



Wasserbaubewilligung (WBB)

Beilage 2.2

Gewässer	Aellmattengräbli	Gewässer Nr.	--
Gemeinde	Grindelwald	Projekt-Nr.	1918 022.3
Erfüllungspflichtiger	Schwellenkorporation Grindelwald	Plan-Nr.	2.2
Projekt vom	01.05.2019	Format	A4
Revidiert			

Technischer Bericht



Hochwasserschutzprojekt 2019 Aellmattengräbli

Projektverfasser:

GEOTEST AG
Bernstrasse 165
3052 Zollikofen
Tel. 031 910 01 01

Ingenieurbüro Sterchi GmbH
Bohnerenstrasse 14
3800 Unterseen
Tel. 033 841 12 61

Genehmigungsvermerke:

Bericht Nr. 1918022.3

Schwellenkorporation Grindelwald

**Grindelwald, Wasserbaubewilligung
(WBB) Aellmattengräbli**

Zollikofen, 1. Mai 2019

GEOTEST AG
BERNSTRASSE 165
CH-3052 ZOLLIKOFEN
T +41 (0)31 910 01 01
F +41 (0)31 910 01 00
zollikofen@geotest.ch
www.geotest.ch

Autor(en)	Bearbeitete Themen / Fachbereiche
Thomas Scheuner	Wasserbau, Gefahrenbeurteilung
Andreas Sutter	Hydrologie, Hydraulik, Risikoanalyse
Supervision	Visierte Inhalte
Severin Schwab	Gesamter Bericht
David Baumann	Gesamter Bericht
Hinweise	

GEOTEST AG



Severin Schwab

Thomas Scheuner

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung.....	6
1.1	Bedürfnisnachweis	6
1.2	Projektperimeter.....	6
1.3	Kurzbeschreibung Projekt.....	6
2.	Anlass und Auftrag	7
2.1	Ausgangslage	7
2.2	Auftrag und Zielsetzung	7
2.3	Projektperimeter.....	7
2.4	Projektorganisation	8
2.5	Partizipation und involvierte Akteure.....	9
2.5.1	Akteure	9
2.5.2	Partizipation	10
2.5.3	Sitzungen und Begehungen.....	10
3.	Ausgangssituation	11
3.1	Historische Ereignisse.....	11
3.2	Bestehende und geplante Nutzungen.....	11
3.3	Charakteristik des Einzugsgebietes.....	11
3.3.1	Hydrologie, Geschiebe und Schwemmholz	11
3.3.2	Ökomorphologischer Gewässerzustand	12
3.3.3	Grundwasser, Naturschutz, Wald, Fischerei, belastete Standorte	13
3.4	Gefahrensituation Ist-Zustand.....	15
3.4.1	Einleitung	15
3.4.2	Methodik.....	15
3.4.3	Szenarien und Gefahrenkarte (Ist-Zustand)	16
3.5	Risiken Ist-Zustand	17
3.5.1	Methodik.....	17
3.5.2	Schadenpotential	17
3.5.3	Individuelle Todesfallrisiken	18
3.5.4	Sach- und Personenrisiken	18
3.6	Werkleitungen	18
4.	Projektannahmen	20
4.1	Gewählte Schutzziele.....	20
4.2	Schutzdefizite	20
4.3	Finanzielle Zielsetzungen	21

4.4	Ökologische Defizite und Entwicklungspotenzial.....	21
5.	Projektbeschreibung / Massnahmenplanung	22
5.1	Variantenstudium und Entscheide	22
5.1.1	Variante 1: Offenlegung und Gerinneverlegung	22
5.1.2	Variante 2: Hochwasserschutzdamm/Abflusskorridor und Gerinneverlegung	25
5.1.3	Variante 3: Hochwasserschutzdamm (hangparallel) und Gerinneverlegung	28
5.1.4	Variante 4: Hochwasserschutzdamm (Mitte) und Gerinneverlegung	30
5.2	Projektbeschreibung Bestvariante	31
6.	Kosten	34
6.1	Baukosten	34
6.2	Risikokosten.....	34
6.3	Landerwerb und Gewässerraum.....	34
6.4	Träger des Bauvorhabens und Kostenteiler	35
7.	Bauablauf	35
7.1	Bauprogramm	35
7.2	Baustelleninstallation	35
7.3	Baurisiken / Gefährdungen beim Bau	35
7.4	Bachumleitung und Wasserhaltung	36
8.	Auswirkungen des Projekts.....	36
8.1	Verbleibende Gefahren und Risiken	36
8.2	Ökologische Auswirkungen.....	36
8.3	Hydrogeologische Auswirkungen.....	37
8.4	Auswirkungen auf die Nutzung	37
8.5	Werkleitungen	37
9.	Nachweis der Kostenwirksamkeit	38
10.	Mehrleistungen gemäss NFA.....	39
10.1	Grundlagen	39
10.2	Integrales Risikomanagement	39
10.2.1	Ereigniskataster	39
10.2.2	Gefahrenkarte	40
10.2.3	Revision Nutzungsplanung	40
10.2.4	Alarmorganisation	40
10.2.5	Unterhalt.....	40
10.2.6	Fazit	41
10.3	Kostenzusammenstellung	41
11.	Termine	42

12. Literaturverzeichnis	43
--------------------------------	----

Anhang

Formular Bodenschutz	1
Schwachstellenkarte / Hydrologie / Hydraulik	2
Intensitäts- und Gefahrenkarten vor und nach Massnahmen	3
Risikoanalyse	4

Beilagen

Situation	1:500	1.1
Querprofile / Normalprofile	1:50	1.2
Längenprofil	1:500	1.3

Orientierende Unterlagen zur WBB

Übersichtskarte 1:5'000	2.1
Technischer Bericht	2.2
Kostenvoranschlag	2.3
Fotodokumentation	2.4

1. Zusammenfassung

1.1 Bedürfnisnachweis

Das Aellmattengräbli stellt für zahlreiche Wohnhäuser, Tiefgaragen sowie Strassenabschnitte ein Gefahrenpotential dar. Die Überprüfung der Gefahrenkarte Wassergefahren (vgl. Kapitel 3.4) zeigt, dass das Siedlungsgebiet über weite Bereiche einer mittleren Gefährdung (blauer Gefahrenbereich) ausgesetzt ist. Die durchgeführte Risikoanalyse (siehe Kapitel 3.5) zeigt zudem, dass das Sachrisiko mit rund 2.5 Mio. CHF hoch ist. Der Bach führte in der Vergangenheit auch schon verschiedentlich zu Schäden an Wohnhäusern und Tiefgaragen.

Des Weiteren weist das Aellmattengräbli stellenweise einen unnatürlichen Bachverlauf auf bzw. verläuft über grosse Strecken eingedolt.

Aus diesen Gründen soll einerseits der Hochwasserschutz mit geeigneten Massnahmen sichergestellt als auch der natürliche Gerinneverlauf soweit möglich wiederhergestellt werden.

1.2 Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst knapp 300 Laufmeter des Aellmattengräblis vom Kiesfang ca. auf Kote 1'120 m ü. M. bis Unterhalb der Zufahrtsstrasse Uderm Stein ca. auf Kote 1'055 m ü. M. Der Projektperimeter ist in Beilage 2.1 ersichtlich.

1.3 Kurzbeschreibung Projekt

Zum Schutz der gefährdeten Sach- und Personenwerte wird im Oberlauf ein bewirtschaftbarer Hochwasserschutzdamm mit einer Schutzhöhe von rund einem Meter erstellt, welcher ausuferndes Wasser zurück in das Aellmattengräbli leitet. Das Abflussquerschnittsprofil des offenen Bachlaufes sowie die zahlreichen Durchlässe werden vergrössert. Beim Durchlass an der Eschengasse wird die erforderliche Abflusskapazität mittels eines Staukragens sichergestellt.

Im Unterlauf bzw. unterhalb der Eschengasse wird der zurzeit bestehende, unnatürliche Fliessweg bzw. der eingedolte Bachlauf aufgehoben und in den Talweg verlegt. Aufgrund des hohen Gefälles wird die Bachsohle in Form eines Raubettgerinnes mit seitlicher Bestockung ausgestaltet.

2. Anlass und Auftrag

2.1 Ausgangslage

Das Aellmattengräbli in Grindelwald führte bereits verschiedentlich zu Überflutungen von Wohnhäusern und deren Kellern sowie einer Tiefgarage oberhalb der Eschengasse. Mit ein Grund dafür ist der nicht der natürlichen Topographie folgende Fliessweg des Baches unterhalb der Eschengasse. Dieser Umstand führte häufig zu Überflutungen und mutmasslich auch zum Böschungsrutsch unterhalb der Liegenschaft Eschengasse 19, welcher die Strasse verschüttete.

Die Überprüfung der Gefahrenkarte Wassergefahren (siehe Kapitel 3.4) zeigt zudem, dass das Siedlungsgebiet entlang des Aellmattengräbli grossflächig im blauen und gelben Gefahrengebiet liegt.

2.2 Auftrag und Zielsetzung

Das Ingenieurbüro Sterchi GmbH sowie die GEOTEST AG wurden durch die Schwellenkorporation Grindelwald mit der Projektierung von Schutzmassnahmen am Aellmattengräbli beauftragt. Der Auftrag umfasst die Phasen Vorprojekt, Bauprojekt sowie Auflageprojekt (Phasen 31 bis 33 gemäss Honorarordnung SIA 103). Das Bauvorhaben wird gemäss Wasserbaugesetz des Kantons Bern über ein Wasserbaubewilligungsverfahren abgewickelt.

Das hier erarbeitete Wasserbauprojekt (Stufe Vorprojekt) hat das Ziel, die Hochwassergefährdung am Aellmattengräbli zu überprüfen, wo nötig neu zu beurteilen und effiziente Schutzmassnahmen unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte zu erarbeiten.

2.3 Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst das Aellmattengräbli von ca. auf Kote 1'120 m ü. M. bis ca. auf Kote 1'055 m ü. M. (siehe Abbildung 1).

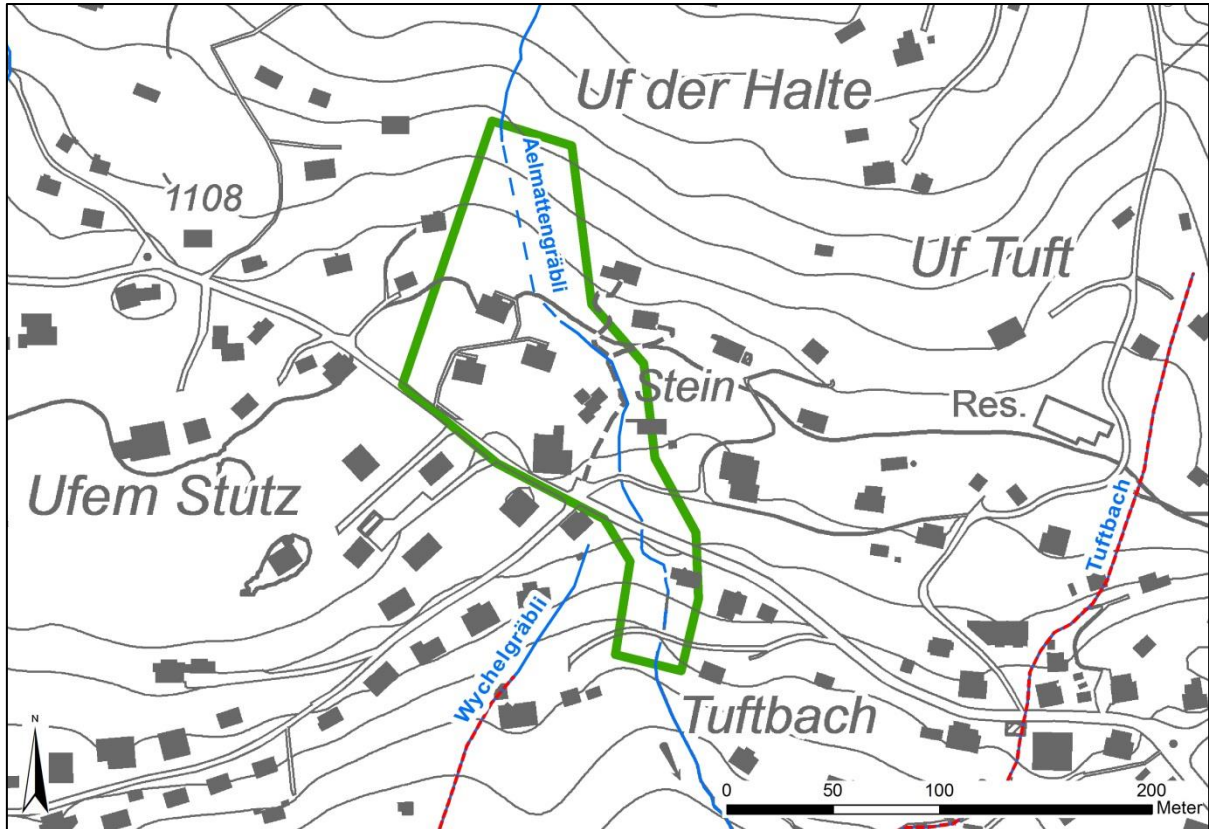


Abbildung 1: Projektperimeter Aellmattengräbli in Grindelwald (grün).

2.4 Projektorganisation

Auftraggeber: Schwellenkorporation Grindelwald
Präsident: Herr Christian Nebiker
3818 Grindelwald

Projektverfasser:	GEOTEST AG	Ingenieurbüro Sterchi GmbH
	Bernstrasse 165	Bohnerenstrasse 14
	3052 Zollikofen	3800 Unterseen

2.5 Partizipation und involvierte Akteure

2.5.1 Akteure

Die relevanten Projektakteure sind:

- **Schwellenkorporation Grindelwald**
 - o Herr Christian Nebiker, Präsident
 - o Herr Herbert Zurbrügg, Sekretär
 - o Herr Urs Moser, Schwellenmeister
- **Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis I**
 - o Herr Oliver Hitz

Weiter sind folgende **private Grundeigentümer** vom Projekt betroffen (Parzellennummer/Eigentümer):

- **49:** Einwohnergemeinde Grindelwald
- **433:** Peter Bernet-Sägesser, Grindelwald
- **1229:** Peter Märkle-Bischof, Grindelwald
- **1586:** 17 Eigentümer
- **2329:** Peter Boss-Gerber, Interlaken
- **2330:** Peter Moser-Hirsbrunner, Grindelwald
- **3199:** Franziska Schneider, Bern / Barbara Los-Schneider, Schlieren (ZH)
- **3574:** Marianne Reber-Schulze, Münchenstein
- **3687 und 3771:** Regula Gloor, Hettiswil / Markus Gloor, Kirchberg (BE)
- **3700, 4199 und 4451:** Matthew Rampton, Trimley St. Martin (United Kingdom)
- **5102:** Regula Bjöörn-Reber, Binningen
- **5815:** 70 Mit- und Stockwerk-Eigentümer (Verwaltung: GriWa Treuhand AG)
- **6268:** Michael Wyss, Grindelwald

2.5.2 Partizipation

In der Planungsphase wurden Begehungen bzw. Sitzungen mit Vertretern der Schwellenkorporation, dem Oberingenieurkreis sowie den Grundeigentümern durchgeführt. Die Ziele und Massnahmenvarianten wurden unter Einbezug der Hauptakteure definiert und in Rücksprache mit den Grundeigentümern präzisiert.

Die Massnahmenvarianten sowie der Entwurf des Vorprojektes wurden anlässlich einer öffentlichen Begehung am 15.03.2019 mit den anwesenden Grundeigentümern besprochen. Das angepasste Dossier wurde den Grundeigentümern in digitaler Form nochmals zur Verfügung gestellt. Deren Rückmeldungen wurden im vorliegenden Wasserbauprojekt berücksichtigt.

2.5.3 Sitzungen und Begehungen

Es fanden folgenden Sitzungen und Geländebegehungen statt (Tabelle 1):

Tabelle 1: Sitzungen, Besprechungen und Geländebegehungen im Rahmen der Partizipation im Projektverlauf.

Datum	Thema	Teilnehmer
6. September 2018	Begehung Aellmattengräbli (Gefahrenkarte und Massnahmenvarianten)	C. Nebiker, H. Zurbrügg, U. Moser, D. Baumann, T. Scheuner
31. Januar 2019	Projektsitzung mit Schwellenkorporation und OIK I	C. Nebiker, U. Moser, C. Baumann, O. Hitz, D. Baumann, T. Scheuner
15. März 2019	Begehung mit Grundeigentümern für Besprechung der Projektpläne	C. Nebiker, H. Zurbrügg, T. Scheuner, P. Boss, P. Moser, P. Märkle, M. Wyss, I. Küttel, P. Bernet, R. Almer, A. Studer, M. Scheitlin, M. Landolt-Ischi
16. Mai 2019	Begehung mit Grundeigentümern der Parz. 2329	C. Nebiker, H. Zurbrügg, T. Scheuner, Peter, Christiane und Kaspar Boss

3. Ausgangssituation

3.1 Historische Ereignisse

Im Ereigniskataster Naturgefahren des Kantons Bern sind im Projektperimeter keine Ereignisse erfasst. Gemäss Anwohner kam es am Aellmattengräbli aber schon verschiedentlich zu Überflutungsereignissen, welche unter anderem zu Schäden auf den Parzellen 5815 und 3199 führten.

Die Wohngebäude, Keller und Tiefgarage auf Parzelle 5815 wurde zuletzt im Januar 2018 überflutet. Auf den Parzellen 3199 und 1229 trat das Aellmattengräbli letztmals am 15. März 2019 über die Ufer.

Gemäss Aussagen der Anwohner ufer der Bach insbesondere bei Kote 1'120 m ü. M. häufig im Winter oder Frühling aus, bei Niederschlagsereignissen auf gefrorenen Boden oder bei Schneeschmelze.

3.2 Bestehende und geplante Nutzungen

Der Projektperimeter wird primär durch folgende Nutzungen geprägt:

- **Bauzone** (Wohnzone W2)
- **Verkehr** (Gemeindestrasse und Privatstrasse)
- **Landwirtschaft** (extensive Nutzflächen)

Zurzeit läuft die Mitwirkung zur Ortsplanungs- bzw. Zonenplanrevision der Gemeinde Grindelwald, welche primär den Gewässerraum und die Naturgefahren betrifft. Die weiteren Zonenplanänderungen betreffen den vorliegenden Projektperimeter nicht.

3.3 Charakteristik des Einzugsgebietes

3.3.1 Hydrologie, Geschiebe und Schwemmholz

Das Einzugsgebiet weist bis zur Eindolung auf ca. 1'120 m ü. M. eine Fläche von rund 0.15 km² auf. Der oberste Punkt des Gewässerlaufs des Aellmattengräblis liegt in einem Feuchtgebiet auf Kote 1'200 m ü. M. Das Einzugsgebiet grenzt an die Aellflueh und an das Schlüochtgräbli. Die Möglichkeit von Wasserzutritten aus dem Schlüochtgräbli ins Einzugsgebiet des Aellmattengräblis (ca. auf Kote 1'300 m

ü. M.) wird als sehr unwahrscheinlich eingestuft (Restgefahr) und ist für die vorliegende Projektierung nicht relevant bzw. wurde daher nicht näher untersucht.

In der bestehenden Gefahrenkarte [9] wurde das Aellmattengräbli dem Tuftbach zugeordnet. Spezifische Berechnungen von Einzugsgebietsparametern wie z.B. Hochwasserabflüsse etc. fehlten deshalb bei Projektbeginn. Aus diesem Grund wurden die **Spitzenabflüsse** basierend auf den neusten Grundlagendaten, den aktuellsten Methoden und wissenschaftlichen Erkenntnisse berechnet (u.a. [3], [5] oder [6]). Für das Einzugsgebiet des Aellmattengräblis resultieren somit die folgenden Abflusswerte (Bemessungspunkt = Einmündung in Tuftbach auf Kote 1'025 m ü. M.):

HQ30	HQ100	HQ300
0.9 m ³ /s	1.3 m ³ /s	1.6 m ³ /s

HQ30, HQ100 und HQ300 entsprechen dabei einem Hochwasserereignis mit einer Wiederkehrperiode von 30, 100 bzw. 300 Jahren. Die Spitzenabflüsse wurden für die jeweiligen Schwachstellen nach der Methode Melli angepasst:

$$HQ_{x_TEZG} = \left(\frac{F_{TEZG}}{F_{Ges_EZG}} \right)^a \times HQ_{x_Ges_EZG}$$

Dabei bedeutet x = Wiederkehrperiode in Jahren, Ges_EZG = Gesamteinzugsgebiet am Bemessungspunkt und TEZG = Teileinzugsgebiet der jeweiligen Schwachstelle.

Das **Geschiebe- und Schwemmholzpotential** im Aellmattengräbli ist gering. Lokal können kleine Mengen an Lockermaterial aus Sohle und Böschungen oder Geschwemmsel (Äste, Laub, Gras, etc.) mobilisiert werden, insbesondere oberhalb der Eindolung auf Kote 1'120 m ü. M.

3.3.2 Ökomorphologischer Gewässerzustand

Das Aellmattengräbli ist im Gewässernetz des Kantons Bern (GNBE) nicht enthalten. Im Geodatenatz *Ökomorphologie der Fliessgewässer* liegt daher auch keine Beurteilung des Gewässerzustandes vor.

Gemäss unserer Beurteilung ist der Gewässerzustand des Aellmattengräblis über weite Abschnitte als *naturfremd* oder *stark beeinträchtigt* einzustufen. Insbesondere im Gebiet Stein wurde das Fliessgewässer auf unnatürliche Weise verlegt, so dass es nicht mehr entlang des Talweges, sondern stellenweise sogar annähernd hangparallel abfließt. Es bestehen zudem zahlreiche Eindolungen. Nur wenige Abschnitte (z.B. im Gebiet Teiffi) können als wenig beeinträchtigt klassiert werden.

3.3.3 Grundwasser, Naturschutz, Wald, Fischerei, belastete Standorte

Der Projektperimeter befindet sich im **Gewässerschutzbereich Au** (siehe Abbildung 2). Die angrenzenden Grundwasserschutzzonen werden durch das vorliegende Projekt nicht tangiert.

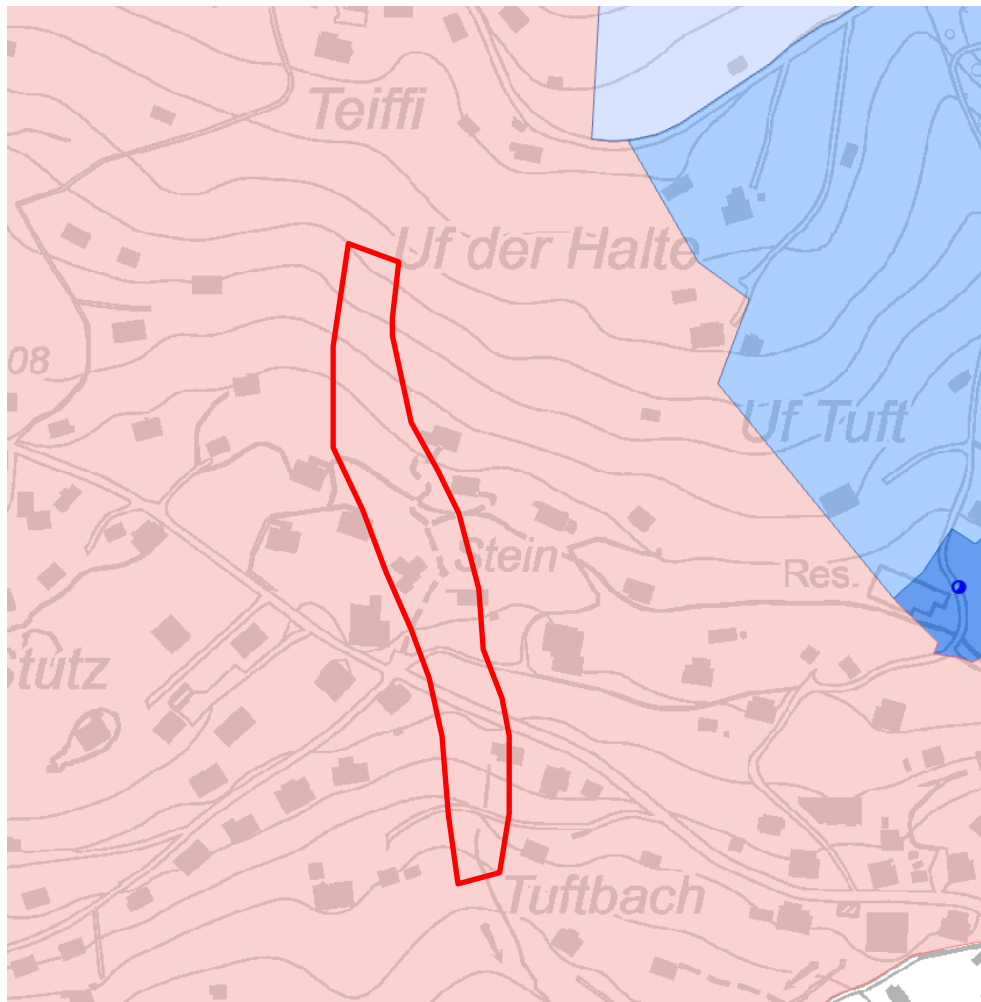


Abbildung 2: Gewässerschutzbereiche gemäss map.apps.be.ch (rot = Gewässerschutzbereich Au, blau = Grundwasserschutzzonen). Der Projektperimeter ist rot eingezeichnet. Unmassstäbliche Abbildung.

Gemäss den vorhandenen Grundlagendaten (Daten der amtlichen Vermessung, Geoportal Kanton Bern) liegen im Projektgebiet weder ein **Waldgebiet** noch sonstige bestockte Flächen. Es befinden sich auch **keine Naturschutzgebiete** im Projektperimeter.

Gemäss Kataster des Kantons Bern befinden sich **keine belasteten Standorte** im Projektperimeter. Auch **Neophyten** sind gemäss Kataster bzw. gemäss durchgeführten Begehungen (siehe Kapitel 2.5.3) nicht vorhanden.

Beim Aellmattengräbli handelt es sich zudem **nicht um ein Fischgewässer**.

3.4 Gefahrensituation Ist-Zustand

3.4.1 Einleitung

Die bestehende Gefahrenkarte [9] am Aellmattengräbli wurde nach dem Netto-Prinzip erarbeitet, d.h. austretendes Wasser wird bei nachfolgenden Schwachstellen nicht mehr berücksichtigt. Dies ist im Rahmen des vorliegenden Wasserbauprojektes aber nicht zweckmässig, da durch die Behebung der bestehenden Schwachstellen das anfallende Wasser wieder zurück ins Fliessgewässer geleitet wird. Aus diesem Grund wurde die Gefahrenkarte mittels **Brutto-Prinzip** neu ausgeschrieben, d.h. für jede Schwachstelle wurde mit der Gesamtwassermenge gemäss Kapitel 3.3.1 gerechnet (unter Berücksichtigung einer einzugsgebietsproportionalen Abminderung der Spitzenabflüsse pro Schwachstelle).

3.4.2 Methodik

Die potentiellen Schwachstellen im Projektperimeter (Durchlässe, Bachquerprofile) wurden im Rahmen von Geländearbeiten vermessen. Die hydraulische Abflusskapazität wurde nach dem Fliessgesetz von Darcy-Weisbach unter Normalabflussbedingungen, d.h. unter der Annahme stationär gleichförmiger Verhältnisse, bestimmt. Dabei wurde methodisch zwischen Durchlässen (respektive Eindolungen) und offenen Fliessstrecken unterschieden.

Bei Durchlässen wurde die Abflusskapazität unter Volleinstau (Druckabfluss) ermittelt und hydraulische Effekte wie Einlauform, Rauigkeiten und Rohrkrümmungen, welche zu hydraulischen Verlusten führen, rechnerisch berücksichtigt. Bestehende Überdeckungen bei Einläufen, welche durch Einstaumöglichkeiten die Abflusskapazität erhöhen, wurden in die Berechnungen integriert.

Bei offenen Gerinneabschnitten erfolgte die Berechnung der Abflusskapazität nach der Fliessformel von Jäggi (1983), welche auf Darcy-Weisbach beruht, aber einen Formverlust durch Lockermaterialkomponenten berücksichtigt. Hierzu wurden im Gelände Korngrössenabschätzungen durchgeführt. Dabei wurde die folgende Fliessformel verwendet:

$$v = -4,0 \cdot \lg \left(\frac{f_g \cdot v}{8 \cdot r_{hy} \cdot \sqrt{2g \cdot r_{hy} \cdot l_E}} + \frac{k}{f_r \cdot 4 \cdot r_{hy}} \right) \cdot \sqrt{2g \cdot r_{hy} \cdot l_E}$$

mit f_g und f_r = Formbeiwerte nach Leske, ν = kinematische Zähigkeit, k = Rauigkeit, r_{hy} = hydraulischer Radius, I_E = Gefälle Energielinie und g = Erdbeschleunigung.

Bei erhöhten Fliessgeschwindigkeiten ist mit Wellenbildungen zu rechnen, welche die Abflusskapazität limitieren. Daher wurde sowohl bei offenen Gerinnen als auch vor Durchlässen im Sinne eines Freibordes die Energiehöhe ($v^2/2g$) durch eine entsprechende Reduktion der verfügbaren Fliesshöhe berücksichtigt.

Bei Hochwasser treten in der Regel zusätzliche Prozesse auf, wodurch die tatsächliche Abflusskapazität gegenüber der rein hydraulischen Kapazität verringert wird. Diese Prozesse wurden bei der Szenarienbildung ebenfalls mitberücksichtigt:

- Schwemmholtz resp. Geschwemmsel kann an Durchlässen zu einer Verklauung und zu einer deutlichen Verringerung des Fliessquerschnittes führen. Bei kleinen Durchlässen genügen bereits kleinere Äste, Laub oder Gras, um den Abfluss zu blockieren.
- Bei Hochwasser transportiertes Lockermaterial oder Geschiebe kann bei einer Änderung der Gefälls- und Breitenverhältnisse zu Auflandungen bzw. einer Reduktion der Abflusskapazität führen.

Die Ausscheidung der Intensitäts- und Gefahrenflächen erfolgte im Gelände nach der bewährten Methode der Fliesswege.

3.4.3 Szenarien und Gefahrenkarte (Ist-Zustand)

Die hydraulischen Berechnungen und die Szenarienbildung pro Schwachstelle sind im Detail in Anhang 2 ersichtlich. Die resultierende Intensitäts- und Gefahrenkarten im Ist-Zustand (vor Massnahmen) sind in Anhang 3.1 bis 3.4 dargestellt.

Bis 30-jährliche Ereignisse (HQ30):

Die Kapazität der Eindolung auf Kote 1'120 m ü. M. (DL4¹) oberhalb der GriWa-Chalets ist hydraulisch ungenügend und es ist zudem mit Verklauungen durch Geschwemmsel zu rechnen. Das ausufernde Wasser überflutet zwei Wohngebäude mit schwacher Intensität (blauer Gefahrenbereich, Ü3). In Kellern und in der Tiefgarage können auch mittlere Intensitäten auftreten. Unter Annahme des Brutto-Prinzips (siehe Kapitel 3.4.1) ist auch das Gerinne oberhalb der Parz. 6268 sowie die Durchlässe bis zum Mittelmattenweg ungenügend und es kommt zu lokalen

¹ DL = Durchlass

Überflutungen. Das Wasser fliesst auf die Eschengasse und dieser entlang ab (blauer Gefahrenbereich, Ü3).

Das Gerinne und der Durchlass oberhalb bzw. auf der Liegenschaft Eschengasse 19 weisen eine ungenügende hydraulische Kapazität bzw. ein hohes Verklauungsrisiko auf. Dies führt zu lokalen Überflutungen schwacher Intensität. Gleiches gilt für das Gerinne und den Durchlass oberhalb dem Sagistutz; das austretende Wasser fliesst über Landwirtschaftsland bzw. über die Strassen ab und führt zur Überflutung von Wohngebäuden (blauer Gefahrenbereich, Ü3).

30- bis 100-jährliche Ereignisse (HQ100):

Vergleichbare Szenarien wie beim HQ30 mit leicht grösseren Gefahrenbereichen und schwacher Intensität (gelber Gefahrenbereich, Ü2). Bei sämtlichen Durchlässen besteht ein Verklauungsrisiko durch mitgeführte Äste oder Geschwemmsei (Laub, Gras, etc.).

100- bis 300-jährliche Ereignisse (HQ300):

Vergleichbare Szenarien wie beim HQ100 mit leicht grösseren Gefahrenbereichen und schwacher Intensität (gelber Gefahrenbereich, Ü1).

3.5 Risiken Ist-Zustand

3.5.1 Methodik

Die Risikoanalyse wurde mit EconoMe 4.0 (BAFU) durchgeführt. Für Details zur Methodik sei auf die entsprechende Website des Bundes (www.econome.admin.ch) verwiesen.

Die Risiken für den Ist-Zustand wurden basierend auf den in Kapitel 3.4 ausgeschiedenen Szenarien und Intensitätskarten berechnet. Die detaillierten Berechnungsergebnisse liegen in Anhang 4 vor.

3.5.2 Schadenpotential

Zur Berechnung des Schadenpotentials wird jeweils eine vollständige Zerstörung eines Sachwertes bzw. ein Todesfall (monetarisiert mit 5 Mio. CHF pro Person) angenommen. Es wird angenommen, dass sich in den betroffenen Gebäuden durchschnittlich 55 Personen aufhalten, weswegen insbesondere das Schadenpotential in Bezug auf die Personen hoch ist. Es wurde nur das Schadenpotential im Projektperimeter erhoben, d.h. in welchem sich das Risiko durch Schutzmassnah-

men ändern wird. Details zum Schadenpotential (Sachwerte und Personenwerte) sind in Anhang 4 ersichtlich.

3.5.3 Individuelle Todesfallrisiken

Aufgrund der schwachen Prozessintensitäten liegt das individuelle Todesfallrisiko bei sämtlichen Objekten unter dem Grenzwert von $1 \cdot 10^{-5}$.

Es gilt allerdings festzuhalten, dass Räume im Untergeschoss (Keller, Einstellhalle, etc.) im Rahmen der vorliegenden Risikoanalyse nicht separat berücksichtigt wurden. Solche Gebäudeteile können aber im Hochwasserfall innert kürzester Zeit vollständig mit Wasser gefüllt und zu einer tödlichen Falle für Personen werden.

3.5.4 Sach- und Personenrisiken

Die Risiken vor Massnahmen (Ist-Zustand) sind in nachfolgender Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Risiken im Ist-Zustand in CHF pro Ereignis resp. Wiederkehrperiode sowie in % vom Gesamtrisiko pro Ereignis und Risiko pro Jahr.

	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich
Personenrisiken	264 CHF	381 CHF	490 CHF
Sachrisiken	819'900 CHF	724'514 CHF	931'518 CHF
Totale Risiken	820'164 CHF	724'895 CHF	932'008 CHF
Risiko / Jahr	27'076 CHF / a		

3.6 Werkleitungen

Im Projektperimeter sind verschiedene Werkleitungen vorhanden (siehe Tabelle 3). Die Werkleitungen sind vor der Bauausführung grundsätzlich zu sondieren und abzustecken. Es ist nicht davon auszugehen, dass Werkleitungen infolge der geplanten Arbeiten umgelegt werden müssen.

Tabelle 3: Werkleitungen

Werk-eigentümer	Typ	Im Bauperimeter vorhanden?	Lage	Konflikt mit Bauprojekt zu erwarten?
Gemeinde	Wasser / Ab-wasser	Ja	entlang Eschengasse	Nein
Gemeinde	Beleuchtung	Ja	Eschengasse, Stein, Undrem Stein	Nein
Private	Quellfassung	Ja	Parz. 433 / 1586	Nein
BKW	Strom (keine Freileitung)	Ja	Eschengasse, Stein	Nein
BKW	Fernwärme	Nein	--	Nein
Swisscom	Telekom	Ja	Eschengasse, Stein	Nein
Cablecom	Telekom	Ja	Mittelmattenweg	Nein

4. Projektannahmen

4.1 Gewählte Schutzziele

Schutzzielmatrix des Kantons Bern

Im nachfolgenden Kapitel 4.2 werden die im Rahmen der Risikostrategie Naturgefahren des Kantons Bern publizierten Schutzziele angewendet. Die Felder beziehen sich auf die übliche Gefahrenstufenmatrix für Gefahrenkarten.

Projektziel Aellmattengräbli

Die Hochwassersicherheit am Aellmattengräbli bzw. im Projektperimeter soll bis zu einem **100-jährlichen Ereignis** sichergestellt werden. Zudem soll der natürliche Gerinneverlauf soweit möglich wiederhergestellt werden.

Mehrgefährdung von Nachbarparzellen

Die Hochwasserschutzmassnahmen dürfen nicht zu einer Gefahrenverlagerung bzw. zu einer Mehrgefährdung von Nachbarparzellen oder Parzellen weiter bachabwärts führen. Solche Massnahmen sind nicht bewilligungsfähig.

4.2 Schutzdefizite

Mit dem hier vorliegenden Projekt sollen die nachfolgend beschriebenen Schutzdefizite behoben werden. Die Schutzdefizite werden durch Überflutungen des Aellmattengräblis verursacht. Die Prozesse finden mit verschiedenen Wiederkehrperioden statt und weisen geringe Intensitäten auf (siehe Kapitel 3.4).

Die Schutzdefizite sehen pro Objektkategorie wie folgt aus, wobei die gemäss skizzierter Gefahrenkarte (siehe Anhang 3.4) betroffenen Felder des Diagramms jeweils gelb hinterlegt sind (siehe nachfolgende Abbildung):

• **Objektkategorie 1**

- Bauzonen, geschlossene Kleinsiedlungen, ständig bewohnte Einzelbauten
- Gewerbe- und Industriebauten
- Freizeit- und Sportanlagen
- Campingplätze

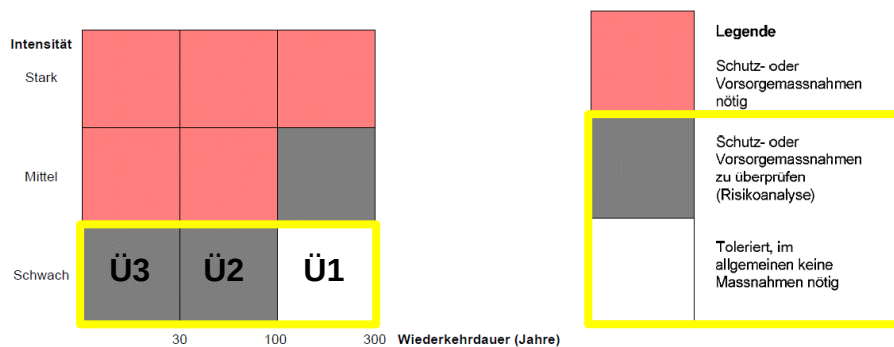


Abbildung 3: Schutzzielmatrix des Kantons Bern für Objektkategorie 1.

Wie die Abbildungen zeigen, existieren im Projektperimeter Schutzdefizite, die gemäss RRB 2005 in die Kategorie „Schutz und Vorsorgemassnahmen nötig oder zu überprüfen“ gehören. Die aufgezeigten Schutzdefizite wurden mit einer Risikoanalyse (EconoMe) geprüft und integral bewertet (siehe Kapitel 3.5).

4.3 Finanzielle Zielsetzungen

Das Projekt sieht für die wasserbaulichen Massnahmen eine Kostenwirksamkeit (= Verhältnis vom Nutzen zu den Kosten) von mindestens 1.0 vor, d.h. die Massnahmen sollen wirtschaftlich sein. Weiter soll das Projekt soweit optimiert sein, dass die Gesamtinvestitionssumme sowie die jährlichen Unterhaltskosten möglichst klein sind.

4.4 Ökologische Defizite und Entwicklungspotenzial

Bei der Projektierung soll der zurzeit unnatürliche Gerinnelauf in seinem ökomorphologischen Zustand verbessert werden. Wo möglich sollen Eindolungen aufgehoben werden und ein natürliches Bachprofil erstellt werden. Artenvielfalt sowie Lebensräume für Fauna und Flora sowie das Landschaftsbild sind zu erhalten bzw. zu verbessern.

5. Projektbeschreibung / Massnahmenplanung

5.1 Variantenstudium und Entscheide

Im Rahmen des Variantenstudiums wurden die folgenden vier Varianten erarbeitet und anlässlich von Projektsitzungen und Geländebegehungen mit den relevanten Akteuren besprochen:

- **Variante 1:** Offenlegung und Gerinneverlegung
- **Variante 2:** Hochwasserschutzdamm/Abflusskorridor und Gerinneverlegung
- **Variante 3:** Hochwasserschutzdamm (hangparallel) und Gerinneverlegung
- **Variante 4:** Hochwasserschutzdamm (Mitte) und Gerinneverlegung

Als weitere Variante wurde die Ableitung der austretenden Wassermengen auf die Parz. 1586 (westlich der Parz. 4518), eine Fassung oder Retention auf derselben oder eine Rückleitung von dort in das Aellmattengräbli oder sogar in das Wychelgräbli diskutiert. Insbesondere aufgrund der technischen Machbarkeit und der Kosten bzw. der Kostenwirksamkeit (Erstellung einer Entlastungsleitung in dicht überbautem Gebiet mit zahlreichen Werkleitungskonflikten) wurde diese Variante frühzeitig verworfen und nicht näher untersucht.

5.1.1 Variante 1: Offenlegung und Gerinneverlegung

Der eingedolte Bachabschnitt zwischen Kote 1'120 und 1'095 m ü. M. soll aufgehoben und das Aellmattengräbli offen geführt werden (siehe Abbildung 4). Die Linienföhrung entspricht ungefähr der heutigen Eindolung, d.h. entlang des Hangfusses. Aufgrund des hohen Längsgefälles und den damit einhergehenden hohen Fliessgeschwindigkeiten liegt die Fliesstiefe bei einem 100-jährlichen Ereignis bei rund 30 – 40 cm. Die Energiehöhe beträgt ebenfalls rund 35 cm.

Die hohen Fliessgeschwindigkeiten föhren auch zu hohen Schleppspannungen, wodurch Erosionsprozesse in Sohle und Böschungen zu erwarten sind. Daher sind Sicherungsmassnahmen, z.B. mittels Holz- oder Blocksperrn sowie ingenieurbio-logischen Massnahmen (Faschinen, Bestockung, etc.) vorzusehen.

Auf Parzelle 5815 weist der Bach zudem ein geringes Längsgefälle auf bzw. verläuft annähernd hangparallel. Dementsprechend ist das Abflussquerprofil zu vergrössern, indem talseitig die Böschungen in Form eines Erddammes erhöht werden.

Die Offenlegung ist aus ökologischer Sicht (Längsvernetzung) zu begrüßen. Auch die Hochwassergefährdung kann damit wirksam reduziert werden. Andererseits ist der Baugrund im Bereich der Offenlegung vermutlich ungünstig; es sind u.a. deutliche Spuren von Vernässungen vorhanden, wodurch voraussichtlich Massnahmen zur Abdichtung der Bachsohle vorzusehen sind (Geotextil o.ä.). Im Steilhang auf Parz. 433 sind ausserdem Spuren von alten Hangmurenanrissen erkennbar. Die nach wie vor bestehende Hangmurendisposition kann dazu führen, dass der offene Bach bei zukünftigen Unwettern verschüttet werden kann, was zu Ausuferungen des Baches führen könnte. Zusätzlich sprachen sich auch die Bewirtschafter auf den Parzellen 1586, 433 und 5815 gegen eine Offenlegung aus, da durch die Massnahme das Heuen deutlich erschwert werde.

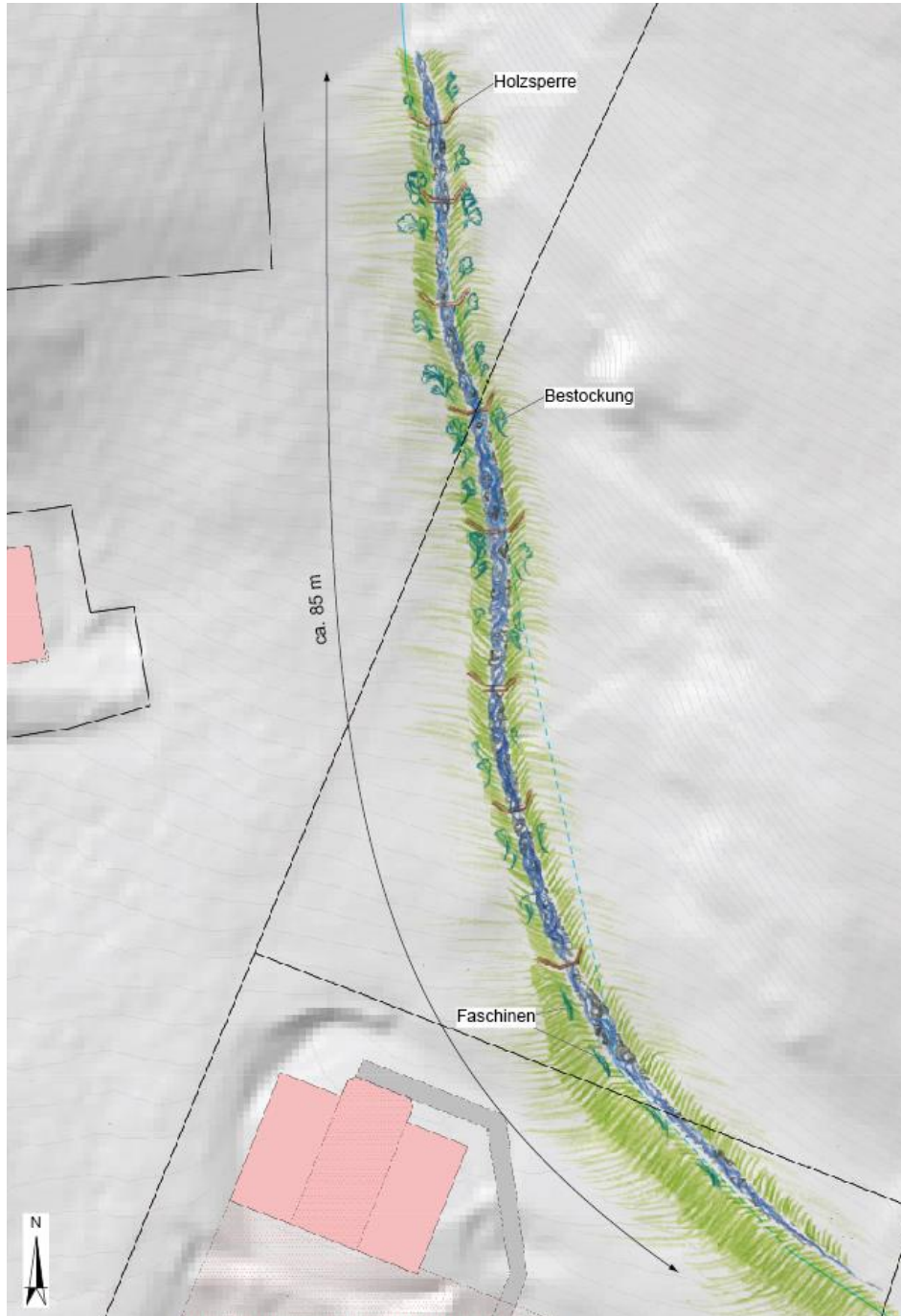


Abbildung 4: Variante Offenlegung Aellmattengräbli auf den Parzellen 1586, 433 und 5815. Un-massstäbliche Darstellung.

Die Durchlässe zwischen dem Bereich der geplanten Offenlegung und der Eschengasse sind zu vergrössern. Aufgrund unterschiedlicher Randbedingungen

(Längsgefälle, Überfahrt, etc.) können die Durchlässe in vertikaler Richtung nur geringfügig angepasst werden. Aus diesem Grund sind neue Maul- oder Rechteckprofile vorgesehen, um die Durchflusskapazität auch bei ungünstigem Längsgefälle zu gewährleisten. Der Durchlass an der Eschengasse weist von sämtlichen Durchlässen den grössten Durchmesser (DN 600) auf; eine ausreichende Abflusskapazität kann hier mit der Erstellung eines Druckkragens (Betonmauer) entlang des Container-Standortes erreicht werden.

Der aus topographischer Sicht unnatürliche und eingedolte Gerinneverlauf unterhalb der Eschengasse soll angepasst werden. Dazu wird das Aellmattengräbli nach der Ausdolung in der Falllinie bzw. auf der Parzellengrenze von 3199 zu 1229 geführt. Aufgrund einer geplanten Überbauung auf Parz. 1229 wird der Bach oberhalb der nachfolgenden Strassenquerung bzw. ca. auf Kote 1'060 m ü. M. wieder nach Osten bzw. zurück zum bestehenden Gerinne geführt.

Aufgrund des sehr hohen Längsgefälles unterhalb der Eschengasse ist die Sohle entsprechend vor Erosionsprozessen zu sichern. Ein Holzlängsverbau ist aus unserer Sicht hierfür nicht geeignet (Dauerhaftigkeit, Absturzhöhe, Kolke, etc.). Aus diesem Grund ist ein Rauhbettgerinne vorgesehen, welches sowohl Erosionsprozesse verhindert als auch die Fliessgeschwindigkeiten infolge erhöhter Sohlenrauigkeit reduziert. Die Böschungen werden mit ingenieurb biologischen Massnahmen (Faschinen, Bestockung) gesichert.

5.1.2 Variante 2: Hochwasserschutzdamm/Abflusskorridor und Gerinneverlegung

Mittels eines Hochwasserschutz- bzw. Leitdammes wird das bei der Eindolung auf Kote 1'120 m ü. M. (DL4) ausufernde Wasser über einen Abflusskorridor abgeleitet und auf Parz. 6268 wieder zurück in den offenen Bachlauf geführt. Dieser als Erdbauwerk zu konzipierende Leitdamm wird lageweise aufgebaut und verdichtet erstellt und begrünt. Zur Sicherstellung der Bewirtschaftbarkeit sind die Böschungen möglichst flach auszugestalten. Der Damm soll im Übrigen ausserhalb des eingedolten Bachlaufes erstellt werden.

Durch den Leitdamm bzw. Abflusskorridor kann die bestehende Hochwassergefährdung reduziert werden. Allerdings besteht die Gefahr, dass der damit gebildete Abflusskorridor durch eine Hangmure oder einen Schneerutsch blockiert wird und es bei einem gleichzeitig auftretenden Hochwasserereignis trotzdem zur Überflutung der Gebäude auf Parz. 5815 kommt. Zudem stellt der Schutzdamm einen

Eingriff ins Landschaftsbild dar. Die Bewirtschafter sehen zudem Erschwernisse beim Heuen der Steilhänge, insbesondere auf Parz. 433.

Der Ausbau der Durchlässe und die Gerinneverlegung entspricht der beschriebenen Variante in Kapitel 5.1.1.



Abbildung 5: Hochwasserschutzdamm / Abflusskorridor auf den Parzellen 1586, 433 und 5815.
Unmassstäbliche Darstellung.

5.1.3 Variante 3: Hochwasserschutzdamm (hangparallel) und Gerinneverlegung

Vergleichbar zu Variante 2 soll mittels eines Hochwasserschutzdammes das bei der Eindolung auf Kote 1'120 m ü. M. (DL4) ausufernde Wasser schadlos abgeleitet und auf Parz. 6268 wieder zurück in den offenen Bachlauf geführt werden. Das als Erddamm zu konzipierende Bauwerk soll dabei möglichst nahe von der Parz. 5815 bzw. der hier befindlichen Gebäude geführt werden. Gleichzeitig soll der Abflusskorridor hinter dem Erddamm ein ausreichendes Längsgefälle aufweisen, damit die notwendige Abflusskapazität sichergestellt werden kann. Unter Berücksichtigung, dass sich das ausufernde Wasser über den Hang verteilt und die Fließgeschwindigkeiten am Hangfuss abnehmen, aber im Abflusskorridor im Frühling noch Schnee liegen kann, der die Abflusskapazität einschränkt, ist eine Schutz- bzw. Dammhöhe von rund einem Meter anzustreben.

Der Erddamm wird lageweise verdichtet erstellt und begrünt. Zur Sicherstellung der Bewirtschaftbarkeit sind die Böschungen möglichst flach auszugestalten. Der Damm soll zudem nicht auf der Eindolung zu liegen kommen.

Durch den Schutzdamm bzw. Abflusskorridor kann die bestehende Hochwassergefährdung reduziert werden. Der Schutzdamm stellt hingegen einen Eingriff ins Landschaftsbild dar. Zudem ist die Zufahrt für den Bewirtschafter auf die Parz. 433 erschwert.

Der Ausbau der Durchlässe und die Gerinneverlegung entspricht der beschriebenen Variante in Kapitel 5.1.1.

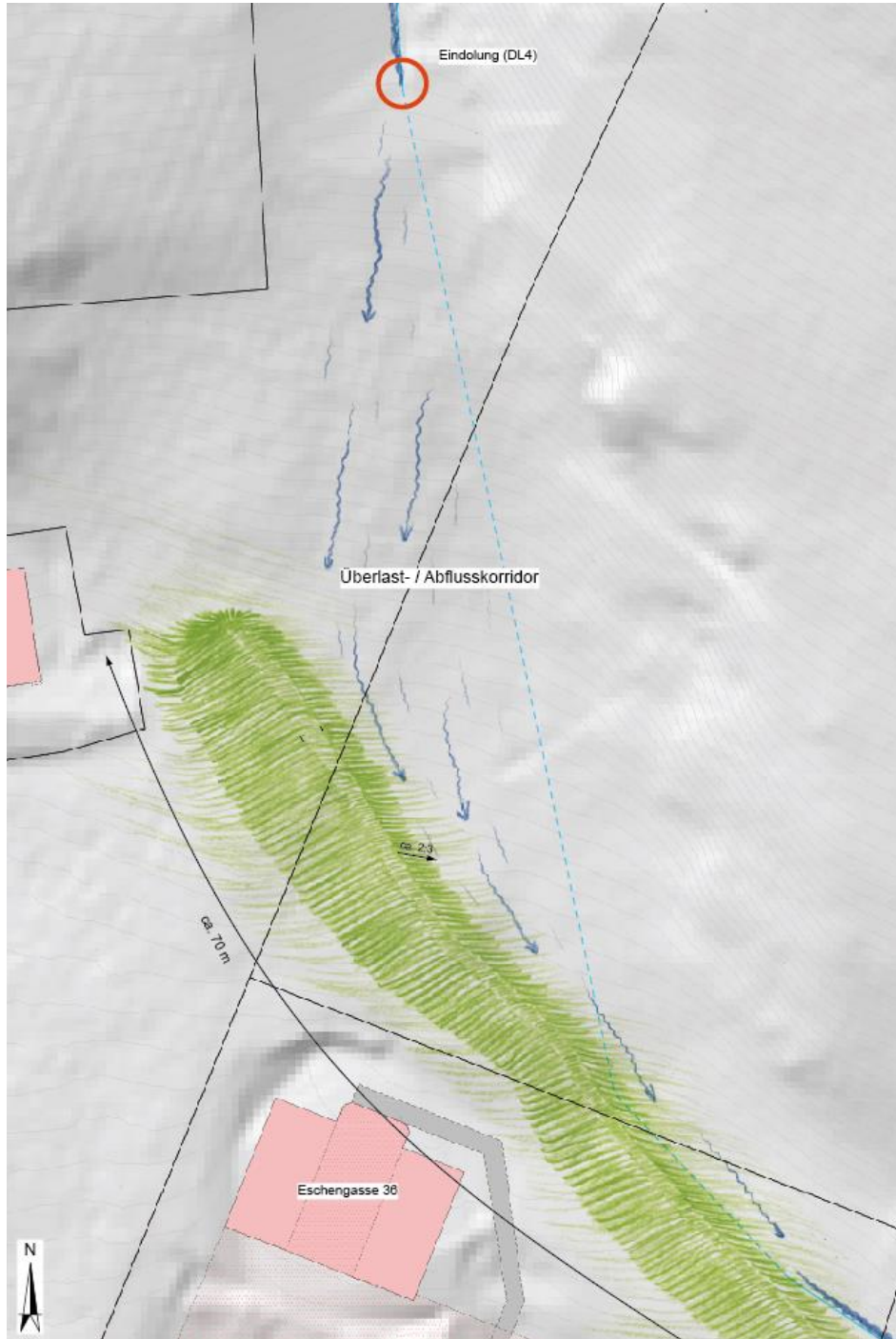


Abbildung 6: Hangparalleler Hochwasserschutzdamm auf den Parzellen 1586, 433 und 5815.
Unmassstäbliche Darstellung.

5.1.4 Variante 4: Hochwasserschutzdamm (Mitte) und Gerinneverlegung

Variante 4 entspricht einer Mittelvariante zwischen Variante 2 und 3. Mit dieser Variante wird die Gefahr eines Blockierens des Abflusskorridors durch Hangmuren oder Schneerutsche reduziert und gleichzeitig die Zugänglichkeit bzw. Bewirtschaftbarkeit der Landwirtschaftsparzellen am wenigsten beeinträchtigt. Die weiteren bautechnischen Details entsprechend der Beschreibung in den Kapiteln 5.1.2 (Variante 2) und 5.1.3 (Variante 3) und werden hier nicht wiederholt.

Der Ausbau der Durchlässe und die Gerinneverlegung entspricht der beschriebenen Variante 1 in Kapitel 5.1.1.

5.1.5 Bewertung der Varianten

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Massnahmenvarianten wurden hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher (Nutzen-Kosten), politisch-gesellschaftlicher (z.B. Akzeptanz in der Grundeigentümer und Bewirtschafter) Machbarkeit sowie bezüglich Ökologie und deren Auswirkungen auf das Landschaftsbild beurteilt. In Tabelle 4 ist die Beurteilung der Varianten zusammengefasst.

Die Offenlegung (Variante 1) wird aufgrund des Baugrundes, Versickerungen/Vernässungen bzw. allfällig notwendiger Abdichtungsarbeiten, möglicher Hangmuren, welche das Gerinne verstopfen können als technisch herausfordernd betrachtet. Die Grundeigentümer und Bewirtschafter sprachen sich zudem klar gegen eine Offenlegung aus. Dagegen können die Auswirkungen hinsichtlich Ökologie und Landschaftsbild als sehr positiv beurteilt werden. Auch die Wirtschaftlichkeit ist gegeben; voraussichtlich können auch zusätzliche Subventionierungen für Revitalisierungsmassnahmen erwartet werden.

Die Hochwasserschutzdämme (Varianten 2 bis 4) weisen keine massgebenden technischen Schwierigkeiten auf und können kostengünstig erstellt werden. Hinsichtlich Ökologie sind die Dämme als neutral einzustufen. Der Einfluss auf das Landschaftsbild wird als neutral bis leicht negativ eingestuft, da die Dämme klein sind und wenig ins Auge stechen. Die Grundeigentümer und Bewirtschafter rechnen zwar mit Einschränkungen, können aber insbesondere mit der Variante 4 (Mitte) am ehesten leben.

Tabelle 4: Beurteilung der Machbarkeit der Massnahmenvarianten (grün = gut, orange = genügend, rot = ungenügend).

Massnahmenvariante	Machbarkeit				
	technisch	wirtschaftlich	politisch / gesellschaftlich	Ökologie	Landschaftsbild
Variante 1: Offenlegung und Gerinneverlegung	orange	grün	rot	grün	grün
Variante 2: Hochwasserschutzdamm/Abflusskorridor und Gerinneverlegung	grün	grün	orange	orange	orange
Variante 3: Hochwasserschutzdamm (hangparallel) und Gerinneverlegung	grün	grün	orange	orange	orange
Variante 4: Hochwasserschutzdamm (Mitte) und Gerinneverlegung	grün	grün	grün	orange	orange

Aufgrund der durchgeführten Beurteilung sowie nach Konsultationen mit Grundeigentümern und Bewirtschaftern wurde als **Bestvariante** der **Hochwasserschutzdamm (Mitte) sowie die Gerinneverlegung** (Variante 4) gewählt, welche nachfolgend im Detail beschrieben wird.

5.2 Projektbeschreibung Bestvariante

Die Bestvariante ist die den Planbeilagen 1.1 (Situation), 1.2 (Querprofile) und 1.3 (Längenprofil) dargestellt.

Die Eindolung auf Kote 1'120 m ü. M. wird häufig durch Geschiebe und Gesschwemmsel verstopft. Daher wird der dort bestehende Kiesfang um rund 2.0 m bis zu einem bestehenden Schacht hin verlängert und mit einem Feinrechen ergänzt.

Der nachfolgende Schacht entlang des eingedolten Bachabschnittes (ca. auf Kote 1'110 m ü. M.) ist hydraulisch ungünstig erstellt, wodurch es häufig zu Wasseraustritten kommt. Der Schacht und die angrenzenden Rohrleitungen werden daher ersetzt und hydraulisch optimiert.

Damit das bei der Eindolung auf Kote 1'120 m ü. M. ausufernde Wasser nicht die Wohngebäude auf Parz. 5815 überflutet, wird ein lageweise verdichteter Erd- bzw. Leitdamm erstellt. Da für die Bewirtschafter eine Böschungslänge von rund 2.00 m ideal ist, wurde dieser Umstand entsprechend im Projekt berücksichtigt. Mit der resultierenden Schutzhöhe von rund 1.10 m wird die für das Projektziel notwendige Höhe übertroffen bzw. es kann sogar ein 300-jährliches Ereignis schadlos abgeleitet werden. Die Mehrkosten für diese Dammerhöhung sind als verhältnismässig einzustufen. Durch die Dammerhöhung werden zudem zusätzliche Sicherheiten geschaffen, falls bei einem Hochwasserereignis noch Schnee bergseitig des Dammfusses liegen sollte und dadurch die Schutzhöhe reduziert wird.

Der Erddamm wird bis kurz vor Parz. 4199 bzw. bis an deren westlichen Parzellengrenze erstellt, da in diesem Bereich das Längsgefälle bzw. die Abflusskapazität des Aellmattengräßlis gering ist. Mit der Verlängerung des Erddammes wird eine Überflutung in Richtung Parz. 6268 verhindert. Der Erddamm wird begrünt und bewirtschaftbar erstellt. Ein bestehendes Bienenhaus ist infolge Dammbaus zu verschieben oder abzubrechen; dieser Umstand ist im Rahmen der Ausführung noch mit dem Grundeigentümer zu klären.

Der offene Gerinneabschnitt zwischen Ausdolung und Parz. 2329 wird ausgebaut, wobei eine kiesige Sohle (Sohlenbreite ca. 0.50 m) und naturnahe bestockte Böschungen erstellt werden. Zurzeit kann noch nicht abschliessend beurteilt werden, ob die Bachsohle zusätzlich abgedichtet werden muss (z.B. mit Geotextil), um Versickerungen oder Vernässungen zu verhindern.

Der Durchlass im Bereich des Bienenhauses (DL5) wird aufgehoben. Beim Durchlass an der Treppe (DL6) kann das Gerinne ausgebaut werden; an der Treppe sind keine Massnahmen notwendig. Aufgrund der eingeschränkten Möglichkeiten beim DL7 infolge des Längsgefälles und der Durchgängigkeit für die Anwohner soll ein Rechteck-Durchlass eingebaut werden; damit können die notwendige Abflusskapazität erreicht und die Begehbarkeit für Anwohner sichergestellt werden. Direkt anschliessend, auf Parz. 2329 sollen mit einer leichten Böschungserhöhung bzw. Dammschüttung (Schutzhöhe ca. 0.5 m) Ausuferungen in Richtung der Liegenschaft Mittelmattenweg 1 verhindert werden. Zusätzlich soll die zurzeit rechtwinklige Einmündung des Zuflusses direkt unterhalb DL7 auf einen 45° Winkel angepasst werden. Im Bereich des Biotopes sind keine Massnahmen vorgesehen, da

bei einem Hochwasser keine Ausuferungen entstehen, welche Schäden verursachen.

Der Durchlass Mittelmattenweg (DL8) sowie die Gerinneabschnitte ober- und unterhalb davon sind hingegen auszubauen. Der Durchlass Mittelmattenweg weist dieselbe Dimensionierung wie der DL7 auf, allerdings mit erhöhtem Gefälle. Dadurch kann das zusätzliche Wasser, welches aus den Entwässerungsgräben nördlich der Parz. 2329 in das Aellmattengräbli fliesst, schadlos abgeleitet werden. Der Auslauf des Bachdurchlasses ist mittels Schroppen bzw. kleineren Blöcken vor Erosionsprozessen zu schützen.

Die notwendige hydraulische Abflusskapazität beim Durchlass Eschengasse (DL9) kann mit der Erstellung eines rund 1.5 m hohen Staukragens (Betonmauer) erreicht werden. Der Containerstandort ist dazu nicht zwingend zu verlegen. Da sich der Durchlassbeginn (Betonrohr DN600) unterhalb des Containerstandortes befindet und bei einer Verklausung nicht zugänglich ist, soll oberhalb des Containerstandortes ein geeigneter Feinrechen installiert werden. Dieser wird so erstellt, dass die Räumung des Rechens direkt vom Containerstandort aus möglich ist.

Unterhalb der Eschengasse wird der unnatürliche Gerinneverlauf auf Parzelle 8199 aufgehoben. Da am eingedolten Rohr aber Dach- und Vorplatzentwässerung von Parzelle 8199 angeschlossen sind, wird dieses beibehalten. Der neue Gerinnelauf wird entlang der Grenzen der Parzellen 8199 und 1229 geführt; mit dem voraussichtlichen Gewässerraum von 11.00 m wird das geplante Bauprojekt auf der Parz. 1229 nicht tangiert. Aufgrund des hohen Längsgefälles in diesem Bachabschnitt sind die Sohle mittels eines Raubettgerinnes und die Böschungen mittels ingenieurbologischen Massnahmen (Faschinen, Bestockung) vor Erosionsprozessen zu schützen. Die Blöcke sind möglichst wild zu verlegen, um die Fliessgeschwindigkeiten dank der hohen Rauigkeit zu reduzieren. Aufgrund der hohen Schleppspannungen sind die Blöcke zudem im Hinterbeton zu verlegen. Oberhalb des nachfolgenden Durchlasses soll ein Tosbecken, verbunden mit einem Staukragen am Durchlass, erstellt werden. Der Auslass des Durchlasses ist mit Blöcken vor Kolkprozessen zu sichern.

Sämtliche Hochwasserschutzmassnahmen inklusive der Gerinnegeometrien pro Abschnitt und der Durchlässe wurden gemäss der in Kapitel 3.4.2 beschriebenen Methodik dimensioniert. Die hydraulischen Nachweise sind in Anhang 2.2 ersichtlich.

Auf Stufe Wasserbaubewilligung wurden sämtliche Bauteile unter Einhaltung des gültigen Normenwerks vorbemessen und dimensioniert. Die auf den Planbeilagen

dargestellten Bauwerksabmessungen und Spezifikationen berücksichtigen die Resultate der Vordimensionierung. Die Detaildimensionierung sowie die statischen Berechnungen erfolgen hingegen erst auf Stufe Ausführungsprojekt.

6. Kosten

6.1 Baukosten

Die Gesamtkosten der geplanten Hochwasserschutzmassnahmen belaufen sich auf rund CHF 250'000.- (Kostenvoranschlag +/- 20%)². Die Preise basieren auf Einheitspreisen von realisierten Objekten, auf Richtpreisen ortsansässiger Unternehmer bzw. auf Erfahrungswerten vergleichbarer Objekte (Preisbasis 2018). Eine detaillierte Kostenzusammenstellung kann dem Anhang 2.3 entnommen werden.

6.2 Risikokosten

Im Rahmen der Bauausführung sind mit verschiedenen Risiken zu rechnen, welche die Baukosten erhöhen können. In Anhang 2.3 sind die entsprechenden Risikokosten detailliert zusammengestellt. Die Eintretenswahrscheinlichkeit wurde gutachterlich festgelegt. Die Risikokosten sind Bestandteil der Kostenschätzung.

6.3 Landerwerb und Gewässerraum

Für das Wasserbauprojekt ist grundsätzlich kein Landerwerb vorgesehen. Das Land bleibt im Eigentum des jeweiligen Grundeigentümers. Voraussichtlich ergeben sich durch das Hochwasserschutzprojekt keine dauernd beanspruchten Flächen, welche Dienstbarkeiten und damit einen Eintrag im Grundbuch notwendig machen.

Für vorübergehend beanspruchte Flächen (während der Bauausführung) werden Ertragsausfallentschädigungen ausgerichtet.

Der Gewässerraum ist entlang der neuen Bachachse auszurichten und auszuscheiden. Aufgrund der vorgesehen Gerinnebreite beträgt dieser 11.00 m.

² Bezüglich Kostenteiler sei auf Kapitel 6.4 verwiesen.

6.4 Träger des Bauvorhabens und Kostenteiler

Bauherrin für das beschriebene Bauvorhaben ist die Schwellenkorporation Grindelwald.

Die Kosten werden grundsätzlich durch die Schwellenkorporation (40 %), das Tiefbauamt des Kantons Bern und das Bundesamt für Umwelt (60 %) getragen. In Kapitel 10 werden zudem Mehrleistungen gemäss NFA geltend gemacht.

Die baulichen Anpassungen am Durchlass Mittelmattenweg werden durch die Gemeinde Grindelwald finanziert.

7. Bauablauf

7.1 Bauprogramm

Das Bauprogramm wird in Absprache mit der Schwellenkorporation und dem Unternehmer ausgearbeitet. Die Bauarbeiten sollten vorzugsweise im Sommer oder Herbst ausgeführt werden, da dann die Böden voraussichtlich ausreichend abgetrocknet sind. Belags- und Betonierarbeiten sind aufgrund der Schnee- und Temperaturverhältnisse bis spätestens Ende Oktober abzuschliessen. Die Bauzeit beträgt voraussichtlich rund 2 Monate.

7.2 Baustelleninstallation

Die festen Baustelleninstallationen wie Baubaracken, Materialcontainer oder WC-Anlagen können voraussichtlich bei allen Objekten in unmittelbarer Nähe zur Baustelle installiert werden. Dasselbe gilt für Materialzwischenlager. Die genauen Standorte sind vor dem Baustart noch mit den Grundeigentümern festzulegen.

7.3 Baurisiken / Gefährdungen beim Bau

Die Abflussmengen am Aellmattengräbli können bei Starkniederschlägen rasch zunehmen und zu Überflutungen führen. Aus diesem Grund wird im Rahmen des Ausführungsprojektes ein Notfallkonzept erarbeitet. Das Notfallkonzept soll die Wettervorhersage (Wetteralarm), Wetterbeobachtungen der Bauarbeiter sowie mögliche temporäre Schutzmassnahmen beinhalten. Zudem werden die Bauarbeiten derart organisiert, dass während der Bauausführung bzw. bei Hochwasser nicht neue, ungewollte Fliesswege entstehen.

7.4 Bachumleitung und Wasserhaltung

Die Umleitung des Aellmattengräbli erfolgt abschnittsweise mittels temporären Rohren oder Baupumpen. Damit werden auch Trübungen verhindert. Bei der Gerinneverlegung unterhalb der Eschengasse wird der Abfluss bis zur Fertigstellung des neuen Gerinnelaufs über das bestehende Gerinnesystem abgeführt.

8. Auswirkungen des Projekts

8.1 Verbleibende Gefahren und Risiken

Mit dem geplanten Hochwasserschutzdamm, dem Ausbau oder Aufhebung der Durchlässe sowie der Gerinneverlegung ist erst ab 300-jährlichen Ereignissen infolge Verkläusung durch Geschwemmsel oder ungenügender Abflusskapazität mit Ausuferungen zu rechnen. Im Projektperimeter gefährden die Überflutungsbereiche primär Strassenabschnitte und Grünflächen. Es ist mit schwachen Prozessintensitäten (gelber Gefahrenbereich, Ü1) zu rechnen. Die Flächen talseits des Schutzdammes können der Restgefährdung zugewiesen werden.

8.2 Ökologische Auswirkungen

Mit den geplanten Massnahmen wird der zurzeit eingedolte Bachabschnitt unterhalb der Eschengasse verlegt und offen geführt. Aufgrund des hohen Längsgefälles ist die Sohle als Raubettgerinne auszugestalten. Die Böschungen werden allerdings bestockt bzw. ingenieurbologisch gesichert; der neue Bachlauf dient daher der Längsvernetzung der nicht-aquatischen Fauna. Die übrigen Bachabschnitte werden als natürlicher Gerinnelauf mit Kieselsohle und begrünten bzw. bestockten Böschungen ausgestaltet. Zurzeit kann noch nicht abschliessend beurteilt werden, ob die neue Gerinnesohle abgedichtet werden muss (z.B. mit Geotextil), um Versickerungen bzw. Vernässungen zu vermeiden.

Für die Bauausführung sind keine grösseren Rodungen notwendig. Voraussichtlich sind wenige Einzelbäume oder Stauden zu entfernen, welche aber ersetzt werden sollen.

Das Landschaftsbild wird durch das Projekt nicht massgebend beeinträchtigt. Der Hochwasserschutzdamm wird begrünt bzw. mit seinen möglichst flachen Böschungen bewirtschaftbar ausgestaltet.

8.3 Hydrogeologische Auswirkungen

Aus hydrogeologischer Sicht sind die geplanten baulichen Massnahmen nicht problematisch. Die Vorgaben gemäss dem Merkblatt des Amts für Wasser und Abfall „Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen“ werden im Rahmen der Umsetzung berücksichtigt.

8.4 Auswirkungen auf die Nutzung

Die landwirtschaftliche Nutzung wird im Bereich des Hochwasserschutzdammes leicht erschwert. Die Gerinneverlegung hat dagegen keine negativen Auswirkungen auf die geplante Überbauung des angrenzenden Baulandes.

8.5 Werkleitungen

Stellenweise liegen Werkleitungen im Projektperimeter, also auch im geschützten Uferbereich. Allfällige Anpassungen gehen daher zu Lasten des Werkeigentümers.

9. Nachweis der Kostenwirksamkeit

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse für das Bauprojekt wurde mit EconoMe 4.0 durchgeführt. Die **Risiken nach Massnahmen** sind in nachfolgender Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Risiken nach Massnahmen in CHF pro Ereignis resp. Wiederkehrperiode und Risiko pro Jahr.

	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich
Personenrisiken	0 CHF	0 CHF	215 CHF
Sachrisiken	0 CHF	0 CHF	134'568 CHF
Totale Risiken	0 CHF	0 CHF	134'783 CHF
Risiko / Jahr	449 CHF / a		

Zur Bestimmung der Kostenwirksamkeit wurden folgende zwei Parameter berechnet:

- **Nutzen** der Massnahmen. Dies entspricht der **Risikoreduktion** und beträgt:
 - Jährliches Risiko vor Massnahmen: 27'076 CHF / a
 - Jährliches Risiko nach Massnahmen: 449 CHF / a
 - Risikoreduktion / Nutzen (Differenz): 26'627 CHF / a
- **Kosten** der Massnahmen. Die Massnahmenkosten setzen sich zusammen aus den Investitionskosten von rund CHF 250'000.-, den Kapitalkosten (Annahme Zinssatz = 2 %) sowie jährlichen Unterhalts- und Betriebskosten von rund CHF 2'500.-. Die jährlichen Unterhalts- und Betriebskosten basieren auf den Richtwerten gemäss EconoMe (je 1 % der Investitionssumme). Für die Lebensdauer der Schutzdämme wurden 80 Jahre angenommen (gemäss Tabelle „Richtwerte zur Bestimmung der jährlichen Kosten“ von EconoMe vom 16.02.2015). Unter Berücksichtigung der erwähnten Aspek-

te ergeben sich für die geplanten Massnahmen jährliche Kosten von 8'125 CHF.

Die **Kostenwirksamkeit** berechnet sich wie folgt:

$$\text{Kostenwirksamkeit} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Kosten}} = \frac{26'627 \text{ CHF/a}}{8'125 \text{ CHF/a}} = 3.3$$

Projekte werden als wirtschaftlich erachtet, wenn die Kostenwirksamkeit grösser oder gleich 1.0 ist. Bei vorliegendem Projekte ist der Nutzen mehr als dreimal grösser als die Kosten des Projektes. Die resultierende Kostenwirksamkeit von 3.3 kann daher als sehr gut bewertet werden.

10. Mehrleistungen gemäss NFA

10.1 Grundlagen

In den folgenden Kapiteln werden die gemäss NFA geforderten Nachweise zur Generierung von Mehrleistungen erbracht. Als Grundlage dafür dienen die folgenden Publikationen des BAFU:

- Handbuch NFA im Umweltbereich, Teil 3: Fachspezifische Erläuterungen zur Programmvereinbarung im Bereich Schutzbauten und Gefahrengrundlagen
- Merkblatt Förderungen von Mehrleistungen im Bereich Schutzbauten - integrales Risikomanagement

Auf die Geltendmachung von Mehrleistungen im Bereich partizipativer Planung oder technischen und ökologischen Aspekte wird verzichtet.

10.2 Integrales Risikomanagement

10.2.1 Ereigniskataster

Die in Kapitel 3.1 beschriebenen Ereignisse wurden dokumentiert und in der Datenbank für Naturgefahren (StorMe) nachgeführt.

→ **Vorgaben erfüllt**

10.2.2 Gefahrenkarte

Nach Umsetzung der baulichen Schutzmassnahmen werden die revidierten Gefahrenflächen ausgeschieden und in die Gefahrenkarte Grindelwald sowie das kantonale Geoportal integriert.

→ **Vorgaben erfüllt**

10.2.3 Revision Nutzungsplanung

Nach der Anpassung der Gefahrenkarte hat die Gemeinde 2 Jahre Zeit, ihre Ortsplanung auf die Gefahrengebiete hin zu überprüfen und allenfalls anzupassen. Kommt eine Gemeinde dieser Pflicht nicht nach, so kann der Kanton seit Mitte 2007 gestützt auf den RRB Nr. 1076 über die Gefahrengebiete der säumigen Gemeinde eine kantonale Planungszone erlassen und Ersatzvornahmen anordnen. Eine Revision der Ortsplanungen wird nach Anpassung der Gefahrenkarte angestrebt.

10.2.4 Alarmorganisation

Die Gemeinde Grindelwald hat zusammen mit dem Amt für Bevölkerungsschutz, Sport und Militär (BSM) eine Notfallplanung bezüglich gravitativen Naturgefahren erarbeitet. In diesem Zusammenhang wurden Alarmierung sowie Massnahmen geplant sowie dokumentiert. Die Schutzmassnahmen am Aellmattengräbli sollen in der Notfallplanung berücksichtigt bzw. die entsprechenden Unterlagen angepasst werden.

→ **Vorgaben erfüllt**

10.2.5 Unterhalt

Der Unterhalt der baulichen Massnahmen bzw. generell des Gerinneunterhalts am Aellmattengräbli ist durch die Schwellenkorporation Grindelwald sichergestellt. Im Korporationsreglement ist die Pflicht zum Unterhalt festgeschrieben, welcher auch periodisch durchgeführt wird. Im Weiteren ist die Unterhaltspflicht auch im Wasserbaugesetz geregelt. Die Oberingenieurkreise haben dabei die Oberaufsicht über die Gewässer, welche unter anderem eine Überwachung des Zustands und der Unterhaltsarbeiten beinhaltet.

Mit den Gewässerinspektionen, die zweimal pro Jahr oder bei ungünstigen Wetterentwicklungen im Rahmen der Notfallplanung stattfinden, kann sichergestellt werden, dass eine ungünstige Entwicklung bei den Schutzbauten nicht unbemerkt bleibt.

→ **Vorgaben erfüllt**

10.2.6 Fazit

Gemäss den erbrachten Leistungen im Bereich Integrales Risikomanagement beantragen wir die Mehrleistungen von Bund und Kanton zu je 6 %.

10.3 Kostenzusammenstellung

Aufgrund der geltend gemachten Mehrleistungen resultieren die in nachfolgender Tabelle zusammengestellten Kosten zu Lasten der Schwellenkorporation bzw. zu Lasten Bund und Kanton (vorbehältlich des Kostenteilers gemäss Kapitel 6.4).

Tabelle 6: Kostenzusammenstellung und Subventionierung

Position	Betrag [CHF]
Baukosten (inkl. MwSt.)	250'000.-
Grundbeitrag (60 %)	150'000.-
Mehrleistung Integrales Risikomanagement (12 %)	30'000.-
TOTAL Subventionierung Bund/Kanton	180'000.-
Restkosten Schwellenkorporation	70'000.-

11. Termine

- Einholen Mitberichte aller betroffenen kantonalen Fachstellen: ab Juni 2019
- Publikation und öffentliche Auflage: ca. Juli/August 2019 (30 Tage)
- Projekt und Finanzbeschluss: ca. November 2019
- Bekanntgabe Wasserbaubewilligung: ca. Dezember 2019 (30 Tage)
- Submission: Frühling 2020
- Baubeginn: Sommer / Herbst 2020
- Bauende / Inbetriebnahme: Ende 2020

12. Literaturverzeichnis

- [1] BWW, BRP und BUWAL (1997): Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.
- [2] BWG (2001): Hochwasserschutz an Fliessgewässern, Wegleitung, Bern.
- [3] BWG (2003): Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten. Praxishilfe, Bern.
- [4] Grundlagepapier für die Klausursitzung des Regierungsrates zum Thema Risikostrategie Naturgefahren vom 10. August 2005: Risikostrategie Naturgefahren: Umgang mit dem Risiko von Wasser-, Massenbewegungs- und Lawinenereignissen.
- [5] Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2007): Hydrologischer Atlas der Schweiz HA-DES.
- [6] Dobmann, J. (2009): Hochwasserabschätzung in kleinen Einzugsgebieten der Schweiz. Interpretations- und Praxishilfe. Universität Bern.
- [7] Romang et al. (2008): Wirkung von Schutzmassnahmen. PLANAT, Nationale Plattform für Naturgefahren, Bern („PROTECT“).
- [8] Kommission für Hochwasserschutz KOHS (2013): Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. In: Wasser, Energie, Luft, 105. Jahrgang, Heft 1, Baden.
- [9] ARGE GEOTEST AG / KiNaRis / geo7 AG (2012): Grindelwald, Naturgefahren, Revision Gefahrenkarte, Bericht-Nr. 1411 057.1, Zollikofen.

Boden	Bodenschutz	Gemeinde-Nr.: _____
		Eingang: _____

PLZ / Gemeinde: _____ Amt -Nr.: _____

Strasse / Ort: _____ Nr.: _____ Parzelle(n) / Baurecht-Nr.(n): _____

Allgemeine Angaben

Total beanspruchte, unversiegelte Baustellenfläche
(inkl. Installationsplätze, Bauplatzerschliessung, Depotfläche etc.) m²

Temporär beanspruchte Fläche
(z.B. Installationsplätze, Baupisten, Depotfläche etc.) m²

Definitiv überbaute und versiegelte Fläche
(Gebäude, Strassen, Vorplätze, Parkplätze etc.) m²

Anfallende Kubatur von abgetragenen Boden:

Oberboden	 m ³
Unterboden	 m ³

Dauer der Baustelle bzw. Bautätigkeiten:
(Spatenstich bis Bauabnahme, inkl. Umgebungsgestaltung / Rekultivierung) ca. Monate

Geplanter Zeitraum der Erdarbeiten (Monate und Jahr) 20...
bis/und 20...



Bodenschutzmassnahmen

- Beträgt die gesamte Baustellenfläche mit Ober-/Unterboden mehr als 2000 m² ☐ ja ☐ nein
- Findet eine Terrainveränderung ausserhalb der Bauzone mit über 200 m³ Bodenmaterial statt? ☐ ja ☐ nein
- Ist die betroffene Fläche als Fruchtfolgefläche (FFF) ausgeschieden? Falls nein, war sie es vor 2015? ☐ ja ☐ nein
- Befindet sich das Bauvorhaben ≥ 1800 m.ü.M.? ☐ ja ☐ nein

Falls mindestens eine der Fragen mit "ja" angekreuzt wurde, sind zusätzliche Bodenschutzmassnahmen notwendig. Die zuständige Baubewilligungsbehörde ist deshalb angewiesen, die Baugesuchsunterlagen an

bewi.awa@bve.be.ch oder AWA Amt für Wasser und Abfall
Dienststelle Bewilligungen
Reiterstrasse 11
3011 Bern

zu senden und darauf zu achten, dass alle bodenschutzspezifischen Gesuchsunterlagen beigelegt wurden (Anforderungen siehe Rückseite).

Das AWA beurteilt das Bauvorhaben und legt die Bedingungen und Auflagen gestützt auf das Umweltschutzgesetz (USG)¹ und die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)² fest. Diese werden durch die Baubewilligungsbehörde in die Baubewilligung übernommen.

Ort und Datum: _____ Bauherrschaft: _____

ProjektverfasserIn: _____ Tel. / E-Mail: _____

Rechtsgrundlagen

¹ Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG, SR 814.01) vom 7. Oktober 1983

² Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo, SR 814.12) vom 1. Juli 1998

³ Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA, SR 814.600) vom 4. Dezember 2015

⁴ Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden, Vollzug Umwelt (BUWAL 2001)

Bodenschutzspezifische Gesuchsunterlagen

- 1. Bodenverwertung:** Auf allen Baustellen, wo $\geq 500 \text{ m}^3$ Bodenmaterial den Projektperimeter verlassen (ab 1500 m^3 Bodenmaterial inkl. Bodenschutzkonzept).

Anzugeben sind:

- a) Kubatur, getrennt nach Oberboden (A-Horizont) und Unterboden (B-Horizont)
- b) Zielort (Landwirtschafts-, Forstwirtschaftsfläche, Gartenbaubetrieb, Rekultivierung)
- c) Die Bauunternehmung muss unterschreiben, dass sie den Boden für die vorgesehene Wiederverwertung verwendet. Wenn zum Zeitpunkt des Einreichens des Baugesuchs die Unternehmung noch nicht feststeht, kann diese Unterschrift auch nachträglich, aber vor Beginn der Erdarbeiten geleistet werden.

- 2. Bodenschutzkonzept**, wenn mindestens einer der folgenden Punkte zutrifft

- Gesamte Baustellenfläche $\geq 5000 \text{ m}^2$
(Bei kleineren Bauvorhaben kann ein Bodenschutzkonzept auch als Auflage vor Beginn der Erdarbeiten nachverlangt werden.) ☐ ja
- $\geq 1500 \text{ m}^3$ Ober- & Unterboden (Summe) verlassen den Projektperimeter. ☐ ja
- Ausserhalb der Bauzone: Bodenauf-/abtrag $\geq 2000 \text{ m}^2$ Boden ☐ ja
- Leitungsbau ab 1000 m Länge (ohne Einpfügen) ☐ ja
- Bauvorhaben $\geq 1800 \text{ m.ü.M.}$ ☐ ja

Die Anforderungen an ein Bodenschutzkonzept finden sich im [Merkblatt Anforderungen Bodenschutzkonzept](#). Das Bodenschutzkonzept basiert auf bodenkundlichen Aufnahmen vor Ort. Beides wird von einer Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB)⁵ erstellt. Sie begleitet das Projekt während der Erdarbeiten.

- 3. Meldeblatt für Terrainveränderungen** ausserhalb der Bauzone $< 2000 \text{ m}^2$ (falls $\geq 200 \text{ m}^3$ Boden).

Hinweise und Praxistipps

Aufgaben der Baubewilligungsbehörde:

- Das Bauformular «Boden» muss jedem Baugesuch beigelegt werden.
- Bei Bauvorhaben, die bezüglich Bodenschutz zusätzliche Bodenschutzmassnahmen benötigen (vgl. Vorderseite): Weiterleitung der vollständigen Baugesuchsunterlagen (möglichst auch elektronisch) an das AWA. Auch Gesuche zum vorzeitigen Baubeginn / Abhumusieren müssen bei diesen Vorhaben mit dem AWA abgesprochen werden.
- Aufnahme des folgenden Standardsatzes in alle Baubewilligungen:
Die Erdarbeiten sind gemäss den SIA Normen Garten- und Landschaftsbau SN 568 318 und dem BAFU-Leitfaden „Bodenschutz beim Bauen“ (Hrsg. BUWAL, 2001) durchzuführen

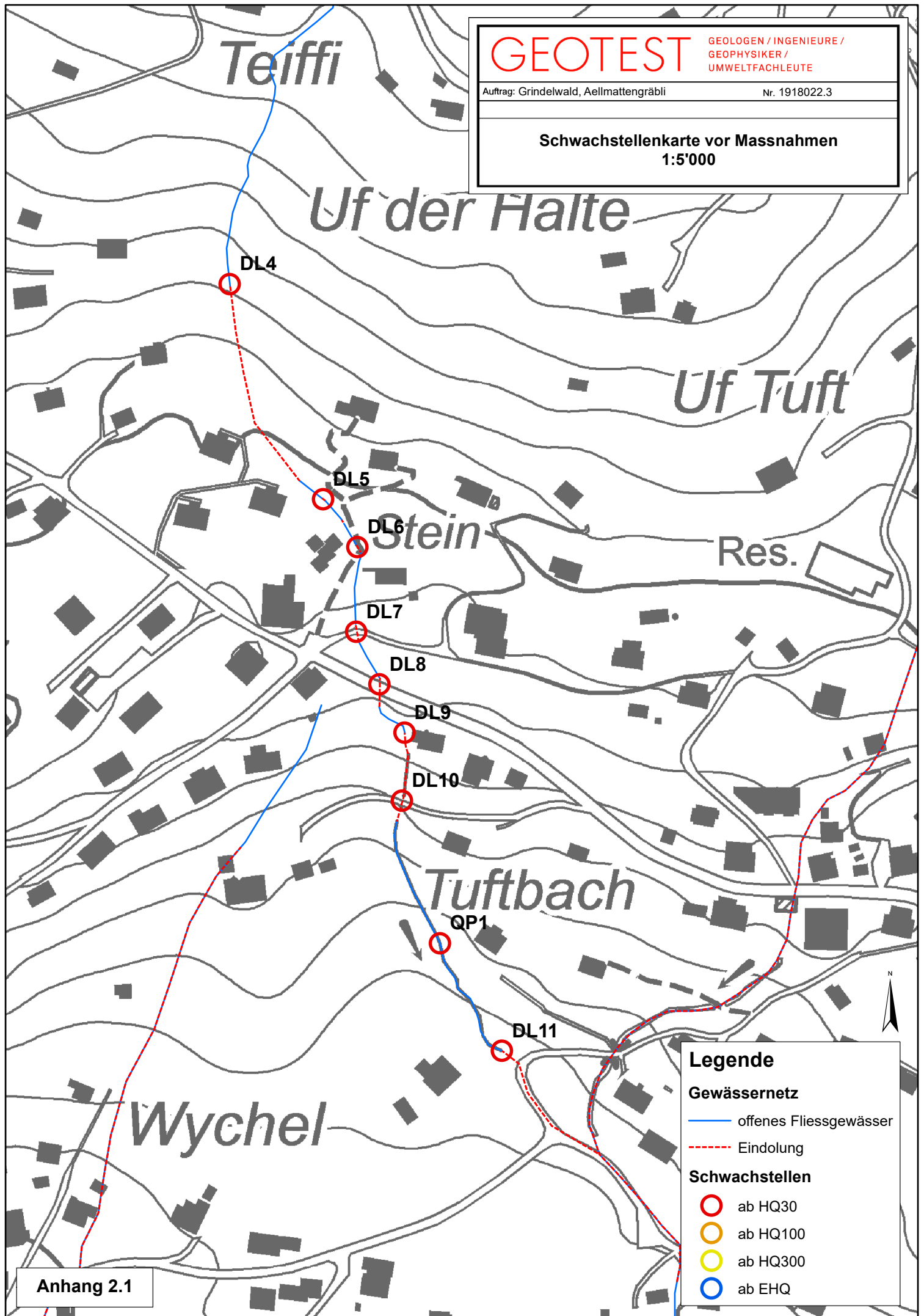
Informationen zum Boden

Als Boden gelten die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können (Oberboden, A-Horizont oder „Humus“), sowie die zweitoberste, unversiegelte, belebte Erdschicht (Unterboden, B-Horizont).

Die Entsorgung von unbelastetem, abgetragenen Boden ist nicht gesetzeskonform⁴. Geeigneter, unbelasteter Ober- und Unterboden soll in erster Linie für die gezielte Aufwertung von degradierten, landwirtschaftlich genutzten Flächen verwendet werden. Die Verwertung gilt nur für unbelasteten, abgetragenen Boden, dessen Schadstoffgehalte unterhalb der Richtwerte liegen² und keine biologische Belastung vorliegt (siehe auch [Info Flora](#)). Belasteter, abgetragener Boden ist nach der jeweiligen Belastungskategorie zu verwerten bzw. zu entsorgen^{3,4}.

Eine für Erdarbeiten genügende Bodenabtrocknung kann nur während der Vegetationsperiode erreicht werden. Sofern eine Winterbaustelle in Betracht gezogen wird, sollte darum ein Bodenabtrag möglichst rechtzeitig vor der Nässeperiode erfolgen. Ansonsten ist im Voraus zu bedenken, dass für Erdarbeiten lange Wartezeiten zwingend eingeplant werden müssen. Diese sind in der Zeitplanung einzuberechnen.

⁵ Liste und Informationen zu bodenkundlichen Fachpersonen und Bodenkundlichen Baubegleitungen (BBB) finden sich auf der Internetseite der Bodenkundlichen Gesellschaft Schweiz (www.soil.ch) unter BBB.



Hydrologie / Hydraulik

IST-Zustand (vgl. Schwachstellenkarte in Anhang 2.1)

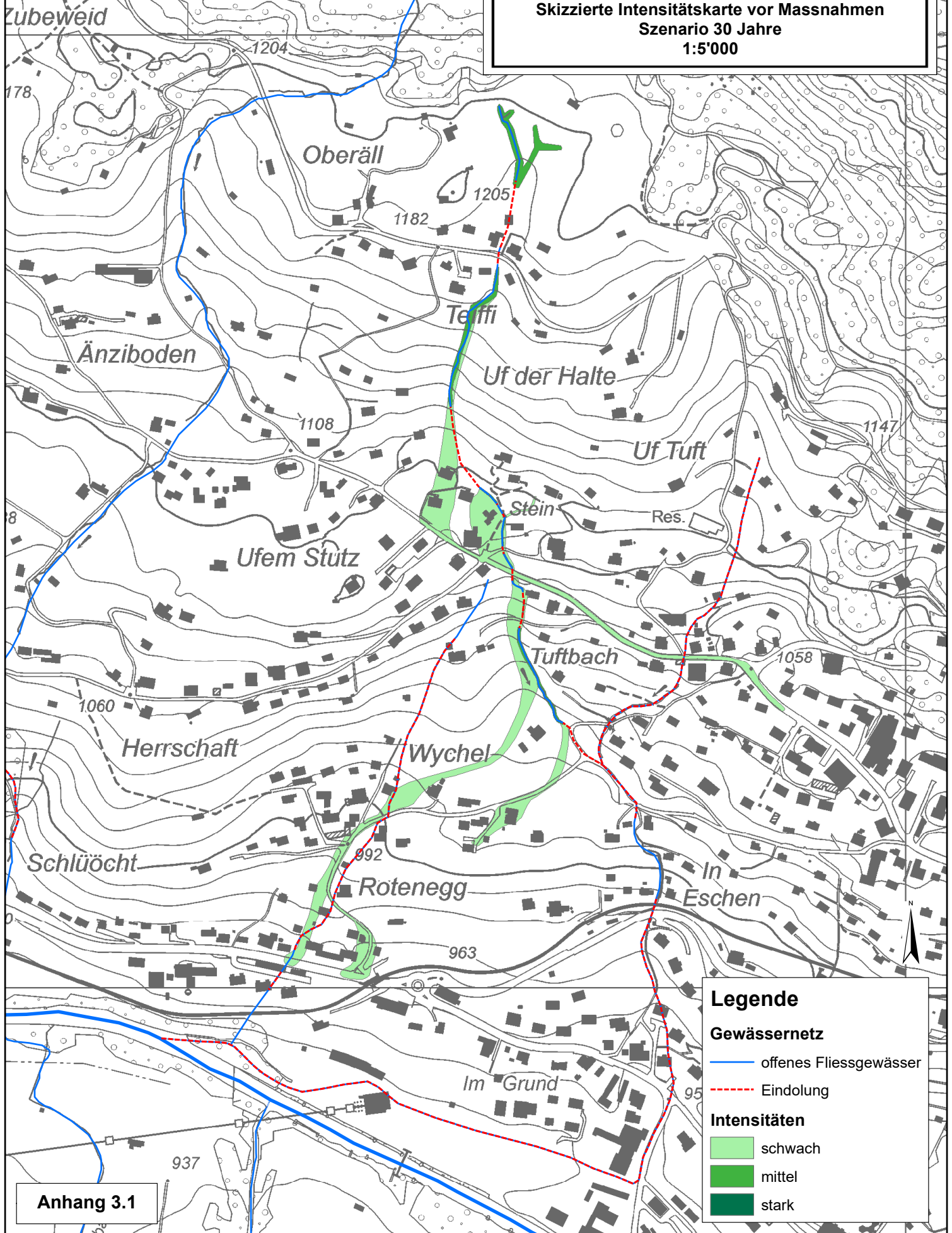
			GEOMETRIE									HYDRAULISCHE VERLUSTE BEI DURCHLÄSSEN / GERINNEN					HYDROLOGIE / SPITZENABFLÜSSE			Fließgeschwindigkeit	Abflusskapazität	Differenz Abflusskapazität minus Spitzenabfluss			Verklausung		
Schwachstellen	Kote	Typ	Sohlengefälle	Sohlenbreite	maximale Länge massgeb. Böschung	Winkel massgeb. Böschung	Winkel andere Böschung	Rohr-Durchmesser	Höhe DLE	Breite DLE	Stauhöhe Einlauf ab OK Rohr	d90 [m] k-Sandraugigkeit [mm]	Lamda Sandraugigkeit	k Strickler	Lambda aus k Strickler	Xi Einlauf (Durchlässe)	HQ 30	HQ 100	HQ300			HQ30	HQ100	HQ300	HQ30	HQ100	HQ300
[-]	[m ü. M.]	[-]	[-]	[m]	[m]	Grad	Grad	[m]	[m]	[m]	[m]	[m] / [mm]	[-]	[m ^{1/3} /s]	[-]	[-]	m³/s	m³/s	m³/s			[m/s]	m³/s	m³/s	m³/s	[-]	[-]
DL4	1120	DLR	0.34	--	--	--	--	0.25	--	--	0.4	1.31	0.0308	80	0.0309	0.5	0.75	1.10	1.35	2.6	0.13	-0.62	-0.97	-1.22	V	V	V
DL5	1096	DLR	0.09	--	--	--	--	0.2	--	--	0.2	14.16	0.0846	50	0.0852	0.5	0.80	1.20	1.50	2.0	0.06	-0.74	-1.14	-1.44	--	V	V
DL6	1094	DLR	0.20	--	--	--	--	0.3	--	--	0.05	1.26	0.0288	80	0.0291	0.5	0.80	1.20	1.50	1.6	0.11	-0.69	-1.09	-1.39	--	V	V
DL7	1087	DLR	0.07	--	--	--	--	0.4	--	--	0.1	3.06	0.0347	70	0.0345	0.5	0.80	1.20	1.50	2.0	0.25	-0.55	-0.95	-1.25	--	V	V
DL8	1082	DLR	0.15	--	--	--	--	0.6	--	--	0.2	2.76	0.0296	70	0.0301	0.5	0.80	1.20	1.50	2.6	0.72	-0.08	-0.48	-0.78	--	V	V
DL9	1074	DLR	0.15	--	--	--	--	0.2	--	--	0.1	2.81	0.0426	70	0.0435	0.5	0.90	1.30	1.60	1.6	0.05	-0.85	-1.25	-1.55	V	V	V
DL10	1060	DLR	0.40	--	--	--	--	0.5	--	--	0.1	18.56	0.0625	50	0.0628	0.5	0.90	1.30	1.60	2.1	0.42	-0.48	-0.88	-1.18	--	V	V
DL11	1025	DLR	0.06	--	--	--	--	0.23	--	--	0.05	1.3	0.0315	80	0.0318	0.5	0.90	1.30	1.60	1.5	0.06	-0.84	-1.24	-1.54	--	V	V
QP1	1034	GEN	0.35	0.3	0.3	90	90	--	--	--	--	0.035	--	25	--	--	0.90	1.30	1.60	1.7	0.13	-0.77	-1.17	-1.47	--	V	V

SOLL-Zustand

			GEOMETRIE										HYDRAULISCHE VERLUSTE BEI DURCHLÄSSEN / GERINNEN					HYDROLOGIE / SPITZENABFLÜSSE			Fließgeschwindigkeit	Abflusskapazität	Differenz Abflusskapazität minus Spitzenabfluss			Verklausung		
Schwachstellen	Kote	Typ	Sohlengefälle	Sohlenbreite	maximale Länge massgeb. Böschung	Winkel massgeb. Böschung	Winkel andere Böschung	Rohr-Durchmesser	Höhe DLE	Breite DLE	Stauhöhe Einlauf ab OK Rohr	d90 [m] k-Sandraugigkeit [mm]	Lamda Sandraugigkeit	k Strickler	Lambda aus k Strickler	Xi Einlauf (Durchlässe)	HQ 30	HQ 100	HQ300	HQ30			HQ100	HQ300	HQ30	HQ100	HQ300	
[-]	[m ü. M.]	[-]	[-]	[m]	[m]	Grad	Grad	[m]	[m]	[m]	[m]	[m] / [mm]	[-]	[m ^{1/3} /s]	[-]	[-]	m³/s	m³/s	m³/s	[m/s]			m³/s	m³/s	m³/s	[-]	[-]	[-]
DL6	1094	DLE	0.20	--	--	--	--	--	0.5	1.0	0.3	1.01	0.0218	80	0.0223	0.5	0.80	1.20	1.50	2.7	1.34	0.54	0.14	-0.16	--	--	V	
DL7	1087	DLE	0.07	--	--	--	--	--	0.5	1.0	0.3	1.00	0.0217	80	0.0223	0.5	0.80	1.20	1.50	2.7	1.34	0.54	0.14	-0.16	--	--	V	
DL8	1082	DLR	0.15	--	--	--	--	0.6	--	--	1.5	2.76	0.0296	70	0.0301	0.5	0.80	1.20	1.50	4.9	1.37	0.57	0.17	-0.13	--	--	V	
DL10	1060	DLR	0.15	--	--	--	--	0.8	--	--	0.5	1.05	0.0210	80	0.0210	0.5	0.90	1.30	1.60	3.4	1.72	0.82	0.42	0.12	--	--	V	
QP1	1100	GEN	0.15	1.0	0.70	35	25	--	--	--	--	0.09	--	--	--	--	0.90	1.20	1.50	2.6	1.65	0.74	0.44	0.14	--	--	--	
QP2	1095	GEN	0.08	1.0	0.75	35	25	--	--	--	--	0.09	--	--	--	--	0.90	1.20	1.50	2.1	1.60	0.70	0.40	0.10	--	--	--	
QP3	1086	GEN	0.06	0.4	1.20	35	30	--	--	--	--	0.09	--	--	--	--	0.90	1.20	1.50	1.8	1.30	0.38	0.00	-0.32	--	--	--	
QP4	1083	GEN	0.07	0.5	1.20	35	35	--	--	--	--	0.09	--	--	--	--	0.90	1.20	1.50	2.0	1.30	0.45	0.05	-0.25	--	--	--	
QP5	1070	GEN	0.50	1.0	0.65	35	35	--	--	--	--	0.10	--	--	--	--	0.90	1.30	1.60	2.9	1.65	0.75	0.35	0.05	--	--	--	

Typ
DLR Durchlass rund
DLR Durchlass eckig
GEN offenes Gerinne
DL Durchlass
V Verklausung

**Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen
Szenario 30 Jahre
1:5'000**



Legende

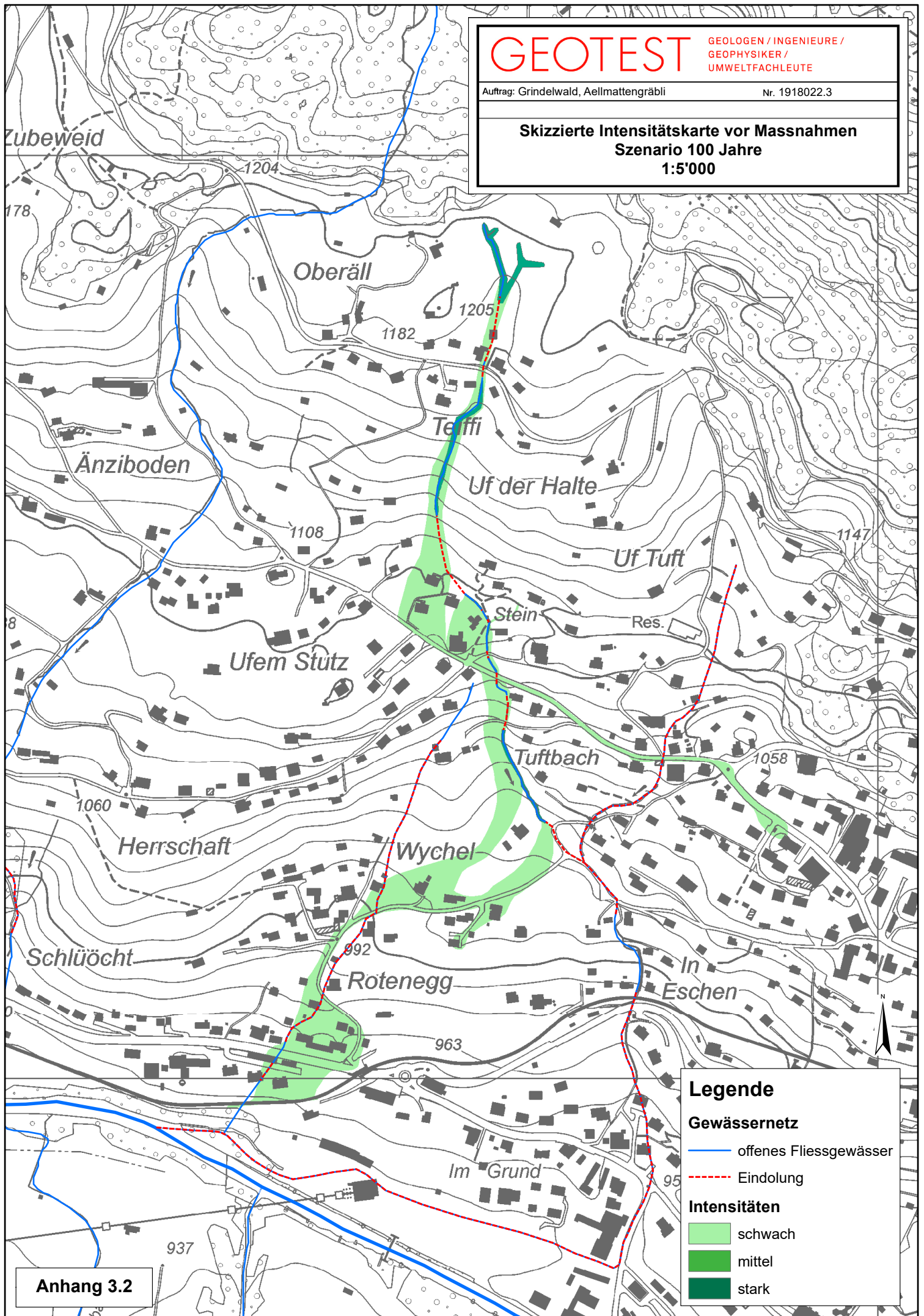
Gewässernetz

- offenes Fließgewässer
- - - Eindolung

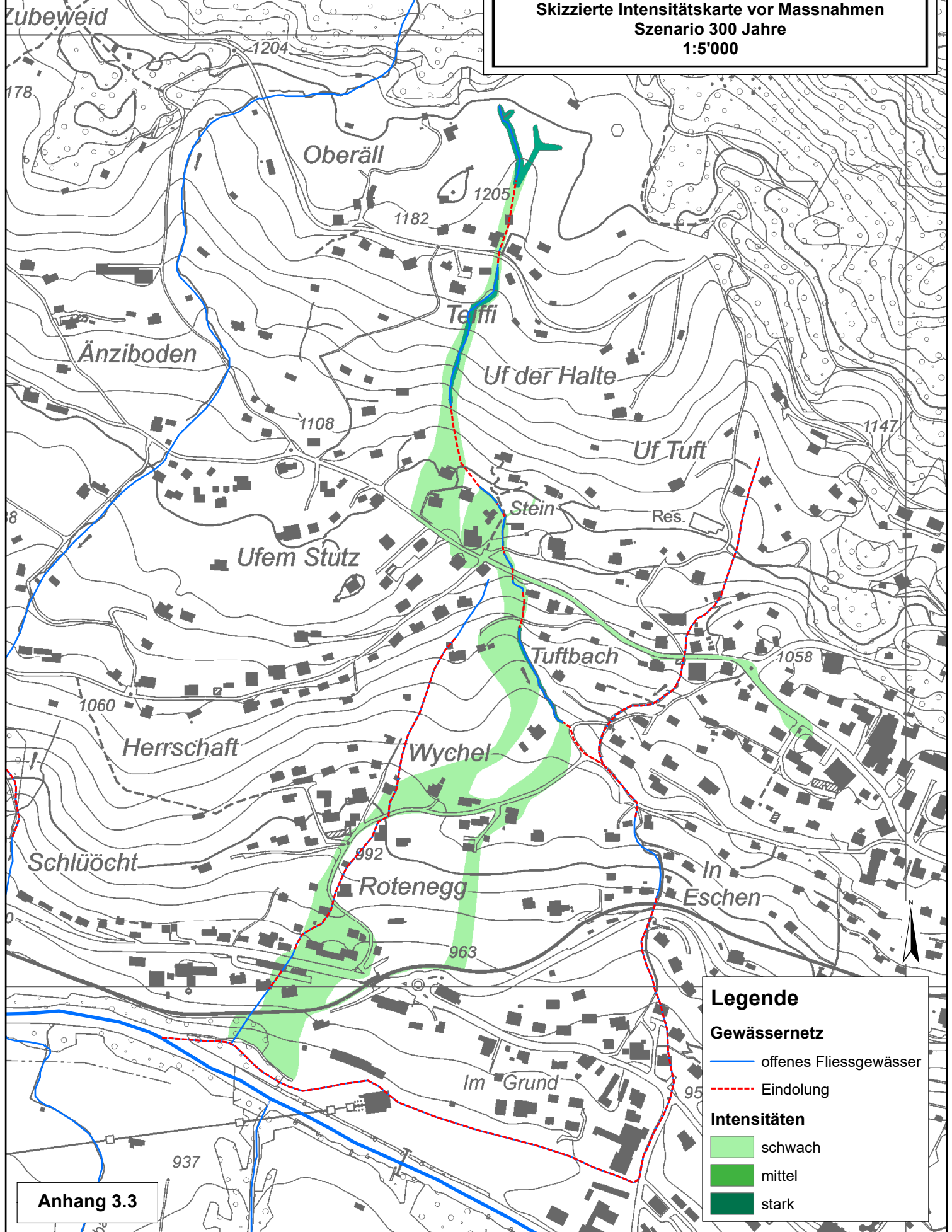
Intensitäten

- schwach
- mittel
- stark

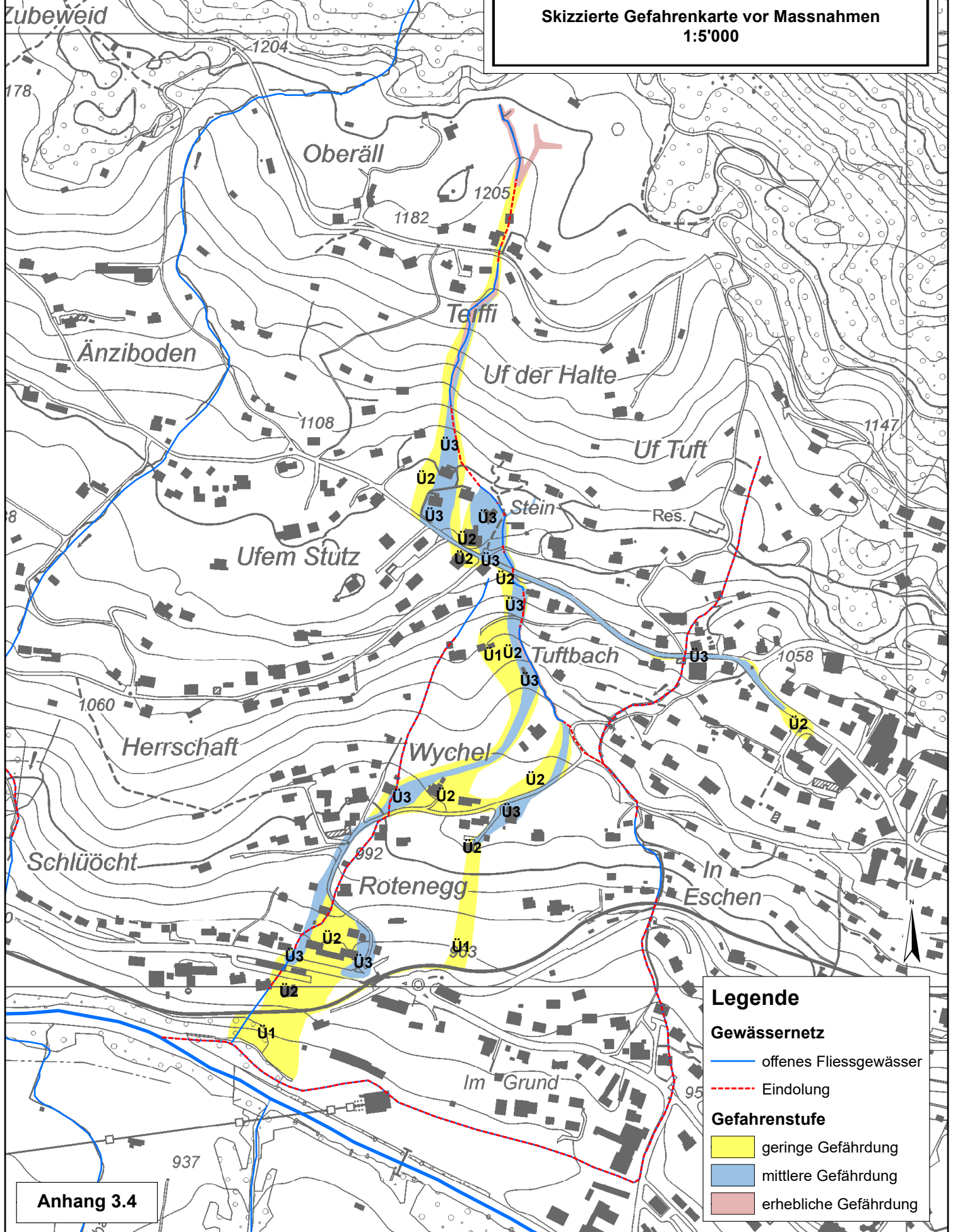
**Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen
Szenario 100 Jahre
1:5'000**



**Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen
Szenario 300 Jahre
1:5'000**



Skizzierte Gefahrenkarte vor Massnahmen 1:5'000



Legende

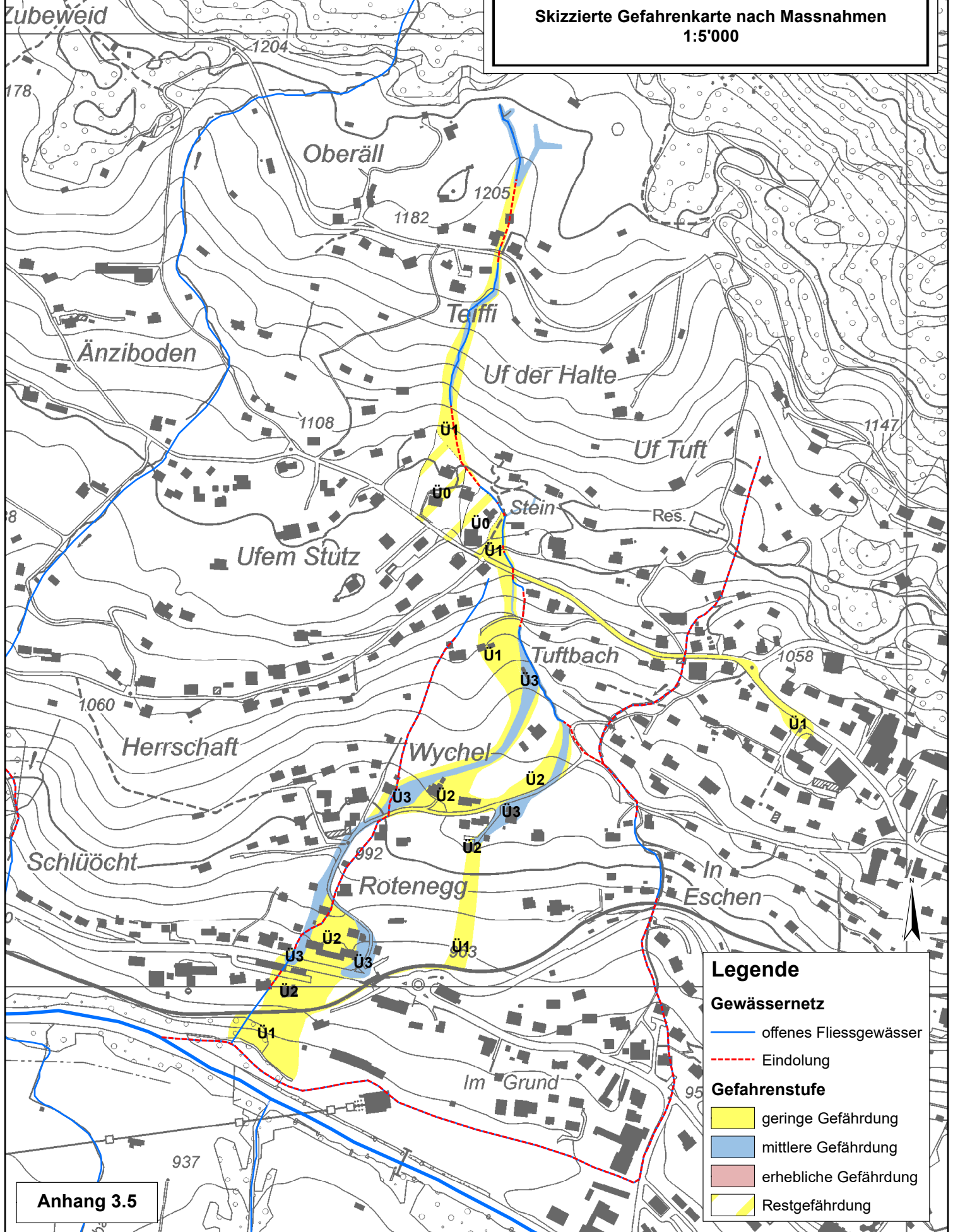
Gewässernetz

- offenes Fließgewässer
- - - Eindolung

Gefahrenstufe

- geringe Gefährdung
- mittlere Gefährdung
- erhebliche Gefährdung

Skizzierte Gefahrenkarte nach Massnahmen 1:5'000





[Import] - 1918022_Grindelwald_Aelmattengraebli

Laufzeit	26.04.2019 -
Organisation	
Gemeinde:	Grindelwald
Gebiet:	BE

Beteiligte Personen

Scheuner, Thomas - Projektleiter

Anprechpartner Kanton Schweiz

O. Hitz, TBA OIK I, Thun

Anprechpartner Gemeinde

Ch. Nebiker, Präsident SK Grindelwald

Projektfortschritt

26.04.19, 08:30	Systemdefinition	Thomas Scheuner
26.04.19, 08:30	Systembeschreibung	Thomas Scheuner
26.04.19, 08:30	Massnahme definieren	Thomas Scheuner
26.04.19, 08:30	Gefahrenanalyse	Thomas Scheuner
29.04.19, 11:15	Konsequenzenanalyse	Thomas Scheuner

Gefahrenprozesse

Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli

Szenario 30, 30 Jahre

Datei <http://127.0.0.1:9000/doc/CH/27-3-12/maps/Testbild.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.9

Szenario 100, 100 Jahre

Datei <http://127.0.0.1:9000/doc/CH/27-3-12/maps/Testbild.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.7

Szenario 300, 300 Jahre

Datei <http://127.0.0.1:9000/doc/CH/27-3-12/maps/Testbild.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.9

Massnahmendefinition

Massnahme: Schutzkonzept Aelmattengraebli

Investitionskosten	250 000 CHF
Jährliche Unterhaltskosten	2 500 CHF/a
Jährliche Betriebskosten	0 CHF/a
Lebensdauer Massnahme	80 Jahre
Jährliche Kosten	8 125 CHF/a

Ergebnisübersicht**Übersicht Schadenpotenzial**

Schadenpotenzial Anzahl Personen	55.27
Schadenpotenzial Personen (monetarisiert)	276 327 778
Schadenpotenzial Sachwerte	8 216 800
Schadenpotenzial Gesamt	284 544 578

Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli

Risiko vor Massnahmen	27 076 CHF/a
Risiko vor Massnahmen (Berechnung mit Basiswerten)	27 333 CHF/a
Nach Massnahme Schutzkonzept Aelmattengraebli	449 CHF/a
Nach Massnahme Schutzkonzept Aelmattengraebli (Berechnung mit Basiswerten)	450 CHF/a

Risikoreduktion (Nutzen) CHF/a

Schutzkonzept Aelmattengraebli	26 627 CHF/a
Schutzkonzept Aelmattengraebli (Berechnung mit Basiswerten)	26 883 CHF/a

Massnahmekosten CHF/a

Schutzkonzept Aelmattengraebli	8 125 CHF/a
--------------------------------	-------------

Verteilung nach Nutznießern**Ohne Nutznießer - Zuweisung**

Schutzkonzept Aelmattengraebli	8 125 CHF/a (100%)
--------------------------------	--------------------

Nutzen/Kosten - Verhältnis

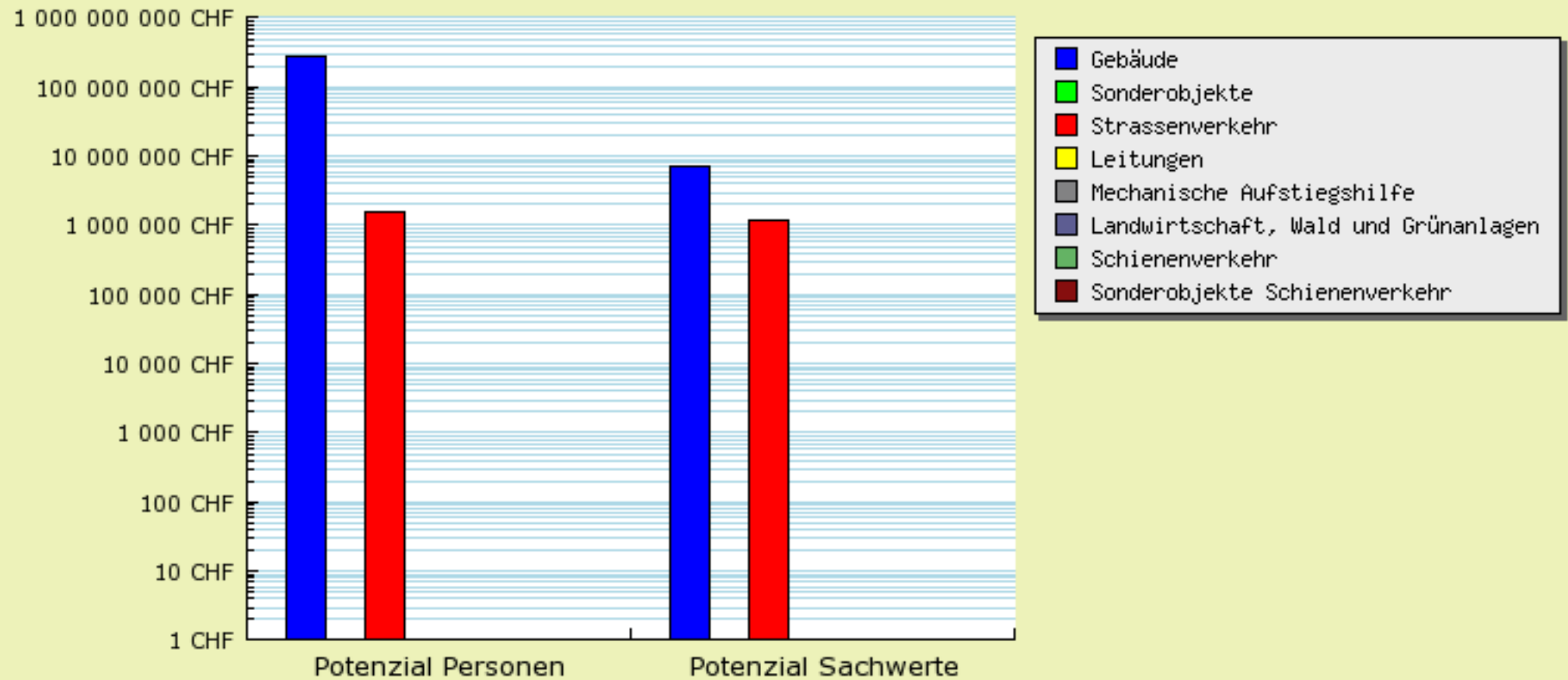
Schutzkonzept Aelmattengraebli	3.3
Schutzkonzept Aelmattengraebli (Berechnung mit Basiswerten)	3.3

Individuelles Risiko (Anzahl betroffener Objekte)

Vor Massnahme	0	0	10
Nach Massnahme Schutzkonzept Aelmattengraebli	0	0	2

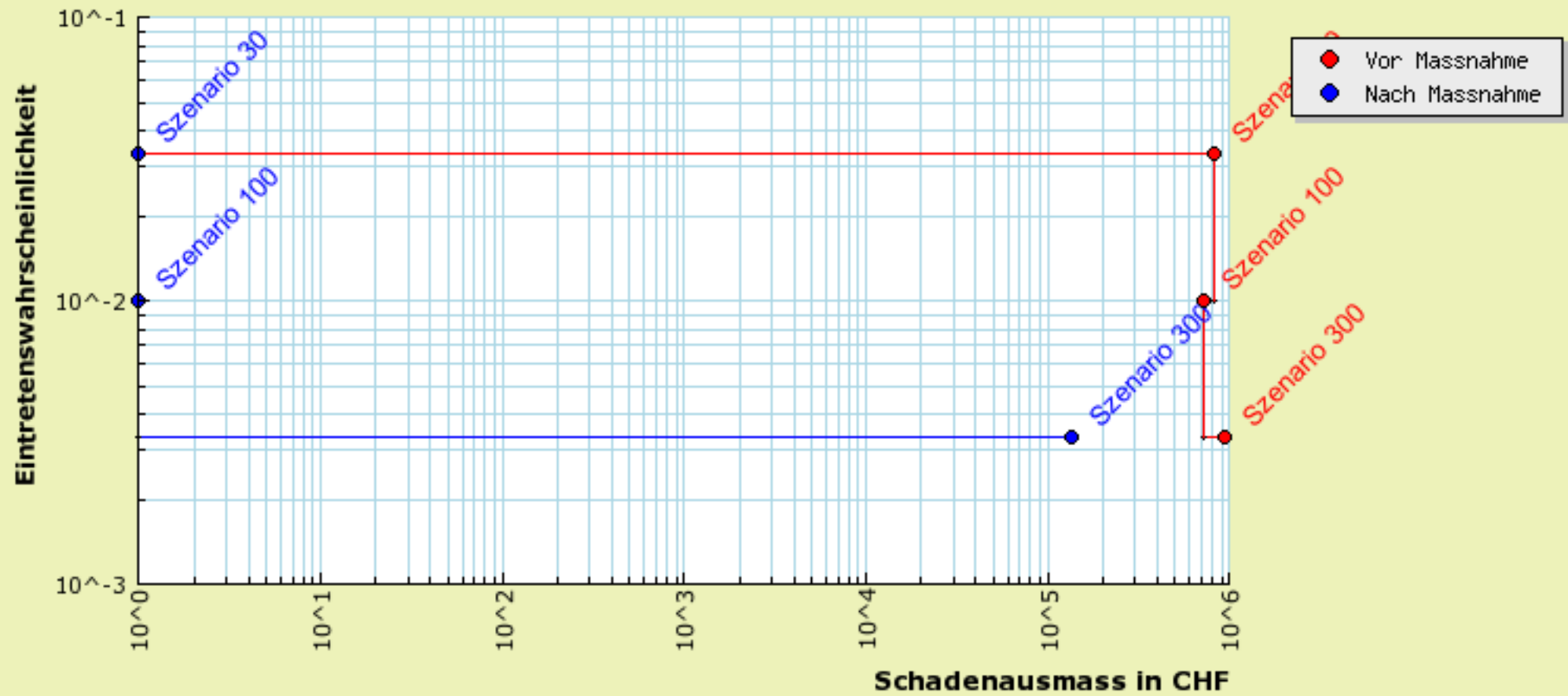
Schadenpotenzial nach Objektkategorien

Schadenpotenzial nach Objektkategorien

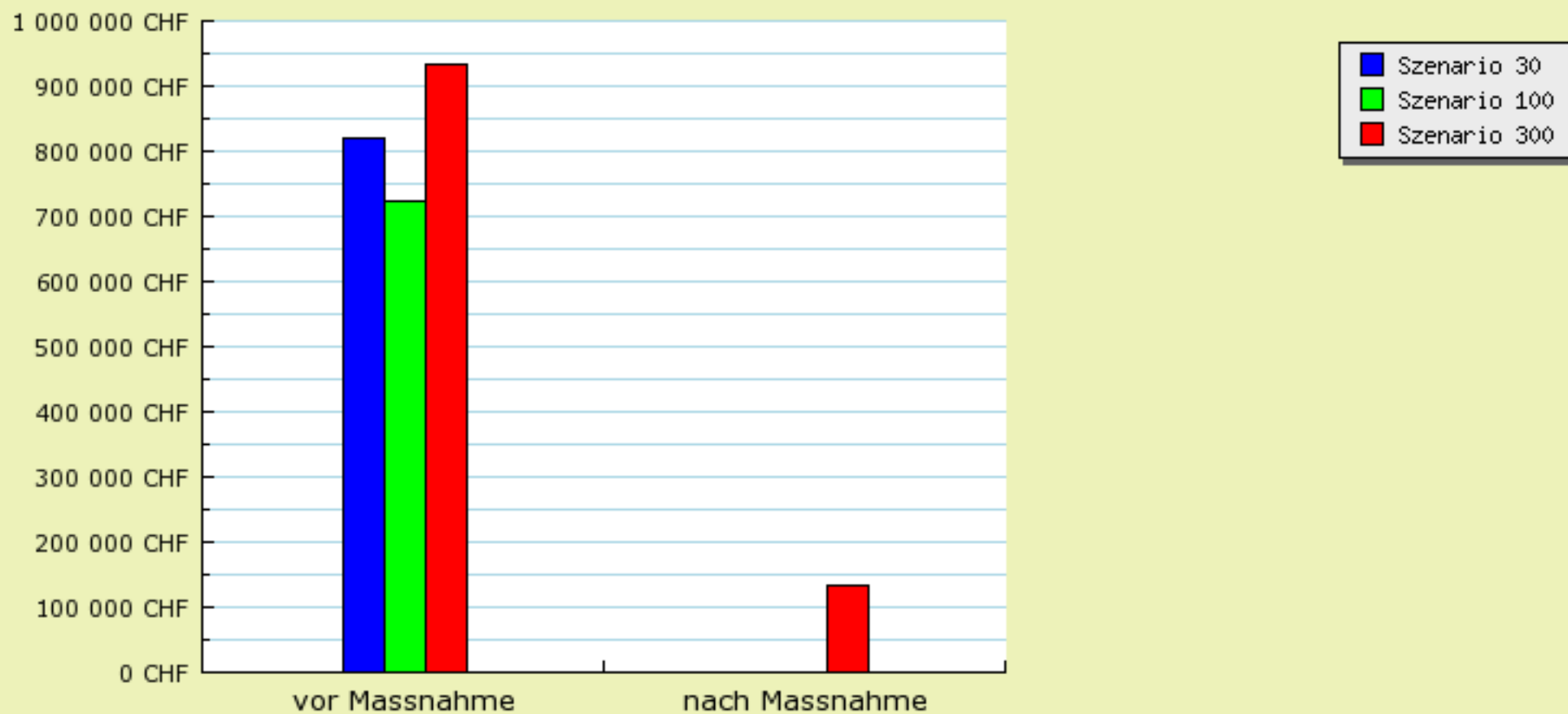


Überschwemmung dynamisch , Aelmattengraebli, Schutzkonzept Aelmattengraebli - Eintretenswahrscheinlichkeit / Schadenausmass

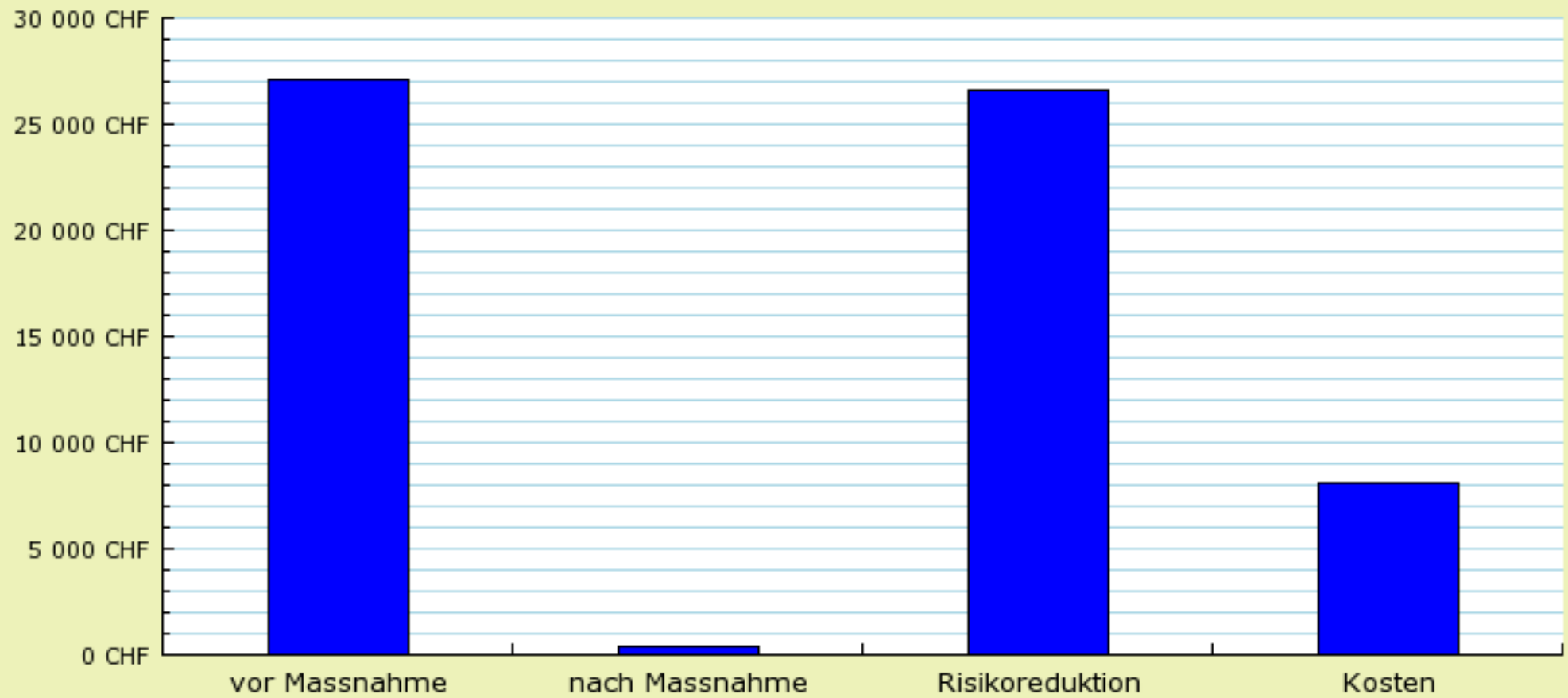
Eintretenswahrscheinlichkeit / Schadenausmass



Überschwemmung dynamisch , Aelmattengraebli, Schutzkonzept Aelmattengraebli - Schadenausmass nach Szenarien

Schadenausmass nach Szenarien (vor und nach Massnahme)

Überschwemmung dynamisch , Aelmattengraebli, Schutzkonzept Aelmattengraebli - Risiken, Risikoreduktion und Kosten in CHF/Jahr

Risiken, Risikoreduktion und Kosten in CHF/Jahr



[Import] - 1918022_Grindelwald_Aelmattengraebli - Schadenpotenzial im Perimeter

<http://127.0.0.1:9000/doc/CH/27-3-12/polygon/Testbild.png>

Anzahl Objekte insgesamt	11
Anzahl Objekte mit verändertem Wert	0
Anzahl Objekte mit veränderter Belegung	7
Anzahl Objekte mit Objektschutz	0
Schadenpotenzial Anzahl Personen	55.27
Schadenpotenzial Anzahl Personen (Berechnung mit Basiswerten)	24.95
Schadenpotenzial Personen (monetarisiert)	276 327 778
Schadenpotenzial Personen (monetarisiert) (Berechnung mit Basiswerten)	124 727 778
Schadenpotenzial Sachwerte	8 216 800
Schadenpotenzial Sachwerte (Berechnung mit Basiswerten)	8 216 800
Schadenpotenzial Gesamt	284 544 578
Schadenpotenzial Gesamt (Berechnung mit Basiswerten)	132 944 578

Verteilung nach Nutznießern

Ohne Nutznießer - Zuweisung

Schadenpotenzial Anzahl Personen	55.27
Schadenpotenzial Anzahl Personen (Berechnung mit Basiswerten)	24.95
Schadenpotenzial Personen (monetarisiert)	276 327 778
Schadenpotenzial Personen (monetarisiert) (Berechnung mit Basiswerten)	124 727 778
Schadenpotenzial Sachwerte	8 216 800
Schadenpotenzial Sachwerte (Berechnung mit Basiswerten)	8 216 800
Schadenpotenzial Gesamt	284 544 578
Schadenpotenzial Gesamt (Berechnung mit Basiswerten)	132 944 578

Gebäude

Veränderte Objekte

01, MFH_Ferienchalet

Anzahl:	2 Wohneinheit
Wert	550 000
Ø Personenbelegung:	3

Ferienwohnungen

02, MFH_Ferienchalet

Anzahl:	2 Wohneinheit
Wert	550 000
Ø Personenbelegung:	3

Ferienwohnungen

03, MFH_Ferienchalet

Anzahl:	2 Wohneinheit
Wert	550 000

Ø Personenbelegung:	3
Ferienwohnungen	

04, MFH_Einstellhalle	
Anzahl:	10 Stück
Wert	60 000
Ø Personenbelegung:	1
Autoholen	

05, Garagen (5x)	
Anzahl:	5 Stück
Wert	60 000
Ø Personenbelegung:	1
autoholen	

08, EFH_Ferienchalet	
Anzahl:	1 Wohneinheit
Wert	650 000
Ø Personenbelegung:	3
Ferienwohnungen	

11, Kongresszentrum	
Anzahl:	60 m ³
Wert	280
Ø Personenbelegung:	10
Kongresszentrum	

Unveränderte Objekte

06, MFH	
Anzahl:	2 Wohneinheit
Wert	550 000
Ø Personenbelegung:	2.24

07, MFH	
Anzahl:	1 Wohneinheit
Wert	550 000
Ø Personenbelegung:	2.24

10, MFH	
Anzahl:	1 Wohneinheit
Wert	550 000
Ø Personenbelegung:	2.24

Strassenverkehr

Unveränderte Objekte

09, Gemeindestrasse	
Anzahl:	500 m

Wert	2 300
Ø Personenbelegung:	1.76
Ø Geschwindigkeit in km/h:	30
Ø Fahrzeuge/Tag:	250

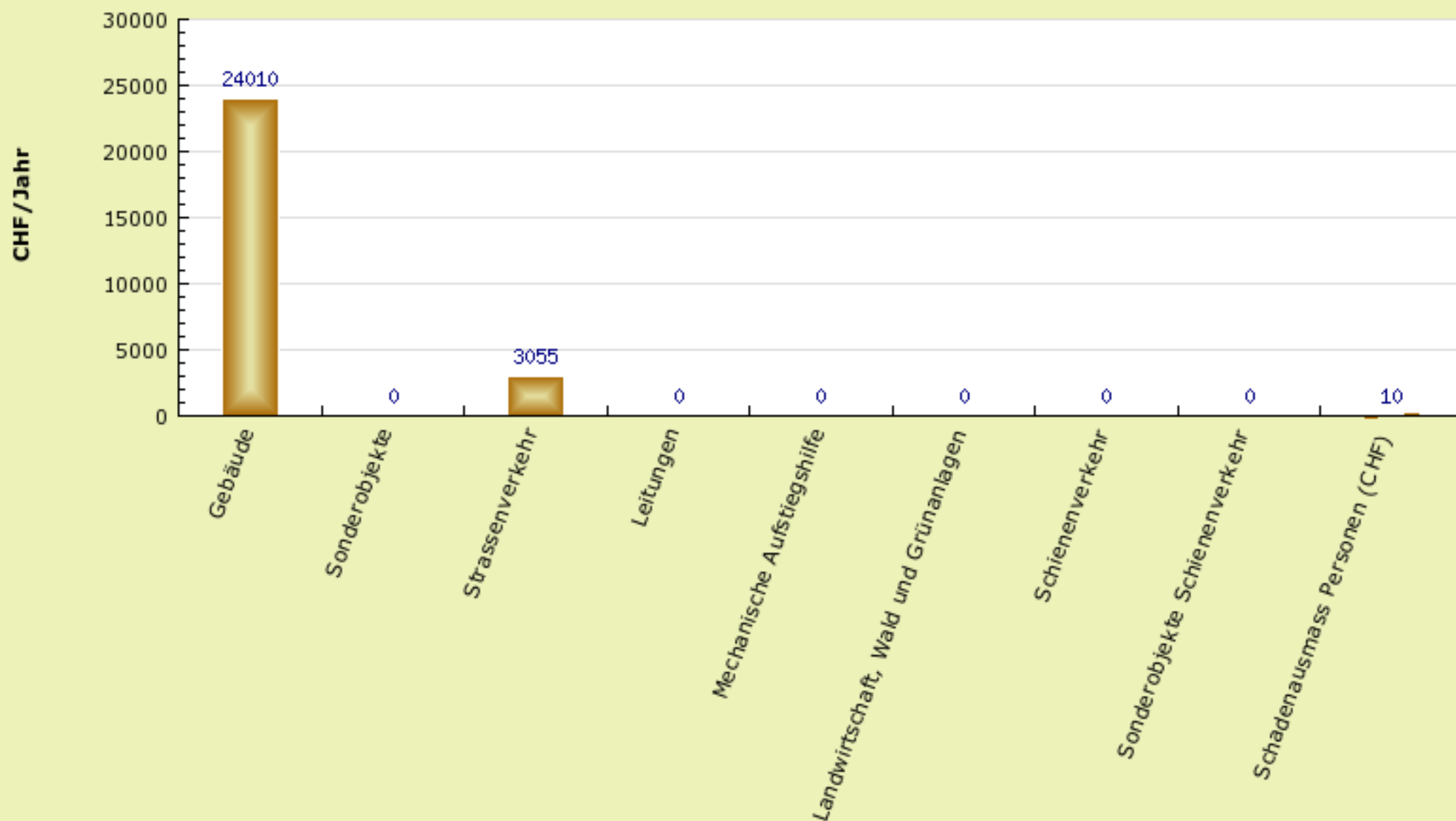


[Import] - 1918022_Grindelwald_Aelmattengraebli - Konsequenzenanalyse

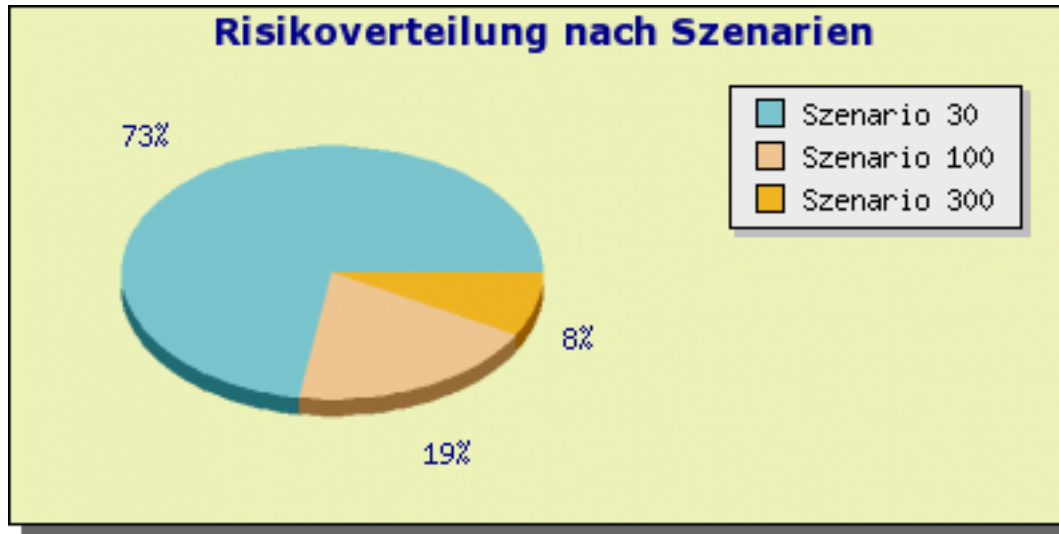
Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli

Zusammenstellung Schadenausmass ohne Aversion				
	Schadenausmass nach Szenarien			Komplementär-kumulatives Risiko/Jahr
Kategorie	Szenario 30 Personen / Sachwerte Gesamtschaden	Szenario 100 Personen / Sachwerte Gesamtschaden	Szenario 300 Personen / Sachwerte Gesamtschaden	Risiko in CHF/a Personen / Sachwerte Gesamtschaden
Gebäude	264 CHF / 726 750 CHF 727 014 CHF	381 CHF / 644 014 CHF 644 395 CHF	490 CHF / 828 018 CHF 828 508 CHF	10 CHF / 24 011 CHF 24 021 CHF
Sonderobjekte	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Strassenverkehr	0 CHF / 93 150 CHF 93 150 CHF	0 CHF / 80 500 CHF 80 500 CHF	0 CHF / 103 500 CHF 103 500 CHF	0 CHF / 3 055 CHF 3 055 CHF
Leitungen	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Mechanische Aufstiegshilfe	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Landwirtschaft, Wald und Grünanlagen	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Schienenverkehr	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Sonderobjekte Schienenverkehr	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Personen	5.0E-5 Tf	8.0E-5 Tf	0.0001 Tf	0 Tf
Personen (monetarisiert)	264 CHF	381 CHF	490 CHF	10 CHF
Sachwerte	819 900 CHF	724 514 CHF	931 518 CHF	27 066 CHF
Summe	820 164 CHF	724 895 CHF	932 008 CHF	27 076 CHF

Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli - Risikoverteilung nach Objektkategorien - Alle Szenarien

Aelmattengraebli - Risikoverteilung nach Objektkategorien/Jahr - Alle Szenarien

Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli - Risikoverteilung nach Szenarien



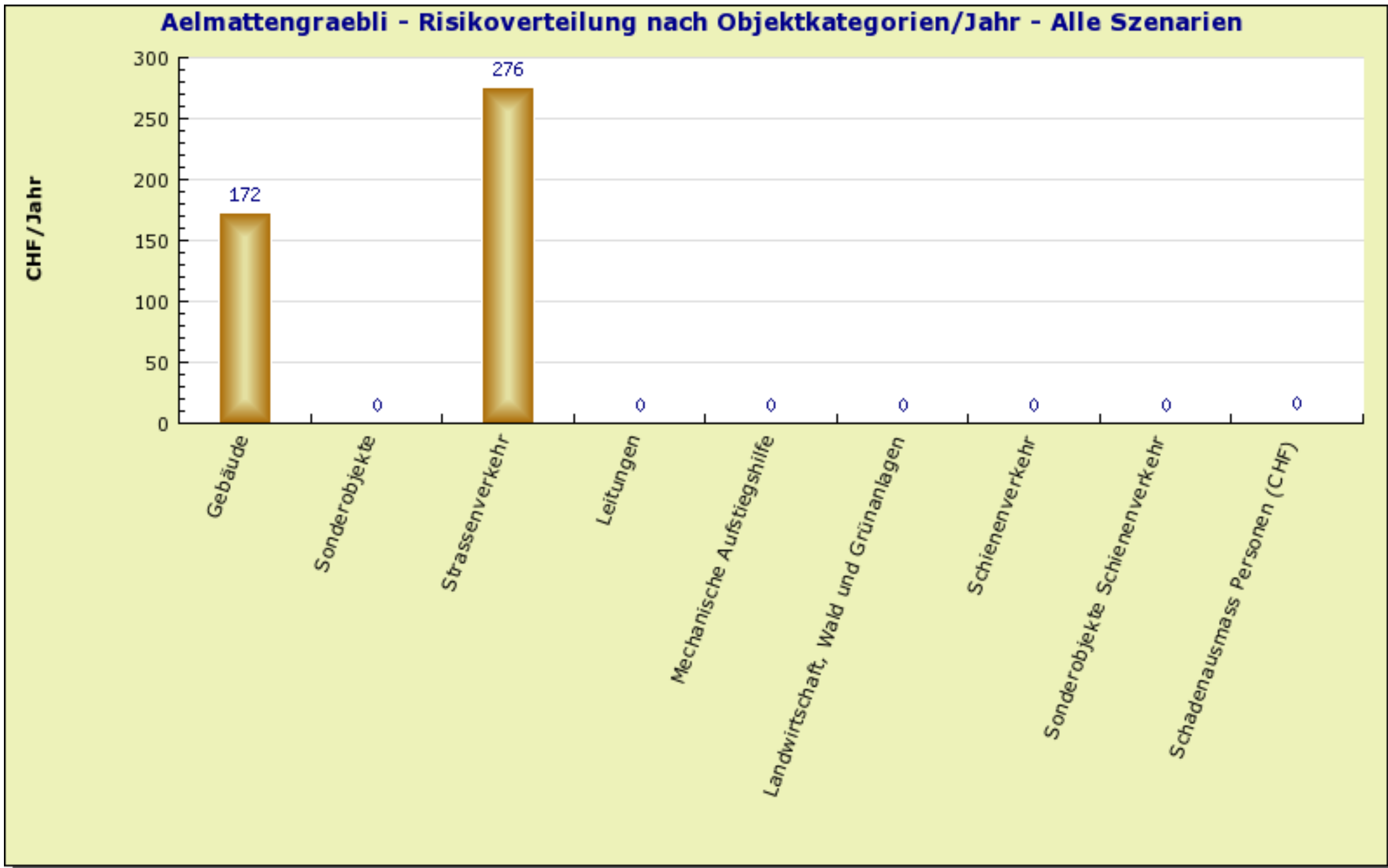


[Import] - 1918022_Grindelwald_Aelmattengraebli - Konsequenzenanalyse nach Massnahme Schutzkonzept Aelmattengraebli

Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli

Zusammenstellung Schadenausmass ohne Aversion				
	Schadenausmass nach Szenarien			Komplementär-kumulatives Risiko/Jahr
Kategorie	Szenario 30 Personen / Sachwerte Gesamtschaden	Szenario 100 Personen / Sachwerte Gesamtschaden	Szenario 300 Personen / Sachwerte Gesamtschaden	Risiko in CHF/a Personen / Sachwerte Gesamtschaden
Gebäude	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	215 CHF / 51 768 CHF 51 983 CHF	1 CHF / 173 CHF 173 CHF
Sonderobjekte	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Strassenverkehr	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 82 800 CHF 82 800 CHF	0 CHF / 276 CHF 276 CHF
Leitungen	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Mechanische Aufstiegshilfe	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Landwirtschaft, Wald und Grünanlagen	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Schiennenverkehr	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Sonderobjekte Schienenverkehr	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Personen	0 T1	0 T1	4.0E-5 T1	0 T1
Personen (monetarisiert)	0 CHF	0 CHF	215 CHF	1 CHF
Sachwerte	0 CHF	0 CHF	134 568 CHF	449 CHF
Summe	0 CHF	0 CHF	134 783 CHF	449 CHF

Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli - Risikoverteilung nach Objektkategorien - Alle Szenarien



Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli - Risikoverteilung nach Szenarien





[Import] - 1918022_Grindelwald_Aelmattengraebli - Individuelles Todesfallrisiko

Überschwemmung dynamisch Aelmattengraebli

Individuelles Risiko (Anzahl betroffener Objekte)

Vor Massnahme	0	0	10
Nach Massnahme Schutzkonzept Aelmattengraebli	0	0	2

Vor Massnahme

05	Garage (Parkeinheit inkl. Fahrhabe)	8.6e-008
04	Garage (Parkeinheit inkl. Fahrhabe)	8.6e-008
11	Industrie-/Gewerbegebäude	3.45e-008
06	Wohneinheit Mehrfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	3.44e-008
08	Wohneinheit Einfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	3.01e-008
10	Wohneinheit Mehrfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	9.2e-009
07	Wohneinheit Mehrfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	9.2e-009
03	Wohneinheit Mehrfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	8.02667e-009
02	Wohneinheit Mehrfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	8.02667e-009
01	Wohneinheit Mehrfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	8.02667e-009

Nach Massnahme Schutzkonzept Aelmattengraebli

11	Industrie-/Gewerbegebäude	1.35e-008
10	Wohneinheit Mehrfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	3.6e-009