
Bericht Nr. 1424130.1

Wengernalpbahn AG, Interlaken

Lauterbrunnen, Sessellift Fallboden

Naturgefahrenanalyse Seilbahnkorridor

20. Dezember 2024

Autor(en)	Bearbeitete Themen
Daniel Bolliger	Geländeaufnahmen, Gefahrenbeurteilungen, Gesamtbericht
Niels Hollard	Gefahrenbeurteilung Lawinen
Isabelle Kull	Gefahrenbeurteilung Lawinen, Berichtskapitel Lawinen
Severin Schwab	Beurteilung Wassergefahren
Supervision	Visierte Inhalte
Rachel Riner	Gesamtbericht
Hinweise	

GEOTEST AG

Rachel Riner

Daniel Bolliger

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage.....	5
2.	Projekt	5
3.	Gefahrenkarte	6
4.	Schutzziel und Umgang mit Gefahrenstufen	8
5.	Geologie und Geomorphologie	8
6.	Beurteilung Lawinenprozesse	8
6.1	Lawinenkataster	8
6.2	Geländeanalyse	9
6.3	Schneehydrologie	10
6.4	Prozessmodellierung und Parameterwahl	10
6.5	Resultate Modellierung Fliesslawinen.....	12
6.6	Gefahrenbeurteilung Gleitschnee	13
7.	Beurteilung Rutschprozesse	15
7.1	Geländeanalyse	15
7.2	Gefahrenbeurteilung permanente Rutschungen.....	16
7.3	Gefahrenbeurteilung Hangmuren.....	17
8.	Beurteilung Sturzprozesse	17
8.1	Geländeanalyse	17
8.2	Gefahrenbeurteilung	18
9.	Beurteilung Absenkung / Einsturz	19
9.1	Geländeanalyse	19
9.2	Gefahrenbeurteilung Absenkung / Einsturz	19
10.	Beurteilung Wassergefahren.....	20
10.1	Beurteilte Prozesse	20
10.2	Beurteilungstiefe	20
10.3	Gefährdung durch Wildbachprozesse.....	20
10.3.1	Einzugsgebiet.....	20
10.3.2	Hydrologie	21
10.3.3	Schwemmholtztransport.....	22
10.3.4	Geschiebetransport.....	22
10.3.5	Seiten- und Tiefenerosion	22
10.3.6	Schwach- bzw. Konfliktstellen.....	22
10.3.7	Szenarien	24
10.3.8	Beurteilung der Gefährdung durch Wildbachprozesse	25
10.4	Gefährdung durch Oberflächenabfluss	25
10.4.1	Grundlagen.....	25
10.4.2	Gefährdung der Talstation «Wixi».....	25
10.4.3	Gefährdung des restlichen Perimeters	26
10.5	Fazit zur Gefährdung durch Wassergefahren.....	26

11.	Lokale Gefahrenkarten.....	27
11.1	Lokale Gefahrenkarte Lawinen	27
11.2	Lokale Gefahrenkarte permanente Rutschungen	28
11.3	Lokale Gefahrenkarte Hangmuren.....	29
11.4	Lokale Gefahrenkarte Sturz	30
11.5	Lokale Gefahrenkarte Absenkung / Einsturz	31
12.	Umgang mit Gefahrenstufen	32
13.	Schutzmassnahmen.....	32
13.1	Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Lawinen / Gleitschnee.....	32
13.2	Massnahmenvorschläge zum Schutz vor permanenten Rutschungen.....	32
13.3	Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Hangmuren	33
13.4	Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Sturzprozessen	33
13.5	Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Absenkung / Einsturz	33
13.6	Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Wassergefahren.....	33
14.	Zusammenfassung.....	34
15.	Schlussfolgerung.....	34
16.	Vorhandene Unterlagen	35

Anhang

Anhang 1	Übersichtskarte und Geologie
Anhang 2	Karte der Phänomene
Anhang 3	Sturzmodellierungen
Anhang 4	InSAR-Daten
Anhang 5	Lokale Gefahrenkarten

1. Ausgangslage

Adresse:	Wixi, 3823 Wengen
Parzellen Nr:	2980
Zentrumskoordinaten:	2'639'900 / 1'158'400
Bauherrschaft:	Jungfraubahn AG, Herr Marco Luggen, Harderstrasse 14, 3800 Interlaken
Bauvorhaben:	Überbauungsordnung Nr. 34A «Beschneigung Wengen – Kleine Scheidegg»: Änderung Ersatz Sesselbahn «Wixi – Fallboden»
Gefährdung:	Der Bahnkorridor liegt ausserhalb des Perimeters der Gefahrenkarte Lauterbrunnen. Es sind Gefahrenhinweise für Lawinen, Sturzprozesse, Rutschungen und Wasserprozesse ausgeschieden.

2. Projekt

Die Sesselbahn Fallboden wurde im Jahr 2002 erstellt und führt von Wengernalp Wixi bis zum Fallboden. Die Konzession dieser Bahn ist im Jahr 2022 abgelaufen. Da die Anlage nicht mehr dem heutigen Stand der Technik entspricht, konnte die Konzession nicht verlängert werden. Die Jungfraubahn AG plant deshalb, die alte Anlage durch eine neue Sesselbahn zu ersetzen. Die projektierte Talstation soll neben der bestehenden Talstation der Sesselbahn Wixi auf einer Höhe von ca. 1826 m ü. M. errichtet werden (Abbildung 1). Die Bergstation auf einer Höhe von ca. 2145 m ü. M. kommt wenige Meter bergseitig der heutigen Bergstation zu liegen. Die Anzahl und Standorte der einzelnen Masten sind aktuell noch nicht definiert.

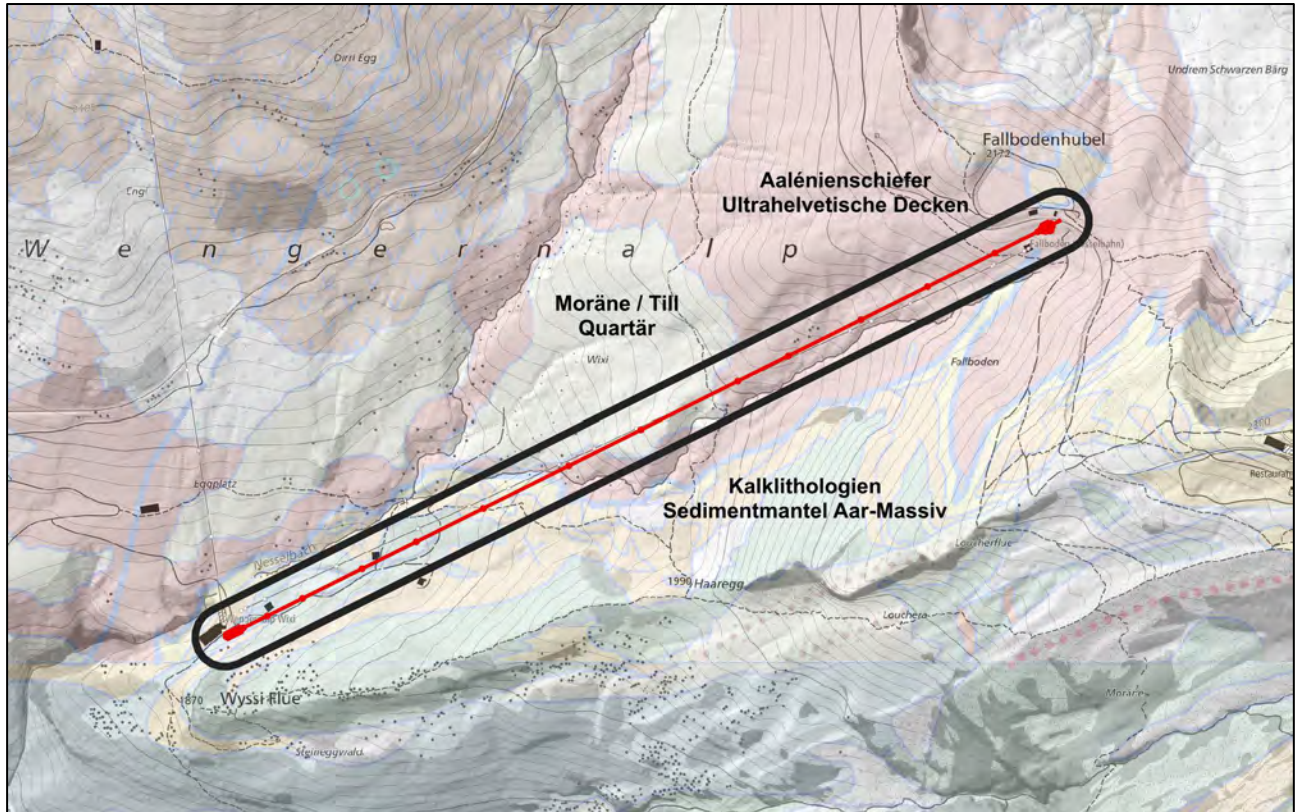


Abbildung 1: Übersichtskarte über das Projektgebiet mit hinterlegter Geologie [1], der projektierten Sesselbahn (rot) und dem Beurteilungspereimeter (schwarz), Massstab 1:10'000.

3. Gefahrenkarte

Das geplante Bauvorhaben befindet sich ausserhalb des Gefahrenkartenperimeters im Gefahrenhinweisbereich für Lawinen, Sturzprozesse, Rutschungen und Wasserprozesse [2]. Somit muss das Bauvorhaben mittels einer detaillierten Naturgefahrenanalyse auf Stufe M2 «Gefahrenkarte» gem. [5], [8], [11] beurteilt werden. Die Wassergefahren werden für den aktuellen Projektstand auf der Stufe M1 «Gefahrenhinweiskarte» abgehandelt.

Gefahrenstufen und Indices

Die für das Bauprojekt relevanten Resultate aus der Gefahrenbeurteilung werden auf dem Beurteilungspereimeter der geplanten Sesselbahn in einer lokalen Gefahrenkarte dargestellt (vgl. Kapitel 11 und Anhang 5). In diesen Karten sind die für die Gefahrenräume massgeblichen Felder des Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagrammes als Indices eingetragen. Dabei gelten für die Prozesse folgende Bezeichnungen:

- LF (Fliesslawinen)
- LS (Staublawinen)
- R (permanente Rutschung)

- HM (Hangmuren)
- S (Sturz)
- D (Absenkung / Einsturz)

Die jeweils an den Index angefügte Zahl steht für das betroffene Feld im Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm (Abbildung 2). Damit kann für jeden Ort die zugrunde liegende **Intensität** und **Eintretenswahrscheinlichkeit** des jeweiligen Prozesses abgelesen werden. Beispiel: **LF7** bedeutet, dass am betroffenen Ort Fliesslawinen mit geringer Wahrscheinlichkeit und starker Intensität zu erwarten sind.

Bei Matrixfeldern mit diagonaler Unterteilung wird bei Sturzgefahren und Hangmuren im Anrissgebiet in der Regel die höhere, im Auslaufgebiet die tiefere Gefahrenstufe vergeben. In Abhängigkeit der topographischen Verhältnisse oder dem Vorhandensein von Förder- oder Hemmfaktoren (Wald, isolierte Kuppe etc.) kann bei entsprechender Begründung in gewissen Fällen die tiefere Gefahrenstufe gewählt werden.

Die Bedeutung und der Umgang mit den Gefahrenstufen werden in Kapitel 12 näher behandelt.

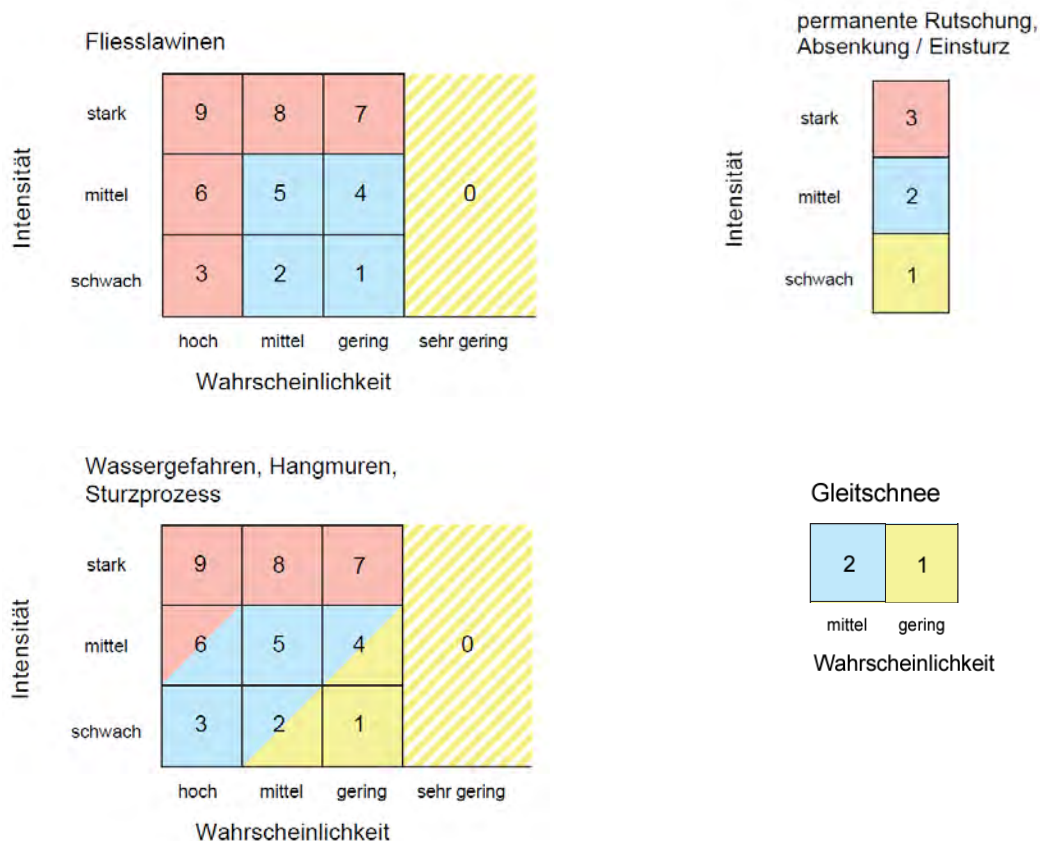


Abbildung 2: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramme für relevante Naturgefahrenprozesse [5], [8].

4. Schutzziel und Umgang mit Gefahrenstufen

Im Kanton Bern gilt bei Neu-, Um- und Ausbauten von Gebäuden wie Seilbahnstationen das **300-jährliche Ereignis** als Schutzziel, d.h. Schutzmassnahmen müssen auch einem sehr seltenen Lawinen-, Sturz- oder Hangmuren-Ereignis standhalten können. Für Tragseile sowie Masten von Seilbahnen gilt gem. [9] das 100-jährliche Szenario als Schutzziel.

5. Geologie und Geomorphologie

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der tektonischen Grenze zwischen den südlich anstehenden und gegen Norden abtauchenden Sedimentgesteinen des Aar-Massivs (parautochthone Schuppen und autochthoner Sedimentmantel) und den nördlich anstehenden Lithologien der Ultrahelvetischen Decken [1]. Die Felsformationen südlich der Seillinie sowie der Talboden im südwestlichen Bereich des Seilbahnkorridors werden durch verkarstungsfähige Kalkgesteine zugehörig dem Sedimentmantel des Aar-Massivs gebildet (vgl. Abbildung 1, Anhang 1). Nördlich davon und den östlichen Teil des Seilbahnkorridors betreffend sind Aalénien-schiefer aus den Ultrahelvetischen Decken anstehend. Diese werden lokal von Tillen überlagert.

Die Geomorphologie im Untersuchungsgebiet ist geprägt durch den Wixigraben. Insbesondere in den Aalénien-schiefern hat sich der Bergbach stellenweise über 10 m eingetieft. Mit dieser Eintiefung sind ausgeprägte Rutschphänomene primär nördlich der Seillinie assoziiert (vgl. Kapitel 7 und Anhang 2).

6. Beurteilung Lawinenprozesse

6.1 Lawinenkataster

In der näheren Umgebung des Sesselbahn-Perimeters sind im Lawinenkataster nur ein paar wenige, meist namenlose Schneerutsche aufgeführt. Diese hatten eine sehr geringe Reichweite. Innerhalb des Beurteilungssperimeters sind im Kataster keine Einträge bzgl. Lawinen oder Schneerutsch- resp. Gleitschnee aufgeführt (Abbildung 3), was u.U. auch darauf zurückzuführen ist, dass für den Skibetrieb Sicherheitssprengungen durchgeführt werden.



Die **Talstation** des Sessellifts «Fallboden» ist am nördlichen Fuss der «Wyssi Flue» geplant. Oberhalb der Talstation – zwischen «Wyssi Flue» und «Haaregg» - sind die Geländeverhältnisse für eine Auslösung von Lawinen zu flach. Nördlich der geplanten Talstation können in den Steilhängen der «Wengernalp» Lawinen ausgelöst werden, die potenziell über den Graben von Norden her in Richtung Talstation umgelenkt werden können.

Die **Bergstation** des Sessellifts befindet sich unterhalb des Grats bei «Fallbodenhubel», ausserhalb des Einflussbereichs des Geländes mit kritischer Neigung für Lawinenanrisse. Entsprechend ist hier nicht mit Gleitschnee oder Fliesslawinen zu rechnen.

9 / 35

6.3 Schneehydrologie

Das Untersuchungsgebiet liegt im östlichen Berner Oberland. Diese Region weist im landesweiten Vergleich mittlere bis hohe Schneedeckenzuwachswerte auf. Intensive Schneefälle können insbesondere bei Nordweststaulagen entstehen. Der 3-tägige Schneedecken-zuwachswert (ΔHS_3) für das Berner Oberland Ost ist in Tabelle 1 aufgeführt. Dieser Wert dient als Grundlage für die Berechnung der Anrissmächtigkeit der hier zu erwartenden Lawinen.

Tabelle 1: Schneedeckenzuwachs (3 Tagesumme) gemäss [11] für 300-jährliche Lawinen im BeO-Ost.

Beobachterstation	Bezugshöhe m ü. M.	3-tägiger Schneedeckenzuwachs HS DIF3D _{Sz300}
Berner Oberland Ost (BeO-Ost)	2000 m	200 cm

6.4 Prozessmodellierung und Parameterwahl

Für potenziell relevante Anrissgebiete wurden 300-jährliche Fliesslawinen mit den Simulations-Programm RAMMS::Avalanche [13] simuliert. Die Anrissgebiete von Lawinen wurden für Hänge mit einer Neigung von 28-50° und einer Hanglänge von min. 50 m ausgeschieden. Die seitliche Abgrenzung der Anrissgebiete erfolgt anhand der topographischen Verhältnisse bzw. Geländekammern. Der angegebene Lawinenschutzwald im Gebiete der «Wengernalp» wurde plausibilisiert und bei der Ausscheidung der Anrissgebiete entsprechend berücksichtigt. Die für den Perimeter geprüften Anrissgebiete sind in Abbildung 4 dargestellt. Für 300-jährliche Lawinen wurden keine kombinierten Lawinenanrisse gewählt, da die Fliesslawinen in unterschiedlichen Richtungen abfliessen. Die für die massgebenden Anrissgebiete gewählten Modellierungsparameter sind in Tabelle 2 aufgeführt.

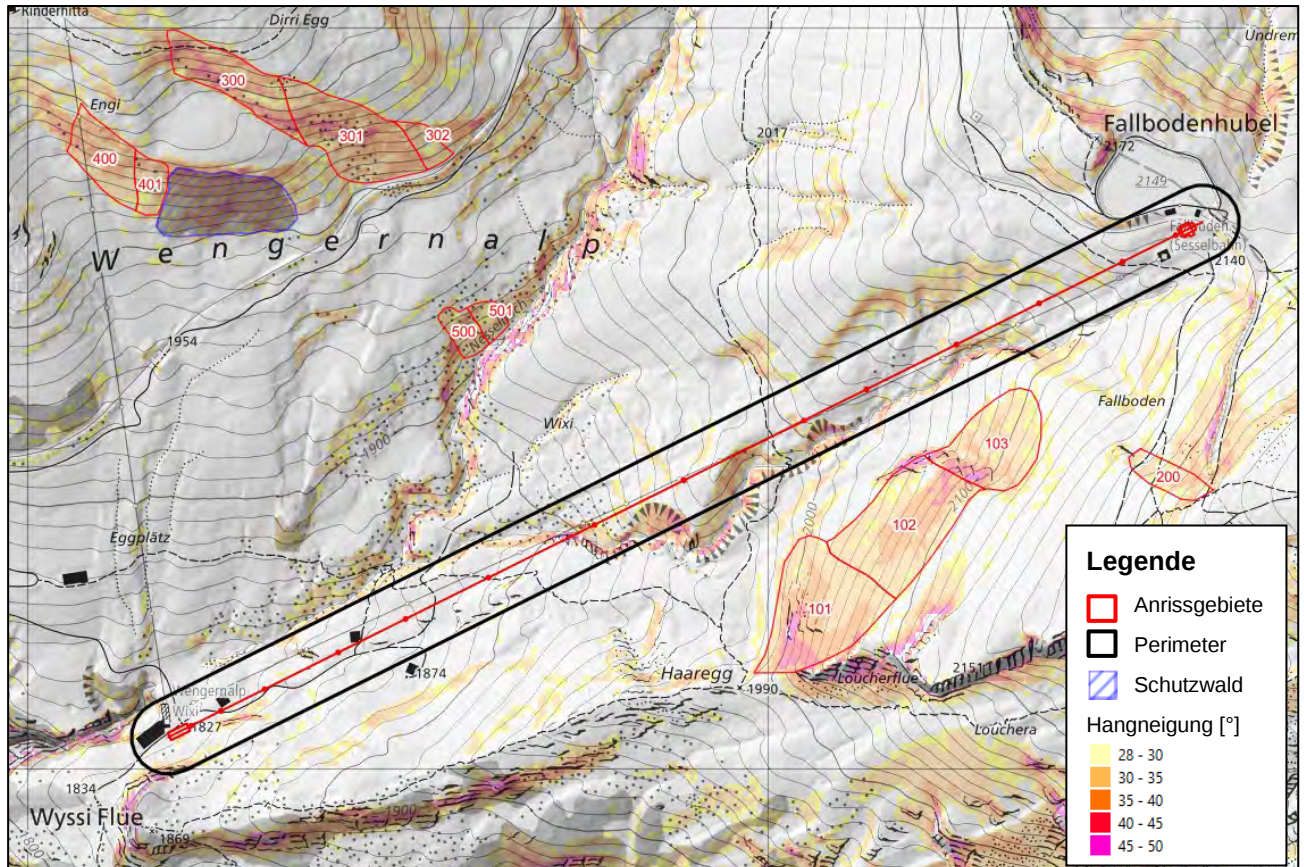


Abbildung 4: Anrissgebiete der geprüften Fließlawinen oberhalb des Perimeters.

Tabelle 2: Gewählte Modellierungs-Parameter für Fließ- und StaUBLawinen aus dem massgebenden Anrissgebieten.

Parameter	Parameterwahl	Bemerkungen
Fließlawinen		
Anrissgebiete	101 / 102 / 103 / 200	Relevante Anrissgebiete (300 Jahre)
Anrissmächtigkeit d_0 , $S_{z30/300}$	1.5 m / 1.5 / 1.5 m / 1.7 m	Werte BeO-Ost (300-jährlich)
Anrissvolumen [m ³]	34'000 / 36'000 / 24'000 / 7'500	300 Jahre
Reibungsparameter	300M / 300M / 300S / 300S	300 Jahre «medium» / «small», volumenbedingt
Dichte	300 kg/m ³	mittlere Dichte, Standardwert
Kohäsion	50 Pa	mittlere Kohäsion, Standardwert
Momentum	5 %	realistisch im vorliegenden Fall
Waldwirkung	nicht berücksichtigt	

6.5 Resultate Modellierung Fliesslawinen

Massgebend für den Perimeter des Sessellift sind die Einwirkungen aus den verschiedenen südlichen Anrissgebieten aus dem Gebiet zwischen «Haaregg» und «Fallboden». Die Anrissgebiete «Wengernalp» sind für den Beurteilungsperimeter nicht relevant. In Abbildung 5 und Abbildung 6 sind die rohen Resultate der relevanten Lawinenmodellierung mit RAMMS::Avalanche [13] für 30-jährliche und 300-jährliche Lawinen dargestellt. Die Modellierungen zeigen, dass 300-jährliche Lawinen aus den Anrissgebieten Nr. 101, 102, 103 und 200 den Perimeter des geplanten Sessellifts Fallboden erreichen. Diese wurden unter Berücksichtigung einer Vorablagerung von 100-jährlichen Lawinen modelliert. Auch kleinere 30-jährliche Fliesslawinen tangieren den Perimeter stellenweise und prägen somit den roten Gefahrenbereich massgebend (vgl. Abbildung 6). Lawinen aus dem Gebiet «Wengernalp» im Norden der projektierten Seillinie erreichen den Perimeter der Gefahrenkarte nicht.

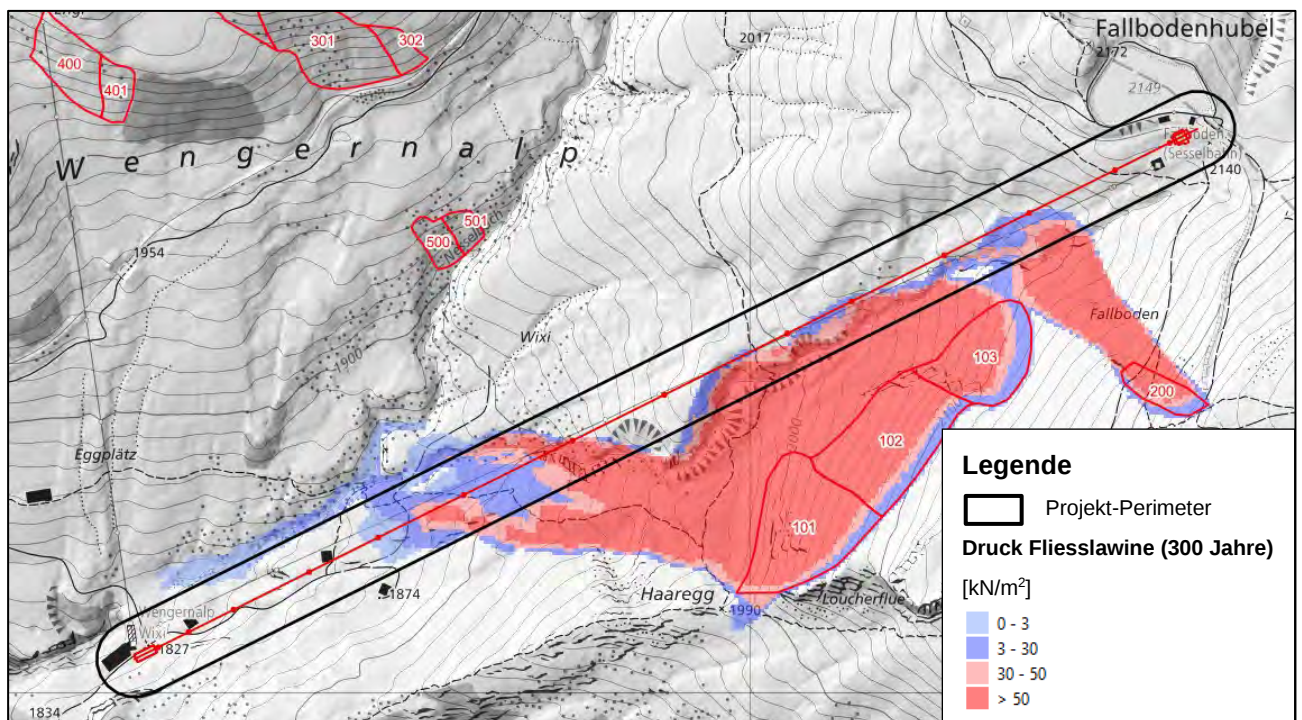


Abbildung 5: Modellierungs-Resultate Fliesslawinen 300 Jahre aus den massgebenden Anrissgebieten Nr. 101, 102, 103 und 200 aus dem Gebiet zwischen Haaregg und Fallboden.

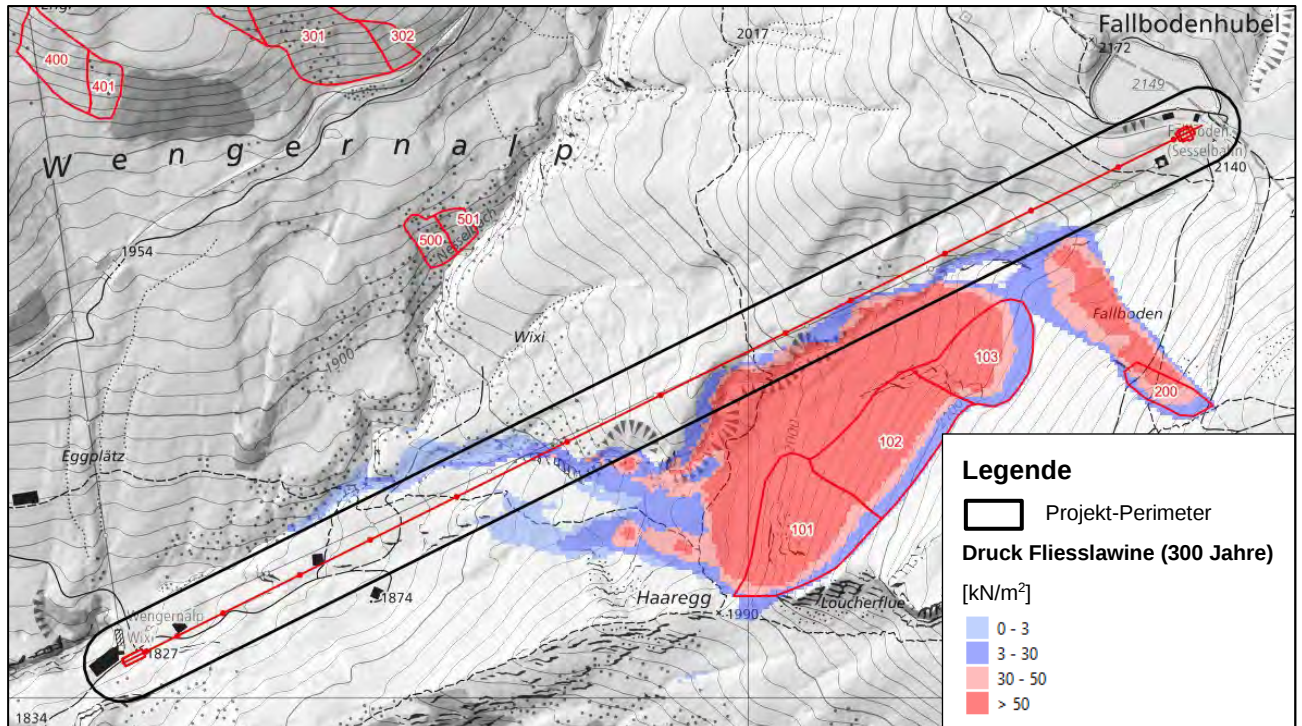


Abbildung 6: Modellierungs-Resultate Fließlawinen 30 Jahre aus den massgebenden Anrissgebieten Nr. 101, 102, 103 und 200 aus dem Gebiet zwischen Haaregg und Fallboden.

6.6 Gefahrenbeurteilung Gleitschnee

Die Gleitschneeprozesse wurden gemäss [10] beurteilt. Bei Hangneigungen ab 20° ist eine Gefährdung durch Gleitschnee möglich. Starkes Schneegleiten tritt allerdings meistens in Hängen auf, die über 25° steil sind. Gleitschneeprozesse werden durch Faktoren wie eine geringe Bodenrauigkeit, grossflächige plane Geländeformen, Südexposition des Anrisshanges und eine Höhenlage unter 1000 m ü. M. stark begünstigt. Im Kanton Bern werden Hänge, in denen gemäss Lawinenkataster nachweislich Gleitschneeprozessen stattgefunden haben, dem blauen Gefahrenbereich zugeordnet (100-jährliche Gleitschneereignisse). Hänge die die Gleitschneekriterien erfüllen und über 27° steil sind, in welchen bisher jedoch noch nie Gleitschnee beobachtet wurde, werden dem gelben Gefahrenbereich zugeteilt (300-jährliche Gleitschneereignisse). Im Perimeter der projektierten Seillinie sind Gleitschneeprozesse insbesondere entlang der steilen Bachböschung (vgl. Abbildung 7) mit Exposition des Südsektors zu erwarten (vgl. Abbildung 8).

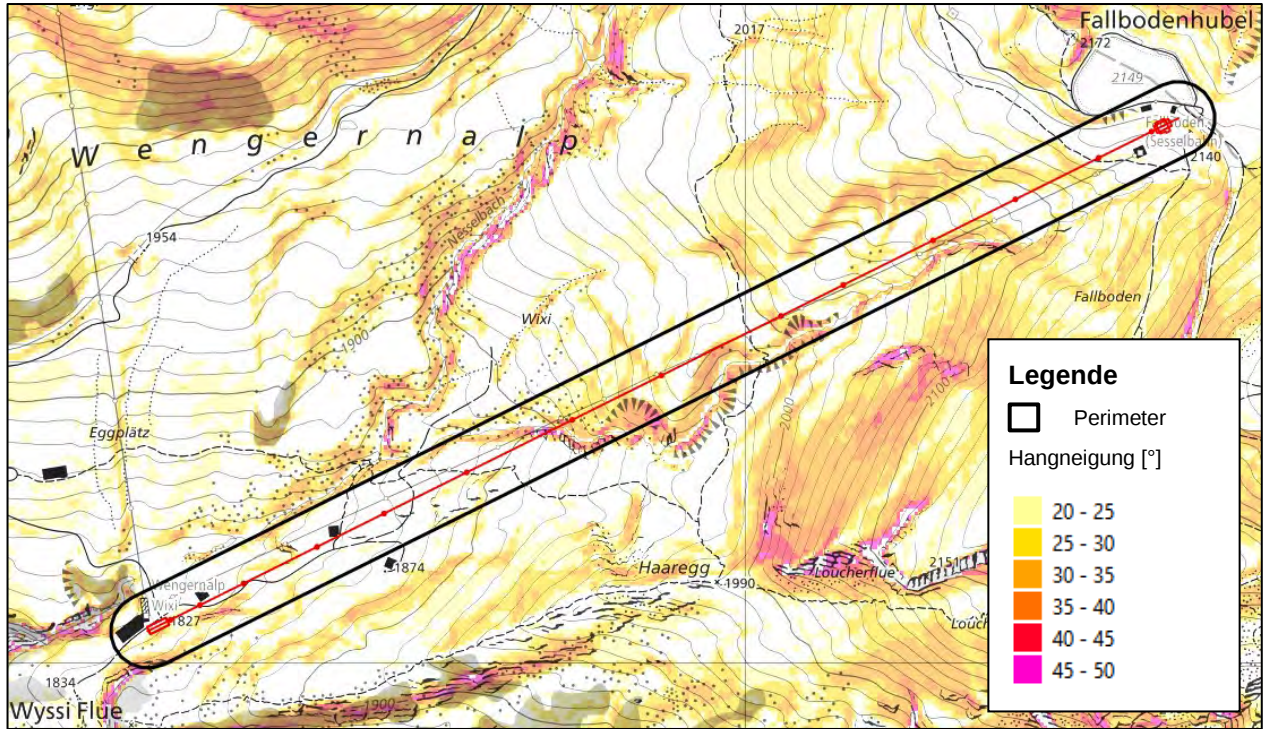


Abbildung 7: Hangneigungen: Je nach Geländeuntergrund ist in Gebieten ab 20° resp. 25° mit Gleitschnee zu rechnen.

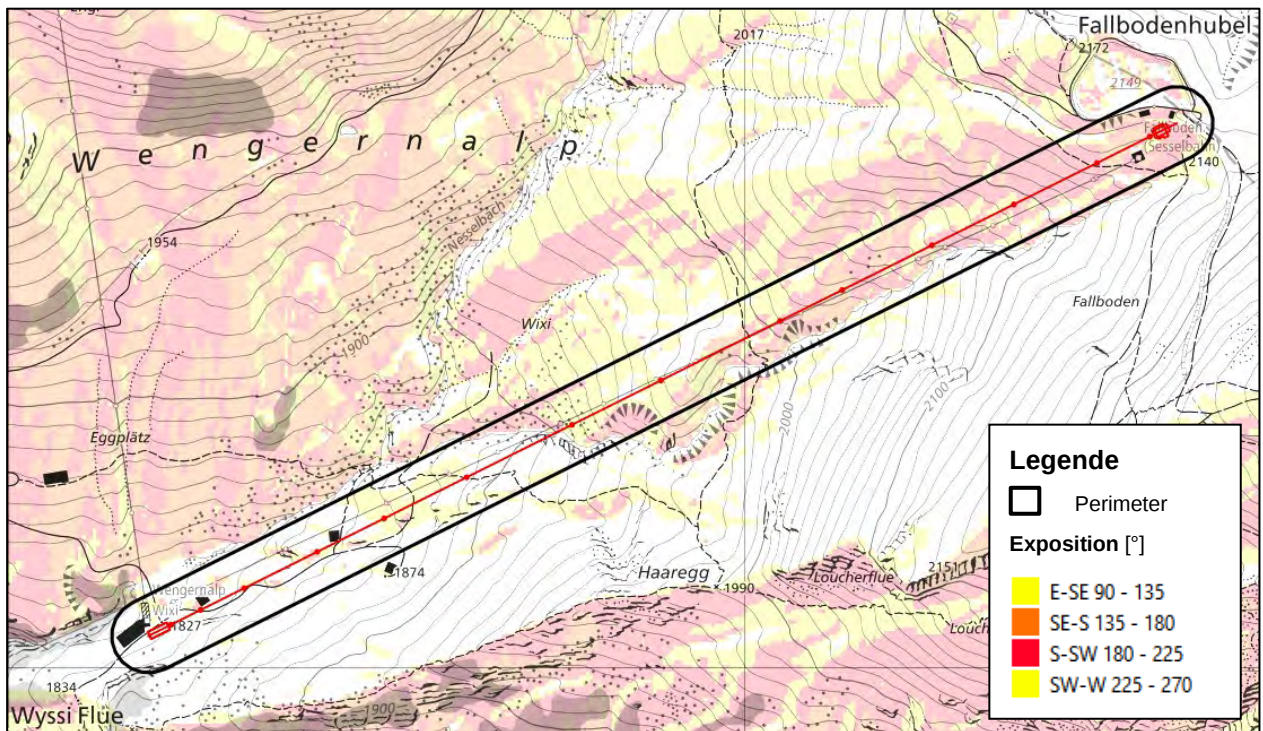


Abbildung 8: Exposition: Mit Gleitschnee ist vorwiegend in steilen Gebieten mit Exposition Süd zu rechnen.

7. Beurteilung Rutschprozesse

7.1 Geländeanalyse

Permanente Rutschung:

Im Untersuchungsperimeter hängt die Rutschdisposition stark von der lokalen Geologie ab. In Gebieten mit anstehenden Kalkgesteinen des Aar-Massivs (vgl. Abbildung 1 und Anhang 1) konnten keine Hinweise auf aktive Rutschprozesse beobachtet werden. Die Rutschphänomene beschränken sich auf die Gebiete mit den Aalénienschiefern, welche lokal von glazialen Tillen überlagert werden. Insbesondere nördlich des Wixigrabens treten ausgeprägte Sackungsstrukturen (Sackung = Gleitprozess mit einem Gleithorizont innerhalb des Felsverbundes) auf (vgl. Karte der Phänomene in Anhang 2). Der tiefe Einschnitt des Nesselbaches wirkt destabilisierend auf den Fussbereich der Hänge und begünstigt das Versacken grösserer Felspakete. Die Sackungsstrukturen werden grossflächig von Rutschprozessen (Rutschung = Gleitprozess mit einem Gleithorizont innerhalb des Lockergesteins) überlagert.

Die resultierende Morphologie zeichnet sich durch steile Anrisszonen, stark coupierte Rutsch- und Sackungsmassen sowie einen durch den Wixigraben abrupt abgeschnittenen Fussbereich der Sackungs- und Rutschstrukturen aus. Auffällig sind die Felsrippen und -Höcker innerhalb der Sackungsmasse, welche von flach- bis mittelgründigen und oft stark vernässten Rutschkörpern 'umflossen' werden. Es konnten zahlreiche Wasseraustritte in den Anrisszonen und auch im Fussbereich der Rutschungen beobachtet werden.

Hangmuren:

Gemäss der Gefahrenkarte Lauterbrunnen beträgt die kritische Hangneigung für Hangmuren 28° für Tille und 30° für Gehänge- und Verwitterungsschutt [3]. Die daraus abgeleiteten Prozessquellen für spontane Rutschungen und Hangmuren beschränken sich hauptsächlich auf die steilen Anrissgebiete der Sackungsstrukturen nördlich des Wixigrabens. Vereinzelte Steilböschungen innerhalb der Sackungsmassen und im Bereich der Talstation bilden weitere lokale Prozessquellen. Die Bachböschungen liegen ebenfalls über der kritischen Hangneigung, haben aber keine Lockergesteinsbedeckung, die mobilisiert werden könnte.

Gemäss den durchgeführten Bohrstocksondierungen sind die potenziell mobilisierbaren Lockergesteinsbedeckungen flach- bis mittelgründig. Die Böden bestehen im Allgemeinen aus siltig-tonigem Sand mit Kiesanteilen. Die Mengenverhältnisse können lokal variieren, die Durchlässigkeit ist generell eher gering. Der Wassergehalt reicht von trocken bis stark durchnässt.

Im Naturereigniskataster [7] gibt es keine Einträge für Hangmurenereignisse in näherer Umgebung des Untersuchungsgebietes. Im Reliefbild lassen sich ausserhalb des Untersuchungsperimeters in Gebieten mit anstehendem Aalénienschiefer einige stumme Zeugen identifizieren. In den Gebieten mit den Kalkgesteinen des Aar-Massivs sind keine stummen Zeugen vorhanden. Im Gelände konnten vermehrt Rissbildungen in den steilen Anrisszonen der Sackungsstrukturen beobachtet werden, die u.U. zu spontanen

Rutschprozessen oder permanenten, oberflächlichem Hangkriechen führen können (Anhang 2). Beobachtete Förderfaktoren sind: Lage in permanentem Rutschgebiet, Muldenlage, Stauhorizont (Felsoberfläche), Hang- und Bergwasseraustritte, Vernässungen, offene Erosionsflächen und Viehgangeln.

7.2 Gefahrenbeurteilung permanente Rutschungen

Aufgrund der Beobachtungen im Feld wird davon ausgegangen, dass die mittel- bis tiefgründigen Sackungen substabil oder nur in sehr geringem Masse aktiv sind. Die Masten der alten Sesselbahn wurden mehrfach auf Felsrippen innerhalb der Sackungsmasse errichtet. Während des ca. 20-jährigen Betriebes der Bahn traten nie Probleme aufgrund lateraler Verschiebungen auf, was die Annahme von geringen Bewegungsraten bekräftigt. Anzeichen auf vergangene Reaktivierungen der Sackung konnten im Feld nicht gefunden werden. Die flach- bis mittelgründigen Rutschungen hingegen werden aufgrund der beobachteten Phänomene als aktiv eingeschätzt. Offene Erosionsflächen, Scherzonen, Spaltenbildung, stark coupiertes Gelände, Vernässungen und Wasseraustritte sind deutliche Indikatoren für erhöhte Rutschgeschwindigkeiten. Die Ausbildung der Scherzonen zwischen den substabilen Felspaketen und den aktiven Rutschungen reicht von diffus bis stark lokalisiert. Die differenziellen Bewegungen entlang dieser Scherzonen werden auf wenige Zentimeter pro Jahr geschätzt.

Messdaten aus satellitengestützter Radarinterferometrie (InSAR, vgl. Anhang 4) des Kantons Bern [15] zeigen für die flach- bis mittelgründigen Rutschungen Bewegungsraten in der Grössenordnung von 10 bis 20 mm pro Jahr. Für die versackten Felspakete lässt sich kein eindeutiges Signal für aktive Bewegungen ableiten. In den Zeitreihen finden sich keine Anzeichen für Reaktivierungen.

Da auf der Flughöhe der Gefahrenkarte (Massstab 1:5'000) nicht auf kleinräumige Differenzen im Meterbereich eingegangen werden kann, wird das gesamte Rutschgebiet einheitlich behandelt. Gemäss BAFU (2016) [5] resultiert aus der mit InSAR gemessenen Rutschgeschwindigkeit eine schwache Intensität (gelbe Gefahrenstufe, geringe Gefährdung). Die Tiefe der relevanten Gleitfläche wird insgesamt als mittelgründig beurteilt. Da sich der Wixigraben mit fortschreitender Erosion kontinuierlich im Fussbereich der Sackung eintieft, ist eine Reaktivierung der zurzeit substabilen Sackung möglich. Gemäss BAFU (2016) [5] wird aufgrund des vorhandenen Reaktivierungspotenzials die Gefährdung um eine Stufe angehoben. Für das Rutschgebiet wird dementsprechend eine mittlere Gefährdung (blaue Gefahrenstufe) mit dem Index RM1R ausgeschieden (vgl. Kapitel 11.2 und Anhang 5.2).

7.3 Gefahrenbeurteilung Hangmuren

Die Gefahrenbeurteilung erfolgt nach BAFU (2016) [5] und unterscheidet zwischen den Gebieten mit den Aalénienschiefern und denen mit Kalkgesteinen des Aar-Massivs:

Tabelle 3: Gefahrenbeurteilung Hangmuren

Geologie	Aalénienschiefer	Kalke des Aar-Massivs
Wahrscheinlichkeit	- Stumme Zeugen vorhanden - Einfluss Förderfaktoren: <i>klein</i> ➔ Wahrscheinlichkeit: mittel	- Stumme Zeugen nicht vorhanden - Einfluss Förderfaktoren: <i>vorhanden</i> ➔ Wahrscheinlichkeit: gering
Intensität	- Potenziell mobilisierbare Mächtigkeit: 0.5 - 2 m ➔ Intensität: mittel	- Potenziell mobilisierbare Mächtigkeit: < 0.5 m ➔ Intensität: schwach
Wirkung	Blaue Gefahrenstufe (HM5, mittlere Gefährdung) für den Anriss-, Transit- und Ablagerungsbereich. Gelbe Gefahrenstufe (HM2, geringe Gefährdung) für den Auslaufbereich	Gelbe Gefahrenstufe (HM1, geringe Gefährdung) für den Anriss-, Transit-, Ablagerungs- und Auslaufbereich

8. Beurteilung Sturzprozesse

8.1 Geländeanalyse

Die für den Seilbahnkorridor relevanten Prozessräume für Sturzprozesse beschränken sich auf die Felsaufschlüsse südlich der projektierten Talstation (Wyssi Flue) sowie die steilen Felsanschnitte in den Bacheinhängen des Wixigrabens (vgl. Abbildung 9 und Anhang 2). Die Aufschlüsse südlich der Talstation bestehen aus grauen bis dunkelgrauen Mikriten aus dem Sedimentmantel des Aar-Massivs und haben eine Aufschlusshöhe von ca. 1 m bis maximal 4 m. Das Felsgefüge variiert von fein geschichtet bis zu mittelbankig mit Bankmächtigkeiten von maximal 0.5 m. Die Schichtung fällt lokal mit ca. 10 - 20° gegen Süd bis Südsüdost ein. Das Gestein ist eng- bis mittelständig geklüftet und mehrheitlich relativ stark fragmentiert. Das Transitgebiet ist mit Buschwerk und Gräsern bewachsen und weist im mittleren Bereich ein ca. 10 m breiter und relativ flacher Fallboden auf (natürliche Berme, vgl. Profilschnitte in Anhang 3). Das Pauschalgefälle beträgt ca. 25 - 28° auf (Wandkrone bis projektiertes Gebäude). Auf und oberhalb des Fallbodens wurden zahlreiche stumme Zeugen dokumentiert.

Die steilen Felsanschnitte in den Bacheinhängen sind lithologisch primär den Aalénienschiefern der Ultrahelveticen Decken zuzuordnen. Sie weisen lokal Höhen von bis zu 30 m auf und bestehen aus fein geschichteten, dunklen Tonschiefern mit Konkretionen (Durchmessern von max. 5 cm). Ein kleinräumig variables Schichteinfällen und Faltenstrukturen weisen auf eine starke tektonische Beanspruchung hin. Das Gestein ist generell sehr weich und verwitterungsanfällig (rostbraune Verwitterungsfarbe), worauf die auffällig starke Eintiefung des Bergbaches zurückzuführen sein dürfte.

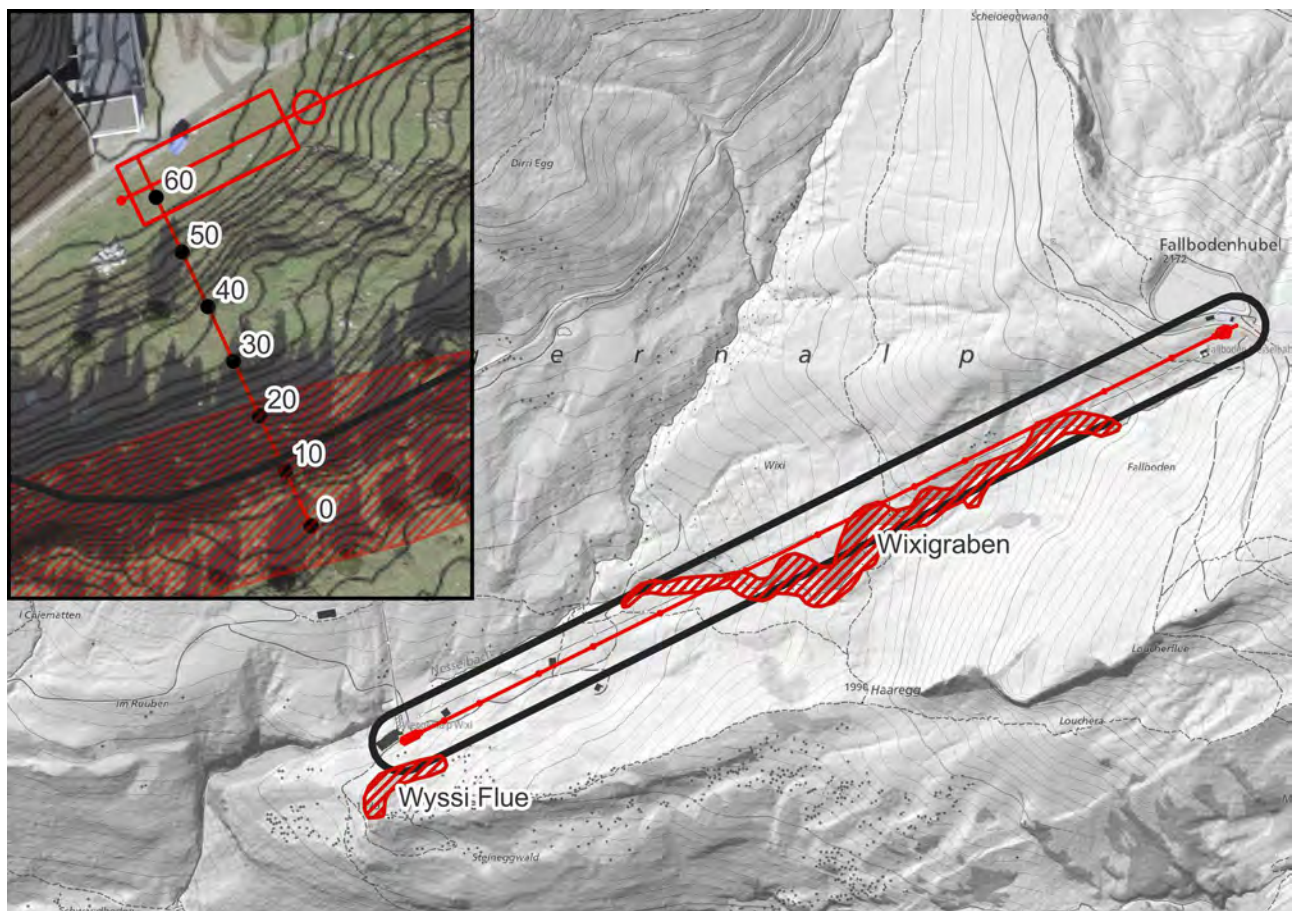


Abbildung 9: Für das Projekt relevante Ausbruchgebiete von Sturzprozessen an der «Wyssi Flue» und im «Wixigraben» (rot schraffierte Flächen). Die Detailkarte zeigt die Profilspur mit Metrierung [m] der 2D-Sturzmodellierung oberhalb der geplanten Talstation bei der «Wyssi Flue».

8.2 Gefahrenbeurteilung

Für die Prozessquellen südlich der Talstation wurde eine 2D – Sturzmodellierung durchgeführt. Die Szenarienbildung beruht auf der im Feld durchgeführten Kluftkörperanalyse im Felsaufschluss sowie die dokumentierten stummen Zeugen im Transitgebiet. Es wurden folgende Szenarien definiert:

Tabelle 4: Sturzzenarien für Ausbruchgebiete südlich der projektierten Talstation.

Szenario	Blockachsen [m]	Rundungsfaktor []	Kubatur [m ³]
30 – jährlich	0.4 x 0.3 x 0.2	0.81	0.02
100 – jährlich	0.6 x 0.5 x 0.4	0.81	0.10
300 – jährlich	0.8 x 0.6 x 0.5	0.81	0.19

Die 2D-Sturzmodellierungen wurden anhand eines Profilschnittes mit ROFMOD 5.0 durchgeführt. Die Resultate sind in Anhang 3 aufgeführt. Die modellierten Reichweiten sind für alle Szenarien durch den Fallboden im mittleren Transitgebiet limitiert. Eine Sensitivitätsanalyse zeigt, dass selbst ein äusserst pessimistisch modellierter 300-jährlicher Sturzkörper auf dem Fallboden zur Ablagerung kommt und keine Gefährdung für die projektierte Talstation darstellt. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem geringen Pauschalgefälle von maximal 28° und der räumlichen Verteilung der dokumentierten stummen Zeugen. Gemäss BAFU (2016) [5] wird für den Prozessraum südlich der Talstation eine blaue Gefahrenstufe mit den Indizes SS3 und SS2 ausgeschieden (vgl. Kapitel 11.4 und Anhang 5.4).

Für die Sturzprozesse in den Bacheinhängen sind aufgrund der generell kleinen Sturzkomponente und mehrheitlich geringen Fallhöhen für alle Szenarien nur geringe Energien (< 30 kJ) zu erwarten. Gemäss BAFU (2016) [5] wurde dementsprechend für die Bacheinschnitte eine blaue Gefahrenstufe mit dem Index SS3 ausgeschieden (vgl. Kapitel 11.4 und Anhang 5.4).

9. Beurteilung Absenkung / Einsturz

9.1 Geländeanalyse

Die autochthonen und parautochthonen Kalklithologien des Aar-Massivs im südlichen und südwestlichen Projektperimeter sind grundsätzlich verkarstungsfähig. Im Talboden konnten Felsaufschlüsse mit ausgeprägten Lösungsphänomenen dokumentiert werden (vgl. Anhang 2). Innerhalb des Projektperimeters und auch in der weiteren Umgebung finden sich keine Hinweise auf Dolinen, Absenkungen und Einsturzprozesse.

9.2 Gefahrenbeurteilung Absenkung / Einsturz

Gemäss BAFU (2016) [5] wird aufgrund der verkarstungsfähigen Gesteine und dem Fehlen von Dolinen, Absenkungen und Einsturzprozessen eine geringe Intensität und damit eine gelbe Gefahrenstufe (D1, geringe Gefährdung) vergeben (vgl. Kapitel 11.5 und Anhang 5.5). Die Gebiete mit den nicht verkarstungsfähigen Aalénienschiefern sind nicht absenkungs-/einsturzgefährdet.

10. Beurteilung Wassergefahren

10.1 Beurteilte Prozesse

In Bezug auf die Wassergefahren ist der Projektperimeter von zwei verschiedenen Prozessen betroffen:

- Wildbachprozesse (Überflutungen und Übersarungen, ggf. auch Murgänge des Nesselbachs und des Wixigrabens)
- Oberflächenabfluss

10.2 Beurteilungstiefe

Die Wassergefahren wurden im Rahmen einer groben Einschätzung basierend auf den vorhandenen Grundlagen beurteilt («Desktopstudie»). Geländebegehungen oder eine detaillierte Szenarienbildung mit hydrologischen, hydraulischen und geschiebetechnischen Berechnungen wurden nicht durchgeführt. Die nachfolgenden Angaben haben deshalb Hinweischarakter und nicht den Detaillierungsgrad einer Gefahrenbeurteilung im engeren Sinne.

10.3 Gefährdung durch Wildbachprozesse

10.3.1 Einzugsgebiet

Der Nesselbach und der Wixigraben entwässern das Gebiet von der Wyssen Flue über das Lauberhorn bis zur Station Eigergletscher der Jungfraubahnen. Das Einzugsgebiet weist eine Fläche von rund 2 km² auf (siehe Abbildung 10). Ein geringer Teil davon ist bestockt, der Rest besteht vorwiegend aus Alpweiden oder felsigem Untergrund. Die Böden sind generell geringmächtig. Im südlichen Teil des Einzugsgebiets sind verkarstete Flächen aufzufinden, die einen nicht genauer untersuchten Einfluss auf die Abflussprozesse haben können.

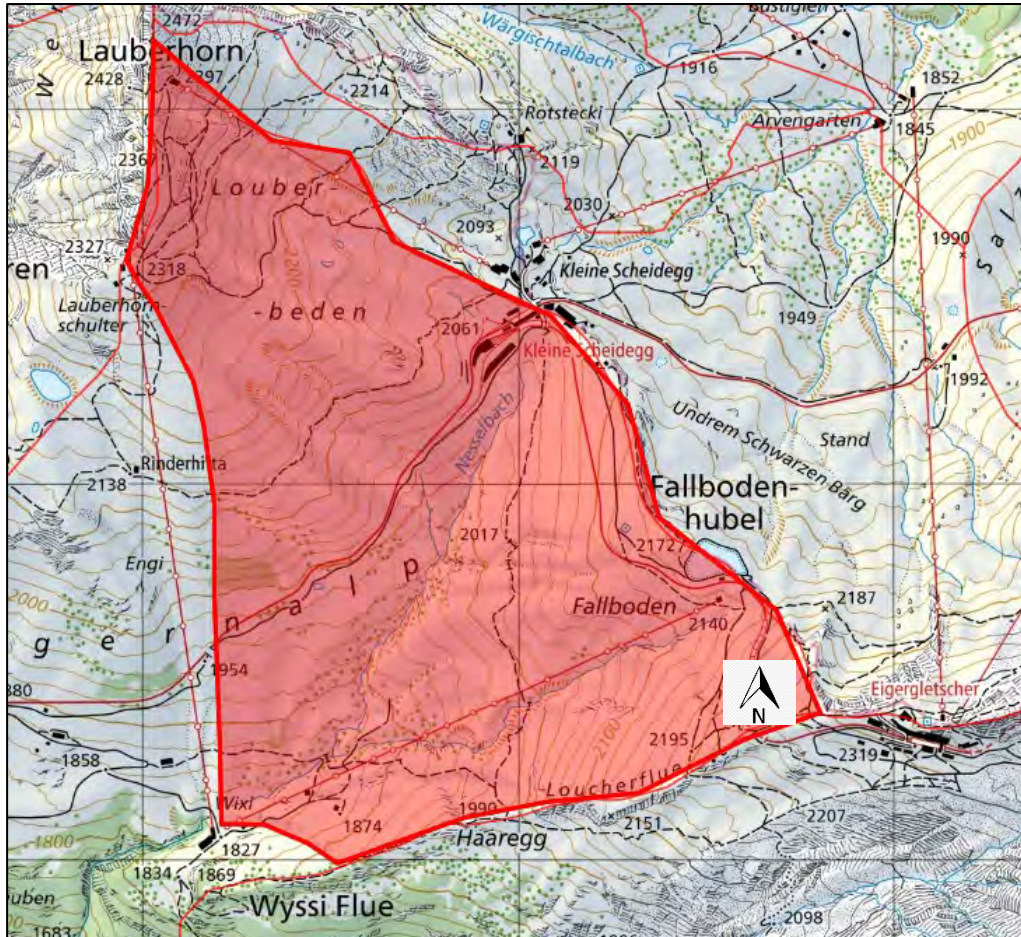


Abbildung 10: Einzugsgebiet des Nesselbachs und des Wixigrabens (in Rot). Unmassstäbliche Darstellung.

10.3.2 Hydrologie

Infolge der Bearbeitungstiefe der durchgeführten Arbeiten wurden die Spitzenabflüsse des Nesselbachs nicht mittels einschlägigen hydrologischen Methoden berechnet, sondern nur grob abgeschätzt. Die flachgründigen Böden führen mit recht hoher Wahrscheinlichkeit zu einer raschen Abflussreaktion bei Starkniederschlägen. Der Einfluss der verkarsteten Flächen ist hingegen nur schwer zu bestimmen. Sie sind aufgrund des geringen Flächenanteils am Gesamteinzugsgebiet vermutlich von untergeordneter Bedeutung. Der 100-jährliche Spitzenabfluss (HQ100) kann aus anderen Einzugsgebieten des Alpennordhangs grob mit 5 bis 10 $\text{m}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ angenähert werden, was einem HQ100 von 10 bis 20 m^3/s entspricht¹. Daraus können der 30-jährliche Spitzenabfluss ($\text{HQ}_{30} = 0.7 \cdot \text{HQ}_{100} = 7$ bis 14 m^3/s) und das 300-jährliche Hochwasser ($1.5 \cdot \text{HQ}_{100} = 15$ bis 30 m^3/s) abgeleitet werden.

¹ Diese Werte sind sehr grobe Bandbreiten und müssen für eine detaillierte Aussage zur Gefährdung verifiziert werden [16].

10.3.3 Schwemmholttransport

Schwemmholttransport ist voraussichtlich im gesamten Perimeter von untergeordneter Bedeutung. Das Einzugsgebiet befindet sich grösstenteils über der Baumgrenze. Das Gerinne des Nesselbachs weist, soweit im Luftbild einsehbar, im aktuellen Zustand kaum transportierbares Schwemmholt auf und die Bestockung des Gerinnes ist nicht sehr dicht. Das Gerinne des Wixigrabens ist nur im untersten Teil locker bestockt.

10.3.4 Geschiebetransport

Geschiebetransport ist für die Gefährdungsbeurteilung von Relevanz, dies bedingt durch die Geologie (mehrheitlich Aalénienschiefer), die zu Hanginstabilitäten neigt. Bei entsprechender Gerinnnekonnektivität kann so mobilisiertes Lockermaterial transportwirksam werden. Das Gerinne selbst weist diverse Strecken im veränderlich festen oder festen Fels auf, was aber das mobilisierbare Geschiebe (insbesondere durch Tiefenerosion) limitiert. Für die Gefährdungsbeurteilung wird davon ausgegangen, dass in beiden Gräben ab 100-jährlichen Ereignissen je viele 10er bis einige hundert m³ Geschiebe mobilisiert und transportiert werden können.

10.3.5 Seiten- und Tiefenerosion

Im gesamten Gerinnelauf sind im Fall von Hochwasser- bzw. Murgangereignissen Erosionsprozesse zu erwarten. Insbesondere Prallhangsituationen (Aussenkurven des Gerinnes) sind prädestiniert für Seitenerosion. Quantitative Angaben für einen möglichen Maststandort sind hier aber nur mit detaillierten wildbachkundlichen und ggf. geotechnischen Geländearbeiten möglich. Tiefenerosion kann dazu führen, dass Böschungen instabil werden und Material ins Gerinne verlagert wird. Auch hier sind Prallhänge besonders exponiert.

10.3.6 Schwach- bzw. Konfliktstellen

Seilbahnkorridor

Entlang des Seilbahnkorridors quert der Wixigraben den Perimeter mehrmals. Einige Stützen, deren genauer Standort zurzeit noch nicht im Detail festgelegt ist, werden unter Umständen in unmittelbarer Nähe zum Gerinne erstellt. Hier ist nicht mit klassischen Schwachstellen zu rechnen (Durchlässe, zu knapp bemessene Gerinne), aber Seiten- und ggf. Tiefenerosion können für die Stützen eine Gefährdung darstellen. Die potenziellen Konfliktstellen entlang des Bahnperimeters sind in Abbildung 11 dargestellt. Nach Festlegung der genauen Stützenstandorte kann diese punktuelle Gefährdung genauer ermittelt werden.

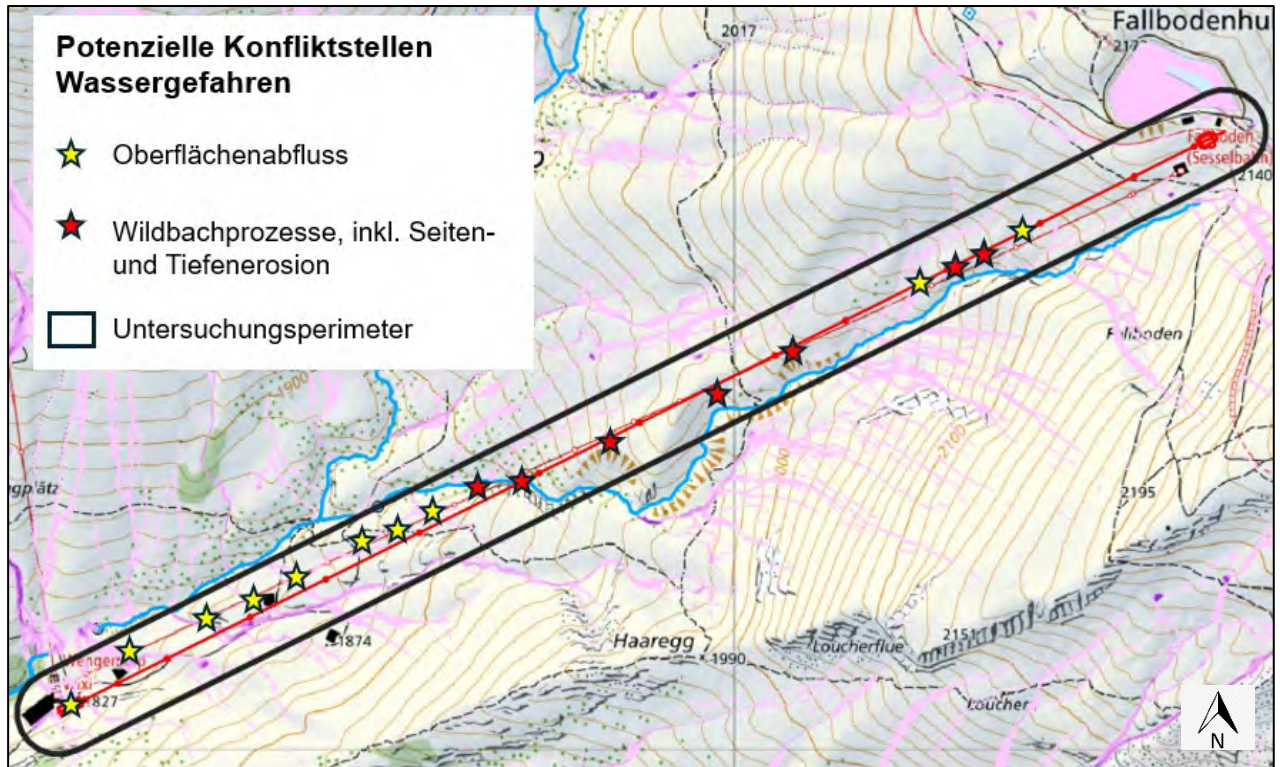


Abbildung 11: Potenzielle Konfliktstellen mit Oberflächenabfluss und Wildbachprozessen im Untersuchungsperimeter. Dargestellt im Hintergrund ist die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss [17] für das 300-jährliche Ereignis. Unmassstäbliche Darstellung.

Durchlass «Wixi»

Direkt oberhalb der Station Wengernalp «Wixi» weist der Nesselbach einen knapp 70 m langen Durchlass auf (Abbildung 12). Der Durchmesser des Durchlasses ist nicht bekannt, wird gemäss den uns zur Verfügung stehenden Drohnenaufnahmen aber auf ca. 1.5 m geschätzt. Das Gefälle im Durchlass liegt bei schätzungsweise 8 bis 9 %.



Abbildung 12: Luftbild des Bereichs «Wixi» mit dem Bachdurchlass (gelber Kreis). Der blaue Pfeil zeigt die Fliessrichtung des Nesselbachs.

10.3.7 Szenarien

Basierend auf den uns zur Verfügung stehenden Grundlagen werden die Szenarien bei der geplanten Talstation wie folgt eingeschätzt:

- **30-jährliche Ereignisse:** leichte Austritte von Wasser und wenig Feststoffen (Geschiebe und Schwemmholz) beim Bachdurchlass «Wixi»; die Gebäude sind davon nicht betroffen.
- **100-jährliche Ereignisse:** grössere Austritte von Wasser und Feststoffen (v.a. Geschiebe). Der flache Boden nordöstlich der Gebäude wird mehrere Dezimeter hoch übersart. Die Gebäude sind nicht betroffen.
- **300-jährliche Ereignisse:** grosse Austritte von mehreren 100 m³ Feststoffen (v.a. Geschiebe). Der flache Boden nordöstlich der Gebäude wird mehrere Dezimeter hoch übersart. Die Gebäude sind voraussichtlich nicht betroffen.

Für den restlichen Perimeter sind die Szenarien nach Bekanntgabe der voraussichtlichen Maststandorte zu bestimmen.

10.3.8 Beurteilung der Gefährdung durch Wildbachprozesse

Gesamtperimeter

Insgesamt ist eine Gefährdung durch Wildbachprozesse entlang des Seilbahnkorridors vor allem in Bezug auf mögliche Seiten- und Tiefenerosion zu erwarten. Eine genauere Beurteilung kann nach der Festlegung der genauen Maststandorte stattfinden. Für die möglichen Konfliktstellen sei auf Abbildung 11 verwiesen.

Talstation «Wixi»

Die Gefährdung der Talstation «Wixi» wird in Bezug auf die Wildbachprozesse als nicht relevant beurteilt, da die lokale Topografie austretende Wasser- und Gieschiebemassen wieder in Richtung Gerinne/Talweg zurückleitet.

10.4 Gefährdung durch Oberflächenabfluss

10.4.1 Grundlagen

Für den Prozess Oberflächenabfluss wurde die Beurteilung auf die Gefährdungskarten Oberflächenabfluss der Gebäudeversicherung des Kantons Bern abgestützt [17].

10.4.2 Gefährdung der Talstation «Wixi»

Die genannten Kartengrundlagen zeigen, dass bei Starkniederschlägen Oberflächenabfluss teils bis zu den Gebäuden der Lokalität «Wixi» gelangen kann. Die maximale Intensität von 25 bis 30 cm Wassertiefe wird beim HQ300 an der Südostfassade der bestehenden Station Wengernalp/Wixi erreicht (siehe Abbildung 13). Für die geplante Talstation der neuen Sesselbahn Fallboden sind vergleichbare Einwirkungen zu erwarten.

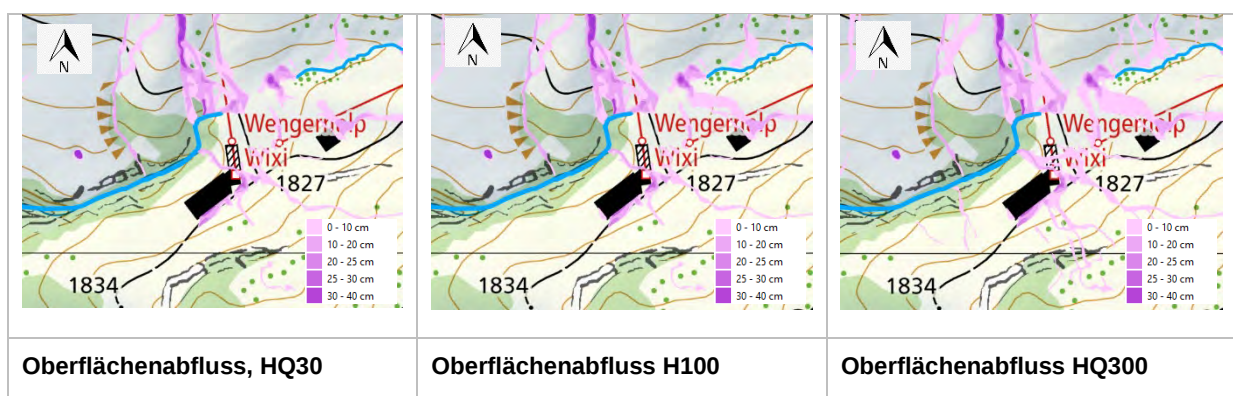


Abbildung 13: Ausschnitte aus der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss für das 30-, 100- und 300-jährliche Ereignis [17]. Die Fliesstiefenklassen in [cm] sind in der Legende dargestellt. Unmassstäbliche Darstellung.

10.4.3 Gefährdung des restlichen Perimeters

Im restlichen Perimeter, der vor allem die Stützenstandorte und die Bergstation umfasst, kann Oberflächenabfluss an diversen Stellen auftreten (siehe Abbildung 11). Eine genaue Analyse wird hier erst empfohlen, wenn die detaillierten Stützenstandorte festgelegt sind. Bei der Bergstation ist das oberliegende Einzugsgebiet sehr klein, weshalb hier Oberflächenabflussprozesse kaum von Relevanz sind.

10.5 Fazit zur Gefährdung durch Wassergefahren

Die durchgeführte Desktopstudie zu den Wassergefahren zeigt, dass für die lokale Gefährdung des geplanten Neubaus der Talstation «Wixi» primär der Oberflächenabfluss eine Rolle spielt. Die Gefährdung durch Hochwasser des Nesselbachs ist voraussichtlich nicht relevant. In Bezug auf die Stützenstandorte wird eine Detailbeurteilung der Gefährdung erst empfohlen, wenn die Standorte detailliert festgelegt sind.

11. Lokale Gefahrenkarten

11.1 Lokale Gefahrenkarte Lawinen

Die Beurteilung der Gefährdung durch Lawinen und Gleitschnee zeigt, dass 300-jährlichen Fliesslawinen mit mittlerer Intensität (Gefahrenbereich blau, LF1/LF4) bis starker Intensität (Gefahrenbereich rot, LF7/LF9), sowie 30-jährliche Fliesslawinen geringer bis starker Intensität (rot, LF3/LF6/LF9) in den Perimeter des neu geplanten Sessellifts Fallboden gelangen können.

Gleitschnee ist insbesondere in der steilen und südexponierten Bachböschung auf 1950 m ü. M. und in Böschungen mit vergleichbarer Disposition zu erwarten (Gefahrenbereich gelb, G1). Weitere Gleitschneeflächen befinden sich entlang der steilen südexponierten Bachböschung. Auf Stufe Gefahrenkarte werden die Gleitschneeprozesse nicht detailliert abgehandelt. Im Rahmen einer Detailbeurteilung (M3) sind die standort-spezifischen Einwirkungen für alle Bauwerke zu bestimmen.

Die lokale Gefahrenkarte Lawinen ist in Abbildung 14 dargestellt. Gemäss den aktuellen Plänen liegt die projektierte Seillinie über eine Strecke von ca. 500 m im Gefahrenbereich rot und über rund 300 - 400 m im blauen Gefahrenbereich durch Fliesslawinen. Die Berg- und Talstationen sind weder von Lawinen noch von Gleitschnee betroffen.

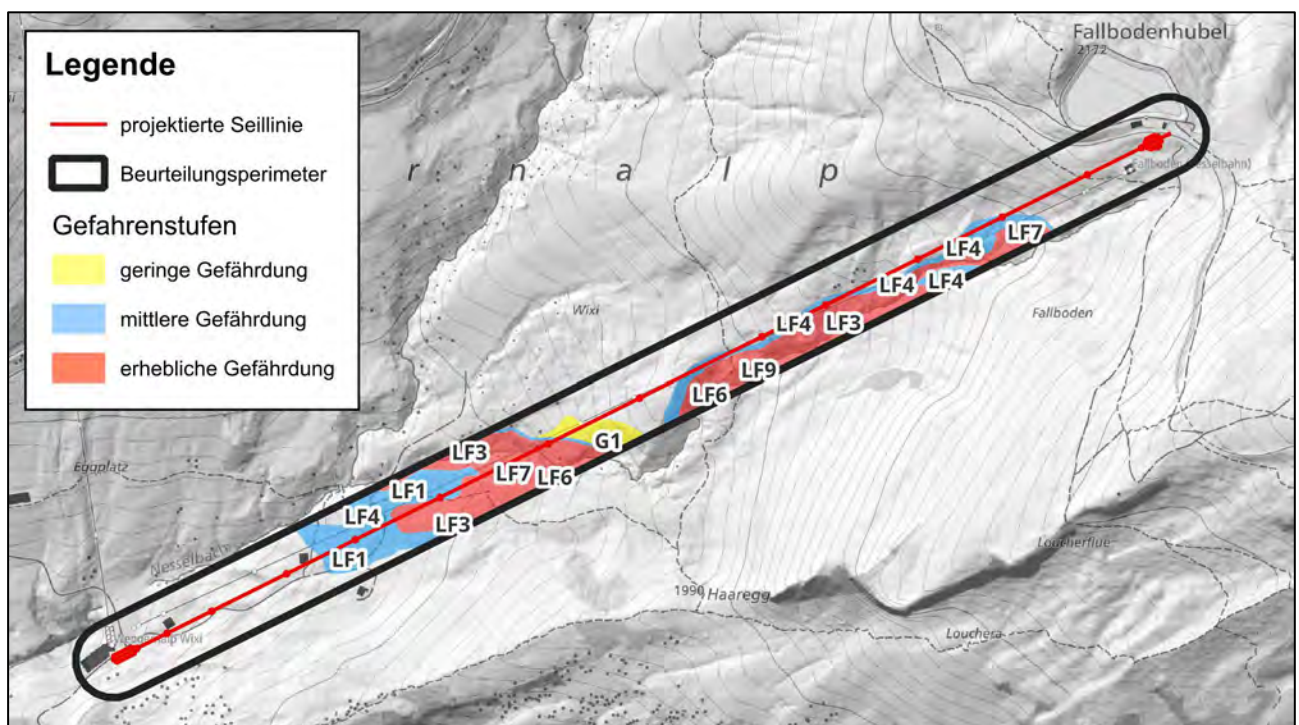


Abbildung 14: Lokale Gefahrenkarte Lawinen für den Beurteilungsperimeter der geplanten Sesselbahn Fallboden (vgl. Anhang 5.1 für Details), Massstab 1:10'000.

11.2 Lokale Gefahrenkarte permanente Rutschungen

Die Seillinie verläuft durch ein mittelgründiges Sackungs- bzw. Rutschgebiet. Gemäss Gefahrenbeurteilung (Kapitel 7) gilt für diesen Abschnitt eine mittlere Gefährdung (RM1R, blaue Gefahrenstufe) durch permanente Rutschprozesse (Abbildung 15). Gezwungenermassen werden mehrere Stützen im gefährdeten Abschnitt platziert werden müssen. Die Berg- und Talstation sind nicht betroffen.

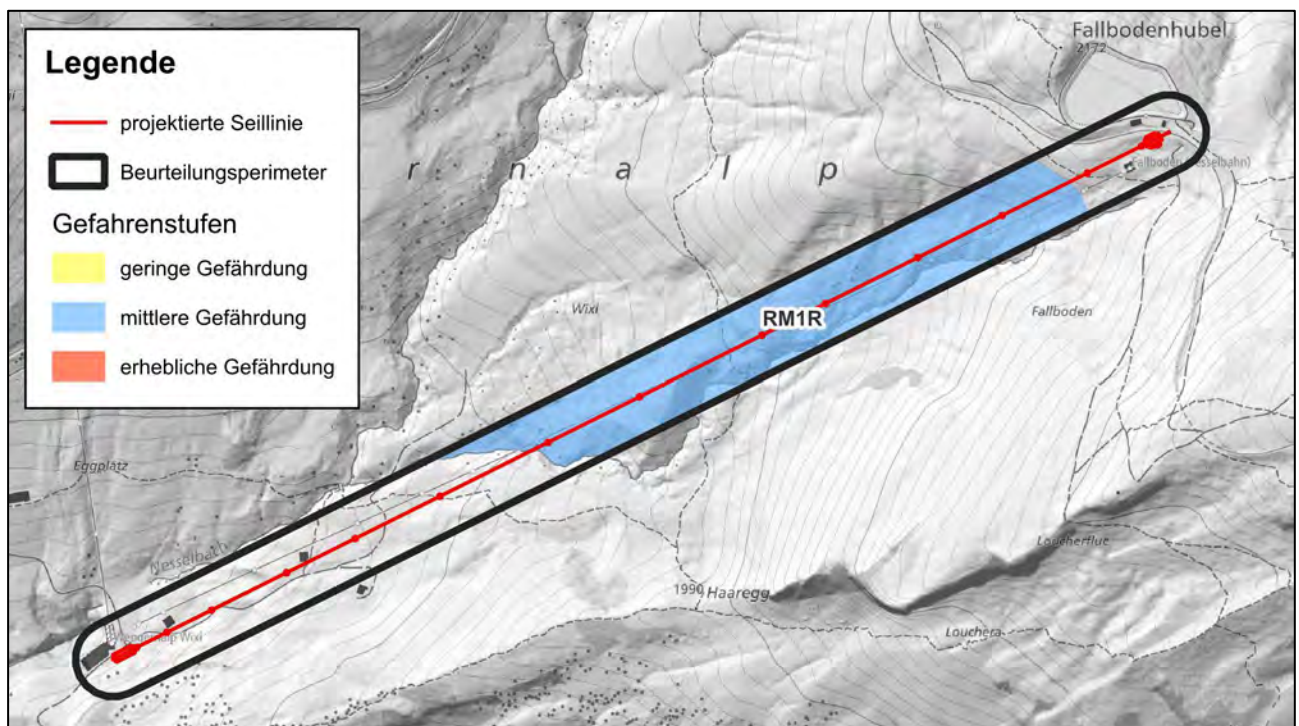


Abbildung 15: Lokale Gefahrenkarte permanente Rutschungen für den Beurteilungsperimeter der geplanten Sesselbahn Fallboden (vgl. Anhang 5.2 für Details), Massstab 1:10'000.

11.3 Lokale Gefahrenkarte Hangmuren

Der Seilbahnkorridor verläuft entlang und durch Gebiete mit einer geringen (HM2, gelbe Gefahrenstufe) und mittleren Gefährdung (HM5, blaue Gefahrenstufe) durch Hangmurenprozesse (Abbildung 16). Die Bergstation ist nicht gefährdet. Für die Talstation gilt eine geringe Gefährdung (HM1, gelbe Gefahrenstufe).

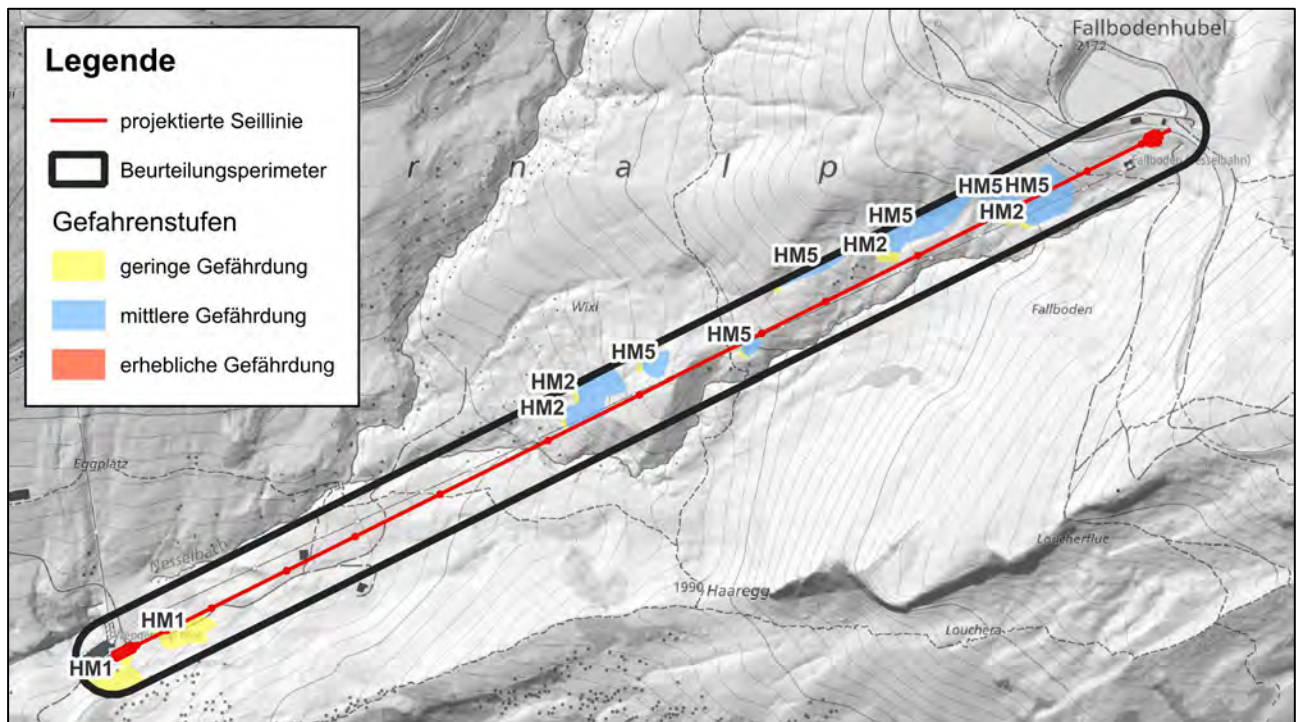


Abbildung 16: Lokale Gefahrenkarte Hangmuren für den Beurteilungsperimeter der geplanten Sesselbahn Fallboden (vgl. Anhang 5.3 für Details), Massstab 1:10'000.

11.4 Lokale Gefahrenkarte Sturz

Für die steilen Bachböschungen des Wixigrabens wurde gemäss der Gefahrenbeurteilung in Kapitel 8 eine mittlere Gefährdung (SS3, blaue Gefahrenstufe) ausgeschieden (Abbildung 17). Die Berg- und Talstation sind nicht gefährdet.

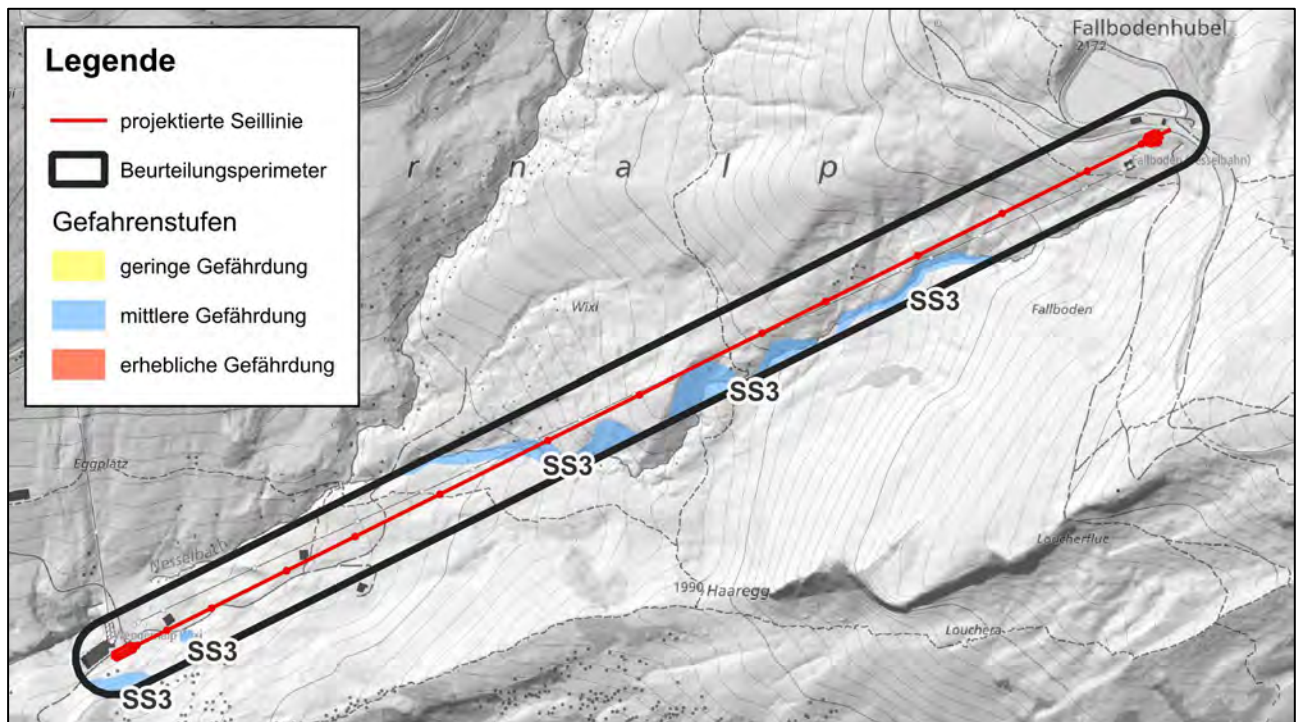


Abbildung 17: Lokale Gefahrenkarte Sturz für den Beurteilungsperimeter der geplanten Sesselbahn Fallboden (vgl. Anhang 5.4 für Details), Massstab 1:10'000.

11.5 Lokale Gefahrenkarte Absenkung / Einsturz

Die Stützen südwestlich des Wixigrabens sowie die Talstation kommen in verkarstungsfähigen Gesteinen zu liegen. Gemäss der Gefahrenbeurteilung in Kapitel 9 gilt für diesen Bereich eine geringe Gefährdung (D1, gelbe Gefahrenstufe) durch Absenkungen / Einsturz (Abbildung 18).

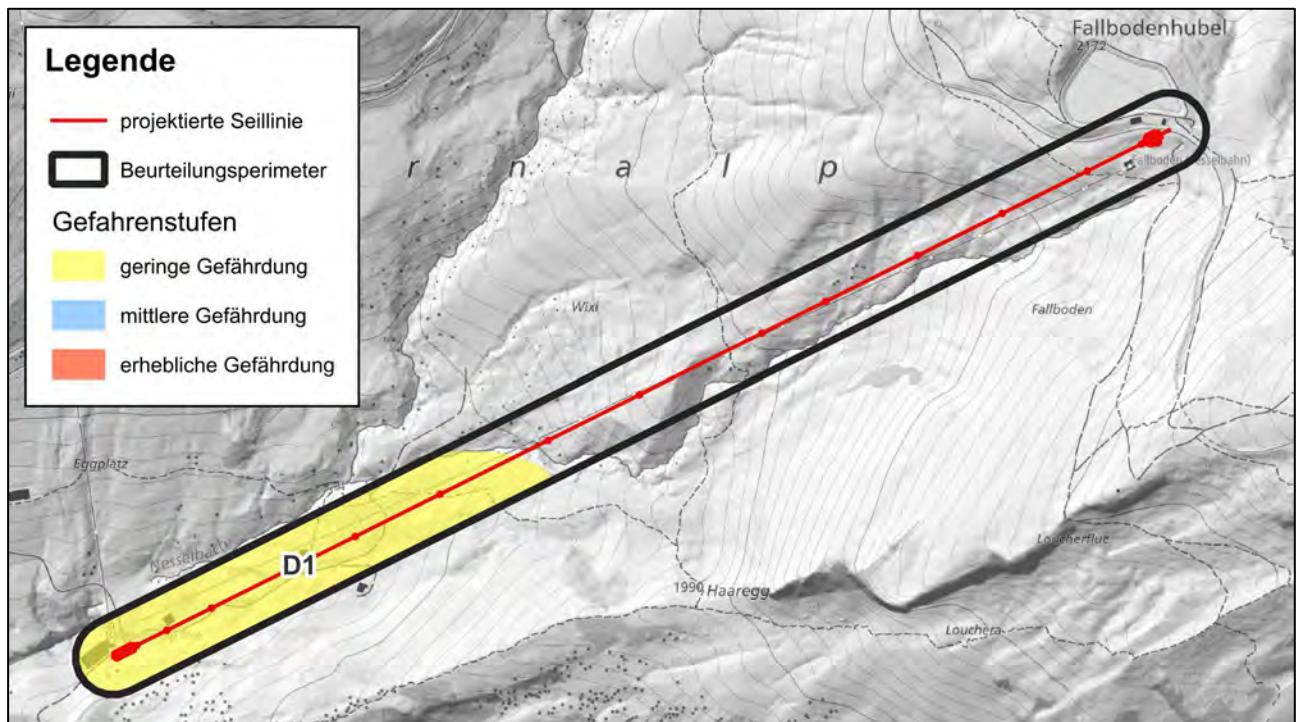


Abbildung 18: Lokale Gefahrenkarte Absenkung / Einsturz für den Beurteilungsperimeter der geplanten Sesselbahn Fallboden (vgl. Anhang 5.5 für Details), Massstab 1:10'000.

12. Umgang mit Gefahrenstufen

Die baurechtlichen Möglichkeiten in der roten und blauen Gefahrenstufe sind eingeschränkt und an Auflagen gebunden. In Gefahrengebieten starker (rot) und mittlerer (blau) Gefährdung sind Neu- und Umbauten nur zugelassen, wenn mit Massnahmen sichergestellt ist, dass Menschen im Gebäude sowie erhebliche Sachwerte nicht gefährdet sind [6].

Eine rote Gefahrenstufe bedeutet, dass Personen sowohl innerhalb wie auch ausserhalb von Gebäuden gefährdet sind. Zudem können Gebäude zerstört werden. Im roten Gefahrengebiet sind Bauvorhaben nur zulässig, wenn diese standortgebunden sind (Art. 6 Abs. 1 BauG) [6].

Eine blaue Gefahrenstufe bedeutet, dass Personen ausserhalb von Gebäuden gefährdet sind. Zudem ist mit Schäden an Gebäuden zu rechnen. Werden geeignete Massnahmen getroffen, können Schäden am Gebäude verhindert werden [8].

Für Gebäude, welche innerhalb der gelben Gefahrenstufe liegen, bestehen gem. Artikel 6 Baugesetz keine Auflagen [6]; Objektschutzmassnahmen werden allerdings empfohlen.

13. Schutzmassnahmen

Basierend auf der vorliegenden Prozessgefahrenkarten sollen die Stützenstandorte nach Möglichkeit ausserhalb der Gefährdungsgebiete platziert werden. Wo dies nicht möglich ist, sind folgende Massnahmenkonzepte möglich.

13.1 Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Lawinen / Gleitschnee

Die von Fliesslawinen oder Gleitschnee betroffenen Stützen können – je nach Einwirkungshöhe – mittels einer Erhöhung des Betonsockels verstärkt oder mit einem Spaltkeil wirkungsvoll vor Fliesslawinen geschützt werden. Die Massnahmen sind auf die entsprechenden Lastfälle und Einwirkungshöhen zu dimensionieren.

13.2 Massnahmenvorschläge zum Schutz vor permanenten Rutschungen

Die Stützen, welche innerhalb des Sackungs- und Rutschgebietes platziert werden müssen, sollen analog zu den Stützen der alten Bahn möglichst auf den Felsrippen und Felshöckern platziert werden. Aktive und oftmals stark vernässte Rutschgebiete müssen gemieden werden. In einer späteren Projektphase sollen geeignete Stützenstandorte aufgrund naturgefarentechnischer und konstruktiver Argumente evaluiert werden. Für die Stützen sind standortspezifische Massnahmen festzulegen (Bsp. Verschiebechassis etc.).

13.3 Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Hangmuren

Die Stütze sollen auf die zu erwartenden Einwirkungen dimensioniert und durch Objektschutzmassnahmen (z. B. erhöhte und verstärkte Fundamentsockel) geschützt werden.

13.4 Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Sturzprozessen

Die geplante Anlage ist nicht von Sturzprozessen betroffen. Es sind keine Massnahmen erforderlich.

13.5 Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Absenkung / Einsturz

Aufgrund der geringen Gefährdung durch Absenkung / Einsturz sind grundsätzlich keine Massnahmen erforderlich. Wir empfehlen im Zuge der ohnehin notwendigen Baugrunduntersuchungen bei den definitiven Stützen- und Stationsstandorte den Aspekt der Absenkungsthematik zu prüfen und ggf. konstruktive Massnahmen (z.B. genügende statische Aussteifung der Stationsgebäude) umzusetzen.

13.6 Massnahmenvorschläge zum Schutz vor Wassergefahren

Bezüglich der Schutzmassnahmen gegen **Oberflächenabfluss** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Anpassung des lokalen Terrain, Gestaltung eines Gefälles von den Gebäuden weg
- Lenkende Massnahmen wie Erddämme oder Mauern
- Schutzmassnahmen am Gebäude selbst (druckwasserdichte Türen / Erhöhung von Zugängen, Lüftungen etc. / Verzicht auf prozesszugewandte Öffnungen)

Die Schutzmassnahmen gegen **Wildbachgefahren und Oberflächenabfluss** bei den noch festzulegenden Stützenstandorten sollen darauf abzielen, dass sich beim Fundament keine Kolk- bzw. Erosionsprozesse ausbilden können. Hierzu ist dieses entweder bis unter die noch festzulegende Kolk-/Erosionstiefe zu fundieren oder sind wasserableitende bzw. erosionsverhindernde Massnahmen im direkten Umfeld des Fundaments vorzusehen. Ist seitens der Wixigrabens rückschreitende Erosion, ggf. in Kombination mit Hangrutschungen, zu erwarten, empfehlen wir eine integrale Planung unter Berücksichtigung der Rutschprozesse.

14. Zusammenfassung

Die Gefahrenbeurteilung kann folgendermassen zusammengefasst werden:

Tabelle 5: Zusammenfassung Gefährdungssituation für die geplante Anlage mit einer Einfärbung gemäss Gefahrenkarte.

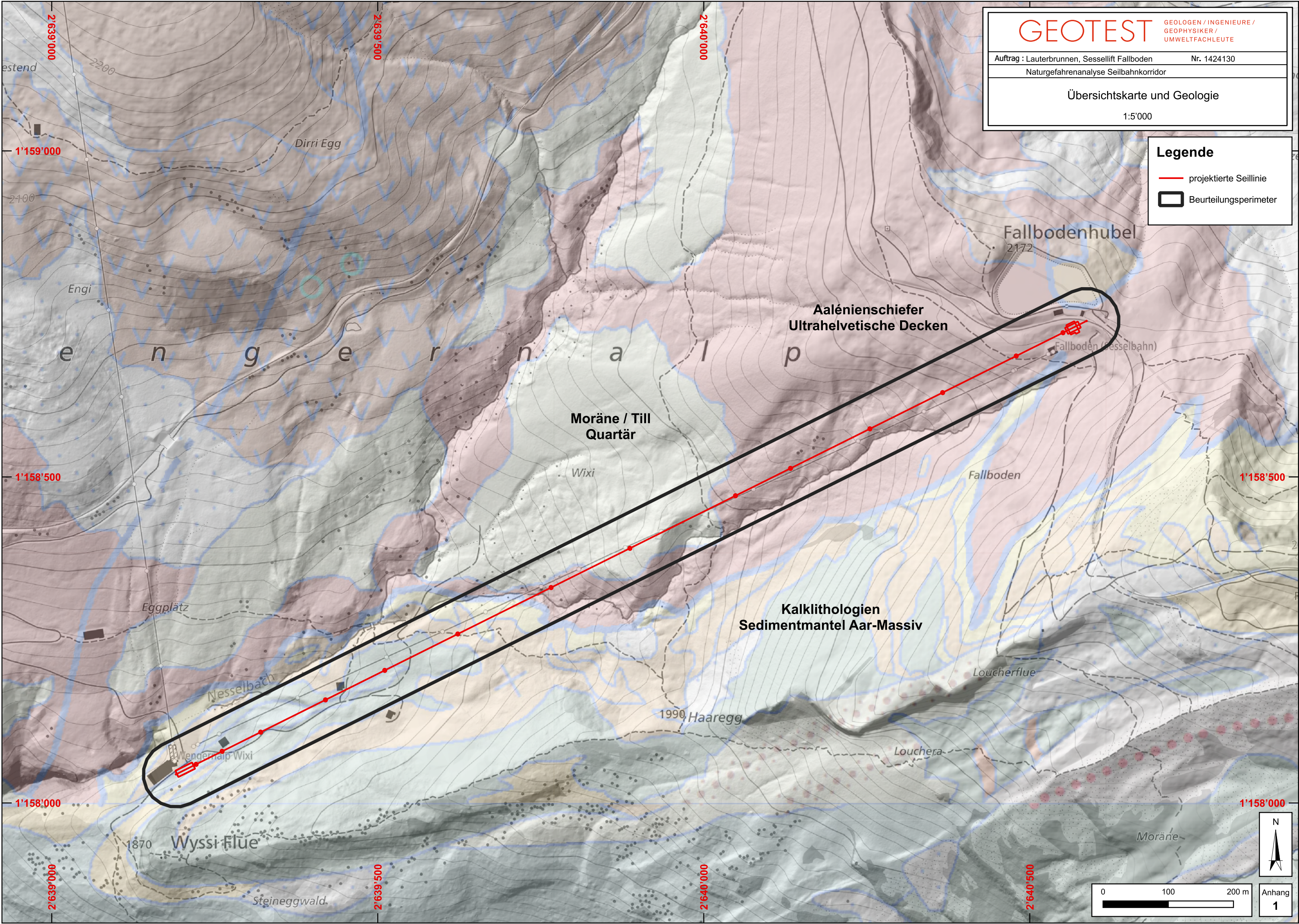
Anlageteil	Prozess	Gefährdung
Talstation	Lawinen	Keine
	Permanente Rutschungen	Keine
	Hangmuren	Geringe Gefährdung (HM1)
	Sturzprozesse	Keine
	Absenkung / Einsturz	Geringe Gefährdung (D1)
Bergstation	Lawinen	Keine
	Permanente Rutschungen	Keine
	Hangmuren	Keine
	Sturzprozesse	Keine
	Absenkung / Einsturz	Keine
Seilbahnkorridor	Lawinen	Geringe bis lokal erhebliche Gefährdung (LF9)
	Permanente Rutschungen	Mittlere Gefährdung (RM1R)
	Hangmuren	Geringe bis mittlere Gefährdung (HM5)
	Sturzprozesse	Keine
	Absenkung / Einsturz	Geringe Gefährdung (D1)

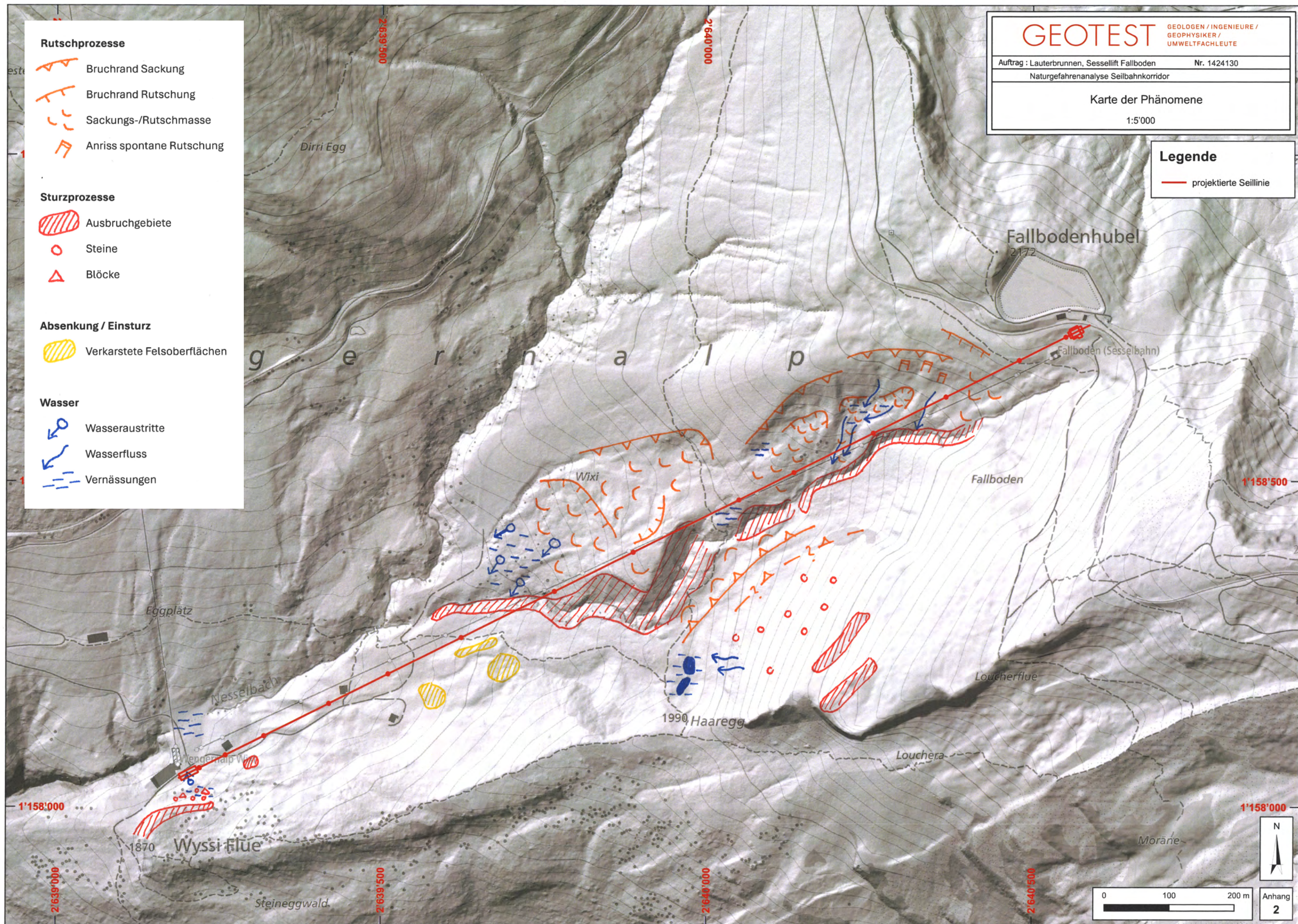
15. Schlussfolgerung

Anlageteile der geplanten Sesselbahn Fallboden kommen gemäss der vorliegenden Gefahrenbeurteilung in Gebieten mit Einwirkungen durch Lawinen-, Rutsch-, Sturz-, Einsturz- und Wasserprozesse zu liegen. Entlang der projektierten Seillinie ist lokal mit mittleren bis erheblichen Gefährdungen durch Naturgefahrenprozesse zu rechnen. Wir empfehlen, bei der Standortbestimmung der Stützen den Gefahrengebieten soweit möglich auszuweichen. Wenn die Standorte festgelegt sind, hat eine Detailbeurteilung auf Stufe M3 [5] mit entsprechender Planung der Schutzmassnahmen im Rahmen des Bauprojektes zu erfolgen.

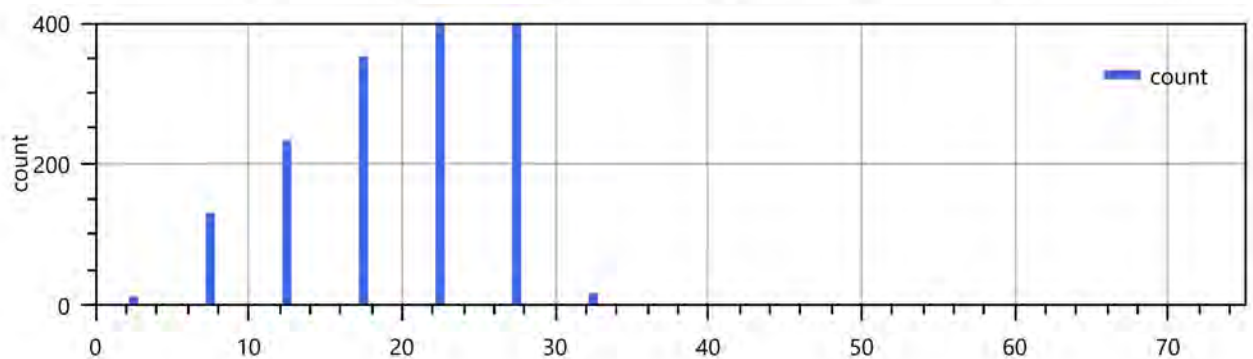
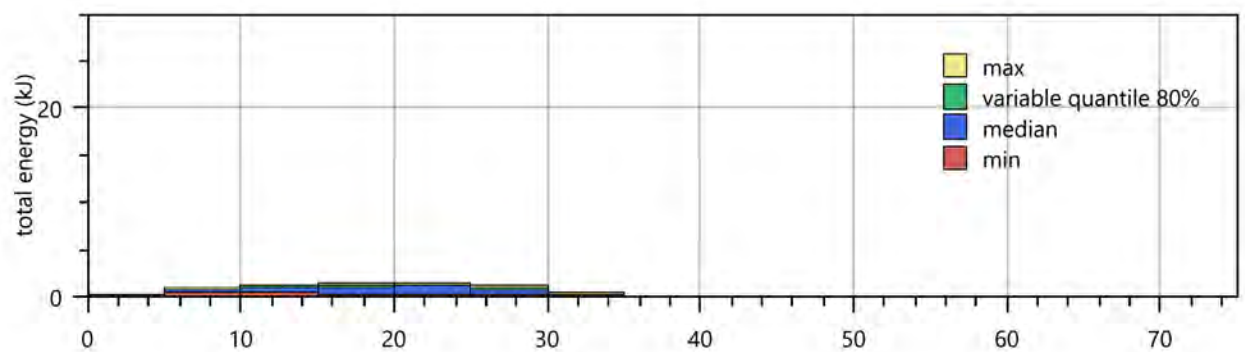
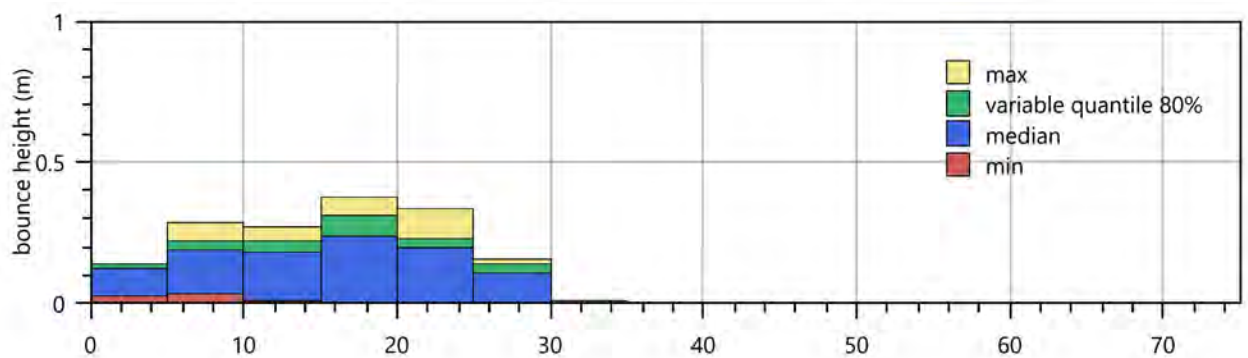
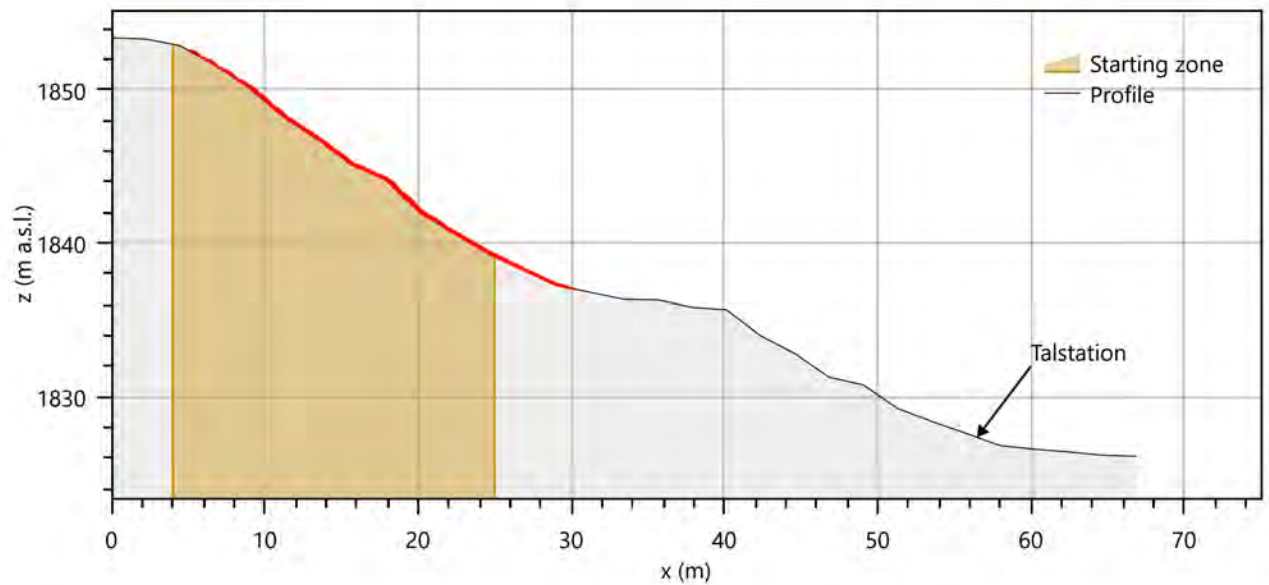
16. Vorhandene Unterlagen

- [1] Swisstopo (2024): Geoportal des Bundes, www.map.geo.admin.ch, Datenstand Dezember 2024.
- [2] Kanton Bern (2024): Geoportal des Kantons Bern, www.topo.apps.be.ch, Datenstand Dezember 2024.
- [3] GEOTEST AG (2011): Lauterbrunnen Naturgefahren, Bericht zur Teilrevision Gefahrenkarte, 08.04.2011.
- [4] GEOTEST AG (2018): Lauterbrunnen, Teilrevision Gefahrenkarte (Wasser / Sturz), 01.02.2018.
- [5] BAFU (2016): Schutz von Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern, 2016.
- [6] Kantonale Arbeitsgruppe Naturgefahren AG Nagef (2016): Arbeitshilfe zu Art. 6 Baugesetz – Bauen in Gefahrengebieten. 22.06.2016.
- [7] BAFU (2019): Naturereigniskataster StorMe, Datenstand Dezember 2024.
- [8] Bundesamt für Forstwesen / Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung (1984): Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten.
- [9] SLF (2015): Berücksichtigung der Lawinen- und Schneedruckgefährdung bei Seilbahnen. Ein Leitfaden für die Praxis. WSL-Berichte, Heft 28. Davos
- [10] SLF (2016): Ausscheiden von Schneegleiten und Schneedruck in Gefahrenkarten. WSL-Bericht, Heft 47. Davos
- [11] AWN & SLF (2019): Basiswerte des 3-tägigen Schneedeckenzuwachses von Lawinen auf 2000 m ü. M. im Berner Oberland Ost und West.
- [12] Salm B., Burkard A., Gubler H.U. (1990): Berechnung von Fliesslawinen. Eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen
- [13] RAMMS AG (2024): RAMMS Avalanche – User Manual V1.8 Avalanche. Spin-off vom Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos
- [14] GEOTEST (2024): Lauterbrunnen, Naturgefahrenkarte Eigergletscher. Neubeurteilung der Gefahrenkarte nach Umsetzung der Schutzmassnahmen für das V-Bahn Projekt. Jungfraubahn AG, Interlaken, 4.12.2024
- [15] Kanton Bern (2024): Satellitengestützte InSAR-Daten, Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Bern, 19.06.2024
- [16] Scherrer AG (2018): Verzeichnis grosser Hochwasserabflüsse der Schweiz. Reinach. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- [17] GVB (2024): Gefährdungskarte Oberflächenabfluss Kanton Bern, geo7 AG, 23.02.2024



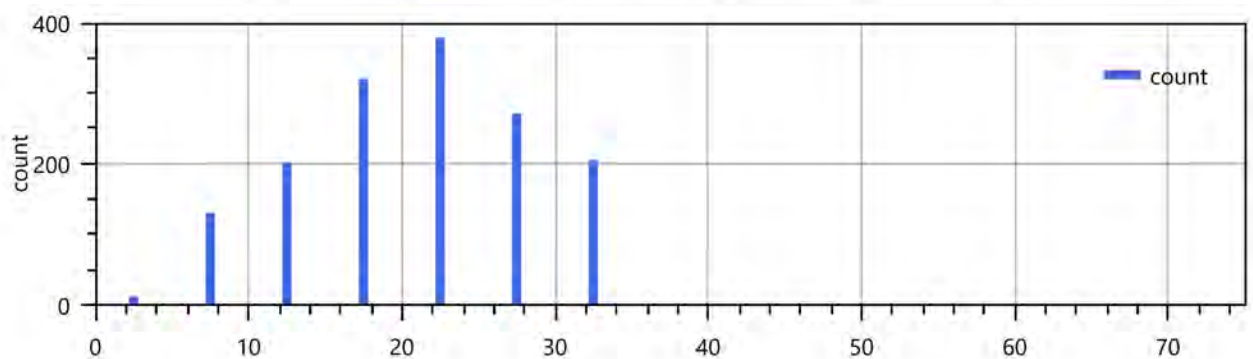
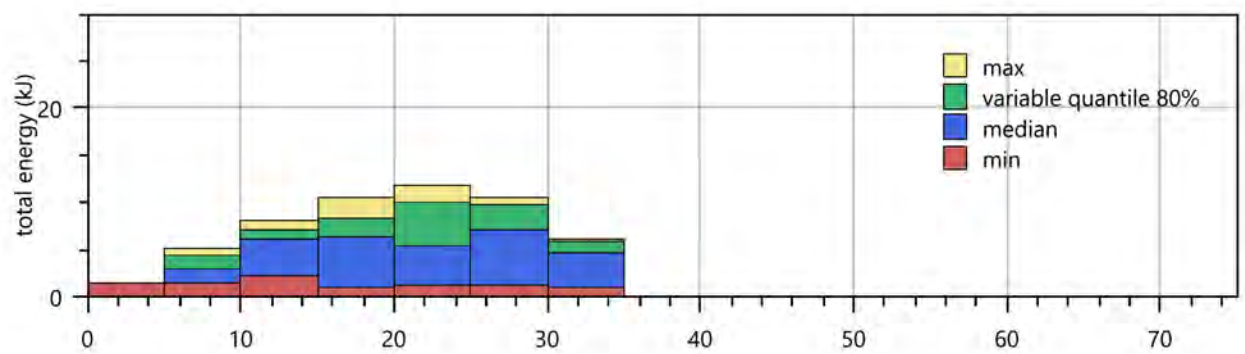
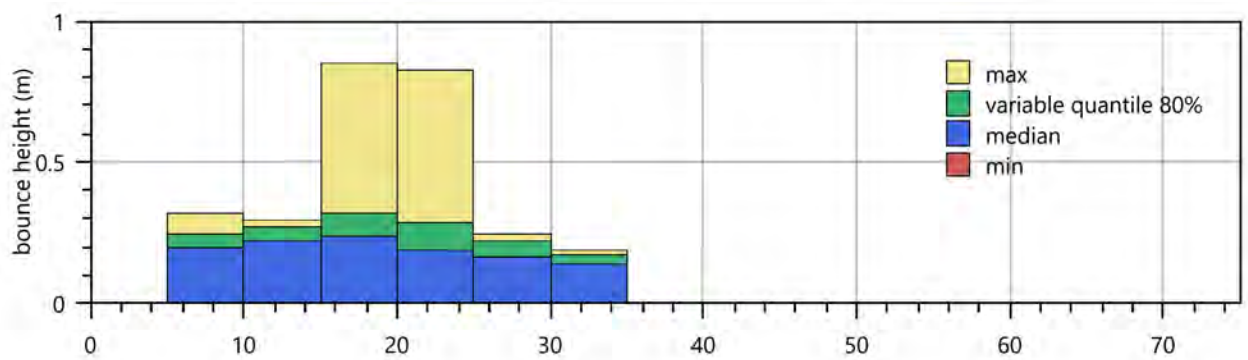
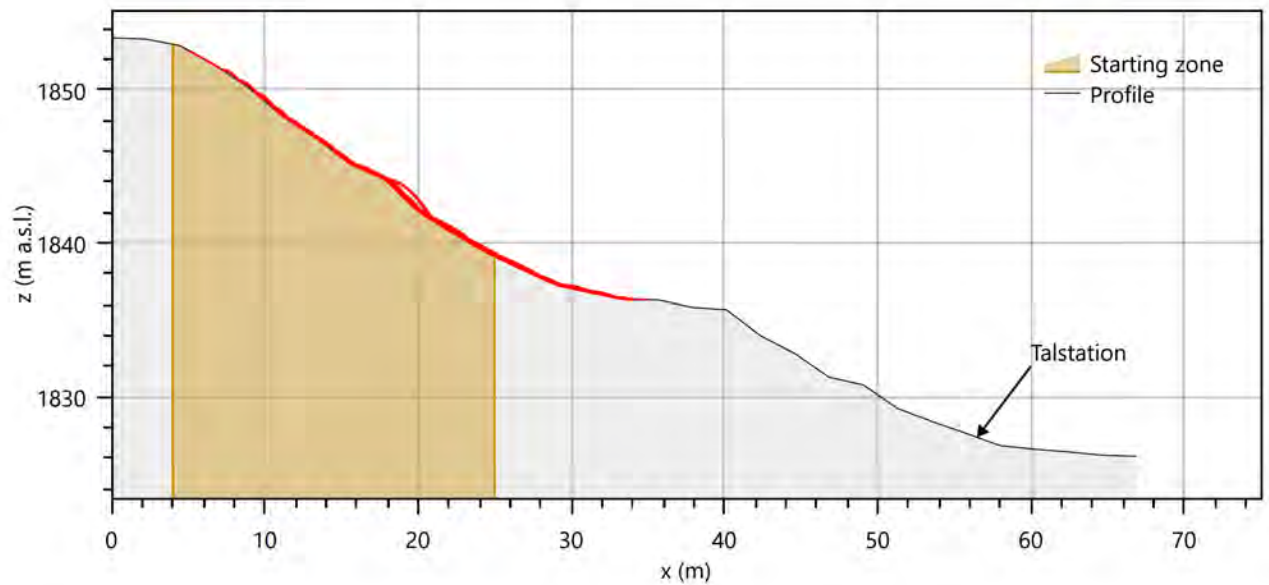


Sessellift Fallboden		06.12.2024
2D-Modellierung Sturzprozesse Talstation	GEOTEST AG	
Scenario: Profil 1: 30-jährlich		
Block definition: 0.40 x 0.30 x 0.20 m R: 2 = 81 % count: 500 starting zone: 4.0 m - 25.0 m		



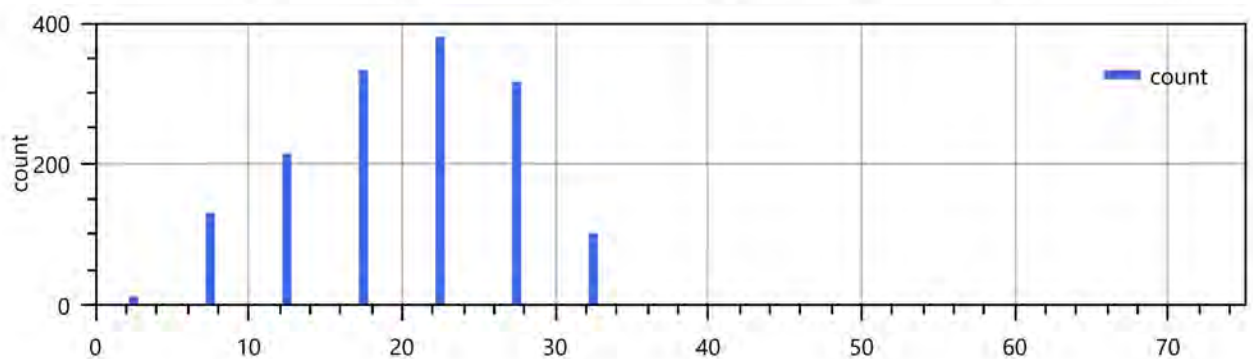
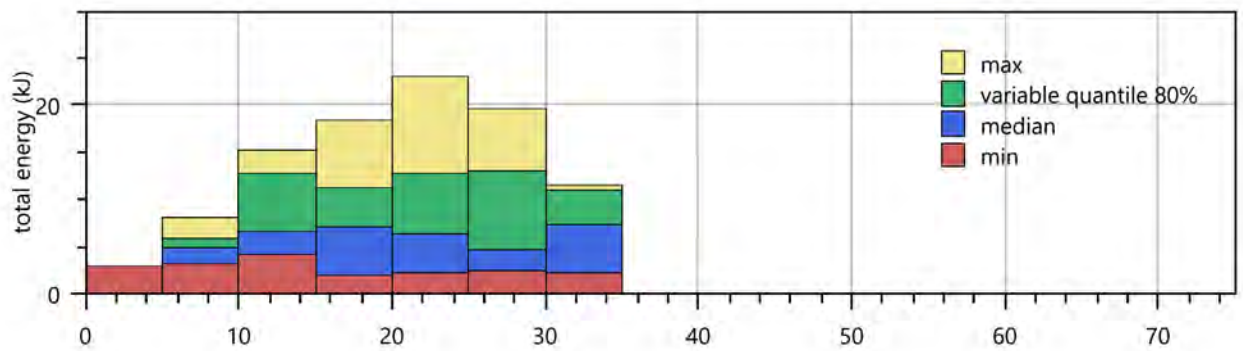
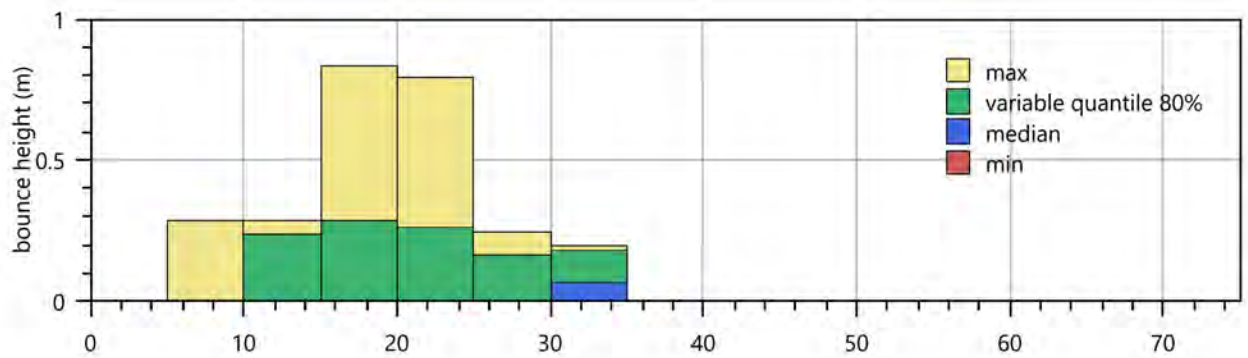
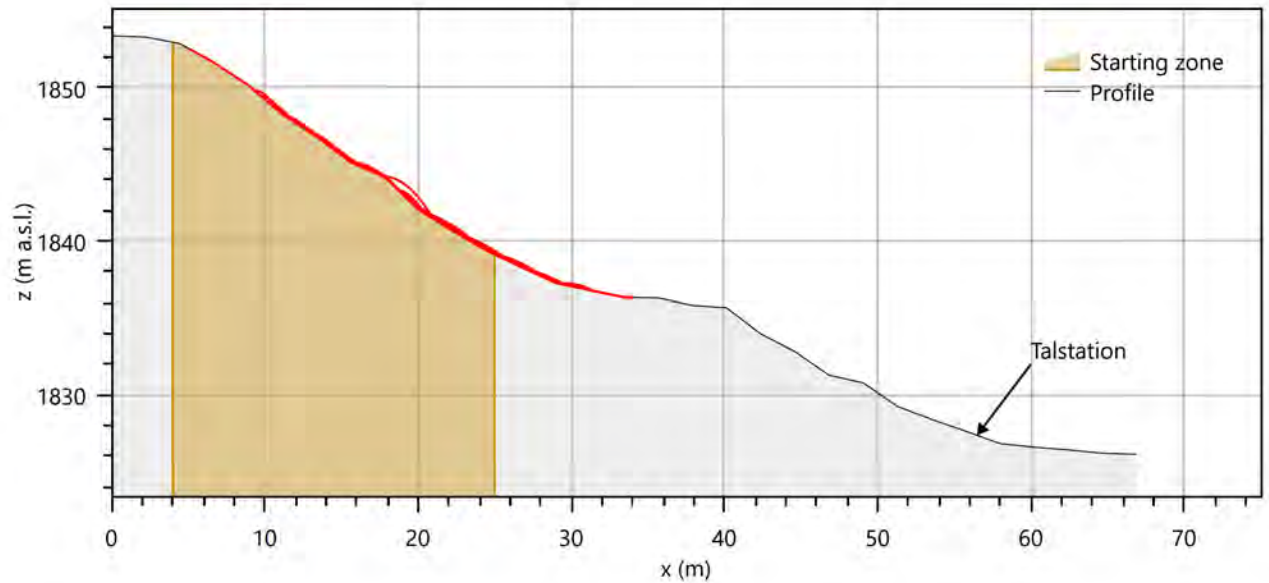
Profile: P:\Projekte\14 Ingenieurgeologie\2024\1424 130 Lauterbrunnen, Sessellift Fallboden\50_Auswertung\Berechnungen und Modellierungen\Bda\Sturz\Profil 2D.csv 0/1853.417, 2.23/1853.336, 4.461/1852.916, 6.691/1851.681, 8.922/1850.201, 11.152/1848.312, 13.382/1846.842, 15.613/1845.177, 17.843/1844.2, 20.074/1842.061, 22.304/1840.679, 24.534/1839.382, 26.765/1838.318, 28.995/1837.281, 31.226/1836.81, 33.456/1836.353, 35.686/1836.312, 37.917/1835.853, 40.147/1835.698, 42.377/1833.995, 44.608/1832.839, 46.838/1831.297, 49.069/1830.801, 51.299/1829.262, 53.529/1828.421, 55.76/1827.646, 57.99/1826.835, 60.221/1826.598, 62.451/1826.423, 64.681/1826.206, 66.912/1826.136 Dam Flank: not defined
Zone Parameters: 1: 0.0 - 25.0 D15 / R3, Remark: Felsaufschluss, verwachsen 2: 25.0 - 40.0 D24 / R3, Remark: natürliche Berme, Bodenbildung > 50cm mächtig 3: 40.0 - 58.0 D15 / R3, Remark: Felsaufschluss, verwachsen 4: 58.0 - 66.9 D22 / R1, Remark: eingeschottert, hart
Advanced simulation parameters: block density: 2700 kg/m³, jumping-rolling: 0.60, rolling friction: 0.45, abort impact: 2.00 m/s, abort rolling: 2.00 m/s, random part of hit distance: 0.10

Sessellift Fallboden		06.12.2024
2D-Modellierung Sturzprozesse Talstation	GEOTEST AG	
Scenario: Profil 1: 100-jährlich		
Block definition: 0.60 x 0.50 x 0.40 m R: 2 = 81 % count: 500 starting zone: 4.0 m - 25.0 m		

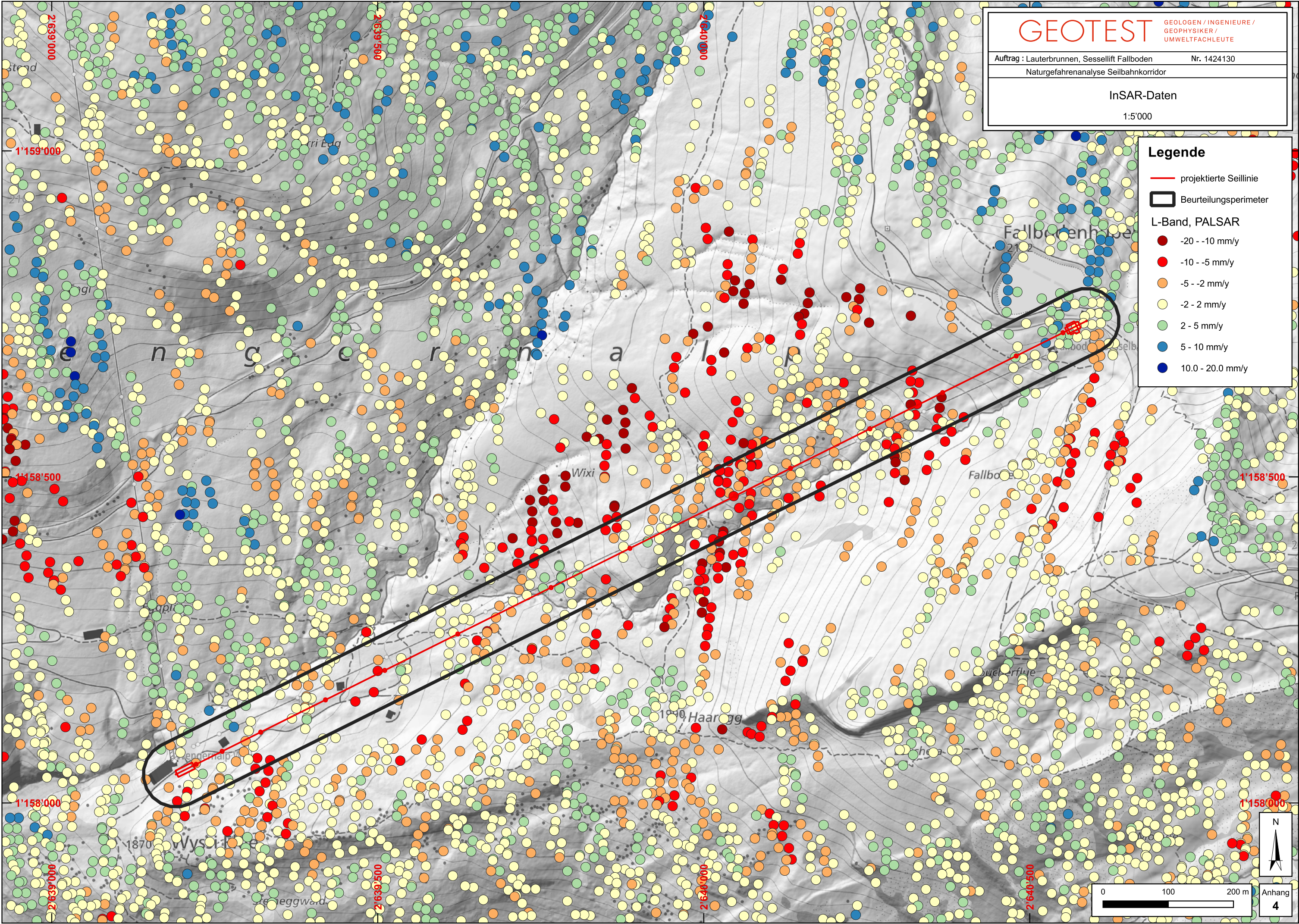


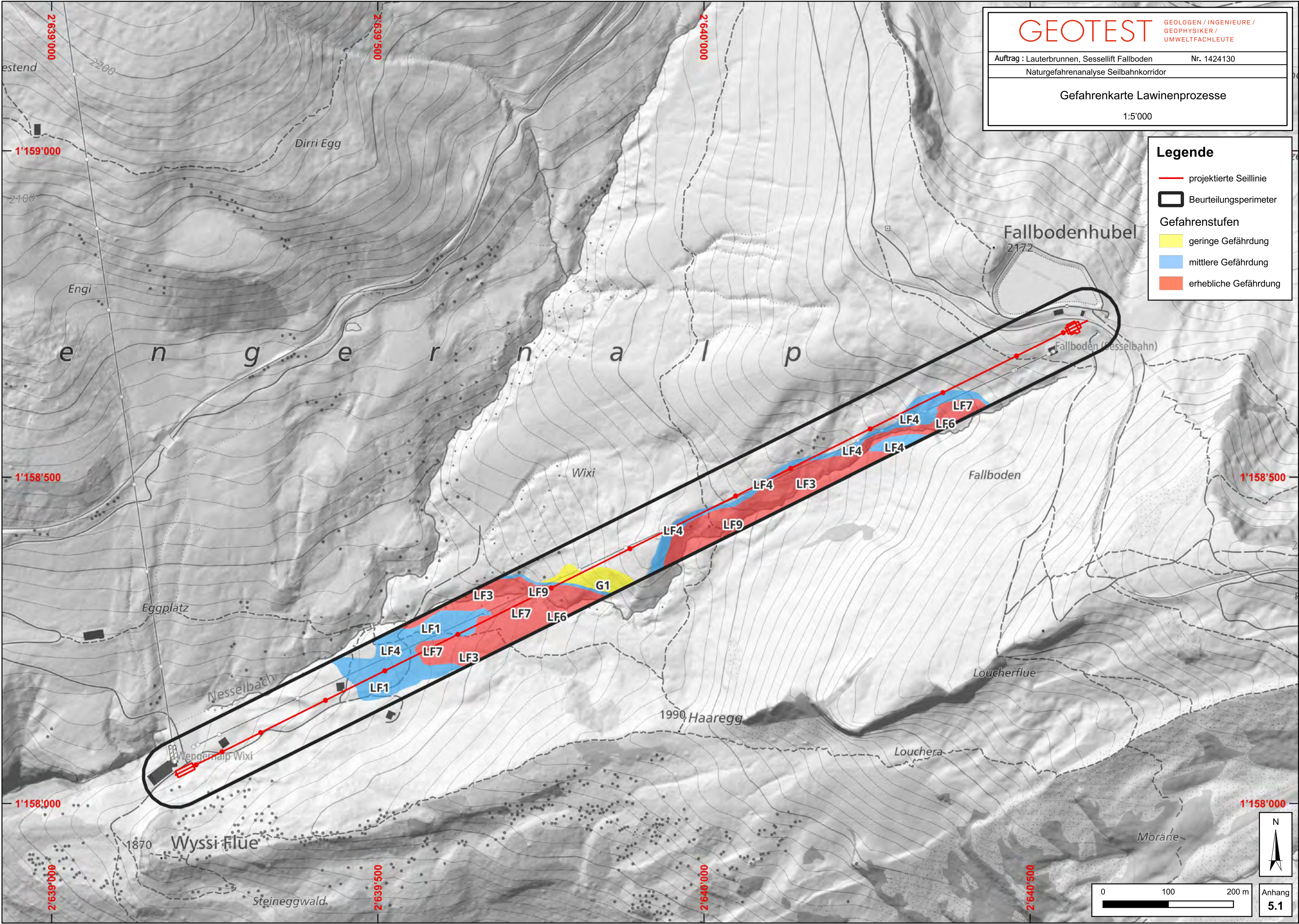
Profile: P:\Projekte\14 Ingenieurgeologie\2024\1424 130 Lauterbrunnen, Sessellift Fallboden\50_Auswertung\Berechnungen und Modellierungen\Bda\Sturz\Profil 2D.csv 0/1853.417, 2.23/1853.336, 4.461/1852.916, 6.691/1851.681, 8.922/1850.201, 11.152/1848.312, 13.382/1846.842, 15.613/1845.177, 17.843/1844.2, 20.074/1842.061, 22.304/1840.679, 24.534/1839.382, 26.765/1838.318, 28.995/1837.281, 31.226/1836.81, 33.456/1836.353, 35.686/1836.312, 37.917/1835.853, 40.147/1835.698, 42.377/1833.995, 44.608/1832.839, 46.838/1831.297, 49.069/1830.801, 51.299/1829.262, 53.529/1828.421, 55.76/1827.646, 57.99/1826.835, 60.221/1826.598, 62.451/1826.423, 64.681/1826.206, 66.912/1826.136 Dam Flank: not defined
Zone Parameters: 1: 0.0 - 25.0 D15 / R3, Remark: Felsaufschluss, verwachsen 2: 25.0 - 40.0 D24 / R3, Remark: natürliche Berme, Bodenbildung > 50cm mächtig 3: 40.0 - 58.0 D15 / R3, Remark: Felsaufschluss, verwachsen 4: 58.0 - 66.9 D22 / R1, Remark: eingeschottert, hart
Advanced simulation parameters: block density: 2700 kg/m³, jumping-rolling: 0.60, rolling friction: 0.45, abort impact: 2.00 m/s, abort rolling: 2.00 m/s, random part of hit distance: 0.10

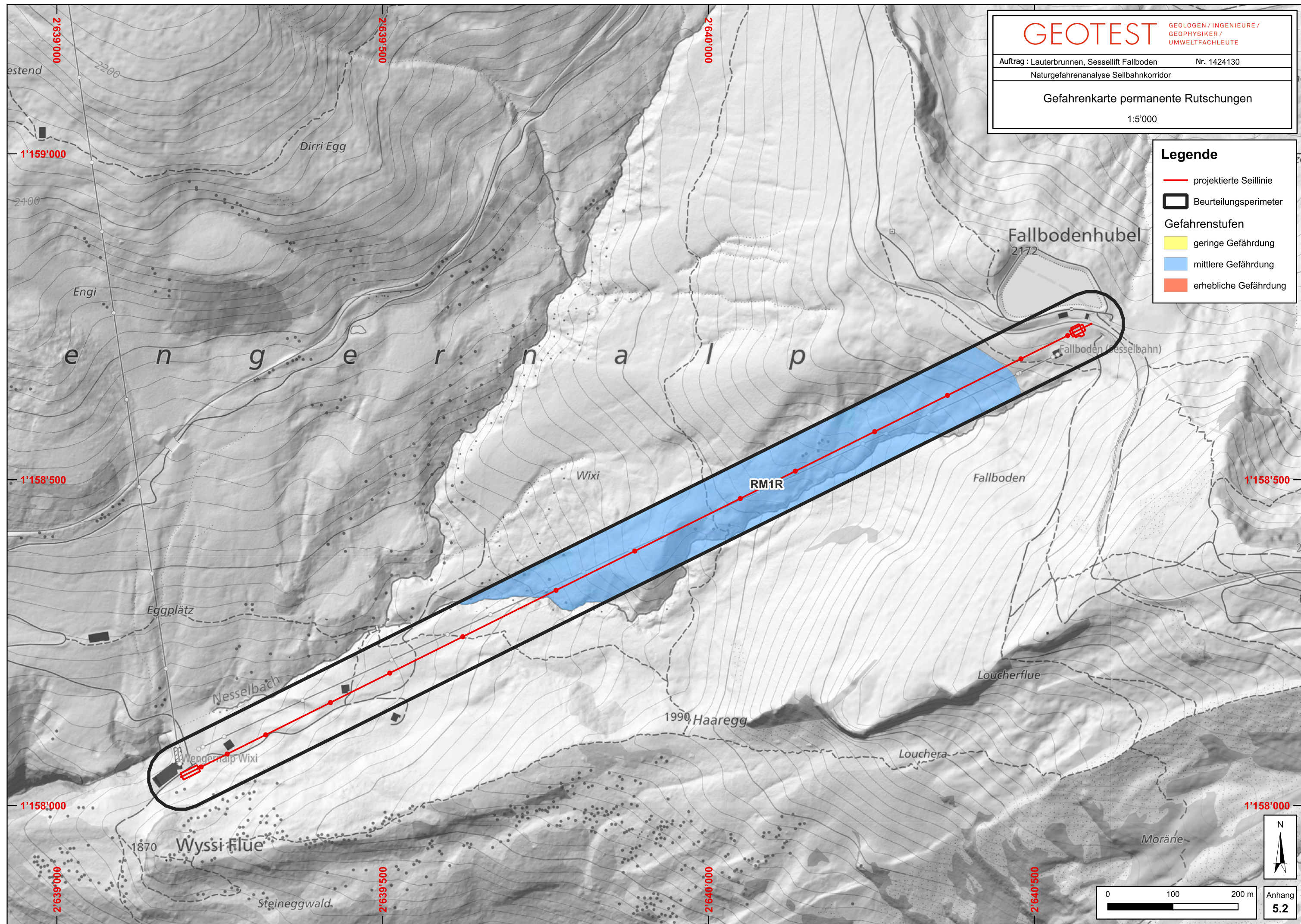
Sessellift Fallboden		06.12.2024
2D-Modellierung Sturzprozesse Talstation	GEOTEST AG	
Scenario: Profil 1: 300-jährlich		
Block definition: 0.80 x 0.60 x 0.50 m R: 2 = 81 % count: 500 starting zone: 4.0 m - 25.0 m		

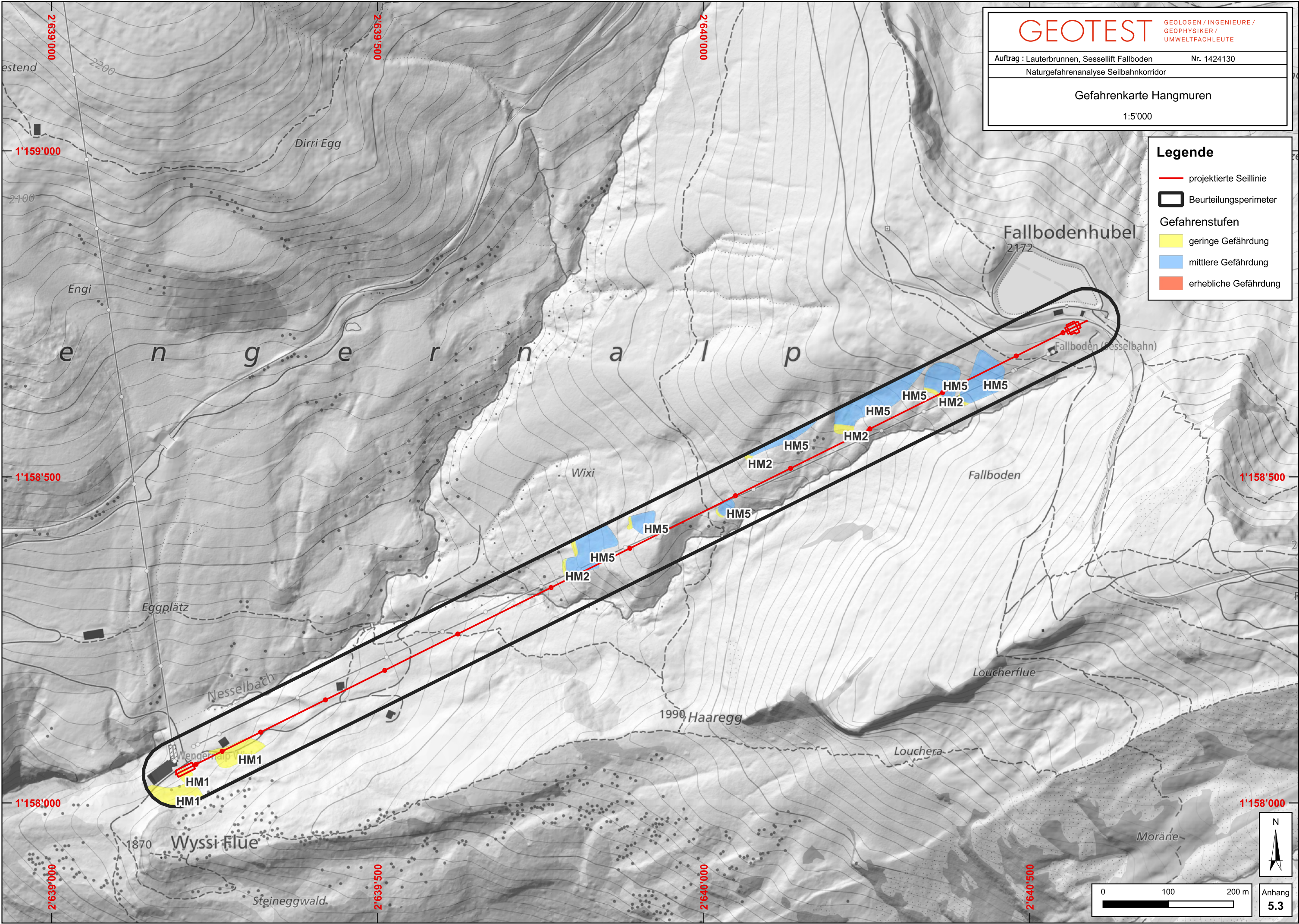


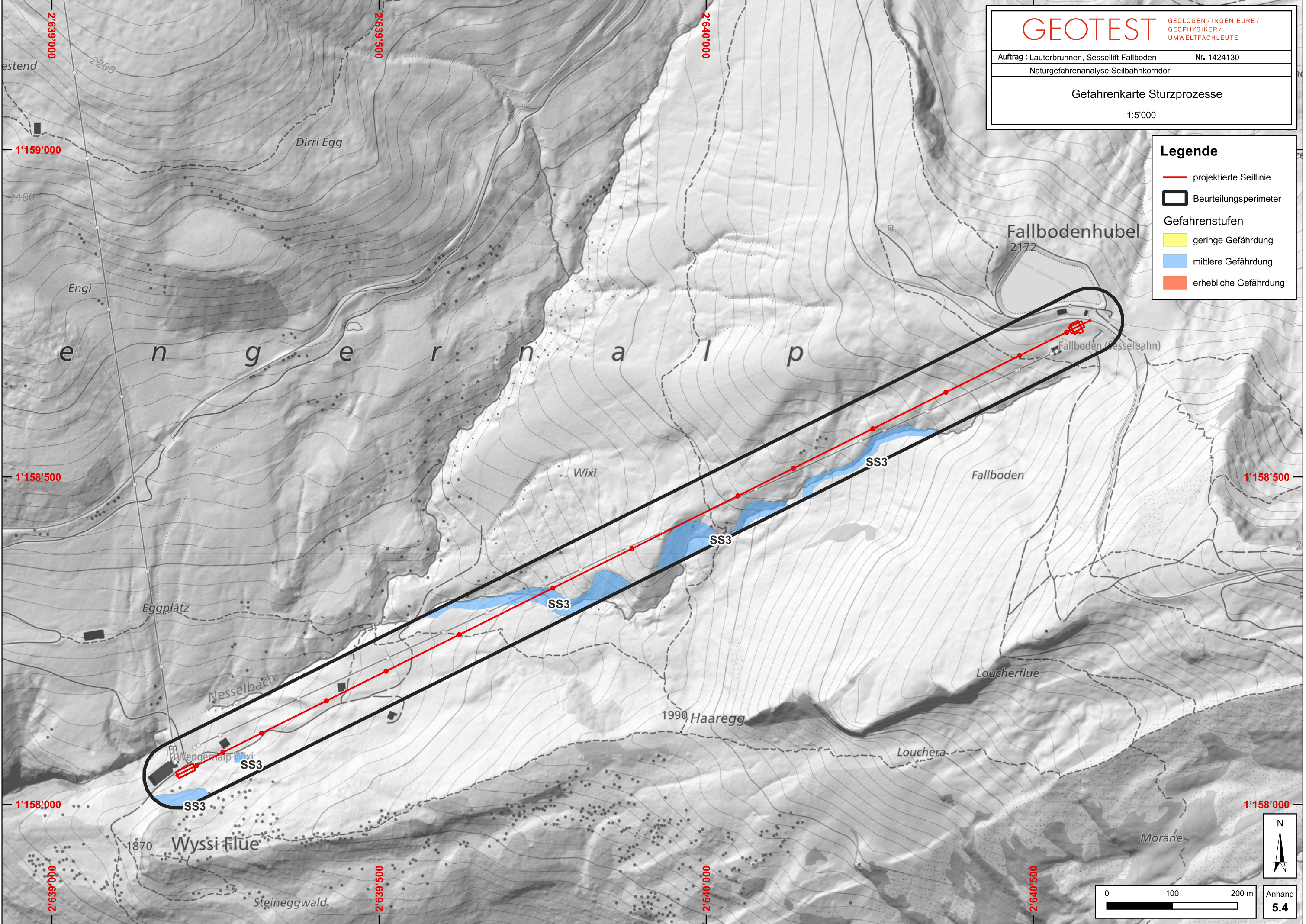
Profile: P:\Projekte\14 Ingenieurgeologie\2024\1424 130 Lauterbrunnen, Sessellift Fallboden\50_Auswertung\Berechnungen und Modellierungen\Bda\Sturz\Profil 2D.csv 0/1853.417, 2.23/1853.336, 4.461/1852.916, 6.691/1851.681, 8.922/1850.201, 11.152/1848.312, 13.382/1846.842, 15.613/1845.177, 17.843/1844.2, 20.074/1842.061, 22.304/1840.679, 24.534/1839.382, 26.765/1838.318, 28.995/1837.281, 31.226/1836.81, 33.456/1836.353, 35.686/1836.312, 37.917/1835.853, 40.147/1835.698, 42.377/1833.995, 44.608/1832.839, 46.838/1831.297, 49.069/1830.801, 51.299/1829.262, 53.529/1828.421, 55.76/1827.646, 57.99/1826.835, 60.221/1826.598, 62.451/1826.423, 64.681/1826.206, 66.912/1826.136 Dam Flank: not defined
Zone Parameters: 1: 0.0 - 25.0 D15 / R3, Remark: Felsaufschluss, verwachsen 2: 25.0 - 40.0 D24 / R3, Remark: natürliche Berme, Bodenbildung > 50cm mächtig 3: 40.0 - 58.0 D15 / R3, Remark: Felsaufschluss, verwachsen 4: 58.0 - 66.9 D22 / R1, Remark: eingeschottert, hart
Advanced simulation parameters: block density: 2700 kg/m³, jumping-rolling: 0.60, rolling friction: 0.45, abort impact: 2.00 m/s, abort rolling: 2.00 m/s, random part of hit distance: 0.10











GEOTEST

GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE

Auftrag : Lauterbrunnen, Sessellift Fallboden

Nr. 1424130

Naturgefahrenanalyse Seilbahnkorridor

Gefahrenkarte Sturzprozesse

1:5'000

Legende

projektierte Seillinie

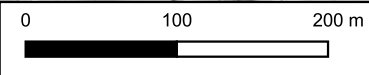
Beurteilungssperimeter

Gefahrenstufen

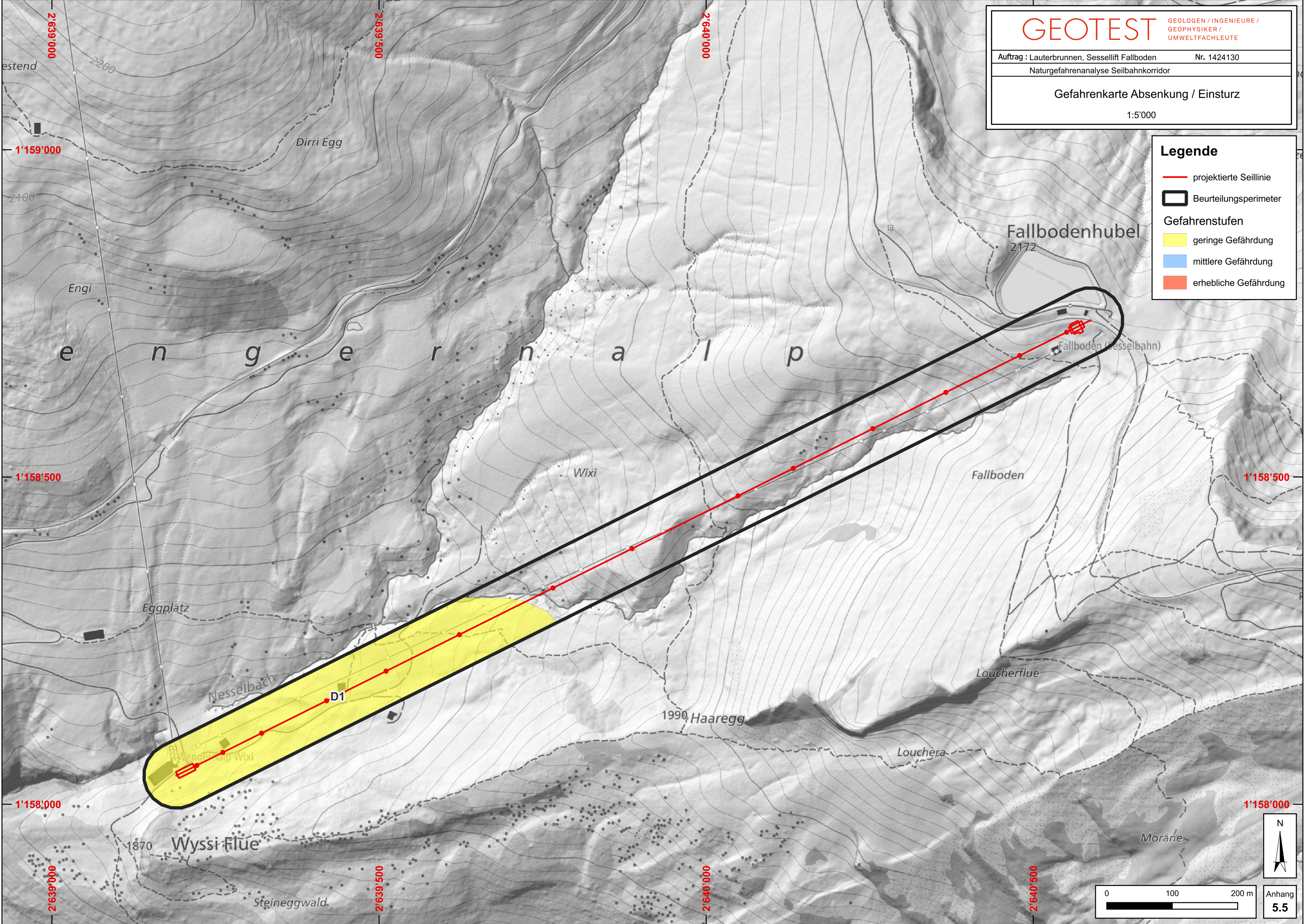
geringe Gefährdung

mittlere Gefährdung

erhebliche Gefährdung



Anhang
5.4



GEOTEST

GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE

Auftrag : Lauterbrunnen, Sessellift Fallboden

Nr. 1424130

Naturgefahrenanalyse Seilbahnkorridor

Gefahrenkarte Absenkung / Einsturz

1:5'000

Legende

projektierte Seillinie

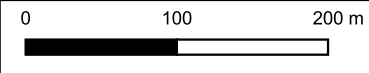
Beurteilungssperimeter

Gefahrenstufen

geringe Gefährdung

mittlere Gefährdung

erhebliche Gefährdung



Anhang
5.5