



Oberingenieurkreis I

Tiefbauamt

des Kantons Bern

## Wasserbaubewilligung (WBB)

### Beilage 2.2

Gemeinde	<b>Lauterbrunnen</b>	Datum Dossier	<b>10.06.2020</b>
Erfüllungspflichtig-	<b>Schwellenkorporation Lauterbrunnen</b>	Revidiert	
Gewässer Nummer	<b>26068, 26084, 1835</b>	Projekt-Nr.	<b>111 - 37</b>
Gewässer	<b>Bodenbächli, Brandmaadgraben, Bielbach</b>	Plandatum	<b>10.06.20</b>
Plan-Nr.	-	Format	<b>A4</b>

Unterlage

## Technischer Bericht

### Projektverfasser:

Ingenieurbüro Sterchi GmbH Geotest AG  
Bohnerenstrasse 14      Bernstrasse 165  
3800 Unterseen      3052 Zollikofen

Genehmigungsvermerke:

Berichtsmutation:		
Datum:	Änderung:	Bearbeitung:
27.07.20	Vernehmlassungsdossier zu Handen OIK 1 / SK Lauterbrunnen	

Vernehmlassung

## Inhaltsverzeichnis:

1	Anlass und Auftrag.....	7
1.1	Ausgangslage .....	7
1.2	Projektziele .....	7
1.3	Projektperimeter.....	8
1.4	Projektorganisation Hochwasserschutzprojekt Innerwengen .....	9
2	Projektierungsgrundlagen .....	10
2.1	Gesetzliche Grundlagen des Bundes .....	10
2.2	Gesetzliche Grundlagen auf kantonaler Ebene .....	10
2.3	Berichte und Karten .....	10
2.4	Internet.....	10
2.5	Richtlinien und Arbeitshilfen .....	10
3	Ausgangssituation.....	11
3.1	Geländebefunde Brandmaadgraben .....	11
3.2	Geländebefunde Bielbach .....	11
3.3	Geländebefunde Bodenbächli .....	11
3.4	Dokumentierte Ereignisse im Projektperimeter .....	11
3.5	Schwemmholzaufkommen.....	11
3.6	Spitzenabflüsse.....	12
3.7	Geschiebe ohne Schwemmholzanteil .....	12
3.8	Bestehende Schutzbauten Brandmaadgraben.....	12
3.9	Wirkung der bestehenden Schutzbauten .....	12
3.10	Schwachstellen im Brandmaadgraben (HQ100) .....	13
3.11	Schwachstellen im Bielbach (HQ100) .....	13
3.12	Schwachstellen im Bodenbächli (HQ100) .....	13
3.13	Übersicht GK / Schwachstellen .....	14
4	Gefahrensituation Ist-Zustand.....	16
4.1	Szenarien und Gefahrenkarte (Ist-Zustand) .....	16
5	Risiken Ist-Zustand .....	17
5.1	Methodik .....	17
5.2	Schadenpotential .....	17

5.3	Individuelle Todesfallrisiken.....	17
5.4	Sach- und Personenrisiken.....	18
5.5	Fazit zu den Risiken .....	18
6	Variantenstudium .....	19
6.1	Variante 1 Teilsanierung.....	19
6.2	Variante 2 Instandstellung ohne Ausbau .....	19
6.3	Variante 3 Ausbau im Brandmaadgraben .....	19
6.4	Variante 4 Durchleiten .....	20
6.5	Variante 5 Murgangnetzsperrn .....	20
6.6	Variante 6 Instandstellung mit Ausbau .....	21
6.7	Variantenentscheid .....	21
6.7.1	Instandstellung der bestehenden Wasserbauwerke .....	21
6.7.2	Ausbau.....	21
7	Projektbeschrieb .....	22
7.1	Geplante Massnahmen.....	22
7.1.1	Stahlbetonsperren Brandmaadgraben .....	22
7.1.2	Holzkonstruktionen / Sohlenerosion Brandmaadgraben und Bielbach .....	22
7.1.3	Holzkonstruktionen / Ufererosion Brandmaadgraben und Bielbach .....	23
7.1.4	Geschieberückhalt Brandmaadgraben / Bielbach .....	24
7.1.5	Geschieberückhalt Bodenbächli .....	24
7.1.6	Dambbauten Bielbach .....	24
7.1.7	Materialbilanz.....	25
8	Geschiebebewirtschaftung.....	26
8.1	Ausgangslage .....	26
8.2	Zugang zum Geschiebesammler.....	26
8.3	Geschiebe wieder in Bach zuführen .....	26
8.4	Geschiebeverwertung.....	26
8.5	Fazit Geschiebebewirtschaftung.....	26
9	Partizipation .....	28
9.1	Direktbetroffene .....	28
10	Kosten.....	29
10.1.1	Kostenträger .....	29

10.2	Arbeiten Dritter.....	29
10.2.1	Kostenvoranschlag .....	29
11	Auswirkungen des Projekts.....	30
11.1	Verbleibende Gefahren und Risiken.....	30
11.2	Nachweis der Kostenwirksamkeit.....	30
11.3	Nutzung.....	31
11.4	Geschiebetransport .....	31
11.5	Grundwasserschutzzone .....	31
11.6	Boden.....	32
11.7	Wald.....	32
11.8	Naturschutz.....	33
11.9	Fischerei .....	34
11.10	Landschaftsschutz .....	34
11.11	Öffentliche Strassen .....	34
11.12	Wanderwege.....	34
11.13	Internationale Lauberhornrennen .....	34
12	Projektfahrplan (prov.) .....	35
12.1	Zeitfenster .....	35
12.2	Einschränkungen .....	35
13	Schlussbemerkungen .....	36

## Verzeichnis der Anhänge:

Anhang 1 / Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen, Szenario 30 Jahre .....	37
Anhang 2 / Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen, Szenario 100 Jahre .....	38
Anhang 3 / Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen, Szenario 300 Jahre .....	39
Anhang 4 / Skizzierte Gefahrenkarte vor Massnahmen.....	40
Anhang 5 / Skizzierte Gefahrenkarte nach Massnahmen .....	41
Anhang 6 / Schwachstellenanalyse, Geotest 2017 .....	42
Anhang 7 / Ausschnitt Projekt II / 1983 Verbauung der Wildbäche .....	43
Anhang 8 / Grundeigentümerliste .....	44

## Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Projektperimeter .....	8
Abbildung 2: Prov. Organigramm .....	9
Abbildung 3: Gefahrenkarte Wasser Seitenbäche .....	14
Abbildung 4: Schwachstellenanalyse / Geotest .....	15
Abbildung 5: Tromholz Baujahr 1983 .....	23
Abbildung 5: Systemskizze Holzkasten mit Ausfachung.....	23
Abbildung 4: Neophyten im Projektperimeter (Reynoutria japonica) .....	33

## Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Abflussspitzen [13].....	12
Tabelle 2: Geschiebefrachten [13].....	12
Tabelle 3: Übersicht Schadenpotenzial aus den EconoMe-Berechnungen.....	17
Tabelle 4: Risiken im Ist-Zustand in CHF pro Ereignis resp. Wiederkehrperiode sowie in % vom Gesamtrisiko pro Ereignis und Risiko pro Jahr. ....	18
Tabelle 5: Risiken nach Massnahmen in CHF pro Ereignis resp. Wiederkehrperiode sowie in % vom Gesamtrisiko pro Ereignis und Risiko pro Jahr. ....	30

# 1 Anlass und Auftrag

## 1.1 Ausgangslage

Bei mehreren Begehungen und Gewässerkontrollen der Schwellenkorporation Lauterbrunnen in Innerwengen (Brandmaadgraben, Bielbach, Bodenbächli) wurden Schwachstellen in Bezug auf den Hochwasserschutz festgestellt. Es besteht ein Schutzdefizit nach Artikel 2 des Wasserbaugesetzes [3] (Gefährdung von Leib und Leben, sowie erheblicher Sachwerte) ausgehend vom Brandmaadgraben, Bielbach und Bodenbächli.

## 1.2 Projektziele

Gemäß Gefahrenkarte der Gemeinde Lauterbrunnen (GEOTEST AG, 2019) existieren entlang des Brandmaadgraben, Bielbach und Bodenbächli diverse Schwachstellen, die im Falle von Hochwassern und Murgängen kritisch sind.

Die bestehenden Wildbachsperrern aus Beton und die Holzverbauungen im Brandmaadgraben wie auch im Bielbach sind alt und sanierungsbedürftig. Der Geschiebesammler im Bodenbächli bei den Lagekoordinaten 2'637'222, 1'160'426 schützt das Siedlungsgebiet und Infrastruktur unzureichend vor Überschwemmung und Murgänge

Im Bereich des Ziel-/Medienhauses der Lauberhornabfahrt sind lokal hohe Intensitäten durch aus dem Gerinne austretende Murgänge zu erwarten (roter Gefahrenbereich M7). Der erwähnte rote Gefahrenbereich ist auch die Folge von Murgängen aus dem Bielbach, die aus Sicht des Gefahrengutachters gleichzeitig mit Murgängen im Brandmaadgraben auftreten können. Die beschriebenen Murgang Prozesse führen angrenzend an den roten Gefahrenbereich auch noch zu blauen Gefahrenflächen. Häufigere Ereignisse mit einer Wiederkehrperiode von bis zu 100 Jahren führen zu Übersarungen, die den blauen Gefahrenbereich (Ü3, teilweise Ü6) zur Folge haben (Wohnhaus).

Im Auftrag der Bauherrschaft, der Schwellenkorporation Lauterbrunnen, erarbeitet das Ingenieurbüro Sterchi GmbH ein Hochwasserschutzprojekt zur Aufrechterhaltung des Schutzes durch die bestehenden Schutzbauten, wie auch einen Ausbau zur Behebung der Defizite und somit zur Entschärfung der Gefahrenkarte. Das Leitverfahren für das Projekt ist die Wasserbaubewilligung, gemäss Art. 20, 30 – 33 des Gesetzes über den Gewässerunterhalt und Wasserbau [WBG; BSG 751.11].

### 1.3 Projektperimeter

Die betroffenen Gewässerabschnitte liegen in Innerwengen bei den Lagekoordinaten 2°637'343, 1°160'334. Betroffen ist das nördlich liegende Bodenbächli, sowie der Brandmaadgraben und Bielbach, welche im Boden zusammenfließen. Der Projektperimeter ist in nachfolgender Abbildung in violetter Farbe dargestellt.

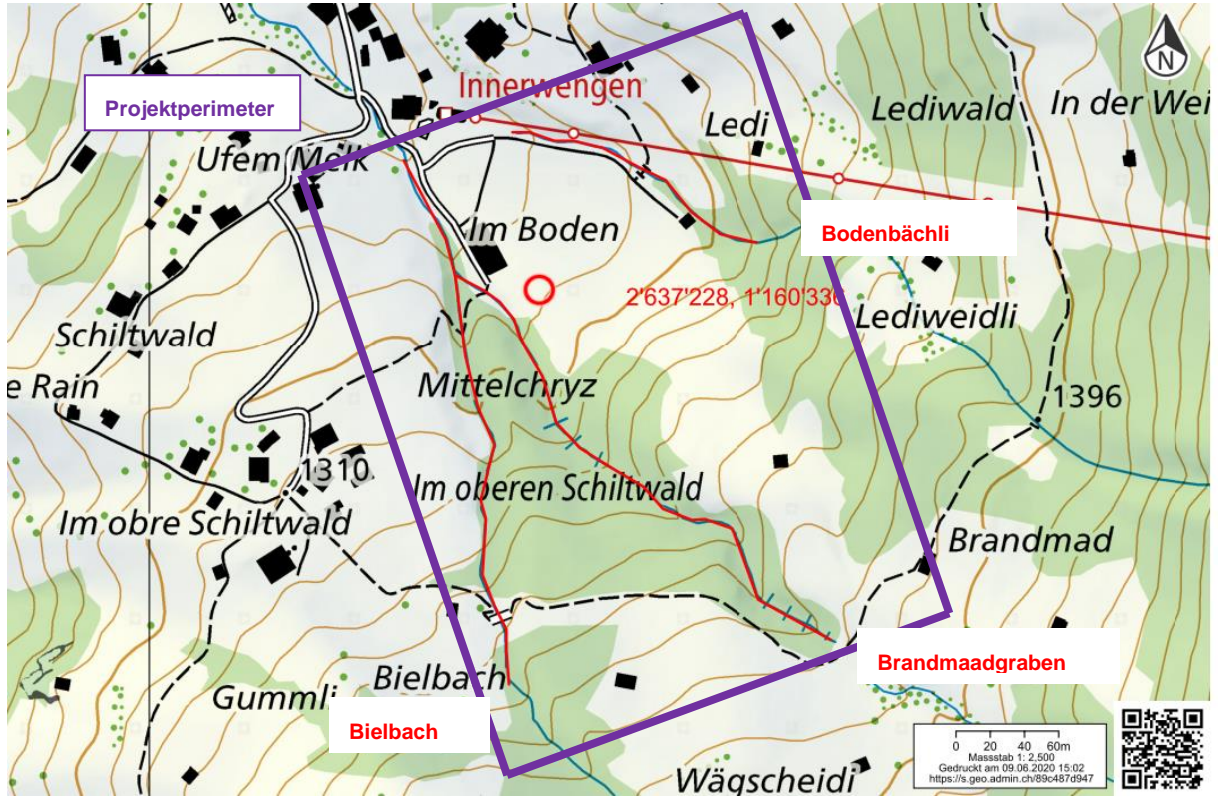


Abbildung 1: Projektperimeter



## 1.4 Projektorganisation Hochwasserschutzprojekt Innerwengen

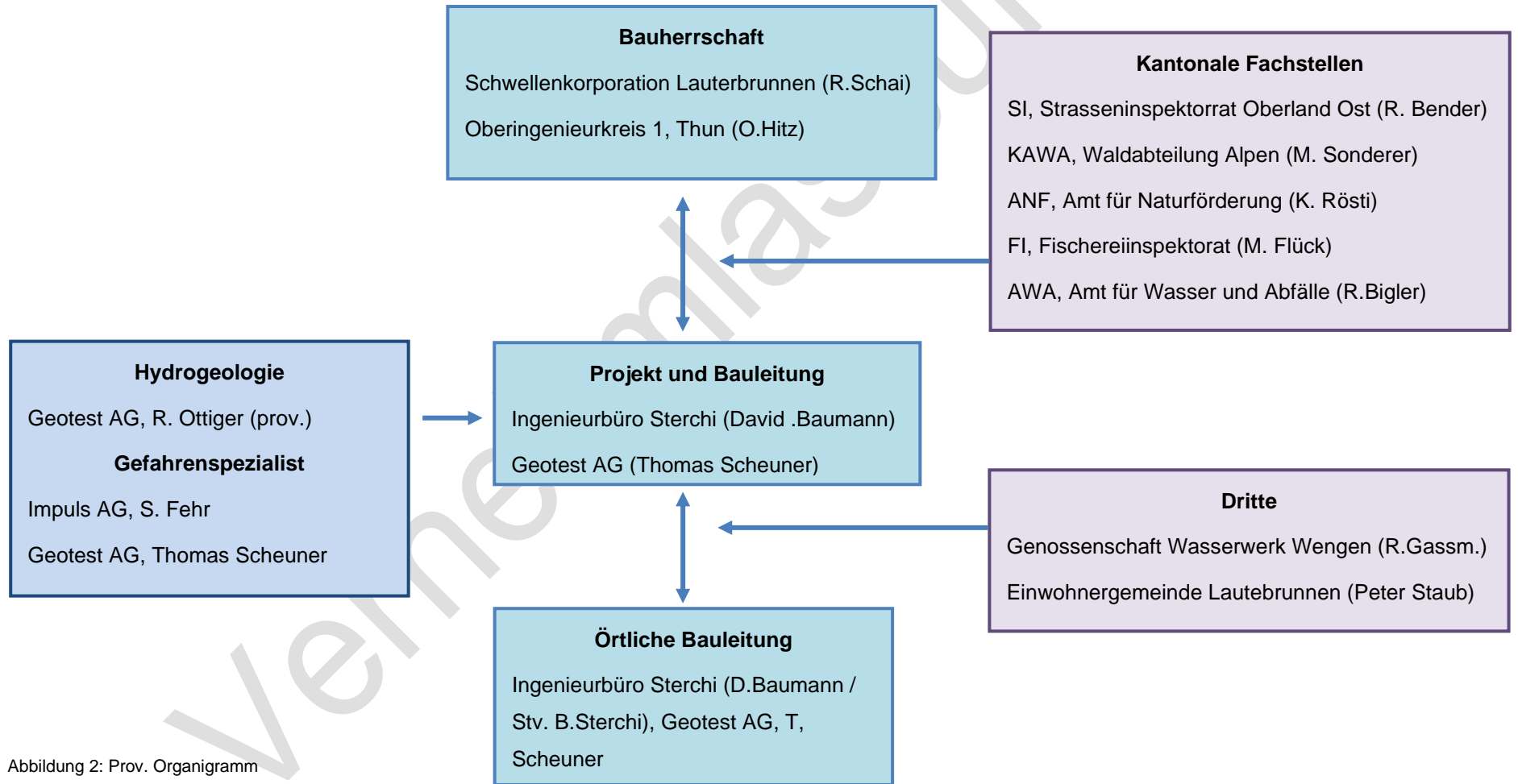


Abbildung 2: Prov. Organigramm

## **2 Projektierungsgrundlagen**

### **2.1 Gesetzliche Grundlagen des Bundes**

- [1] Bundesgesetz über den Wasserbau vom 21. Juni 1991, [SR 721.100]
- [2] Verordnung über den Wasserbau vom 2. November 1994, [SR 721.100.1]

### **2.2 Gesetzliche Grundlagen auf kantonaler Ebene**

- [3] Gesetz über den GUHA und den Wasserbau vom 14. Februar 1989, [BSG 751.11]
- [4] Wasserbauverordnung vom 15. November 1989, [BSG 751.111.1]
- [5] Kantonales Waldgesetz vom 5. Mai 1997, [BSG 921.11]
- [6] Fischereigesetz vom 21. Juni 1995, [BSG 923.11]
- [7] Verordnung über die Fischerei vom 20. September 1995 (FiV) [BSG 923.111]
- [8] Naturschutzgesetz vom 15. September 1992 (NSchG) [BSG 426.11]
- [9] Naturschutzverordnung vom 10. November 1993 (NSchV) [BSG 426.111]
- [10] Gesetz über das öffentliche Beschaffungswesen vom 11. Juni 2002 (ÖBG) [BSG 731.2]
- [11] Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen vom 16. Oktober 2002 [BSG 731.21]

### **2.3 Berichte und Karten**

- [12] Gefahrenkarte Wasserprozesse, Geotest, 31.01.2018 / Technischer Bericht zur Gefahrenkarte, Teilrevision Wasser / Sturz, Geotest, 01.02.2018
- [13] Bericht Schutzmassnahmen Wasser, IMPULS AG, 31.01.2018
- [14] Projekt II / 1983 für die Verbauung der Wildbäche in Wengen / IG H.P. Gertsch, Ingenieurbüro, 3823 Wengen und Hans R. Gaschen, Ingenieurbüro, 3800 Interlaken
- [15] 1919008.1 Bericht Geotest, Wengen Brandmaadgraben Sperren vom 29.05.2019

### **2.4 Internet**

- [16] <https://regiogis-beo.ch>
- [17] <https://map.geo.admin.ch/>
- [18] <https://www.geo.apps.be.ch/>
- [19] <http://www.bve.be.ch/bve/de/index/wasser/wasser/hochwasserschutz/>

### **2.5 Richtlinien und Arbeitshilfen**

- [20] Instandstellungsprojekte (ISP) Definition und Abgrenzungen zum Gewässerunterhalt und zur Erstellung von Hochwasserschutzbauten, Tiefbauamt des Kantons Bern, 13.01.2012
- [21] Beiträge an wasserbauliche Planungen und Massnahmen im Kanton Bern

### **3 Ausgangssituation**

#### **3.1 Geländebefunde Brandmaadgraben**

Aufgrund von Schäden (Uferanrissen) wurde im Jahre 1939 mit Verbauungen im Brandmaadgraben begonnen. Das letzte grössere Projekt wurde um Jahre 1983 durchgeführt, bei welchem ein Sperrentreppenkonzept (3 Stahlbetonsperren / 7 Holzkastensperren) realisiert wurde s.a. Anhang 7. Die Sohle im Projektperimeter ist deshalb stellenweise mit überalterten Holzschwellen durchsetzt. Als Böschungssicherung wurde im Jahre 2010 die linke Böschung talseits der Skibrücke bei der Kote 1380 m ü. M. mit Holzkästen befestigt. Beim Zielgelände wurde die rechtsseitige Böschung im Jahre 2008 durch einen Schutzdamm erhöht. [12] / [14]

#### **3.2 Geländebefunde Bielbach**

Talseits der Kote 1380 m ü. M. wurden Sohle und Böschungen bis ins Siedlungsgebiet von Schiltwald abschnittsweise mittels Holzschwellen stabilisiert. Die Schwellen sind stellenweise überaltert und beschädigt. In Sohle und Böschungen finden sich bedeutende Grün- und Totholzmengen, welche die Gefahr von Verklausungen bergen. In den 1930-er Jahren wurden Erddämme im Gebiet zwischen 1340 und 1350 m ü. M. zum Schutz vor Übersarungen errichtet. [12] / [14]

#### **3.3 Geländebefunde Bodenbächli**

Bei der Gefällsverflachung im Bereich des Zielhanges der Skipiste ist das Gerinne wenig eingetieft und weist Auflandungstendenz auf. Vor der Eindolung in Schiltwald besteht seit 2005 ein Geschiebesammler mit einem Fassungsvermögen von ca. 60 m<sup>3</sup>

#### **3.4 Dokumentierte Ereignisse im Projektperimeter**

1965, 1990, 1995, Übersarungen durch den Bodenbächli, den Brandmaadgraben und den Bielbach mit Überflutungen und Übersarungen im Siedlungsgebiet von Schiltwald (Ereigniskataster-Nr. K22, K72, K85) 2007: Überfüllung des Geschiebesammlers und Verklausung der angrenzenden Eindolungsstelle. [12]

#### **3.5 Schwemmholzaufkommen**

Relevant für die Szenarien. [12]

### 3.6 Spitzenabflüsse

Tabelle 1: Abflussspitzen [12]

Wildbach	HQ <sub>30</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>300</sub>
Brandmaadgraben, Schiltwald	3.6 m <sup>3</sup> /s	6.7 m <sup>3</sup> /s	10.0 m <sup>3</sup> /s
Bielbach	5.2 m <sup>3</sup> /s	9.6 m <sup>3</sup> /s	14.4 m <sup>3</sup> /s
Bodenbächli	2.7 m <sup>3</sup> /s	5.0 m <sup>3</sup> /s	7.5 m <sup>3</sup> /s

### 3.7 Geschiebe ohne Schwemmholzanteil

Tabelle 2: Geschiebefrachten [12]

Wildbach	30 – jährlich	100 – jährlich	300 - jährlich
Brandmaadgraben, Schiltwald	300 – 400 m <sup>3</sup>	700 - 900 m <sup>3</sup>	1000 – 1300 m <sup>3</sup>
Bielbach	200 – 300 m <sup>3</sup>	400 - 500 m <sup>3</sup>	800 - 900 m <sup>3</sup>
Bodenbächli	100 – 150 m <sup>3</sup>	200 - 250 m <sup>3</sup>	300 - 400 m <sup>3</sup>

### 3.8 Bestehende Schutzbauten Brandmaadgraben

Die nachfolgenden Bauwerke wurden zur Stabilisierung der Sohle und der Böschungserosionen im Rahmen des Wasserbauprojekts im Jahre 1983 verbaut:[14]

Betonsperren 3 Stk.

Holzkastensperren 7 Stk.

Hangstabilisierungen:

- Geneigte Holzkasten 35m<sup>1</sup>
- Bestockungen 550m<sup>2</sup>
- Kanalisierung der Quellaustritte 20m<sup>1</sup>
- Betonrinne für Überlaufwasser WVG 10m<sup>1</sup>

### 3.9 Wirkung der bestehenden Schutzbauten

Die linksseitige, mittels Holzkästen stabilisierte Böschung talseits des Durchlasses bei Kote 1380 m ü. M. konnte stabilisiert werden. Durch Oberflächenwasserzuflüsse kann diese Böschung aber erneut destabilisiert werden. Durch den Schutzdamm vor dem Speakerhaus im Zielhang wurde die Gefährdung reduziert. Ein Wohnhaus (1216c) bleibt jedoch weiterhin gefährdet. (s.a. Anhang 4)

### 3.10 Schwachstellen im Brandmaadgraben (HQ100)

Gemäss der aktualisierten Gefahrenkarte [12] gibt es im Brandmaadgraben folgende Schwachstellen:

- BRM3: Geschieberückhalt bei Kote 1290
- BRM4: Schwachstelle im rechtsufrigen Damm beim Zusammenfluss von Bielbach und Brandmaadgraben.

In der Steilstufe oberhalb des Zielgeländes wurden Ende der 80iger Jahre 3 Wildbachsperren aus Stahlbeton zum Schutz vor Sohlenerosion erstellt. Die oberste Stelle hat sich seit der Erstellung ca. 5° talseits geneigt. Die beiden unteren ca. 2.5° - 3°. Unter den Sperren sind Anzeichen einer Unterkolkung erkennbar. Zwischen der obersten und der mittleren Sperre finden sich Reste von Holzsperrern, welche ihre Stabilitätsfunktion nicht mehr erfüllen können. Unter der untersten Betonsperre hat es 2 Holzsperrern, diejenige direkt unterhalb der Sperre befindet sich in schlechtem Zustand und droht einzubrechen. Die unterste Holzsperrere ist in gutem Zustand. [13] Die in den 80iger Jahren zur Sicherung der Sohle erstellten Holzkastensperren, sind nicht, resp. nur noch Reste erkennbar. Die Sohlensicherung kann so nicht mehr sichergestellt werden. Dies ist nebst seitlichen Erosionsnischen auch in Form von Geschiebeablagerungen / Überhöhungen im Bachbett oberhalb der obersten Sperre erkennbar.

### 3.11 Schwachstellen im Bielbach (HQ100)

Auflandungen im Gerinne entlang der Flachstrecke bei BIB5. Verklausung des Durchlasses bei der Schwachstelle BIB6 und BIB7 aufgrund eines Böschungsrutsches in diesem Bereich. Einhergehende Übersarungen geringer Intensität im Siedlungsgebiet (blauer Gefahrenbereich, Ü3 und Ü6). [12]

### 3.12 Schwachstellen im Bodenbächli (HQ100)

Verklausung des Brückendurchlasses bei BOB2 sowie Auflandung bei der Eindolungsstelle bei BOB5 mit eingehender Übersarung geringer und mittlerer Intensität im Siedlungsgebiet von Schiltwald (blauer Gefahrenbereich, Ü3 und Ü6). [12]

### 3.13 Übersicht GK / Schwachstellen

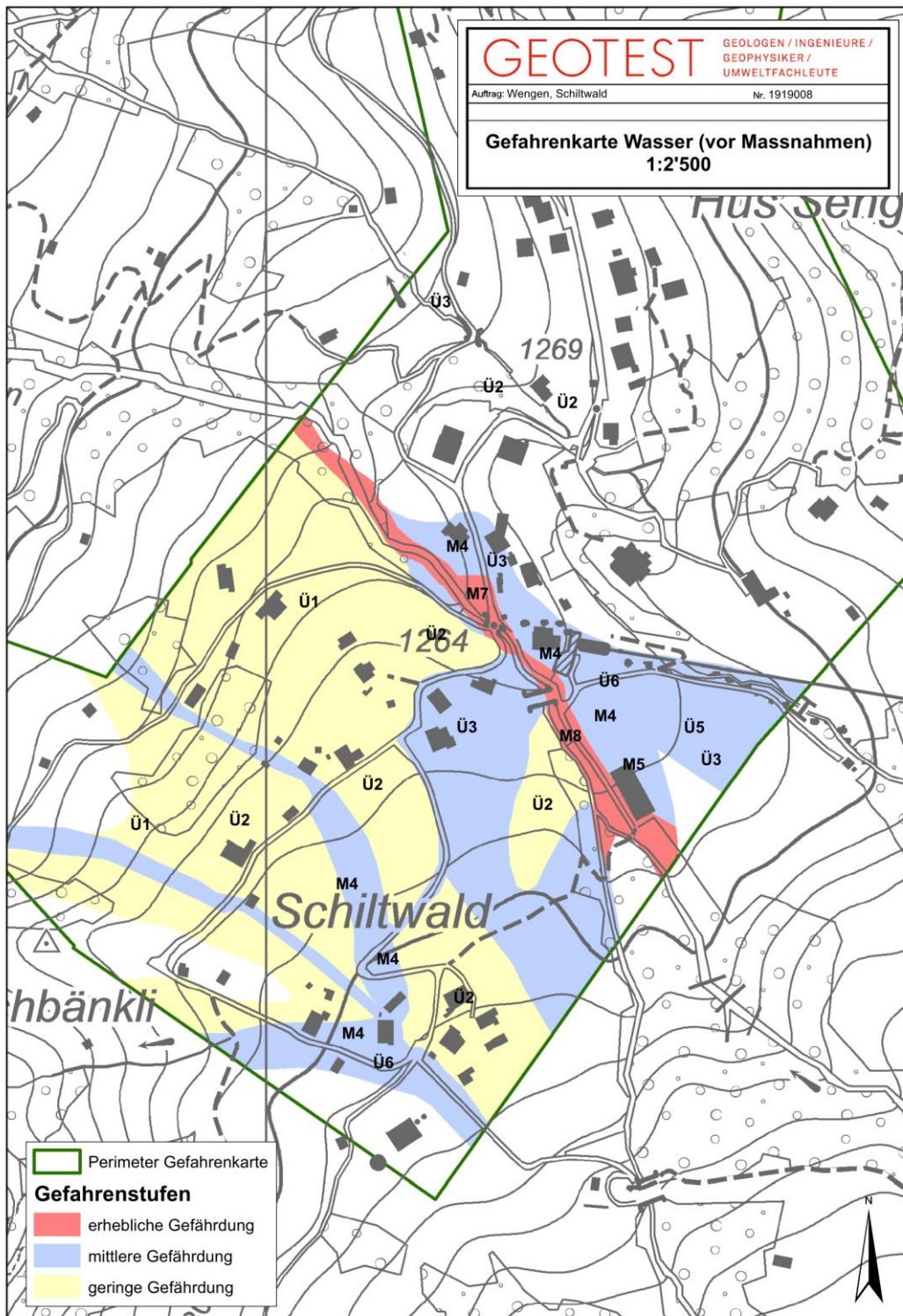


Abbildung 3: Gefahrenkarte Wasser Seitenbäche



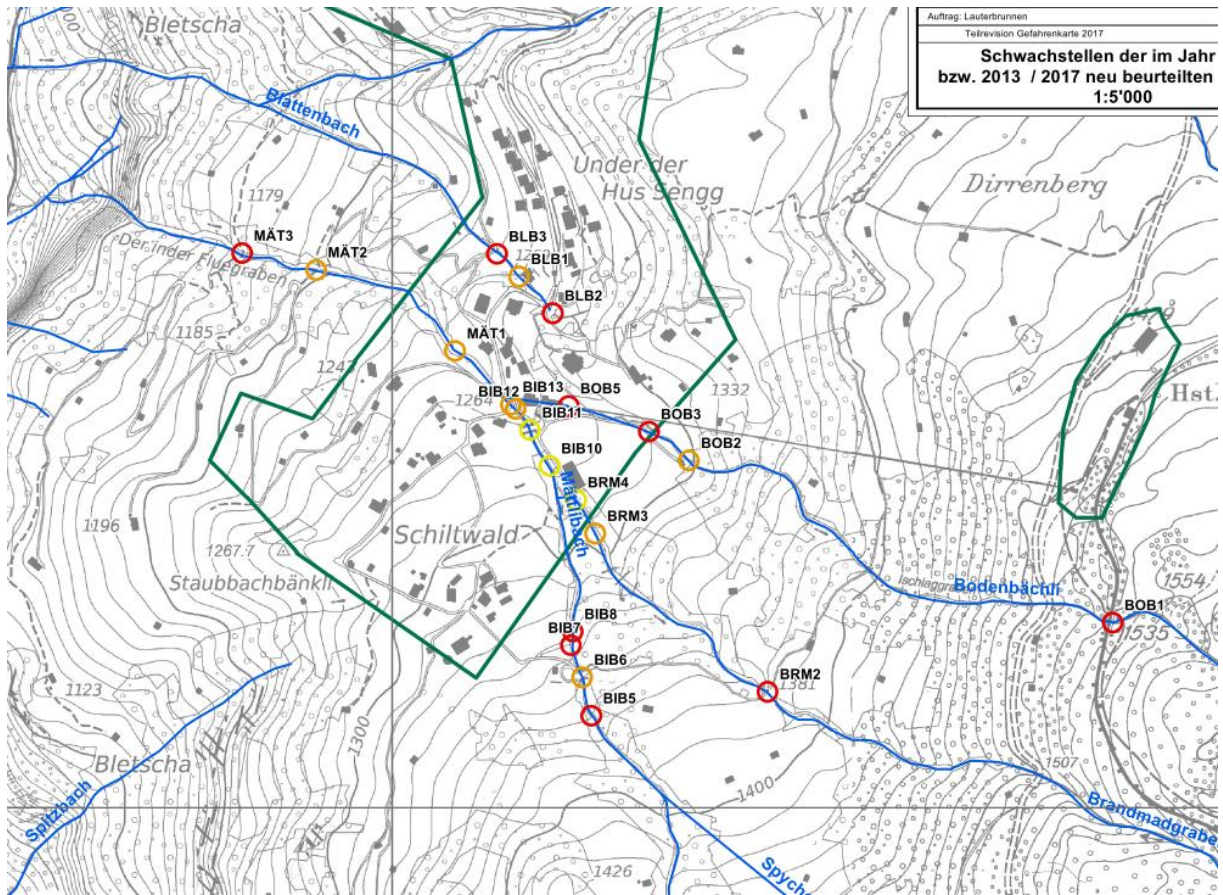


Abbildung 4: Schwachstellenanalyse / Geotest

## 4 Gefahrensituation Ist-Zustand

### 4.1 Szenarien und Gefahrenkarte (Ist-Zustand)

Die Intensitäts- und Gefahrenkarte im Ist-Zustand sind in Anhang 1 bis 3 dargestellt. Sie basieren weitgehend auf der aktuell gültigen Gefahrenkarte aus dem Jahr 2011, wurden jedoch aufgrund neuer Geländebefunde bzw. stellenweise umgesetzten baulichen Massnahmen leicht angepasst.

#### **Bis 30-jährliche Ereignisse:**

Am Bodenbächli (Gefahrenkarte 2011 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**: «Ischlaggrabe») verklaut der Brückendurchlass rund 160 m oberhalb des Zusammenflusses mit dem Brandmadgraben. In der Folge kommt es hauptsächlich auf der linken Gerinneseite zu Ausuferungen und Übersarungen tiefer und mittlerer Prozessintensität. Am Bielbach sind an mehreren Stellen aufgrund ungenügender Gerinnekapazität Ausuferungen mit einhergehender Übersarung der Wiesen und des Siedlungsgebietes mit geringer und mittlerer Intensität zu erwarten (blauer Gefahrenbereich, Ü3/Ü6).

#### **30- bis 100-jährliche Ereignisse:**

Am Bodenbächli sind die Szenarien und Überflutungsflächen vergleichbar mit denjenigen 30-jährlicher Ereignisse. Am Brandmadgraben wird die Holzsperrung rund 60 m oberhalb des Zusammenflusses mit dem Bielbach, welche als Geschieberückhalt fungiert, vollständig verfüllt und es ist folglich mit Auflandungen im nachfolgenden Gerinneabschnitt infolge des geringen Längsgefälles zu rechnen. In der Folge kommt es im Bereich des Zielgeländes der Lauberhornabfahrt zu Übermürung / Übersarungen mit geringer bzw. mittlerer Prozessintensität. Am Bielbach kommt es zusätzlich zur Teilverklautung der Skibrücke (rund 200 m oberhalb des Zusammenflusses mit dem Brandmadgraben) und in der Folge zur Übersarung mit geringer Prozessintensität bis Schiltwald (gelber Gefahrenbereich, Ü2). Im Bereich der Brücke der Schiltwald-Strasse ist ausserdem die Abflusskapazität des Gerinnes ungenügend und es kommt zur Teilverklautung der Brücke. Es resultieren Übersarungen mittlerer Intensität entlang der Schiltwald-Strasse.

#### **100- bis 300-jährliche Ereignisse:**

Am Bodenbächli sind die Intensitätsflächen vergleichbar mit denjenigen 100-jährlicher Ereignisse, sie fallen jedoch leicht grösser aus. Am Brandmadgraben ist aufgrund der grossen Geschiebemengen mit erheblichen Auflandungsprozessen entlang der Flachstrecke unterhalb der Holzsperrung zu rechnen, was zur Übermürung des Zielgeländes mit mittlerer bis hoher Prozessintensität führt. Am Bielbach wird im Vergleich zu 100-jährlichen Ereignissen in Folge von Auflandungen zusätzlich der Schutzdamm entlang des Zielgeländes überströmt, was in Übermürungsflächen mittlerer und hoher Prozessintensität resultiert (blauer und roter Gefahrenbereich M4/M7).



## 5 Risiken Ist-Zustand

### 5.1 Methodik

Die Risikoanalyse wurde mit EconoMe 5.0 (BAFU) durchgeführt. Die drei Bäche wurden separat analysiert. Objekte, welche von mehr als einer Prozessquelle betroffen waren, wurden dementsprechend in der Konsequenzenanalyse mehrfach berücksichtigt. Für weitere Details zur Methodik sei auf die Website des Bundes ([www.econome.admin.ch](http://www.econome.admin.ch)) verwiesen.

Die Risiken für den Ist-Zustand wurden basierend auf den in Kapitel 4.1 ausgeschiedenen Szenarien und Intensitätskarten berechnet.

### 5.2 Schadenpotential

Die folgende Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über das Schadenpotential an den drei Bächen Brandmadgraben, Bodenbächli und Bielbach, aufgeteilt nach Personen- und Sachwerten. Es gilt anzumerken, dass die eingetragenen Werte dem maximal möglichen Schaden entsprechen. Zur Berechnung wird jeweils eine vollständige Zerstörung eines Sachwertes bzw. ein Todesfall (monetarisiert mit 6.6 Mio. CHF pro Person) angenommen.

Tabelle 3: Übersicht Schadenpotential aus den EconoMe-Berechnungen.

Schadenpotential Personen monetarisiert	Schadenpotential Sachwerte	Total
463.7 Mio. CHF	24.2 Mio. CHF	<b>467.9 Mio. CHF</b>

### 5.3 Individuelle Todesfallrisiken

Das individuelle Todesfallrisiko liegt bei 4 Objekten mit maximal  $1 \cdot 10^{-4}$  über dem Grenzwert von  $1 \cdot 10^{-5}$ . Damit sind Schutzmassnahmen angezeigt. Bei zwei Objekten handelt es sich um Einfamilienhäuser an der Birchelegg-Strasse im Einflussbereich des Bielbachs, bei den anderen beiden Objekten um Mehrfamilienhäuser an der Schiltwald-Strasse, welche sich im Einflussbereich des Bodenbächlis und des Bielbachs, resp. im Einflussbereich aller drei Bäche befinden.

#### 5.4 Sach- und Personenrisiken

Die Risiken vor Maßnahmen (Ist-Zustand) sind in nachfolgender Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: 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	53'485 CHF (5 %)	48'122 CHF (2 %)	321'307 CHF (7 %)
Sachrisiken	1'003'697 CHF (95 %)	1'863'920 CHF (98 %)	4'373'265 CHF (93 %)
Totale Risiken	1'057'182 CHF (100 %)	1'912'042 CHF (100 %)	4'694'572 CHF (100 %)
Risiko / Jahr	<b>53'063 CHF / a</b> (Anteile 30-/100-300-jährliches Ereignis: 47 % / 24 % / 29 %)		

Wie die Übersicht zeigt, sind die Sachrisiken für den größten Teil des Gesamtrisikos verantwortlich (95 %), die Personenrisiken sind mit 5 % Anteil vernachlässigbar. Die Risiken gehen hauptsächlich vom 30-jährlichen Ereignis aus (47 % der Gesamtrisiken).

#### 5.5 Fazit zu den Risiken

Die vorhandenen Risiken zeigen, dass in Bezug auf die individuellen Todesfallrisiken ein klarer Handlungsbedarf besteht. Bei Umsetzung von Schutzmaßnahmen mit einem 100-jährlichen Schutzziel können die Risiken stark reduziert werden, was das Erreichen eines Nutzen-/Kostenverhältnisses von 1 erlaubt. Auch sind die berechneten monetären Sach- und Personenrisiken in ihrer Summe hoch und zeigen, dass kostenwirksame Lösungen möglich sind.

## 6 Variantenstudium

Dem Variantenstudium liegen nachfolgende Überlegungen zu Grunde:

### 0 Variante, nichts machen

- (Keine Sanierungsmassnahmen durchführen) = Mittelfristige negative Veränderung der Gefahrenkarte, Schutzdefizit bleibt bestehen, negative Entwicklung

→Fazit: Variante nicht weiterverfolgen, Schutzdefizit bleibt bestehen

### 6.1 Variante 1 Teilsanierung

**Teilsanierung** (nur **Stahlbetonsperren** im Brandmaadgraben sanieren)

- Mittelfristige Veränderung der Gefahrenkarte, da Geschiebeeintrag aus Entstehungsgebiet OW der Stahlbetonsperren infolge instabiler Sohle. Zusätzlicher Geschiebeeintrag aus Bielbach, sowie Hochwasserschutzdefizit beim Bodenbächli bleibt bestehen

→Fazit: Variante nicht weiterverfolgen, Schutzdefizit bleibt bestehen

### 6.2 Variante 2 Instandstellung ohne Ausbau

**Sanierung (Aussteifung) der Stahlbetonsperren**, sowie **Erneuerung** der maroden **Holzkasten**, welche im Jahre 1983 im Brandmaadgraben erstellt wurden.

- Aufrechterhalten der Schutzfunktion, Gefahrenkarte bleibt gleich, Schutzdefizit bleibt bestehen
- Die Problematik im Bielbach und Bodenbächli bleiben bestehen

→Fazit: Variante nicht weiterverfolgen, Schutzdefizit bleibt bestehen

### 6.3 Variante 3 Ausbau im Brandmaadgraben

**Geschieberückhalt nur Brandmaadgraben**

- Stahlbetonsperren im Brandmaadgraben könnten kollabieren
- Die Grösse des Geschieberückhaltes wäre zu überdenken
- Schutzdefizite ausgehend vom Bodenbächli und Bielbach bleiben bestehen

→Fazit: Variante nicht weiterverfolgen, Schutzdefizit bleibt bestehen

#### 6.4 Variante 4 Durchleiten

- Kleinere Hochwasser-/Murgangereignisse (bis ca. 500 m<sup>3</sup>) können schadlos durchgeleitet werden.
- Grössere Ereignisse bedingen bauliche Anpassungen, um ein schadloses Durchleiten zu gewährleisten. Folgende Varianten wurden auf Konzeptstufe geprüft:
  - **Pflasterung der Sohle und Böschungen:** Gemäss OIK nicht bewilligungsfähig.
  - **Erhöhung Längsgefälle:** Sohlenabsenkung um mehrere Meter (> 4 m) über grosse Distanzen (> 200 m) notwendig. Generiert hohe Kosten für Unterfangung von Ufermauern, Brückenwiderlagern, etc.
  - **Erhöhung Abflussquerschnitt:** Erstellung von Dämmen und Mauern auf Böschungsoberkante, evtl. Vergrösserung Brückenquerschnitt. Kritisch bezüglich Platzverhältnissen, Kosten und Unterhalt.
  - **Remobilisierung des Geschiebes** ist **nicht** zu 100% **sichergestellt** (Prozessunsicherheiten). Unter Umständen sind trotzdem Geschiebeentnahmen notwendig.

→Fazit: Variante nicht weiterverfolgen, Schutzdefizit bleibt bestehen

#### 6.5 Variante 5 Murgangnetzsperrern

##### Rückhalt mit Murgangnetzsperrern

- Höhe 3.5 m / Breite 20 m
- Voraussichtlicher Systemtyp UX100-H4 (mit Mittelstütze)
- Materialkosten inkl. Transport: 550.-/m<sup>2</sup> bzw. rund CHF 40'000.-
- Richtpreis Einbau: CHF 40'000.- bis 80'000.-
- Stetige Zugversuche zwingend → Unterhalt
- Lebensdauer 30 Jahre
- Kann nur bei Felsanstoß relativ einfach eingebaut werden, sonst braucht es ein Auflager aus Beton (Kosten)

→ Fazit: Variante nicht weiterverfolgen, keine wesentlichen Kostenvorteile (Unterhalt, Zugversuche)

## 6.6 Variante 6 Instandstellung mit Ausbau

**Geschiebesammler beim Zusammenfluss Brandmaadgraben und Bielbach, Geschiebesammler im Bodenbächli, flankierend mit Dammbauten im Bielbach, sowie Instandstellung / Erneuerung der bestehenden Wasserbauwerke im**

Projektperimeter

### Ausbau:

- Geschieberückhalt G<sub>100</sub> Brandmaadgraben 900m<sup>3</sup>
- Geschieberückhalt G<sub>300</sub> Bielbach 900m<sup>3</sup>
- Geschieberückhalt G<sub>300</sub> Bodenbächli 350m<sup>3</sup>
  - Verhältnismässiger Mehraufwand G<sub>100</sub> auf G<sub>300</sub>

### Instandstellung / Erneuerung

- Aussteifung der bestehenden Stahlbetonsperren im Brandmaadgraben
- Erneuerung der Holzkasten im Brandmaadgraben
- Erneuerung der Holzkaste im Bielbach

**→ Fazit: Variante 6 ist weiterzuverfolgen, da die Variante 6 die Zielformulierung in Kapitel 1.2 am besten erfüllt.**

## 6.7 Variantenentscheid

An der Vorstandssitzung vom 04.06.2020 der Schwellenkorporation Lauterbrunnen wurde entschieden, dass die Variante 6 weiterzuverfolgen ist.

### 6.7.1 Instandstellung der bestehenden Wasserbauwerke

Die geplante Fixierung der drei talwärts geneigten Betonsperren und der Ersatz der Holzperren im Brandmaadgraben, wie auch die Holzperren im Bühlbach ist aus Sicht der Gefahrensituation sinnvoll, da damit die Gerinnesohle im betreffenden Gerinneabschnitt längerfristig wieder stabile Fixpunkte erhält. Dies führt zu einer lokal verminderten Tiefen- und Seitenerosion und damit zu einer Stabilisierung der Sohle und der Gerinneböschungen. Dies wirkt sich positiv auf den Geschiebetransport und damit positiv auf die Gefahrenprozesse aus.

### 6.7.2 Ausbau

Mit dem Bau eines Geschiebesammlers beim Zusammenfluss Bielbach und Brandmaadgraben wird erreicht, dass auch das Ereignis G<sub>300</sub> beim Bielbach abgedeckt ist. Der Geschiebesammler im Bodenbächli soll auf ein HQ<sup>300</sup> dimensioniert werden, da der Mehraufwand von HQ<sup>100</sup> auf HQ<sup>300</sup> verhältnismässig erscheint (250m<sup>3</sup> auf 350m<sup>3</sup>)

## **7 Projektbeschreibung**

### **7.1 Geplante Massnahmen**

#### **7.1.1 Stahlbetonsperren Brandmaadgraben**

Aufgrund der Sohlenerosion (Auskolkung), wie auch der daraus folgenden Böschungserosionen ist die Standsicherheit der Stahlbetonsperren nicht gewährleistet. Die Einbindetiefe der Flügelmauern muss auch zukünftig gewährleistet sein, damit ein weiteres Neigen verhindert werden kann. Der Ist-Zustand der Einbindetiefen der Betonsperren zeigt, dass die Einbindetiefe zurzeit ungenügend ist. Es ist sicherzustellen, dass eine weitere Unterkolkung und ein weiteres Neigen der Stahlbetonsperren talwärts verhindert werden.

Dazu soll die Sohle jeweils unterhalb der Betonsperren mit einer stabilen Holzkastensperre gesichert werden. Zudem muss mit konstruktiven Massnahmen aus Stahlbeton ein weiteres Neigen der bestehenden Sperren verhindert werden. Ein Kolkschutz ist nicht, oder nicht mehr vorhanden. Mit Natursteinblöcken, oder Holzausfachungen ist ein Kolkschutz zu erstellen, damit die Sohle nicht ausgewaschen werden kann.

#### **7.1.2 Holzkonstruktionen / Sohlenerosion Brandmaadgraben und Bielbach**

Zur Verhinderung von Tiefenerosion und somit Geschiebemobilisation wurden seit 1939 Holzkastensperren in der Sohle verbaut. Allein 7 Stk. In den 80iger Jahren. Die alten Tromhölzer sollen deshalb erneuert werden, damit einer Tiefenerosion und somit auch der Ufererosion und der Druck auf die bestehenden Stahlbetonsperren abgemindert werden kann. Die neuen Holzkonstruktionen im Brandmaadgraben und Bielbach werden jeweils unterwasserseitig am bestehenden Bauwerk hochgezogen und in gewachsenem Terrain eingebunden.



Abbildung 5: Tromholz Baujahr 1983

### 7.1.3 Holzkonstruktionen / Ufererosion Brandmaadgraben und Bielbach

Die Lebensdauer, der in den 80er Jahren erstellten Holzkästen ist teilweise erreicht. Die Hangstabilität kann infolge der defekten Holzverbauungen nicht mehr sichergestellt werden. Erkennbar ist dies bsp. an neuen Erosionsnischen. Die neuen Holzverbauungen werden vor den maroden alten Holzkästen wieder hochgezogen und in gewachsenem Terrain verankert.

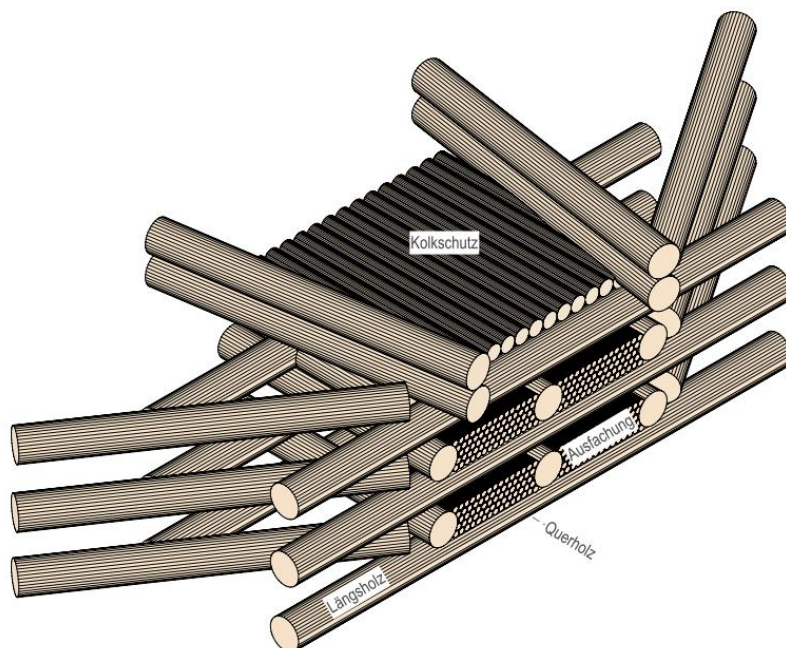


Abbildung 6: Systemskizze Holzkasten mit Ausfachung

#### 7.1.4 Geschieberückhalt Brandmaadgraben / Bielbach

Im Bereich des Zusammenflusses des Brandmaadgraben und Bielbach soll ein Geschieberückhalt mit einem Volumen von rund  $900\text{m}^3$  ( $G_{100}$  Brandmaadgraben und  $G_{300}$  Bielbach) entstehen. Flankierend orogr. re soll eine Mauer mit Dammbalkensystem erstellt werden, damit der Sammler im Ereignisfall bewirtschaftet werden kann.

Dimensionen Sammler:

- $V_{\text{BrandG100 / BielbG300}} = 900 \text{ m}^3$
- $H_{\text{Mauer}} = \text{ca. } 3.50 \text{ m}$
- $H_{\text{Überfallsektion}} = \text{ca. } 3.00 \text{ m}$
- $A = 13 \text{ m} \times 25 \text{ m}$

#### 7.1.5 Geschieberückhalt Bodenbächli

Der Geschiebesammler im Bodenbächli wird auf ein Sammlervolumen von  $350\text{m}^3$  ausgelegt, was dem  $G_{300}$  entspricht.

Dimensionen:

- $V_{\text{BodenG300}} = 350 \text{ m}^3$
- $H_{\text{Mauer}} = \text{ca. } 4.00 \text{ m}$
- $H_{\text{Überfallsektion}} = \text{ca. } 3.50 \text{ m}$
- $A = 10 \text{ m} \times 11 \text{ m}$
- Einbindung der Sperre in seitliche Dämme

#### 7.1.6 Dammbauten Bielbach

Die Schwachstellenanalyse zeigte auf, dass im Bereich der Kote 1350 (Auflandungsstrecke) und Kote 1330 der Abflussquerschnitt des Bielbachs zu gering ist. In diesen Bereichen soll ein Hochwasserschutzdamm erstellt werden, welcher auf ein HQ100 dimensioniert wird. Zu einem späteren Zeitpunkt (Im Ereignisfall), soll der Dammbau auf ein HQ300 ausgebaut werden.

Dimensionen Dammbau Skibrücke Kote 1350:

A =	ca. $200\text{m}^2$
Benötigtes Schüttmaterial für Dammbau HQ <sub>100</sub> :	ca. $500\text{m}^3$
Gefälle Dammböschung orogr li.:	ca. 20% / ca. 1:5

Dimensionen Dammbau Kote 1330:

A =	ca. $900\text{m}^2$
Benötigtes Schüttmaterial für Dammbau HQ <sub>100</sub> :	ca. $1000\text{m}^3$



Gefälle Dammböschung orogr li.:

ca. 66% / ca. 2:3

### 7.1.7 Materialbilanz

Grundsätzlich soll so wenig Material wie nötig zugeführt werden. Im Wesentlichen muss mit den folgenden Summen gerechnet werden:

#### Lieferungen:

Beton per Bahn und Schiltwaldweg:	ca. 130m <sup>3</sup>
Beton per Helikopter	ca. 84m <sup>3</sup> (ca.120 Rotationen)
0/45 Kies nicht normiert	ca. 100m <sup>3</sup>

#### Abtrag / Auftrag:

Abtrag aus Sammler Brandmaad und Bielbach (lose)	ca. 2800m <sup>3</sup>
Abtrag aus Sammler Bodenbächli (lose)	ca. 300m <sup>3</sup>
<u>Total Abtrag (lose)</u>	<u>ca. 3100m<sup>3</sup></u>

Total Auftrag Sammler Brandmaad (lose)	ca. 200m <sup>3</sup>
Total Auftrag Sammer Bodenbächli (lose)	ca. 1200m <sup>3</sup>
Total Auftrag Damm Skibrücke oben	ca. 500m <sup>3</sup>
Total Auftrag Damm Skibrücke unten	ca. 1000m <sup>3</sup>
<u>Total Auftrag (lose)</u>	<u>ca. 2900m<sup>3</sup></u>

#### Transporte Innerhalb der Baustelle:

Schüttmaterial Brandmaadgraben zum Bodenbächli	ca.1200m <sup>3</sup>
Schüttmaterial Brandmaadgraben zum Damm Bielbach unten	ca. 1000m <sup>3</sup>
Schüttmaterial Brandmaadgraben zum Damm Bielbach oben	ca. 500m <sup>3</sup>
<u>Total Transporte innerhalb der Baustelle</u>	<u>ca. 2`700m<sup>3</sup></u>

## **8 Geschiebewardirtschaftung**

### **8.1 Ausgangslage**

Nach einem 100-jährigen Ereignis muss im Brandmaadgraben und Bielbach, sowie Bodenbächli mit bis zu 1200m<sup>3</sup> Geschiebe gerechnet werden.

### **8.2 Zugang zum Geschiebesammler**

Der Zugang zu den Geschiebesammler erfolgt über die bestehende Strasse mit anschliessendem Bewirtschaftungsweg, welcher neu gebaut wird. Der Sammler wird mit einem Dammbalkensystem ausgebildet, welches nach einem Ereignis mit Bagger entfernt werden kann, damit der Zugang gewährleistet ist.

### **8.3 Geschiebe wieder in Bach zuführen**

Grundsätzlich kommen nur Bäche in Frage, welche direkt (bzw. ohne Flachstrecken oder Rückhaltebauwerke) in die Weisse Lutschine führen, in Wengen einfach zugänglich sind sowie ausreichende Platzverhältnisse (Schüttlänge, Bachquerschnitt), genügend hohe Abflüsse sowie keine Hochwasserschutzdefizite im Unterlauf aufweisen. Untersuchungen haben ergeben, dass eine Geschieberückgabe aufgrund der geringen Abflussspitzen und der vorhandenen Defizite in Bezug auf die Abflusskapazität nur in einem sehr beschränkten Umfang möglich wäre. Deshalb wird von einer Rückgabe abgesehen.

### **8.4 Geschiebeverwertung**

In Wengen muss das Baumaterial wie zum Bsp. Strassenkoffer, Planie etc. mit der Bahn zugeführt werden. Aus den nachfolgenden Gründen lässt sich zurzeit aber kein Abnehmer für mobilisiertes Geschiebe aus dem Brandmaadgraben finden, weil...

1. Das Material wassergesättigt sein wird
2. Das Material mit organischen Stoffen wie Holz, Blätter und Oberboden durchsetzt sein wird
3. In Wengen keine Aufbereitungsanlage in Betrieb ist
4. Das Material nicht normiert ist und aufbereitet, gereinigt werden müsste

### **8.5 Fazit Geschiebewardirtschaftung**

Das Geschiebe auf die Deponie in die Äussere Allmend in Wengen (Distanz 4km) zu bringen macht weder aus ökonomischen noch aus ökologischen Überlegungen keinen Sinn. Die „ausleageordnung“ zeigt, dass die Abgabe von Geschiebe an Bauunternehmungen, die Rückgabe an das Gewässer, wie auch den Transport auf die Deponie wenig Sinn machen.

Die Schwellenkorporation Lauterbrunnen verfolgt deshalb nachfolgende Ansätze für die Verwertung des Geschiebes:

- Ausbau der Dammbauten auf HQ<sup>300</sup> nach einem Ereignis (Prioritär)
- Geschiebeablagerungsplätze in der Nähe (Sekundär)

Geschiebeablagerungsplätze sind nicht Bestandteil der Wasserbaubewilligung und müssten in einem separaten Verfahren (Baubewilligung) bewilligt werden. Baubewilligungen sind zeitlich begrenzt (2 bis auf max. 5 Jahre verlängerbar). Die Erfahrung zeigt aber, dass es hilfreich ist ein mit Grundeigentümern und Fachstellen abgestimmtes Projekt im Notfall aus der Schublade ziehen zu können.

Vernehmlassung

## **9 Partizipation**

### **9.1 Direktbetroffene**

Die vom Projekt direktbetroffenen Grundeigentümer wurden seitens des Projektverfassers angeschrieben und informiert (Brieflich, Email, Begehung vor Ort) Auch angrenzende Parzellen wurden durch den Projektverfasser informiert. Seitens der Betroffenen wird das Projekt grundsätzlich begrüsst und kann unter den üblichen Auflagen realisiert werden. Zusätzlich zu den persönlichen Gesprächen soll eine öffentliche Versammlung der Schwellenkorporation Lauterbrunnen durchgeführt werden, an welcher das Projekt detailliert vorgestellt wird. Eine detaillierte Liste der Grundeigentümer ist im Anhang 8 ersichtlich.

Vernehmlassung

## 10 Kosten

### 10.1.1 Kostenträger

Die Wasserbaupflicht im vorliegenden Projekt obliegt der Schwellenkorporation Lauterbrunnen. Bund und Kanton werden das Projekt voraussichtlich mit 66% subventionieren. Mehrleistungen können im Bereich des integralen Risikomanagement (3% Bund / 3% Kanton) geltend gemacht werden.

### 10.2 Arbeiten Dritter

Arbeiten für Dritte z.Bsp. Holzkasten für die Genossenschaft Wasserwerk Wengen, ggf. Bauarbeiten für die Internationalen Lauberhornrennen, Einwohnergemeinde Lauterbrunnen, Pistenbearbeitungs GmbH sind nicht subventionsberechtigt. Für die Arbeiten Dritter wurde ein Betrag angenommen, wobei die Kreditgenehmigung der Dritten noch ausstehend ist.

#### 10.2.1 Kostenvoranschlag

Die Projektverfasser geht von Projektkosten in der Höhe von rund CHF 1`600`000. aus. Da das Gebiet schwer zugänglich ist und in Wengen liegt, geht der Projektverfasser im Vergleich mit ähnlichen Projekten, im Talboden von rund 30% höheren Baukosten aus.

## 11 Auswirkungen des Projekts

### 11.1 Verbleibende Gefahren und Risiken

Die beiden geplanten Geschiebesammler werden auf ein Rückhaltevolumen von 1'700 m<sup>3</sup> resp. 350 m<sup>3</sup> dimensioniert. Am Bodenbächli kann das Geschiebe bis zu einem 300-jährlichen Ereignis mit dem neuen Geschiebesammler zurückgehalten werden und es kommt nach Umsetzung der Maßnahmen zu keinen Gefahrenflächen mehr.

Der geplante Geschiebesammler am Brandmaadgraben und am Bielbach vermag das Geschiebe von 100-jährlichen Ereignissen zurückzuhalten. Bei 300-jährlichen Ereignissen wird der Geschiebesammler vollständig verfüllt und es werden rund 500 m<sup>3</sup> Geschiebe in den darunterliegenden Bachlauf transportiert. Auflandungen und Teilverklausungen mit Schwemmholz führen zu lokalen Ausuferungen bzw. Übermuruungsflächen mit mittlerer Prozessintensität (blauer Gefahrenbereich, M4). Am Bielbach sind zudem infolge der hohen Geschiebefrachten und Spitzenabflüsse bei einem 300-jährlichen Ereignis lokale Auflandungsprozesse, Verklausungen an Brücken sowie nachfolgende Ausuferungen zu erwarten. Es ist mit Übersarungen / Überflutungen mit geringer Prozessintensität zu rechnen (gelber Gefahrenbereich, Ü1).

Die Gefährdung und damit auch die Risiken für Personen, Gebäude und Infrastrukturen werden durch die geplanten Schutzmaßnahmen deutlich reduziert.

### 11.2 Nachweis der Kostenwirksamkeit

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse für das Bauprojekt wurde mit EconoMe 5.0 durchgeführt.

Das **individuelle Todesfallrisiko** nach Maßnahmen liegt im ganzen Perimeter unter dem Grenzwert von  $1 \cdot 10^{-5}$ . Die **Risiken nach Maßnahmen** sind in nachfolgender Tabelle 5 dargestellt.

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

	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich
Personenrisiken	0 CHF	0 CHF	13'930 CHF (1 %)
Sachrisiken	0 CHF	0 CHF	1'215'672 CHF (99 %)
Totale Risiken	0 CHF	0 CHF	1'229'602 CHF (100 %)
Risiko / Jahr	4'099 CHF / a		

Zur Bestimmung der Kostenwirksamkeit wurden folgende zwei Parameter berechnet:

- **Nutzen** der Massnahmen. Dies entspricht der **Risikoreduktion** und beträgt:
  - Jährliches Risiko vor Massnahmen: 53'063 CHF / a
  - Jährliches Risiko nach Massnahmen: 4'099 CHF / a
  - Risikoreduktion / Nutzen (Differenz): 48'964 CHF / a
- **Kosten** der Massnahmen. Die Massnahmenkosten setzen sich zusammen aus den Investitionskosten von rund CHF 1.6 Mio., den Kapitalkosten (Annahme Zinssatz = 2 %) sowie jährlichen Unterhaltskosten von rund CHF 10'000.-. Die jährlichen Unterhaltskosten basieren auf den Richtwerten gemäss EconoMe (1 % der Investitionssumme). Es fallen keine Betriebskosten an. Für die Lebensdauer der Schutzbauwerke wurden 80 Jahre angenommen (gemäss Tabelle „Richtwerte zur Bestimmung der jährlichen Kosten“ von EconoMe). Unter Berücksichtigung der erwähnten Aspekte ergeben sich für die geplanten Massnahmen jährliche Kosten von 46'000 CHF.

Die **Kostenwirksamkeit** berechnet sich wie folgt:

$$\text{Kostenwirksamkeit} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Kosten}} = \frac{48'964 \text{ CHF/a}}{46'000 \text{ CHF/a}} = \mathbf{1.1}$$

Projekte werden als wirtschaftlich erachtet, wenn die Kostenwirksamkeit grösser oder gleich 1.0 ist. Bei vorliegendem Projekt ist der Nutzen des Projektes höher als dessen Kosten. Die resultierende Kostenwirksamkeit von 1.1 kann als **gut** bewertet werden.

### 11.3 Nutzung

Das Gebiet ist schwer zugänglich und liegt im Wald. Der Projektverfasser geht daher von einer geringen Einschränkung für Anwohner und Dritte aus. Auch das jährlich in der Nähe durchgeführte Internationale Lauberhornrennen wird durch den Bau nicht, oder nur am Rande beeinträchtigt, da der Start für die Hauptarbeiten im Frühling erfolgen soll.

### 11.4 Geschiebetransport

Aufgrund der Aufrechterhaltung / Erneuerung der Schutzbauwerke, der Sohlen und Ufersicherung kann eine grössere Geschiebemobilisation minimiert werden.

### 11.5 Grundwasserschutzzone

Innerhalb des Projektperimeters liegt die Wasserfassung der Bühlbachquelle, welche im Eigentum der Genossenschaft Wasserwerk Wengen ist. Diese ist in Betrieb. Ein Bereich im Projektperimeter ist mit einer Schutzzone S1/S2 versehen. Auflagen bezüglich des Bauens innerhalb der Grundwasserschutzzone ist zu gegebener Zeit mit dem AWA abzusprechen. Da sich die

baulichen Massnahmen auch innerhalb einer Grundwasserschutzzone S2 befinden, sind für das Bauprojekt weitere Spezialisten (Hydrogeologie) beizuziehen (Schutz- und Notfallkonzept)

## 11.6 Boden

Von den Bauarbeiten sind voraussichtlich mehr als 2000m<sup>2</sup> Bodenfläche betroffen. Beträgt die gesamte (definitive + temporäre) Baustellenfläche mit Ober-/ Unterboden mehr als 2000 m<sup>2</sup> wird ein Bodenschutzkonzept notwendig. Zudem findet eine Bodenverschiebung (Bodenabaufrag) / Terrainveränderung ausserhalb der Bauzone mit Unterboden oder über 200 m<sup>3</sup> Oberboden statt.

- Baupisten 500m<sup>2</sup>
- Dammschüttungen 1500m<sup>2</sup>
- Installationen ca. 100m<sup>2</sup>
- Erdverschiebungen 2900m<sup>3</sup> (Aushub aus Sammlerstandort Brandmaad / Bodenbächli)

Im Projekt wird vorr. eine ausgewiesene UBB / BBB eingesetzt, welche zu gegebener Zeit ein Bodenschutzkonzept erarbeitet und die Arbeiten begleitet.

## 11.7 Wald

Nach Rücksprache mit der Waldabteilung sind nachfolgende Bauwerke im Wald:

- Rückhaltesperre im Bodenbächli ca. 11m<sup>2</sup> – temporär für Bauzeit, Werk = nichtforstliche Kleinbaute
- Dammbauten im Bodenbächli ca. 310m<sup>2</sup> – temporär, wird bestockt
- Unterhaltsweg Bodenbächli – dauerhafte Rodung
- Rückhalteraum Bodenbächli ca. 250m<sup>2</sup> – dauerhafte Rodung
- Rückhaltesperre mit angrenzender Mauer beim Zusammenfluss Brandmaadgraben / Bielbach ca. 20m<sup>2</sup> - temporär für Bauzeit, Werk = nichtforstliche Kleinbaute
- Rückhalteraum beim Zusammenfluss Brandmaadgraben / Bielbach ca. 900m<sup>2</sup> – dauerhafte Rodung
- Stützbauwerke für die bestehenden Sperren im Brandmaadgraben ca. 60m<sup>2</sup> - temporär für Bauzeit (je nach Zugangsart und Beanspruchung Waldboden), Werk = nichtforstliche Kleinbaute
- Holzverbau Bielbach ca. 14 Holzsperrren Total ca. 21m<sup>2</sup> - temporär für Bauzeit (Zugang durch Gewässer), Werk = nichtforstliche Kleinbaute
- Holzverbau Brandmaadgraben ca. 17 Holzsperrren Total ca. 40m<sup>2</sup> - temporär für Bauzeit (Zugang durch Gewässer), Werk = nichtforstliche Kleinbaute
- Dammbauten in Waldnähe beim Bielbach



Für das Projekt wird eine Rodungsbewilligung vorausgesetzt.

### 11.8 Naturschutz

Nach einer ersten Einschätzung des Projektverfassers sind keine Schutzzonen betroffen. Allfällige Auflagen vor und während der Bauausführung bleiben vorbehalten (Schonzeiten Säugetiere und Vögel) Im Unterlauf (ca. 50m unterhalb des geplanten Sammlers) sind vereinzelte Neophyten Nester erkennbar, welche im Rahmen des Projekts Fachgerecht entsorgt werden (Deponie).



Abbildung 7: Neophyten im Projektperimeter (*Reynoutria japonica*)

## 11.9 Fischerei

Die Gewässer Bielbach, Bodenbächli und Brandmaadgraben sind keine Fischgewässer. Im Grundsatz gilt:

- Bei Betonarbeiten darf kein Zementwasser ins Gewässer abfliessen.
- Das Betanken von Maschinen hat ausserhalb der Gewässer zu erfolgen.
- Ausserhalb der Arbeitszeiten sind alle Baumaschinen ausserhalb des Gewässerbettes abzustellen.
- Trübungen des Gewässers sind mit geeigneten Wasserhaltungen zu vermeiden.
- Diese sind mit dem zuständigen kantonalen Fischereiaufseher festzulegen.
- Der zuständige kantonale Fischereiaufseher ist zu regelmässigen Bausitzungen und zur
- Bauabnahme einzuladen.

## 11.10 Landschaftsschutz

Der Geschiebesammler ist nord- und südseitig nicht einsehbar. Westseitig dürfte der Geschiebesammler ab einer Höhe von 1'300m (Grütschalp) sichtbar sein. Der Projektverfasser schätzt die negative Beeinflussung als gering ein, da die bestehende Bestockung (Brandmaadgraben wie auch Bühlbach) die Bauwerke verdecken wird.

## 11.11 Öffentliche Strassen

Die Zufahrt zur Baustelle erfolgt über das öffentliche Strassennetz. Gemäss Materialbilanz in Kap. 5.1.7 wird die Baustelleninstallation, wie auch Materiallieferungen über die Strasse geführt. In einem Strassenzustandsprotokoll wird das Alter, wie auch der Strassenzustand vor Baubeginn erfasst, damit Schäden infolge Bauarbeiten dokumentiert werden könnten.

## 11.12 Wanderwege

Öffentliche Wanderwege sind von den Bauarbeiten nicht betroffen. Durch den Sammler bei den Lagekoordinaten 2'637'186, 1'160'326 besteht ein Wegrecht, welche durch den Bau tangiert wird. Der Weg muss nach Abschluss der Bauarbeiten wieder zur Verfügung stehen.

## 11.13 Internationale Lauberhornrennen

Die Internationale Lauberhornrennen sind während der Austragung von den Bauarbeiten nur marginal betroffen. Es ist vorgesehen, dass HWS – Projekt im Frühjahr 2021 zu starten.

## 12 Projektfahrplan (prov.)

### 12.1 Zeitfenster

Kreditgenehmigung öff. Versammlung	2021
Bau- und Auflageprojekt (WBB)	Herbst 2020 (ca. 6 Monate)
Rodungsbewilligung	40 Tage ab vorliegender WBB
Submission öff. (SIMAP)	Herbst 2020 (ca. 6 Monate)
Ausführung voraussichtlich in Etappen	Ab Herbst 2021

### 12.2 Einschränkungen

- Die Holzer- und Rodungsarbeiten dürfen nicht während der Fortpflanzungszeit der wildlebenden Säugetiere und Vögel 1. April – 15. Juli ausgeführt werden.
- Der Brandmaadgraben, Bielbach und Bodenbächli sind keine Fischgewässer.

### 13 Schlussbemerkungen

Gemäss der aktuellen Gefahrenkarte besteht ein Defizit, welches Schutz- und Vorsorgemassnahmen voraussetzen. Dies betrifft den Ausbau, wie auch die Instandhaltung der bestehenden Wasserbaulichen Schutzbauten. Mit dem Projekt können die Gefahrenflächen minimiert und der Schutz nachhaltig aufrechterhalten werden.

Der Projektverfasser:

Ingenieurbüro Sterchi GmbH Unterseen

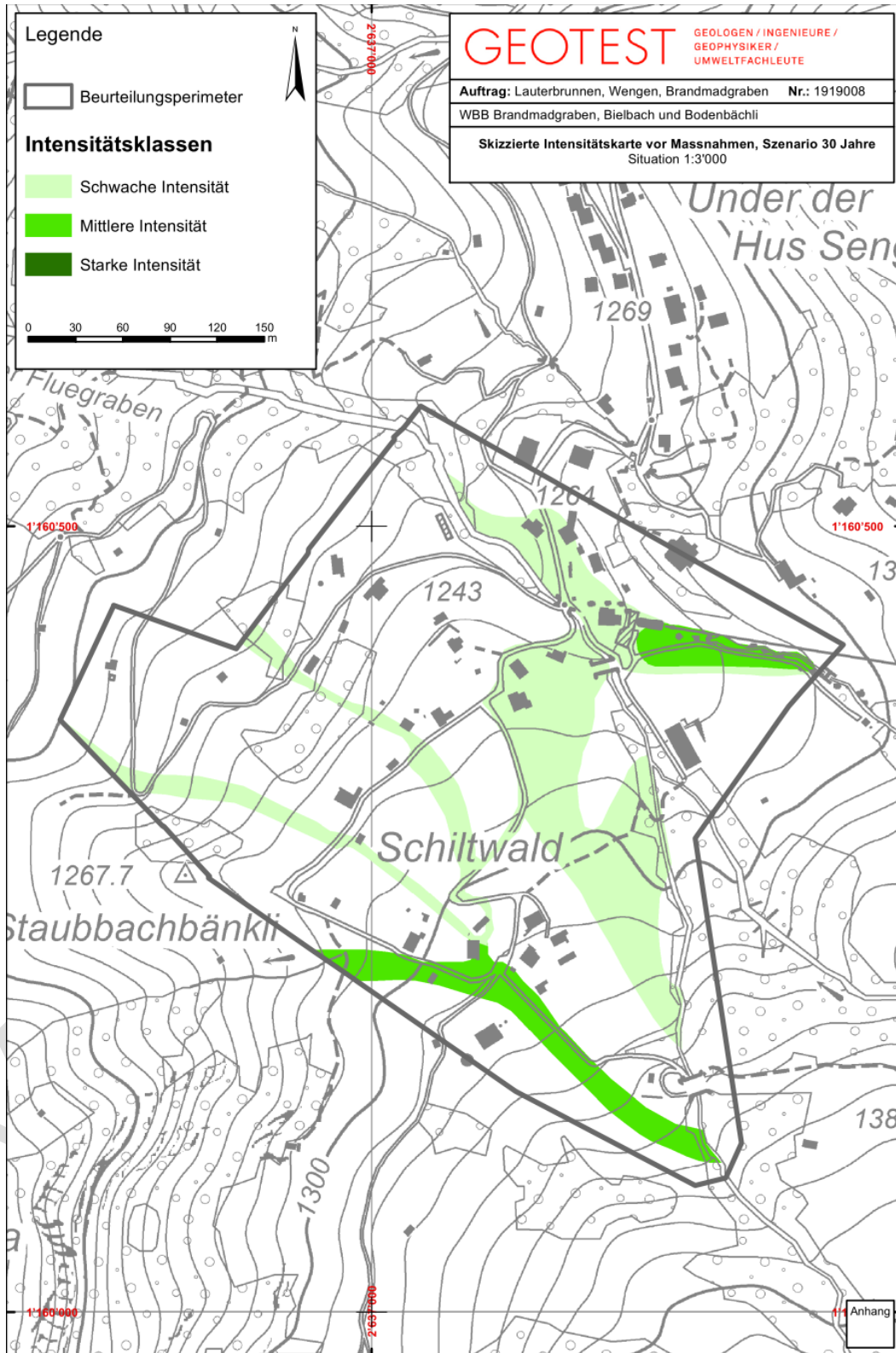
Benjamin Sterchi  
Dipl. Bauingenieur BSc BFH

David Baumann  
Umweltingenieur FH

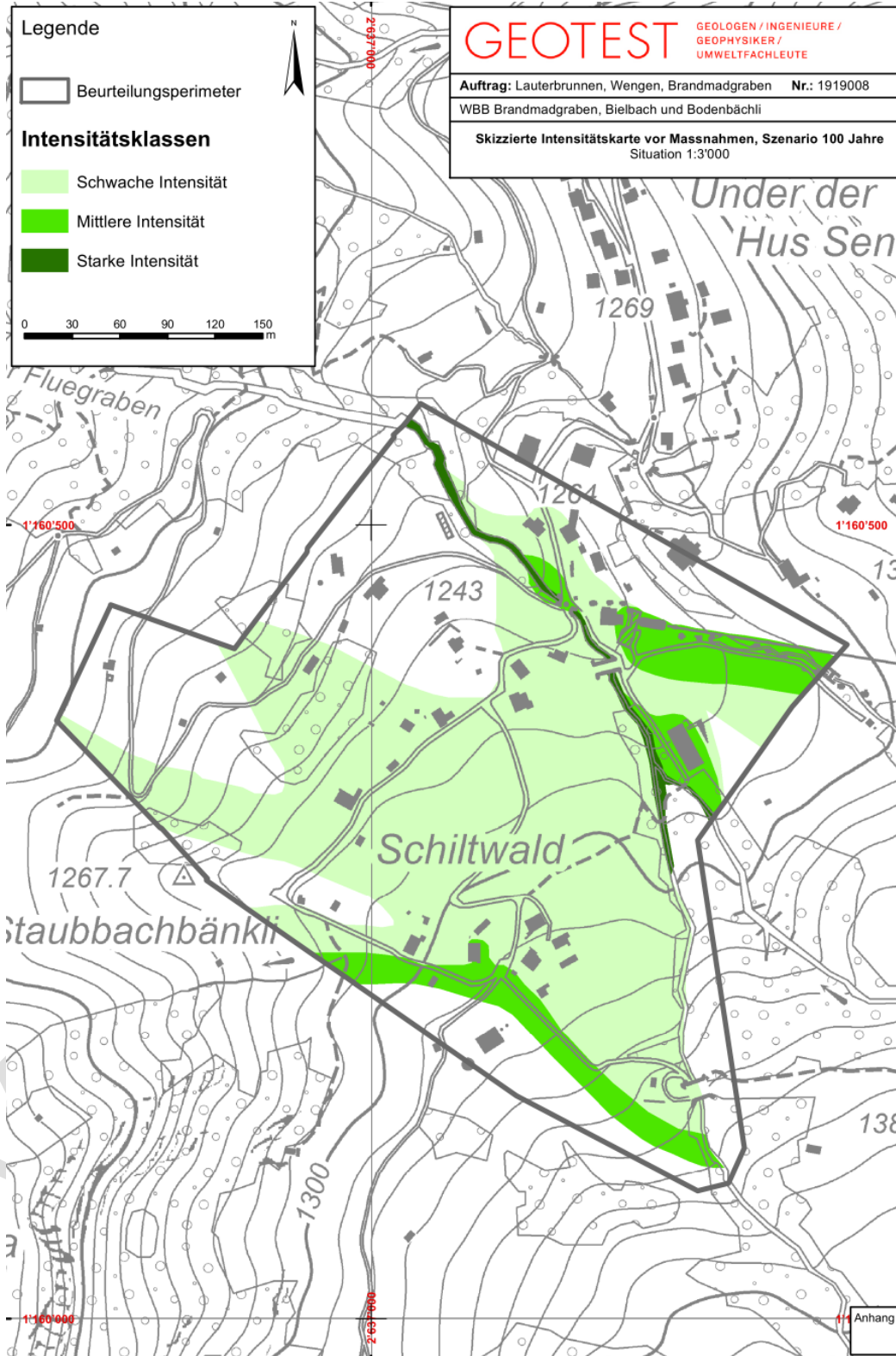
Unterseen, 10.06.2020

111 – 37 ISP Brandmaadgraben

Anhang 1 / Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen, Szenario 30 Jahre

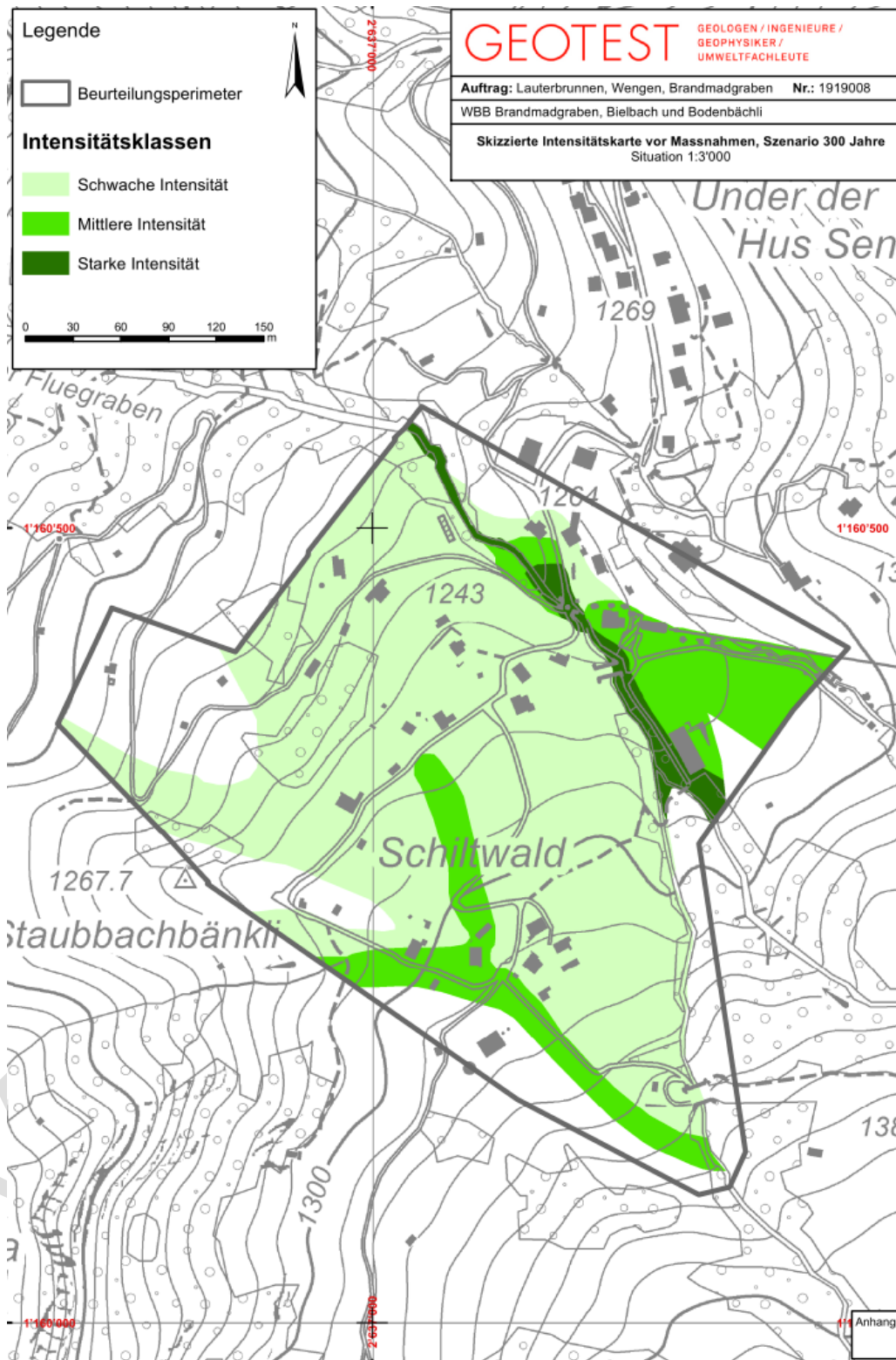


Anhang 2 / Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen, Szenario 100 Jahre

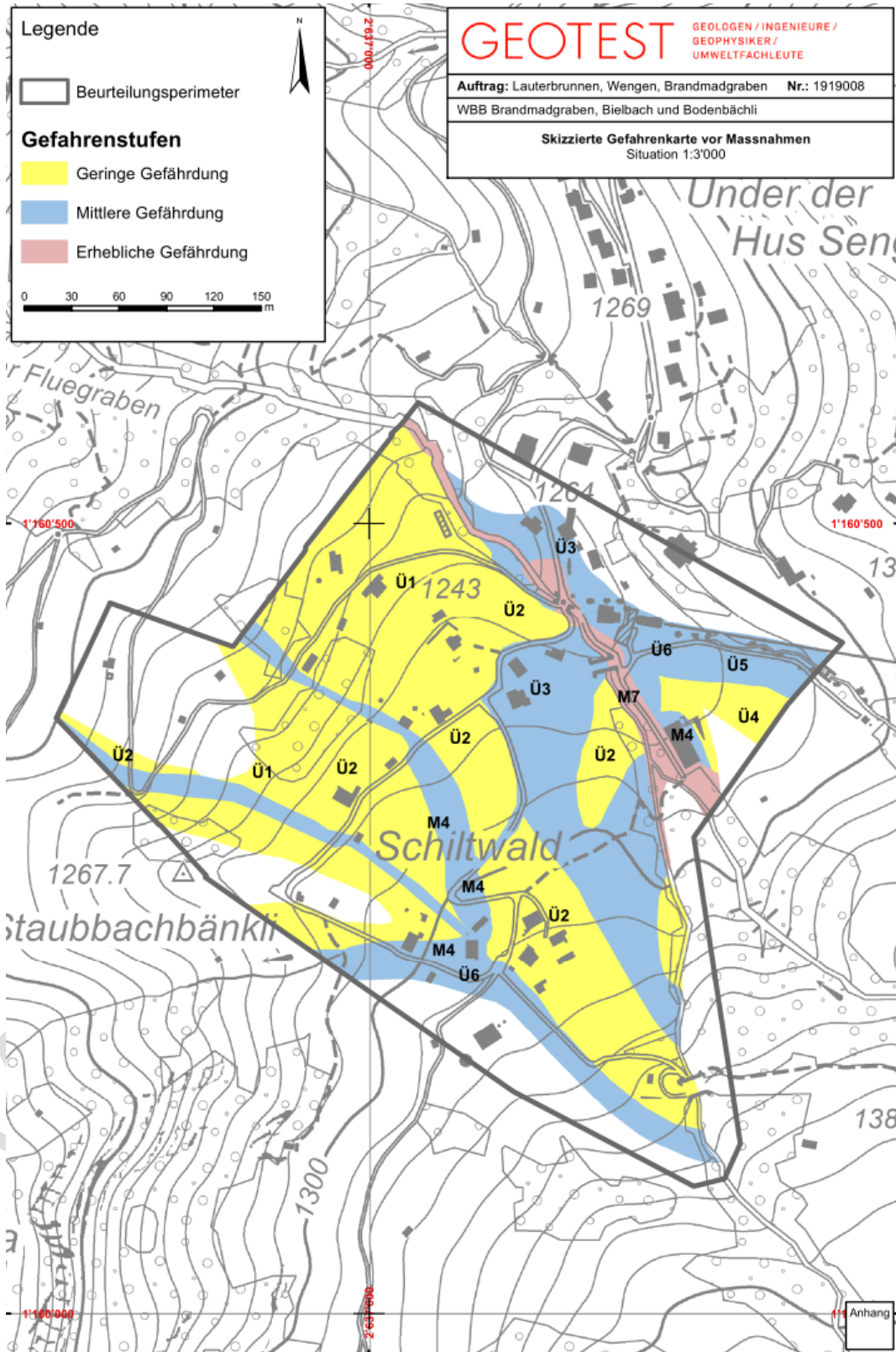




Anhang 3 / Skizzierte Intensitätskarte vor Massnahmen, Szenario 300 Jahre

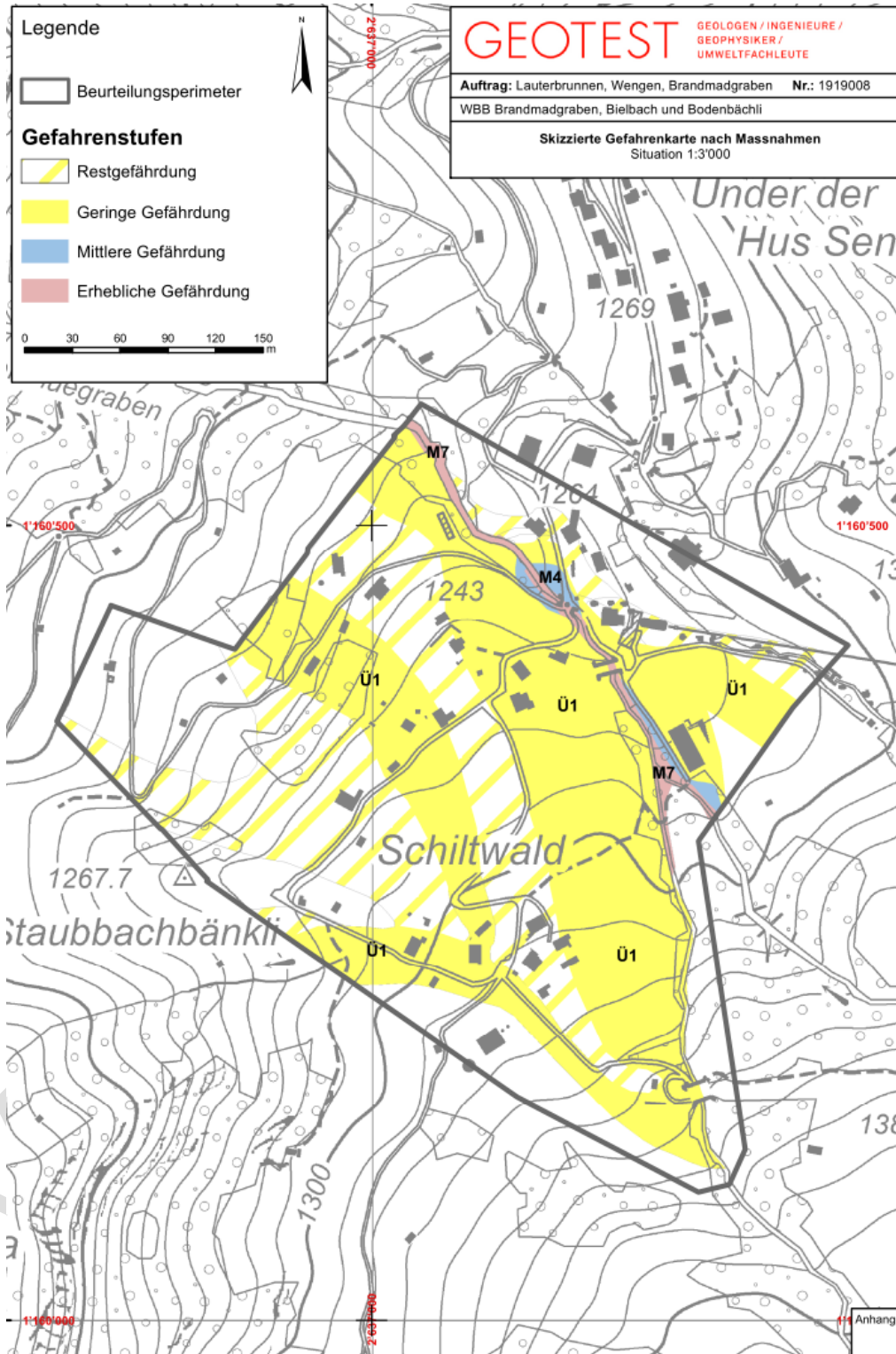


Anhang 4 / Skizzierte Gefahrenkarte vor Massnahmen

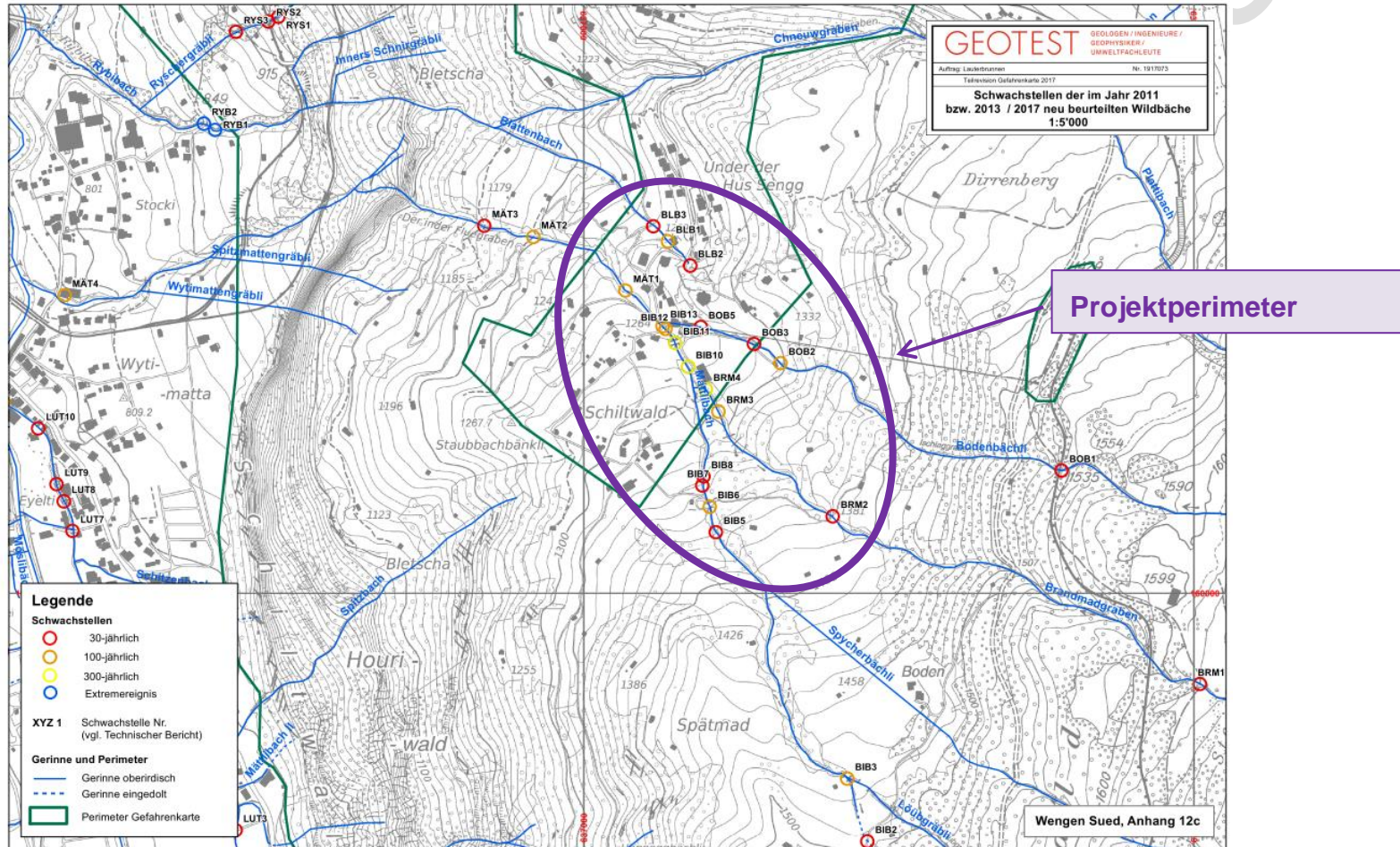




## Anhang 5 / Skizzierte Gefahrenkarte nach Massnahmen

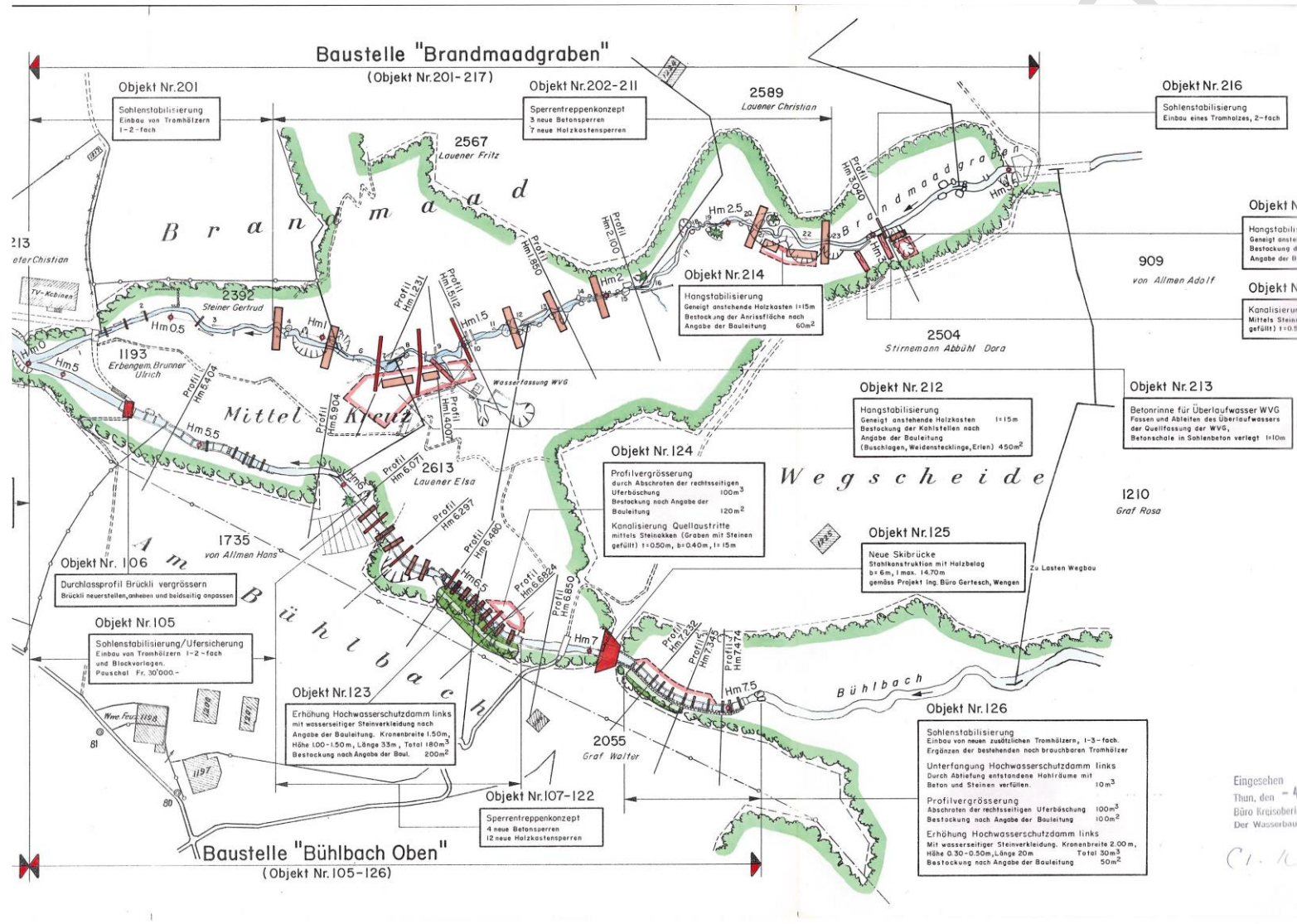


# Anhang 6 / Schwachstellenanalyse, Geotest 2017





# Anhang 7 / Ausschnitt Projekt II / 1983 Verbauung der Wildbäche



## Anhang 8 / Grundeigentümerliste

Bauwerk	GBB	Anrede	Vorname	Name	Adresse	PLZ	Ort
Sammler	926	Frau	Monika	Ponti-Müller	Auf dem Melk 1180	3823	Wengen
Sammler und Zufahrt	5825	Einwohnergemeinde Lauterbrunnen	Gemeindehaus Adler		Gsteigermatte 459b	3822	Lauterbrunnen
Zufahrt zu Sammler	1213	Frau	Sonja	Gertsch-Finkbeiner	Im Schloss 1215	3823	Wengen
Zufahrt zu Sammler	1213	Herr	Christoph	Gertsch-Finkbeiner	Im Schloss 1215	3823	Wengen
Anstösser	2843	Einwohnergemeinde Lauterbrunnen	Gemeindehaus Adler		Gsteigermatte 459b	3822	Lauterbrunnen
Sammler und Zufahrt	2392	Verein Internationale Laubhornrennen	Haus Tourist Center		Wengiboden 1349b	3823	Wengen
Dammbauten	1735	Herr	Balthasar	Grossmann-Grossen	Im oberen Schiltwald 1200	3823	Wengen
Holzkasten und Stützkonstruktionen	1689	Genossenschaft Wasserwerk Wengen	p. Adr. Richard	Gassmann	Waldbort 1323d	3823	Wengen
Holzkasten und Stützkonstruktionen	2567	Verein Internationale Laubhornrennen	Haus Tourist Center		Wengiboden 1349b	3823	Wengen
Holzkasten	2589	Verein Internationale Laubhornrennen	Haus Tourist Center		Wengiboden 1349b	3823	Wengen
Weg, welcher nach oben führt	5826	Einwohnergemeinde Lauterbrunnen	Gemeindehaus Adler		Gsteigermatte 459b	3822	Lauterbrunnen
Angrenzend zum HWS Damm	6293	Frau	Marianne	Graf-Sterchi	Oberdorfstrasse 42	3812	Wilderswil
Zufahrt und in Damnnähe	2055	Frau	Marianne	Graf-Sterchi	Oberdorfstrasse 42	3812	Wilderswil

Angrenzend zum Damm (Bachmitte)	2504	Frau	Marianne	Graf-Sterchi	Oberdorfstrasse 42	3812	Wilderswil
HWS Damm	6521	Frau	Marianne	Graf-Sterchi	Oberdorfstrasse 42	3812	Wilderswil
Sammler und Zufahrt	6163	WAB	Dominik	Liener	Harderstrasse 14	3800	Interlaken
Sammler	994	Herr	Markus	Gross	Zelgweg7	3052	Zollikofen
Angrenzend (in Sammlernä- he)	5836	Genossenschaft	Beschneigung Wengen Lauberhorn		Wengiboden		Wengen

Vernehmlassung