieser beschränkte sich hauptsächlich auf den unteren, von Linden dominierten Teil. Weitere Eingriffe wurden vor ungefähr 20 Jahren östlich vom 2007 realisierten Eingriff ausgeführt. Auch vor ungefähr 20 Jahren wurde im mittleren bis westlichen Hangabschnitt die Verjüngung eingeleitet, welche sich bis heute gut entwickeln konnte. Weiter zurückliegend wurden Eingriffe in den Jahren 1958/1959 sowie 1983, 1984 und 1987 durchgeführt. Der nächste Eingriff ist noch nicht geplant.

5 Beurteilung Schutzwald nach PROTECT Bio

5.1 Grobbeurteilung aktueller Schutzwald

Die Grobbeurteilung des Schutzwaldes hat zum Ziel, die Relevanz der Waldwirkung prozessspezifisch auf einer geringen Detaillierungsebene zu beurteilen. Zur Grobbeurteilung des aktuellen Schutzwalds wird für den Prozess Steinschlag das nachfolgende Schema herangezogen [1].

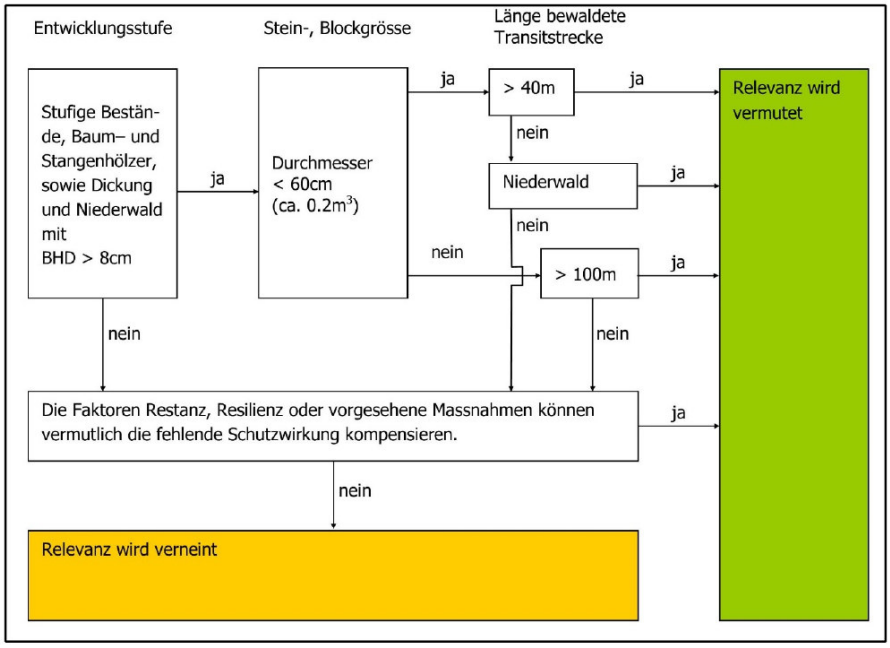


Abbildung 3
Vorgehensschema Grobbeurteilung Schutzwald im Transit- und Ablagerungsgebiet – Sturz [1].

Im Perimeter «Sous la Jean Matthey» weist der aktuelle Schutzwald eine stufige Bestandesstruktur bzw. Bäume im Stangen- bis Baumholz auf (Kapitel 4.2). Gemäss der Szenarienbildung in Kapitel 3.4 ist im Prozessraum mit Sturzkörpern von 0.2 bis 1.4 Meter Durchmesser zu rechnen. Die bewaldete Transitstrecke weist auch bei der kürzesten

Sturzbahn eine Mindestlänge von 100 Meter auf. Es ist folglich davon auszugehen, dass der Schutzwald in allen Szenarien eine **relevante Schutzwirkung** aufweist.

5.2 Massnahmenbeurteilung aktueller Schutzwald

Das Ziel der Massnahmenbeurteilung ist die Bestimmung der Zuverlässigkeit der Massnahme im Hinblick auf ihre Wirkung auf den betrachteten Gefahrenprozess [1]. Die Zuverlässigkeit wird anhand der Beurteilung von Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit bestimmt. Die Abgrenzung orientiert sich dabei am Prozessraum des betrachteten Gefahrenprozesses und dessen Teilabschnitten.

5.2.1 Tragsicherheit

Der Nachweis der Tragsicherheit basiert auf den Bestandesgrundflächen der aktuellen Schutzwaldbestände. Die Grundfläche wurde für jeden abgegrenzten Bestand mittels repräsentativen Festkreisproben (Kluppierung) erhoben (Radius 9.77 Meter). Die eigentliche Beurteilung erfolgt anhand der bewaldeten Transitstrecke und der kumulierten Bestandesgrundfläche entlang von Hangprofilen [5].

Beispiel zum Verständnis:
Die bewaldete Transitstrecke beträgt 200 Meter und verläuft durch einen Waldbestand mit einer Bestandesgrundfläche von 15 m^2 pro Hektare. Die kumulierte Bestandesgrundfläche beträgt in dieser fiktiven Situation 30 m^2 (15 m^2 x 200 m / 100 m).

Kumulierte Bestandesgrundfläche [m^2]	Beurteilung Tragsicherheit
<5	ungenügend
5 - 10	mässig, für Steine < 60 cm Tragsicherheit erfüllt
10 - 30	gut, auch für Steine > 60 cm Tragsicherheit erfüllt
>30	sehr gut

Tabelle 4
Beurteilung der Tragsicherheit anhand der kumulierten Bestandesgrundfläche gemäss [5].

Der aktuelle Schutzwald im Untersuchungsperimeter weist auf grosser Fläche eine Grundfläche von 30 m^2/ha oder mehr auf. Die niedrigste Grundfläche findet sich mit rund 14 m^2/ha im Stangenholz. Da die bewaldete Transitstrecke stets 100 Meter oder mehr aufweist (auch unterhalb der dünn bestockten Gräben), wird schnell ersichtlich, dass gemäss der oben beschriebenen Kriterien die Tragsicherheit gut bis sehr gut ausfällt. Die **Tragsicherheit** des Schutzwaldes kann somit für alle Szenarien als **erfüllt** betrachtet werden.

5.2.2 Gebrauchstauglichkeit

Die Gebrauchstauglichkeit ist gegeben, wenn der aktuelle Wald den minimalen Anforderungen betreffend Naturgefahren gemäss NaiS entspricht. Zur Beurteilung des vertikalen Gefüges wurde das Tool RockforNet (vgl. [6]) verwendet, mit welchem die aktuelle Schutzfunktion des Waldes beurteilt werden kann. Die benötigten Waldparameter (Stammzahlen in den 4 Durchmesserklassen und die Baumartenverteilung) wurden mit den bereits beschriebenen Festkreisproben erhoben (Anhang 4). Die Hangprofile wurden so gewählt, dass unterschiedlich lange Sturzbahnen wie auch die dünner bestockten Gräben berücksichtigt werden. Dabei wurde für die Beurteilung stets das strengere Anforderungsprofil herangezogen. Für den Perimeter « Sous la Jean Matthey » erfolgte die Beurteilung für jedes der drei Untergebiete separat, da sich die Untergebiete bezüglich den Blockgrössen innerhalb der Szenarien unterscheiden.

Das **vertikale Gefüge** ist in den drei Untergebieten anhand des Prozentsatzes der aufgehaltenen Steine (gemäss RockforNET) wie folgt zu beurteilen:

Untergebiet	Sz10		Sz30		Sz100		Sz300	
40	95-99%	ideal	95-99%	ideal	75-95%	gut	25-50%	minimal
41	95-99%	ideal	95-99%	ideal	25-50%	minimal	0-25%	ungenügend
42	95-99%	ideal	95-99%	ideal	95-99%	ideal	50-75%	gut

Tabelle 5
Beurteilung des vertikalen Gefüges gemäss RockforNET in Funktion des Szenarios.

In den 10- und 30-jährlichen Szenarien wird ein Grossteil der Sturzkörper im Wald aufgehalten. Beim 100-jährlichen Szenario beginnt die Waldwirkung je nach Untergebiet teilweise abzunehmen. Selbst im 100-jährlichen Szenario wird jedoch eine erhebliche Reduktion der Steinschlagfrequenz erreicht (gemäss der Beurteilung mit RockforNet). Im 300-jährlichen Szenario ist die Waldwirkung je nach Untergebiet von ungenügend bis gut zu beurteilen.

Das **horizontale Gefüge** wurde in den NaiS-Formularen 2 als ungenügend bewertet, da der Stammabstand in der Falllinie stellenweise zu gross ist und zu wenig liegende Bäume zur Kompensation vorhanden sind. Die Analyse des vertikalen Gefüges mit RockforNET hat aber gezeigt, dass der Anteil der zurückgehaltenen Steine über alle Szenarien und Untergebiete betrachtet gross ist. Dabei ist zu bedenken, dass RockforNET die spezifische Situation bezüglich Hangneigung und bewaldeter Hanglänge differenziert betrachtet. NaiS definiert ungeachtet dieser Parameter das Anforderungsprofil bezüglich der Stammabstände bzw. quer liegender Bäume. Im Untersuchungsgebiet sind die an das horizontale Gefüge gestellten Anforderungen gemäss NaiS offensichtlich zu streng und die ungenügende Bewertung deshalb nicht stark zu gewichten. Ohnehin kann mittels eines Eingriffes und dem gezielten Belassen von quer liegenden Bäumen das horizontale Gefüge deutlich verbessert werden.

Neben den Anforderungen bezüglich des Gefüges (vertikal und horizontal) sind die Anforderungen bezüglich der Baumartenmischung und der Stabilitätsträger mehr als minimal erfüllt. Daher ist die **Gebrauchstauglichkeit des Schutzwaldes bis zum 100-jährlichen Szenario als erfüllt** zu betrachten. Selbst im 300-jährlichen Szenario ist die Gebrauchstauglichkeit in zwei der drei Untergebiete erfüllt. Die reduzierte Gebrauchstauglichkeit widerspiegelt sich bei besagtem Szenario ebenfalls in den Simulationsergebnissen, was sich durch die geringere Risikoreduktion des aktuellen Waldes gegenüber der Situation ohne Wald ausdrückt.

5.2.3 Dauerhaftigkeit

Gemäss [1] ist für die Dauerhaftigkeit von Wald sein aktueller Zustand und davon ausgehend seine zukünftige Entwicklung in den nächsten mindestens 50 Jahren entscheidend. Zudem kann von einem „normalen Unterhalt“ ausgegangen werden, was in Bezug auf Wald regelmässigen Pflegeeingriffen gleichgestellt werden kann. In die Überlegungen sind neben walddynamischen Faktoren auch die möglichen Gefährdungsbilder einzubeziehen. Ein Hinweis auf eine genügende Dauerhaftigkeit ist auch durch die Tatsache von bestehendem intaktem Walde gegeben.
Gemäss [1] kann die Dauerhaftigkeit des betrachteten Waldes als gegeben betrachtet werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

> Die zukünftige Entwicklung entspricht den Anforderungen Naturgefahren gemäss NaiS minimal.
> Die zukünftige Entwicklung der Verjüngung ist zielgerecht.
> Die Eintretenswahrscheinlichkeit von Gefährdungsbildern mit wesentlichen Schäden am Wald sind gering (Wiederkehrdauer > 50 Jahre).

Die ersten zwei Punkte sind der Entwicklungsabschätzung im NaiS-Formular 2 zu entnehmen. Gemäss der durchgeführten Schutzwaldansprache (NaiS-Formulare 2 in Anhang 1) sind bezüglich der **Anforderungen für die Naturgefahr** und die **Verjüngung** zukünftig keine markanten Verschlechterungen angezeigt. Dies ist vor allem dem heute guten Zustand des Schutzwaldes, namentlich seinem ungleichförmigen Bestandesaufbau zu verdanken, wodurch sich das Gefüge nur langsam verschlechtert (Stammzahlabnahme/ Reduktion Durchmesserstreuung). Durch regelmässige eher punktuelle Pflegeeingriffe lässt sich das Gefüge über lange Zeit hinweg erhalten und verbessern (liegendes Holz), wobei zeitgleich die Verjüngung des Schutzwaldes begünstigt wird.
Bezüglich der **Gefährdungsbilder** wurde der Revierförster mit seinen langjährigen Lokalkenntnissen befragt. Gemäss seinen Angaben ist der betrachtete Wald bezüglich Waldbrands und Sturmschäden nicht speziell gefährdet. Des Weiteren herrscht kein übermässiger Wilddruck durch das Schalenwild, was von der guten Verjüngungssituation unterstrichen wird. Bezüglich der Rutschprozesse kann davon ausgegangen werden, dass ein gut strukturierter standortsgerechter Steinschlagschutzwald mit einem hohen Deckungsgrad die NaiS-Anforderungen betreffend die Naturgefahr Rutschung ebenfalls erfüllt

und somit keine Gefährdung resultiert. Die anderen Naturgefahrenprozesse müssen bei der Waldbauplanung berücksichtigt werden.
Die **Dauerhaftigkeit** der Schutzwirkung kann im Perimeter «Sous la Jean Matthey» somit als **gegeben** erachtet werden.

5.2.4 Zuverlässigkeit

Gemäss [1] kann die Bestimmung der Zuverlässigkeit entsprechend dem nachfolgenden Schema erfolgen.

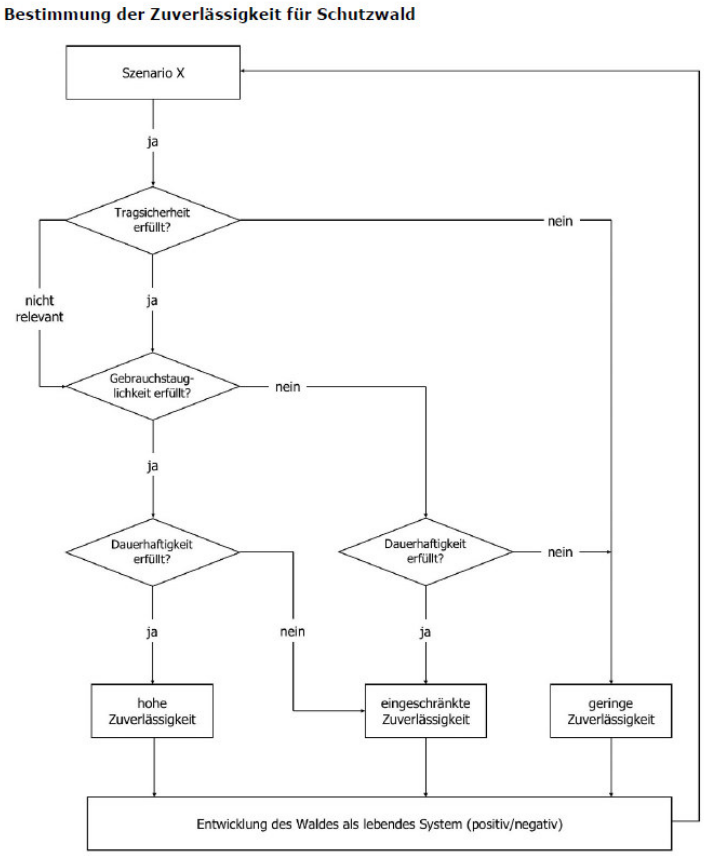


Abbildung 4
Bestimmung der Zuverlässigkeit aufgrund der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit [1].

Die Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit des Schutzwaldes sind, abgesehen von der Gebrauchstauglichkeit beim 300-jährlichen Szenario in Untergebiet 41, erfüllt. Für das Szenario 300 Jahre resultiert daher in diesem Untergebiet eine eingeschränkte Zuverlässigkeit. In allen übrigen Szenarien ergibt sich eine hohe Zuverlässigkeit, wonach der Schutzwald vollumfänglich berücksichtigt werden kann.

5.3 Wirkungsbeurteilung aktueller und idealer Schutzwald

Die Wirkungsbeurteilung wird neben dem aktuellen Schutzwald auch für den „idealen Schutzwald“ bzw. Idealwald gemäss den NaiS-Anforderungen durchgeführt. Der Vergleich

zwischen dem aktuellen Schutzwald und dem Idealwald gibt Auskunft über das theoretische Verbesserungspotenzial im aktuellen Wald. Zudem zeigt der Idealwald die Grenzen dessen auf, was ein Schutzwald in der konkreten Situation überhaupt leisten kann. Auf eine Massnahmenbeurteilung des Idealwaldes gemäss Kapitel 5.2 kann verzichtet werden, da ein gemäss den NaiS-Anforderungen definierter Idealwald per se die geforderten Kriterien erfüllt.

5.3.1 Berechnungsgrundlagen Rockyfor3D

Steinschlagsimulationen wurden mit Rockyfor3D Version 5.2.6 basierend auf einem Geländemodell mit einer Auflösung von 2 Meter durchgeführt. Die Abbruchzonen wurden mit Hilfe der Karte der Phänomene aus [2] und der Hangneigungskarte festgelegt. Dabei wurden möglichst zusammenhängende Felsbänder mit einer Hangneigung von mehr als 50° berücksichtigt. Die simulierten Szenarien (Blockgrösse) sind im Kapitel 3.4dargestellt. Die drei Untergebiete im Perimeter «Sous la Jean Matthey» wurden einzeln simuliert. Dadurch erhält man detailliertere Informationen und kann die Gefährdung aus den einzelnen Untergebieten besser darstellen.

Die **Bodeneigenschaften** wurden im Feld angesprochen und das Simulationsmodell anschliessend mit Vorabsimulationen bezüglich Bodentyps und Oberflächenrauhigkeit kalibriert. Die Kalibrierung zielte dabei darauf ab, dass mit dem aktuellen Schutzwald Trefferwahrscheinlichkeiten auf Höhe Geleise simuliert wurden, die nicht im Widerspruch zu den bis anhin beobachteten Ereignissen sind.
Für die Simulationen ohne Wald, mit aktuellem Wald und Idealwald wurden nach der Kalibrierung des Modells stets die gleichen Simulationsparameter verwendet, um die Waldwirkung isoliert untersuchen zu können.

Der **aktuelle Schutzwald** wurde im Feld angesprochen und mit Hilfe eines Luftbildes abgegrenzt. Die Abgrenzung entspricht im Detaillierungsgrad einer groben Bestandeskarte. Innerhalb eines jeden Bestandes wurden Festkreisproben mit einem fixen Radius von 9.77 Meter durchgeführt. Die Festkreisproben wurden dabei so gewählt, dass sie für den ganzen Bestand möglichst repräsentativ sind. Die dünn bestockten Gräben im Perimeter «Sous la Jean Matthey» wurden dahingehend berücksichtigt, dass ein Streifen von ca. 4 m als unbestockt angenommen wurde. Die Waldbestände in den beiden Untersuchungsperimetern sind in Kapitel 4.2 auf Karten abgebildet. Der aktuelle Schutzwald wurde in den Simulationen mit den Parametern in Tabelle 6 berücksichtigt:

Entwicklungsstufe	Mittlerer BHD [cm]	Standardabw. BHD [cm]	Stammzahl pro ha	Nadelholzanteil [%]
Stangenholz 1	11	4	1386	3
Ungleichförmig	19	9	869	40
Baumholz 1/2	28	14	424	0

Tabelle 6
Parameter des aktuellen Schutzwalds nach Beständen unterteilt.

Der **Idealwald** wurde für jedes Szenario spezifisch mit Hilfe des Tools RockforNET definiert. Dafür wurden die gleichen Profile wie für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit herangezogen, wobei für jedes Szenario das strengste Anforderungsprofil aus den drei Untergebieten für den gesamten Waldkomplex als massgebend betrachtet wurde (massgebende Anforderungsprofile im Anhang 3). Die Definition eines Idealwaldes pro Untergebiet ist wenig sinnvoll, da sich die Sturzbahnen aus den Untergebieten teilweise deutlich überschneiden. Für die Ausdehnung des idealen Schutzwaldes wurde die heutige Waldfläche angenommen. Es wurde angenommen, dass die Gräben bestockt sind. Auf Basis der von RockforNET geforderten Stammzahlverteilung wurden die Parameter Stammzahl, mittlerer Brusthöhendurchmesser (BHD) und die Standardabweichung des BHDs berechnet. Dabei wurde innerhalb der vier Durchmesserklassen jeweils eine gleichmässige Verteilung der BHD angenommen. Beispielsweise teilen sich die 320 Bäume der Durchmesserklasse 8 - 12 cm in jeweils 64 Bäume mit 8, 9, 10, 11 und 12 cm BHD auf. Für den Nadelholzanteil wurde der grösstmögliche Nadelholzanteil gemäss dem NaiS-Anforderungsprofil gewählt. Es ist zu beachten, dass Rockyfor3D quer liegende Bäume und hohe Stöcke bei den Simulationen nicht berücksichtigt. Die Waldparameter definieren einzig den aus den stehenden Bäumen bestehenden Schutzwald. Der ideale Schutzwald wurde in den Simulationen mit folgenden Parametern berücksichtigt:

Szenario	Mittlerer BHD [cm]	Standardabw. BHD	Stammzahl pro ha	Nadelholzanteil [%]
Sz10	18	9	1145	20
Sz30	19	11	1040	20
Sz100	19	11	1040	20
Sz300	20	13	1300	20

Tabelle 7
Parameter des idealen Schutzwalds nach Szenarien unterteilt.

5.3.2 Intensitätskarten

Die Ergebnisse der Sturzbahnberechnungen sind in Anhang 5 grafisch dargestellt. Auf Basis der Simulationsergebnisse wurden die Intensitätskarten gezeichnet (Beilagen 1 bis 3). Dabei wurde der gesamte von den Sturzkörpern innerhalb eines Szenarios bestrichene Gleisbereich als gefährdet erachtet. In den Randzonen, wo die Trefferwahrscheinlichkeit (reach probability) stark abnimmt, wurden Einzelsturzbahnen (Ausreisser) nicht mehr zum gefährdeten Bereich gezählt. Zur Beurteilung der im Gleisbereich auftretenden Energie wurde das 95% Vertrauensintervall herangezogen. Die Abgrenzung der Intensitätsklassen erfolgte anhand der gebräuchlichen Grenzen von 30 und 300 kJ. Die Intensitätskarten wurden getrennt nach den Untergebieten erstellt.

Um die Wirkung des Schutzwaldes aufzeigen zu können, werden nachfolgend die Längenanteile [m] der Intensitäten und die betroffene Strecke [m] zusammengefasst dargestellt (Tabelle 8).

		Sz10				Sz30				Sz100				Sz300			
		schwach	mittel	stark	betroffen	schwach	mittel	stark	betroffen	schwach	mittel	stark	betroffen	schwach	mittel	stark	betroffen
Untergebiet 40	Ohne Wald	-	307	-	307	-	307	-	307	-	-	331	331	-	-	325	325
	Mit Wald	-	218	-	218	-	218	-	218	-	-	300	300	-	-	300	300
	Mit ideal W.	-	155	-	155	-	155	-	155	-	-	290	290	-	-	235	235
Untergebiet 41	Ohne Wald	111	-	-	111	-	52	150	202	-	-	228	228	-	-	260	260
	Mit Wald	52	-	-	52	-	77	85	162	-	-	191	191	-	-	208	208
	Mit ideal W.	6	-	-	6	-	146	-	146	-	-	167	167	-	-	186	186
Untergebiet 42	Ohne Wald	-	194	-	194	-	-	203	203	-	-	209	209	-	-	231	231
	Mit Wald	-	65	-	65	-	-	157	157	-	-	181	181	-	-	200	200
	Mit ideal W.	-	23	-	23	-	-	83	83	-	-	160	160	-	-	192	192

Tabelle 8
Längenanteile [m] der Intensitäten und gesamte Länge [m] der betroffenen Strecke nach Untergebiet unterteilt.

Der aktuelle Schutzwald reduziert gegenüber der Situation ohne Schutzwald die Länge des betroffenen Streckenabschnitts in allen Szenarien. Dasselbe gilt beim Vergleich zwischen dem aktuellen Schutzwald und dem idealen Schutzwald. Teilweise zeigt sich durch das Vorhandensein von Schutzwald eine Verschiebung hin zu schwächeren Intensitäten.

5.3.3 Zusammenfassung Wirkungsbeurteilung

Betreffend die Energie im Gleisbereich und die Länge des betroffenen Streckenabschnitts zeigt sich eine deutliche Wirkung des Schutzwaldes. In allen Szenarien ergibt sich durch den idealen Schutzwald eine zusätzliche Reduktion.
Betreffend die Erreichenswahrscheinlichkeit hat der Schutzwald eine grosse Wirkung (Anhang 6). Der Schutzwald reduziert die Erreichenswahrscheinlichkeit in allen Szenarien. Mit zunehmender Blockgrösse vermindert sich jedoch dieser Effekt. Da die Erreichenswahrscheinlichkeit einen grossen Einfluss auf das SBB-Risiko hat, ist davon auszugehen, dass der Schutzwald eine starke Reduktion des Risikos bewirkt.

6 Risiko

Die Risikoanalyse erfolgte mit dem BAFU Tool EconoMe 4.0 [3], [4], [5]. Mit diesem Tool werden aktuell nur die direkten Schäden und keine indirekten Folgen (z.B. Kosten infolge fehlender Verfügbarkeit von Verkehrswegen) ermittelt. In den folgenden Kapiteln werden sämtliche Annahmen und Resultate der Risikoanalyse zusammengefasst.

6.1 Schadenpotenzial

Das in der vorliegenden Fallstudie zu betrachtende Schadenpotenzial beschränkt sich auf die einspurige Bahnlinie DFA 226 von Sonceboz nach Moutier.
Die benötigten Grundlagenparameter des Schadenpotenzials für die EconoMe 4.0-Berechnungen wurden von der SBB zur Verfügung gestellt ([8], Tabelle 9).

Parameter	
Basiswert [CHF/m']	6'300
Effektivwert [CHF/m']	8'000
Ø Personenbelegung/Zug	13
Ø Personenzüge/Tag	42
Ø Geschwindigkeit Personenzüge [km/h]	75
Ø Zuglänge Personenzüge [m]	54
Geländeverhältnisse	Günstig
Ø Anzahl Güterzüge/Tag	0
Geschwindigkeit Fahren auf Sicht [km/h]	40

Tabelle 9
Grundlagenparameter des Schadenpotenzials der SBB gemäss [8].

6.2 Ausgangsparameter

Die im Rahmen dieser Fallstudie angefertigten Intensitätskarten (Kapitel 5.3.2) bilden die Grundlage für die Risikoberechnung. Es wurden folgende Szenarien berücksichtigt:

> 10-jährliches Szenario
> 30-jährliches Szenario
> 100-jährliches Szenario
> 300-jährliches Szenario

Für die Risikoberechnungen gemäss EconoMe 4.0 müssen folgenden Parameter pro Szenario bestimmt werden:

> Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit p(rA) (Kapitel 6.2.1 und Anhang 2)
> Wahrscheinlichkeit Ereignis im Gleisbereich p(EGl) (Kapitel 6.2.2 und Anhang 2)
> Wahrscheinlichkeit vorsorgliche Sperrung p(vSp)
> Wahrscheinlichkeit Fahren auf Sicht p(FaS)

Gemäss den Angaben der SBB wird die Strecke aufgrund von Steinschlag nicht vorsorglich gesperrt, auch wird keine Anordnung auf Fahren auf Sicht erteilt. Diese Parameter werden daher für alle Szenarien auf 0 gesetzt. Die Herleitung der anderen beiden Parameter wird nachfolgend erläutert.

6.2.1 Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit p(rA)

Die räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeiten sind dem Anhang 2 zu entnehmen. Bei der Bestimmung der **räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit** wurde der Ansatz von [10] verfolgt (Leitfaden zur räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit; Kanton Wallis). Für jedes Szenario wird die Anzahl „Blockmeter" auf dem Geleise über die Anzahl der Blöcke, die massgebende Kantenlänge und die Erreichenswahrscheinlichkeit berechnet. Die Summe dieser Blockmeter ergibt die beim Eintritt des Szenarios betroffene Abschnittslänge. Diese dividiert durch die Breite des möglichen Prozessraumes gemäss Intensitätskarte ergibt die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit im betrachteten Szenario.

Als **massgebende Kantenlänge** wurde stets die längste Kante des Blocks betrachtet. Zur Berechnung der **Erreichenswahrscheinlichkeit** wurde die Anzahl der Sturzkörper, die im Gleisbereich oder talseitig dahinter abgelagert werden, der Gesamtanzahl der simulierten Sturzkörper gegenübergestellt. Dem Anhang 6 sind die Erreichenswahrscheinlichkeiten der unterschiedlichen Szenarien zu entnehmen.

6.2.2 Wahrscheinlichkeit Ereignis im Gleisbereich p(EGl)

Für die Risikoberechnung bei Bahnen kommt der Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis im Gleisbereich eine grosse Bedeutung zu. Dabei unterscheiden sich gemäss Methodik EconoMe 4.0 die Werte für p(EGl) zwischen den Schadensbildern Direkttreffer und Anprall. Für das **Schadensbild Direkttreffer** sind alle Ereignisse relevant, die das Lichtraumprofil des Zuges tangieren und einen Zug somit potenziell direkt treffen können. Da ein Überspringen des Lichtraumprofils im Allgemeinen unwahrscheinlich ist, legt EconoMe 4.0 für p(EGl) im Schadensbild Direkttreffer einen Wert von 1 fest. Für das **Schadensbild Anprall** sind alle Ereignisse relevant, die sich auf dem Geleise direkt ablagern bzw. einen Schaden am Gleis verursachen. Da die p(EGl) für das Schadensbild Anprall stark von der Flugbahn der Blöcke und der Energie der Blöcke im Gleisbereich abhängt, ist sie für jedes Szenario einzeln festzulegen. Nachfolgende Erläuterungen bezüglich p(EGl) beziehen sich nur auf das Schadensbild Anprall.

Um die zur Berechnung relevanten Parameter Energie und Sprunghöhe zu ermitteln, wurde die Flugbahn der Sturzkörper beim Überqueren des Geleises analysiert. In Rockyfor3D kann dies mit dem Einfügen eines fiktiven Steinschlagnetzes entlang der gesamten betrachteten Bahnstrecke erfolgen. Damit erhält man für jede Blockgrösse Informationen über die Sprunghöhe und die Energie der Sturzkörper im betrachteten Bereich [7]. Anhand der Sprunghöhe wurde für jedes Szenario bestimmt, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass der Block das Geleise berührt.
Anhand der kinetischen Energie wurde abgeleitet, wie wahrscheinlich das Eintreten eines relevanten Schadens bezüglich Entgleisung ist. Dazu wurde in Anlehnung an EconoMe 4.0 angenommen, dass dies bei schwacher Intensität in 30 %, bei mittlerer Intensität in 50% und bei starker Intensität in 100% der Fall ist.

Durch die Multiplikation der Wahrscheinlichkeit eines Schadens mit der Wahrscheinlichkeit einer Gleisberührung leitet man für jedes Szenario die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses im Gleisbereich (p(EGl)) ab.

6.3 Risikorelevante Annahmen

Der Perimeter «Sous la Jean Matthey» setzt sich aus mehreren voneinander unabhängigen Untergebieten zusammen. Unabhängig in diesem Sinne bedeutet, dass sich die Ereignisse aus den verschiedenen Untergebieten nicht gegenseitig beeinflussen und sich demnach mit grosser Wahrscheinlichkeit zeitlich gestaffelt ereignen. Für den Bahnbetrieb bedeutet dies, dass beispielsweise durch drei voneinander unabhängige Gebiete, aus welchen jeweils eine 100-jährliche Gefährdung besteht, die Bahn in der betrachteten Zeitspanne dreimal dem Risiko für einen Direkttreffer bzw. einen Anprall ausgesetzt ist. Diese Annahme darf gemacht werden, wenn davon auszugehen ist, dass die Strecke zwischen dem ersten Ereignis und dem zweiten Ereignis wieder instand gestellt wurde.
In der vorliegenden Fallstudie wird diesem Umstand im Perimeter «Sous la Jean Matthey» dadurch Rechnung getragen, dass die von jedem Untergebiet ausgehende Gefährdung einzeln analysiert und das daraus resultierende Risiko einzeln berechnet wird. Durch die Unterteilung in drei Risikoberechnungen wird automatisch angenommen, dass sich ein Anprall auch dreimal ereignen kann.

6.4 Risiken in den unterschiedlichen Szenarien

6.4.1 Kollektive Risiken

Das ermittelte kollektive jährliche Ausgangsrisiko für die Situation „ohne Wald“ beträgt rund 19‘558 CHF/a für die drei Untergebiete (Tabelle 10). Dabei trägt das 30-jährliche Szenario am stärksten zum Gesamtrisiko bei. Durch den aktuellen Schutzwald werden die kollektiven jährlichen Risiken auf rund 4‘295 CHF/a reduziert. Mit einem idealen Schutzwald könnten die kollektiven jährlichen Risiken auf rund 2‘554 CHF/a gesenkt werden. In beiden Situationen mit Schutzwald geht das grösste Risiko vom 100-jährlichen Szenario aus (Tabelle 10).

	Jährliches Risiko [CHF/a]				
Wiederkehrperiode [a]	10	30	100	300	Total
Gesamt ohne Wald (oW)	5’033	8’554	3’891	2’081	19’558
Gesamt mit Wald (MW)	229	825	1’697	1’544	4’295
Gesamt mit idealem Wald (MIW)	73	257	1’287	938	2’554

Tabelle 10
Jährliches Risiko für die verschiedenen Situationen «ohne Wald», «mit Wald» und «mit idealem Wald».

Fazit

Das 30-jährliche Szenario trägt am meisten zum Ausgangsrisiko bei. Der aktuelle Schutzwald reduziert das gesamte Ausgangsrisiko um 78 %. Der ideale Schutzwald reduziert das Risiko gegenüber dem aktuellen Schutzwald um weitere 40 %. Dies verdeutlicht, dass im aktuellen Schutzwald Verbesserungspotenzial besteht. Es ist zu beachten, dass die durch den idealen Schutzwald erbrachte Risikoreduktion aufgrund der in den Simulationen unberücksichtigten quer liegenden Bäume und hohen Stöcken in der Realität grösser ausfällt, als es hier aufgezeigt werden kann.

6.4.2 Individuelles Todesfallrisiko

Die Resultate in Tabelle 11 zeigen deutlich, dass der Grenzwert von 10^{-5} in allen Situationen (ohne Wald, mit Wald, mit Idealwald) deutlich überschritten wird. Die Schutzwirkung des Waldes ist jedoch deutlich ersichtlich.

	Individuelles Todesfallrisiko [a^{-1}]				
Wiederkehrperiode [a]	10	30	100	300	Total
Gesamt ohne Wald (oW)	1.04E-04	1.92E-04	9.02E-05	4.78E-05	4.34E-04
Gesamt mit Wald (MW)	4.72E-07	1.85E-05	3.96E-05	3.57E-05	9.86E-05
Gesamt mit idealem Wald (MIW)	1.50E-06	5.42E-06	3.02E-05	2.17E-05	5.88E-05

Tabelle 11
Individuelles Todesfallrisiko für die verschiedenen Situationen «ohne Wald», «mit Wald» und «mit idealem Wald».

Fazit

Aus Sicht des individuellen Todesfallrisikos reicht der Wald als alleinige Schutzmassnahme im untersuchten Perimeter nicht aus, um das individuelle Todesfallrisiko unter den Grenzwert von 1 x 10^{-5} zu bringen. Dazu müssten Massnahmen getroffen werden, die Ereignisse bis zum 300-jährlichen Szenario abdecken. Eine grobe Nutzen-Kosten-Überlegung wird in Kapitel 6.6 dargestellt.

6.5 Monetarisierung der Waldwirkung

Um die Waldwirkung zu monetarisieren, kann die Reduktion des Risikos vom Zustand ohne Wald zu denjenigen mit Wald resp. mit idealem Wald hinzugezogen werden. Zu beachten ist, dass es sich bei den ermittelten Risiken nur um die direkten Schäden handelt und indirekte Folgen wie Zugsausfälle oder Verspätungen unberücksichtigt bleiben. Unter Berücksichtigung dieser **indirekten Kosten** wäre der Wert des Schutzwaldes grösser.

Da die Idealwälder szenarienspezifisch definiert wurden, unterscheiden sie sich voneinander. D.h. für das Szenario 10 Jahre ist beispielsweise ein anderer Wald ideal als im Szenario 300 Jahre mit grösseren Sturzkörpern. Der **optimalste Idealwald** wird in dieser Studie als

derjenige definiert, welcher die grösste Risikoreduktion in seinem Szenario bewirkt. Deshalb ist der optimale ideale Wald in diesem Fall derjenige des 30-jährlichen Szenarios.

Für den Bezug der Risikoreduktion auf die **Waldfläche** wurde die gemäss den Simulationen von den Sturzkörpern bestrichene Waldfläche als Referenz genommen. Diese prozessrelevante Waldfläche beträgt 18.18 Hektaren. Der anhand der Risikoreduktion ermittelte Wert der Waldwirkung (Tabelle 12) beläuft sich für den aktuellen Wald auf 15‘263 CHF pro Jahr (ca. 840 CHF pro Hektare und Jahr). Der Wert der idealen Waldwirkung beläuft sich auf rund 17‘000 CHF pro Jahr (935 CHF pro Hektare und Jahr).

	Risikoreduktion [CHF/a]				
Wiederkehrperiode [a]	10	30	100	300	Total
Gesamt mit Wald (MW)	4’804	7’728	2’194	537	15’263
Gesamt mit idealem Wald (MIW)	4’960	8’297	2’603	1’144	17’004

Tabelle 12
Monetarisierung der Waldwirkung anhand der Risikoreduktion [CHF/a].

6.6 Nutzen-Kosten-Überlegungen

Aus den Ergebnissen des Kapitels 6.5 lassen sich Überlegungen über Nutzen und Kosten des Schutzwaldes anstellen. **Kosten** entstehen im bestehenden Schutzwald bei Pflegeeingriffen, welche der langfristigen Sicherstellung der Schutzwirkung dienen (vgl. Unterhaltskosten). Einmalige Erstinvestitionen müssen nicht getätigt werden, da der Schutzwald bereits besteht. Die finanziellen Mittel fliessen demnach ausschliesslich in den periodischen Unterhalt, respektive die Schutzwaldpflegeeingriffe.

Die Definition des monetären **Nutzens** dieser Schutzwaldpflegeeingriffe ist nicht trivial, da selbst ohne eine regelmässig durchgeführte Pflege davon ausgegangen werden kann, dass der Wald langfristig betrachtet auf grosser Fläche erhalten bleibt. Von diesem ungepflegten Wald ist zu erwarten, dass insbesondere die NaiS-Mindestanforderungen betreffend die Stammzahl und Stammzahlverteilung nicht erfüllt sind. Obwohl diese Anforderungen ungenügend erfüllt wären und somit die Zuverlässigkeit als eingeschränkt betrachtet werden muss, ist eine relevante Wirkung auf den Prozess Steinschlag voraussichtlich gegeben. Um den Nutzen der Schutzwaldpflegeeingriffe realistisch quantifizieren zu können, müsste der Vergleich gegenüber einem ungepflegten Schutzwald erfolgen. Ohne Pflegeeingriffe durchläuft ein Wald langfristig betrachtet sämtliche natürlichen Sukzessionsstadien, welche bezüglich der Schutzwirkung deutlich unterschiedlich wirksam sind. Der Vergleich zu einem solch dynamischen System ist demnach aufwändig und müsste in einer separaten Studie untersucht werden.
Die Bestimmung des monetären Nutzens von Schutzwaldpflegeeingriffen mittels der Gegenüberstellung zur Situation „ohne Wald“, wie es in dieser Studie definiert wurde, ist demzufolge als pessimistisch zu bewerten. D.h. dieser wird überschätzt.

Für die langfristige Sicherstellung der aktuellen Schutzwirkung sind gemäss Kapitel 6.5 jährliche Kosten in Höhe von rund 840 CHF pro Hektare und Jahr wirtschaftlich. Zur Erreichung des idealen Schutzwaldes können zusätzlich rund 95 CHF pro Hektare und Jahr investiert werden. Kosten über 935 CHF pro Hektare und Jahr wären nicht mehr wirtschaftlich. Für einen hypothetischen **Pflegeturnus von 10 Jahren** (periodischer Unterhalt) können für das Gebiet im Perimeter «Sous la Jean Matthey» demzufolge **maximal rund 170‘000 CHF** investiert werden. Dieser Betrag leitet sich wie folgt ab: jährliche Risikoreduktion multipliziert mit der Turnuslänge des Pflegeeingriffs.

Trotz des Schutzwaldes wird der **Grenzwert des individuellen Todesfallrisikos** verletzt. Sofern der Grenzwert des individuellen Todesfallrisikos nicht verletzt werden soll, wäre eine mögliche Massnahme die Errichtung von Steinschlagschutznetzen. Da bereits das 300-jährliche Szenario allein den Grenzwert des individuellen Todesfallrisikos überschreitet, müssten die Netze mindestens für das 300-jährliche Ereignis dimensioniert werden. Mit dem aktuellen Schutzwald treten im Gleisbereich Energien von 2‘000 bis 5‘000 kJ (95. Perzentil) auf rund 450 Meter Länge auf. Der aktuelle Schutzwald reduziert im betrachteten Perimeter das Ausgangsrisiko um rund 78 %. Das verbleibende Restrisiko mit dem aktuellen Schutzwald ist dementsprechend gering und beläuft sich auf 4‘295 CHF pro Jahr (Kapitel 6.4.1). Es ist somit unwahrscheinlich, dass Steinschlagschutznetze im notwendigen Umfang mit einem wirtschaftlichen Nutzen-Kosten-Verhältnis realisiert werden können um das individuelle Todesfallrisiko auch im 300-jährlichen Szenario unter den Grenzwert zu senken.

7 Waldbauplanung

7.1 Vergleich aktueller Wald und Idealwald

Der waldbauliche Handlungsbedarf zeichnet sich aus den NaiS-Formularen 2 und insbesondere der Stammzahlverteilung des aktuellen Waldes im Vergleich zum Idealwald ab. Gemäss der Schutzwaldansprache zeigt sich auf der gesamten Fläche ein Mangel beim horizontalen Gefüge durch teilweise zu grosse Stammabstände bei gleichzeitigem Fehlen quer zum Hang liegender Bäume. Dies fällt hauptsächlich bei den dünn bestockten Gräben auf. Gemäss der Risikoanalyse trägt der für das 30-jährliche Ereignis ausgelegte Idealwald am stärksten zur Risikoreduktion bei. Aus der Sicht des Risikos ist dieses Idealwaldprofil (Tabelle 13) anzustreben. Dieses unterscheidet sich nur geringfügig vom Idealwaldprofil für das 100-jährliche Szenario.

Stammzahlen pro Durchmesserklasse [N/ha]			
BHD 8 - 12 cm	BHD 12 - 24 cm	BHD 24 - 36 cm	BHD > 36 cm
410	420	140	70

Tabelle 13
Anzustrebende Stammzahlverteilung für den Perimeter «Sous la Jean Matthey».

Der Vergleich zu den aktuellen Waldbeständen (Anhang 4) zeigt folgendes Bild: Für den von Linden dominierten Bestand im Baumholz 1 bzw. 2 zeichnet es sich demnach ab, dass die Anzahl der Bäume mit einem BHD > 36 cm deutlich zu gross ist. Gleichzeitig sind zu wenig Bäume in den Durchmesserklassen 8 – 12 cm und 12 – 24 cm vorhanden. Für den ungleichförmigen Bestand sind die Bäume mit einem BHD > 36 cm untervertreten. Gleichzeitig sind die Bäume in der Durchmesserklasse 8 – 12 cm ebenfalls untervertreten. Der Waldbestand im Stangenholz 1 zeichnet sich durch einen deutlichen Überschuss bei der kleinsten Durchmesserklasse aus.

7.2 Waldbaulicher Handlungsspielraum

Das Idealwaldprofil für den Perimeter «Sous la Jean Matthey» kann allgemein als realistisch erachtet werden. Der Handlungsspielraum ist aufgrund des ungleichförmigen Bestandesaufbaus, der guten Verjüngungssituation sowie der allgemein guten Verjüngungsfähigkeit und Wüchsigkeit gross. Durch die vorhandene Verjüngung im ungleichförmigen Bestand kann davon ausgegangen werden, dass die jungen Bäume rasch in die kleinste Durchmesserklasse einwachsen können und das Idealwaldprofil in diesem Punkt erreicht wird. Zudem ist zu erwarten, dass in den nächsten 10 bis 15 Jahren auf natürliche Weise eine Verschiebung von den mittleren Durchmesserklassen hin zu der grössten Durchmesserklasse stattfindet. Für das von Linden dominierte Baumholz 1 bzw. 2 ist zu erwarten, dass die grösste Durchmesserklasse weiterhin Zuwachs bekommt. Der Mangel bei den kleinsten Durchmesserklassen wird sich entschärfen, da aufgrund des letzten Eingriffs stellenweise Verjüngungsansätze vorhanden sind. Bezüglich der Verjüngung ist die Konkurrenzsituation mit dem Haselstrauch zu beachten. Das Stangenholz 1 wird sich rasch entwickeln, wobei von einer Homogenisierung und Abnahme der Stammzahl auszugehen ist.

7.3 Forstliche Massnahmenplanung und Kostenschätzung

Die von RockforNET geforderten Stammzahlverteilungen werden am besten durch einen ungleichförmigen Hochwald realisiert (hohe Stammzahl bei den kleinen Durchmessern; Abnahme der Stammzahl bei grösseren Durchmessern). Dieser vertritt auf kleiner Fläche Bäume sämtlicher Durchmesserklassen und die Verjüngung des Bestandes erfolgt laufend ohne klare Ablösung der Generationen, wie es im gleichförmigen Hochwald der Fall ist. Für den Prozess Steinschlag ist der ungleichförmige Bestandesaufbau aufgrund der ununterbrochenen, hohen Schutzwirkung klar zu bevorzugen. Von einem ungleichförmigen Hochwald ist zudem eine gute Widerstandsfähigkeit bezüglich Stürmen und eine hohe

Resilienz zu erwarten. Waldbaulich ist der ungleichförmige Hochwald am besten durch regelmässige, schwache Eingriffe mittels Einzelbaum- bzw. Gruppennutzung zu realisieren. Dadurch werden starke und flächige Eingriffe mit einem grossen Holzanfall weitestgehend vermieden. Für die Optimierung der Schutzfunktion sind im Steinschlagschutzwald generell hohe Stöcke und bewusst quer liegendes Holz zu belassen.
Nach dem Erreichen eines guten, den Anforderungen entsprechenden Bestandesaufbaus ist dieser langfristig zu erhalten. Dazu ist langfristig der Vorratsaufbau zu verhindern, was durch das konsequente Ernten des laufenden Zuwachses erfolgt. Gemäss den Prinzipien des Waldwachstums geht ein Vorratsaufbau stets mit der natürlichen Reduktion der Stammzahl (Mortalität) und der Zunahme des mittleren Brusthöhendurchmessers einher, wonach sich der Bestandesaufbau bezüglich der Schutzwirkung zwangsläufig verschlechtert. Die langfristigen Kosten der Pflegeingriffe ergeben sich gemäss diesen Überlegungen aus den Kosten für die Ernte des laufenden Zuwachses inklusive der Pflegemassnahmen zugunsten der Verjüngung. Es ist anzunehmen, dass das geschlagene Holz vollständig im Bestand belassen werden kann.
Im Perimeter «Sous la Jean Matthey» sind in den nächsten 10 Jahren folgende konkrete Massnahmen vorzusehen. Die damit verbundenen Kosten sind in Anhang 9 zusammengestellt:

- Pflegeeingriff im Stangenholz 1 (Beispiel Foto 10 im Anhang 10) zur Förderung der Stabilität und eines stufigen Bestandesaufbaus (1.13 Hektaren; Priorität 5 Jahre). Kosten rund 9‘500 CHF.
- Einleitung der Verjüngung in den Steinschlag-Gräben (Beispiel Foto 5 und 6 im Anhang 10), Einzelbaumnutzung/ Gruppennutzung von Bäumen mit grossem Durchmesser (> 50 cm, Beispiel Foto 12 im Anhang 10). Bäume gezielt quer liegen lassen zur Verbesserung des horizontalen Gefüges (ca. 300 m^3; Priorität 0 – 5 Jahre). Als Reserve ist eine Pauschale für den Teilabtransport per Helikopter vorgesehen, da ein konzentrierter Holzanfall nicht ausgeschlossen werden kann (10‘000 CHF bzw. rund 120 Flugminuten). Kosten rund 29‘000 CHF.
- Baumholz 1 bzw. 2 (Lindenwald) Pflegeeingriff in der unteren Bestandesschicht zur Reduktion der Konkurrenz. Gleichzeitige Einzelbaumnutzung zur sukzessiven Reduktion der grössten Durchmesser (Beispiel Foto 9 im Anhang 10). Bäume gezielt quer liegenlassen; vor allem auch unterhalb der Gräben (1.62 Hektaren Pflege; Ernte ca. 50 m^3; Priorität 0 – 5 Jahre). Kosten rund 12‘000 CHF.
- In einem nächsten Schritt ist die Reduktion der grössten Durchmesser auf der gesamten Waldfläche vorzusehen um einen ungleichförmigen Bestandesaufbau und die Stabilität des Bestandes zu fördern. (Folgeeingriff; 400 m^3; Dringlichkeit 10 – 15 Jahre, Beispiel Foto 11 im Anhang 10). Kosten rund 24‘000 CHF.
- Nach den ersten 15 Jahren ist der laufende Zuwachs für die langfristige Erhaltung des Bestandesaufbaus zu ernten. Aufgrund der vorherrschenden Waldstandorte kann durchschnittlich von einem mittleren bis guten jährlichen Zuwachs ausgegangen werden,

was rund 5 m^3 pro Hektare und Jahr entspricht. Für die bezüglich Steinschlag relevante Waldfläche von 18.18 Hektaren ist ein jährlicher Zuwachs von rund 90 m^3 zu erwarten. Die Eingriffe werden idealerweise zeitlich wie räumlich gestaffelt durchgeführt. Die notwendigen Pflegemassnahmen zugunsten der Verjüngung werden durch eine Reduktion der Holzernteproduktivität berücksichtigt. Gemäss den Kalkulationen in Anhang 9 sind für den Gesamtperimeter langfristige Pflegekosten in Höhe von 6‘900 CHF pro Jahr zu erwarten. Dies entspricht rund 385 CHF pro Hektare und Jahr.

7.4 Nutzen-Kosten-Analyse

Auf Basis der groben Massnahmenplanung und Kostenschätzung in Kapitel 7.3 erfolgt eine Nutzen-Kosten-Analyse. Diese soll aufzeigen, ob die Kosten der vorgesehenen Pflegeeingriffe in einem angemessenen Verhältnis zu deren erwarteten Nutzen stehen.
Für die vorgesehenen Massnahmen im Perimeter «Sous la Jean Matthey» ist in den nächsten 10 Jahren mit Kosten in Höhe von rund 75‘000 CHF zu rechnen. Auf die Waldfläche bezogen (18.18 Hektaren), ergibt dies Kosten von rund 410 CHF pro Hektare und Jahr. Im Vergleich dazu ist der Nutzen des Eingriffs (Risikoreduktion des Idealwaldes gegenüber der Situation „ohne Wald“ 935 CHF pro Hektare und Jahr) 2-mal grösser.

Langfristig sind im Perimeter «Sous la Jean Matthey» mit Kosten in Höhe von 385 CHF pro Hektare und Jahr zu rechnen. Gegenüber den Kosten für die Massnahmen in den ersten 10 Jahren sind die langfristigen Kosten kleiner. Die langfristigen **Massnahmen** sind somit ebenfalls als **wirtschaftlich** zu erachten.

8 Schlussbemerkungen

Die nachfolgenden Bemerkungen fassen wichtige Aspekte und offene Punkte zusammen und greifen nochmals die wichtigsten Themen auf, welche in fortführenden Projekten detaillierter untersucht werden könnten.

> Zur Festlegung des **optimalsten Idealwalds** wurde der Idealwald herangezogen, welcher die grösste Risikoreduktion in seinem Szenario bewirkt. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass dieser Idealwald in der Regel für die anderen Szenarien nicht die grösstmögliche Risikoreduktion bewirkt. Um das verbleibende Risiko nach Umsetzung dieses Idealwalds genau bestimmen zu können, müssten die Szenarien erneut simuliert werden. Im vorliegenden Fallbeispiel war die Bestimmung des Idealwalds aufgrund grosser Unterschiede in der Risikoreduktion zwischen den Szenarien eindeutig. Zudem ist der Idealwald für das 30-jährliche und für das 100-jährliche Szenario sehr ähnlich. Bei geringfügigen Unterschieden zwischen den Szenarien ist es hingegen zu empfehlen, die Wirkung der unterschiedlichen Idealwälder in den jeweils anderen Szenarien genauer zu untersuchen, um den wirkungsvollsten Wald eindeutig zu bestimmen.

> Die geläufigen Steinschlagmodelle berücksichtigen liegende Stämme, wie auch hohe Stöcke nicht. Diese Wirkung, welche allgemein eine Gefährdungsreduktion bewirkt, kann demzufolge mit den Modellen nicht abgebildet werden.

> Die durchgeführten Risikoanalysen haben gezeigt, dass das **Schutzziel der SBB** (individuelles Todesfallrisiko kleiner 1 x 10^{-5}) mit waldbaulichen Massnahmen allein nicht erreicht werden kann. Mit groben Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit von ergänzenden Steinschlagschutznetzen wurde aufgezeigt, dass diese kaum wirtschaftlich zu realisieren sind.

> Aus waldbaulicher Sicht ist die **langfristige und detaillierte Dokumentation** der ausgeführten Massnahmen und der daraus hervorgegangene Waldentwicklung zu empfehlen. In Anlehnung an die Erfolgskontrolle gemäss NaiS, insbesondere der Wirkungsanalyse und der Zielerreichungskontrolle, können wertvolle Erkenntnisse über die Bewirtschaftung von Steinschlagschutzwäldern gewonnen werden, welchen überregionale Bedeutung zukommt.

Damian Steffen
Dr. phil. nat. / Dipl. Natw. ETH

Benjamin Scherer
Bsc BFH Forstwirtschaft

Anhang

1 NaiS-Formular 2

2 Berechnung p(rA) und p(EGl)

3 Massgebende Idealprofile

4 Stichproben aktueller Schutzwald

5 Sturzbahnberechnungen mit Rockyfor3D

6 Erreichenswahrscheinlichkeit

7 Berechnungsgrundlagen

8 Karte der Phänomene gemäss Buro d'Etudes Géologiques SA (BEG)

9 Kostenkalkulation Schutzwaldpflegeeingriffe

10 Fotodokumentation

Beilagen

1 Intensitätskarten Sturz (Gebiet 40) Perimeter «Sous la Jean Matthey»

2 Intensitätskarten Sturz (Gebiet 41) Perimeter «Sous la Jean Matthey»

3 Intensitätskarten Sturz (Gebiet 42) Perimeter «Sous la Jean Matthey»

ANHANG 1

NaiS-Formular 2

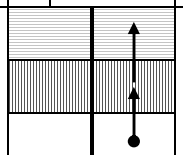
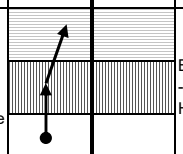
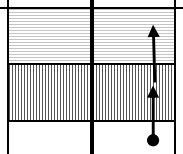
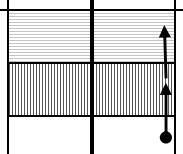
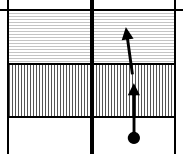
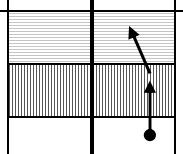
NaiS - Formular 2 — Herleitung Handlungsbedarf

Ort: Sous la Jean Matthey, Moutier **Datum:** 05. Dezember 2017 **Bearbeiter/-in:** Benjamin Scherer (bsc)

1. Standortstyp(en) 12a Typischer Bingelkraut-Buchenwald / Typischer Zahnwurz-Buchenwald

2. Naturgefahr Steinschlag neues Anforderungsprofil: Transit-/Auslauf-/Ablagerungsgebiet: alle Blockgrössen **Wirksamkeit** gross

3. Zustand, Entwicklungstendenz und Massnahmen

Bestandes- und Einzelbaum-merkmale	**Minimalprofil:** Standortstyp *Naturgefahr*	**Idealprofil:** Standortstyp *Naturgefahr*	Zustand heute	Entwicklung ohne Massn. (in 50 Jahren / in 10 Jahren / heute)	wirksame Massnahmen	verhältnis-mässig	**6. Etappenziel mit Kontrollwerten:** Wird in …. Jahren überprüft
Mischung - Art und Grad	Lbb 60 - 100 % Bu 50 - 100 % Ta Samenb. - 40 % Fi 0 - 30 %	Lbb 80 - 90 % Bu 60 - 80 % Ta 10 - 20 %	Lbb 70 % Bu 65 % Ta/ Fi 30 % Ah 5 %			☐ ja ☐ nein	
Gefüge, vertikal - BHD Streuung	*BHD 8-12 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 12-24 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 24-36 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD ≥ 36 cm: min. _____ Stämme/ha* *Grundfläche (BHD ≥8cm): ____ m2/ ha*	*BHD 8-12 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 12-24 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 24-36 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD ≥ 36 cm: min. _____ Stämme/ha* *Grundfläche (BHD ≥8cm): ____ m2/ ha*	Siehe separate Auflistung			☐ ja ☐ nein	
Gefüge, horizontal - Deckungsgrad - Stammzahl - Lückenbreite	*- Stammabstand in der Falllinie mögl. klein, max. 40m* *- Bei Öffnungen >20m u. in Steinschlagrinnen: hohe Stöcke sowie alle 10m mind. 2 schräg liegende Stämme Ø ≥ Stein*	Schlussgrad normal - locker *- Stammabstand in der Falllinie mögl. klein, max. 40m* *- Bei Öffnungen >20m u. in Steinschlagrinnen: hohe Stöcke sowie alle 10m mind. 2 schräg liegende Stämme Ø ≥ Stein*	Schlussgrad normal - locker. Stellenweise Stammabstand in der Falllinie >40m (aber aufkommende Verjüngung). In Steinschlagrinnen i.d.R. keine / zu wenig hohe Stöcke und schräg liegende Stämme.		Bäume quer in Steinschlagrinnen fällen. -> Doppelwirkung: Verjüngung und Hindernisse.	☑ ja ☐ nein	
Stabilitäts-träger - Kronenentw. - Schlankheitsg. - Ziel-Ø	Mind. ½ der Kronen gleichmässig geformt Lotrechte Stämme mit guter Verankerung, nur vereinzelt starke Hänger	Höchstens wenige Kronen stark einseitig; lotrechte Stämme mit guter Verankerung, keine starken Hänger	Bäume i.d.R. lotrecht, wenige einseitige Kronen, gute Verankerung, keine starken Hänger.			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Keimbett**	Fläche mit starker Vegetationskonkurrenz < 1/3	Fläche mit starker Vegetationskonkurrenz < 1/10	Generell keine Vegetationskonkurrenz			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Anwuchs** (10 bis 40 cm Höhe)	Bei Deckungsgrad < 0.7 mind. 10 Bu pro a (im Ø alle 3 m) vorhanden	Bei Deckungsgrad < 0.7 mind. 50 Bu pro a (im Ø alle 1.5 m) vorhanden	Bei Deckungsgrad < 0.7 stellt die Verjüngung keine Probleme dar.			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Aufwuchs** (bis und mit Dickung, 40 cm Höhe bis 12 cm BHD)	Pro ha mind. 1 Trupp (2 - 5 a, im Ø alle 100 m) oder Deckungsgrad mind. 3 % Mischung zielgerecht	Pro ha mind. 2 Trupps (2 - 5 a, im Ø alle 75 m) oder Deckungsgrad mind. 7 %; Mischung zielgerecht	Aufwuchs generell gut vorhanden.			☐ ja ☐ nein	

sehr schlecht — minimal — ideal

4. Handlungsbedarf ☑ ja ☐ nein **5. Dringlichkeit** ☐ klein ☑ mittel ☐ gross **Nächster Eingriff:** 5 - 10 Jahre

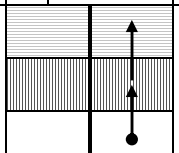
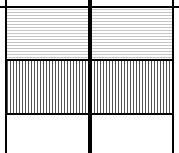
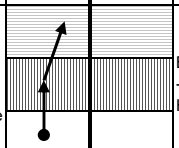
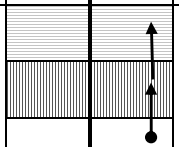
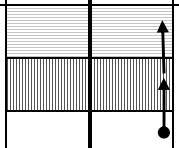
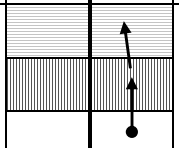
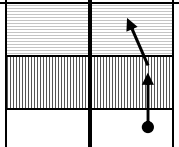
NaiS - Formular 2 — Herleitung Handlungsbedarf

Ort: Sous la Jean Matthey, Moutier **Datum:** 05. Dezember 2017 **Bearbeiter/-in:** Benjamin Scherer (bsc)

1. Standortstyp(en) 12e Trockener Bingelkraut-Buchenwald / Trockener Zahnwurz-Buchenwald

2. Naturgefahr Steinschlag neues Anforderungsprofil: Transit-/Auslauf-/Ablagerungsgebiet: alle Blockgrössen **Wirksamkeit** gross

3. Zustand, Entwicklungstendenz und Massnahmen

Bestandes- und Einzelbaum-merkmale	**Minimalprofil:** Standortstyp *Naturgefahr*	**Idealprofil:** Standortstyp *Naturgefahr*	Zustand heute	Entwicklung ohne Massn. (in 50 Jahren / in 10 Jahren / heute)	wirksame Massnahmen	verhältnis-mässig	**6. Etappenziel mit Kontrollwerten:** Wird in …. Jahren überprüft
Mischung - Art und Grad	Lbb 60 - 100 % Bu 50 - 100 % WFö, Eibe 0 - 40 % Ta Samenb. - 10 %	Lbb 80 - 100 % WFö, Eibe 0 - 20 % 12e: Bu 60 - 100 % 12w: Bu 60 - 90 % 12w: BAh 10 - 40 %	Lbb 70 % Bu 65 % Ta/ Fi 25 % Fö 5% Ah 5 %			☐ ja ☐ nein	
Gefüge, vertikal - BHD Streuung	*BHD 8-12 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 12-24 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 24-36 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD ≥ 36 cm: min. _____ Stämme/ha* *Grundfläche (BHD ≥8cm): ____ m2/ ha*	*BHD 8-12 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 12-24 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 24-36 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD ≥ 36 cm: min. _____ Stämme/ha* *Grundfläche (BHD ≥8cm): ____ m2/ ha*	Siehe separate Auflistung			☐ ja ☐ nein	
Gefüge, horizontal - Deckungsgrad - Stammzahl - Lückenbreite	Einzelbäume, allenfalls Kleinkollektive *- Stammabstand in der Falllinie mögl. klein, max. 40m* *- Bei Öffnungen >20m u. in Steinschlagrinnen: hohe Stöcke sowie alle 10m mind. 2 schräg liegende Stämme Ø ≥ Stein*	Einzelbäume, allenfalls Kleinkollektive, Schlussgrad locker *- Stammabstand in der Falllinie mögl. klein, max. 40m* *- Bei Öffnungen >20m u. in Steinschlagrinnen: hohe Stöcke sowie alle 10m mind. 2 schräg liegende Stämme Ø ≥ Stein*	Schlussgrad normal - locker. Stellenweise Stammabstand in der Falllinie >40m (aber aufkommende Verjüngung). In Steinschlagrinnen i.d.R. keine / zu wenig hohe Stöcke und schräg liegende Stämme.		Bäume quer in Steinschlagrinnen fällen. -> Doppelwirkung: Verjüngung und Hindernisse.	☑ ja ☐ nein	
Stabilitäts-träger - Kronenentw. - Schlankheitsg. - Ziel-Ø	Mind. ½ der Kronen gleichmässig geformt Lotrechte Stämme mit guter Verankerung, nur vereinzelt starke Hänger	Höchstens wenige Kronen stark einseitig; lotrechte Stämme mit guter Verankerung, keine starken Hänger	Bäume i.d.R. lotrecht, wenige einseitige Kronen, gute Verankerung, keine starken Hänger.			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Keimbett**	Fläche mit starker Vegetationskonkurrenz < 1/3	Fläche mit starker Vegetationskonkurrenz < 1/4	Generell keine Vegetationskonkurrenz			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Anwuchs** (10 bis 40 cm Höhe)	Bei Deckungsgrad < 0.7 mind. 5 Bu pro a (im Ø alle 4.5 m) vorhanden	Bei Deckungsgrad < 0.7 mind. 50 Bu pro a (im Ø alle 1.5 m) vorhanden	Bei Deckungsgrad < 0.7 stellt die Verjüngung keine Probleme dar.			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Aufwuchs** (bis und mit Dickung, 40 cm Höhe bis 12 cm BHD)	Pro ha mind. 2 Trupp (2 - 5 a, im Ø alle 75 m) oder Deckungsgrad mind. 4 % Mischung zielgerecht	Pro ha mind. 3 Trupps (2 - 5 a, im Ø alle 60 m) oder Deckungsgrad mind. 9 %; Mischung zielgerecht	Aufwuchs generell gut vorhanden.			☐ ja ☐ nein	

sehr schlecht — minimal — ideal

4. Handlungsbedarf ☑ ja ☐ nein **5. Dringlichkeit** ☐ klein ☑ mittel ☐ gross **Nächster Eingriff:** 5 - 10 Jahre

NaiS - Formular 2

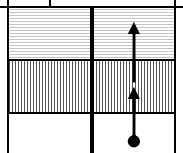
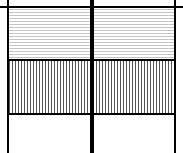
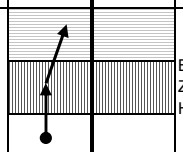
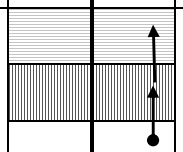
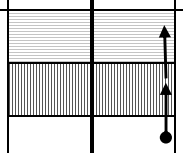
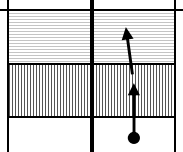
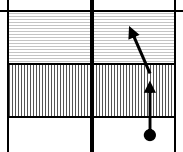
Herleitung Handlungsbedarf

Ort: Sous la Jean Matthey, Moutier **Datum:** 05. Dezember 2017 **Bearbeiter/-in:** Benjamin Scherer (bsc)

1. Standortstyp(en) 13a Typischer Linden-Buchenwald

2. Naturgefahr Steinschlag neues Anforderungsprofil: Transit-/Auslauf-/Ablagerungsgebiet: alle Blockgrössen **Wirksamkeit** gross

3. Zustand, Entwicklungstendenz und Massnahmen

Bestandes- und Einzelbaum-merkmale	**Minimalprofil:** Standortstyp *Naturgefahr*	**Idealprofil:** Standortstyp *Naturgefahr*	Zustand heute	Entwicklung ohne Massn. (in 50 Jahren / in 10 Jahren / heute)	wirksame Massnahmen	verhältnis-mässig	**6. Etappenziel mit Kontrollwerten:** Wird in …. Jahren überprüft
Mischung - Art und Grad	Lbb 80 - 100 % Bu 50 - 100 % Li, BAh, Es 10 - 40 % Ta 0 - 20 % Fi 0 - 10 %	Lbb 100 % Bu 60 - 80 % Li, BAh 20 - 40 %	Lbb 90 % Bu 50 % Li 40 % Ta/ Fi 10 %			☐ ja ☐ nein	
Gefüge, vertikal - BHD Streuung	*BHD 8-12 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 12-24 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 24-36 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD ≥ 36 cm: min. _____ Stämme/ha* *Grundfläche (BHD ≥8cm): ____ m2/ ha*	*BHD 8-12 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 12-24 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD 24-36 cm: min. _____ Stämme/ha* *BHD ≥ 36 cm: min. _____ Stämme/ha* *Grundfläche (BHD ≥8cm): ____ m2/ ha*	Siehe separate Auflistung			☐ ja ☐ nein	
Gefüge, horizontal - Deckungsgrad - Stammzahl - Lückenbreite	*- Stammabstand in der Falllinie mögl. klein, max. 40m* *- Bei Öffnungen >20m u. in Steinschlagrinnen: hohe Stöcke sowie alle 10m mind. 2 schräg liegende Stämme Ø ≥ Stein*	Schlussgrad normal - locker *- Stammabstand in der Falllinie mögl. klein, max. 40m* *- Bei Öffnungen >20m u. in Steinschlagrinnen: hohe Stöcke sowie alle 10m mind. 2 schräg liegende Stämme Ø ≥ Stein*	Schlussgrad normal - locker. Stellenweise Stammabstand in der Falllinie >40m (aber aufkommende Verjüngung).		Bäume quer fällen. -> Doppelwirkung: Zusätzliche Verjüngung und Hindernisse.	☑ ja ☐ nein	
Stabilitäts-träger - Kronenentw. - Schlankheitsg. - Ziel-Ø	Mind. ½ der Kronen gleichmässig geformt Lotrechte Stämme mit guter Verankerung, nur vereinzelt starke Hänger	Höchstens wenige Kronen stark einseitig; lotrechte Stämme mit guter Verankerung, keine starken Hänger	Bäume i.d.R. lotrecht, wenige einseitige Kronen, gute Verankerung, keine starken Hänger.			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Keimbett**	Fläche mit starker Vegetationskonkurrenz < 1/3	Fläche mit starker Vegetationskonkurrenz < 1/10	Generell keine Vegetationskonkurrenz			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Anwuchs** (10 bis 40 cm Höhe)	Bei Deckungsgrad < 0.7 mind. 5 Bu pro a (im Ø alle 4.5 m), in Lücken Linde, Ahorn vorhanden	Bei Deckungsgrad < 0.7 mind. 50 Bu pro a (im Ø alle 1.5 m), in Lücken Linde, Ahorn vorhanden	Bei Deckungsgrad < 0.7 stellt die Verjüngung keine Probleme dar.			☐ ja ☐ nein	
Verjüngung **- Aufwuchs** (bis und mit Dickung, 40 cm Höhe bis 12 cm BHD)	Pro ha mind. 1 Trupp (2 - 5 a, im Ø alle 100 m) oder Deckungsgrad mind. 3 %; Mischung zielgerecht	Pro ha mind. 2 Trupps (2 - 5 a, im Ø alle 75 m) oder Deckungsgrad mind. 7 %; Mischung zielgerecht	Aufwuchs generell gut vorhanden.			☐ ja ☐ nein	

sehr schlecht minimal ideal

4. Handlungsbedarf ☑ ja ☐ nein **5. Dringlichkeit** ☐ klein ☑ mittel ☐ gross **Nächster Eingriff:** 5 - 10 Jahre

ANHANG 2

Berechnung p(rA) und p(EGl)

Annahmen EconoMe 4.0

Abschnitt (Liefergebiet)	Wald	Länge tot	Gelände	10-jährlich					30-jährlich				
				Länge betr.	p(rA)	p(EGl)	p(vSp)	p(FaS)	Länge betr.	p(rA)	p(EGl)	p(vSp)	p(FaS)
1 (40)	OW	600	günstig	307	0.00095	0.23753	0.00	0.00	307	0.00095	0.23753	0.00	0.00
1 (40)	MW	600	günstig	218	0.00007	0.01202	0.00	0.00	218	0.00007	0.01202	0.00	0.00
1 (40)	MIW	600	günstig	155	0.00003	0.00387	0.00	0.00	155	0.00003	0.00387	0.00	0.00
1 (41)	OW	600	günstig	111	0.00006	0.00473	0.00	0.00	203	0.00363	0.73686	0.00	0.00
1 (41)	MW	600	günstig	52	0.00001	0.00028	0.00	0.00	162	0.00103	0.08366	0.00	0.00
1 (41)	MIW	600	günstig	6	0.000008	0.00003	0.00	0.00	146	0.00043	0.03122	0.00	0.00
1 (42)	OW	600	günstig	194	0.00036	0.03945	0.00	0.00	203	0.00174	0.08025	0.00	0.00
1 (42)	MW	600	günstig	65	0.00002	0.00059	0.00	0.00	157	0.00018	0.01026	0.00	0.00
1 (42)	MIW	600	günstig	23	0.00001	0.00015	0.00	0.00	83	0.00013	0.00386	0.00	0.00

Abschnitt (Liefergebiet)	Wald	Länge tot	Gelände	100-jährlich					300-jährlich				
				Länge betr.	p(rA)	p(EGl)	p(vSp)	p(FaS)	Länge betr.	p(rA)	p(EGl)	p(vSp)	p(FaS)
1 (40)	OW	600	günstig	331	0.00218	0.40085	0.00	0.00	325	0.00247	0.40195	0.00	0.00
1 (40)	MW	600	günstig	300	0.00064	0.10747	0.00	0.00	300	0.00092	0.24718	0.00	0.00
1 (40)	MIW	600	günstig	290	0.00033	0.08631	0.00	0.00	235	0.00018	0.03791	0.00	0.00
1 (41)	OW	600	günstig	228	0.00564	0.82625	0.00	0.00	260	0.00718	0.84011	0.00	0.00
1 (41)	MW	600	günstig	191	0.00406	0.49790	0.00	0.00	208	0.00756	0.70726	0.00	0.00
1 (41)	MIW	600	günstig	167	0.00359	0.38488	0.00	0.00	186	0.00689	0.57710	0.00	0.00
1 (42)	OW	600	günstig	209	0.00300	0.22382	0.00	0.00	231	0.00514	0.29691	0.00	0.00
1 (42)	MW	600	günstig	181	0.00100	0.03232	0.00	0.00	200	0.00389	0.19439	0.00	0.00
1 (42)	MIW	600	günstig	160	0.00049	0.01402	0.00	0.00	192	0.00345	0.08270	0.00	0.00

Legende

prA	Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit
p(EGl)	Ereigniswahrscheinlichkeit im Gleisbereich
p(vSp)	Wahrscheinlichkeit vorsorgliche Sperrung
p(FaS)	Wahrscheinlichkeit Anordnung Fahren auf Sicht
	Einspur
	Mehrspur

Zusammenzug

Abschnitt (Liefergebiet)	Wald	Länge tot	Gelände	10-jährlich					30-jährlich				
				Länge betr.	p(rA)	p(EGl)	p(vSp)	p(FaS)	Länge betr.	p(rA)	p(EGl)	p(vSp)	p(FaS)
1 (40)	OW	600	günstig	307	0.00095	0.23753	0.00	0.00	307	0.00095	0.23753	0.00	0.00
1 (40)	MW	600	günstig	218	0.00007	0.01202	0.00	0.00	218	0.00007	0.01202	0.00	0.00
1 (40)	MIW	600	günstig	155	0.00003	0.00387	0.00	0.00	155	0.00003	0.00387	0.00	0.00
1 (41)	OW	600	günstig	111	0.00006	0.00473	0.00	0.00	203	0.00363	0.73686	0.00	0.00
1 (41)	MW	600	günstig	52	0.00001	0.00028	0.00	0.00	162	0.00103	0.08366	0.00	0.00
1 (41)	MIW	600	günstig	6	0.000008	0.00003	0.00	0.00	146	0.00043	0.03122	0.00	0.00
1 (42)	OW	600	günstig	194	0.00036	0.03945	0.00	0.00	203	0.00174	0.08025	0.00	0.00
1 (42)	MW	600	günstig	65	0.00002	0.00059	0.00	0.00	157	0.00018	0.01026	0.00	0.00
1 (42)	MIW	600	günstig	23	0.00001	0.00015	0.00	0.00	83	0.00013	0.00386	0.00	0.00

Abschnitt (Liefergebiet)	Wald	Länge tot	Gelände	100-jährlich					300-jährlich				
				Länge betr.	p(rA)	p(EGl)	p(vSp)	p(FaS)	Länge betr.	p(rA)	p(EGl)	p(vSp)	p(FaS)
1 (40)	OW	600	günstig	331	0.00218	0.40085	0.00	0.00	325	0.00247	0.40195	0.00	0.00
1 (40)	MW	600	günstig	300	0.00064	0.10747	0.00	0.00	300	0.00092	0.24718	0.00	0.00
1 (40)	MIW	600	günstig	290	0.00033	0.08631	0.00	0.00	235	0.00018	0.03791	0.00	0.00
1 (41)	OW	600	günstig	228	0.00564	0.82625	0.00	0.00	260	0.00718	0.84011	0.00	0.00
1 (41)	MW	600	günstig	191	0.00406	0.49790	0.00	0.00	208	0.00756	0.70726	0.00	0.00
1 (41)	MIW	600	günstig	167	0.00359	0.38488	0.00	0.00	186	0.00689	0.57710	0.00	0.00
1 (42)	OW	600	günstig	209	0.00300	0.22382	0.00	0.00	231	0.00514	0.29691	0.00	0.00
1 (42)	MW	600	günstig	181	0.00100	0.03232	0.00	0.00	200	0.00389	0.19439	0.00	0.00
1 (42)	MIW	600	günstig	160	0.00049	0.01402	0.00	0.00	192	0.00345	0.08270	0.00	0.00

Liefergebiet 40
Szenario 10J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.1	0.55	0.52784	0.29031	Abschnitt 1	600	307	0.29031	0.00095
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.1			0.29031					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.1	0.52784	0.52784	0.45	0.23753	0.23753
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.1		0.52784		0.23753	

Szenario 10J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.1	0.55	0.02670	0.01469	Abschnitt 1	600	218	0.014685	0.00007
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.1			0.014685					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.1	0.02670	0.02670	0.45	0.01202	0.01202
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.1		0.02670		0.01202	

Szenario 10J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.1	0.55	0.00814	0.00448	Abschnitt 1	600	155	0.00448	0.00003
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.1			0.00448					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.1	0.00814	0.00814	0.48	0.00387	0.00387
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.1		0.00814		0.00387	

Liefergebiet 40

Szenario 30J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.1	0.55	0.52784	0.29031	Abschnitt 1	600	307	0.29031	0.00095
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.1			0.29031					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.1	0.52784	0.52784	0.45	0.23753	0.23753
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.1		0.52784		0.23753	

Szenario 30J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.1	0.55	0.02670	0.01469	Abschnitt 1	600	218	0.014685	0.00007
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.1			0.014685					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.1	0.02670	0.02670	0.45	0.01202	0.01202
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.1		0.02670		0.01202	

Szenario 30J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.1	0.55	0.00814	0.00448	Abschnitt 1	600	155	0.00448	0.00003
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.1			0.00448					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.1	0.00814	0.00814	0.48	0.00387	0.00387
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.1		0.00814		0.00387	

Liefergebiet 40
Szenario 100J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.5	0.9	0.80170	0.72153	Abschnitt 1	600	331	0.72153	0.00218
Total	**Tot Volumen**			**Summe**					
1	0.5			0.72153					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.5	0.80170	0.80170	0.50	0.40085	0.40085
Summe	**Tot Volumen**		**Summe**		**Summe**	
1	0.5		0.80170		0.40085	

Szenario 100J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.5	0.9	0.21493	0.19344	Abschnitt 1	600	300	0.19344	0.00064
Total	**Tot Volumen**			**Summe**					
1	0.5			0.19344					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.5	0.21493	0.21493	0.50	0.10747	0.10747
Summe	**Tot Volumen**		**Summe**		**Summe**	
1	0.5		0.21493		0.10747	

Szenario 100J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.5	0.9	0.10789	0.09710	Abschnitt 1	600	290	0.09710	0.00033
Total	**Tot Volumen**			**Summe**					
1	0.5			0.09710					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.5	0.10789	0.10789	0.80	0.08631	0.08631
Summe	**Tot Volumen**		**Summe**		**Summe**	
1	0.5		0.10789		0.08631	

Liefergebiet 40
Szenario 300J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	1	1	0.80390	0.80390	Abschnitt 1	600	325	0.80390	0.00247
Total	Tot Volumen			Summe					
1	1			0.80390					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	1	0.80390	0.80390	0.50	0.40195	0.40195
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	1		0.80390		0.40195	

Szenario 300J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	1	1	0.27464	0.27464	Abschnitt 1	600	300	0.27464	0.00092
Total	Tot Volumen			Summe					
1	1			0.27464					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	1	0.27464	0.27464	0.90	0.24718	0.24718
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	1		0.27464		0.24718	

Szenario 300J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	1	1	0.04212	0.04212	Abschnitt 1	600	235	0.04212	0.00018
Total	Tot Volumen			Summe					
1	1			0.04212					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	1	0.04212	0.04212	0.90	0.03791	0.03791
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	1		0.04212		0.03791	

Liefergebiet 41

Szenario 10J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.05	0.4	0.01750	0.00700	Abschnitt 1	600	111	0.00700	0.00006
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.05			0.00700					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.05	0.01750	0.01750	0.27	0.00473	0.00473
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.05		0.01750		0.00473	

Szenario 10J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.05	0.4	0.00103	0.00041	Abschnitt 1	600	52	0.00041	0.00001
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.05			0.00041					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.05	0.00103	0.00103	0.27	0.00028	0.00028
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.05		0.00103		0.00028	

Szenario 10J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.05	0.4	0.00012	0.00005	Abschnitt 1	600	6	0.00005	0.000008
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.05			0.00005					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.05	0.00012	0.00012	0.29	0.00003	0.00003
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.05		0.00012		0.00003	

Liefergebiet 41

Szenario 30J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.5	0.9	0.81873	0.73686	Abschnitt 1	600	203	0.73686	0.00363
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.5			0.73686					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.5	0.81873	0.81873	0.90	0.73686	0.73686
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.5		0.81873		0.73686	

Szenario 30J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.5	0.9	0.18590	0.16731	Abschnitt 1	600	162	0.16731	0.00103
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.5			0.16731					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.5	0.18590	0.18590	0.45	0.08366	0.08366
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.5		0.18590		0.08366	

Szenario 30J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.5	0.9	0.06938	0.06244	Abschnitt 1	600	146	0.06244	0.00043
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.5			0.06244					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
2	0.5	0.06938	0.13876	0.45	0.06244	0.03122
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
2	1		0.13876		0.06244	

Liefergebiet 41
Szenario 100J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	2	1.4	0.91805	1.28527	Abschnitt 1	600	228	1.28527	0.00564
Total	**Tot Volumen**			**Summe**					
1	2			1.28527					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	2	0.91805	0.91805	0.90	0.82625	0.82625
Summe	**Tot Volumen**		**Summe**		**Summe**	
1	2		0.91805		0.82625	

Szenario 100J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	2	1.4	0.55322	0.77451	Abschnitt 1	600	191	0.77451	0.00406
Total	**Tot Volumen**			**Summe**					
1	2			0.77451					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	2	0.55322	0.55322	0.90	0.49790	0.49790
Summe	**Tot Volumen**		**Summe**		**Summe**	
1	2		0.55322		0.49790	

Szenario 100J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	2	1.4	0.42764	0.59870	Abschnitt 1	600	167	0.59870	0.00359
Total	**Tot Volumen**			**Summe**					
1	2			0.59870					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	2	0.42764	0.42764	0.90	0.38488	0.38488
Summe	**Tot Volumen**		**Summe**		**Summe**	
1	2		0.42764		0.38488	

Liefergebiet 41
Szenario 300J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	4.8	2	0.93345	1.86690	Abschnitt 1	600	260	1.86690	0.00718
Total	Tot Volumen			Summe					
1	4.8			1.86690					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	4.8	0.93345	0.93345	0.90	0.84011	0.84011
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	4.8		0.93345		0.84011	

Szenario 300J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	4.8	2	0.78584	1.57168	Abschnitt 1	600	208	1.57168	0.00756
Total	Tot Volumen			Summe					
1	4.8			1.57168					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	4.8	0.78584	0.78584	0.90	0.70726	0.70726
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	4.8		0.78584		0.70726	

Szenario 300J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	4.8	2	0.64122	1.28244	Abschnitt 1	600	186	1.28244	0.00689
Total	Tot Volumen			Summe					
1	4.8			1.28244					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	2	0.64122	0.64122	0.90	0.57710	0.57710
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	2		0.64122		0.57710	

Liefergebiet 42

Szenario 10J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.24	0.8	0.08767	0.07014	Abschnitt 1	600	194	0.07014	0.00036
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.24			0.07014					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.24	0.08767	0.08767	0.45	0.03945	0.03945
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.24		0.08767		0.03945	

Szenario 10J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.24	0.8	0.00132	0.00106	Abschnitt 1	600	65	0.00106	0.00002
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.24			0.00106					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.24	0.00132	0.00132	0.45	0.00059	0.00059
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.24		0.00132		0.00059	

Szenario 10J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	0.24	0.8	0.00034	0.00027	Abschnitt 1	600	23	0.00027	0.00001
Total	Tot Volumen			Summe					
1	0.24			0.00027					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	0.24	0.00034	0.00034	0.45	0.00015	0.00015
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	0.24		0.00034		0.00015	

Liefergebiet 42
Szenario 30J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	1	1.1	0.32099	0.35309	Abschnitt 1	600	203	0.35309	0.00174
Total	Tot Volumen			Summe					
1	1			0.35309					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	1	0.32099	0.32099	0.25	0.08025	0.08025
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	1		0.32099		0.08025	

Szenario 30J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	1	1.1	0.02564	0.02820	Abschnitt 1	600	157	0.02820	0.00018
Total	Tot Volumen			Summe					
1	1			0.02820					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	1	0.02564	0.02564	0.40	0.01026	0.01026
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	1		0.02564		0.01026	

Szenario 30J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	1	1.1	0.00966	0.01063	Abschnitt 1	600	83	0.01063	0.00013
Total	Tot Volumen			Summe					
1	1			0.01063					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	1	0.00966	0.00966	0.40	0.00386	0.00386
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	1		0.00966		0.00386	

Liefergebiet 42

Szenario 100J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	2	1.4	0.44763	0.62668	Abschnitt 1	600	209	0.62668	0.00300
Total	Tot Volumen			Summe					
1	2			0.62668					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	2	0.44763	0.44763	0.50	0.22382	0.22382
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	2		0.44763		0.22382	

Szenario 100J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	2	1.4	0.12929	0.18101	Abschnitt 1	600	181	0.18101	0.00100
Total	Tot Volumen			Summe					
1	2			0.18101					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	2	0.12929	0.12929	0.25	0.03232	0.03232
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	2		0.12929		0.03232	

Szenario 100J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	2	1.4	0.05607	0.07850	Abschnitt 1	600	160	0.07850	0.00049
Total	Tot Volumen			Summe					
1	2			0.07850					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	2	0.05607	0.05607	0.25	0.01402	0.01402
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	2		0.05607		0.01402	

Liefergebiet 42

Szenario 300J OW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	4.8	2	0.59381	1.18762	Abschnitt 1	600	231	1.18762	0.00514
Total	Tot Volumen			Summe					
1	4.8			1.18762					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	4.8	0.59381	0.59381	0.50	0.29691	0.29691
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	4.8		0.59381		0.29691	

Szenario 300J MW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	4.8	2	0.38878	0.77756	Abschnitt 1	600	200	0.77756	0.00389
Total	Tot Volumen			Summe					
1	4.8			0.77756					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	4.8	0.38878	0.38878	0.50	0.19439	0.19439
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	4.8		0.38878		0.19439	

Szenario 300J MIW

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Kantenlänge [m]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz. Blockmeter	Betroffene Abschnitte	Abschnittslänge [m]	Länge betroffen [m]	Aufteilung Blockmeter [m]	p(rA)
1	4.8	2	0.33079	0.66158	Abschnitt 1	600	192	0.66158	0.00345
Total	Tot Volumen			Summe					
1	4.8			0.66158					

Anz Blöcke	Blockgrösse [m3]	Wahrscheinlichkeit Auslauf bis Gleis	Anz Blöcke bis oder über Gleis	Anteil Blöcke, die abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	Anz. Blöcke welche abgelagert werden oder einen Schaden verursachen	p(EGI)
1	4.8	0.33079	0.33079	0.25	0.08270	0.08270
Summe	Tot Volumen		Summe		Summe	
1	4.8		0.33079		0.08270	

ANHANG 3

Massgebende Idealprofile

Massgebende Idealprofile Perimeter

	Stammzahlen pro Durchmesserklasse [N/ha]			
Szenario	BHD 8 - 12	BHD 12 - 24	BHD 24 - 36	BHD > 36
Sz10	470	480	160	100
Sz30	410	420	140	70
Sz100	390	400	140	110
Sz300	490	500	170	140

BHD Brusthöhendurchmesser [cm]

ANHANG 4

Stichproben aktueller Schutzwald

Ungleichförmiger Wald

Bestandesparameter	
Grundfläche [m2/ha]	30.0
Stammzahl [N/ha]	869
Nadelholzanteil [%]	40
Mittlerer BHD [m]	0.19
Stabw BHD [m]	0.09

BHD - Klasse	n (Stichprobe)	N (Bestand; pro ha)
8 - 12 cm	9	191
12 - 24 cm	23	488
24 - 36 cm	7	148
> 36 cm	2	42
Total		869

Baumholz 1 bzw. 2

Bestandesparameter	
Grundfläche [m2/ha]	31.9
Stammzahl [N/ha]	424
Nadelholzanteil [%]	0
Mittlerer BHD [m]	0.28
Stabw BHD [m]	0.14

BHD - Klasse	n (Stichprobe)	N (Bestand; pro ha)
8 - 12 cm	2	77
12 - 24 cm	2	77
24 - 36 cm	3	116
> 36 cm	4	154
Total		424

Stangenholz 1

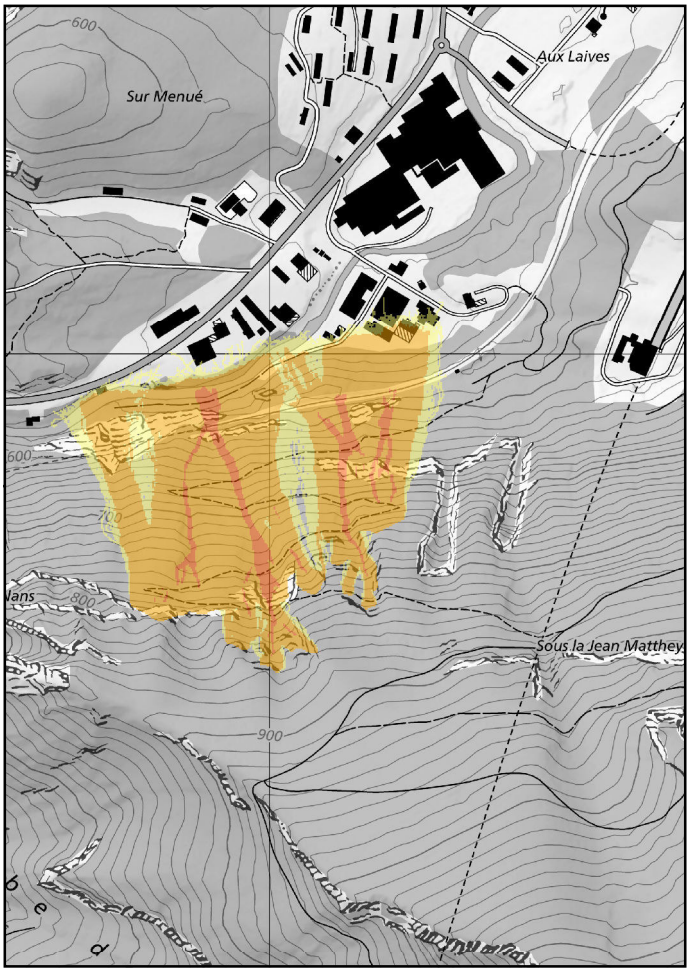
Bestandesparameter	
Grundfläche [m2/ha]	14.7
Stammzahl [N/ha]	1386
Nadelholzanteil [%]	3
Mittlerer BHD [m]	0.11
Stabw BHD [m]	0.04

BHD - Klasse	n (Stichprobe)	N (Bestand; pro ha)
8 - 12 cm	31	1194
12 - 24 cm	4	154
24 - 36 cm	1	39
> 36 cm	0	0
Total		1386

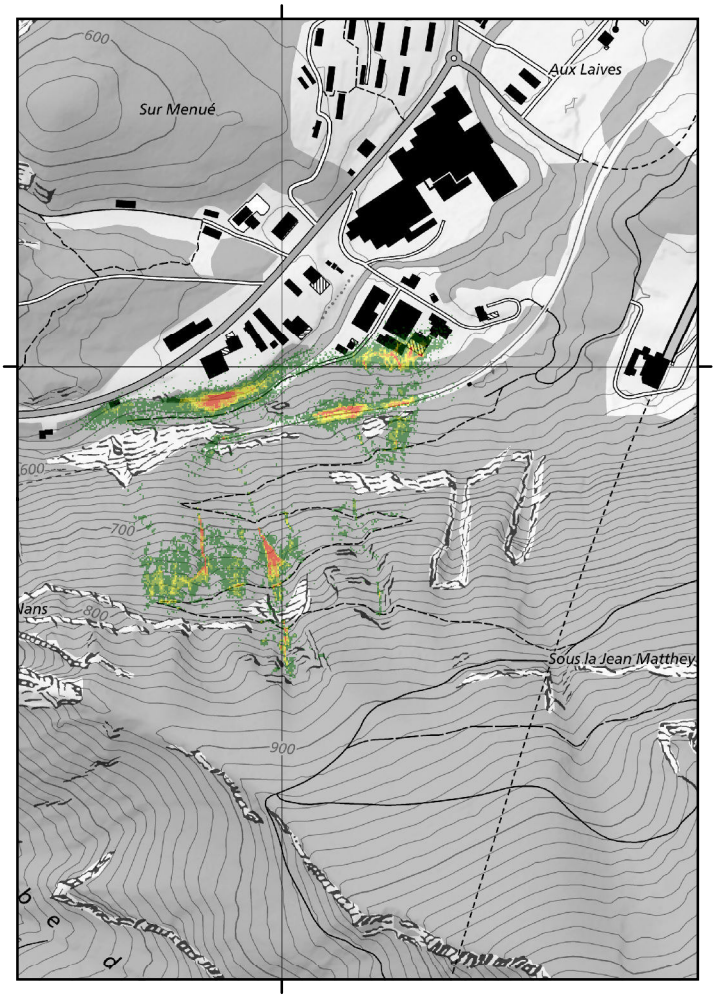
ANHANG 5

Sturzbahnberechnungen mit Rockyfor3D

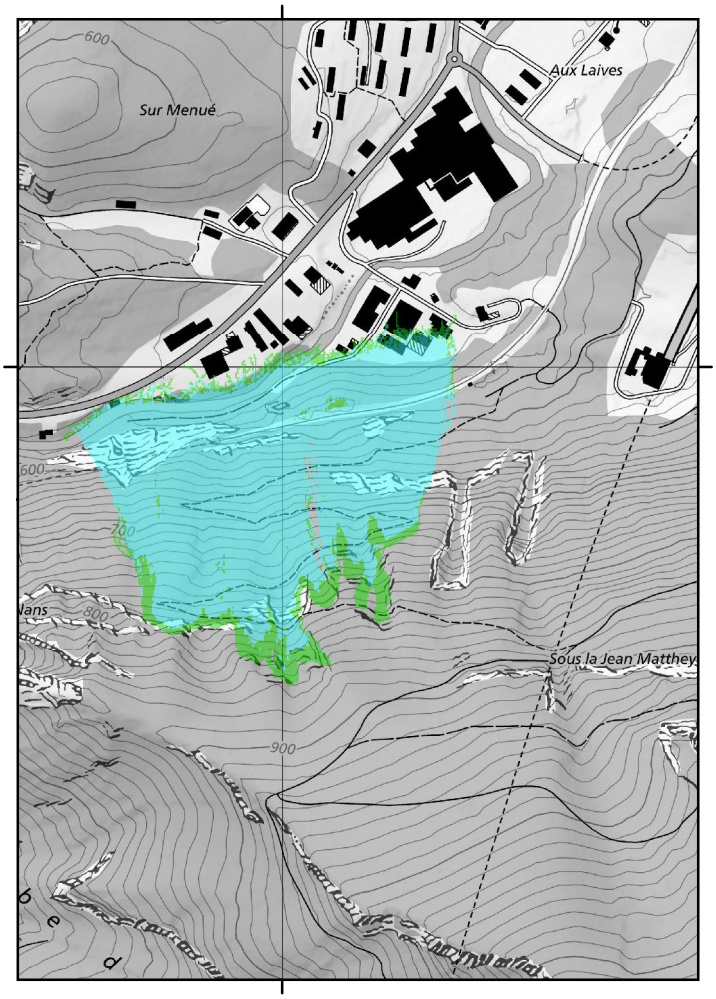
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 53 mit Rockyfor3D

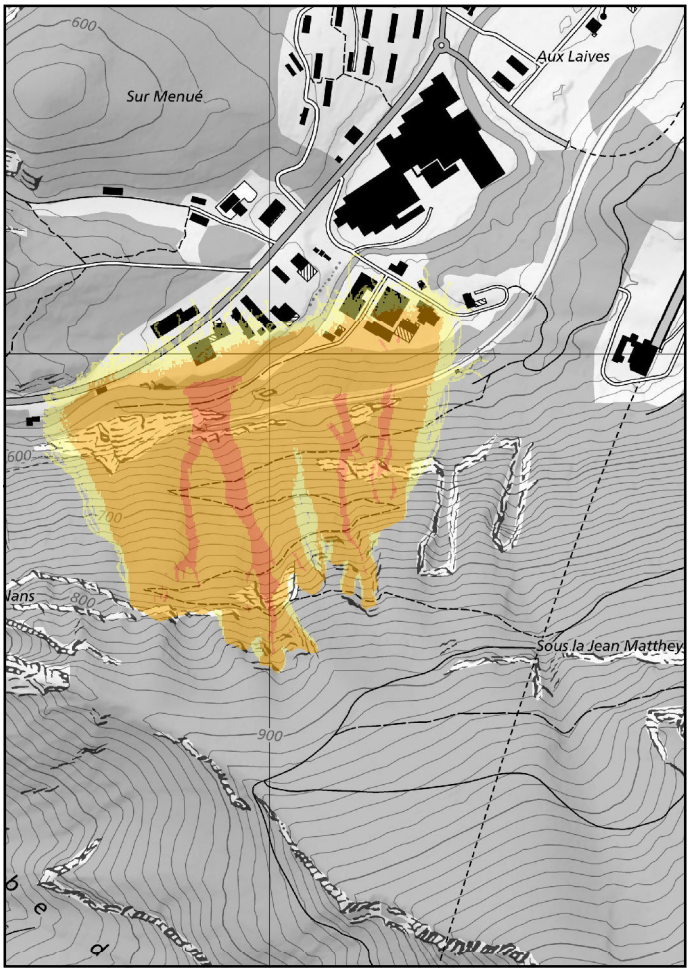
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit:
10 Jahre; 30 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.1 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

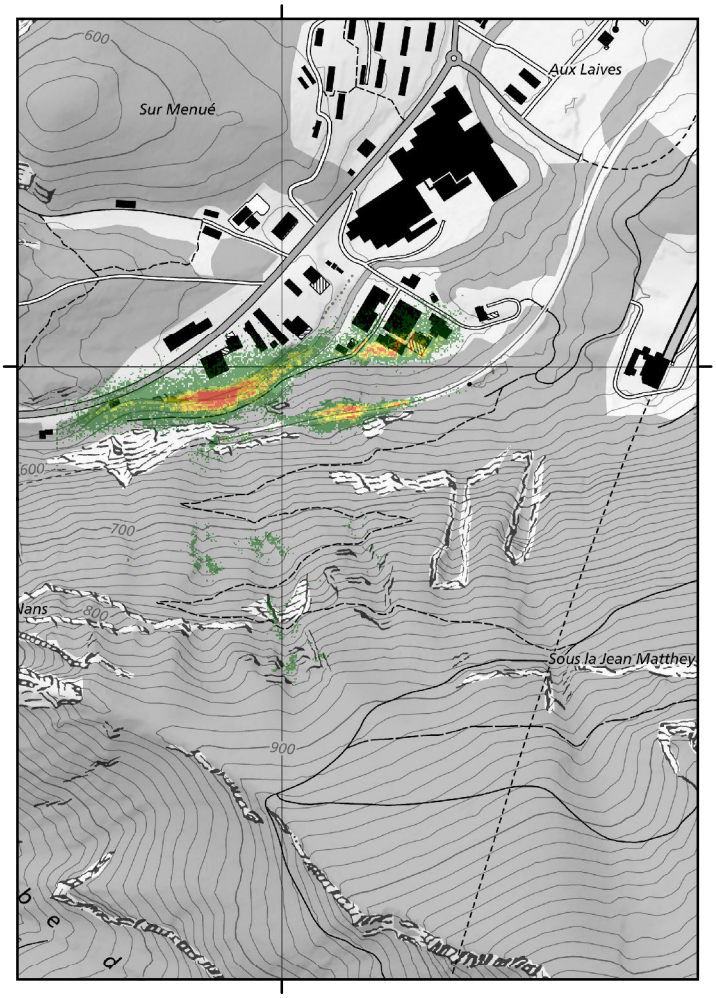
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_53	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

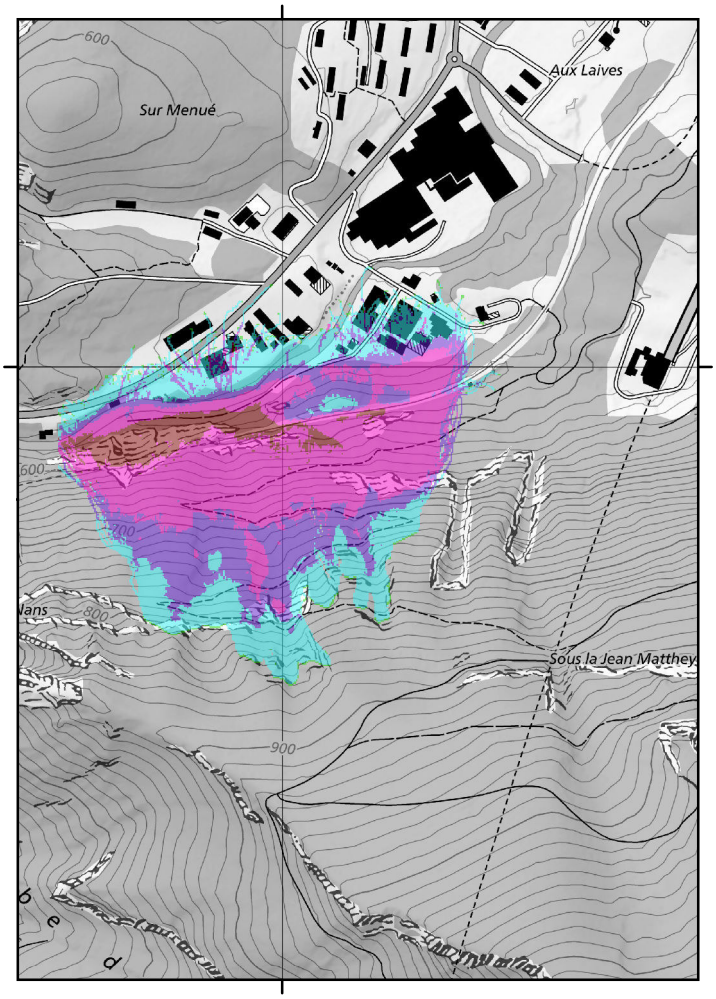
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 54 mit Rockyfor3D

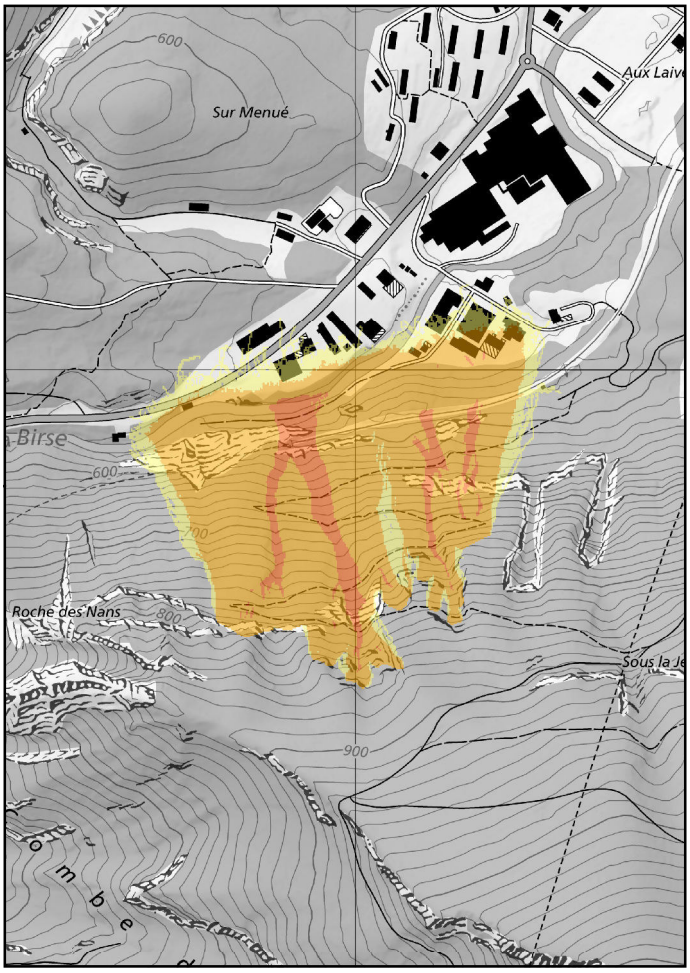
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.5 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

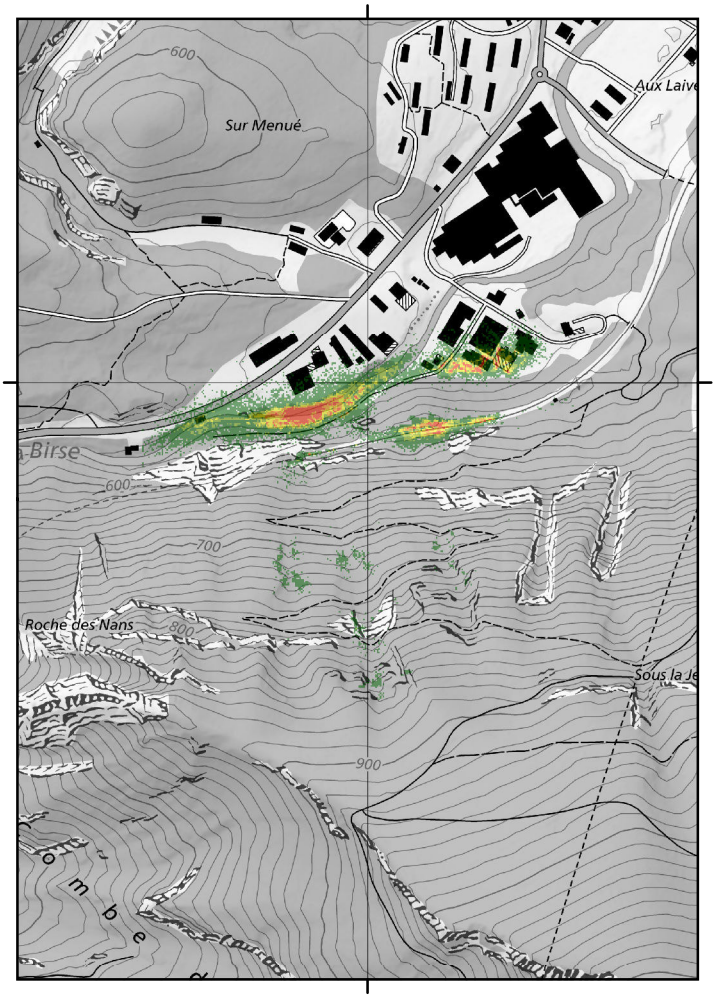
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_54	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

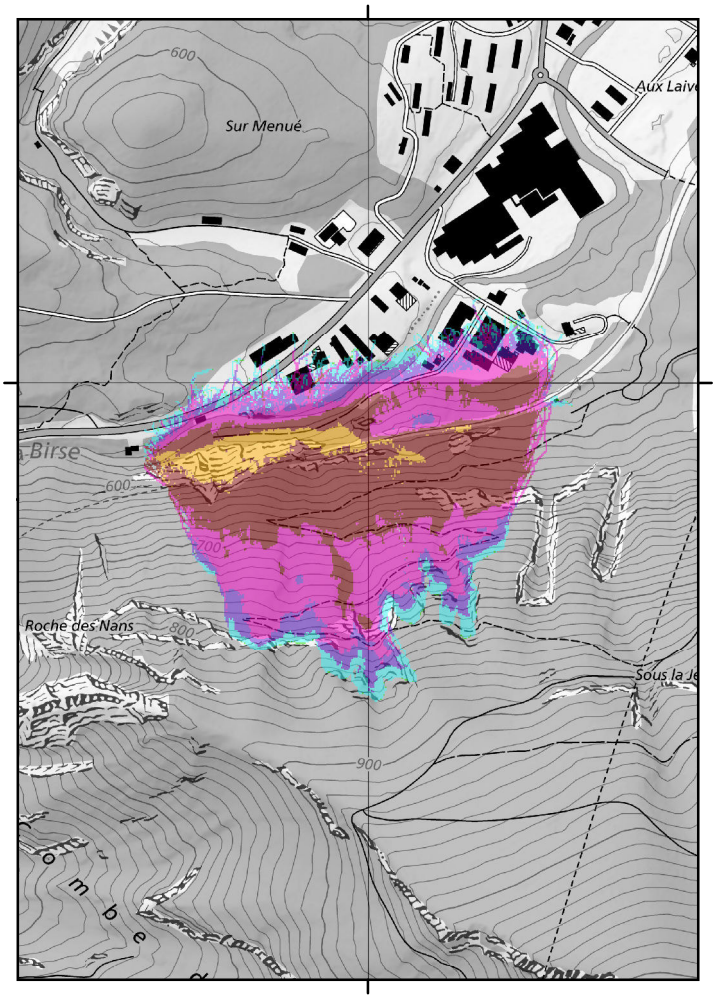
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 79 mit Rockyfor3D

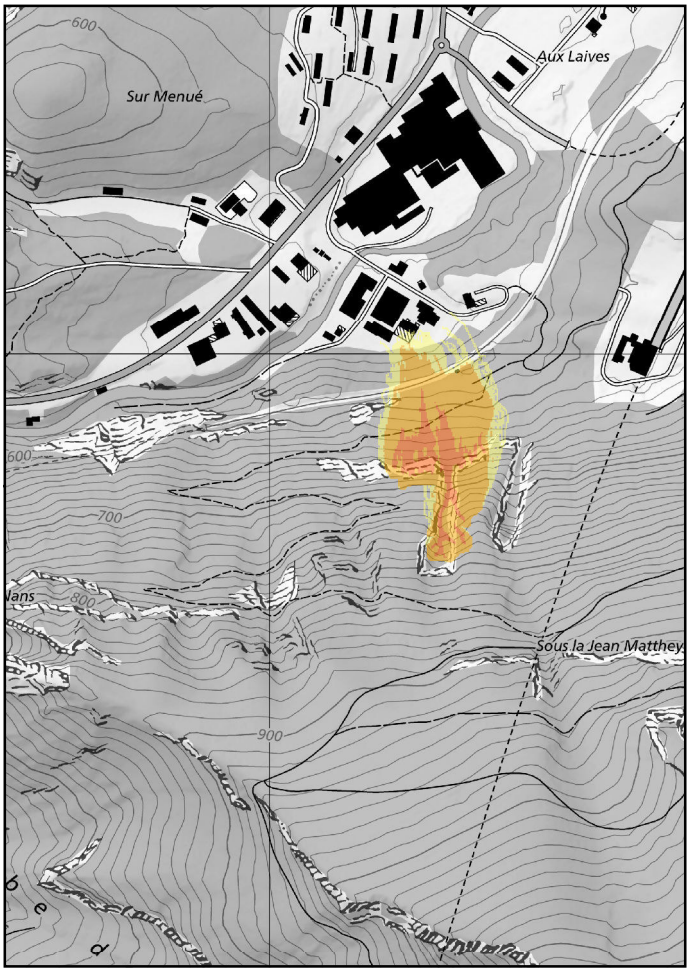
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 1.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

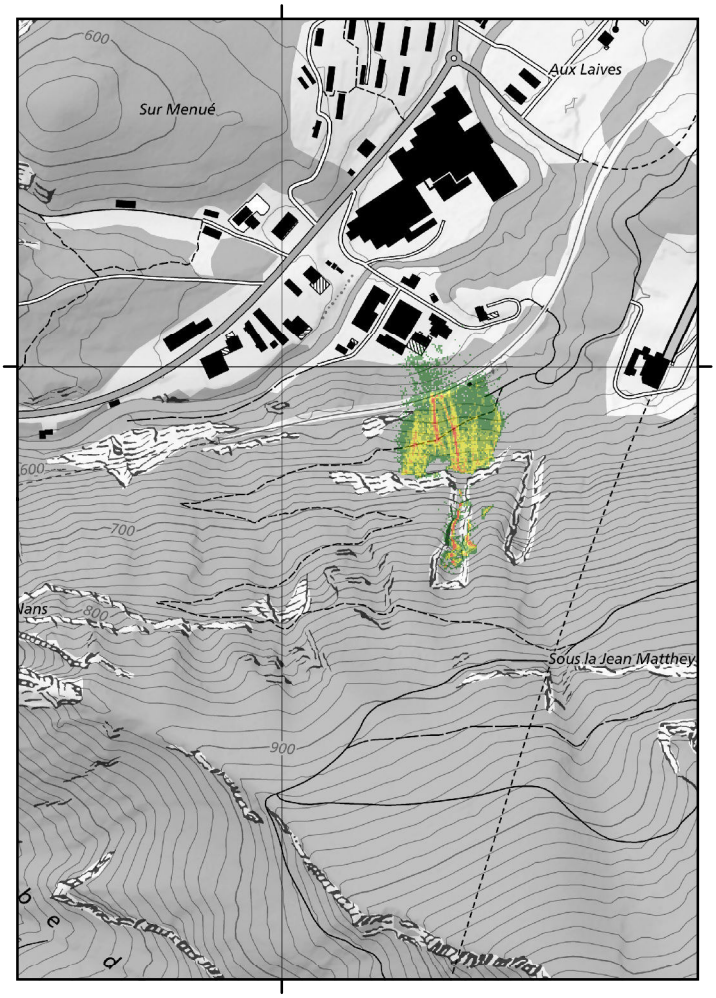
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_79	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

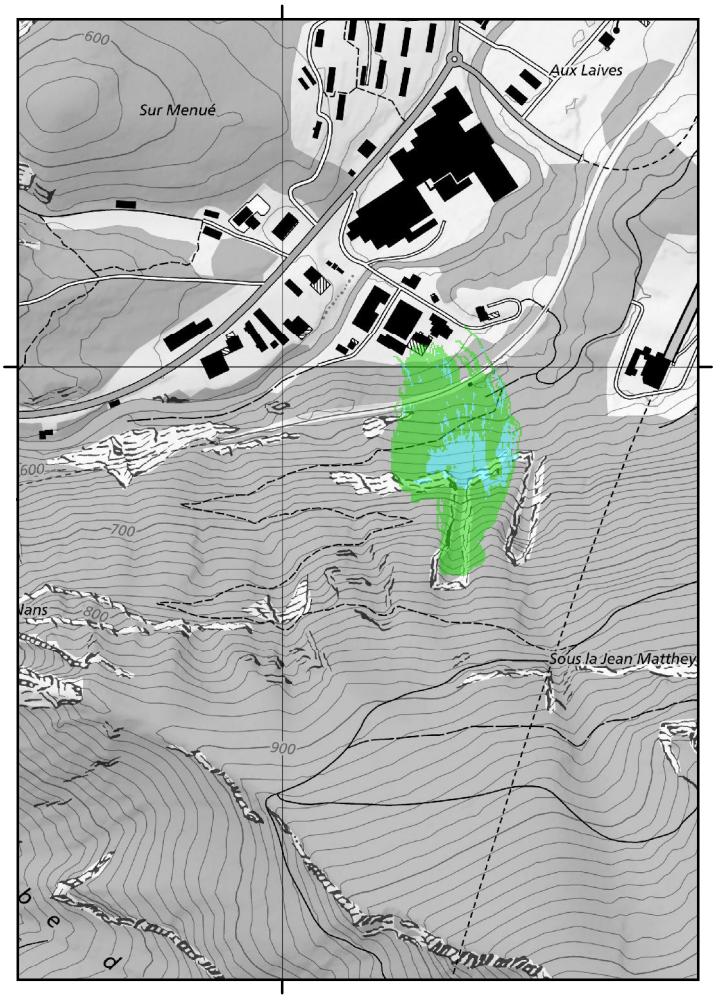
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 55 mit Rockyfor3D

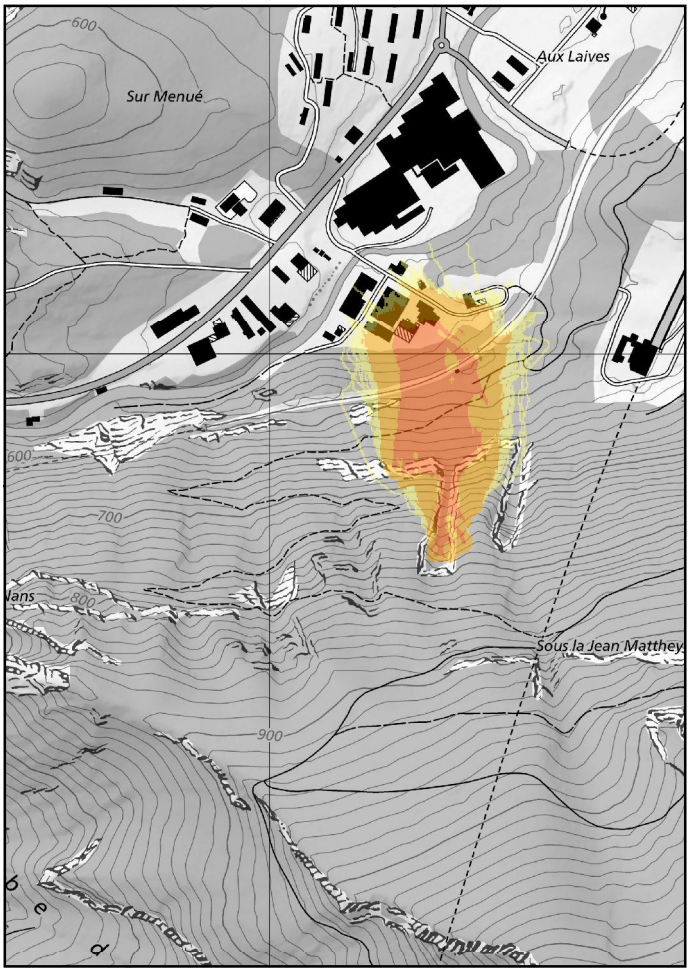
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: 10 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.05 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

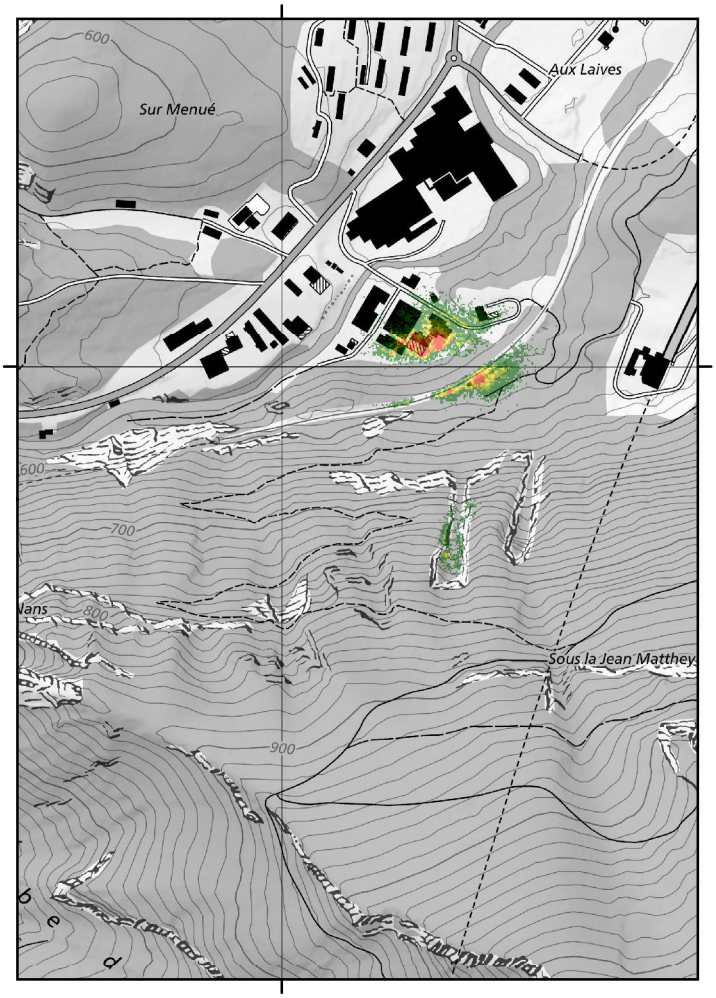
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_55	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

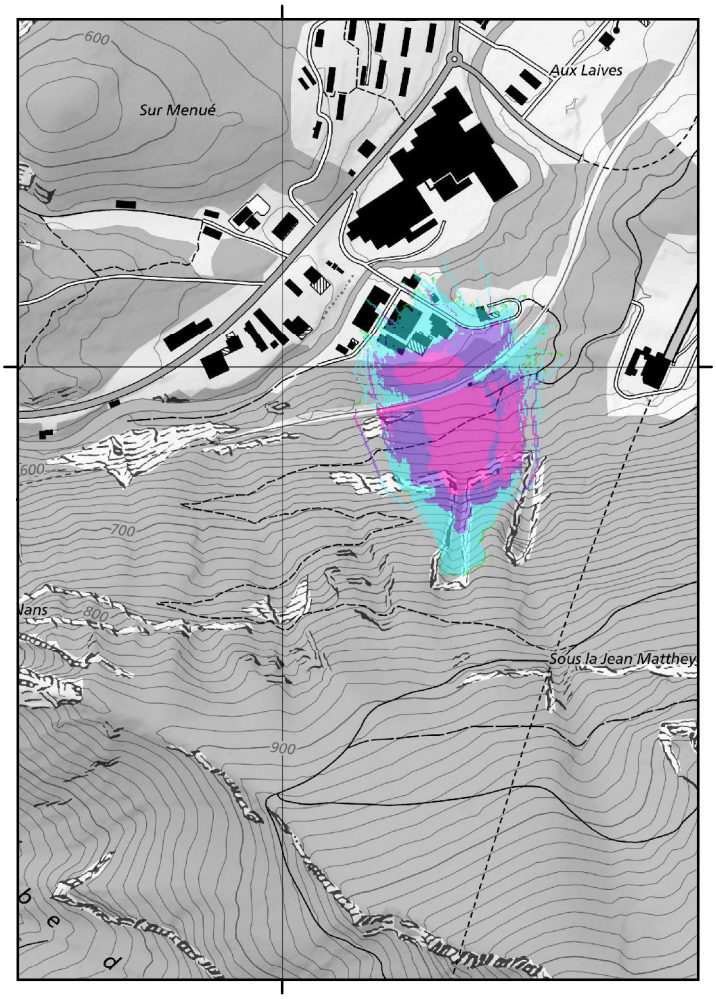
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 56 mit Rockyfor3D

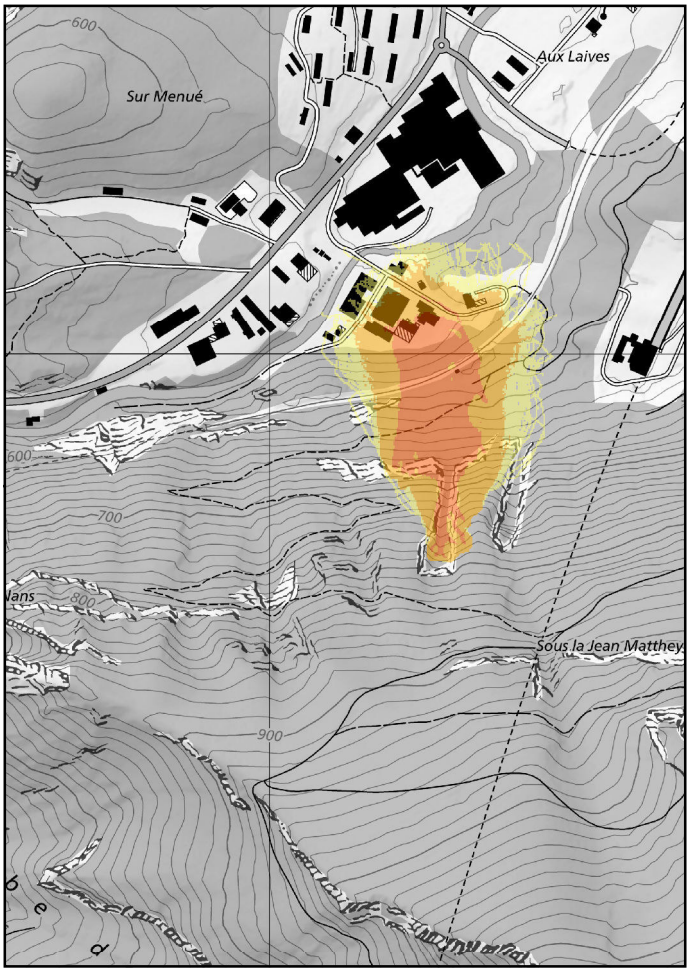
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: hoch/30 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.5 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

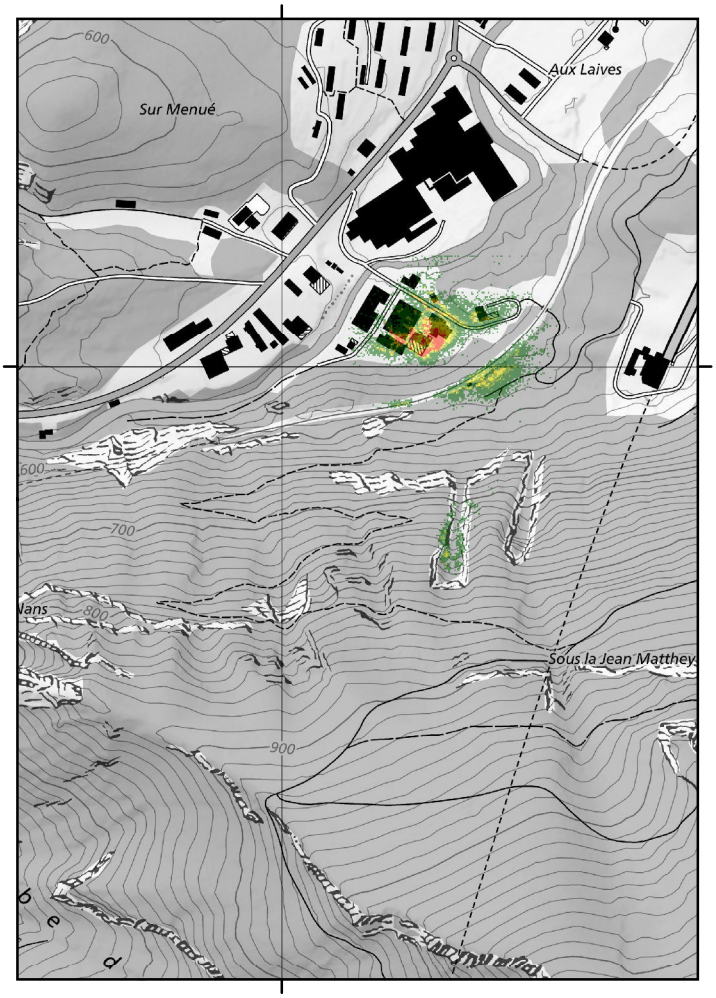
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_56	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

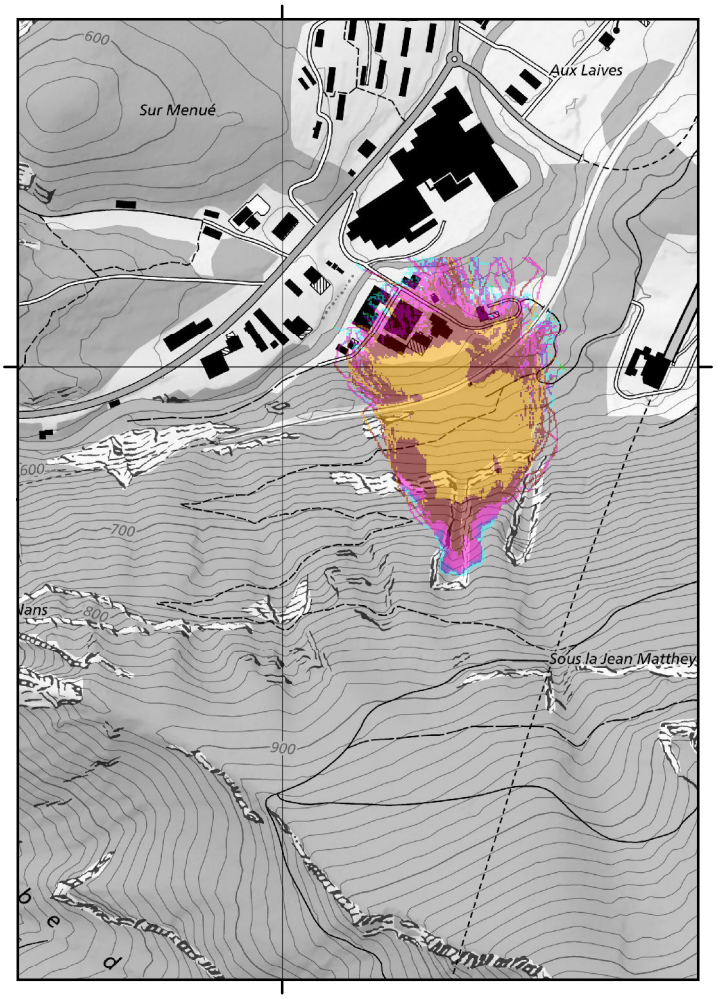
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 57 mit Rockyfor3D

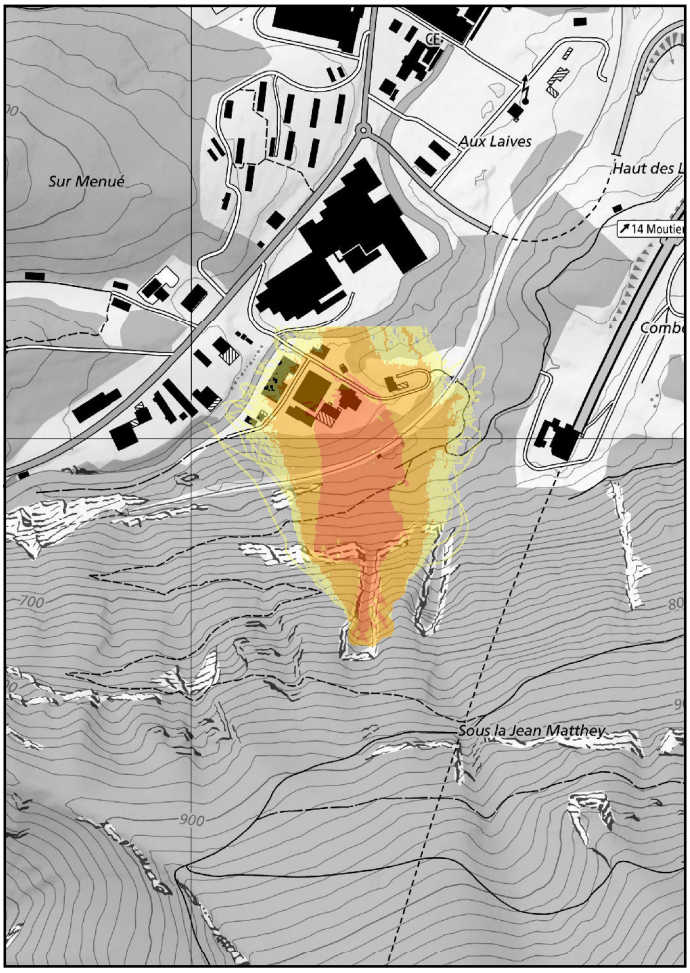
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 2.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

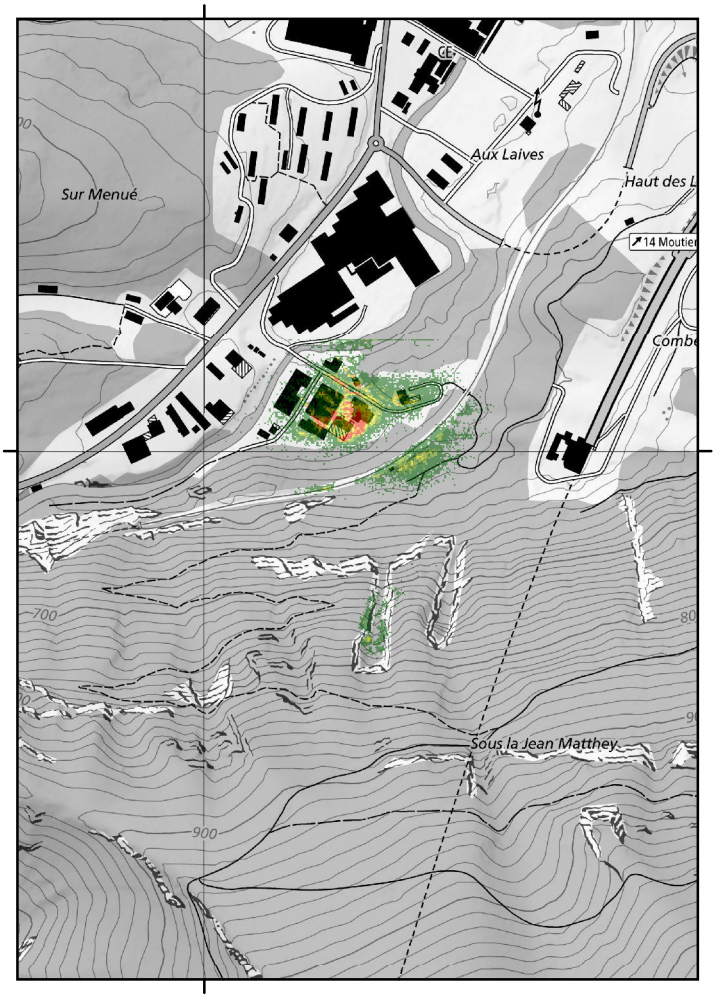
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_57	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

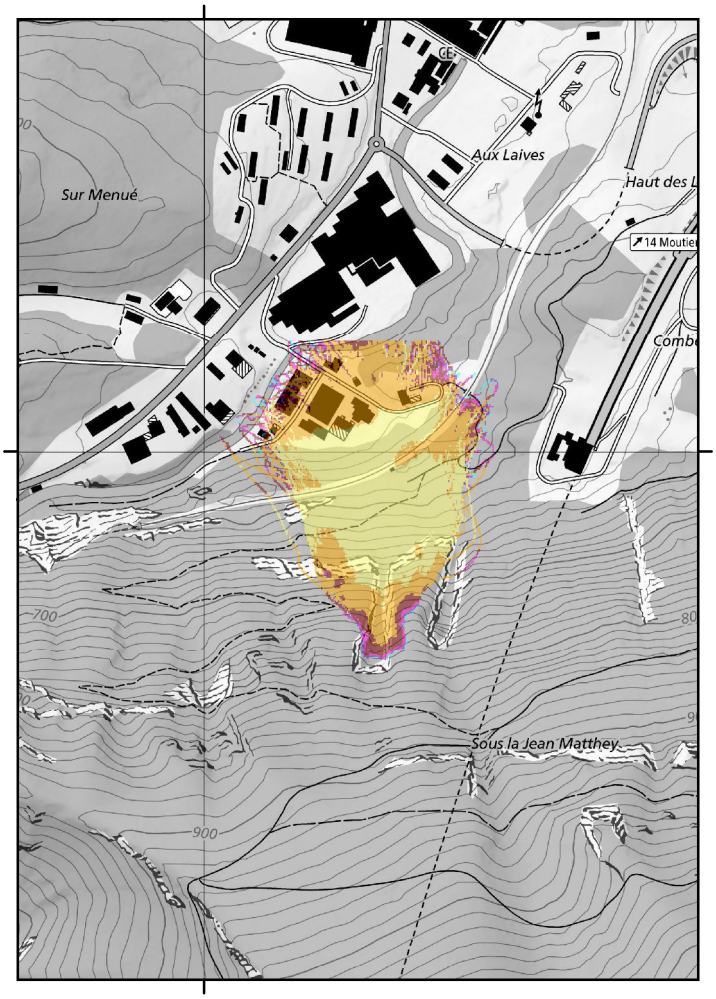
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 80 mit Rockyfor3D

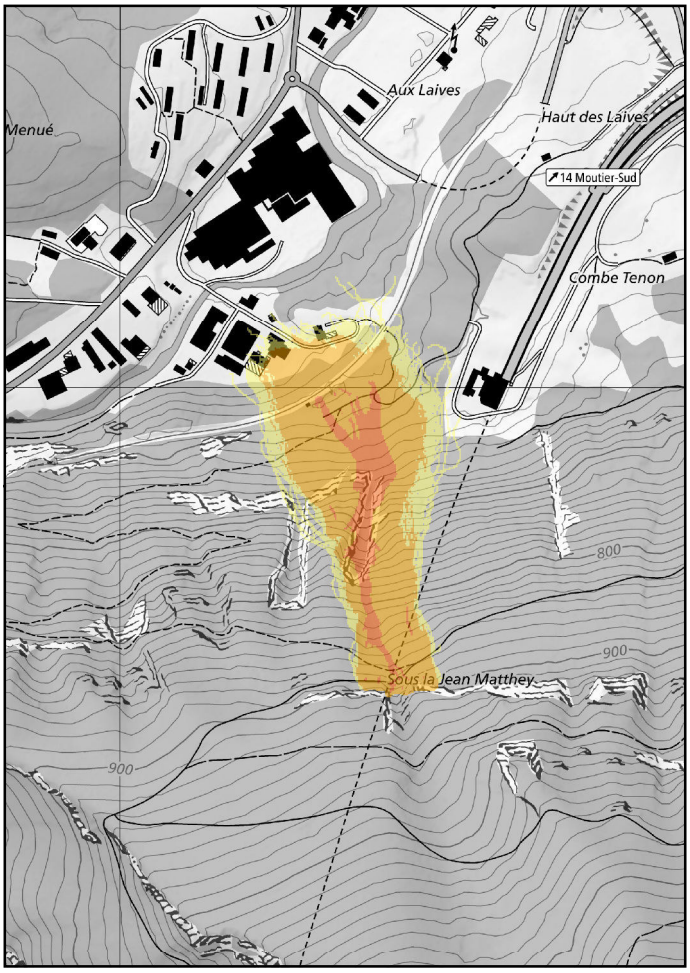
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 4.8 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

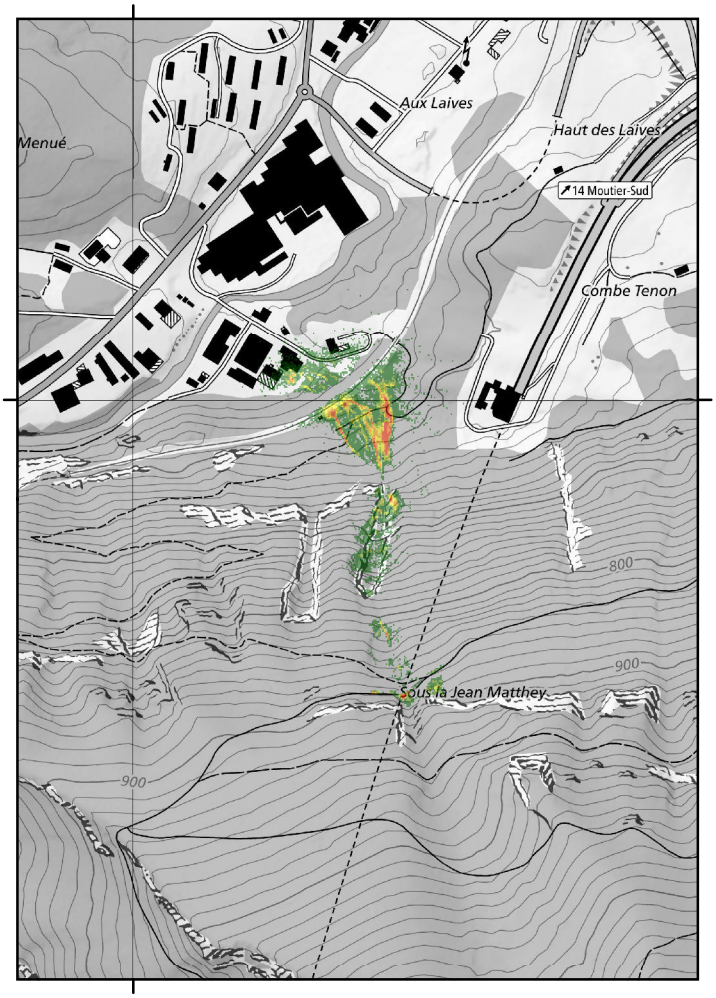
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_80	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

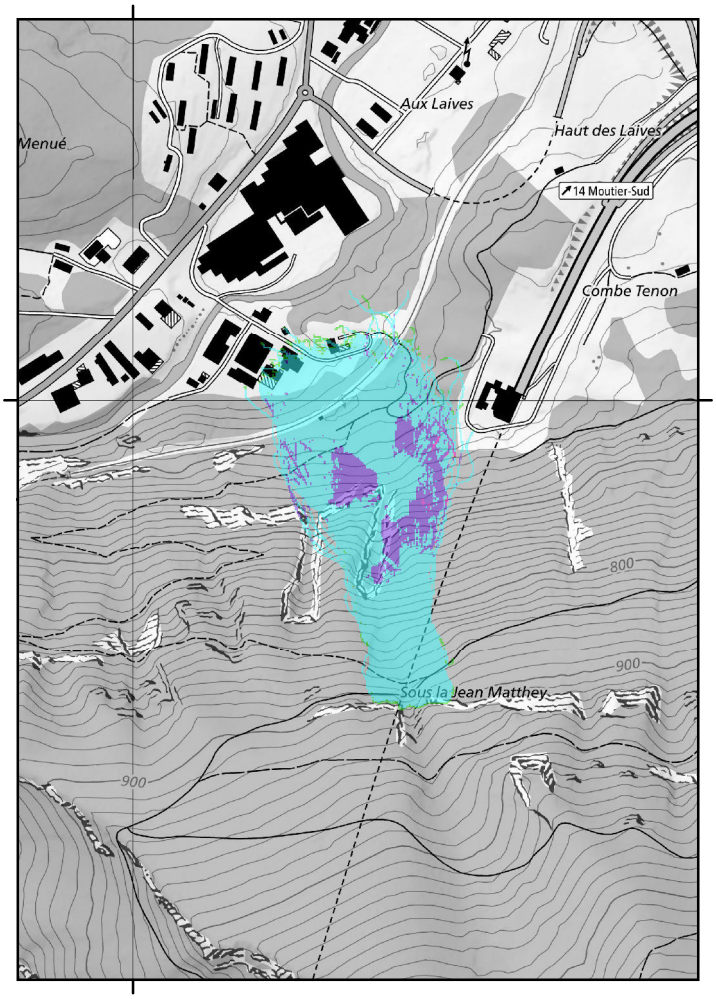
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 81 mit Rockyfor3D

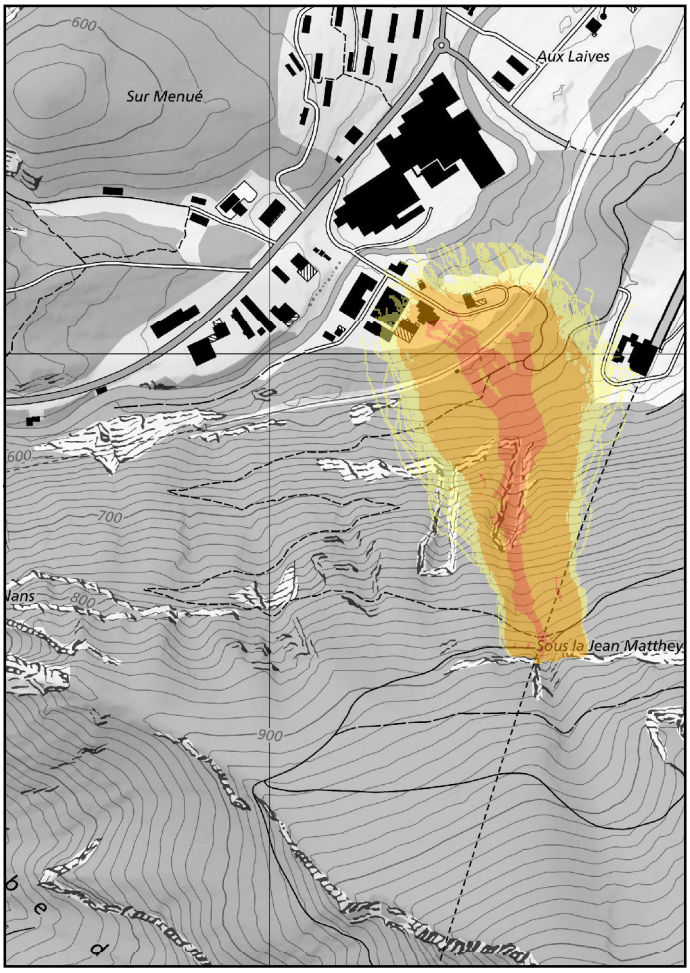
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: 10 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.24 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

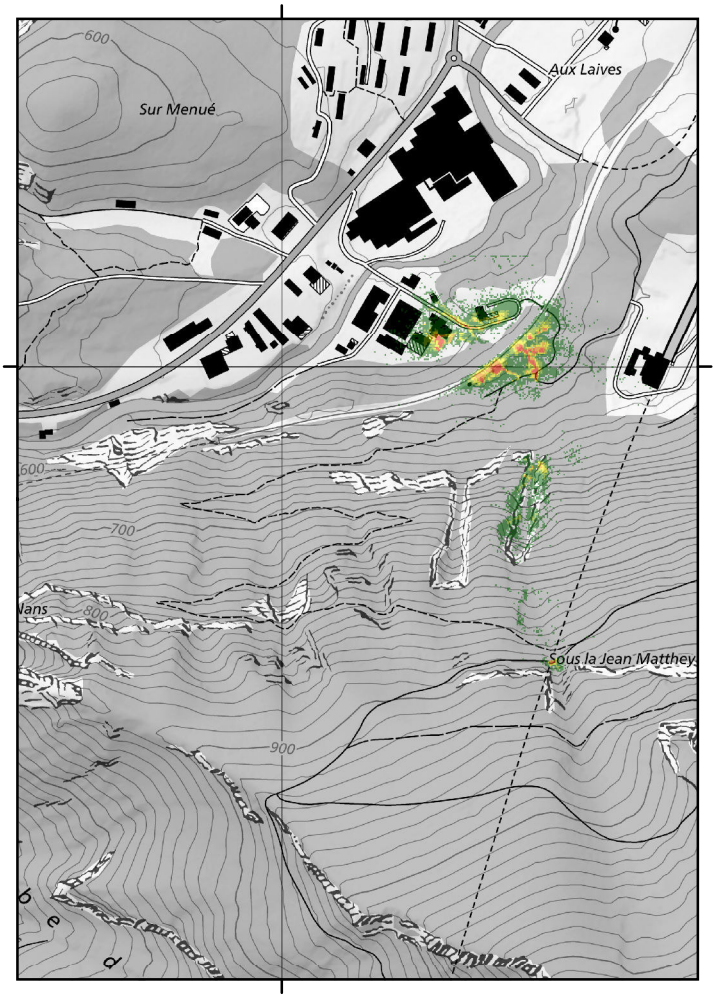
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_81	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

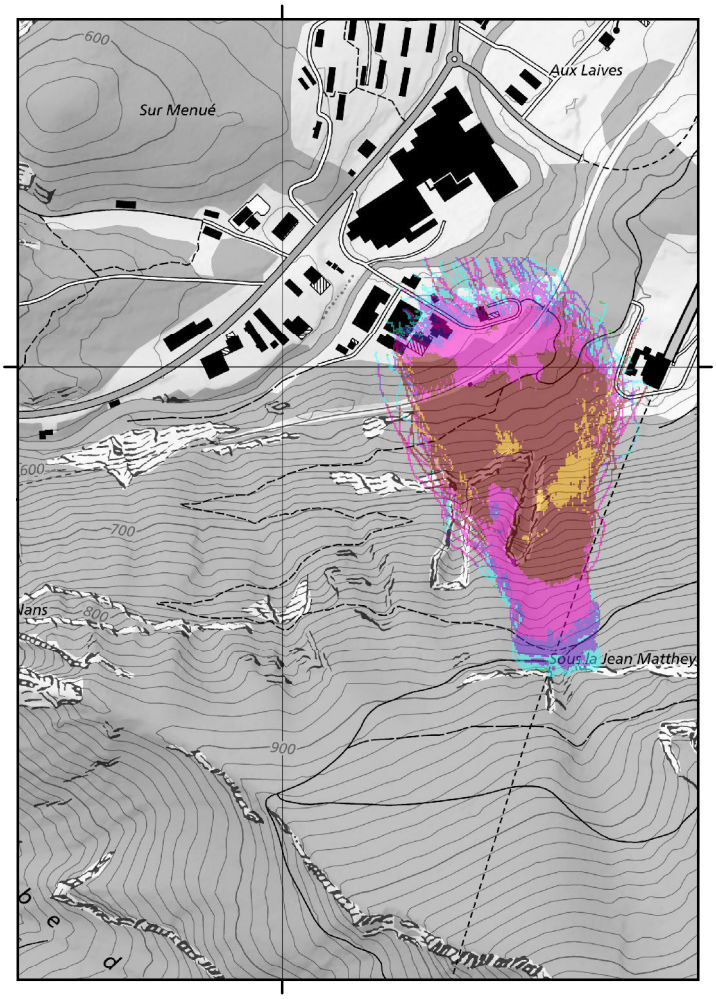
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 59 mit Rockyfor3D

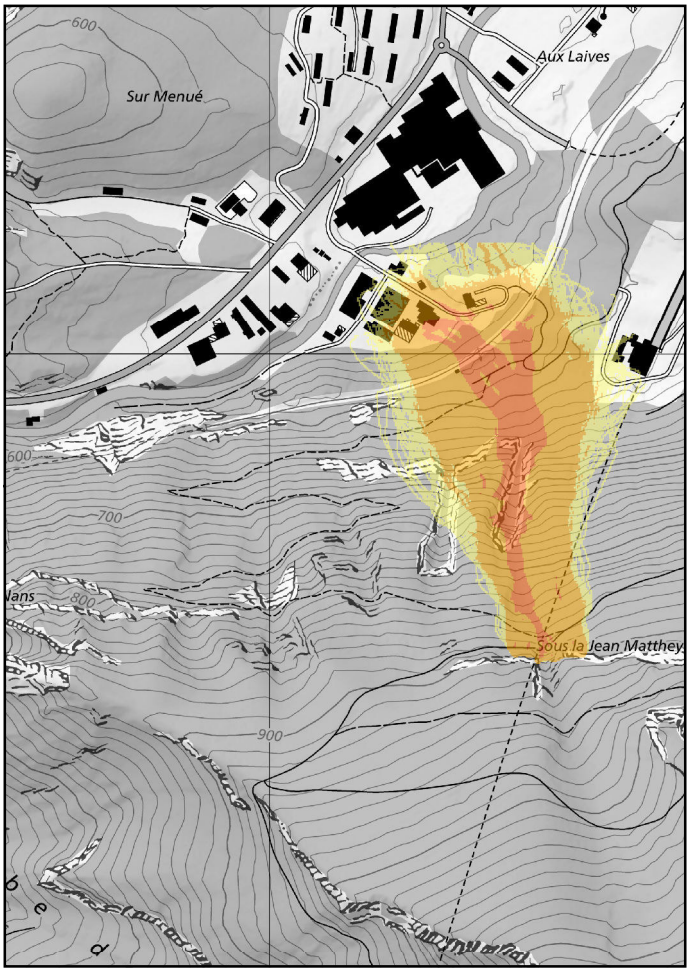
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: hoch/30 Jahre
Gesteinsvolumen: 1.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

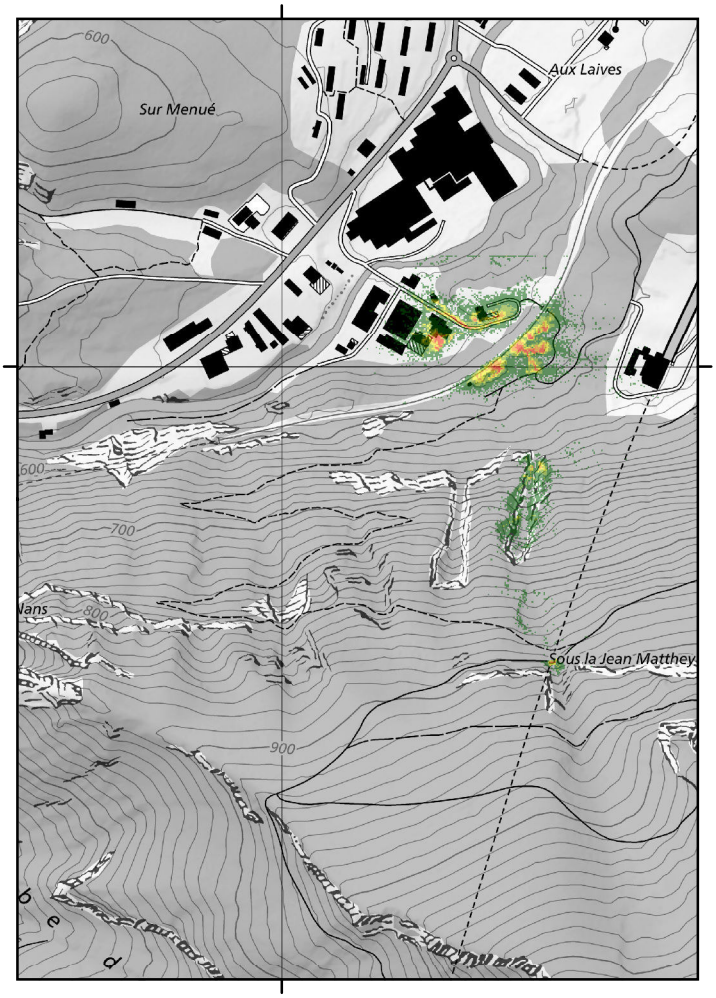
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_59	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

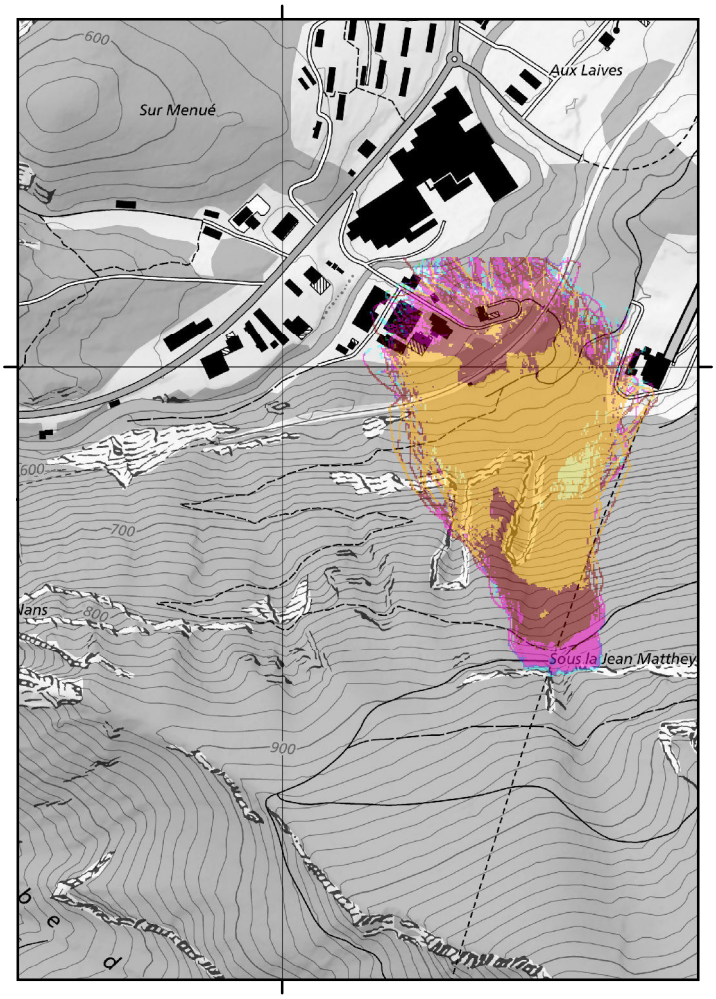
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 60 mit Rockyfor3D

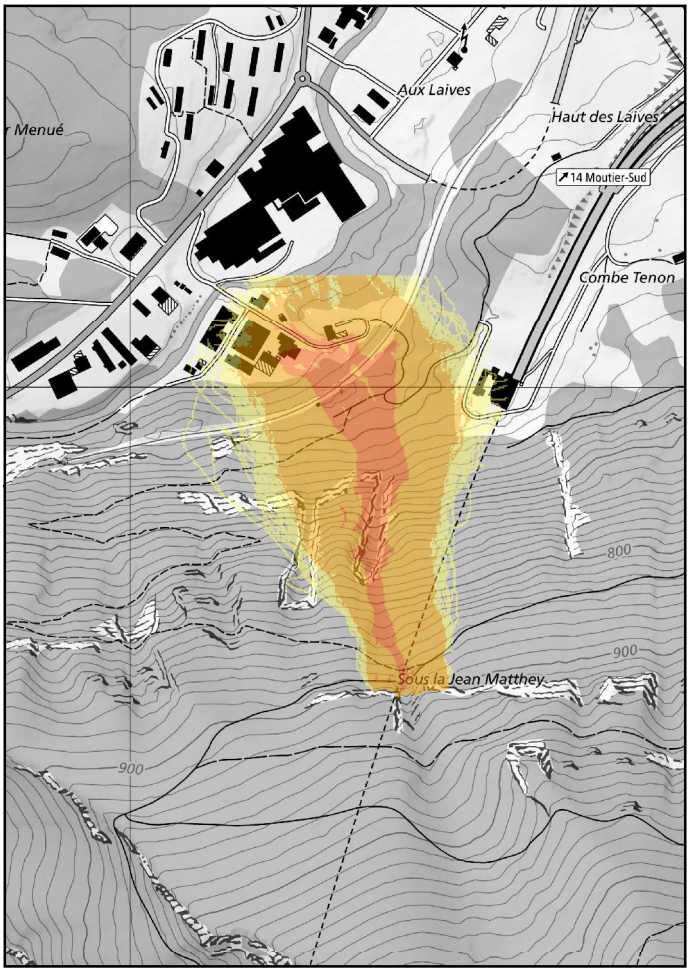
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 2.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

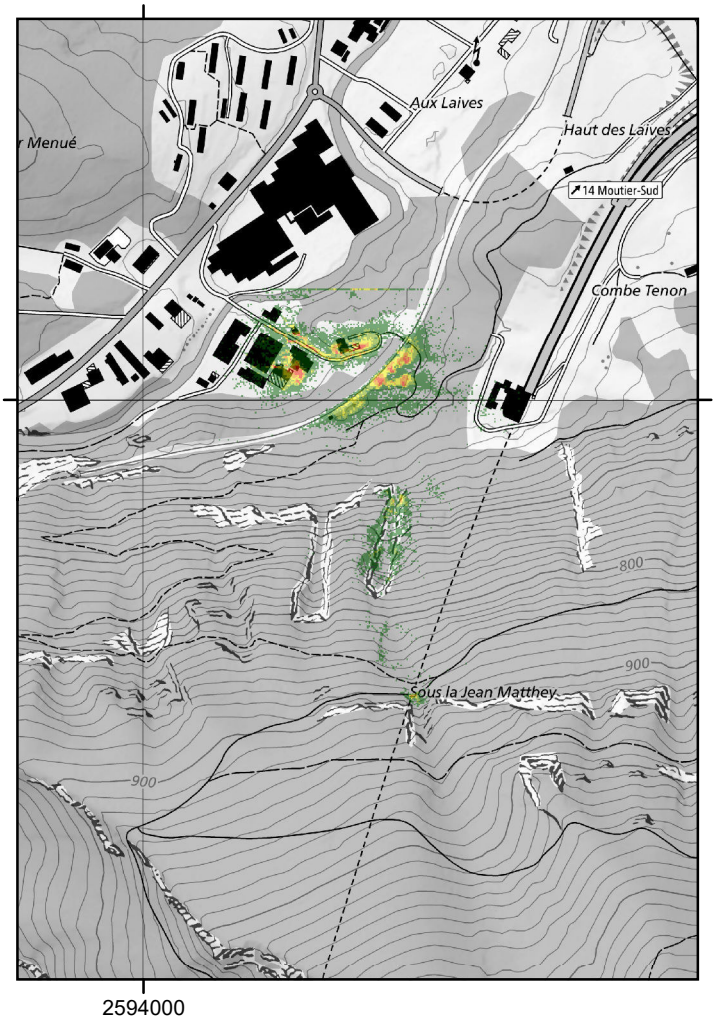
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_60	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

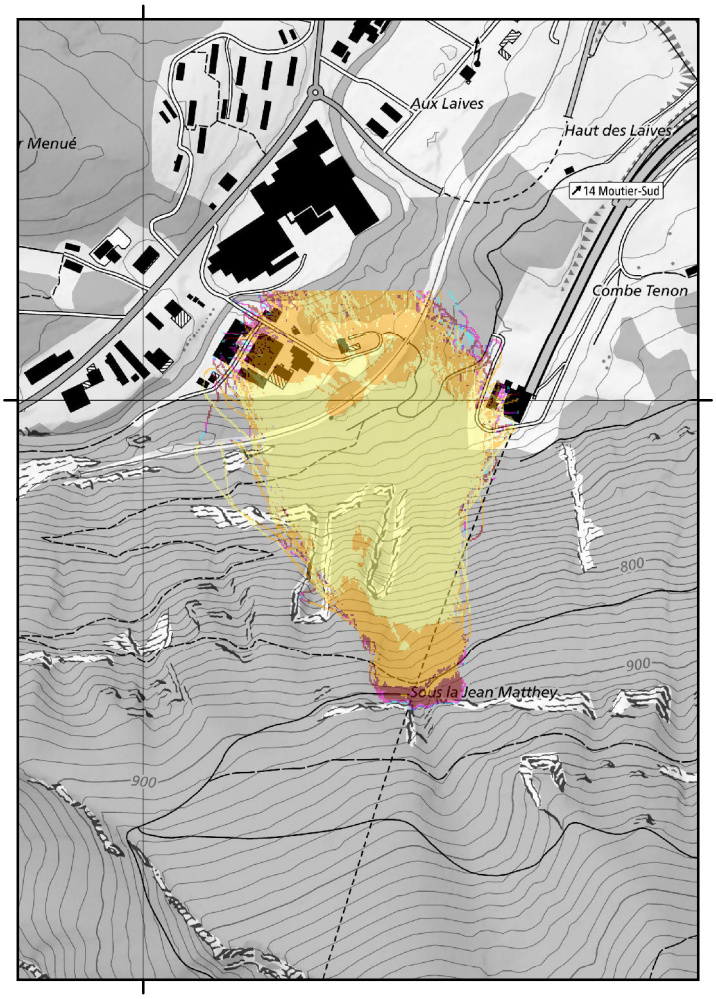
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 82 mit Rockyfor3D

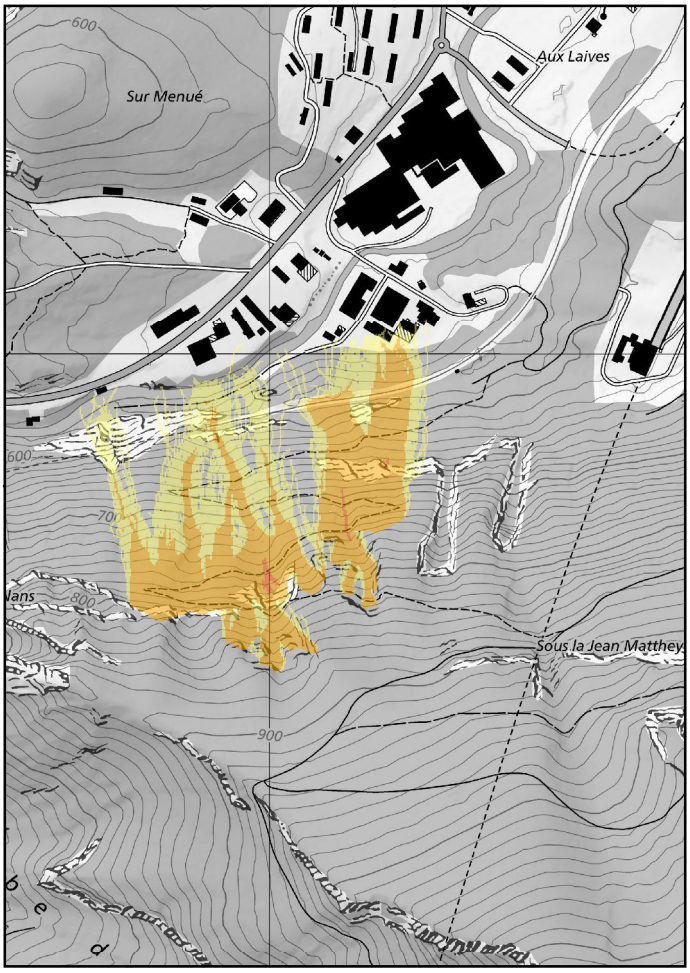
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 4.8 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: OW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

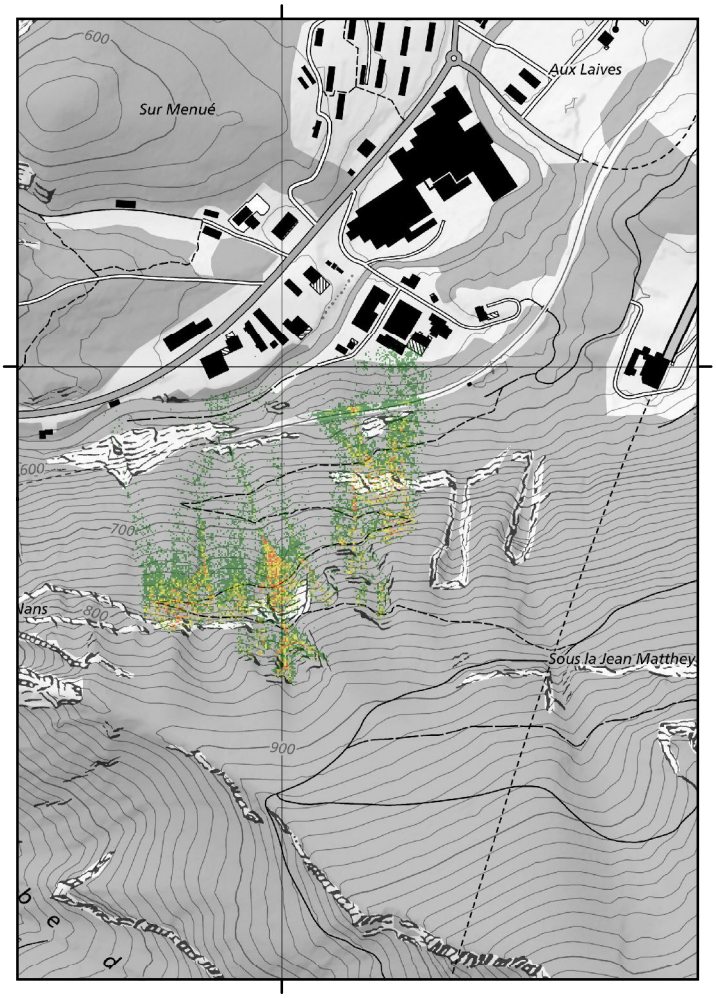
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_82	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

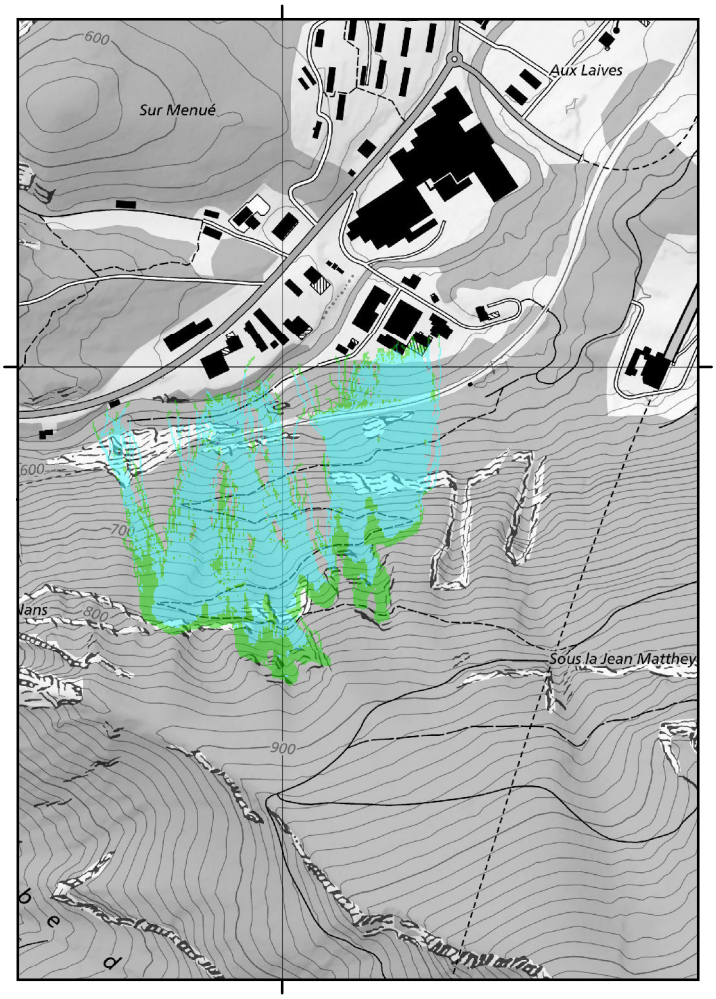
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 62 mit Rockyfor3D

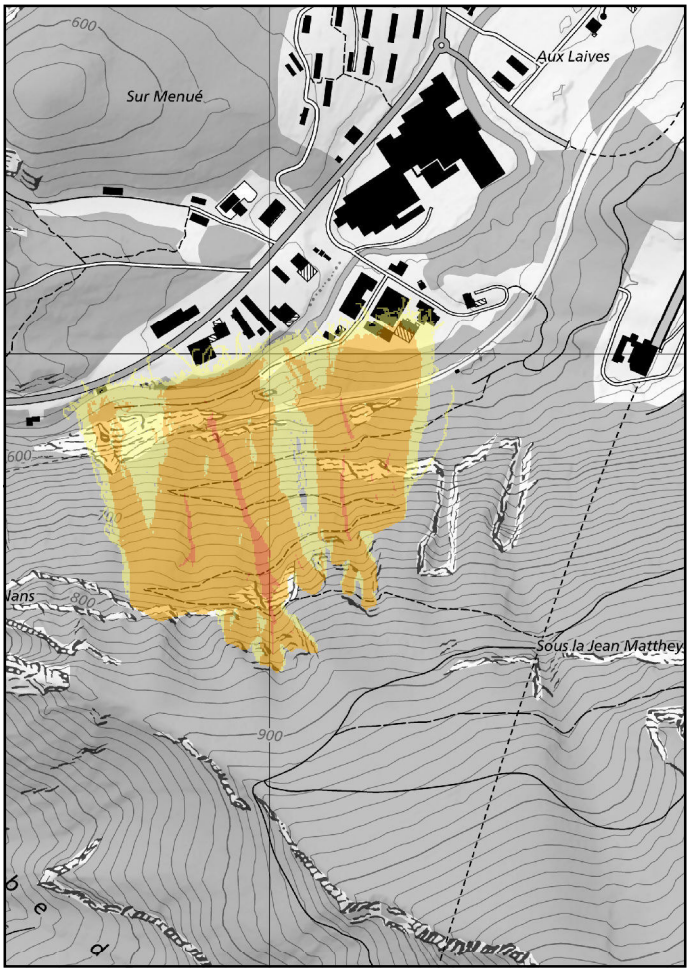
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit:
10 Jahre; 30 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.1 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

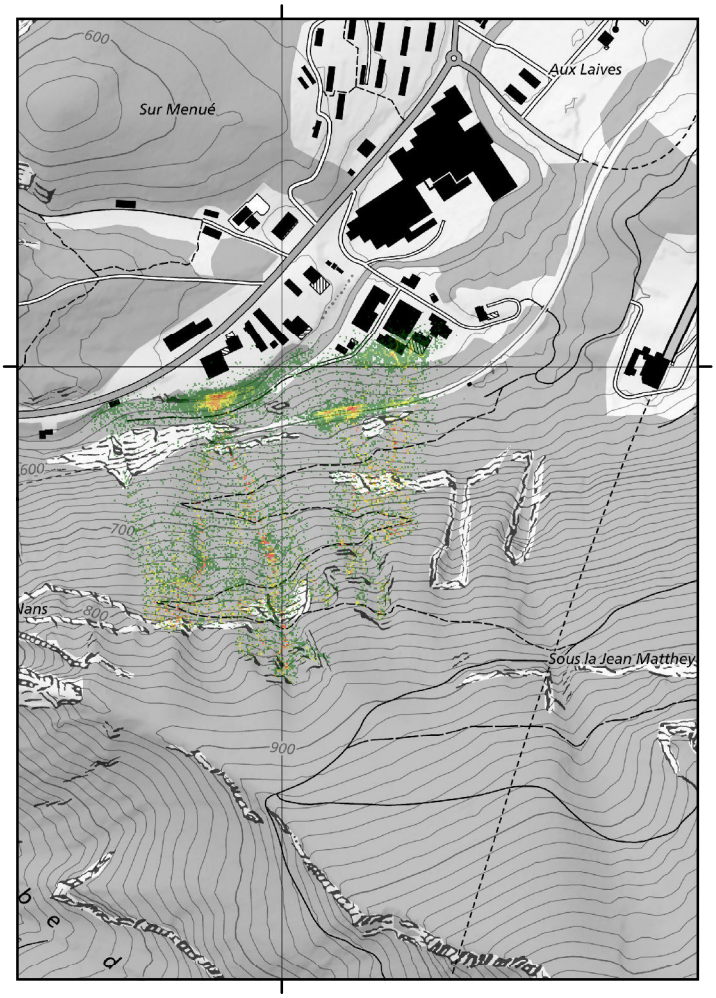
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_62	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

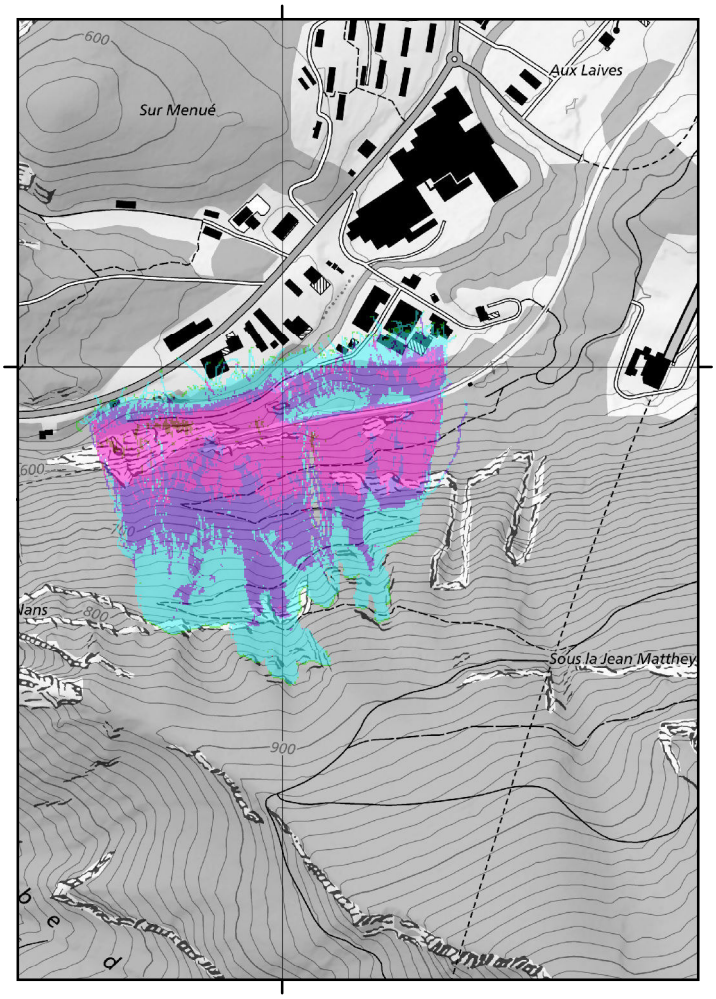
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 63 mit Rockyfor3D

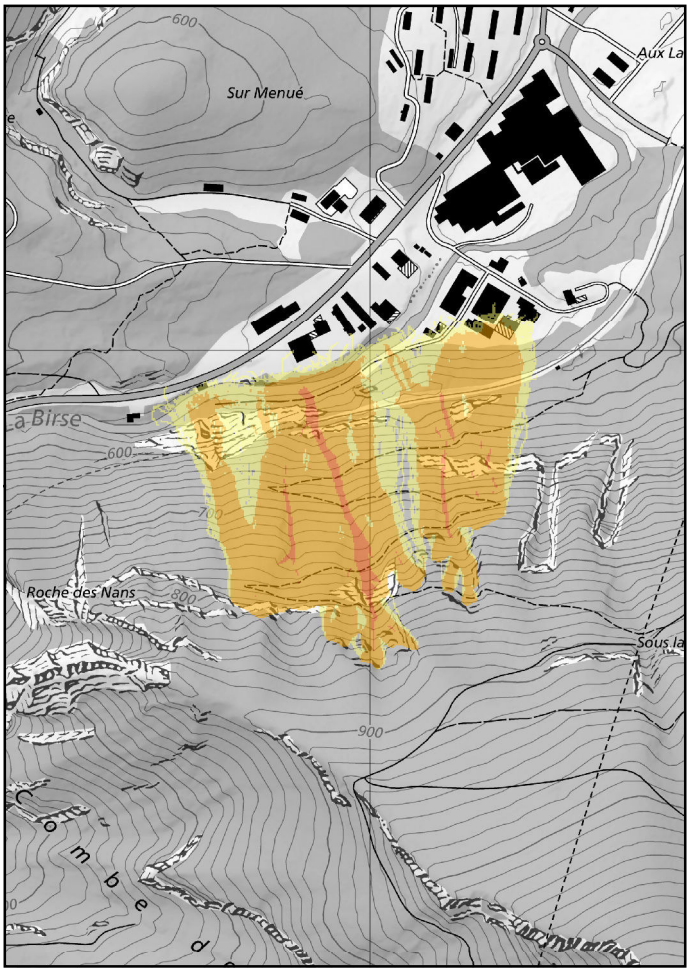
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.5 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

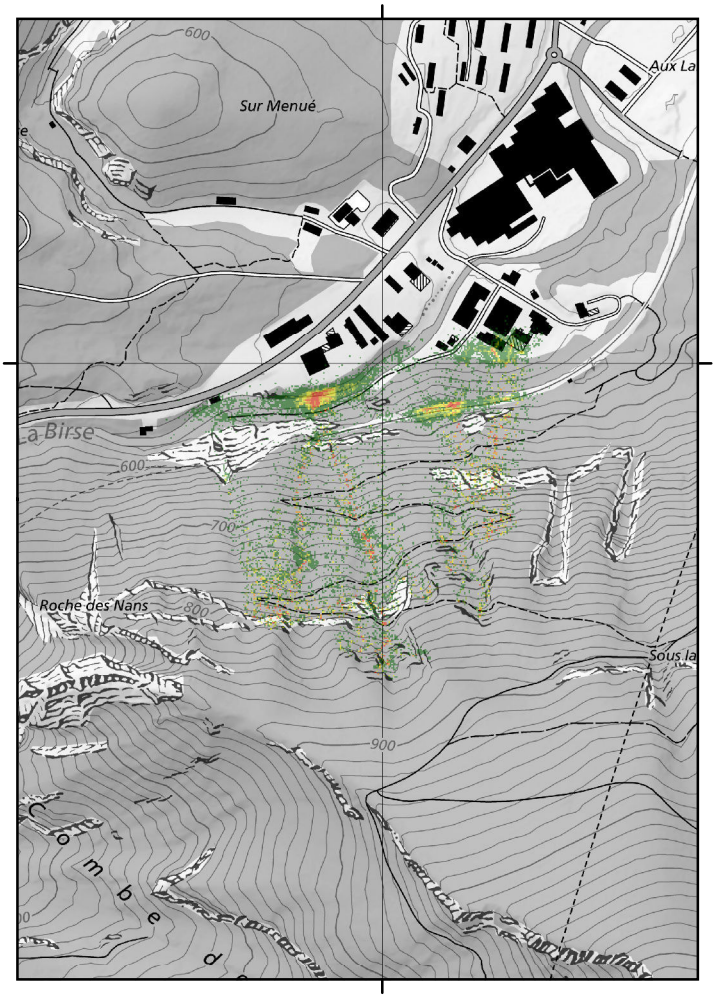
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_63	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

Trefferwahrscheinlichkeit [%]



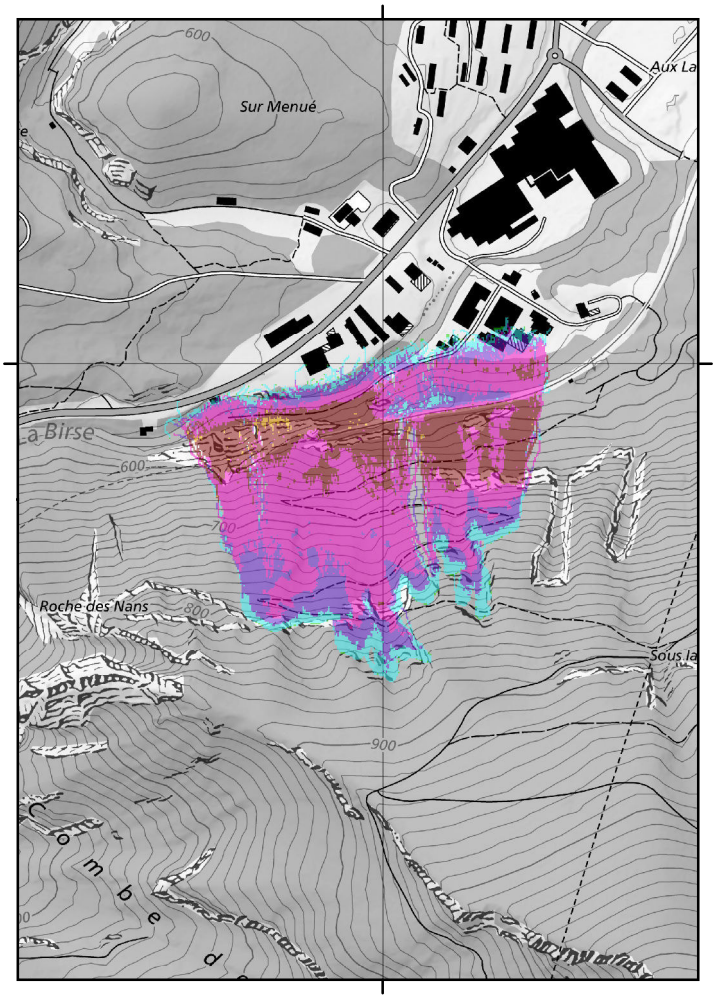
Anzahl abgelagerte Steine



1235000

2594000

Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 83 mit Rockyfor3D

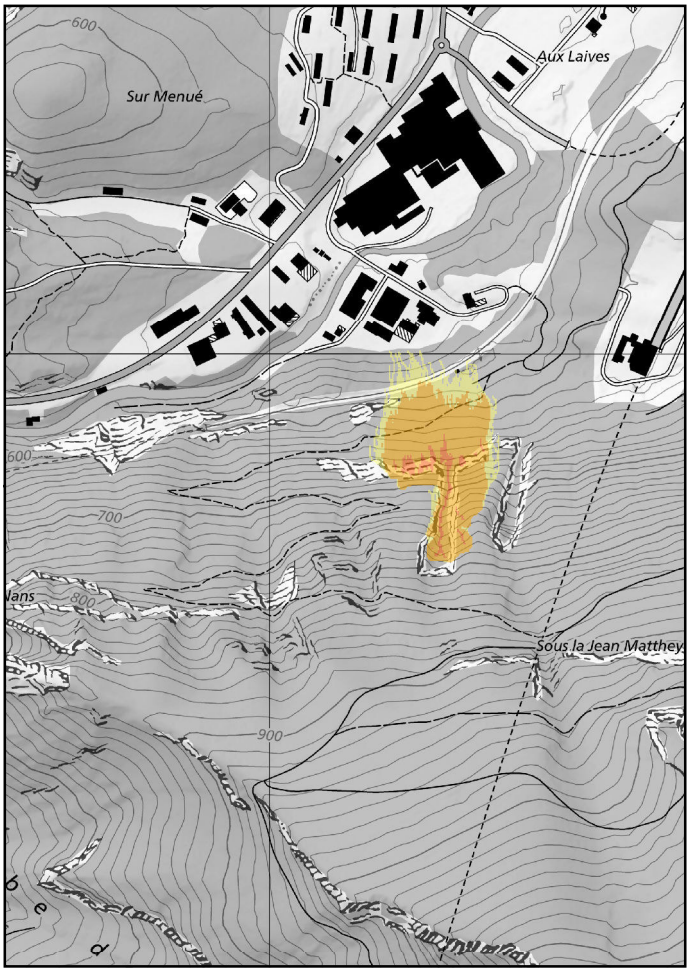
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 1.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

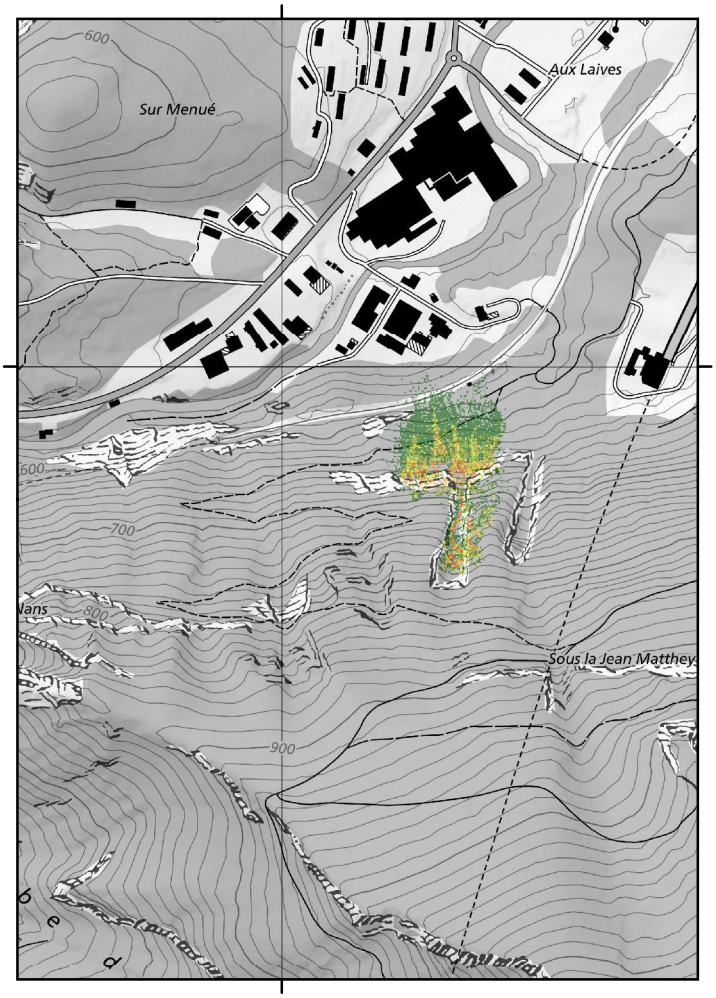
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_83	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

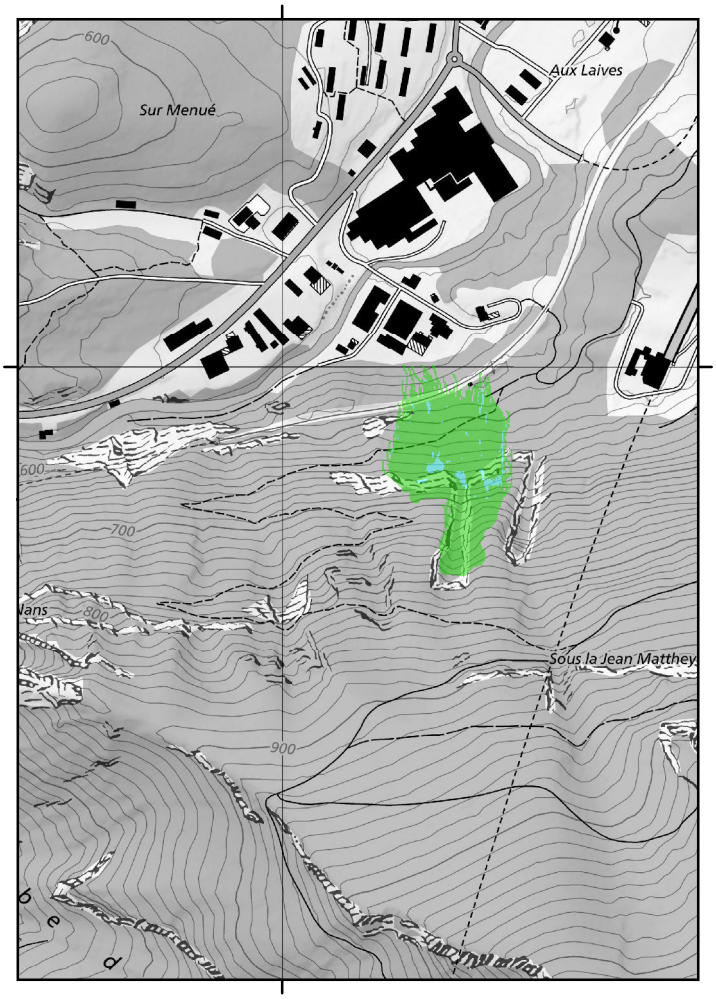
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 64 mit Rockyfor3D

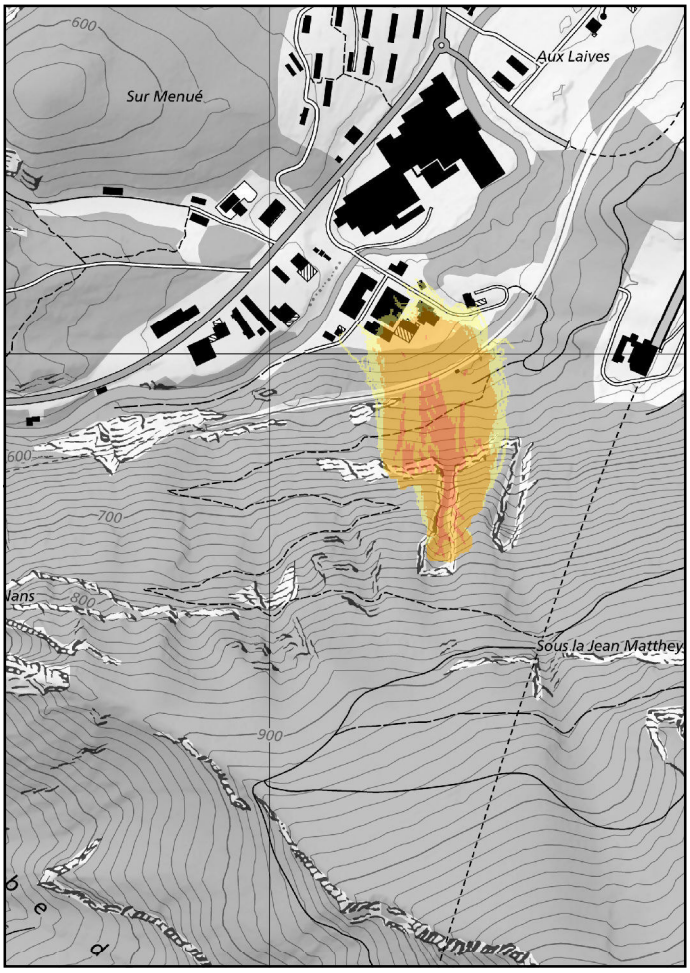
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: 10 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.05 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

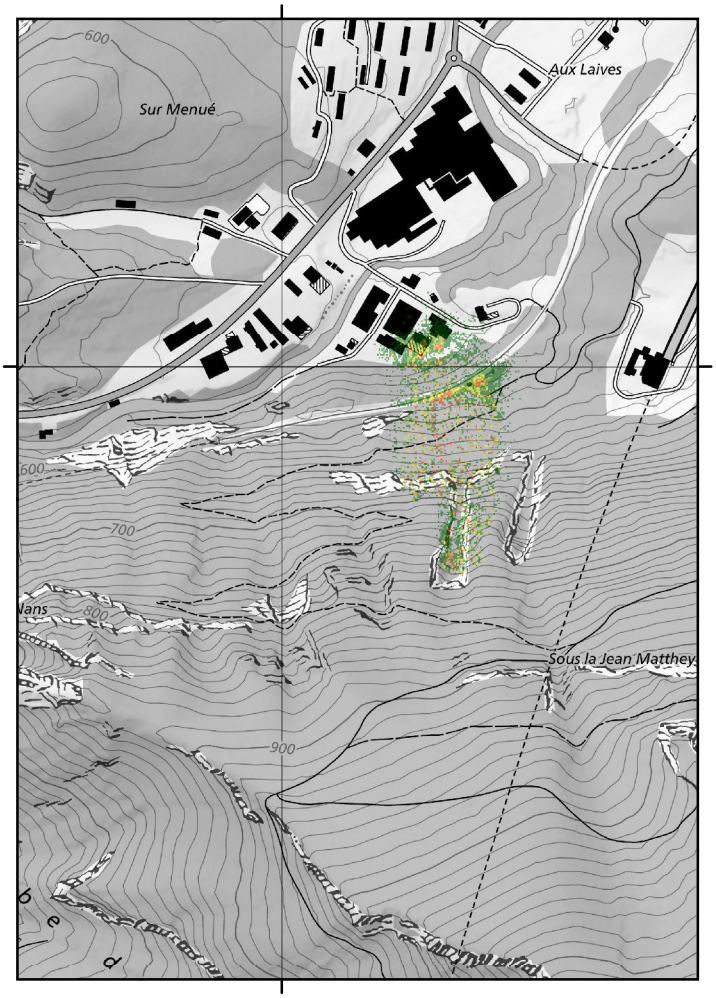
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_64	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

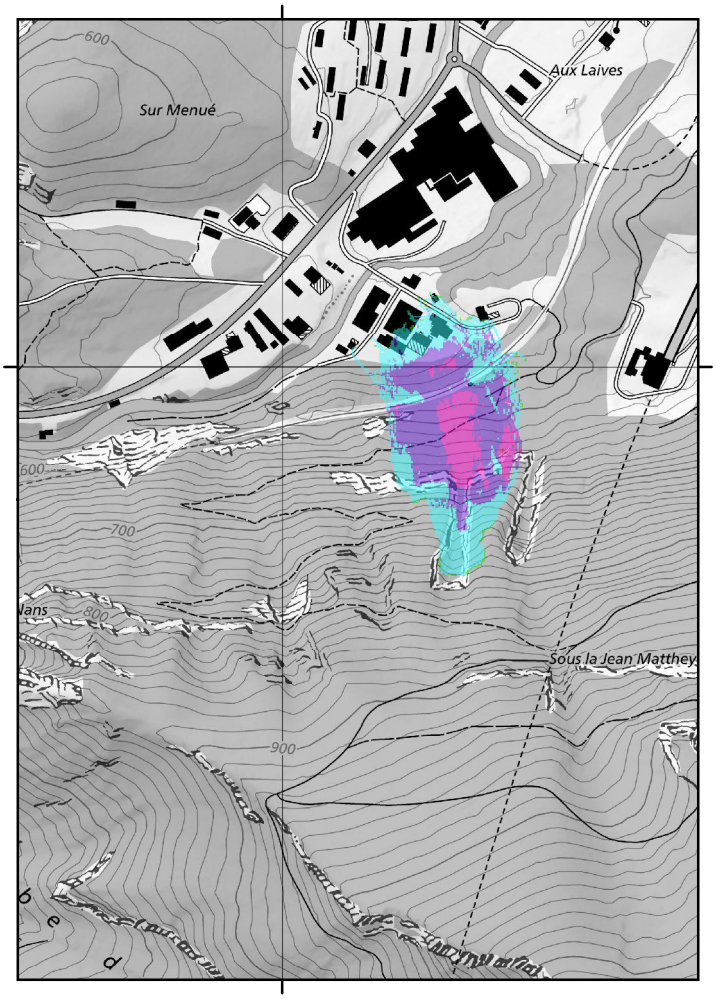
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 65 mit Rockyfor3D

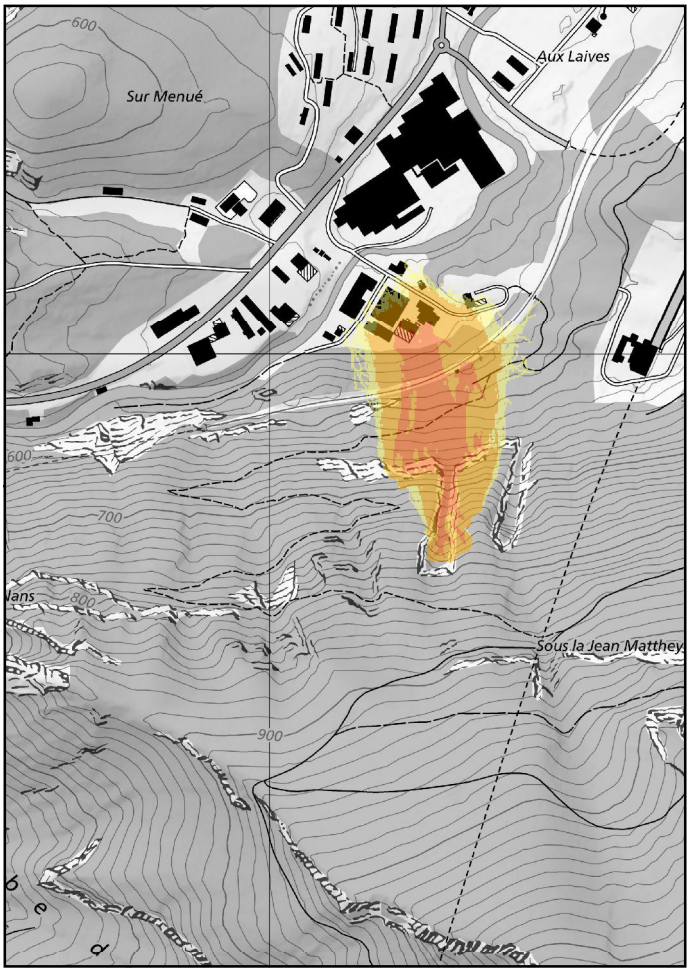
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: hoch/30 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.5 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

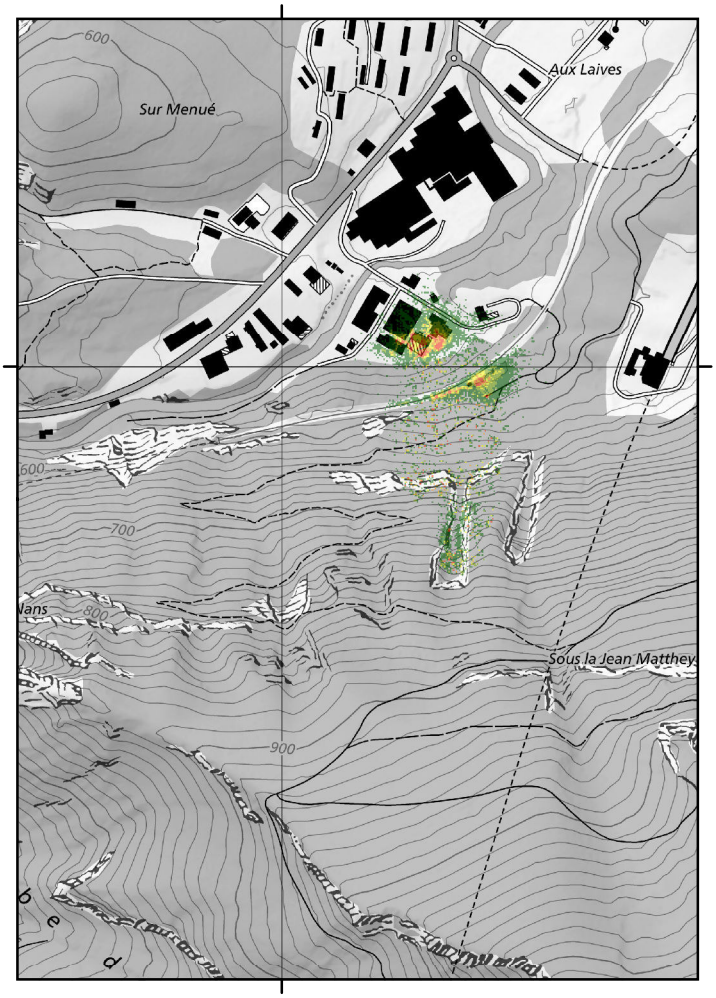
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_65	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

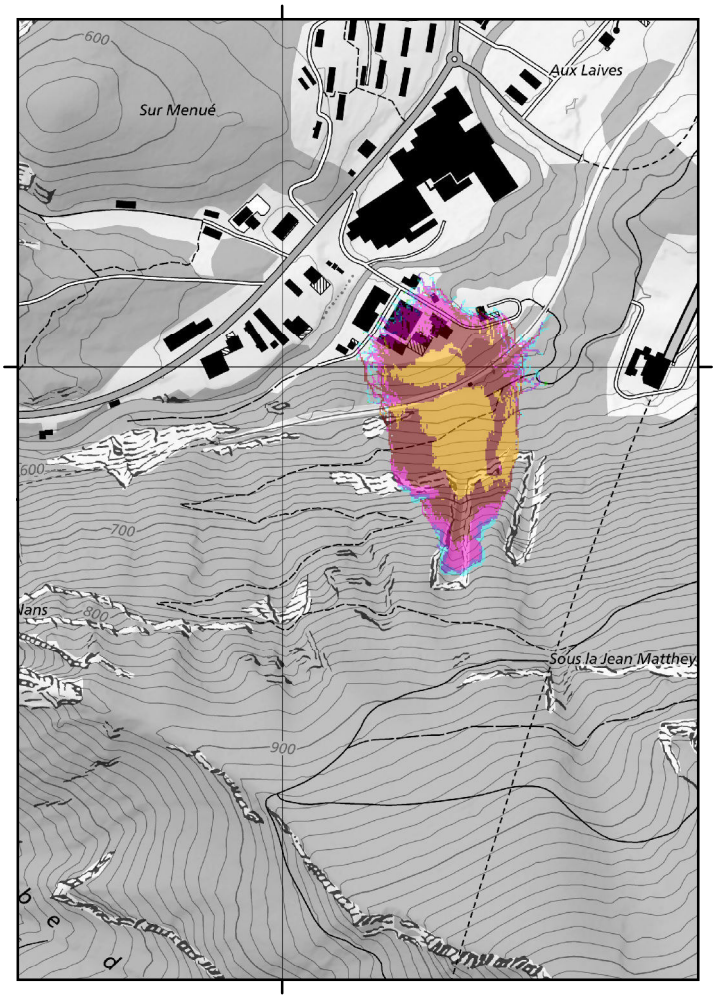
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 66 mit Rockyfor3D

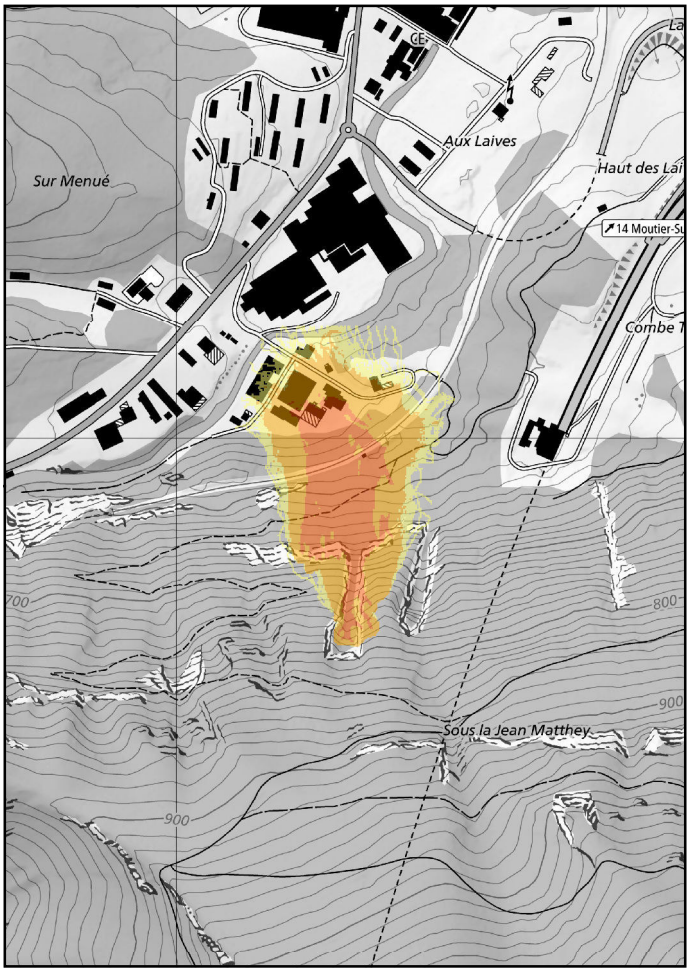
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 2.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

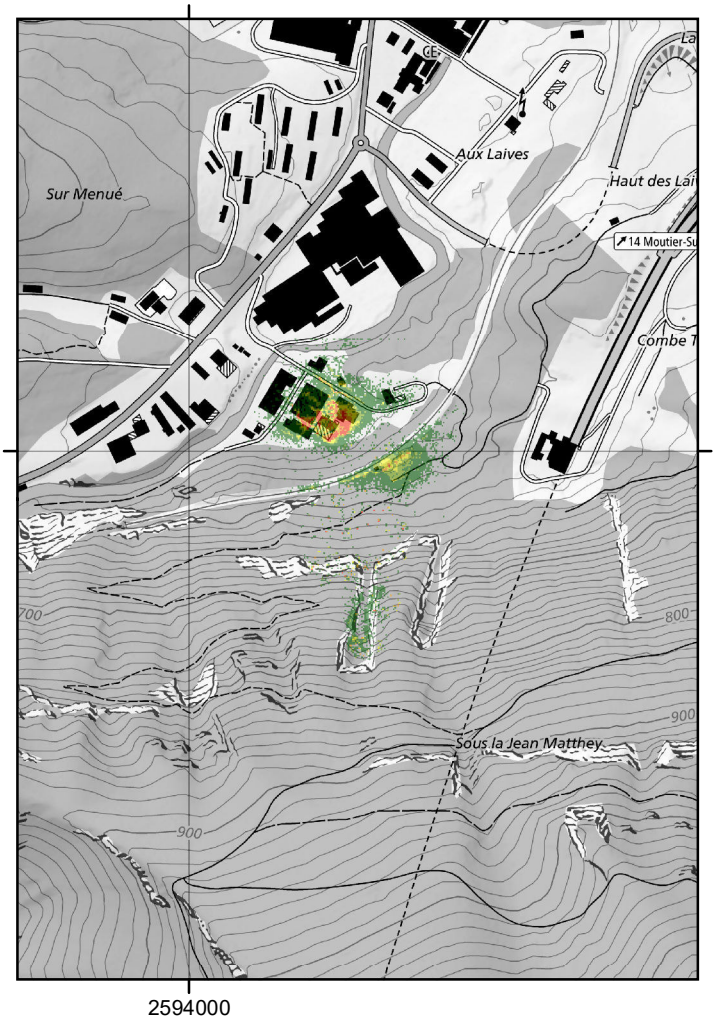
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_66	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

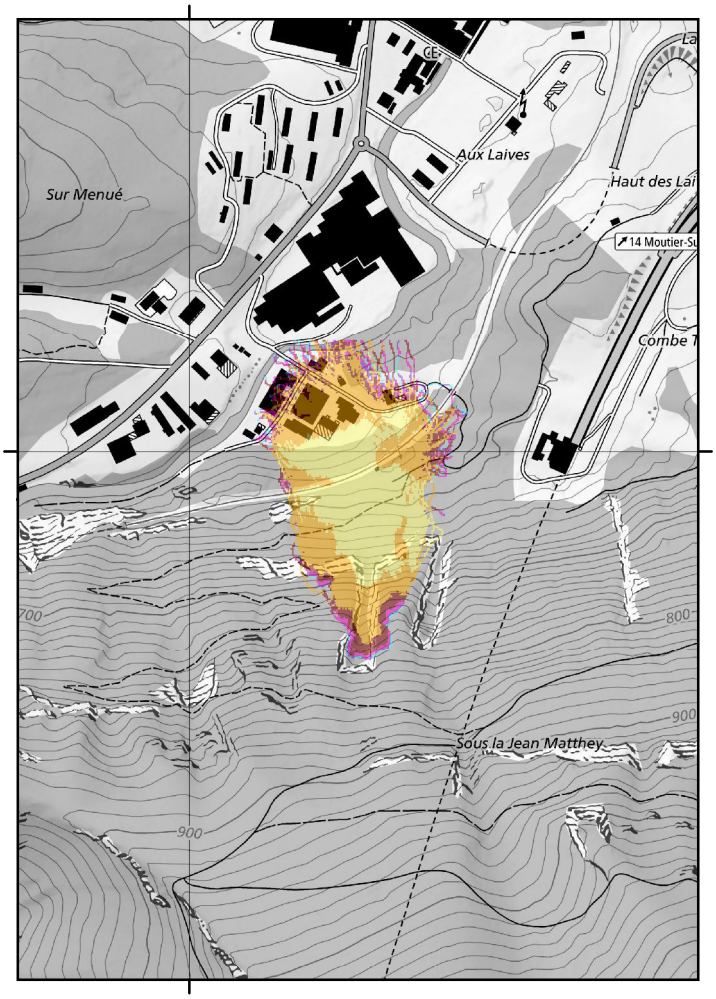
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 84 mit Rockyfor3D

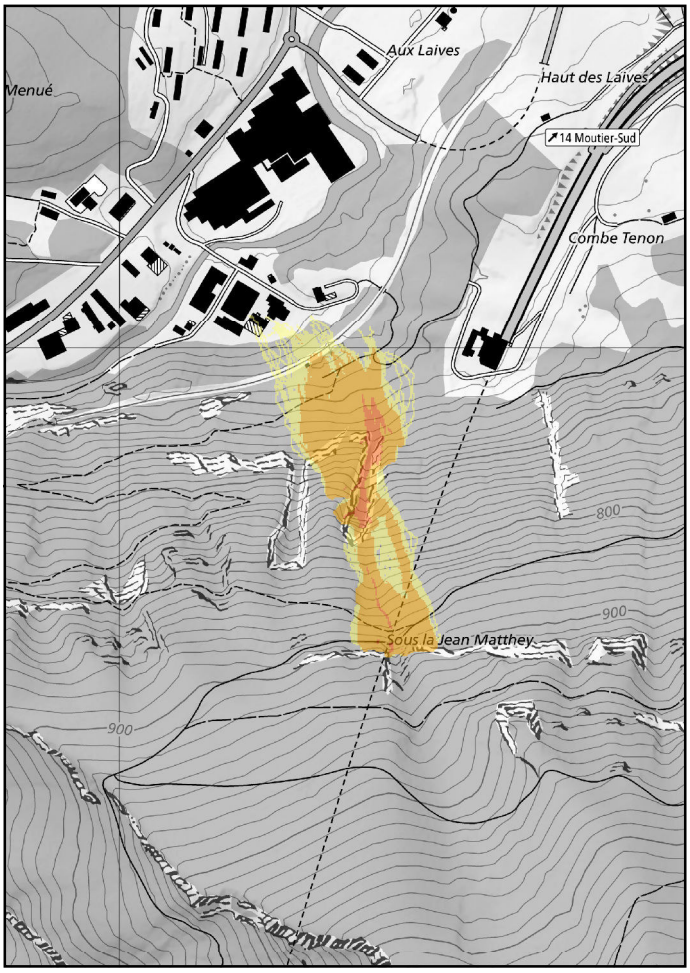
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 4.8 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

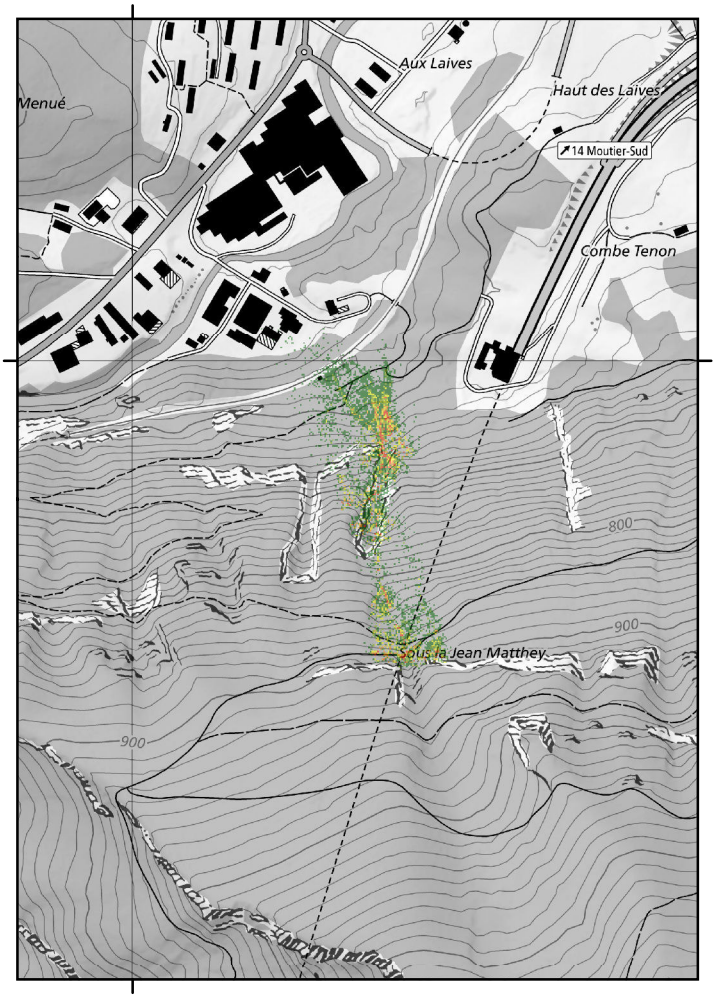
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_84	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

Trefferwahrscheinlichkeit [%]



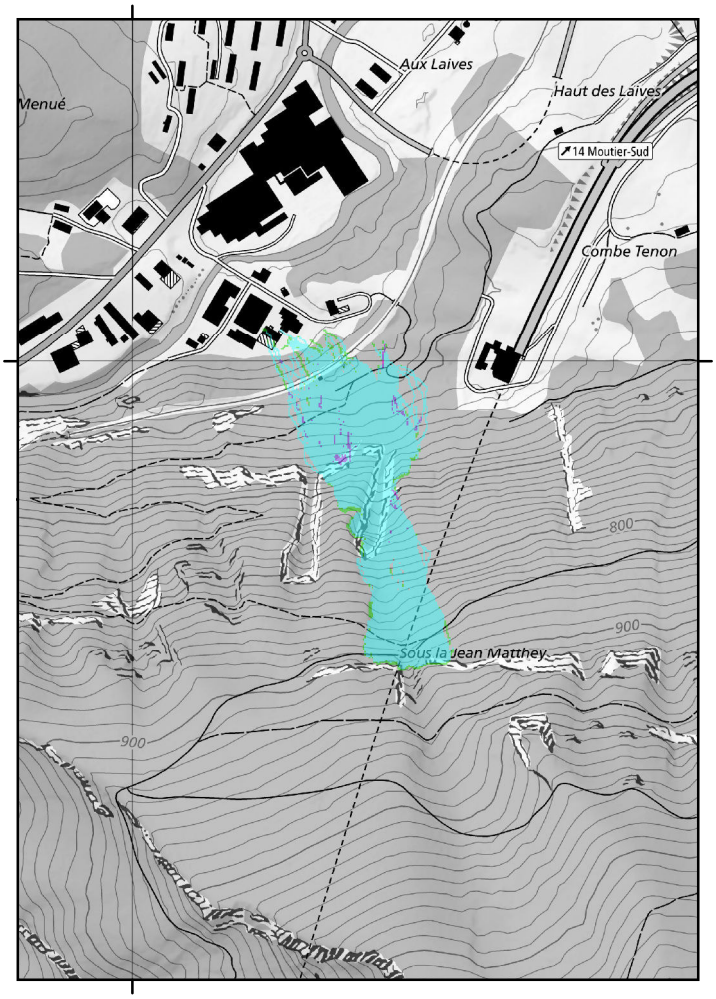
Anzahl abgelagerte Steine



1235000

2594000

Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 85 mit Rockyfor3D

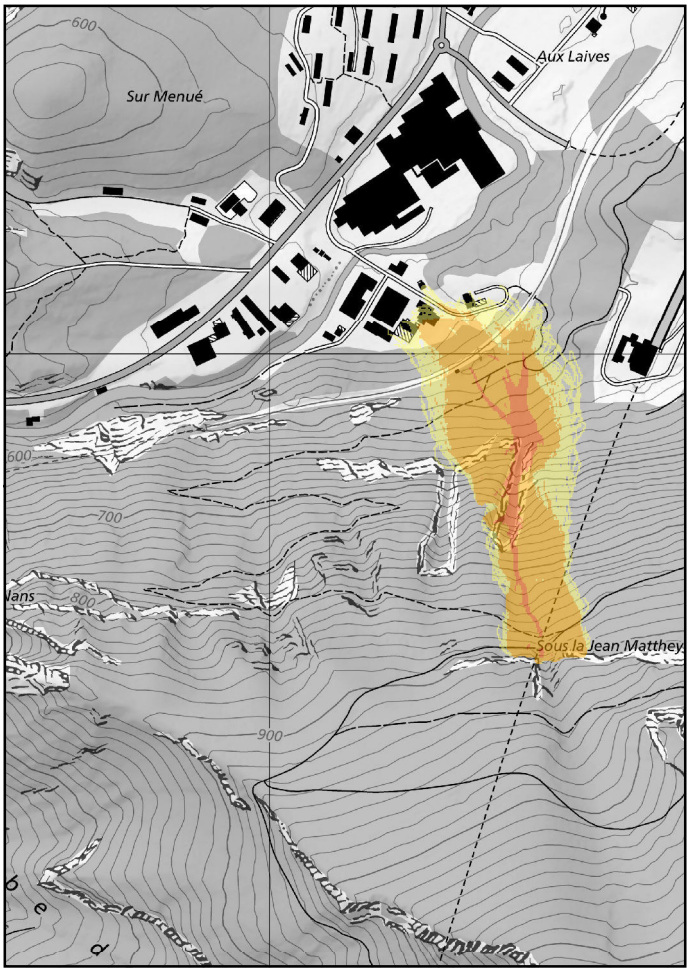
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: 10 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.24 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

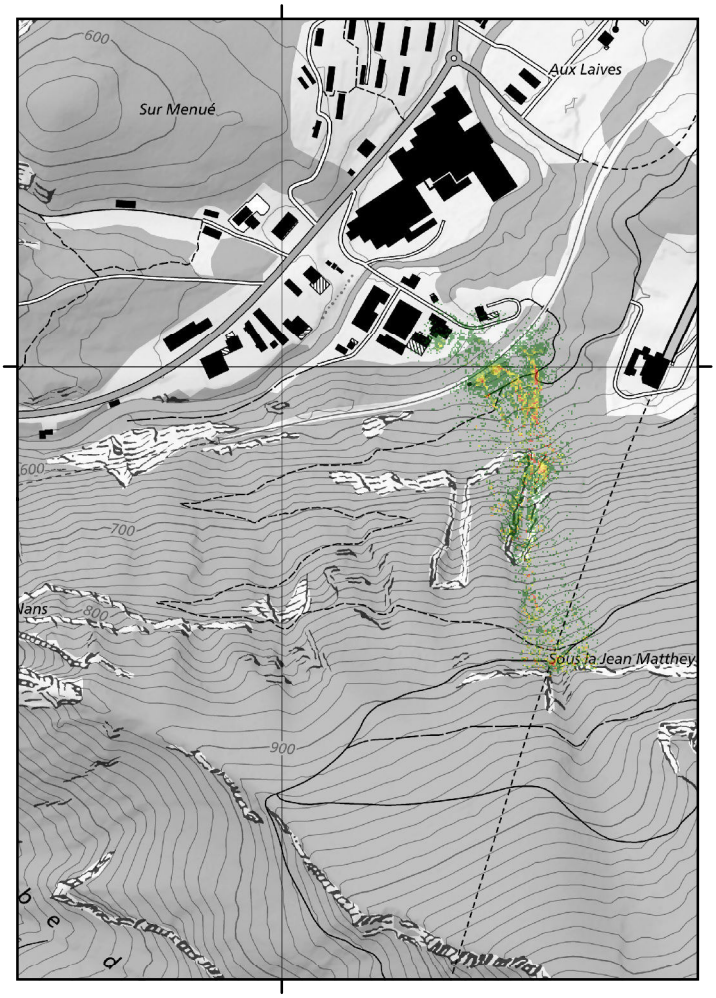
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_85	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

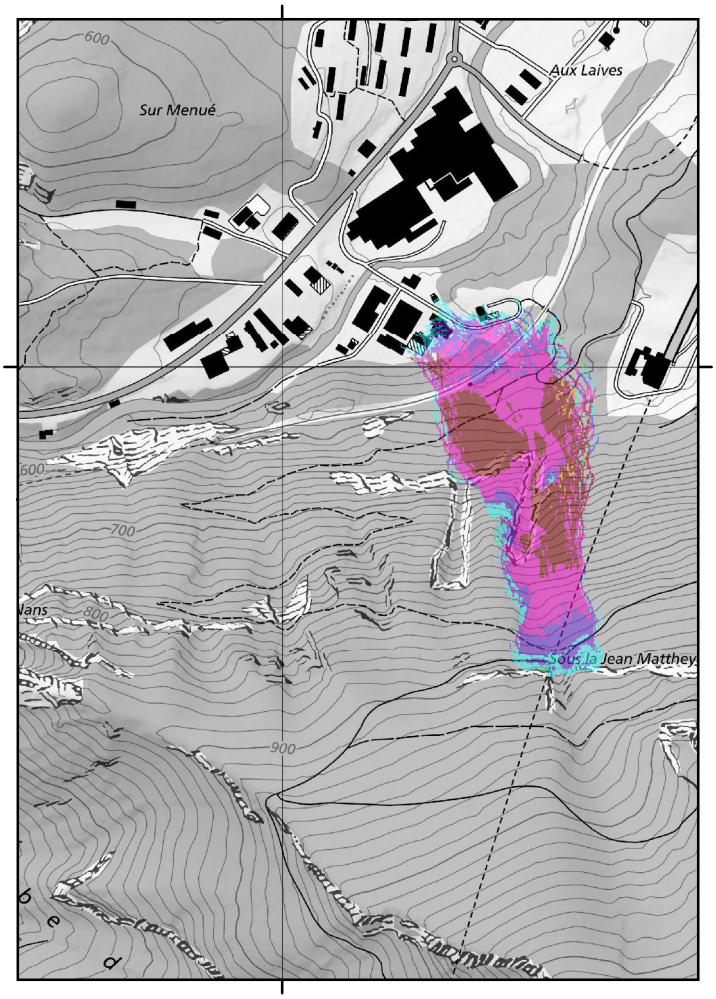
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 68 mit Rockyfor3D

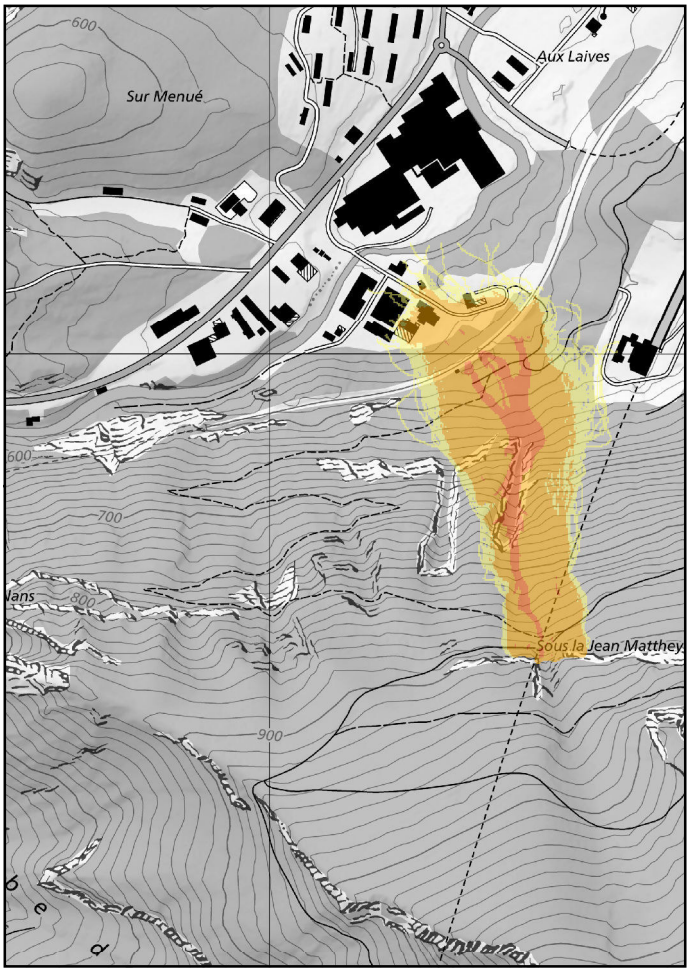
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: hoch/30 Jahre
Gesteinsvolumen: 1.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

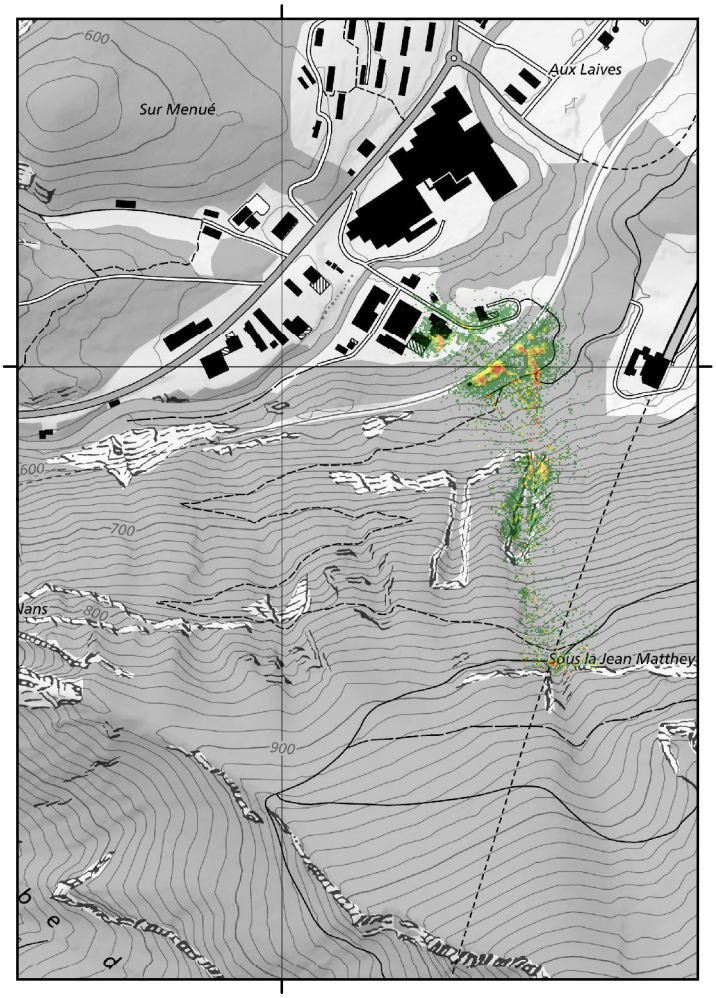
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_68	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

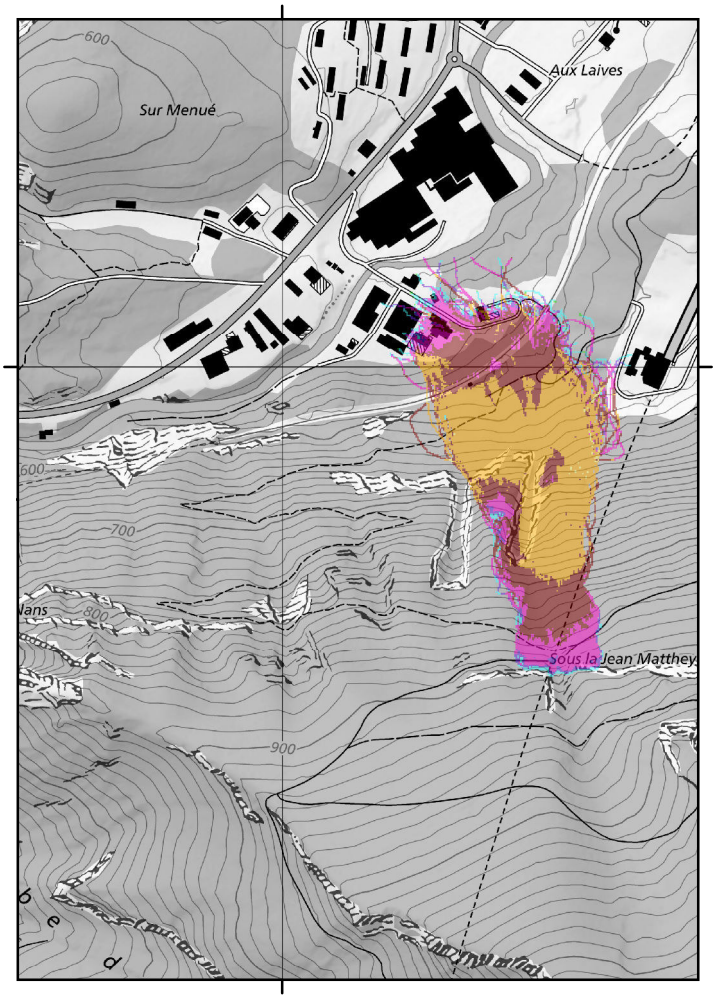
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 69 mit Rockyfor3D

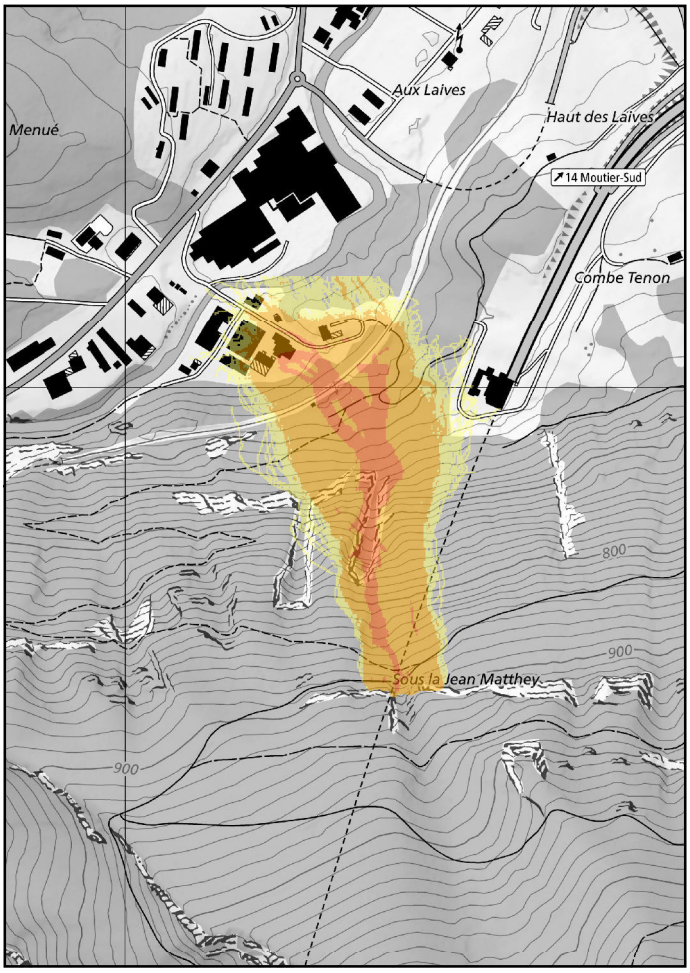
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 2.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

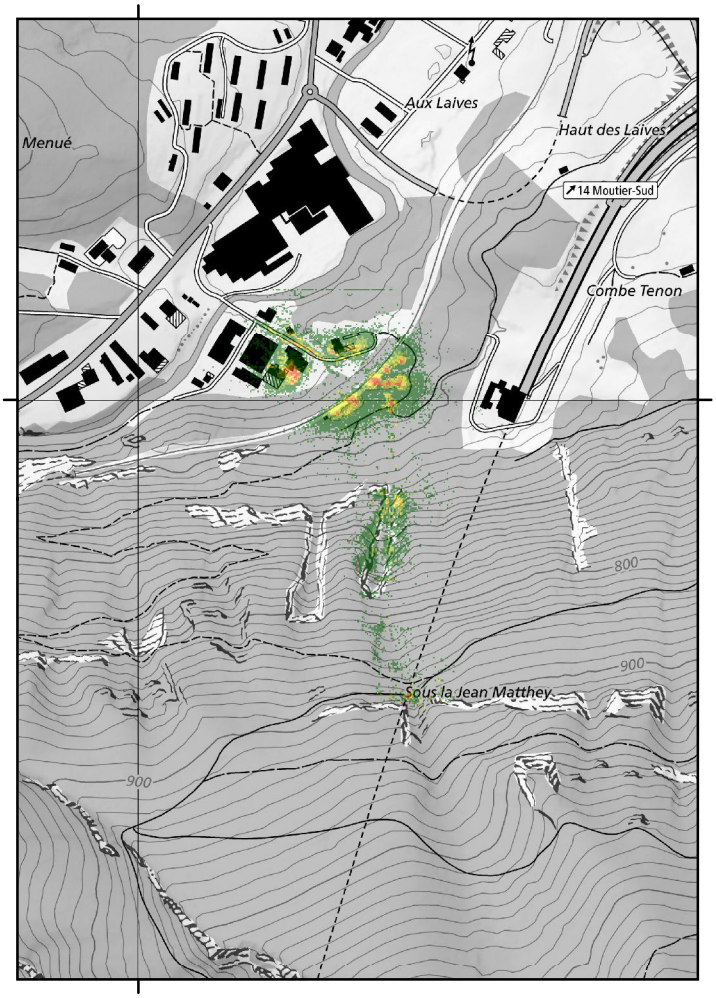
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_69	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

Trefferwahrscheinlichkeit [%]



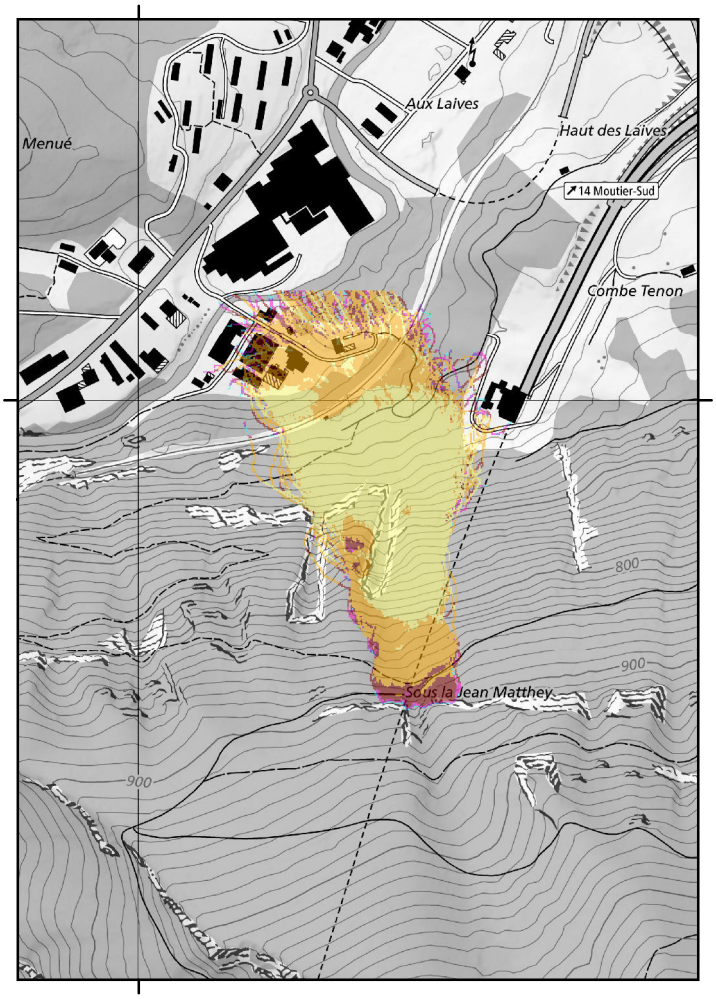
Anzahl abgelagerte Steine



1235000

2594000

Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 86 mit Rockyfor3D

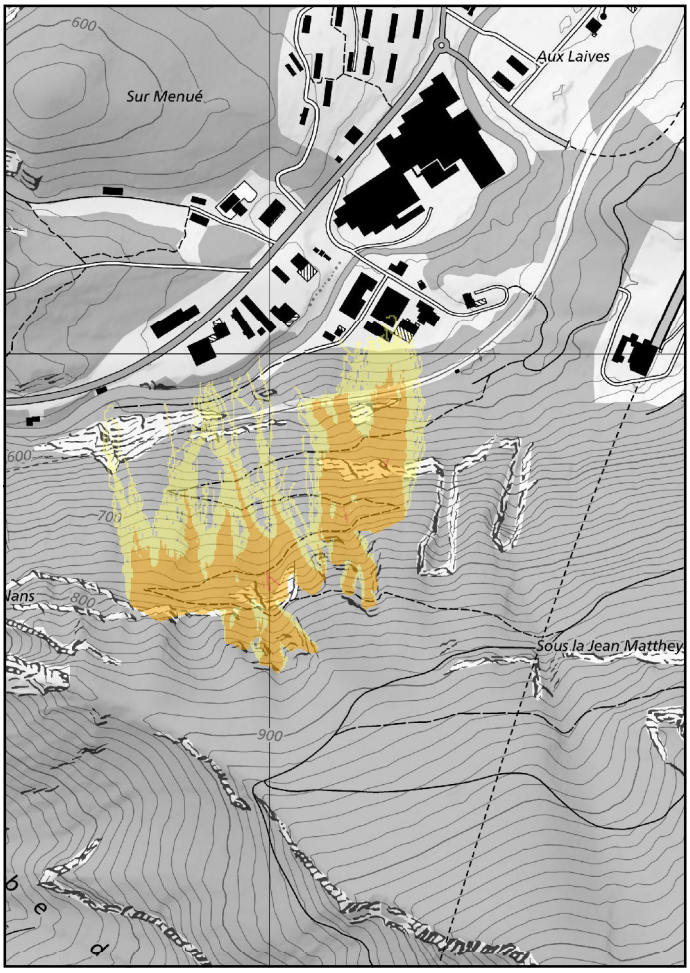
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 4.8 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

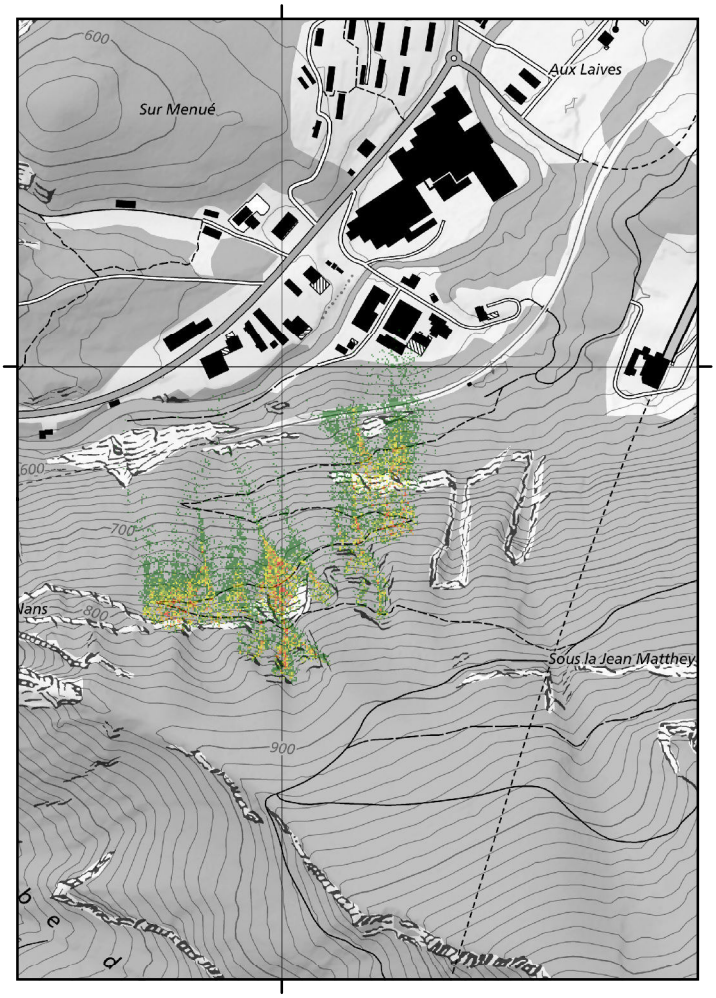
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_86	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

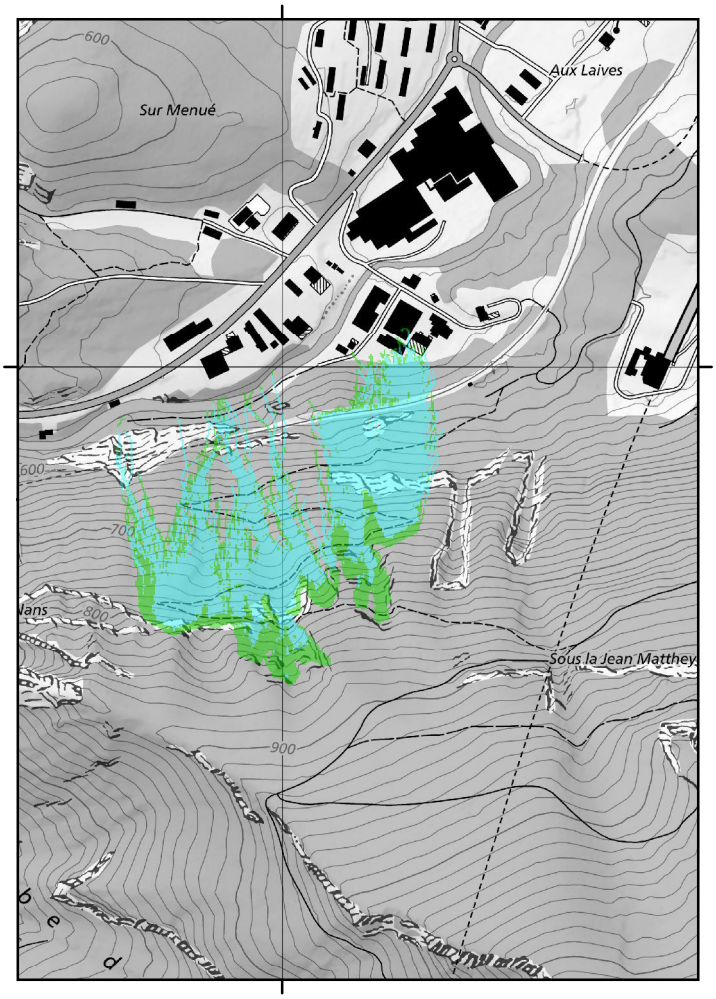
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 71 mit Rockyfor3D

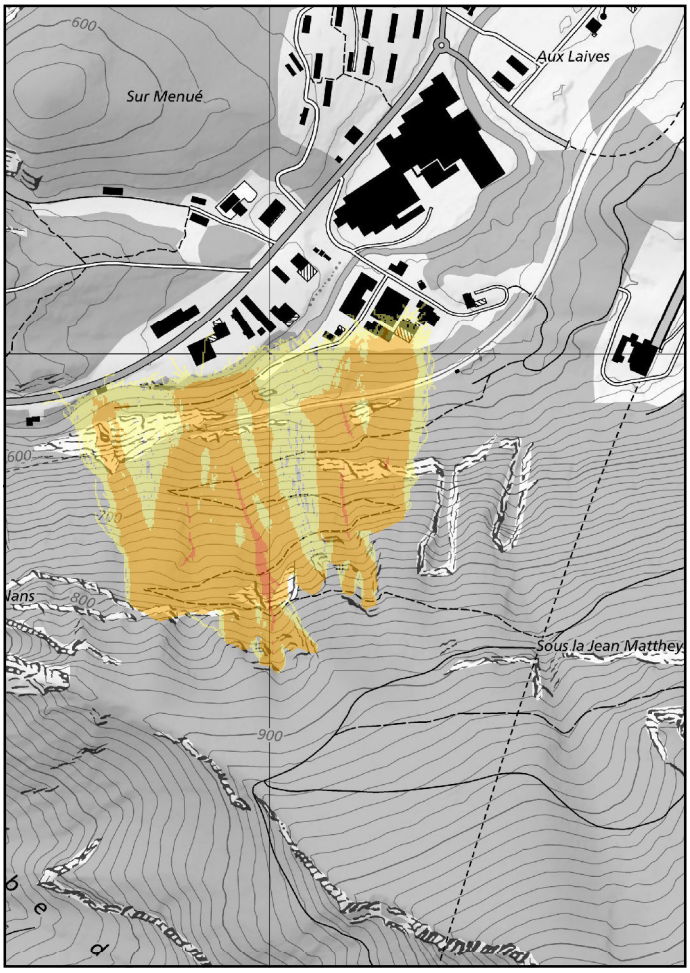
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit:
10 Jahre; 30 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.1 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MIW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

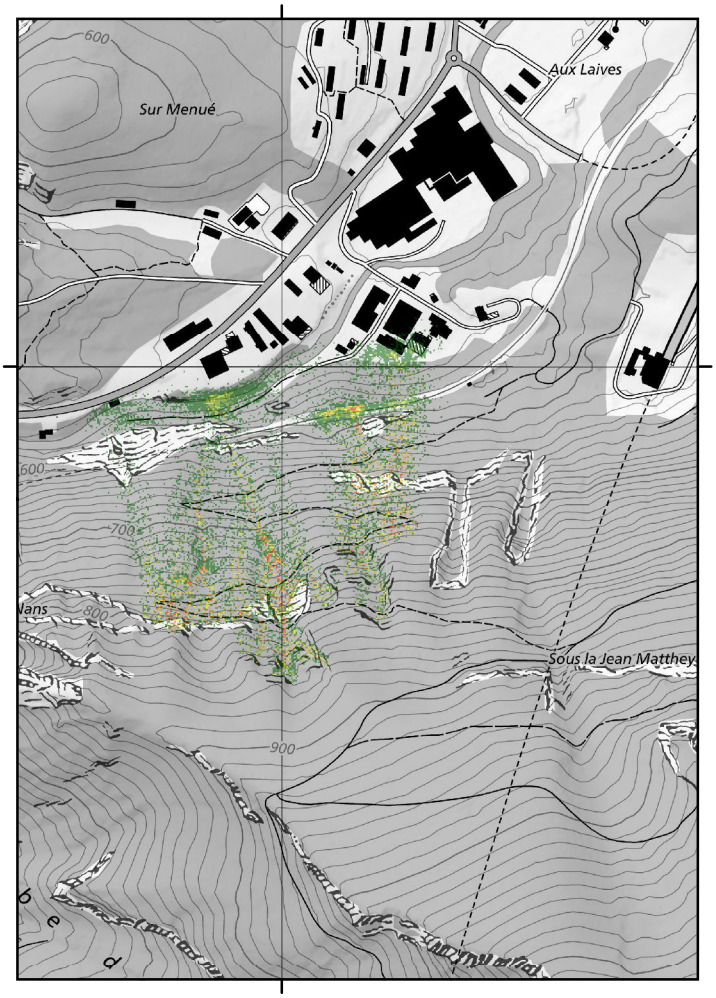
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_71	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

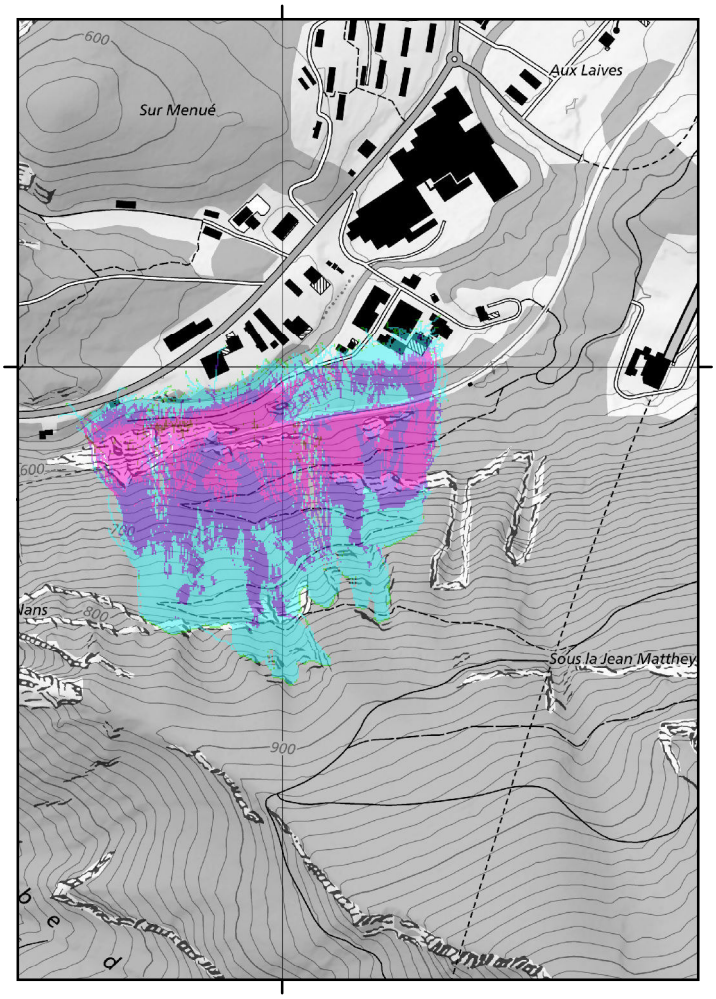
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 72 mit Rockyfor3D

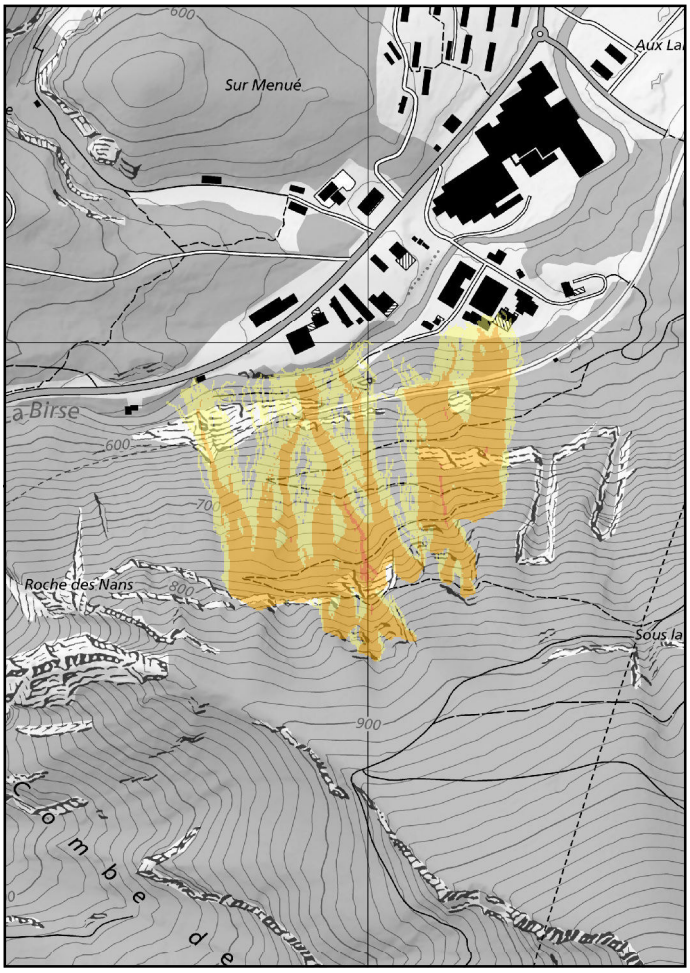
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.5 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MIW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

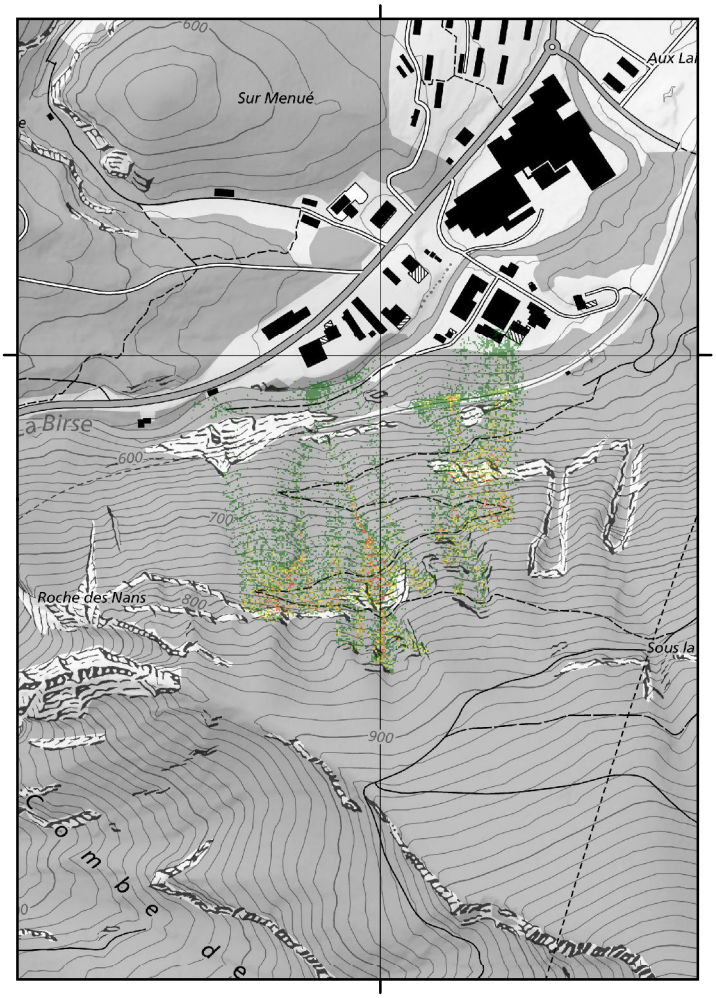
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_72	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

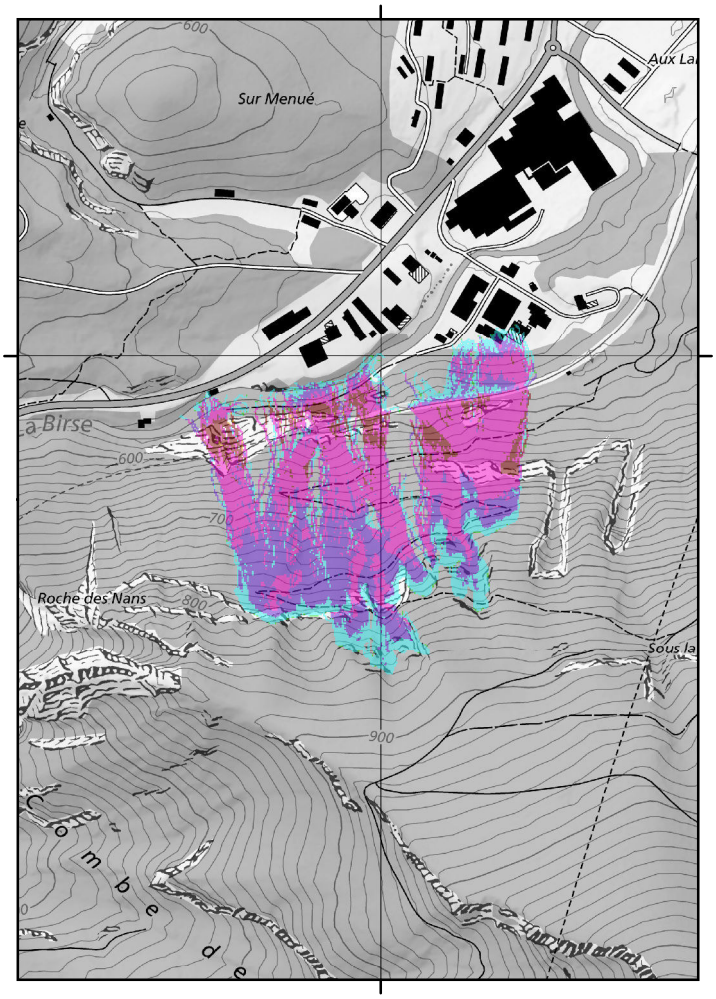
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 87 mit Rockyfor3D

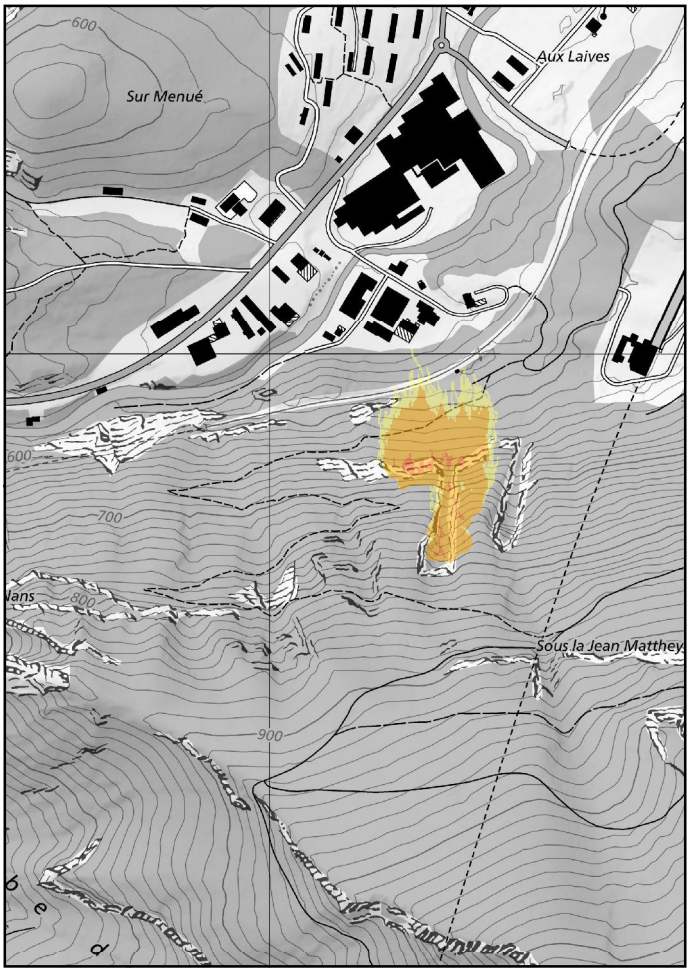
Gefahrenpotential: GP 40
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 1.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MIW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

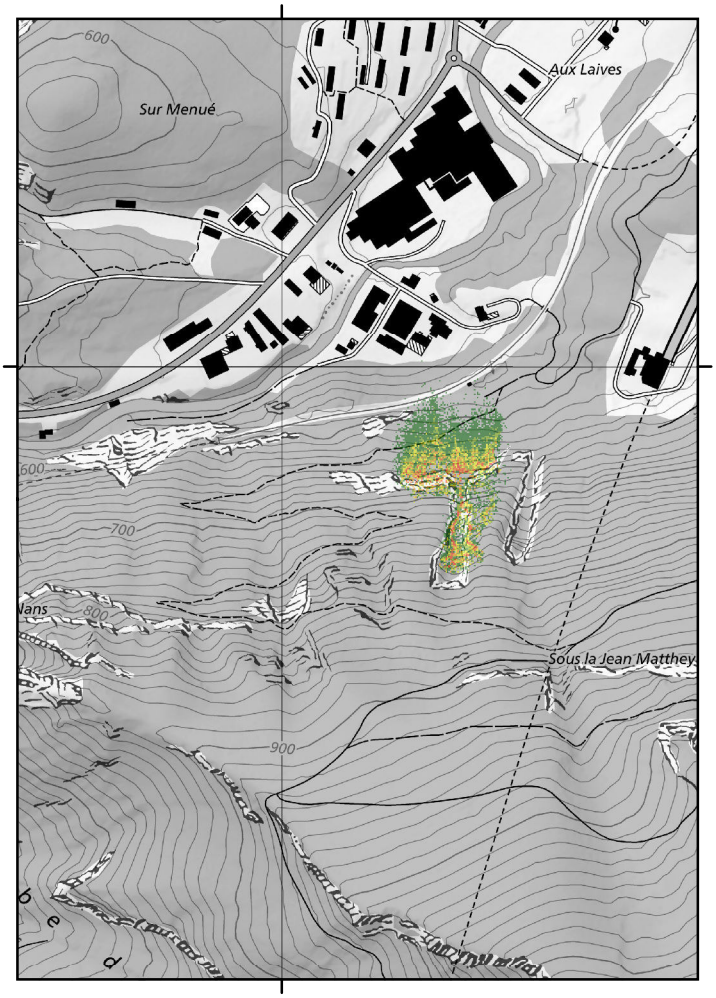
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_87	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

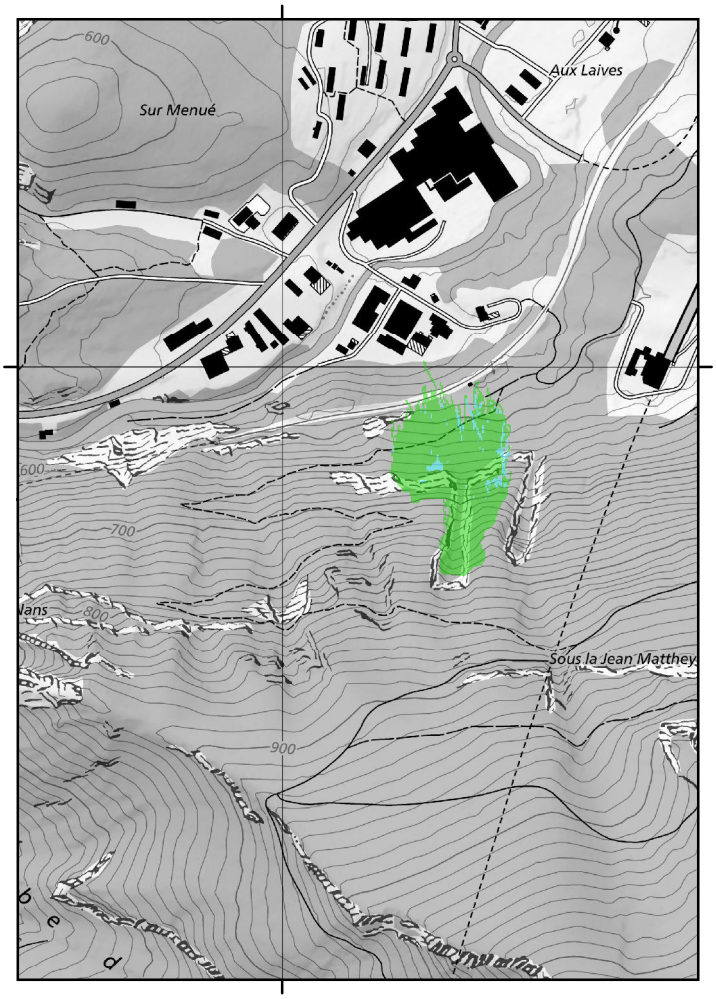
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 73 mit Rockyfor3D

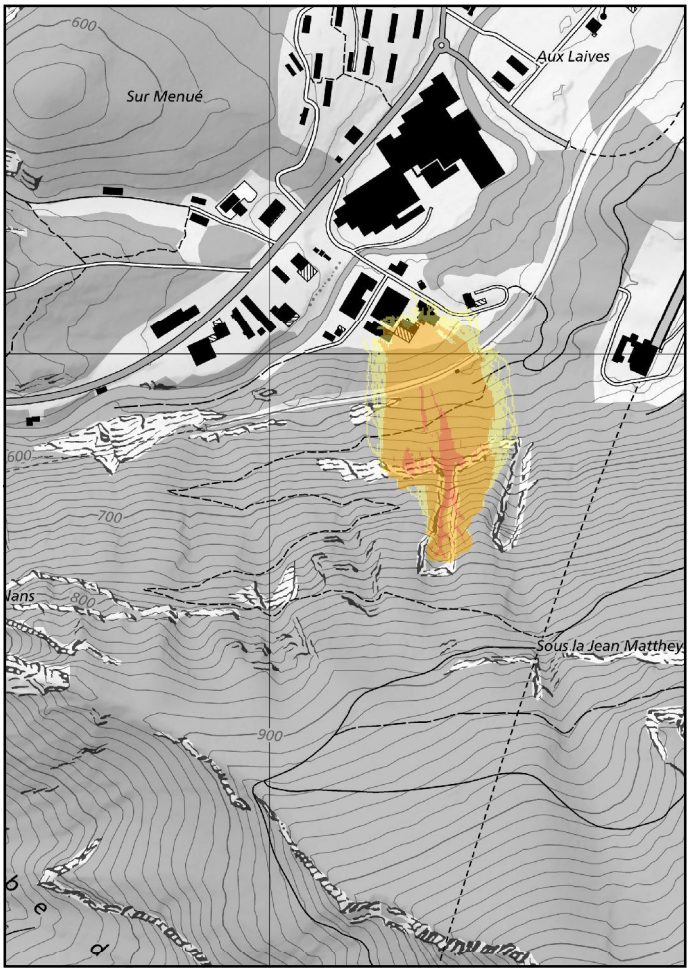
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: 10 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.05 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MIW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

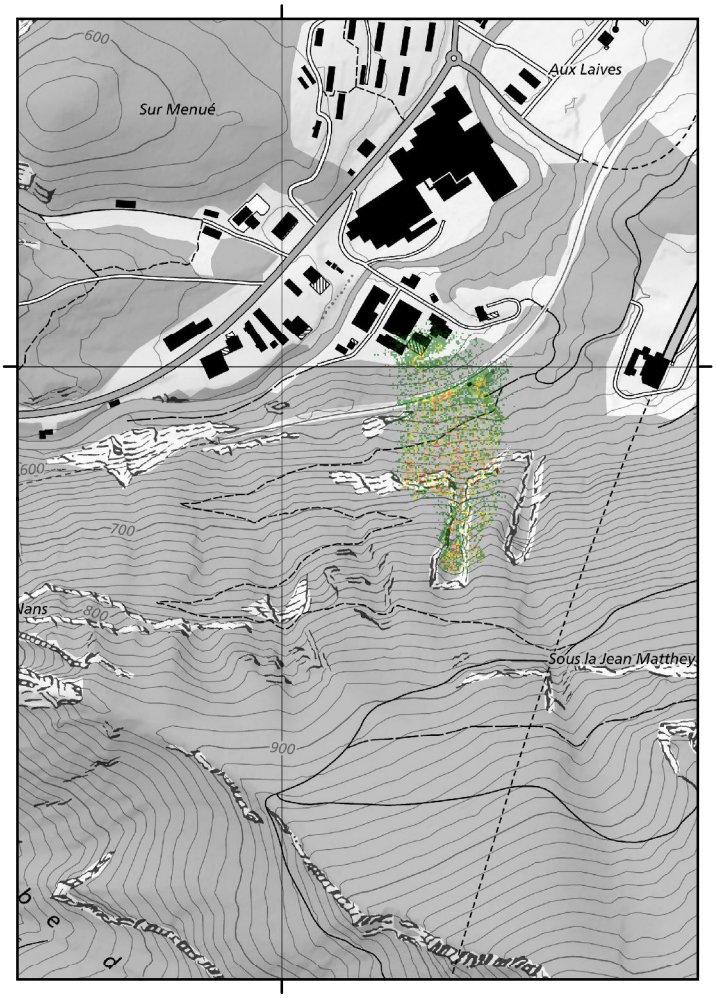
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_73	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

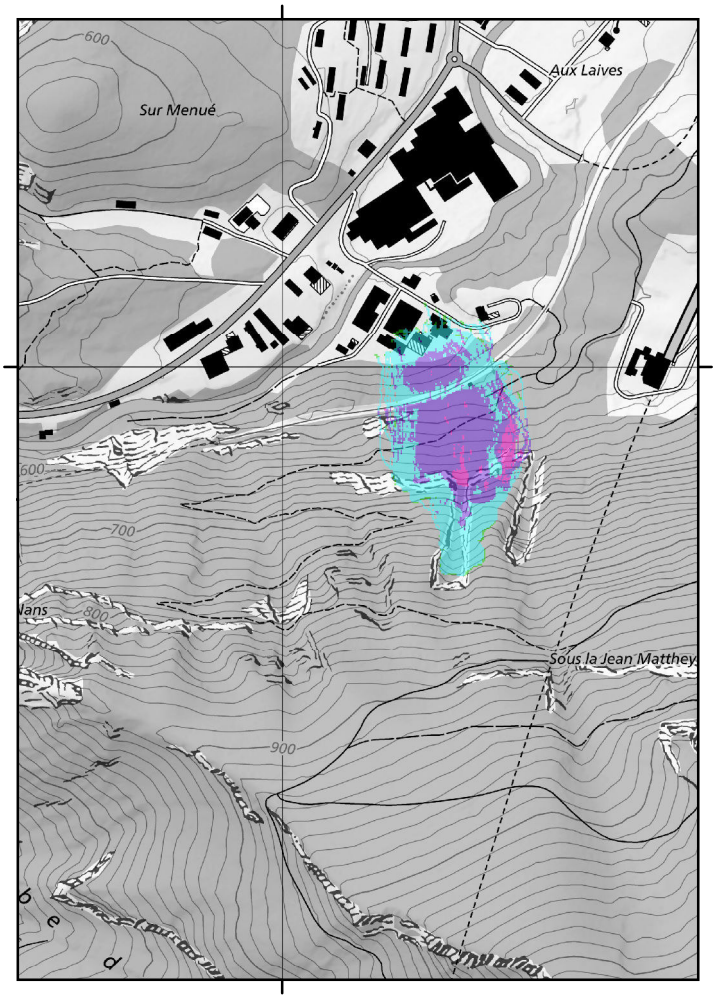
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 74 mit Rockyfor3D

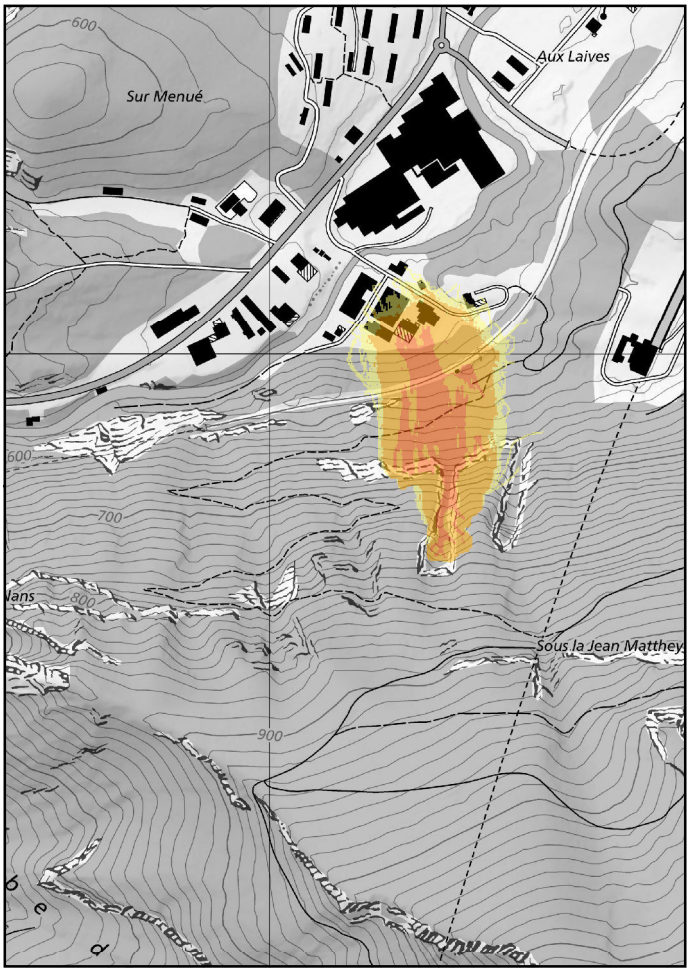
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: hoch/30 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.5 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MIW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

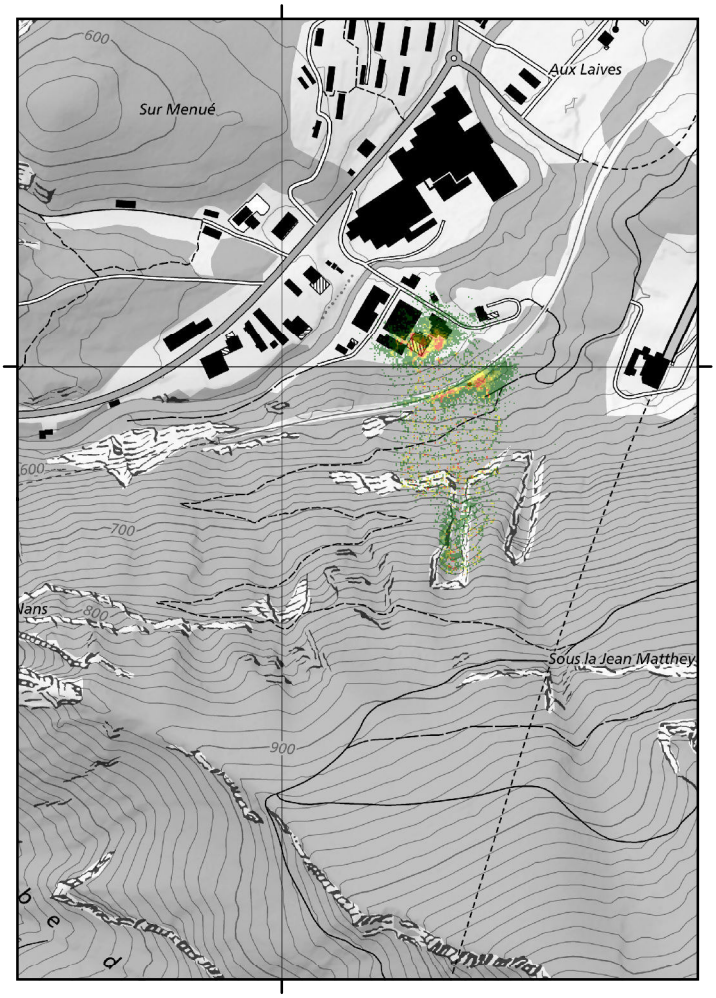
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_74	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

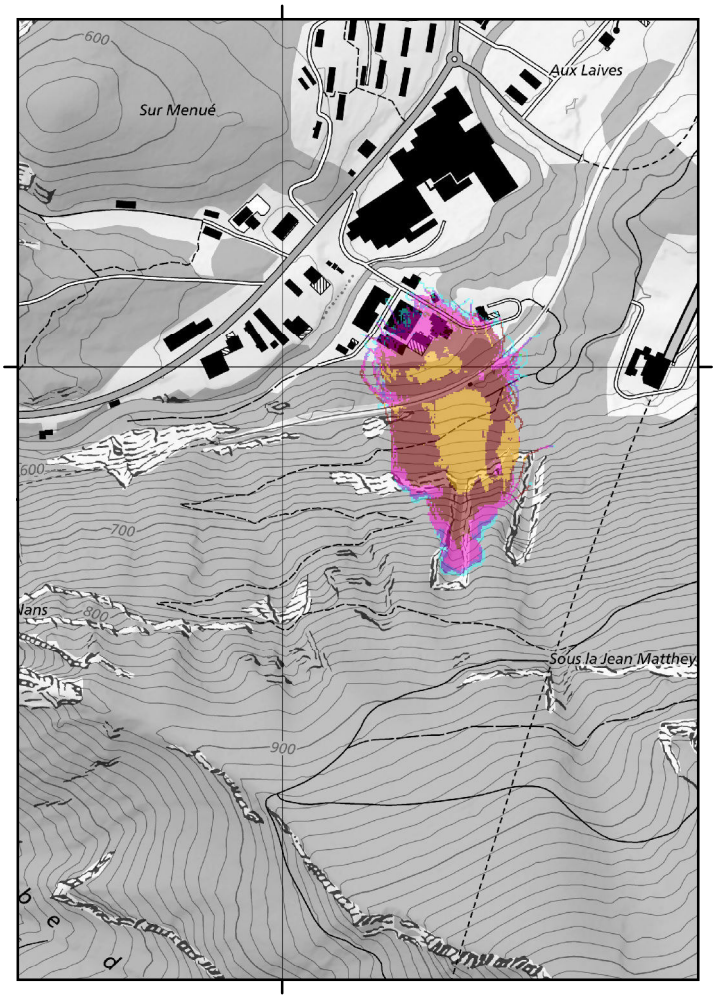
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 75 mit Rockyfor3D

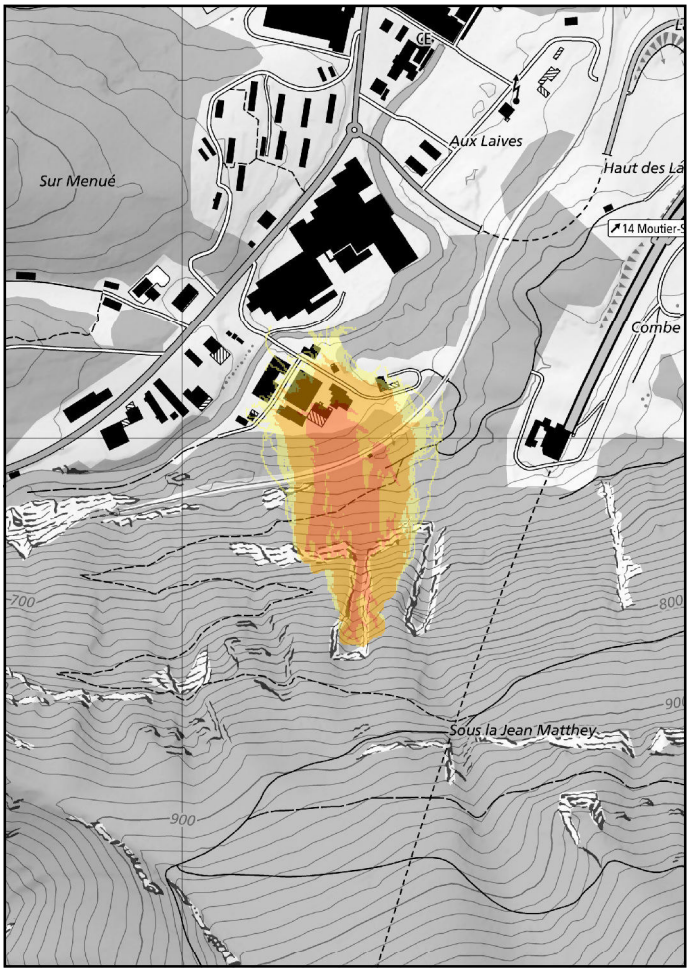
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.5 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MIW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

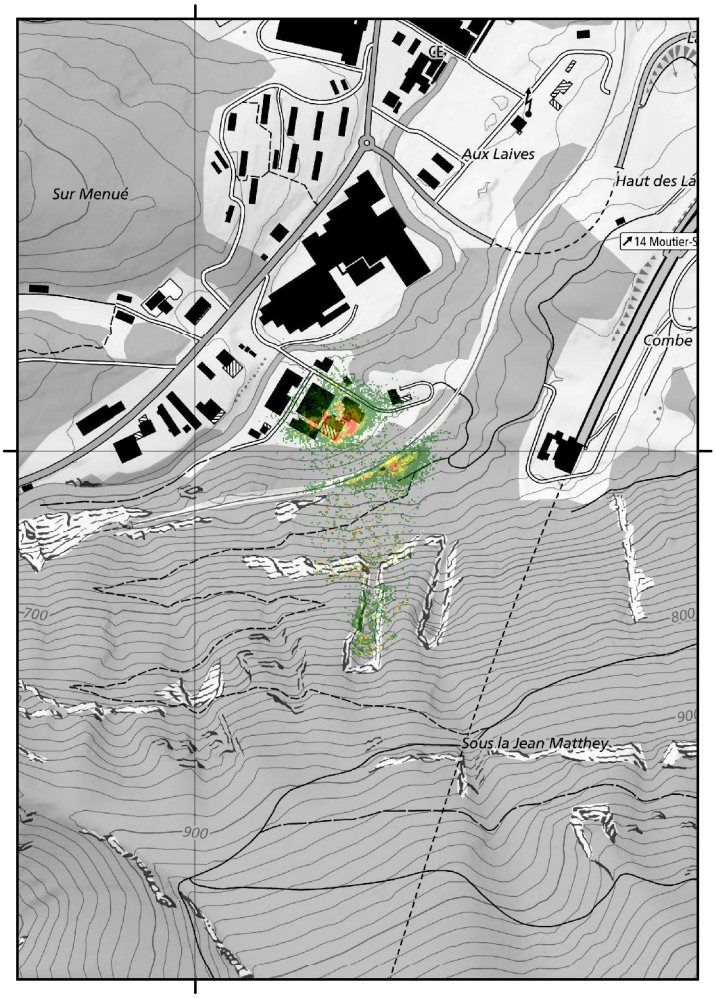
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_75	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

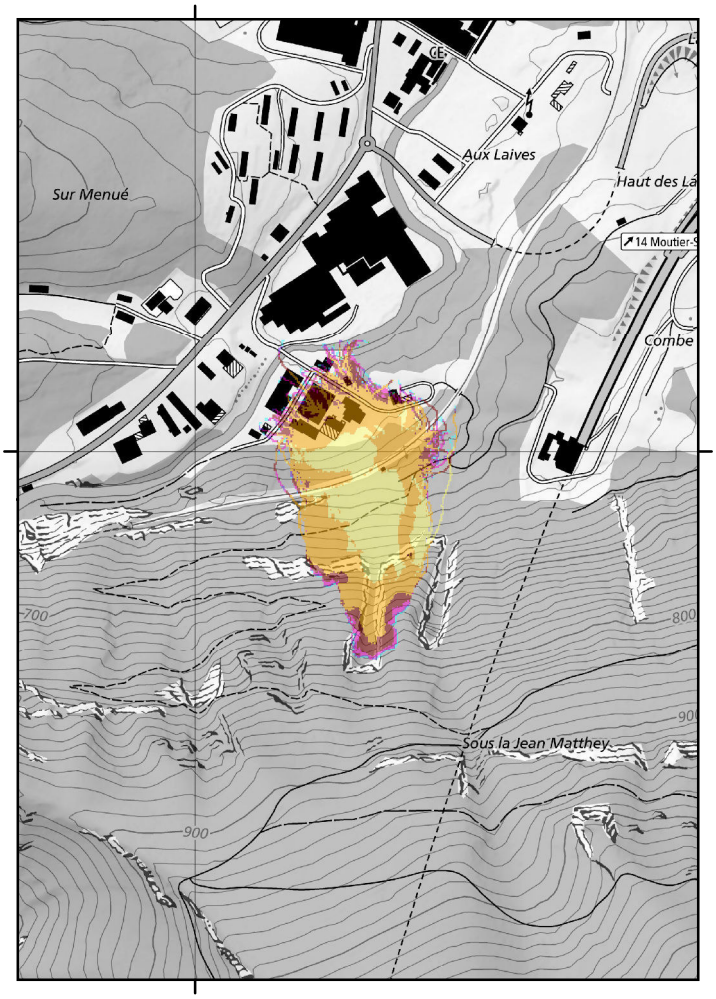
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 88 mit Rockyfor3D

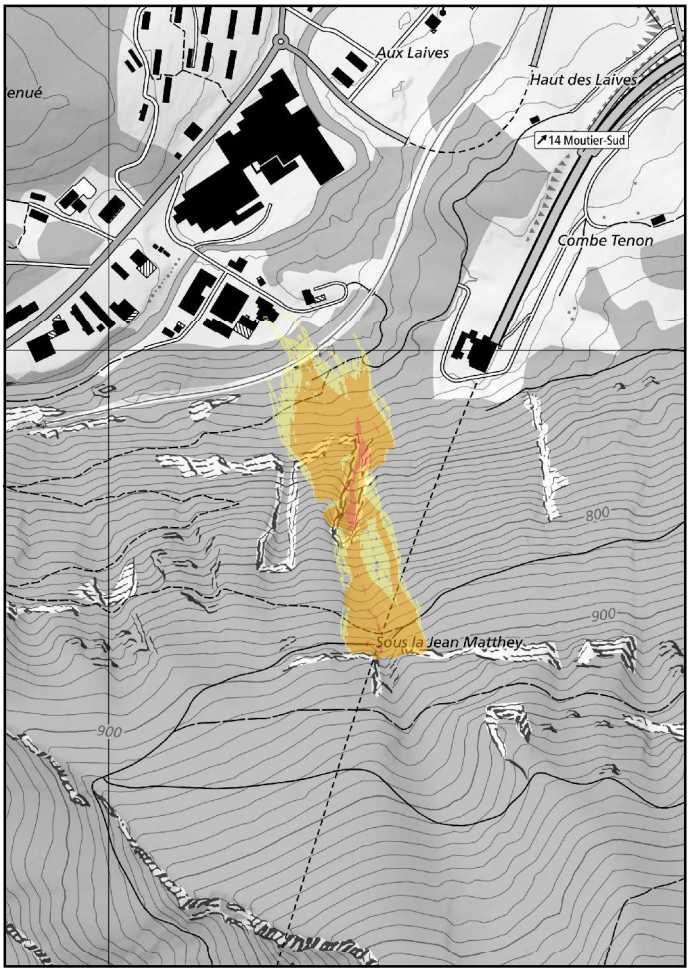
Gefahrenpotential: GP 41
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 4.8 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

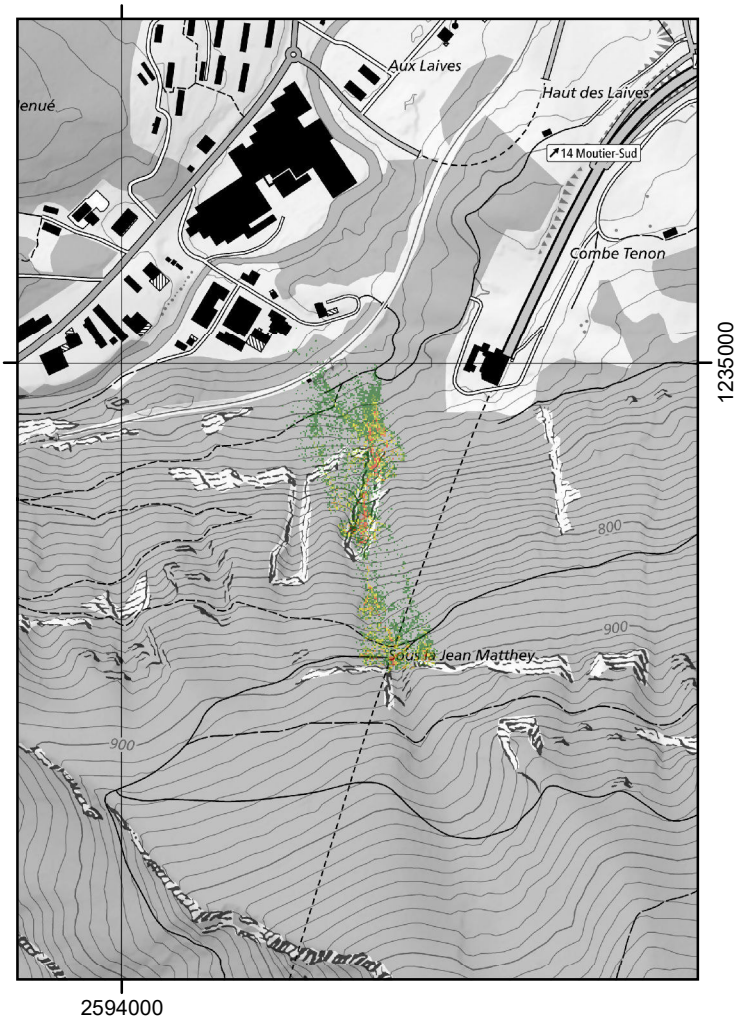
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_88	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

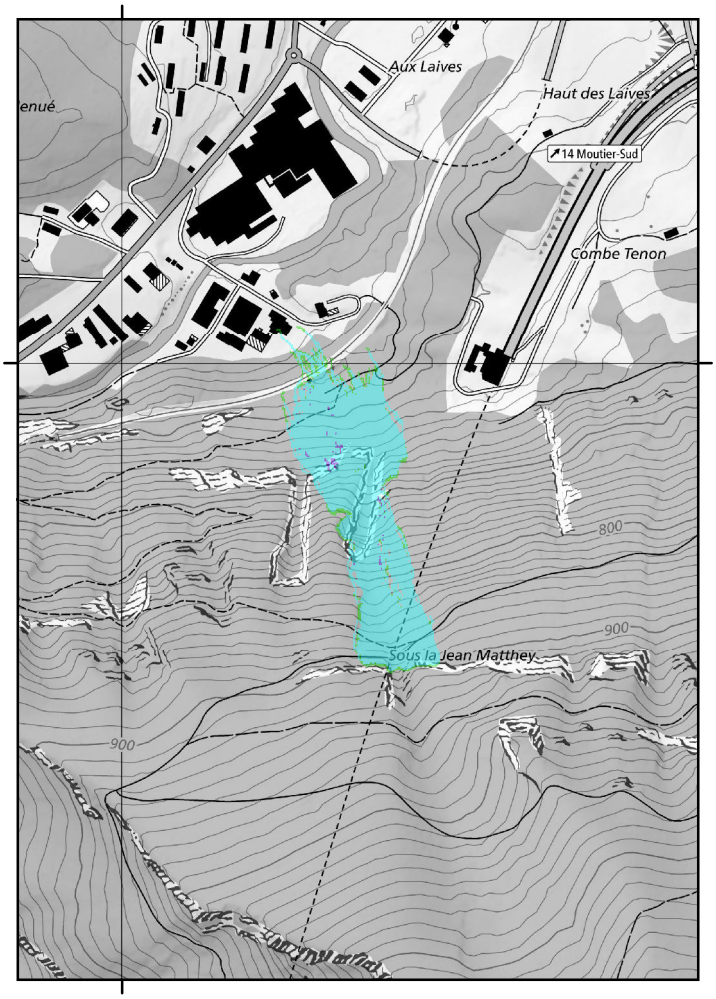
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 89 mit Rockyfor3D

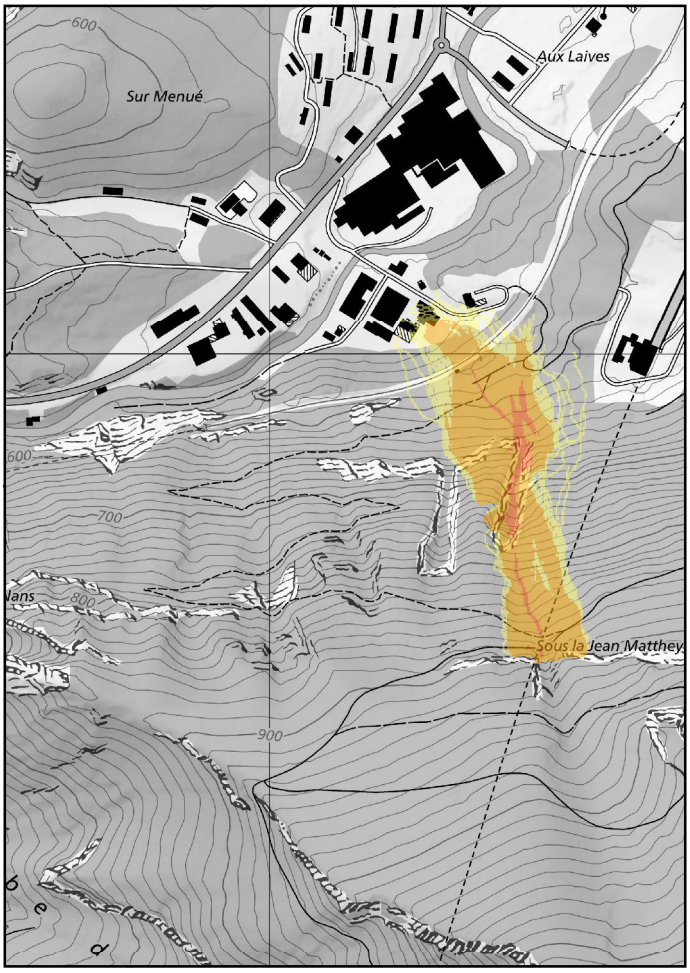
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: 10 Jahre
Gesteinsvolumen: 0.24 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

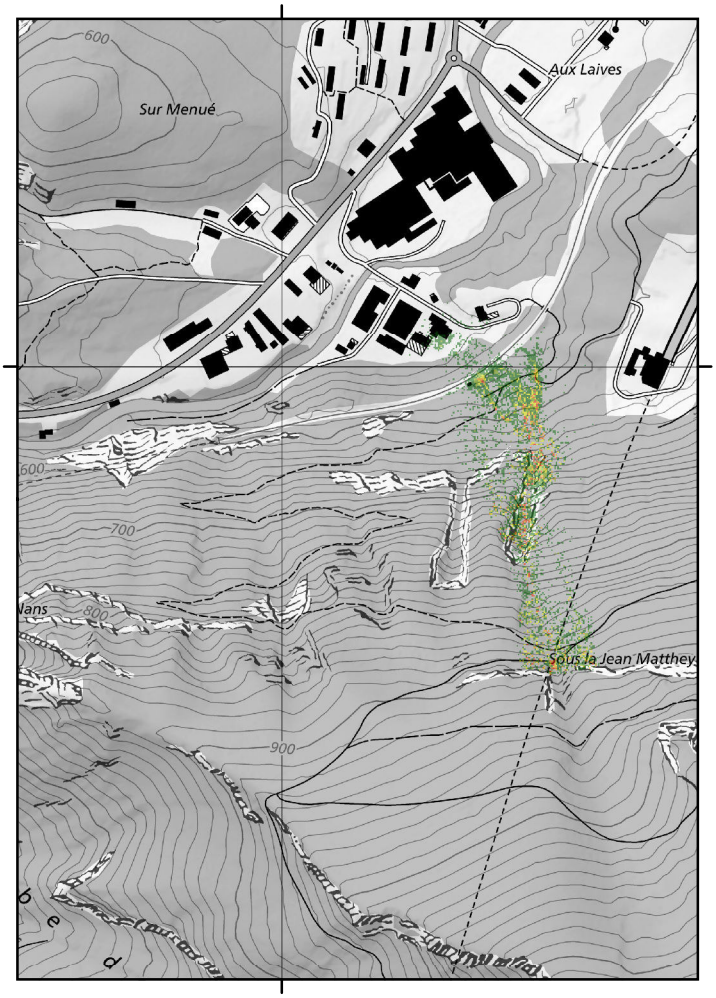
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_89	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

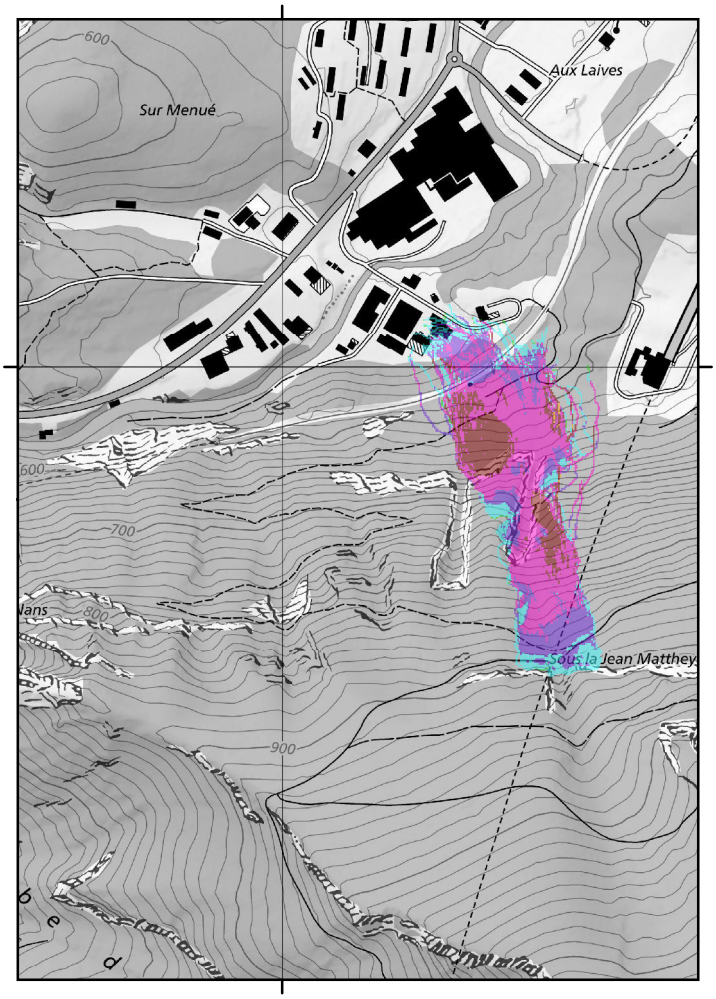
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 77 mit Rockyfor3D

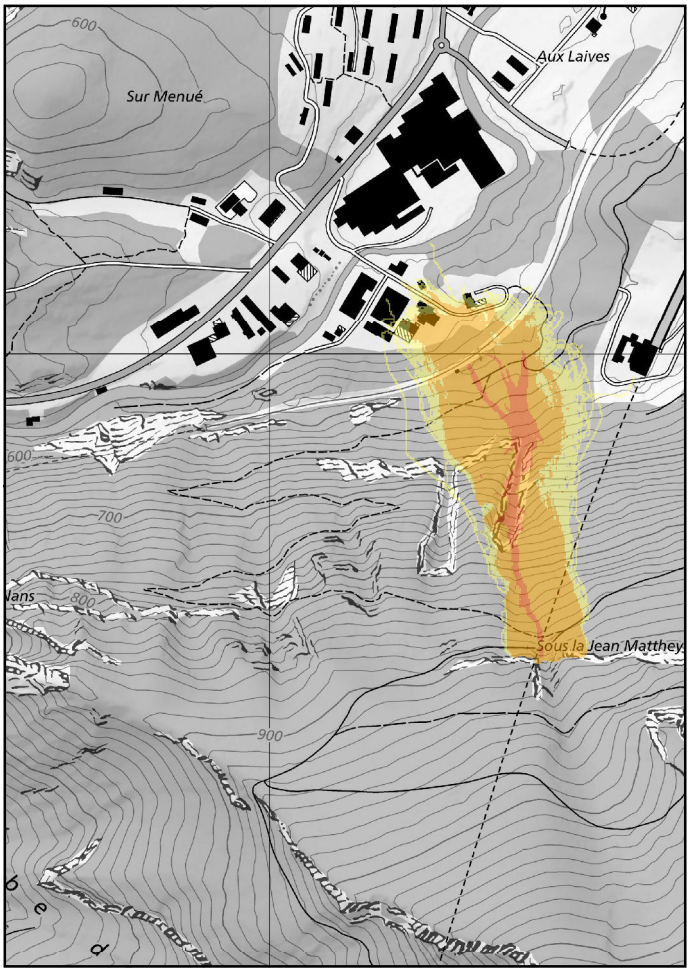
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: hoch/30 Jahre
Gesteinsvolumen: 1.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MIW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

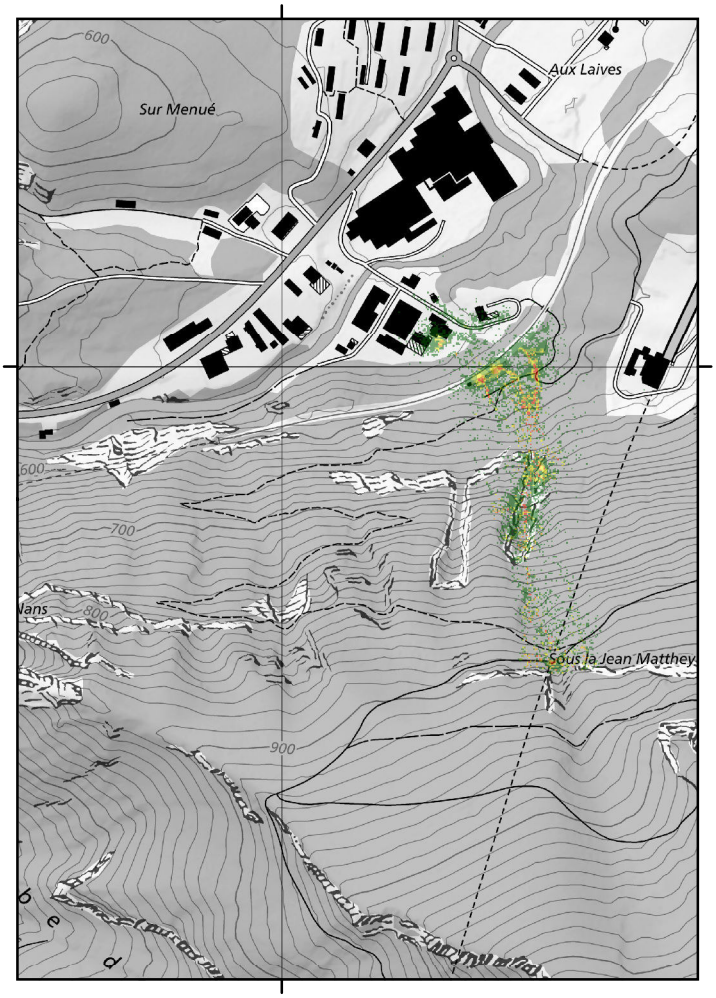
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_77	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

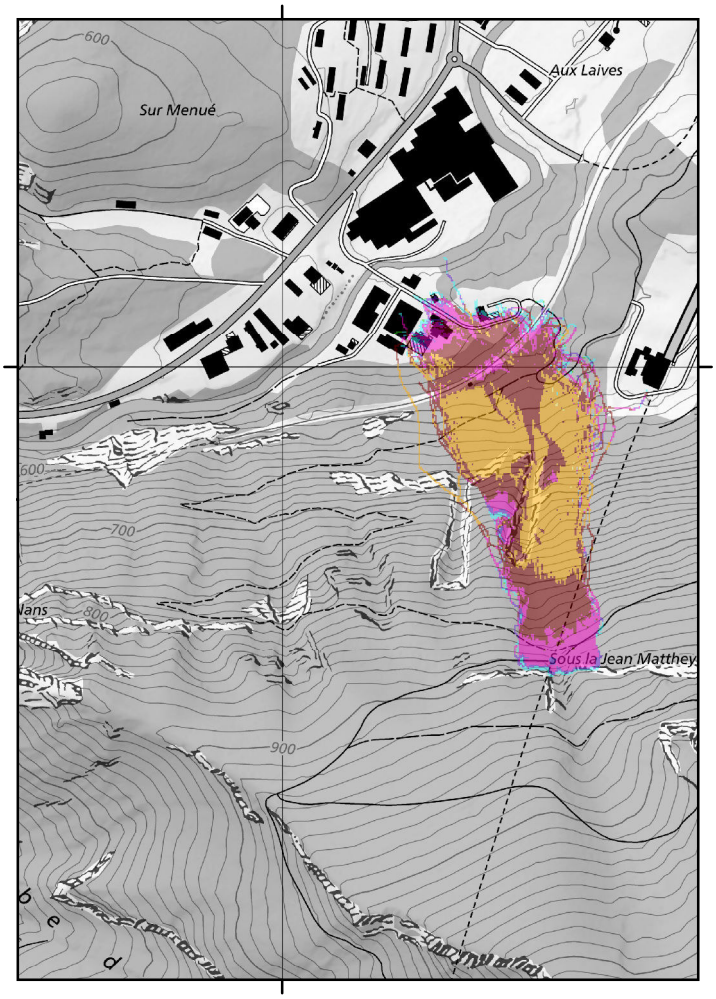
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 78 mit Rockyfor3D

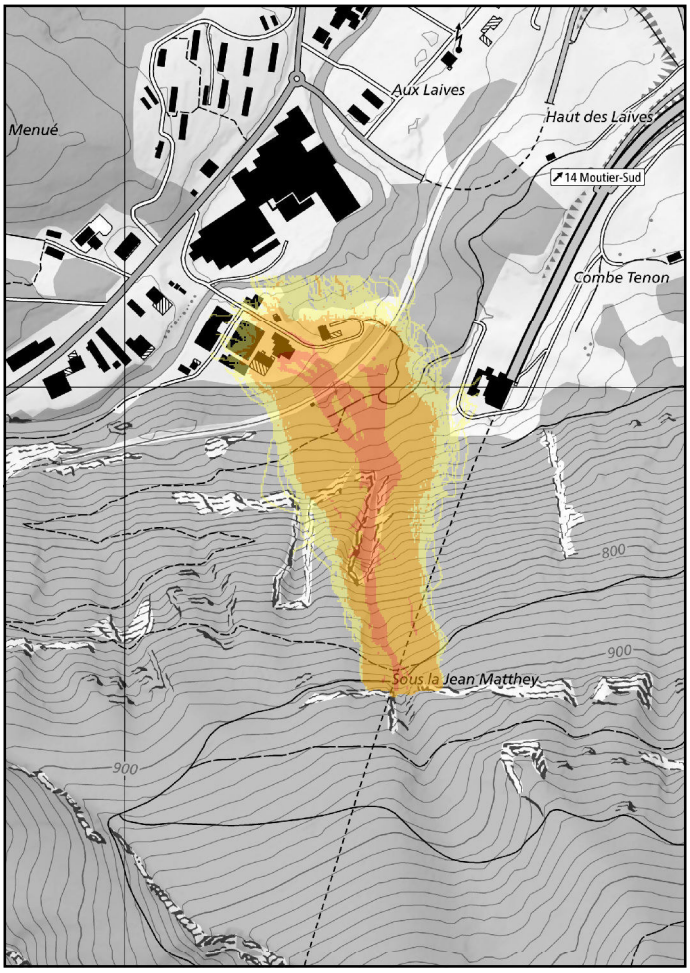
Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: mittel/100 Jahre
Gesteinsvolumen: 2.0 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MIW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

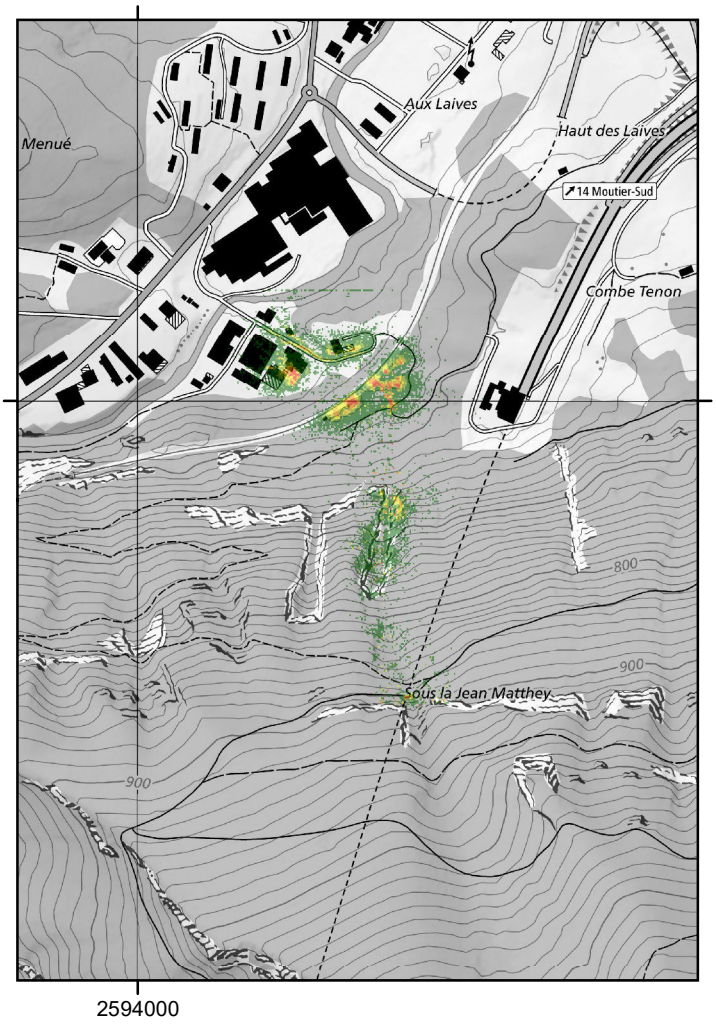
PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_78	1:10'000	bsc	30.01.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

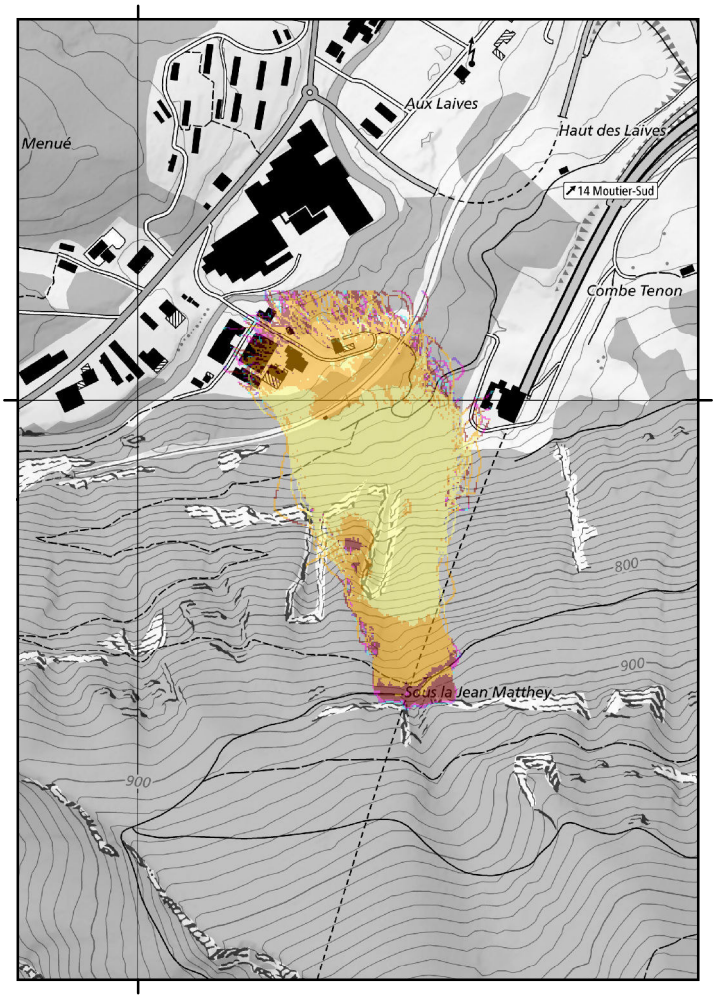
Trefferwahrscheinlichkeit [%]



Anzahl abgelagerte Steine



Kinetische Energie 95% Vertrauensintervall [kJ]



Trefferwahrscheinlichkeit [%]

- < 0.01
- 0.01 bis 1
- > 1

Anzahl abgelagerte Steine

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- > 100

Kinetische Energie E95 [kJ]

- 1.0 - 30
- 30 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- 2'000 - 5'000
- 5'000 - 10'000

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Sturzbahnsimulation Nr. 90 mit Rockyfor3D

Gefahrenpotential: GP 42
Sektor: Sous la Jean Matthey
Mobilisierungswahrscheinlichkeit: gering/300 Jahre
Gesteinsvolumen: 4.8 m^3
Blockform: rechteckig
Gesteinsdichte: 2700 kg/m^3

Wald berücksichtigt: MW
Schutzbauten berücksichtigt: nein
Auflösung DHM: 2x2 m

PlanNr	Massstab	gez.	Datum	Anhang
D20001_5_90	1:10'000	bsc	24.10.2018	5a

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
Tel. +41 27 552 15 00
www.geoformer.ch

ANHANG 6

Erreichenswahrscheinlichkeit

Erreichenswahrscheinlichkeit (Gesteins-Volumen in Klammer) [%]

		Sz10	Sz30	Sz100	Sz300
40	Ohne Wald	52.784 (0.1)	52.784 (0.1)	80.170 (0.5)	80.390 (1)
	Mit Wald	2.670 (0.1)	2.670 (0.1)	21.493 (0.5)	27.464 (1)
	Mit ideal Wald	0.814 (0.1)	0.814 (0.1)	10.789 (0.5)	4.212 (1)
41	Ohne Wald	1.750 (0.05)	81.873 (0.5)	91.805 (2)	93.345 (4.8)
	Mit Wald	0.103 (0.05)	18.590 (0.5)	55.322 (2)	78.584 (4.8)
	Mit ideal Wald	0.012 (0.05)	6.938 (0.5)	42.764 (2)	64.122 (4.8)
42	Ohne Wald	8.767 (0.3)	32.099 (1)	44.763 (2)	59.381 (4.8)
	Mit Wald	0.132 (0.3)	2.564 (1)	12.929 (2)	38.878 (4.8)
	Mit ideal Wald	0.034 (0.3)	0.966 (1)	5.607 (2)	33.079 (4.8)

Reduktion der Erreichenswahrscheinlichkeit [%]

		Sz10	Sz30	Sz100	Sz300
40	Ohne Wald	-	-	-	-
	Mit Wald	94.942	94.942	73.191	65.837
	Mit ideal Wald	98.458	98.458	86.542	94.761
41	Ohne Wald	-	-	-	-
	Mit Wald	94.114	77.294	39.740	15.813
	Mit ideal Wald	99.314	91.526	53.419	31.306
42	Ohne Wald	-	-	-	-
	Mit Wald	98.494	92.012	71.117	34.528
	Mit ideal Wald	99.612	96.991	87.474	44.294

ANHANG 7

Berechnungsgrundlagen

SBB AG / Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Perimeter "Sous la Jean Matthey"

Seitliche Abgrenzung Untergebiet gem. BEG

Nummer Untergebiet

Stichproben aktueller Wald

Untersuchte Steinschlagprofile RockforNet

Wald

Baumholz 1/2 (BHD_mean = 28 cm; BHD_stabw = 14; N = 424)

Stangenholz 1 (BHD_mean = 11 cm; BHD_stabw = 4; N = 1386)

ungleichförmig (BHD_mean = 19 cm; BHD_stabw = 9; N = 869)

Bodeneigenschaften

Talus slope (RG70 = 0.05; RG20 = 0.05; RG10 = 0.1)

Bedrock with soil cover (RG70 = 0; RG20 = 0.05; RG10 = 0.1)

Index	Art der Aenderung / Ergänzung	Datum	Gez.	Gep.

SBB Risikoreduktion Schutzwald

Fallstudie

Anhang 7: Berechnungsgrundlagen

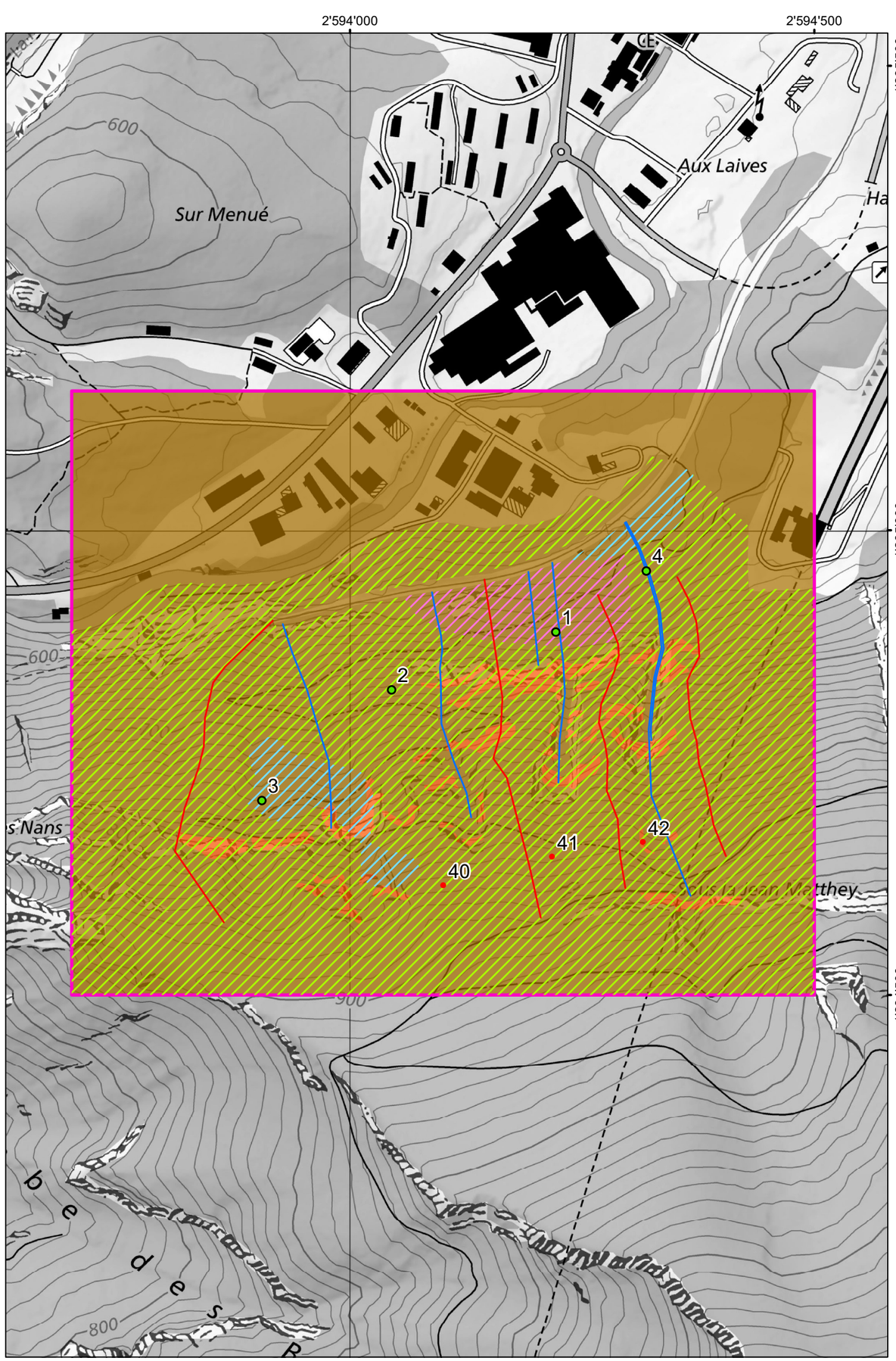
geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER

Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis

info@geoformer.ch
www.geoformer.ch

Tel. +41 (0)27 552 15 00

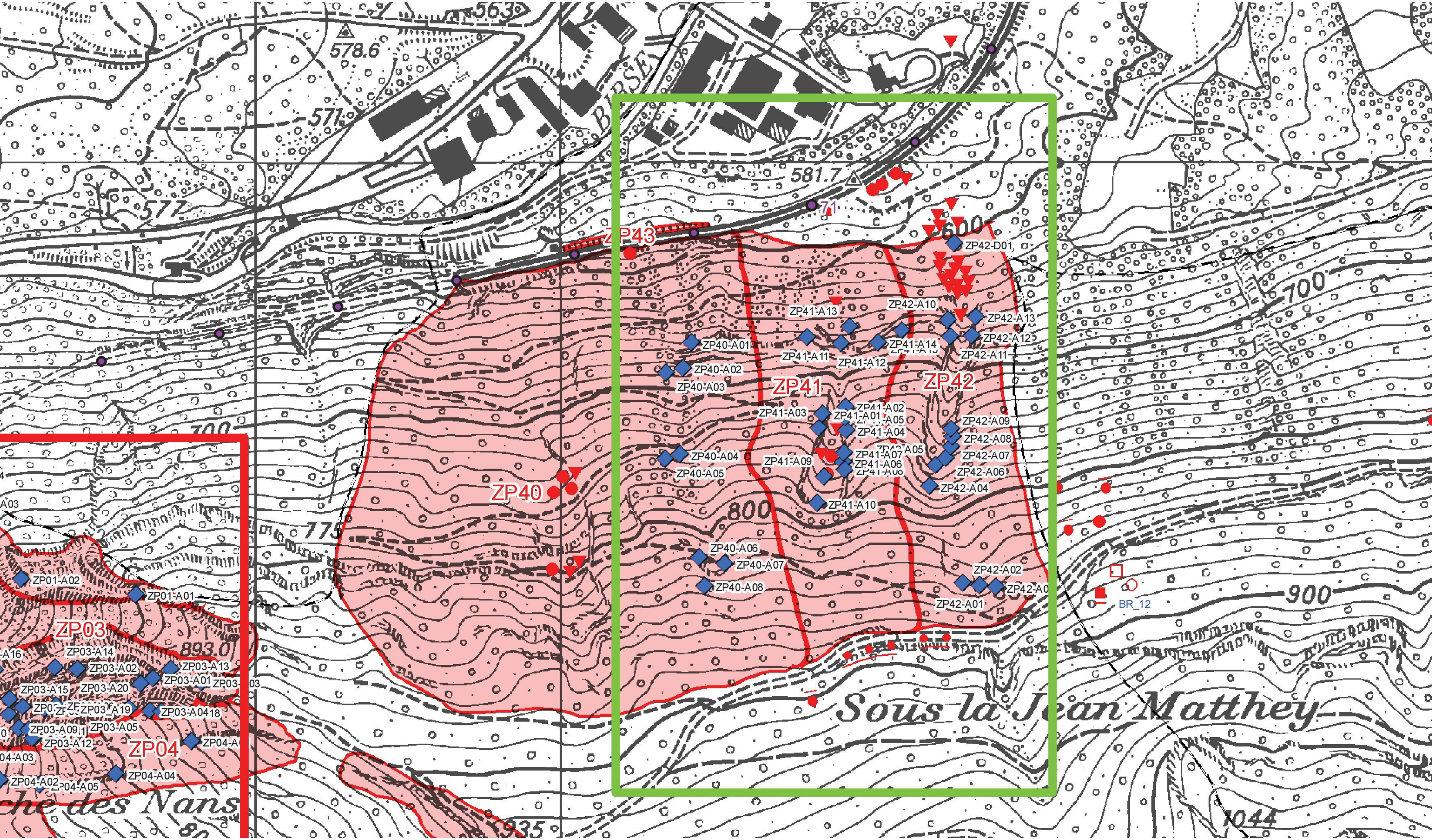
Massstab	Gezeichnet	bsc
1:5'000	Geprüft	dst
	Gesehen	...
	Datum	31.10.2018
Plan Nr.: D20001_4_1	Format	A3



ANHANG 8

Karte der Phänomene gemäss Bureau d'Etudes Géologiques SA (BEG)

(Quelle: Grosjean G., Philippossian F. 2014. Protection de la ligne n°226 contre les dangers naturels, Gorges de Court. 11.03.2014.)


ZP40
ZP41
ZP42
ZP43
ZP03
ZP04
ZP40-A01
ZP40-A02
ZP40-A03
ZP40-A04
ZP40-A05
ZP40-A06
ZP40-A07
ZP40-A08
ZP41-A01
ZP41-A02
ZP41-A03
ZP41-A04
ZP41-A05
ZP41-A06
ZP41-A07
ZP41-A09
ZP41-A10
ZP41-A11
ZP41-A12
ZP41-A13
ZP41-A14
ZP42-D01
ZP42-A01
ZP42-A02
ZP42-A04
ZP42-A06
ZP42-A07
ZP42-A08
ZP42-A09
ZP42-A10
ZP42-A11
ZP42-A12
ZP42-A13
ZP01-A01
ZP01-A02
ZP03-A01
ZP03-A02
ZP03-A05
ZP03-A12
ZP03-A13
ZP03-A14
ZP03-A15
ZP03-A20
ZP04-A02
ZP04-A03
ZP04-A04
ZP04-A05
BR_12
Sous la Jean Matthey
578.6
581.7
893.0
700
800
900
1044

ANHANG 9

Kostenkalkulation Schutzwaldpflegeeingriffe

Massnahmen innerhalb der ersten 15 Jahre:

Perimeter Sous la Jean Matthey

Massnahme	Pflegeeingriff Stangenholz	Steinschlaggräben Verjüngung; Einzelbaumnutzung restliche Fläche	Lindenwald: Pflege untere Schicht, Einzelbaumnutzung, Schlagpflege	Einzelbaumnutzung auf der gesamten Fläche	Gesamtkosten 0 - 15 Jahre
Eingriffszeitpunkt	in 5 Jahren	innerhalb der nächsten 5 Jahre	innerhalb der nächsten 5 Jahre	in 10 Jahren	
Ausmass	1.13 ha	300 m^3	50 m3; 1.62 ha Pflege	400 m^3	
Produktivität	70 h/ha	2 m^3/h	2 m^3/h; 40 h/ha	2 m^3/h	
Mannstunden	79	150	90.2	200	
Motorsägen [h]	79	100	90.2	132	
Kosten Forstpersonal [82.-/h]	6'407	12'150	7'306	16'200	
Kosten Motorsägen [15.-/h]	1'187	1'500	1'353	1'980	
Planungsaufwand Förster [h]	16	45	27	50	
Kosten Förster [121.- /h]	1'936	5'445	3'267	6'050	
Sondermassnahmen	-	Evtl. Teil abtransportieren mit Helikopter bei zu grossem Holzanfall (pauschal 10'000.-)	-	-	
Gesamtkosten Eingriff	9'530	29'095	11'926	24'230	**74'781**

Langfristige Massnahmen:

Langfristig betrachtet wird der jährliche Zuwachs geerntet, um keinen Voratsaufbau zu bewirken.

Massnahme	**Perimeter "Sous la Jean Matthey" Pflegeeingriffe in allen Entwicklungsstufen im Ausmass des jährlichen Zuwachses. Holz im Bestand belassen.**
Priorität	nach den ersten 15 Jahren jährlich (räumlich und zeitliche Staffelung sinnvoll)
Zuwachs [m^3/ha und Jahr]	5
Zuwachs Gebiet [m^3]	90
Produktivität	1.5 m^3/h
Mannstunden	60
Motorsägen [h]	40
Kosten Forstpersonal [82.-/h]	4'860
Kosten Motorsägen [15.-/h]	600
Planungsaufwand Förster [h]	12
Kosten Förster [121.- /h]	1'452
Jährliche Kosten [Fr.]	**6'912**
Jährliche Kosten [Fr./ha]	**384**

ANHANG 10

Fotodokumentation

Perimeter «Sous la Jean Matthey»

Foto 1
Blick auf den Perimeter.

Foto 2
Flacher Übergang vom Hang auf das einspurige SBB-Geleise.

Foto 3
Mit Felsnägeln gesichertes Gefahrenpotenzial; Vorderseite abgesprengt.

Foto 4
Zerklüfteter Kalkstein im oberen Bereich des Untersuchungsgebiets.

Foto 5
Unbestockte Steinschlagrinne ohne quer liegende Bäume. Palisade im unteren Bereich.

Foto 6
Steinschlagrinne mit unterdurchschnittlicher Bestockung und entsprechend den Stammabständen in der Falllinie zu wenig quer liegende Bäume.

Foto 7
Palisade aus Eisenbahnschienen und Metallschwellen. Im rechten Bereich fehlt eine Metallschwelle, die Wirkungshöhe ist reduziert. Die Palisade hat einen Sturzkörper aufgehalten.

Foto 8
Palisade aus Eisenbahnschienen und Metallschwellen unmittelbar vor der Einfahrt in den Tunnel rund 15 Meter über dem Geleise.

Foto 9

Von Linden dominierter Bestand im Baumholz 1 bzw. 2 (Waldstandort 13a). Grosser Anteil von Bäumen der Durchmesserklasse > 36 cm. In der Unterschicht teilweise Haselsträuche. Potenzial zur Förderung der Verjüngung durch schrittweise Auflockerung des Bestandes und gleichzeitiger Verbesserung des Schutzes vor Steinschlag durch quer liegende Bäume.

Foto 10

Zukunftsfähiges Stangenholz 1 im westlichen Bereich des Untersuchungsgebiets. Potenzial zur Förderung eines stabilen, schutzwirksamen Bestandes mit hoher Stammzahl durch einen rechtzeitigen Pflegeeingriff.

Foto 11

Ungleichförmiger Bestandesaufbau mit gutem Verjüngungsansatz in der Unterschicht. Potenzial zur Förderung des ungleichförmigen Bestandesaufbaus durch die Begünstigung der Bäume in der Unterschicht mittels Einzelbaumnutzung in der Oberschicht. Potenzial zur Verbesserung des horizontalen Gefüges mit quer liegenden Bäumen.

Foto 12

Verjüngungsgruppe im ungleichförmigen Hochwald umgeben von starken Bäumen der Oberschicht. Potenzial zur Begünstigung und Erweiterung der Verjüngung durch Freistellung. Gleichzeitige Verbesserung des horizontalen Gefüges mit Querbäumen parallel zum Wanderweg.

SBB AG / Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Intensität

- schwach
- mittel
- stark

Index	Art der Aenderung / Ergänzung	Datum	Gez.	Gep.

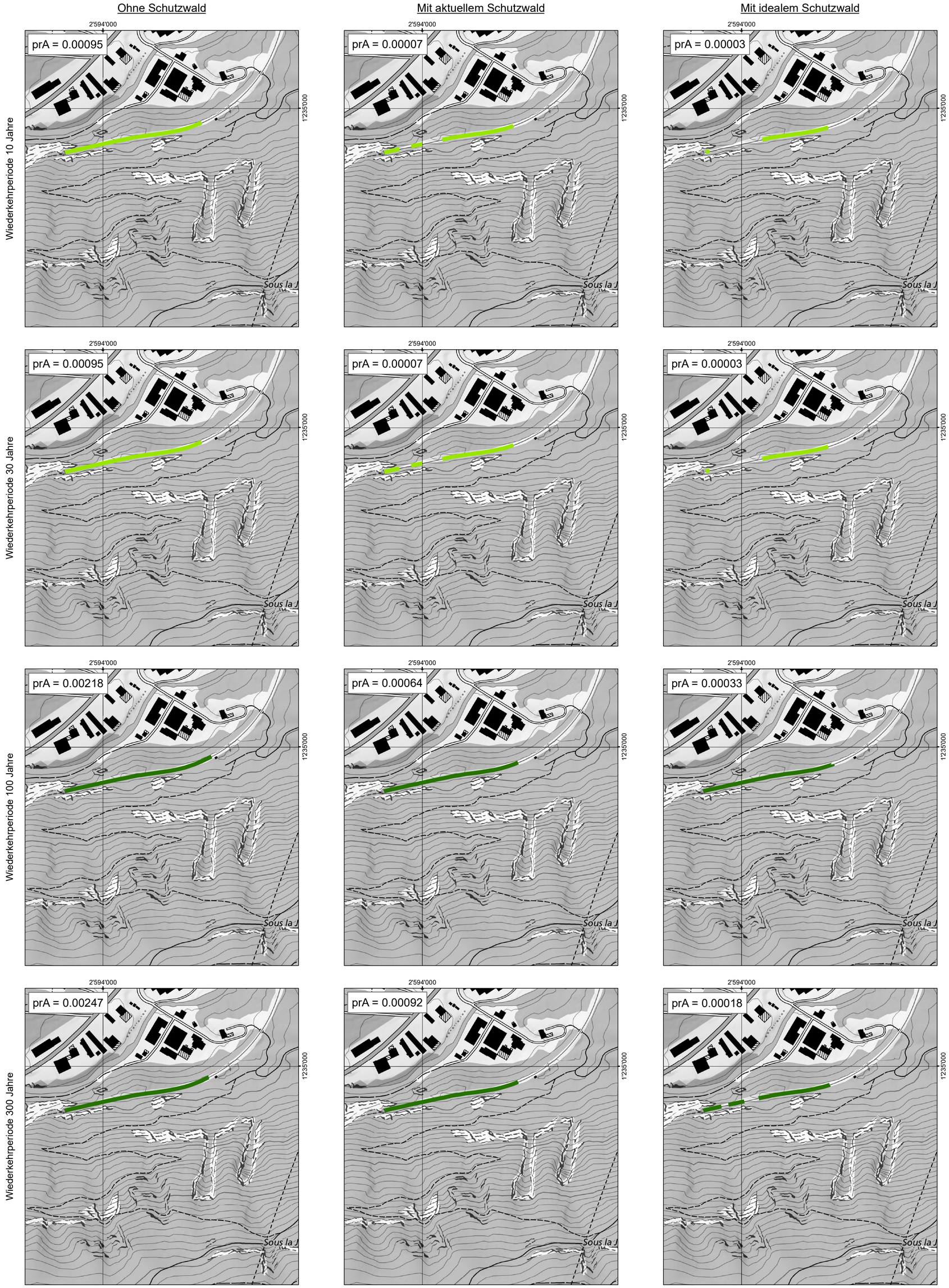
SBB Risikoreduktion Schutzwald

Fallstudie

Beilage 1: Intensitätskarten Sturz (Gebiet 40) Perimeter "Sous la Jean Matthey"

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
info@geoformer.ch
www.geoformer.ch
Tel. +41 (0)27 552 15 00

Massstab		Gezeichnet	bsc
	1:5'000	Geprüft	dst
		Gesehen	...
		Datum	01.10.2018
Plan Nr.:	D20001_3_1a	Format	590 x 630 mm



SBB AG / Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Intensität

- schwach
- mittel
- stark

Index	Art der Aenderung / Ergänzung	Datum	Gez.	Gep.

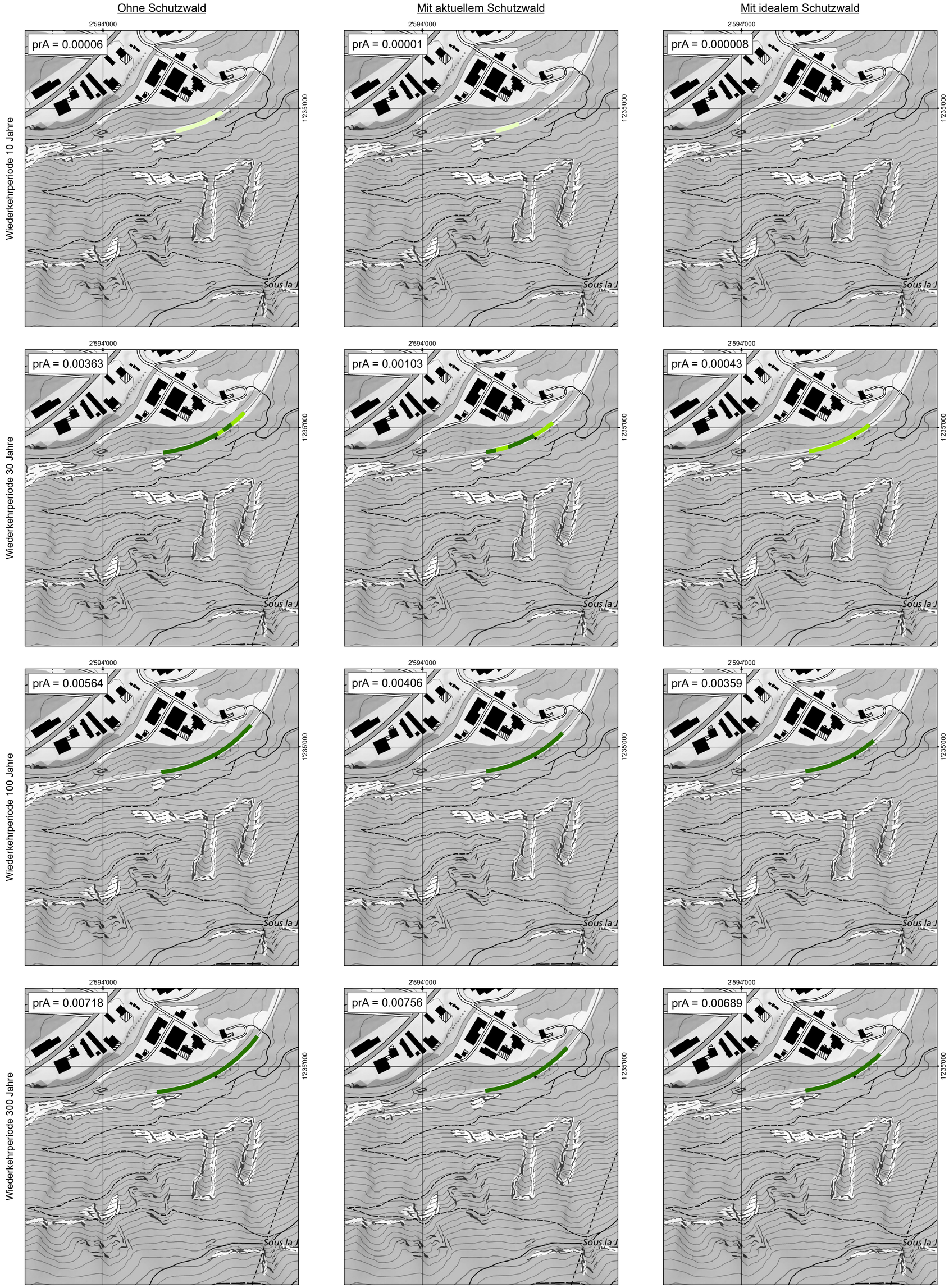
SBB Risikoreduktion Schutzwald

Fallstudie

Beilage 1: Intensitätskarten Sturz (Gebiet 41) Perimeter "Sous la Jean Matthey"

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER
Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis
info@geoformer.ch
www.geoformer.ch
Tel. +41 (0)27 552 15 00

Massstab		Gezeichnet	bsc
	1:5'000	Geprüft	dst
		Gesehen	...
		Datum	01.10.2018
Plan Nr.:	D20001_3_2a	Format	590 x 630 mm



SBB AG / Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Intensität

- schwach
- mittel
- stark

Index	Art der Aenderung / Ergänzung	Datum	Gez.	Gep.

SBB Risikoreduktion Schutzwald

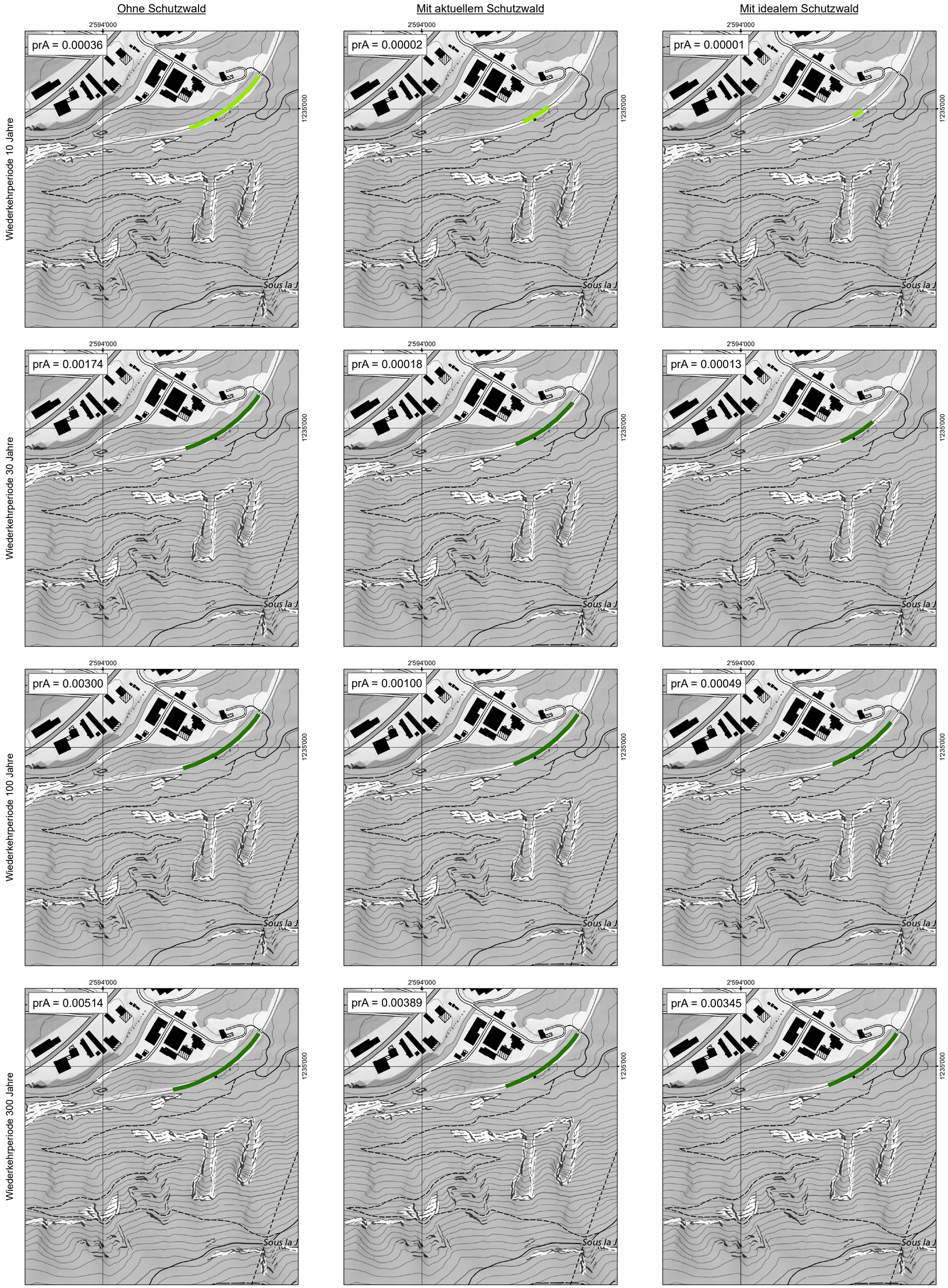
Fallstudie

Beilage 1: Intensitätskarten Sturz (Gebiet 42) Perimeter "Sous la Jean Matthey"

geoformer
INGENIEURE. GEOLOGEN. PLANER

Sebastiansplatz 1
CH-3900 Brig-Glis

info@geoformer.ch
www.geoformer.ch

Tel. +41 (0)27 552 15 00

Massstab		Gezeichnet	bsc
	1:5'000	Geprüft	dst
		Gesehen	...
		Datum	02.10.2018
Plan Nr.:	D20001_3_3a	Format	590 x 630 mm