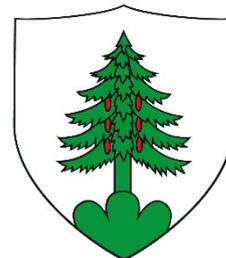


# Gefahrenkarte Walchwil

## Technischer Bericht



### Auftraggeber:

Direktion des Innern  
Amt für Wald und Wild  
Ägerstrasse 56  
6301 Zug

### Projektbearbeitung:

Sarnen, 05. Dezember 2019

**GEOTEST**

GEOLOGEN / INGENIEURE /  
GEOPHYSIKER /  
UMWELTFACHLEUTE



**belop** gmbh

Ingenieure und Naturgefahrenfachleute

Tulpenweg 2  
6060 Sarnen

041 661 02 70  
www.belop.ch

*Titelbild: Hang beim Lauihof mit Hangmurensuren (GEOTEST AG, 13.06.2019)*

## **Impressum**

Projekt: Revision Gefahrenkarte Walchwil

Auftraggeber: Direktion des Innern  
Amt für Wald und Wild  
Ägeristrasse 56  
6301 Zug

Auftragnehmer: belop gmbh / GEOTEST AG  
c/o belop gmbh  
Tulpenweg 2  
6060 Sarnen

Projektnummer: 1902 / 23190070

Projektbearbeitung: Seppi Berwert (PL), Anina Chiapolini, Stefan Tobler

Datum:	Erstellt:	Geprüft:	Ergänzt:
11.11.2019	08.08.2019	Okt. 2019	18.11.2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>1</b>
1.2	<b>Auftrag, Projektorganisation</b> .....	<b>1</b>
1.3	<b>Problemstellung, Zielsetzung</b> .....	<b>2</b>
1.4	<b>Gefahrenkartenperimeter und untersuchte Prozesse</b> .....	<b>2</b>
1.4.1	Untersuchte Prozesse .....	2
1.4.2	Perimeter .....	3
<b>2</b>	<b>BESTEHENDE GEFAHRENBEURTEILUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>WEITERE BERÜCKSICHTIGTE GRUNDLAGEN</b> .....	<b>5</b>
3.1	<b>Realisierte Schutzmassnahmen</b> .....	<b>5</b>
3.2	<b>Ereigniskataster Walchwil</b> .....	<b>5</b>
3.3	<b>Neue Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Massenbewegungen...</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>METHODIK DER GEFAHRENBEURTEILUNG</b> .....	<b>6</b>
4.1	<b>Wasserprozesse</b> .....	<b>6</b>
4.1.1	Hydrologie .....	6
4.1.2	Feldbegehung .....	7
4.1.3	Abflusskapazität .....	7
4.1.4	Szenarienbildung .....	8
4.1.5	Wirkungsbeurteilung.....	10
4.1.6	Berücksichtigung des Klimawandels .....	10
4.2	<b>Sturz- und Rutschprozesse</b> .....	<b>11</b>
4.2.1	Definition Sturzprozesse und Intensitäten .....	11
4.2.2	Definition Rutschprozesse und Intensitäten.....	12
4.2.3	Ereignisanalyse und Feldbegehung .....	15
4.2.4	Wirkungsbeurteilung.....	15
<b>5</b>	<b>WASSERPROZESSE</b> .....	<b>17</b>
5.1	<b>Plausibilisierung bestehende Gefahrenbeurteilung</b> .....	<b>17</b>
5.1.1	Plausibilisierung der definierten Szenarien.....	17
5.1.2	Plausibilisierung der verwendeten Methodik.....	17
5.2	<b>Übernahme bestehende Gefahrenbeurteilung</b> .....	<b>17</b>
5.3	<b>Ergänzungen</b> .....	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>STURZ- UND RUTSCHPROZESSE</b> .....	<b>18</b>
6.1	<b>Plausibilisierung bestehende Gefahrenbeurteilung</b> .....	<b>18</b>
6.1.1	Plausibilisierung der definierten Szenarien.....	18
6.1.2	Plausibilisierung der verwendeten Methodik.....	18
6.2	<b>Übernahme bestehende Gefahrenbeurteilung</b> .....	<b>18</b>

<b>6.3</b>	<b>Ergänzungen .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>ÄNDERUNGEN GEGENÜBER DER URSPRÜNGLICHEN GEFAHRENKARTE .....</b>	<b>19</b>
<b>7.1</b>	<b>Wasserprozesse .....</b>	<b>19</b>
<b>7.2</b>	<b>Sturz- und Rutschprozesse .....</b>	<b>20</b>
7.2.1	Sturzprozesse .....	20
7.2.2	Spontane Rutschprozesse .....	20
7.2.3	Permanente Rutschprozesse .....	21
<b>8</b>	<b>VERIFIZIERUNG GEFAHRENHINWEISKARTE .....</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNG .....</b>	<b>23</b>
<b>9.1</b>	<b>Wasserprozesse .....</b>	<b>23</b>
<b>9.2</b>	<b>Sturz- und Rutschprozesse .....</b>	<b>23</b>
<b>10</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>25</b>
<b>10.1</b>	<b>Faktenblätter .....</b>	<b>25</b>
<b>10.2</b>	<b>Modellierungssoftware Sturzprozesse .....</b>	<b>26</b>
10.2.1	Pauschalgefälle .....	26
10.2.2	2D-Simulationsmodell ROFMOD .....	27
<b>10.3</b>	<b>Modellierungssoftware Rutschprozesse .....</b>	<b>27</b>
<b>10.4</b>	<b>Karte der Phänomene .....</b>	<b>27</b>
<b>10.5</b>	<b>Gefahrenstufen .....</b>	<b>28</b>
	<b>QUELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>30</b>

## **Anhangsverzeichnis**

- Anhang 1     Faktenblätter Wasserprozesse
- Anhang 2     Memo: Berücksichtigung Seehochwasser, Holinger AG 26.06.2019
- Anhang 3     Faktenblätter spontane Rutschprozesse
- Anhang 4     Faktenblatt permanente Rutschprozesse
- Anhang 5     Faktenblätter Sturzprozesse

## **Beilagenverzeichnis**

- Beilage 1.1    Karte der Phänomene Wasserprozesse
- Beilage 1.2    Schwachstellenkarte Wasserprozesse
- Beilage 1.3a   Intensitätskarte Wasserprozesse, 30-jährliches Ereignis
- Beilage 1.3b   Intensitätskarte Wasserprozesse, 100-jährliches Ereignis
- Beilage 1.3c   Intensitätskarte Wasserprozesse, 300-jährliches Ereignis
- Beilage 1.4    Gefahrenkarte Wasserprozesse
- Beilage 1.5    Gefährdungskarte Oberflächenabfluss
- Beilage 2.1    Karte der Phänomene Massenbewegungen
- Beilage 2.2a   Intensitätskarte Rutschprozesse, 30-jährliches Ereignis
- Beilage 2.2b   Intensitätskarte Rutschprozesse, 100-jährliches Ereignis
- Beilage 2.2c   Intensitätskarte Rutschprozesse, 300-jährliches Ereignis
- Beilage 2.2d   Intensitätskarte Rutschprozesse, permanente Rutschungen
- Beilage 2.3    Gefahrenkarte Rutschprozesse
- Beilage 3.1a   Intensitätskarte Sturzprozesse, 30-jährliches Ereignis
- Beilage 3.1b   Intensitätskarte Sturzprozesse, 100-jährliches Ereignis
- Beilage 3.1c   Intensitätskarte Sturzprozesse, 300-jährliches Ereignis
- Beilage 3.2    Gefahrenkarte Sturzprozesse
- Beilage 4     Synoptische Gefahrenkarte
  
- CD            Fotodokumentation der Prozessquellen

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Untersuchte Prozesse in der Überarbeitung der Gefahrenkarte Walchwil, aus [18].....</i>	<i>2</i>
<i>Abbildung 2: Perimeter Revision Gefahrenkarte Walchwil .....</i>	<i>3</i>
<i>Abbildung 3: Kriterien zur Bestimmung der Intensität von permanenten Rutschungen, spontanen Rutschungen und Hangmuren gemäss [2]. .....</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 4: Pauschalgefälle-Modell gemäss [13].....</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 5: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm mit Halbfeldern .....</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 6: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm für brutale Prozesse.....</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 7: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm für Überschwemmung, Ufererosion und Spontanrutschungen sowie permanente Rutschprozesse .....</i>	<i>29</i>

## Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Zusammenstellung der Hochwasserabflüsse pro Prozessquelle .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabelle 2: Koten Seehochwasser .....</i>	<i>7</i>
<i>Tabelle 3: Intensitäten und Schadenwirkungen bei Sturzprozessen gemäss [2] .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabelle 4: Intensitäten und Schadenwirkungen bei permanenten Rutschungen gemäss [2] .....</i>	<i>12</i>
<i>Tabelle 5: Intensitäten und Schadenwirkungen bei spontanen Rutschungen / Hangmuren gemäss [2]..</i>	<i>13</i>
<i>Tabelle 6: Prozessquellen Spontane Rutschprozesse .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabelle 7: Prozessquellen Permanente Rutschprozesse .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabelle 8: Prozessquellen Sturzprozesse .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabelle 9: Prozessquellen Wasserprozesse .....</i>	<i>25</i>

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Der Kanton Zug sieht vor, in den nächsten Jahren eine Vielzahl der bestehenden Gefahrenkarten überarbeiten zu lassen. Die Gemeinde Walchwil hat in den letzten Jahren an einzelnen Bächen Massnahmen wie Geschiebesammler und neue Durchlässe realisiert. Diese Massnahmen wirken sich positiv auf den Gefahrenprozess Wasser aus.

Hinsichtlich Massenbewegungen (Sturz- und Rutschprozesse) wurden seit der Ersterarbeitung der bestehenden Gefahrenkarten keine massgeblichen Schutzbauten erstellt. Hingegen sind mittlerweile einige Gebiete überbaut worden, was sich unter Umständen auf die Gefährdung auswirken kann.

2019/2020 wird in Walchwil ein Abschnitt der SBB-Bahnstrecke auf Doppelspur ausgebaut und der restliche Bereich saniert. Im Rahmen dieser Arbeiten werden einzelne Bachdurchlässe erneuert. Diese sind in der Gefahrenbeurteilung bereits berücksichtigt obwohl sie zum Zeitpunkt der Bearbeitung noch nicht vollständig erstellt waren. Bei der Beurteilung der Massenbewegungen wird der Ausbau der Bahnlinie nicht berücksichtigt, da erst nach Ende der Bauarbeiten die genauen Auswirkungen auf den Prozessraum und die Gefährdung beurteilt werden können.

Im Rahmen einer Revision sollen diese neuen Rahmenbedingungen aufgearbeitet werden. Zudem müssen die digitalen Geodaten in ein vom Kanton Zug neu eingeführtes Datenmodell überführt werden. Die Dokumentation der Beurteilung hat ausserdem neu pro Prozessquelle mit entsprechenden Faktenblättern zu erfolgen.

## 1.2 Auftrag, Projektorganisation

Die IG belop gmbh/GEOTEST AG wurde im Februar 2019 mit der Überarbeitung der Gefahrenkarte Walchwil beauftragt.

Auftraggeber: Amt für Wald und Wild  
Ägeristrasse 56, 6300 Zug  
Kontaktperson: Nora Kieselbach

Projektverfasser: belop gmbh  
Tulpenweg 2, 6060 Sarnen  
Kontaktperson: Seppi Berwert, Anina Chiapolini  
  
GEOTEST AG  
Grisigenstrasse 6, 6048 Horw  
Kontaktperson: Stefan Tobler, Markus Liniger

### 1.3 Problemstellung, Zielsetzung

Die Überarbeitung der bestehenden Gefahrenkarte verfolgt folgende Ziele:

- Bestehendes plausibilisieren und ggf. übernehmen
- Überholtes aktualisieren
- Fehlendes ergänzen

Die bestehenden Gefahrenkarten werden hinsichtlich der verwendeten Methodik, der getroffenen Annahmen und Beurteilungen plausibilisiert und ggf. direkt übernommen. Die Grundlagen und Resultate wurden in die Faktenblätter übernommen und wo nötig ergänzt.

Massgebend für eine Überarbeitung sind realisierte Schutzbauwerke, erfolgte Ereignisse, die nicht mit den Szenarien der Gefahrenkarte abgedeckt sind und Veränderungen in der Topografie vorwiegend verursacht durch Bautätigkeiten. Zudem wurde bezüglich der Massenbewegung vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) eine neue Vollzugshilfe publiziert, welche es zu berücksichtigen gilt [2].

Bisher nicht beurteilte Schwachstellen oder Szenarien in bereits beurteilten Prozessquellen werden ergänzt. Bisher nicht beurteilte Prozessquellen werden ersterhoben.

### 1.4 Gefahrenkartenperimeter und untersuchte Prozesse

#### 1.4.1 Untersuchte Prozesse

Die Überarbeitung der Gefahrenkarte erfolgt für die drei Hauptprozesse Wasser, Rutschung und Sturz bzw. die in Abbildung 1 hellblau ausgewiesenen Teilprozesse.

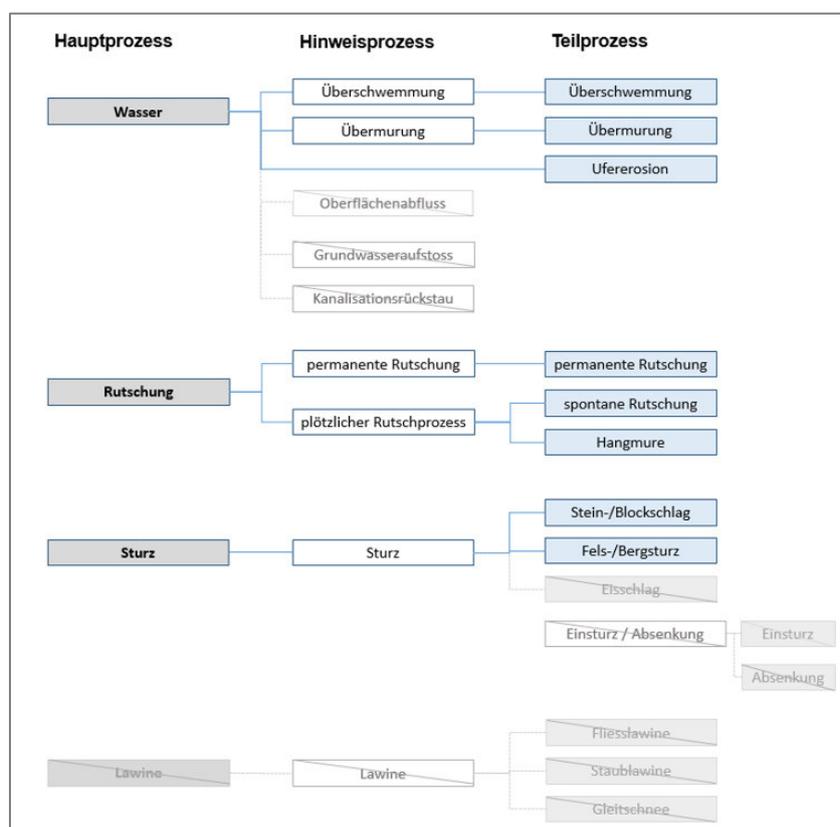


Abbildung 1: Untersuchte Prozesse in der Überarbeitung der Gefahrenkarte Walchwil, aus [18]

## 1.4.2 Perimeter

Der Perimeter für die Revision lehnt sich stark an den Perimeter der bereits bestehenden Naturgefahrenkarte für die Wasserprozesse an. Er umfasst die Bauzonen, die wichtigen Verkehrsträger Kantonsstrasse und SBB Linie sowie das dazugehörige prozessrelevante Einzugsgebiet.

Im Rahmen der Revision waren zwei Teilbereiche neu zu beurteilen: das Gebiet Lienisberg mit der Sportanlage sowie der Grindwäschibach (Wasserprozesse) resp. der Hangbereich Rietach – Gibel (Sturz/Rutsch). In der Abbildung unten ist der Perimeter für die Revision mit schwarz gestrichelter Umhüllung dargestellt. Die beiden blauen umrahmten Flächen des Perimeters sind die Bereiche, welche für alle Prozesse komplett neu beurteilt wurden. Das rot umrahmte Gebiet wurde bezüglich Massenbewegung aus der Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil (Berwert-Lopes / GEOTEST, 2006) übernommen.

Die Beurteilung des Lotenbach im Bereich der SBB und Kantonsstrasse (roter Perimeter unten) sowie die neuen Hochwasserkoten für den Zugersee wurden aus der Revision der Gefahrenkarte Stadt Zug übernommen (Holinger AG 2019).

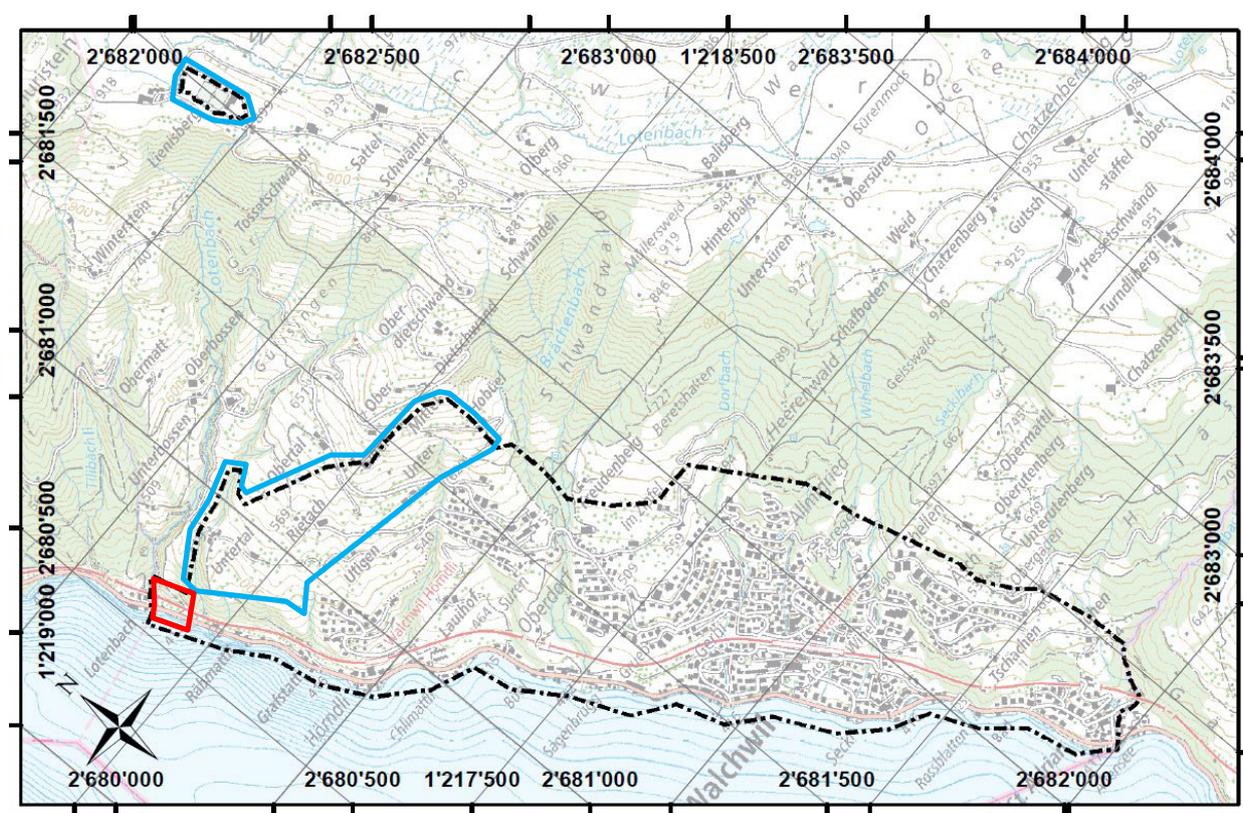


Abbildung 2: Perimeter Revision Gefahrenkarte Walchwil (schwarz gestrichelte Umhüllung, Massstab 1:25'000)

## 2 Bestehende Gefahrenbeurteilung

Auf dem Gemeindegebiet von Walchwil liegen mehrere Dossiers zur Beurteilung der Gefährdung durch Naturprozesse vor. Namentlich sind dies:

1. Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug  
GEOTEST AG, Ausgabe 2003
2. Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil  
Berwert-Lopes / GEOTEST, März 2006
3. Gefahrenkarte Walchwil  
GEOTEST AG / Belop GmbH, Oktober 2005
4. Kantonsforstamt Zug: Ergänzung Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG  
Bericht Nr. L08164.2; 13.02.2008.
5. Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet  
FMB Engineering AG, Februar 2012.
6. Revision Gefahrenkarte Stadt Zug  
Holinger AG, Herbst 2019.
7. Gemeinde Walchwil, Bauvorhaben Grundstück 730, Aktennotiz Nr. 12  
Beurteilung des ausgeführten Felsabtrages des Felsblocks; Dr. Vollenweider AG  
Dokument Nr. 2776.012, 23.05.2017.

Die Gefahrendossiers sind mit Ausnahme der beiden oben letztgenannten Dossiers älter als 10 Jahre. Zudem wurden an einigen der Bäche Massnahmen realisiert. Eine Plausibilisierung und ggf. eine Überarbeitung der bestehenden Gefahrenbeurteilung ist an der Zeit.

Hinsichtlich Massenbewegungen (Sturz- und Rutschprozesse) wurden keine massgeblichen Schutzmassnahmen seit der Erstellung der Erstbeurteilung ausgeführt. Hingegen fanden in mehreren Gebieten Überbauungen statt, wodurch sich die Gefährdung verändern kann.

Hinsichtlich Wasserprozesse wurden seit der Erstellung der Erstbeurteilung verschiedene Durchlässe erneut und einzelne Geschiebesammler erstellt. Die Wirkung dieser neuen Bauwerke soll in der Gefahrenkarte berücksichtigt werden.

### **3 Weitere berücksichtigte Grundlagen**

#### **3.1 Realisierte Schutzmassnahmen**

Die Wirkung der seit der letzten Gefahrenbeurteilung realisierten Schutzbauten an den Fliessgewässern wird gemäss den Projektangaben in der Wirkungsbeurteilung berücksichtigt. Deren Dokumentation (Art des Schutzbauwerks, Zustand und Wirkung) erfolgt in den Faktenblättern.

Unterlagen zu realisierten Schutzbauwerken wurden, wo vorhanden, von der Gemeinde Walchwil bezogen.

Im Weiteren werden Massnahmen an den Gerinnen, welche im Rahmen des Doppelspurausbaus der SBB ausgeführt werden, berücksichtigt. Diese werden im Jahr 2019/2020 realisiert, weshalb die Wirkung der Massnahmen aufgrund der Planunterlagen seitens SBB beurteilt wurde. Die betrifft die Gerinne Spiherbächli, Grafstatt, Runse Räbmattli und Runse Uttigen

#### **3.2 Ereigniskataster Walchwil**

Das Amt für Wald und Wild stellte für diese Revision den gültigen Ereigniskataster zur Verfügung. Diese Excel-Liste beinhaltet Ereignisse bis ins Jahr 2011, welche auch als georeferenzierter Datensatz erfasst sind. Für das Gemeindegebiet Walchwil sind insgesamt 66 Ereignisse (Wasserprozesse, Sturzprozesse, Rutschprozesse) dokumentiert.

Zudem wurde seitens Gebäudeversicherung des Kantons Zug ein Schadenkatalog zur Verfügung gestellt.

Während der Ersterarbeitung der Gefahrenkarte Walchwil wurde auch der Ereigniskataster der SBB beigezogen.

Die Daten aus dem kantonalen Ereigniskataster, aus dem Schadenkatalog der Gebäudeversicherung sowie der SBB (Ersterarbeitung) wurden für die Revision berücksichtigt. Eine Auflistung der relevanten Ereignisse pro Prozessquelle erfolgt in den einzelnen prozessspezifischen Faktenblättern.

#### **3.3 Neue Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Massenbewegungen**

Seit dem Jahr 2016 liegt eine neue, vereinheitlichte Vollzugshilfe des Bundesamtes für Umwelt BAFU für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren vor [2].

Diese ersetzt die bis Dato verwendete Empfehlung aus dem Jahr 1997 des damaligen Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL [4]. Gleichzeitig ersetzt sie auch den bis Dato verwendete Entwurf der Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren AGN aus dem Jahr 2004 zur Gefahreinstufung von Rutschungen im weiteren Sinne [1], lehnt aber fachlich stark an diesen an.

Die vorliegende Revision der Massenbewegungsgefahren orientiert sich fachlich an dieser neuen Vollzugshilfe des BAFU.

## 4 Methodik der Gefahrenbeurteilung

### 4.1 Wasserprozesse

#### 4.1.1 Hydrologie

##### 4.1.1.1 Fliessgewässer

Für die Prozessquellen der bestehenden Gefahrenkarten wird die Hydrologie plausibilisiert und grösstenteils übernommen. Dabei wurden die Werte für die Hochwasserabschätzung eines 30-jährlichen Ereignis (HQ<sub>30</sub>) und eines 100-jährlichen Hochwasserereignis (HQ<sub>100</sub>) übernommen. Die bisherigen Werte für ein 300-jährliches Ereignis (HQ<sub>300</sub>) liegen sehr hoch und werden neu als Extremhochwasser (EHQ) eingestuft. Mittels der ersten Extremalverteilung (Gumbelverteilung) wurden neue HQ<sub>300</sub>-Werte extrapoliert. Bei der Ersterarbeitung im Jahr 2004 wurde wie damals üblich kein EHQ ausgeschieden, sondern das 300-jährliche Hochwasserereignis als Maximalszenario betrachtet. Die Methodik, die damals zur Festlegung der Hochwasserabflüsse für HQ<sub>300</sub> verwendet wurden (HAKESCH), entspricht heute jenen für das EHQ.

Für den Grindwäschibach und das Tschachenbächli wurde die Hydrologie neu berechnet, da diese Bäche bisher nicht in der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt wurden. Da die beiden Einzugsgebiete kleiner als 0.5 km<sup>2</sup> sind, wurde ein einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll [4] verwendet. Die dazu notwendigen Niederschlagsintensitäten wurden aus den Starkniederschlagsdaten nach Zeller et al. sowie HADES 2.4 entnommen.

Die Hydrologie des Lotenbach wurde aus der überarbeiteten Gefahrenkarte Stadt Zug [6] übernommen und anhand der Einzugsgebietsgrösse für den Bereich Lienisberg reduziert.

In der Tabelle 1 sind die für die Beurteilung verwendeten Hochwasserabflüsse pro Prozessquelle aufgelistet.

**Tabelle 1: Zusammenstellung der Hochwasserabflüsse pro Prozessquelle**

Prozessquelle	HQ <sub>30</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]	HQ <sub>300</sub> [m <sup>3</sup> /s]	EHQ [m <sup>3</sup> /s]
Lothenbach (Sportplatz Lienisberg, 3.96 km <sup>2</sup> )	13.3	17.3	23.0	26.5
Lothenbach (SBB, 4.34 km <sup>2</sup> )	14.6	19.0	25.3	29.0
Grindwäschibach (0.42 km <sup>2</sup> )	3.0	5.0	7.0	9.0
Spiherbächli (0.035 km <sup>2</sup> )	0.3	0.5	0.7	1.0
Runse Räämattli (0.016 km <sup>2</sup> )	0.15	0.25	0.35	0.6
Gerinne Grafstatt (0.08 km <sup>2</sup> )	0.7	1.1	1.4	1.7
Runse Uttigen (0.04 km <sup>2</sup> )	0.35	0.55	0.7	0.9
Hörndlibach (0.28 km <sup>2</sup> )	2.0	3.5	5.5	7.0
Sagenbach (0.75 km <sup>2</sup> )	7.5	10.5	12.5	15.0
Dorfbach (0.46 km <sup>2</sup> )	3.0	5.5	7.5	10.0
Geissbächli (0.18 km <sup>2</sup> )	1.0	2.0	3.0	4.0
Wihelbach (0.38 km <sup>2</sup> )	2.5	5.0	7.0	9.0
Seckibach (0.66 km <sup>2</sup> )	6.5	9.5	12.0	15.0
Tschachen-/Rossblattenbächli (0.033 km <sup>2</sup> )	0.3	0.5	0.7	1.0
Rufibach (4.46 km <sup>2</sup> )	25 - 27	40 - 48	60 - 66	85

#### 4.1.1.2 Seehochwasser

Für die bestehenden Gefahrenbeurteilungen rund um den Zugersee wurden in der Vergangenheit keine einheitlichen Koten für Seehochstände festgelegt. Die bisher verwendeten Koten divergieren teilweise recht stark (bis 0.2 m). Für die vorliegende Gefahrenbeurteilung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Eine Gleichzeitigkeit von Seehochwasser und Abflussspitze in den Fliessgewässern wird als unplausibel betrachtet und für die Wiederkehrperioden 30 bis 300 Jahren nicht berücksichtigt.
- Bei den Bächen Rufibach, Wihelbach, Sagenbach wird bei grösseren Ereignissen von einer rückschreitenden Verlandung aufgrund des Seepegels ausgegangen.
- Die relevanten Koten sind in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich. Sie berücksichtigen bisherige Seehochstände sowie Wellenbildungen. Detaillierte Informationen zu den Grundlagen und der Berücksichtigung des Seehochwassers werden im Memo vom 20.03.2019 [14] und Anhang 2 beschrieben.

Tabelle 2: Koten Seehochwasser

Ereignis	Kote [m ü. M.]
HQ <sub>30</sub>	414.60
HQ <sub>100</sub>	414.70
HQ <sub>300</sub>	414.80
EHQ	415.00

#### 4.1.2 Feldbegehung

Jede Prozessquelle wird im Feld begangen und die relevanten Gerinneabschnitte begutachtet. An potenziellen Schwachstellen wird ein Querprofil eingemessen und die massgeblichen Parameter zur Gerinnegrösse und zur Sohlenneigung aufgenommen. Bei der Feldbegehung werden zudem die Szenarien Schwemmholzpotential / Verklausung, Geschiebeauflandung sowie die Zuverlässigkeit der Schutzbauwerke und deren Auswirkung auf den Prozess gutachterlich beurteilt. Direkt im Feld erfolgen auch erste Überlegungen und Dokumentationen zu den möglichen Fliesswegen bei Ausuferungen an einer Schwachstelle.

#### 4.1.3 Abflusskapazität

Die Abflusskapazität wird auf Grundlage der bei der Feldbegehung aufgenommenen oder in bestehenden Projektunterlagen vorhandenen Querprofilen berechnet. Dabei wird ein Ansatz nach Strickler verwendet, wobei der Rauigkeitsbeiwert soweit angepasst wird, dass in den steileren Gerinne trotzdem realistische Fliessgeschwindigkeiten von 2 bis max. 4 m/s resultieren. Die resultierenden Kapazitäten verstehen sich als Maximalabflüsse (Reinwasser) unter der Berücksichtigung eines Freibords nach der Methode der KOHS [8].

Bei Rohrdurchlässen wird kein Freibord nach KOHS berücksichtigt, sondern mit einer Teilfüllung von 50% gerechnet. Bei Geschiebeauflandungen oder Verklausungen nimmt die Kapazität ab. Dies wurde bei der Szenarienbildung berücksichtigt.

#### 4.1.4 Szenarienbildung

Bei Hochwasserereignissen treten neben den hohen Abflussmengen häufig zusätzlich Prozesse auf, welche die tatsächliche Abflusskapazität gegenüber der rein hydraulischen Kapazität verringern. Zudem muss berücksichtigt werden, dass sich Schutzbauwerke unter Umständen nicht wie geplant auf den Prozess auswirken und diesen teilweise nicht oder sogar negativ beeinflussen können. Bei der Identifikation von Schwachstellen und den Berechnungen der jeweiligen Austrittswassermengen müssen diese Szenarien berücksichtigt werden.

##### 4.1.4.1 Schwemmholz

Bei bewaldeten Gerinnen besteht die Gefahr, dass durch Seitenerosion oder Runsen grössere Bäume sowie in Gerinnenähe liegendes Totholz ins Gewässer eingetragen und im Hochwasserereignis verfrachtet werden kann. Bei Engstellen oder Durchlässen kann sich das transportierte Schwemmholz verfangen und zu einer Teil- oder sogar zu einer Vollverklauung führen. Folgende Aspekte werden beurteilt:

- Schwemmholzpotalential: Je Prozessquelle wird beurteilt, ob potenziell Schwemmholz ins Gerinne eingetragen werden kann. Die Abschätzung erfolgt gutachterlich und berücksichtigt direkten Eintrag sowie indirekten Eintrag aus Hängen und bereits vorhandenes Totholz.
- Verklauung: Die durch Verklauung entstehende prozentuale Kapazitätsreduktion an Durchlässen wird basierend auf Erfahrungswerten je nach Wahrscheinlichkeit des Ereignisses in Abhängigkeit der Grösse und Ausgestaltung der Durchlässe bestimmt.

Schwachstellen mit Verklauungen werden in den Faktenblättern der entsprechenden Prozessquellen dokumentiert.

##### 4.1.4.2 Geschiebe

Während Hochwasserereignissen können in unverbauten und steilen Gerinneabschnitten durch Sohlen- und Seitenerosion grosse Geschiebevolumina mobilisiert und verfrachtet werden. In Abschnitten mit geringerer Neigung oder an Engstellen sinkt die Transportkapazität und es kann zu Ablagerungen des Geschiebes und zu Auflandungen im Gerinnebett kommen. Dadurch wird der Abflussquerschnitt reduziert, was zu einer Verschärfung der Hochwassersituation bzw. zu Wasseraustritten führen kann.

Bei der Gefahrenbeurteilung werden hinsichtlich des Geschiebes folgende Punkte beurteilt:

- Geschiebefracht: Im Rahmen der Feldbegehung werden die Gerinneabschnitte hinsichtlich Geschiebepotentials betrachtet. Anhand der Methode Lehmann [22] wird anschliessend für die relevanten Schwachstellen eine Geschiebefracht pro Jährlichkeit bestimmt. Dabei werden Ablagerungen auch ausserhalb des Perimeters berücksichtigt. Bestehende Schutzbauwerke wie Geschiebesammler und Sperren fliessen in die Beurteilung ein.
- Geschiebetransportkapazität: Die Transportkapazität der Gerinne wird hinsichtlich möglicher Auflandungstendenzen im Feld gutachterlich beurteilt. Die resultierende Reduktion des Abflussquerschnitts wird ebenfalls gutachterlich festgelegt und bei der Berechnung der Gerinnekapazität als verminderter Abflussquerschnitt berücksichtigt.

Um die Geschiebefracht zu bestimmen ist relevant festzulegen, welche Form von Geschiebetransport vorherrscht. Gemäss Gefahrenhinweiskarte sind etliche Bachläufe murfähig. Aufgrund der Feldbegehung wird dies jedoch als nicht realistisch beurteilt. Die

Steilheit der Bäche würde zwar Murgänge begünstigen, jedoch fehlt aufgrund des oftmals anstehenden Felsen das Feststoffpotential, weshalb eher keine Murgänge entstehen.

Schwachstellen mit Geschiebeauflandungen werden in den Faktenblättern der entsprechenden Prozessquellen dokumentiert.

#### 4.1.4.3 Ufererosion

Ufererosion ist ein Unterprozess, welcher auf mehrere Arten eine Gefährdung darstellt:

- Der Böschungsbereich wird abgetragen. Infrastrukturanlagen, welche sich in der Nähe befinden, können dadurch direkt geschädigt oder im Extremfall sogar zerstört werden.
- Durch die Erosion der Böschung gelangt Geschiebe sowie Schwemmholtz ins Gerinne. Dieses wird im Ereignisfall verfrachtet und kann zu Auflandungen und Verklausungen führen.

Grundsätzlich ist Ufererosion an allen unverbauten oder ungenügend gesicherten Uferbereichen möglich. Massgebliche Faktoren sind dabei die hydraulische Belastung, der Böschungsaufbau sowie die Art und Ausprägung des allfälligen Bewuchses. In Kurven ist zudem die Belastung am kurvenaussenseitigen Prallhang deutlich erhöht.

Die Beurteilung des Gefahrenprozesses Seitenerosion erfolgt gutachterlich im Feld. Aufgrund der Steilheit der Bäche ist nicht mit einer ausgeprägten Seitenerosion im Sinne einer Gerinneverlagerung zu rechnen. Die Erosion der Bacheinhänge und Böschungen wird nicht separat als Ufererosion ausgeschieden, sondern durch einen etwas breiteren Prozessraum in den Karten dargestellt.

#### 4.1.4.4 Freibord

Gemäss Pflichtenheft des Kantons Zug ist das Freibord nach der von der KOHS vorgeschlagenen Methode [8] zu berücksichtigen. Das notwendige Freibord wird im Faktenblatt pro Schwachstelle angegeben. Entsprechend der Empfehlung der KOHS wird ein minimales Freibord von 0.3 m berücksichtigt. Ein Ausbruch aus dem Gerinne wird jedoch bei einer Verletzung der Freibordkriterien nicht automatisch angenommen. Erst wenn tatsächlich ein Überströmen des Gerinnes eintritt, wird dies als Ausbruch in der Beurteilung berücksichtigt.

#### 4.1.4.5 Funktion von Schutzbauwerken

Bestehende Schutzbauwerke werden in den Faktenblättern dokumentiert und deren Zustand und Zuverlässigkeit gemäss Grobbeurteilung PROTECT beurteilt [21]. Basierend auf dem Zustand der Schutzmassnahmen wird entschieden, ob das Bauwerk bei der Beurteilung berücksichtigt wird oder nicht. Zudem wird auch entschieden, ob das Bauwerk allenfalls bei gewissen Jährlichkeiten sogar negative Auswirkungen z. B. infolge Versagens haben kann.

#### 4.1.4.6 Oberflächenabfluss

Bei Starkniederschlägen ist ein Abfluss von Wasser auf dem Gelände möglich, ohne dass ein Bach über die Ufer getreten ist. Dieser Prozess wird als Oberflächenabfluss bezeichnet und wird in der Gefahrenkarte Wasser nicht berücksichtigt. Das BAFU hat 2018 jedoch eine landesweite Ausscheidung des Oberflächenabflusses auf Stufe Gefahrenhinweiskarte veröffentlicht und auf [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch) aufgeschaltet. Ein Ausschnitt dieser Karte für die Gemeinde Walchwil ist in Beilage 1.5 zu finden.

#### 4.1.5 Wirkungsbeurteilung

Nach der Definition der Szenarien und der darauffolgenden Festlegung der Schwachstellen und deren Austrittswassermengen folgt die Wirkungsbeurteilung. Dabei gibt es zwei angewandte Methoden.

- Gefahrenkarte vorhanden: Bei bereits berücksichtigten Schwachstellen wurden die Fliesswege im Feld überprüft, plausibilisiert und von der bestehenden Gefahrenkarte übernommen. Dabei wurden die Flächen den neuen und genaueren Daten der amtlichen Vermessung (AV) angepasst und ins neue Datenmodell übernommen.
- Falls keine Gefahrenkarte vorhanden ist, werden die Überflutungsflächen gutachterlich anhand von Fliesswegen im Feld sowie über Höhenmodell-Analysen bestimmt. Die Intensitäten werden über Normalabflussrechnung festgelegt.

Für den Zugersee wurden anhand der Höhenkoten die betroffenen Flächen festgelegt. Da das Ufer relativ steil ist, wurde zugunsten der Lesbarkeit der Gefahrenkarte auf eine Ausscheidung der Grenze mittlerer zu schwacher Intensität für jede Jährlichkeit verzichtet und nur die mittlere Intensität für ein  $HQ_{300}$  eingezeichnet.

Die Intensitätskarten werden im Feld plausibilisiert und wo nötig generalisiert. Durch die Generalisierung soll ein im Massstab 1:5'000 gut lesbares Resultat ohne Kleinst- bzw. sehr schmalen Polygonen erreicht werden.

#### 4.1.6 Berücksichtigung des Klimawandels

Bei der Berechnung der Hydrologie sowie der Bildung der Szenarien werden die Auswirkungen des Klimawandels aufgrund der bestehenden Unsicherheiten nicht berücksichtigt, da die genauen Auswirkungen unbekannt sind.

## 4.2 Sturz- und Rutschprozesse

### 4.2.1 Definition Sturzprozesse und Intensitäten

Für den vorliegenden Auftrag wurden die Prozesse Stein- und Blockschlag beurteilt; Felssturz oder Bergstürze treten im Beurteilungssperimeter nicht auf.

Als Steinschlag bzw. Blockschlag wird das Herabstürzen oder Herunterrollen von Steinen (durchschnittl. Kantenlänge < 0.5m) und/oder Blöcken (durchschnittl. Kantenlänge > 0.5m) bezeichnet.

- Primärer Stein-/Blockschlag erfolgt aus dem anstehenden Fels. Bedingt durch Verwitterung und Erosion lockert sich das Felsgefüge, Stein- und Blockmaterial kann ab- oder ausbrechen und abstürzen.
- Als Sekundärstein-/Blockschlag wird die Remobilisierung bereits früher abgelagerten Materials bezeichnet. Ursachen können z.B. die Lockerung des Untergrundes (z.B. durch Auswaschung oder Entwurzelung von Bäumen, Rutschungen etc.), der Treffer eines herabstürzenden Blockes oder Lawinen (Mitreissen von Blöcken) sein.

Tabelle 3: Intensitäten und Schadenwirkungen bei Sturzprozessen. Richtwerte gemäss [2]

Schwache Intensität	Mittlere Intensität	Starke Intensität
E < 30 kJ	30 < E < 300 kJ	E > 300 kJ
Löcher im Mauerwerk können entstehen. Menschen und Tiere sind innerhalb von Gebäuden in der Regel kaum gefährdet (rechnerischer Nachweis erforderlich).	Je nach Baubeschaffenheit der Wände grössere Schäden möglich, ohne Beeinträchtigung der Gebäudestabilität (falls richtig konzipiert und entsprechend geprüft). Türen werden stark beschädigt oder zerstört. Menschen und Tiere sind in Gebäuden gefährdet. Die Schäden beeinträchtigen die Wohnqualität. Reparaturen sind im Allgemeinen mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar. Die Ablagerung von Sturzmaterial kann den Aufstau kleiner Bäche zur Folge haben. Strassen und oberirdische Leitungen können beschädigt und kurzfristig unterbrochen werden.	Der Aufprall von Steinen und Blöcken führt zu erheblichen Schäden. Grosse Risse in Gebäudeteilen und Löcher im Mauerwerk oder Dach können einen teilweisen oder totalen Einsturz zur Folge haben. Menschen und Tiere sind stark gefährdet, auch innerhalb von Gebäuden. Bei Einsturz besteht Lebensgefahr. Reparaturen sind nur mit grossem Aufwand zu realisieren. Oft sind strukturelle Schäden so gross, dass eine Evakuierung und die Zerstörung des Gebäudes nicht abzuwenden sind. Durch die Ablagerung kann es zum Rückstau von Wasserläufen (Ausbruchgefahr) kommen. Oberirdische Infrastrukturanlagen können stark beschädigt und unterbrochen werden (z.B. Strassen, Stromleitungen).

## 4.2.2 Definition Rutschprozesse und Intensitäten

Rutschungen sind hangabwärts gerichtete, gleitende Bewegungen von Hangteilen aus Fest- und / oder Lockergestein (sowie Bodenmaterial). Sie sind das Ergebnis eines Scherbruches und treten im Allgemeinen an mässig geneigten bis steilen Böschungen und Hängen auf. Bei Rutschungen spielt das Wasser meist eine wichtige Rolle, sei es durch die Wirkung von Porenwasserdrücken, von Sickerströmungen oder von Quelldrücken infolge des Quellens von Tonmineralien. Die nachfolgend erläuterten Definitionen von verschiedenen Formen von Rutschungen gehen teilweise fließend ineinander über oder sind einander überlagert.

Klassifikation nach der Form der Gleitfläche:

- Rotationsrutschungen: Die Gleitfläche ist kreisförmig und fällt in der Ausbruchsnische nahezu vertikal ein.
- In Translationsrutschungen gleiten Schichten oder Schichtpakete auf einer bestehenden Schwächezone (oft Schicht-, Schieferungs-, Kluft- oder Bruchflächen).

Klassifikation nach der Tiefe der Gleitfläche (in m unter Terrain):

- 0 – 2 m flachgründig
- 2 – 10 m mittelgründig
- > 10 m tiefgründig

Klassifikation nach der Aktivität (entspricht der über einen längeren Zeitraum feststellbaren, durchschnittlichen Rutschungsgeschwindigkeit in cm pro Jahr):

- 0 – 2 cm substabil, sehr langsam
- 2 – 10 cm wenig aktiv, langsam
- > 10 cm aktiv (oder langsam mit schnellen Phasen)

**Permanente Rutschungen:** Gemäss präzisierter Betrachtungsweise gegenüber den Bundesvorgaben ist die Aktivität oder besser die Aktivierungsmöglichkeit infolge spezieller Niederschlagsereignisse von Bedeutung. Permanente Rutschungen laufen langsam, kontinuierlich und nicht bruchhaft ab. Hingegen können differentielle Bewegungsmuster und tiefliegende Gleitflächen zu einer Verschärfung, bzw. zu einer Rückstufung der Intensitäten führen (vgl. Abbildung 3). Der Gesteinsverband bleibt erhalten.

Tabelle 4: Intensitäten und Schadenwirkungen bei permanenten Rutschungen. Richtwerte gemäss [2]

Schwache Intensität	Mittlere Intensität	Starke Intensität
$v: \leq 2 \text{ cm / Jahr}$	$2 \text{ cm / Jahr} < v < 10 \text{ cm / Jahr}$	1) $v > 10 \text{ cm / Jahr}$ 2) hohe Differentialbewegungen 3) hohe maximale Rutschgeschwindigkeitsänderung
Geringe Terrainbewegungen führen zu leichten Schäden (kleine Risse, Schäden am Verputz). Die Gebäudestabilität ist in keiner Weise beeinträchtigt. Grössere, steife Bauten sind im Allgemeinen nicht betroffen. Menschen und Tiere sind nicht gefährdet. An Strassen können geringfügige Schäden auftreten.	Terrainbewegungen verursachen Risse in Mauern, nicht jedoch an strukturellen Elementen, welche die Gebäudestabilität gewährleisten. Die Dichtigkeit von Fugen und die Verbindungen zwischen verschiedenen Bauteilen sind beeinträchtigt. Fenster und Türen verkeilen sich.	Starke Terrainveränderungen führen zu erheblichen Differentiellen Bewegungen des Untergrundes und zu einer substantiellen Beeinträchtigung der Gebäudestabilität. Infolge von Rissen in statisch tragenden Gebäudeteilen, Absenkungen und Kippungen ist ein partieller oder totaler Einsturz möglich.

	Menschen und Tiere sind in Gebäuden nicht unmittelbar gefährdet. Die Schäden beeinträchtigen indessen die Wohnqualität. Reparaturen sind im Allgemeinen mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar. Bei Infrastrukturanlagen treten Beeinträchtigungen auf (z.B. Deformation von Strassen sowie von ober- und unterirdischen Leitungen). Drainagen können verstopfen.	Türen und Fenster sind nicht benutzbar. Menschen und Tiere sind in Gebäuden gefährdet. Bei Einsturz besteht Lebensgefahr. Reparaturen sind nur mit grossem Aufwand zu realisieren. Meist sind die strukturellen Schäden indessen so gross, dass eine Evakuierung und die Zerstörung des Gebäudes unausweichlich sind. Infrastrukturanlagen sind stark beeinträchtigt (z.B. unterbrochene Strassen). Es kommt zu Leitungsbrüchen. Ein Rückstau von Wasserläufen ist möglich.
--	--	---

**Spontane Rutschungen** sind bruchhaft, weisen schnelle Phasen auf und ereignen sich witterungsabhängig, wobei der Gesteinsverband stark gestört oder aufgelöst wird. Aus permanenten Rutschungen könne sich spontane Rutschungen ergeben, welche sich wiederum zu Hangmuren und Murgängen entwickeln können.

**Hangmuren** sind eine spezielle Form von spontanen Rutschungen. Sie bilden sich an relativ steilen Hängen mit eher gering durchlässigen Quartärbildungen (Gehängelehm, tonige Moräne usw.). Kennzeichnend ist ein oberflächlich fliessendes Gemisch aus Lockergestein, Boden, Vegetation und Wasser, welches über weite Strecken verfrachtet werden kann. Das Volumen ist im Allgemeinen beschränkt (Grössenordnung bis ca. 20'000 m<sup>3</sup>). Hangmuren ereignen sich in der Regel bei sehr hohem Wassergehalt im Boden, bei Quellaustritten, nach intensiver Schneeschmelze oder nach heftigen oder langandauernden Niederschlägen. Dementsprechend hoch ist der Wasseranteil an der bewegten Masse. Dieser hat auch hohe Prozessgeschwindigkeiten (1 bis 10 m/s) mit entsprechend zerstörerischer Wirkung zur Folge.

**Tabelle 5: Intensitäten und Schadenwirkungen bei spontanen Rutschungen / Hangmuren. Richtwerte gemäss [2]**

Schwache Intensität	Mittlere Intensität	Starke Intensität
M < 0.5 m	0.5 m < M < 2 m h < 1 m	M > 2 m h > 1 m
Praktisch nur im Auslaufbereich von Hangmuren und spontanen Rutschungen durch geringmächtige und abgebremste Schuttmassen oder durch eindringendes Wasser. Geringe Schäden an der Gebäudehülle oder im Inneren. Die Gebäudestabilität ist in keiner Weise beeinträchtigt. Personen und Tiere sind auch im Freien kaum gefährdet.	Trotz der geringen Tiefe sind auslaufende Hangmuren oder sich verflüssigende spontane Rutschungen wegen des mitgeführten Gerölls gefährlich. Der Aufprall von Steinen und Blöcken sowie eindringendes Wasser können Schäden an der Gebäudehülle und im Innern verursachen, ohne jedoch die Gebäudestabilität zu beeinträchtigen. Personen und Tiere im Freien sind gefährdet.	Grosse Verschiebungen im Anrissbereich können zur Zerstörung von Gebäuden führen. Der Aufprall von grossen, mit Wasser durchmischten Geröll-, Schlamm- und Holzmassen auf tragende Gebäudeteile kann zu grossen Schäden am Gebäude führen oder die plötzliche Zerstörung zur Folge haben.

	<p>Die Wohnqualität kann erheblich beeinträchtigt werden. Reparaturen sind im Allgemeinen mit verhältnismässigem Aufwand durchführbar. Die Ablagerung von Geröll, Schlamm und Holz kann eine Beschädigung und Unterbrechung insbesondere von oberirdischen Infrastrukturanlagen (z.B. Strassen) zur Folge haben. Durchlässe, Rohrleitungen und Drainagen können verstopft werden.</p>	<p>Infolge Einsturz- und Überflutungsgefahr sind Menschen und Tiere in Gebäuden stark gefährdet. Reparaturen sind oft mit grossem Aufwand verbunden. Erhebliche Terrainveränderungen mit grossen Erosionsflächen, Geröllablagerungen und Überflutungen führen zur Unterbindung, Beschädigung oder Zerstörung von Infrastrukturen (z.B. Strassen, Leitungen).</p>
--	---	--

Die Vollzugshilfe des BAFU [2] sieht folgende Kriterien zur Bestimmung der Intensität von permanenten Rutschungen, spontanen Rutschungen und Hangmuren vor:

- $v$  = Durchschnittliche (langjährige) Rutschgeschwindigkeit [cm/Jahr]
- $v_{max}$  = Maximale Rutschgeschwindigkeit [cm/Jahr]
- $D$  = Differentialbewegungen innerhalb einer Gebäudenutzungsdauer [cm/10 m]
- $T$  = Tiefe der Gleitfläche, Gründigkeit der Rutschung [m]
- $M$  = Mächtigkeit der mobilisierbaren Masse (potentiell) [m]
- $h$  = Höhe der Ablagerung durch Hangmuren, bzw. Rutschungen (Murganghöhe) [m]

Prozess	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
<b>Sturzprozesse</b>			
- Stein-, Blockschlag	E < 30 kJ	30 kJ < E < 300 kJ	E > 300 kJ
- Felssturz	--	--	E > 300 kJ
- Bergsturz	--	--	E > 300 kJ
<b>Gleitprozesse</b>			
Aktive, kontinuierliche, permanente Rutschungen (auch die Prozesse im Permafrost)	$v \leq 2$ cm/Jahr	2 cm/Jahr < $v < 10$ cm/Jahr	$v > 10$ cm/Jahr
Spontane Rutschungen	$M < 0.5$ m	$0.5 \text{ m} < M < 2 \text{ m}$ $h < 1 \text{ m}$	$M > 2 \text{ m}$ $h > 1 \text{ m}$
<b>Flieprozesse</b>			
Hangmuren	$M < 0.5 \text{ m}$ ; Übersarung (h) im Dezimeterbereich	$0.5 \text{ m} < M < 2 \text{ m}$ $h < 1 \text{ m}$	$M > 2 \text{ m}$ $h > 1 \text{ m}$
<b>Einsturzprozesse, Absenkungen</b> (z. B. Dolinen)	Dolinen potenziell vorhanden oder lösungsanfällige Gesteine	Dolinen vorhanden, nachgewiesen	Dolinen und eine Einsturzgefährdung sind nachgewiesen

Abbildung 3: Kriterien zur Bestimmung der Intensität von permanenten Rutschungen, spontanen Rutschungen und Hangmuren gemäss [2]

Für eine Rückstufung der Intensität von aktiven, permanenten Rutschungen muss die relevante (oberste) Gleitfläche mindestens 30 m unter Boden liegen. Eine Entschärfung (Rückstufung um eine Intensitätsstufe bei  $v \sim \max. 20\text{cm} / \text{Jahr}$ ) kann ausserdem nur dann erfolgen, wenn folgende drei Bedingungen gleichzeitig erfüllt werden:

- a) Grössere, sehr tiefgründige, zusammenhängende Rutschmasse
- b) Phänomenologisch homogene Bereiche ohne höher liegende Sekundärgleitflächen
- c) Mit geodätischen Messungen belegte, zeitlich gleichförmige Bewegungsdynamik

#### 4.2.3 Ereignisanalyse und Feldbegehung

Diese Phase in der Gefahrenbeurteilung dient der Erarbeitung verschiedener Szenarien der Gefahrenprozesse, welche mit den Behörden besprochen und vereinbart werden:

- Beschaffung, Durchsicht und Auswertung bestehender Grundlagen
- Inventar und Auswertung historischer Ereignisse inkl. Befragung von langjährigen Ortskennern
- Geologische, geomorphologische, hydrogeologische, hydrologische, hydraulische Zustandsanalyse / Kartierung
- Karte der Phänomene: Innerhalb des prozessrelevanten Einzugsgebiets (Ausbruch- und Ablagerungsbereich) wird das Gelände soweit möglich begangen. Spuren von Naturprozessen und offensichtliche Gefahrenstellen aus der Kartierung werden dokumentiert und in der Karte der Phänomene festgehalten.
- Inventar und Beurteilung bestehender Schutzmassnahmen (Schutzbauten gegen Sturz- und Rutschprozesse: sind in Walchwil keine vorhanden. Wald: ist in Walchwil vorhanden und wurde berücksichtigt. Wald hat vor allem im Transit- und Ablagerungsbereich eine hemmende Wirkung hinsichtlich Sturzprozessen, in dem Steine und kleine Blöcke durch Baumstämme aufgehalten werden können. Wald kann im Ausbruchbereich z.T. eine fördernde Wirkung hinsichtlich Sturzprozessen haben, da insbesondere bei Windwurf über die Verwurzelung im Untergrund Stein- und Blockschlag ausgelöst werden kann. Über die Verfestigung durch das Wurzelwerk wirkt aber Wald generell auch stabilisierend bezüglich flachgründigen Instabilitäten).
- Formulierung der Grundszenarien

#### 4.2.4 Wirkungsbeurteilung

Basierend auf den verschiedenen Beurteilungsgrundlagen werden in diesem zweiten Schritt Intensität und Wahrscheinlichkeit möglicher Ereignisse (Szenarien) beschrieben.

Pro Szenario werden für eine bestimmte Wiederkehrperiode/Jährlichkeit die Intensität und der Wirkungsraum eines Gefahrenprozesses abgeschätzt.

Es werden die Wiederkehrperioden 1 bis 30 Jahre, 30 bis 100 Jahre, 100 bis 300 Jahre und mehr als 300 Jahre beurteilt. Die Wiederkehrperiode kann verbal wie folgt übersetzt werden:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| • 1- bis 30-jährliches Ereignis:    | häufiges Ereignis                             |
| • 30- bis 100-jährliches Ereignis:  | seltene Ereignis                              |
| • 100- bis 300-jährliches Ereignis: | sehr seltenes Ereignis                        |
| • Mehr als 300-jährlich (EHQ)       | extrem seltenes Ereignis (Extremereignis/EHQ) |

Für **Sturzprozesse** erfolgte die Beurteilung meist anhand eines weiträumig verbreiteten Abschätzmodelles (Pauschalgefälle-Modell; vgl. Abbildung 4), lokal wurde diese Beurteilung mittels numerischen 2D-Simulationen ergänzt (vgl. prozessspezifische Faktenblätter).

Die Beurteilung der Gefährdung durch **spontane Rutschungen und Hangmuren** erfolgte gutachterlich gemäss der Vollzugshilfe des BAFU [2], ebenso wurde auch der Auslaufbereich von Hangmuren gutachterlich beurteilt.

Im Rahmen der Erstbeurteilung wurde eine Hangneigungsanalyse dokumentierter Ereignisse ausgeführt. Diese ergab eine für die vorhandene Geologie typische kritische Hangneigung für Anrisse von spontanen Rutschungen und Hangmuren von rund 22° (vgl. Faktenblätter zu den Prozessquellgebieten spontane Rutschungen und Hangmuren). Dieser Wert wurde im Rahmen dieser Revision ebenfalls berücksichtigt.

Die Beurteilung der Gefährdung durch **permanente Rutschprozesse** erfolgte ebenfalls rein gutachterlich gemäss der Vollzugshilfe des BAFU [2]. Dabei werden vor allem die Geländemorphologie, die Geologie, die Vernässungen und die prozessspezifischen Phänomene gewichtet und berücksichtigt.

## 5 Wasserprozesse

### 5.1 Plausibilisierung bestehende Gefahrenbeurteilung

Die bestehenden Gefahrenkarten wurden hinsichtlich der definierten Szenarien (Hydrologie, Geschiebepotenzial und Schwemmholtzvorkommen), der verwendeten Methodik (Hydraulik) und der Wirkungsbeurteilung plausibilisiert.

#### 5.1.1 Plausibilisierung der definierten Szenarien

Für die Plausibilisierung der in den bestehenden Gefahrenkarten definierten Szenarien wurden eigene Hydrologie-Berechnungen mit HAKESCH resp. einem einfachen Fliesszeitverfahren nach Böll durchgeführt. Die Geschiebefracht wurde aufgrund der Geländebegehung und wo vorhanden Ereignisfrachten neu berechnet und mit den bestehenden Werten verglichen.

#### 5.1.2 Plausibilisierung der verwendeten Methodik

Die bestehenden Gefahrenkarten berücksichtigen in der Bestimmung der Abflusskapazität in den Gerinnen ein Freibord bei den Durchlässen. Die Freibordhöhe wurde für ein  $HQ_{30}$ , ein  $HQ_{100}$  und ein  $HQ_{300}$  definiert und als fixe Grösse in Bezug auf die Durchlassgrösse angewendet (z.B. 20% Freibord bei  $HQ_{30}$  und 40% Freibord bei  $HQ_{100}$  und  $HQ_{300}$ ). Um die Abflusskapazität der Bäche zu berechnen wurden Berechnungen nach Strickler durchgeführt. Das Geschiebetransportvermögen und mögliche Verklausungsszenarien wurden definiert und berücksichtigt. Die Bestimmung der Überflutungswege und -intensitäten wurde gutachterlich aufgrund von Fliesswegen festgelegt. Für die Plausibilisierung der Überflutungsflächen wurden punktuelle Feldbegehungen durchgeführt.

Die in den bestehenden Gefahrenkarten verwendete Methodik wird für alle Prozessquellen als plausibel beurteilt.

### 5.2 Übernahme bestehende Gefahrenbeurteilung

Aufgrund der verwendeten Szenarien und der angewendeten Methodik konnten alle bestehenden Gefahrenkarten, wo keine wesentlichen Änderungen an der Situation erfolgten, übernommen werden.

### 5.3 Ergänzungen

In der Gemeinde Walchwil wurden in den letzten Jahren an einigen Fliessgewässern Massnahmen realisiert resp. befinden sich entlang der Bahnlinie in Realisation. Im Rahmen der Gefahrenkartenrevision wurde die Wirkung dieser Massnahmen auf die Gefahrensituation untersucht und in der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt.

Für einzelne Prozessquellen, für die bereits eine Gefahrenkarte vorliegt, wurden zudem zusätzliche Schwachstellen untersucht und beurteilt. Diese waren in der Erstbeurteilung nicht als Schwachstellen erschienen, sind aber aus heutiger Sicht als solche zu klassieren.

Für die Gewässer in den ergänzten Perimetern erfolgte eine Erstbeurteilung.

## 6 Sturz- und Rutschprozesse

### 6.1 Plausibilisierung bestehende Gefahrenbeurteilung

Die bestehenden Gefahrenkarten wurden hinsichtlich der definierten Szenarien der verwendeten Methodik (gemäss [2]) und der Wirkungsbeurteilung plausibilisiert.

#### 6.1.1 Plausibilisierung der definierten Szenarien

Für die Plausibilisierung und Validierung der in den bestehenden Gefahrenkarten definierten Szenarien erfolgten Übersichtsbegehungen. Die Szenarien in den einzelnen Prozessquellgebieten wurden als plausibel eingestuft.

Die Szenarien sind unverändert in diese Revision eingeflossen und sind in den entsprechenden Faktenblättern zu den einzelnen Prozessquellgebieten dokumentiert.

#### 6.1.2 Plausibilisierung der verwendeten Methodik

Die anlässlich der Ersterarbeitung der Gefahrenkarte Walchwil verwendete Methodik [4] und [1] wurden 2016 durch die neue Vollzugshilfe des BAFU [2] ersetzt. Fachlich beinhaltet diese neue Vollzugshilfe die identischen Ansätze und Kriterien wie die beiden älteren Dokumente.

Daher wird für diese Revision gefolgert, dass die für die Ersterarbeitung der bestehenden Gefahrenkarte verwendete Methodik hinsichtlich Massenbewegung als plausibel beurteilt werden kann.

### 6.2 Übernahme bestehende Gefahrenbeurteilung

Aufgrund der positiven Erkenntnisse aus den plausibilisierten Szenarien und aus der plausibilisierten Methodik, wurde im Rahmen dieser Revision die bestehende Gefahrenbeurteilung praktisch vollständig übernommen.

Lokale Veränderungen und Ergänzungen sind in den Faktenblättern im Detail beschrieben. Ergänzungen sind im folgenden Kapitel 6.3 zusammengefasst, Veränderungen im Kapitel 7.2.

### 6.3 Ergänzungen

Der Perimeter der bestehenden Gefahrenkarte wurde im Rahmen dieser Revision um folgende Bereiche erweitert (siehe Abbildung 2), wo es folglich auch Ergänzungen gab:

- Zusatzperimeter Lienisberg (Sportanlage)
- Zusatzperimeter Gebiet Rietach - Gibel.

Die Erkenntnisse zu diesen Zusatzperimetern sind in den Faktenblättern des jeweiligen Prozessquellgebiets beschrieben.

Der Perimeter wurde zudem im Vergleich zur Ersterarbeitung im Gebiet Lotenbach bei der Kantonsstrasse und der SBB leicht nach Norden erweitert. Hier wurden die Information aus der bereits bestehende Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil (2006; vgl. Kapitel 1.4.2) validiert und übernommen. Die Erkenntnisse zu diesen zusätzlichen Bereichen sind in den Faktenblättern des jeweiligen Prozessquellgebiets beschrieben.

## 7 Änderungen gegenüber der ursprünglichen Gefahrenkarte

### 7.1 Wasserprozesse

Die Veränderungen von Gefahrengebieten, welche sich im Rahmen der Revision ergaben, sind in der folgenden Liste textlich zusammengefasst:

**1215 Lotenbach:** Erstbeurteilung; dieses Gerinne war bisher nicht in der Gefahrenkarte enthalten.

**1289 Grindwäschibach:** Erstbeurteilung; dieses Gerinne war bisher nicht in der Gefahrenkarte enthalten.

**1297 Spiherbächli:** Der Ausbruch am oberen Waldrand wird nicht mehr in der Gefahrenkarte aufgeführt, da von oben kein offenes Gerinne kommt. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass trotzdem Wasser dem Weg entlang fließen kann, dieses wird aber als Oberflächenabfluss klassiert. Zudem ist die Eindolung bei der Hauszufahrt neu grösser und daher ein Ausbruch seltener.

**Runse Räämmattli:** Bei sehr seltenen Ereignissen ist ein Ausbruch von Wasser auf die SBB-Linie nicht auszuschliessen. Dies war bisher nicht berücksichtigt.

**1298 Gerinne Grafstatt:** Ein Ausbruch beim Durchlass bei der Liegenschaft Grafstatt wird bereits bei häufigen und nicht erst bei seltenen Ereignissen aufgrund der zahlreichen Ereignisse in der Vergangenheit angenommen. Zudem wird neu aufgrund des Geschiebe- und Schwemmholzvorkommen ein Ausbruch beim Durchlass oberhalb der SBB bei sehr seltenen Ereignissen erwartet.

**1300 Runse Uttigen:** Der Ausbruch oberhalb des Siedlungsgebiets wird aufgrund des fehlenden offenen Gerinnes dem Oberflächenabfluss zugeteilt und nicht mehr in der Gefahrenkarte dargestellt. Dafür wird der offene Abschnitt unterhalb der SBB neu berücksichtigt.

**1299 Hörndlibach:** Neu werden Ausbrüche aufgrund von Verklausungen an der Vorderbergstrasse und aufgrund von Verlandungen an der Mägeristrasse ab einem seltenen Ereignis berücksichtigt. Dafür existiert die Schwachstelle an der Räägetenstrasse infolge Brückenneubau nicht mehr.

**1302 Sagenbach:** Neu werden Ausbrüche an der Vorderbergstrasse infolge Auflandung und Verklausung und unterhalb der Kantonsstrasse aufgrund von rückschreitender Verlandung beim See ab einem sehr seltenen Ereignis berücksichtigt.

**1318 Dorfbach:** Der Durchlass an der Forchwaldstrasse wurde erneuert und oberhalb davon ein Sammler gebaut. Dadurch stellt dieser Durchlass kein Problem mehr dar. Hingegen wurde der Durchlass an der Vorderbergstrasse neu als Schwachstelle ab einem seltenen Ereignis berücksichtigt. Grund ist der desolate Zustand der Ufermauer oberhalb und der daraus drohenden Verklausung des Durchlasses bei einer Beschädigung der Mauer.

**1332 Wihelbach:** Die Brückendurchlässe bei der Kantonsstrasse und oberhalb wurden neu als Schwachstelle bei einem seltenen Ereignis berücksichtigt.

**1338 Seckibach:** Die Brücke Unterbachstrasse und der Einlauf in den Durchlass Obersecki werden neu bereits bei einem seltenen Ereignis infolge Verklausung als Schwachstelle mit Ausbrüchen angeschaut.

Zudem reicht die Kapazität des befestigten Kanals unterhalb der SBB ab einem sehr seltenen Ereignis nicht aus und wird überflossen, dies jedoch ohne Konsequenzen für die Siedlung.

**1343 Tschachenbächli:** Erstbeurteilung; dieses Gerinne war bisher nicht in der Gefahrenkarte enthalten.

**1 Zugersee:** Erstbeurteilung; der Zugersee war bisher nicht in der Gefahrenkarte enthalten.

## 7.2 Sturz- und Rutschprozesse

Die Veränderungen von Gefahrengebieten, welche sich im Rahmen der Revision ergaben, sind in den einzelnen prozessspezifischen Faktenblättern im Detail aufgeführt. In der folgenden Liste sind die Veränderungen textlich zusammengefasst:

### 7.2.1 Sturzprozesse

**S01 Sturz\_Nord:** In diesem Prozessquellgebiet ergaben sich im Rahmen der Revision nur Veränderungen aufgrund der Perimetererweiterung im Gebiet Grindwäschibach. Hier wurden - basierend auf Geländekartierung, Geologie und Hangneigungsanalyse – einige Gebiet ergänzt.

Die Veränderungen sind im Faktenblatt auf Seite 3 erläutert und auf Seite 4 visualisiert.

**S02 Sturz\_Mitte:** In diesem Prozessquellgebiet ergaben sich Ergänzungen im Gebiet Suren aufgrund neuerer Detailbeurteilungen ([12], [6]). Einige Teilgebiete wurden entfernt aufgrund neuer Bebauungen (Quellgebiet eliminiert).

Die Veränderungen sind im Faktenblatt auf Seite 3 erläutert und auf Seite 5 visualisiert.

**S03 Sturz\_Süd:** In diesem Prozessquellgebiet wurden einige wenige Gefahrengebiete aufgrund neuer Bebauungen entfernt (Quellgebiet eliminiert). Im Gebiet Forchwaldstrasse wurden – basierend auf Feldkartierung und 2D-Simulationen – die bestehende Gefährdung leicht zurückgestuft.

Die Veränderungen sind im Faktenblatt auf Seite 3 erläutert und auf Seite 5 visualisiert.

### 7.2.2 Spontane Rutschprozesse

**RS01 Rutsch\_Nord:** In diesem Prozessquellgebiet ergaben sich im Rahmen der Revision nur Veränderungen aufgrund der Perimetererweiterung im Gebiet Rietach. Hier wurden - basierend auf Geländekartierung, Geologie und Hangneigungsanalyse – einige Gebiet ergänzt.

Die Veränderungen sind im Faktenblatt auf Seite 3 erläutert und auf Seite 5 visualisiert.

**RS02\_Rutsch\_Mitte:** Einige wenige Gefahrenflächen wurden aufgrund neuer Bebauungen eliminiert (mobilisierbare Schicht abgebaut). Ergänzungen von Gefahrengebieten ergaben sich nur in der Perimetererweiterung - basierend auf Geländekartierung, Geologie, Hangneigungsanalyse und dokumentierten Ereignissen - im Gebiet Hobüel.

Die Veränderungen sind im Faktenblatt auf Seite 3 erläutert und auf Seite 5 visualisiert.

**RS03\_Rutsch\_Süd:** In diesem Prozessquellgebiet wurden einige Gebiete aufgrund neuer Bauungen eliminiert (mobilisierbare Schicht abgebaut). Ergänzungen gab es keine.

Die Veränderungen sind im Faktenblatt auf Seite 3 erläutert und auf Seite 5 visualisiert.

### 7.2.3 Permanente Rutschprozesse

**RP01 RP\_Walchwil:** Im Beurteilungspereimeter wurden fünf Teilgebiete mit bislang schwacher permanenter Rutschgefährdung aufgrund von neuen Bauungen eliminiert. Mit der Bauung wurde die potenziell mobilisierbare Schicht abgebaut.

Eine Ergänzung gibt es im neu beurteilten Perimeter Gebiet Gibel aufgrund der kartierten Phänomene. Die Veränderungen sind im Faktenblatt auf Seite 6 und 7 erläutert und visualisiert.

## 8 Verifizierung Gefahrenhinweiskarte

Die Verifizierung der Gefahrenhinweiskarte war nicht Teil dieses Auftrages. Die bestehenden Daten aus der Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug (GEOTEST AG; 2003) wurde daher im Gemeindegebiet Walchwil nicht überprüft.

## 9 Schlussbemerkung

### 9.1 Wasserprozesse

Im Rahmen dieser Revision wurden die bestehenden Gefahrenkarten basierend auf den neusten topographischen Grundlagen (digitales Geländemodell), den neusten Informationen aus dem Ereigniskataster, Feldüberprüfungen im bestehenden Perimeter und neuen Detailkartierungen in den Erweiterungspereimetern Lienisberg und Rietach / Gibel überarbeitet.

Die Erkenntnisse und die Dokumentation sind prozessspezifisch und pro Prozessquellgebiet in Faktenblättern festgehalten.

Es ergaben sich nur vereinzelte Verschärfungen in Siedlungsgebieten oder Gebieten mit wichtiger Infrastruktur aufgrund von zusätzlichen Schwachstellen. Die bestehende Gefahrenkarte konnte in der Ausdehnung zu einem sehr grossen Teil übernommen werden.

### 9.2 Sturz- und Rutschprozesse

Im Rahmen dieser Revision wurden die bestehenden Gefahrenkarten basierend auf den neusten topographischen Grundlagen (digitales Geländemodell), den neusten Informationen aus dem Ereigniskataster, Feldüberprüfungen im bestehenden Perimeter und neuen Detailkartierungen in den Erweiterungspereimetern Lienisberg und Rietach / Gibel überarbeitet. Zudem wurden lokal bezüglich Steinschlag numerische 2D-Simulationen ausgeführt.

Die Revision der Gefahrenkarte Massenbewegungen erfolgte gemäss der neuen Vollzugshilfe des Bundes [2].

Die Erkenntnisse und die Dokumentation sind prozessspezifisch und pro Prozessquellgebiet in Faktenblättern festgehalten.

Es ergaben sich keine massgeblichen Verschärfungen in Siedlungsgebieten oder Gebieten mit wichtiger Infrastruktur. Die bestehende Gefahrenkarte konnte zu einem sehr grossen Teil übernommen werden.

Sarnen 05. Dezember 2019

belop gmbh



Anina Chiapolini

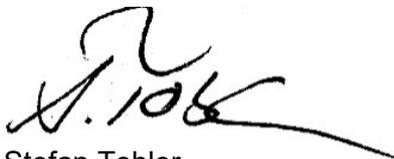
belop gmbh  
dipl. Geographin



Seppi Berwert

belop gmbh  
dipl. Forsting. ETH

GEOTEST AG



Stefan Tobler  
Dipl. Natw. ETH, Geologe



Markus Liniger  
Dr. sc. Nat. Geologe

## 10 Anhang

### 10.1 Faktenblätter

Im Rahmen dieser Revision wurden sieben Faktenblätter zu Prozessquellen Massenbewegungen (Sturz- und Rutschprozesse) und 15 Faktenblätter zu Prozessquellen Wassergefahren erarbeitet. Diese sind dem Bericht im Anhang 1, 3-5 beigelegt.

**Tabelle 6: Prozessquellen Spontane Rutschprozesse**

Name Prozessquelle	Prozessquellnummer
Rutsch_Nord	RS01
Rutsch_Mitte	RS02
Rutsch_Süd	RS03

**Tabelle 7: Prozessquellen Permanente Rutschprozesse**

Name Prozessquelle	Prozessquellnummer
RP_Walchwil	RP01

**Tabelle 8: Prozessquellen Sturzprozesse**

Name Prozessquelle	Prozessquellnummer
Sturz_Nord	S01
Sturz_Mitte	S02
Sturz_Süd	S03

**Tabelle 9: Prozessquellen Wasserprozesse**

Name Prozessquelle	Prozessquellnummer
Lotenbach	1215
Grindwäschibach	1289
Spiherbächli	1297
Runse Rābmattli	-
Gerinne Grafstatt	1298
Runse Uttigen	1300
Hörndlibach	1299
Sagenbach	1302
Dorfbach	1318
Geissbächli	1331
Wihelbach	1332
Seckibach	1338
Tschachenbächli	1343
Rufibach	1345
Zugersee	1

## 10.2 Modellierungssoftware Sturzprozesse

### 10.2.1 Pauschalgefälle

Die Auswertung vieler Sturzereignisse und die Beobachtungen bei Steinschlagversuchen zeigen, dass sich Sturzereignisse bei natürlichen Sturzbahnen stets an gewisse Bedingungen halten. Der Winkel der Geraden zwischen oberster Ausbruchsstelle und unterster Ablagerung eines Sturzereignisses unterschreitet einen gewissen Winkel (Pauschalgefälle) praktisch nie. Dadurch lässt sich die maximale Reichweite von Sturzereignissen bestimmen (Abbildung 4). Erfahrungswerte liefern folgende Winkel:

- Steinschlag: ca. 45°-35° (gut gerundete Steine u. Blöcke bei glatter Sturzbahn rollend bis ca. 22°)
- kleinerer Blockschlag (bis ca. 2 m<sup>3</sup>) ca. 40°-35° (in Extremfällen bis 30°)
- grosser Blockschlag (> 2 m<sup>3</sup>) ca. 40°-33° (in Extremfällen bis 30°)
- Felsstürze ca. 40°-27°

### Pauschalgefälle-Modell

Dieses Modell basiert auf Erfahrungswerten und Auswertungen von Steinschlagversuchen durch die WSL ([13]):

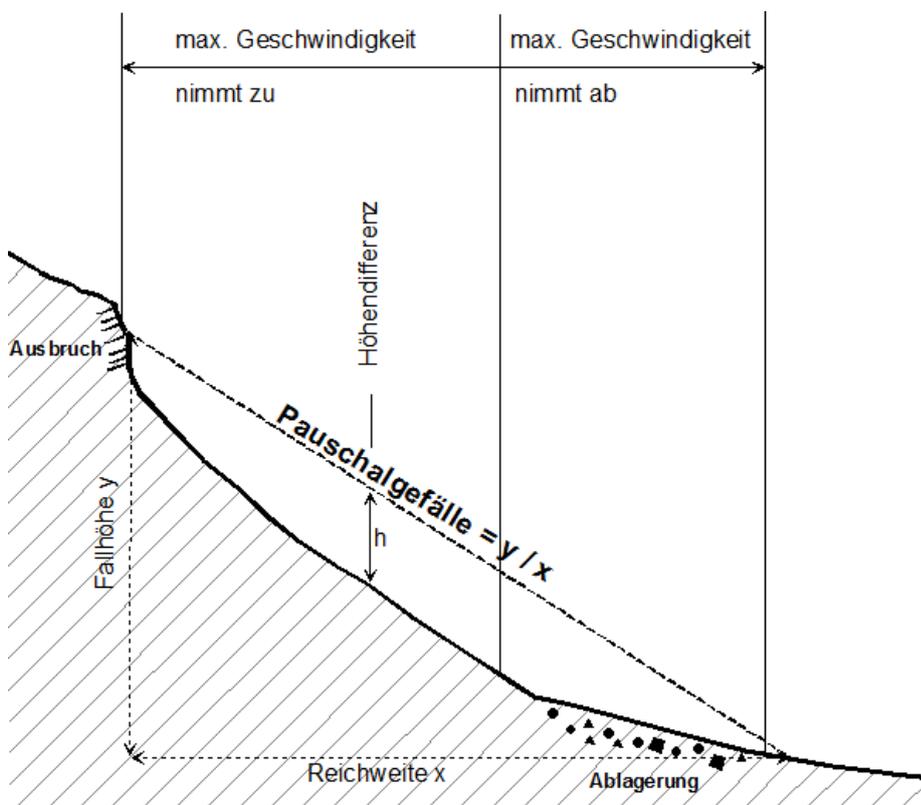


Abbildung 4: Pauschalgefälle-Modell gemäss [13]

Mit Hilfe der Höhendifferenz ( $h$ ) zwischen der Topografie und der Pauschalgefällelinie lässt sich die maximale translatorische Energie eines Blockes an jedem Punkt entlang der Sturzbahn grob bestimmen. Die Pauschalgefällelinie stellt also eine Art Energielinie dar.

### 10.2.2 2D-Simulationsmodell ROFMOD

*Beschrieb:* Berechnung der Sturzbahnen von Steinen und Blöcken erfolgt entlang digitalisierter Geländeprofile. Modellierung der rollenden und springenden Sturzbewegung der Blöcke gemäss physikalischen Grundgesetzen. Es lassen sich Aussagen bezüglich Sprunghöhen, Energien, Geschwindigkeiten und Reichweiten von Sturzblöcken machen.

*Modell:* ROFMOD (GEOTESTAG - Zinggeler); Geländeform und Geländeparameter entlang eines definierten Profils müssen detailliert aufgenommen werden. Notwendige Parameter für die Simulation:

- Dämpfung des Untergrundes
- Rauigkeit
- Baumbestand

### 10.3 Modellierungssoftware Rutschprozesse

Im Rahmen der Revision dieser Gefahrenkarte – wie bereits bei der Ersterarbeitung - erfolgte die Beurteilung der Anriss-, Transit- und Auslaufbereiche gutachterlich gemäss [2]. Es wurden keine numerischen Simulationsmodelle zur Beurteilung von spontanen oder permanenten Rutschprozessen verwendet.

### 10.4 Karte der Phänomene

Die Erkenntnisse aus den Feldkartierungen (Ersterarbeitung 2006 sowie auch Revision 2019) sind in Form einer Karte der Phänomene für die Massenbewegungen und für Wasserprozesse dokumentiert. Ausschnitte der Karte der Phänomene Massenbewegungen finden sich zudem in den Faktenblättern zu den Sturz- und Rutschprozessen.

Die kompletten Karten sind diesem Dokument als Beilage 1.1 und 2.1 beigelegt.

## 10.5 Gefahrenstufen

Die folgenden Angaben stammen aus [18].

Die Gefahrenstufen werden in Abhängigkeit der Auftretenswahrscheinlichkeit/Wiederkehrperiode und der Prozessintensität je nach Prozess unterschiedlich festgelegt.

**Das Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm** bildet dafür die Grundlage. Die Halbfelder (2, 4 und 6) werden je nach Prozess einer höheren oder tieferen Gefahrenstufe zugeordnet.

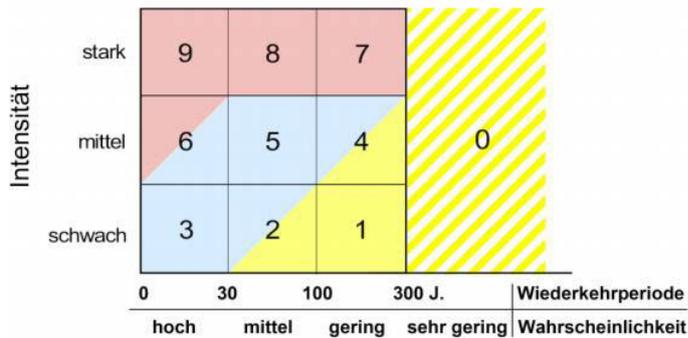


Abbildung 5: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm mit Halbfeldern

Für **schnelle bzw. brutale Prozesse** wie Murgang, Hangmuren sowie Stein- und Blockschlag gilt untenstehende Einteilung. Fels- und Bergsturz weisen immer starke Intensität auf und werden basierend auf der Wiederkehrperiode den Matrixfeldern 7, 8 oder 9 zugeordnet. Kleinfläche und/oder flachgründige Hangmuren können nach Absprache auch als gradueller Prozess behandelt werden.

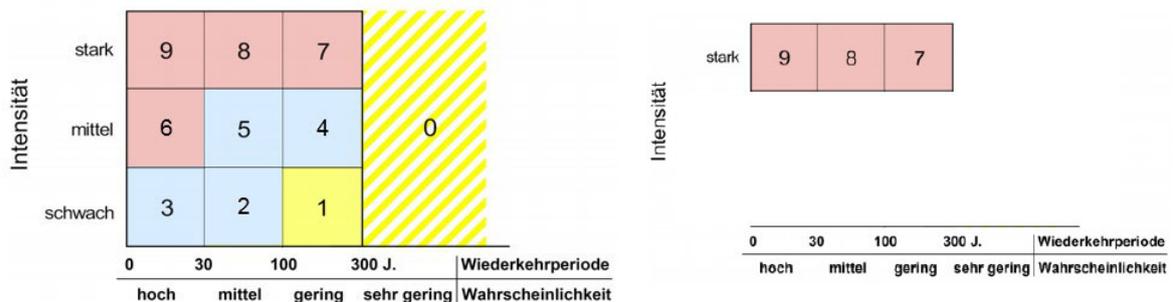
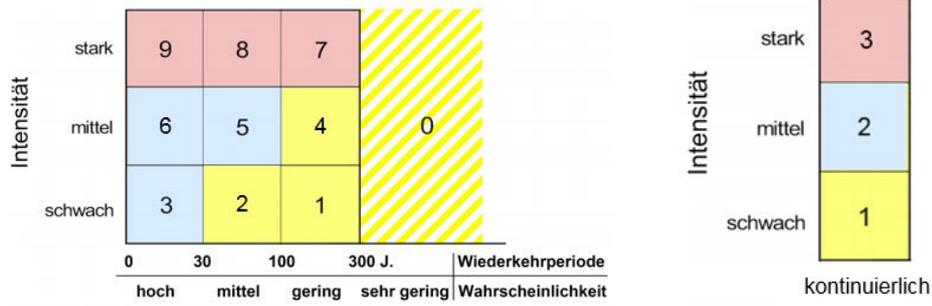


Abbildung 6: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm für brutale Prozesse wie Murgänge, Hangmuren und Stein- und Blockschlag (links) und Fels- und Bergsturz (rechts)

**Langsame bzw. graduelle Prozesse** wie Überschwemmung, Ufererosion und spontane Rutschungen hingegen werden in den Halbfeldern der tieferen Gefahrenstufe zugeordnet. Für permanente Rutschprozesse ist aufgrund ihres kontinuierlichen Verlaufs nur die Intensität für die Einteilung der Gefahrenstufen massgebend. Starke dynamische Überschwemmungen können nach Absprache auch als brutaler Prozess behandelt werden.



**Abbildung 7: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm für Überschwemmung, Ufererosion und Spontanrutschungen (links) sowie permanente Rutschprozesse (rechts)**

## Quellenverzeichnis

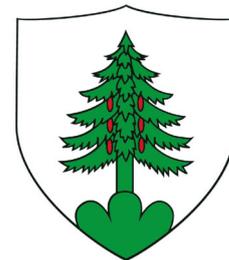
- [1] AGN (2004): Gefahreinstufung Rutschungen i. w. S. Arbeitsgruppe für Naturgefahren AGN. Arbeitsbericht zu Handen des BWG, Bern.
- [2] BAFU (2016): Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1608: 98 S.
- [3] Berwert-Lopes / GEOTEST (März 2006): Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil.
- [4] BUWAL (1997): Empfehlungen 1997, Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.
- [5] Böll, A., 1997: Wildbach- und Hangverbau. Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 343, 1997.
- [6] Dr. Vollenweider AG (23.05.2017): Gemeinde Walchwil, Bauvorhaben Grundstück 730, Aktennotiz Nr. 12 Beurteilung des ausgeführten Felsabtrages des Felsblocks; Dokument Nr. 2776.012.
- [7] FAN / KOHS (2015): Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fließgewässern.
- [8] FMB Engineering AG (Februar 2012): Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.
- [9] Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 1131 Zug; Ottiger, Freimoser, Jäckli, Kopp, Müller; 1990.
- [10] GEOTEST AG (2003): Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug.
- [11] GEOTEST AG / Belop gmbh (Oktober 2005): Gefahrenkarte Walchwil.
- [12] GEOTEST AG (13.02.2008): Ergänzung Gefahrenkarte Walchwil; Bericht Nr. L08164.2; Kantonsforstamt Zug.
- [13] Gerber, W.; Böll, A. (1994): Massnahmen zum Schutz gegen Rutschungen und Steinschlag. Schweiz. Z. Forstwes. 145, 1.
- [14] HOLINGER AG (2019): Berücksichtigung des Seehochwassers bei der Revision der Gefahrenkarte Zug. Memo vom 20.03.2019 z.H. Tiefbauamt und Amt für Wald und Naturgefahren Kanton Zug.
- [15] Holinger AG (2019): Revision Gefahrenkarte Stadt Zug.
- [16] Hydrologischer Atlas der Schweiz HADES (1992): Tafel 2.4 Extreme Punktregen unterschiedlicher Dauer und Wiederkehrperioden 1901-1970.
- [17] Kanton Zug (2019). Höhenmodell der amtlichen Vermessung 2013 auf Basis "LIDAR".
- [18] Kanton Zug, Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild (2017): Revision Gefahrenkarten Naturgefahren Kanton Zug, Teil A: Revisionskonzept.
- [19] KOHS (2013): Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlung der Kommission Hochwasserschutz (KOHS), in: Wasser Energie Luft, Heft 1, S. 43-53.
- [20] Lange, D; Bezzola, G.R. (2006): Schwemmholz. Probleme und Lösungsansätze, in: VAW Mitteilungen 188
- [21] PLANAT (2007): Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung in der Raumplanung. Strategie Naturgefahren Schweiz, Umsetzung des Aktionsplans PLANAT 2005-2008, Projekt A3.

- [22] Spreafico, M., Lehmann, Ch., Naef, O. 1996: Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie GHO, Mitteilung Nr. 4, Bern.
- [23] Zeller et al. (1978): Starkniederschläge, Band 3.



# Gefahrenkarte Walchwil

## Anhang 1 Faktenblätter Wasserprozesse



### Auftraggeber:

Direktion des Innern  
Amt für Wald und Wild  
Ägeristrasse 56  
6301 Zug

### Projektbearbeitung:

Sarnen, 18. November 2019

**GEOTEST**

GEOLOGEN / INGENIEURE /  
GEOPHYSIKER /  
UMWELTFACHLEUTE



**belop** gmbh

Ingenieure und Naturgefahrenfachleute

Tulpenweg 2  
6060 Sarnen

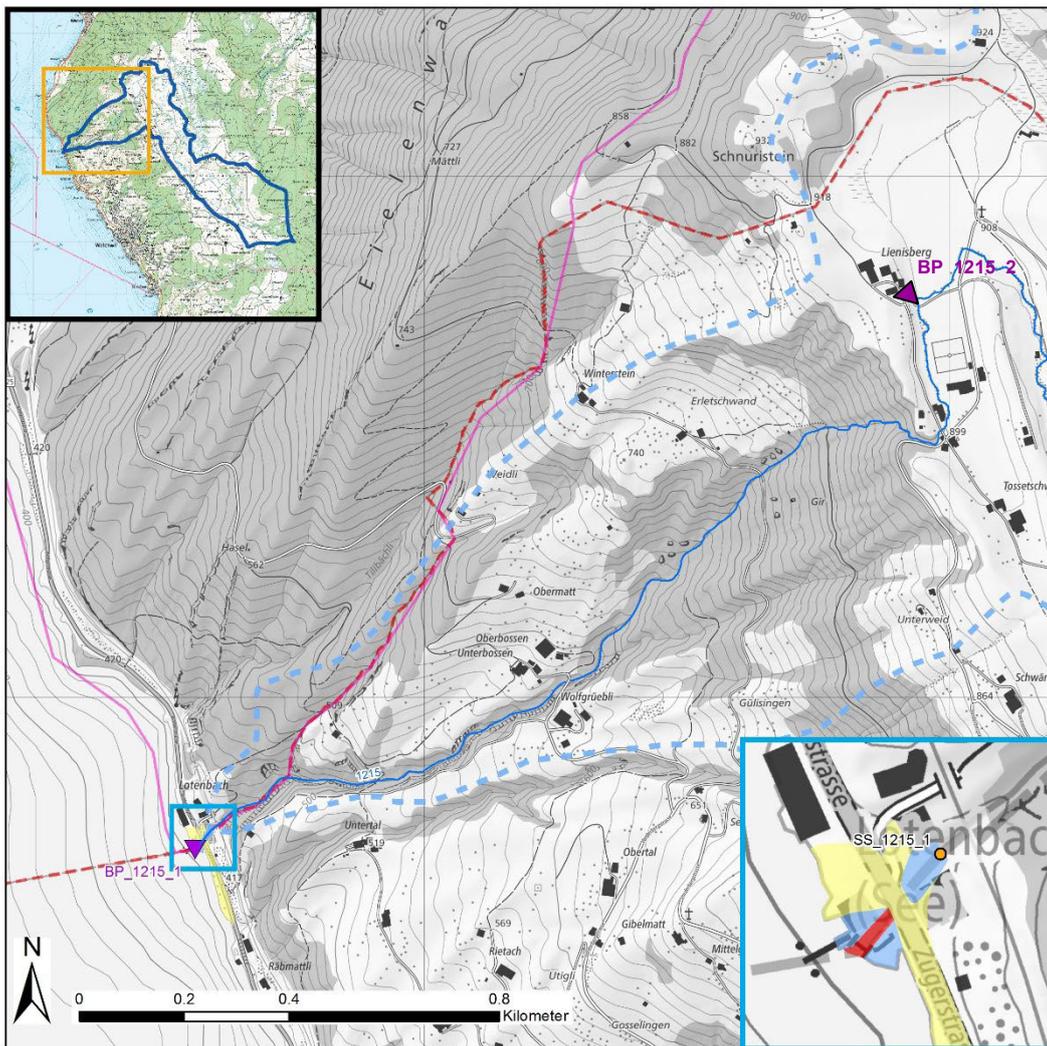
041 661 02 70  
www.belop.ch



1. Prozessquelle:

Name / Nummer:	Lotenbach	Route-Nr.	1215
	Blattenbach		1216
Hauptprozess:	Wasser	Stand	September 2019
Teilprozess:	<input checked="" type="checkbox"/> Überschwemmung (beinhaltet auch Übersarung)	Bearbeiter*in:	HOLINGER AG
	<input checked="" type="checkbox"/> Übermuerung		Belop gmbh (Teil Lienisberg)
	<input type="checkbox"/> Ufererosion		
Bemerkung:	- Die Gefahrenbeurteilung des Lotenbachs begrenzte sich auf den unteren, wildbachartigen Teil, der sich auf Gemeindegebiet der Stadt Zug und der Gemeinde Walchwil befindet. - Aufgrund der Grösse des Einzugsgebiets bringt der Lotenbach bei länger andauernden Niederschlagsereignissen viel Wasser aus dem oberen flacheren Einzugsgebietsteil. In diesem Fall ist die Gleichzeitigkeit mit einem Seehochwasser nicht zu vernachlässigen und wird daher ab einem HQ <sub>100</sub> berücksichtigt. - Der Prozess Oberflächenabfluss wurde nicht berücksichtigt.		

2. Situation:



Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Legende

Schwachstellen SS

- EHQ
- HQ300
- HQ100
- HQ30
- keine
- aus GK (\*)

▼ Bemessungspunkte BP

- Gemeindegrenze
- Perimeter

Einzugsgebiete

- Topo

Gefährdung

- erheblich
- mittel
- gering
- Restgefährdung

**3. Grundlagen**

Gefahrenkarten und weitere Grundlagen

keine

[1] Telefonat mit Urs Kempf (Kantonales Tiefbauamt des Kanton Zug) vom 31. Juli 2019.

Bekannte Ereignisse:

keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	Beschreibung	Quelle/StorMe.Nr.
1861	Überschwemmung mit Schäden an Infrastruktur	1861-W-0004
1934	Überschwemmung der Kantonsstrasse auf 40m Breite nach 12-stündigem Gewitter mit 181 mm Niederschlag	1934-W-0005
1984	Überschwemmung der Kantonsstrasse auf 40m Breite nach 3-stündigem Gewitter mit 80 mm Niederschlag	1984-W-0001

Ereignisspuren

keine Ereignisspuren  
 Ereignisspuren / Karte der Phänomene

Für den Lotenbach besteht für den Prozess Murgang eine Gefahrenhinweiskarte. Aufgrund von fehlenden historischen Ereignissen, Aussagen des kantonalen Tiefbauamtes sowie fehlenden Murgangspuren auf dem Kegel (keine typischen Strukturen wie Levées, alte Murköpfe, etc.) und des eher tiefen Geschiebepotenzials ist, ist davon auszugehen, dass im heutigen Zustand des Einzugsgebietes für den Kegelbereich keine Murganggefährdung vorliegt.

Überwachungen/ Messstellen:

keine

Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:

Das Einzugsgebiet des Lotenbachs ist im oberen Teil auf dem Walchwilerberg auf gut 900 m ü. M. relativ flach und offen. Dann folgt die steile Flanke gegen den Zugersee hin, die teils bewaldet ist und einen Wildbachartigen Charakter aufweist. Das Gerinne verläuft jedoch vorwiegend im Fels und das Geschiebepotenzial ist eher gering. Es gibt jedoch Bäume und Gebüsch, das sich direkt in Gerinnenähe befindet und somit ein Potenzial für Schwemmholz darstellt.

Geologie:

Moräne und Molasse; in den Bereichen Erletschwand und Bossen befindet sich eine Rutschmasse.

Schutzbauten:

keine

Bemerkung

Im Jahr 2006 wurde der Durchlass der Kantonsstrasse gemäss [1] um rund 50% verbreitert und auf einen Abfluss von 23 m³/s Reinwasser dimensioniert. Bei Druckabfluss hat der Durchlass sogar eine Kapazität von 27 m³/s.

Bezeichnung	Typ	Ort/Lage	Zustand	Baujahr	Wirkung Protect Grobbeurteilung

4. Disposition

Grundszenarien

Niederschlag:

	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
Niederschlag [mm]:	25	65	65	150
Bemerkungen:	Aus dem Hydrologischen Atlas der Schweiz (1997), Tafel 2.4 <sup>2</sup>			

Grundszenarien Abfluss

Beurteilung:  Übernahme aus [ ]  Revision  Erstbeurteilung

Begründung für die Revision:

Schätzverfahren: HAKESCH (Taubmann, modifiziertes Fließzeitverfahren, Kölla, Clark-WSL, Müller)

	BP	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 1-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	BP_1215_1	4.34	414	14.6	19.0	25.3	29
	BP_1215_2	3.96	910	13.3	17.3	23.0	26.5

Bemerkungen: Durch das zweigeteilte Einzugsgebiet (flaches, mooriges Gebiet auf dem Walchwilerberg; steiles Wildbachgebiet im unteren Teil) und deren unterschiedlichen Abflussverhalten wird die Abflussspitze gedämpft und diese fällt gemessen an der Einzugsgebietsgrösse relativ tief aus. Die angegebenen Abflussspitzen können bei kurzen und heftigen Starkniederschlägen mit schnellem Abfluss im unteren Teil des EZG sowie bei langanhaltenden Regenfällen erreicht werden. Beide Szenarien und deren Ganglinien werden in der Gefahrenanalyse bei allen Wiederkehrperioden berücksichtigt.

Grundszenarien Geschiebepotential

Beurteilung:  Übernahme aus [ ]  Revision  Erstbeurteilung

Begründung für die Revision:

Schätzverfahren: Geschiebepotenzial: Gutachterliche Abschätzung, Geschiebelieferung maximal 1-2 m<sup>3</sup>/m', Bestimmung Geschiebefracht gemäss Geschiebetransportformel nach Smart & Jaeggi (1983) unter Berücksichtigung von Formrauigkeiten nach Chiari und Rickenmann (2007). Die angegebenen Volumina beinhalten bereits eine Porosität von p = 0.37.

Geschiebepotenzial [m<sup>3</sup>]: 1'800 – 3'600 m<sup>3</sup>

	BP	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 1-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]:	BP_1215_1	4.34	414	100-300	300-500	600-1'000	1'000-1'200

Bemerkungen: Die angegebenen Geschiebefrachten beziehen sich auf langanhaltende Niederschläge, welche für die Frachten massgebend sind. Bei Starkniederschlagsereignissen ist im EHQ mit maximalen Geschiebefrachten von rund 300-500 m<sup>3</sup> zu rechnen.  
Auf dem Delta fällt nur Geschiebe aus dem unteren Teil (wildbachartiger Bachverlauf) an. Gemäss Beobachtungen und Erfahrungen des Kantonalen Tiefbauamts [1] lagern sich diese grösstenteils erst im See ab und werden periodisch ausgebagert.

Grundszenarien Schwemmholz:

Beurteilung:  Übernahme aus [ ]  Revision  Erstbeurteilung

Begründung für die Revision:

	BP	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 1-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
Aufkommen:	BP_1215_1	4.34	414	Äste, Totholz	Grosse Äste, Baumstämme	Wurzelstöcke, Baumstämme	

Bemerkungen: Für die Schwemmholzbeurteilung ist nur der untere Teil (wildbachartiger Bachverlauf) massgebend. Die Kubatur an Schwemmholz ist am Lotenbach weniger entscheidend als die Grösse / Länge des mobilisierbaren Schwemmholzes und die dadurch entstehende Verkläusungsgefahr am Durchlass SS\_1215\_1.

Beschreibung Prozess-  
ablauf:

*HQ<sub>30</sub>: Kurzes Starkniederschlagsereignis oder langanhaltende Niederschläge mit Geschiebetrieb.  
HQ<sub>100</sub>: Bei langanhaltenden Niederschlägen und dem erhöhten Geschiebeaufkommen sowie bei grösserem Schwemmholztransport ist eine Verklausung bei Durchlass SS\_1215\_1 möglich.  
HQ<sub>300</sub> & EHQ: Eine Verklausung und Wasseraustritt bei Durchlass SS1215\_1 ist aufgrund der Menge an Wasser, Geschiebe und Schwemmholz wahrscheinlich.*

Bemerkungen:

5.1 Schwachstellen SS\_1215\_1

Beurteilung:  Übernahme aus [ ]  Revision  Erstbeurteilung

Begründung für die Revision:

Änderungen:

Beschreibung

Kote [m ü.M.]: 415

Koordinaten (X/Y): 2'680'605, 1'218'758

Art der Schwachstelle: Durchlass, Kapazität Reinwasser gemäss Angaben Kanton 23 m<sup>3</sup>/s, unter Druck 27 m<sup>3</sup>/s.

baulicher Zustand / Unterhalt: Teil Neubau unter Kantonsstrasse von 2006: gut, vorgelagerter Trompeteneinlauf: intakt, Erosion / Unterspülung



Definition Unterszenarien:

Ereignisfrequenz	häufig 10-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	EHQ >>300 Jahre
Minderung Abflusskapazität durch Verklausung und Auflandung [%]:	-	0-25	25-50	50-75
Bemerkungen:	- Verklausung durch Schwemmholz und Wasseraustritt von geringen Intensitäten ab HQ <sub>100</sub> möglich, bei HQ <sub>300</sub> Kapazität des Durchlasses zu gering, Verklausung und Auflandung von Holz und Geschiebe wahrscheinlich, Austritt von mittleren Intensitäten.			

5.1 Schlüsselstelle bei BP\_1215\_2:

Beschreibung

Fläche EZG [km<sup>2</sup>]: 3.96      Kote [m ü.M.]: 910      Koordinaten (X/Y): 2'681'950      1'219'740

Art der Schlüsselstelle: *Offenes Gerinne mit einzelnen Brücken*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *gut*



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Trapez mit Vorland	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	1.5 - 4	H	1.0 - 2.7	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/2</sup> /s]:	Sohle 15	Böschung links		Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]:	5 - 8%
Kapazitätsreduzierende Faktoren:									
Bemerkungen:	<p>Das Gelände orographisch rechtsseitig des Gerinnes ist immer tiefer als linksseitig, somit finden Ausbrüche auf diese Seite statt. Aufgrund der mehrheitlich breiten Überschwemmungsflächen rechtsseitig ist kaum mit einem Überfluten der linken Seite zu rechnen.</p> <p>Ausbrüche bei den Brücken werden nicht im Detail berücksichtigt, da die Fließwege gegen das Gerinne resp. die Landwirtschaftsfläche gehen und den Sportplatz nicht tangieren.</p>								

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	- (eher Erosionstendenz)	- (eher Erosionstendenz)	- (eher Erosionstendenz)
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	Ca. 1 m	Ca. 1.3 m	Ca. 1.5 m
Freibord [m]:	Keines berücksichtigt, da offenes Gerinne	Keines berücksichtigt, da offenes Gerinne	Keines berücksichtigt, da offenes Gerinne
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	Ca. 20 m <sup>3</sup> /s inkl. Überschwemmung Vorländer	Ca. 20 m <sup>3</sup> /s inkl. Überschwemmung Vorländer	Ca. 20 m <sup>3</sup> /s inkl. Überschwemmung Vorländer
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	-	Ca. 3m <sup>3</sup> /s gegen rechts

**Beschreibung des Szenarios:**

*Hochwasserabfluss im Gerinne mit Überschwemmung der Vorländer und an das Gerinne angrenzenden Wiesen. Erosionen an der Böschung möglich.*

*Hochwasserabfluss im Gerinne mit Überschwemmung der Vorländer und an das Gerinne angrenzenden Wiesen. Erosionen an der Böschung möglich.*

*Hochwasserabfluss im Gerinne mit Überschwemmung der Vorländer und an das Gerinne angrenzenden Wiesen. Erosionen an der Böschung möglich.*

**Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):**

*Hochwasserabfluss im Gerinne mit Überschwemmung der Vorländer und an das Gerinne angrenzenden Wiesen sowie auch des Sportplatzes. Erosionen an der Böschung möglich.*

**Bemerkungen:**

*Der Sportplatz ist gegenüber der Umgebung deutlich erhöht und daher nur bei Extremereignissen möglicherweise betroffen.*

6. Wirkungsanalyse:

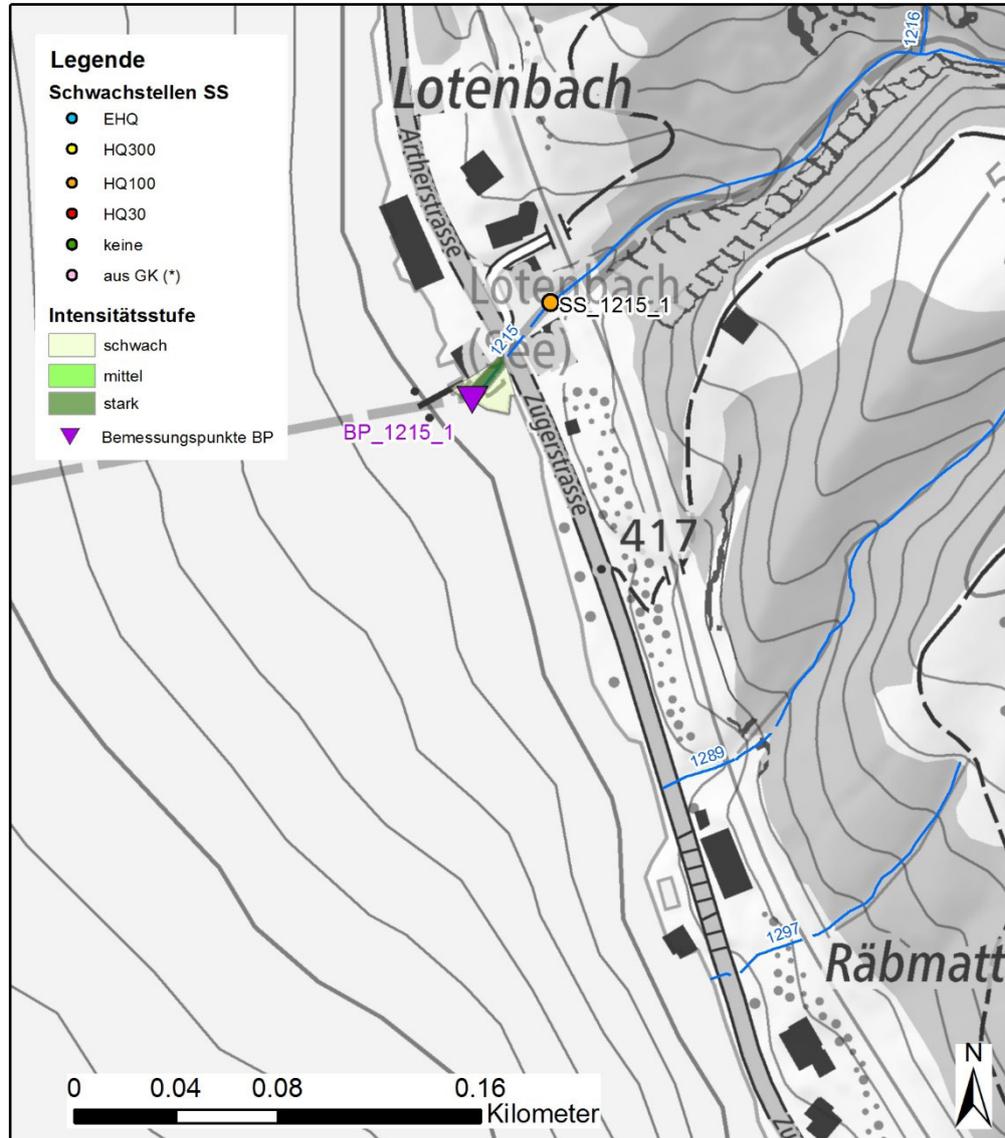
Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

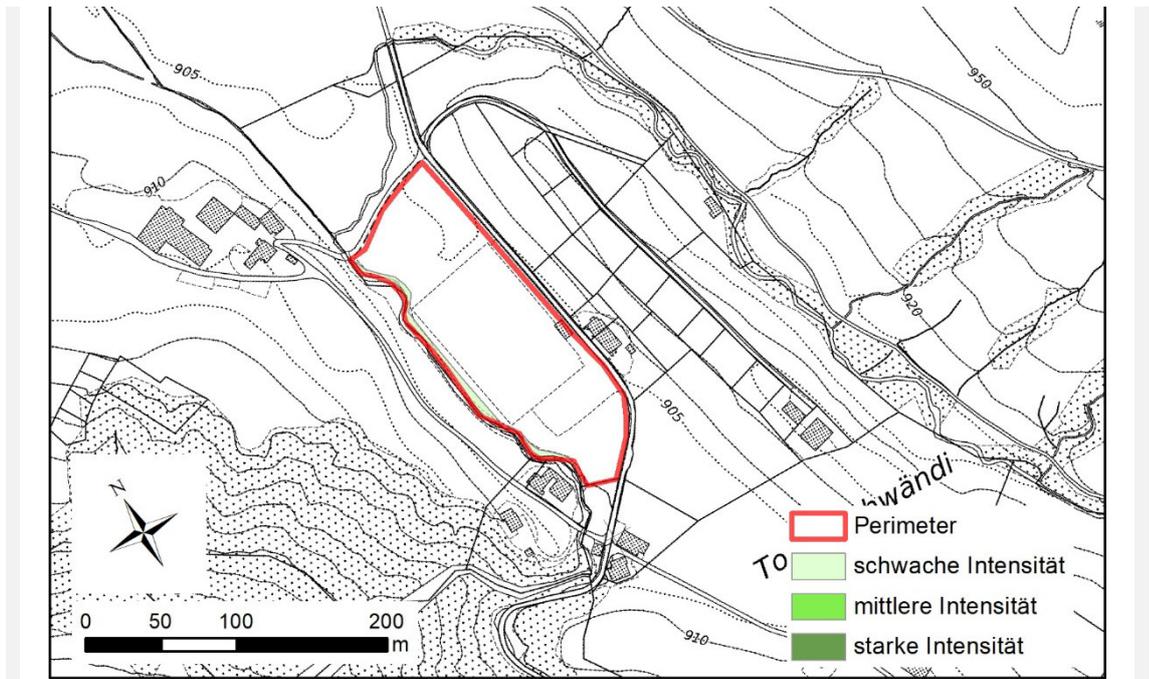
Hydraulische Handrechnungen, Geschiebetransportabschätzungen nach Smart & Jaeggi (1983), Gutachterliche Wirkungsbeurteilung

Wirkungsraum häufiges Ereignis (1-30 Jahre)

Gefahrenprozess

- Überschwemmung
- Übermürung
- Ufererosion





**Bemerkungen:**

*Kapazität beim Durchlass SS\_1215\_1 ist ausreichend. Gerinne nach der Kantonsstrasse ist flach und nicht ausreichend. Es kommt zu Geschiebeablagerung und deshalb zu Ausuferungen.*

*Überschwemmung der Vorländer beim Gerinne in Gebiet Lienisberg.*

6. Wirkungsanalyse:

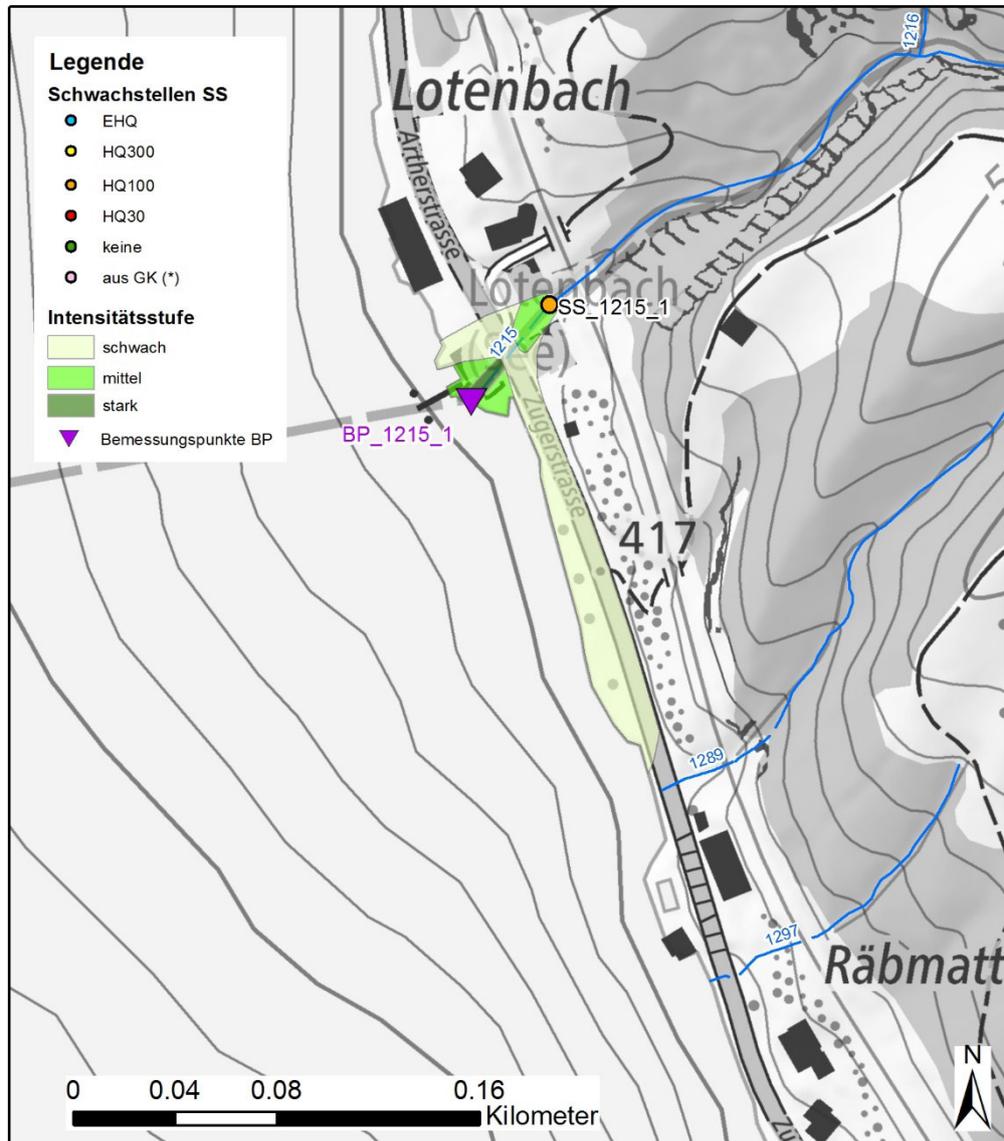
Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

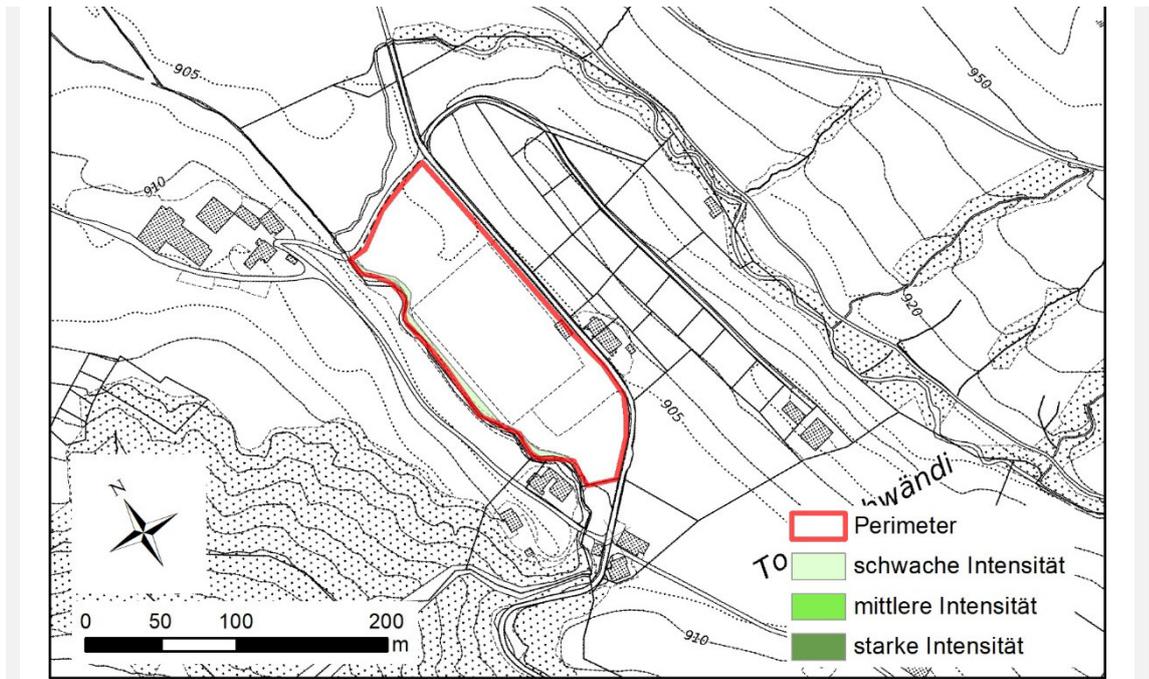
Hydraulische Handrechnungen, Geschiebetransportabschätzungen nach Smart & Jaeggi (1983), Gutachterliche Wirkungsbeurteilung

Wirkungsraum seltenes Ereignis (30-100 Jahre)

Gefahrenprozess

- Überschwemmung
- Übermuring
- Ufererosion





**Bemerkungen:**

Werden Baumstämme als Schwemmholtz mobilisiert, ist mit einer Verklausung und einem Austritt von mittleren Intensitäten beim Durchlass SS\_1215\_1 zu rechnen, welche sich mit der seitlichen Ausbreitung zu schwachen Intensitäten abschwächen. Zwei am Bach angrenzende Gebäude sind von mittleren Intensitäten betroffen. Schwache Intensitäten folgen entlang der Zugerstrasse in Richtung Hörndli. Sehr geringe Wassermengen können die Galerie im Rämättli passieren und weiter dem Verlauf der Zugerstrasse folgen. Deren Intensität wird aber als sehr gering abgeschätzt und daher nicht dargestellt.

Unterhalb des Kantonsstrassendurchlasses ist das Gerinne flach und nicht ausreichend. Zudem ist mit einer Gleichzeitigkeit eines Seehochwassers zu rechnen. Es kommt zu Geschiebeablagerung und Ausuferungen und ein weiteres Gebäude liegt in der mittleren Intensität.

Überschwemmung der Vorländer beim Gerinne in Gebiet Lienisberg.

6. Wirkungsanalyse:

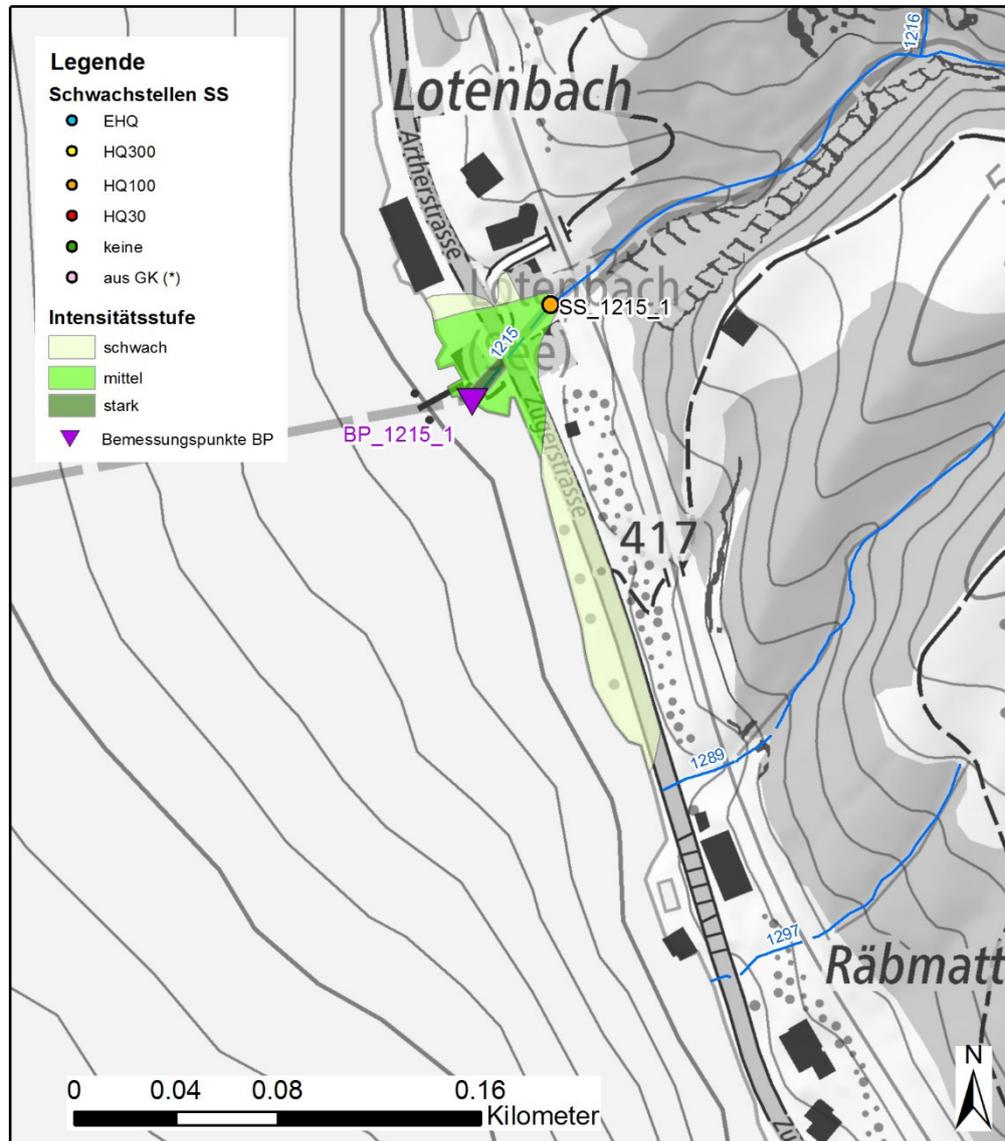
Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

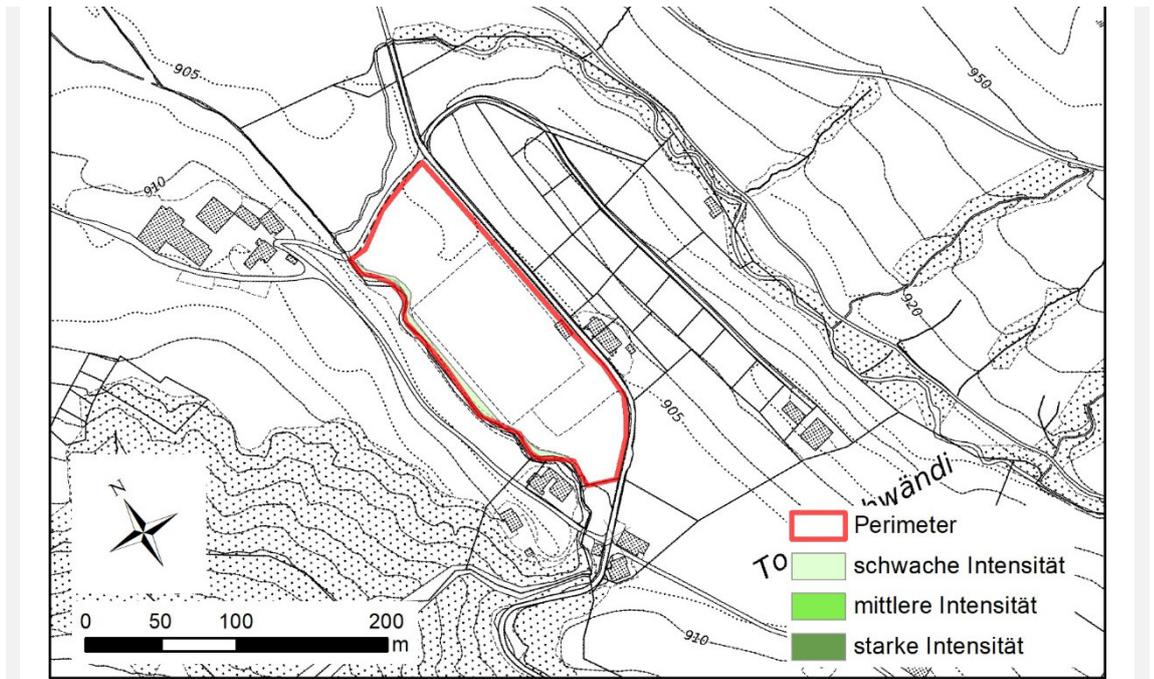
Hydraulische Handrechnungen, Geschiebetransportabschätzungen nach Smart & Jaeggi (1983), Gutachterliche Wirkungsbeurteilung

Wirkungsraum sehr seltenes Ereignis (100-300 Jahre)

Gefahrenprozess

- Überschwemmung
- Übermuring
- Ufererosion





**Bemerkungen:**

*Eine Verklausung und der Austritt von mittleren Intensitäten beim Durchlass SS\_1215\_1 ist wahrscheinlich. Drei Gebäude werden durch mittlere Intensitäten betroffen. Schwache Intensitäten folgen entlang der Zugerstrasse in Richtung Hörndli. Sehr geringe Wassermengen können die Galerie im Rämättli passieren und weiter dem Verlauf der Zugerstrasse folgen. Deren Intensität wird aber als sehr gering abgeschätzt und daher nicht dargestellt.*

*Überschwemmung der Vorländer beim Gerinne in Gebiet Lienisberg.*

6. Wirkungsanalyse:

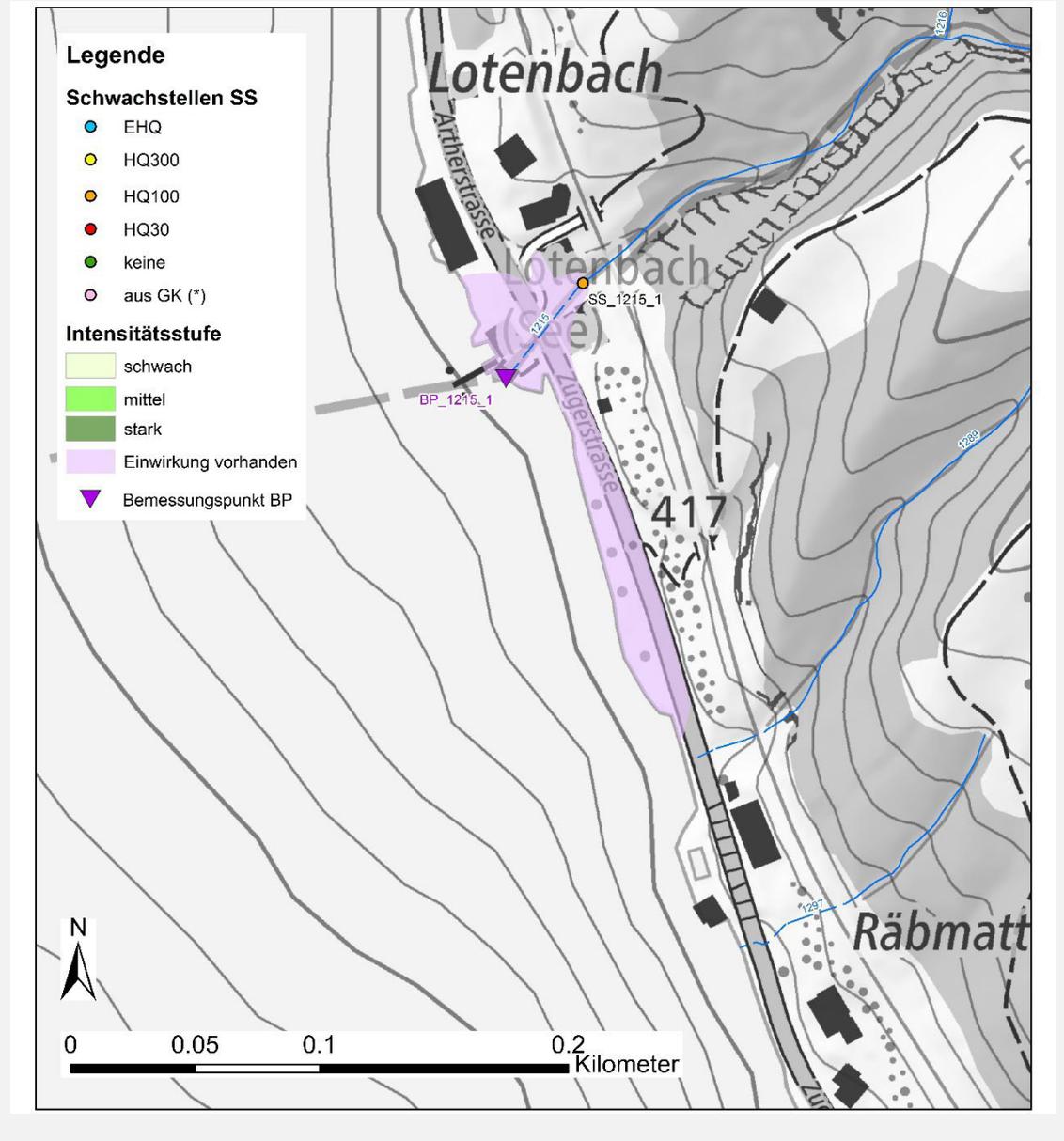
Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

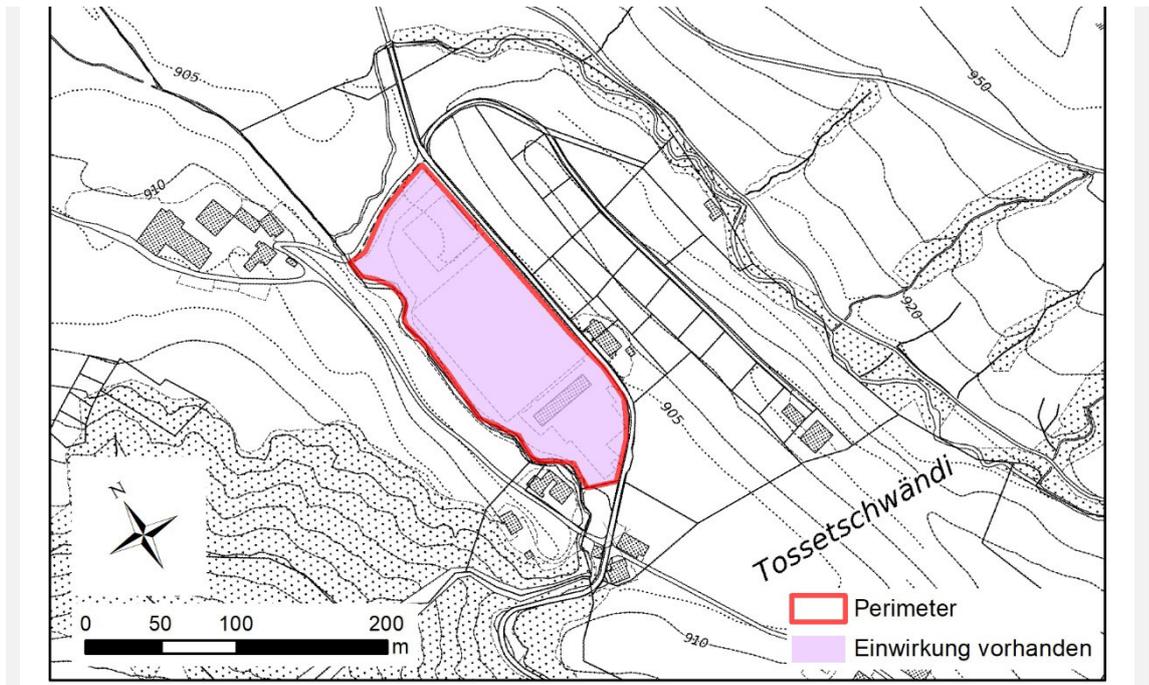
Hydraulische Handrechnungen, Geschiebetransportabschätzungen nach Smart & Jaeggi (1983), Gutachterliche Wirkungsbeurteilung

Wirkungsraum Extremereignis (>>>300 Jahre)

Gefahrenprozess

- Überschwemmung
- Übermuring
- Ufererosion





**Bemerkungen:**

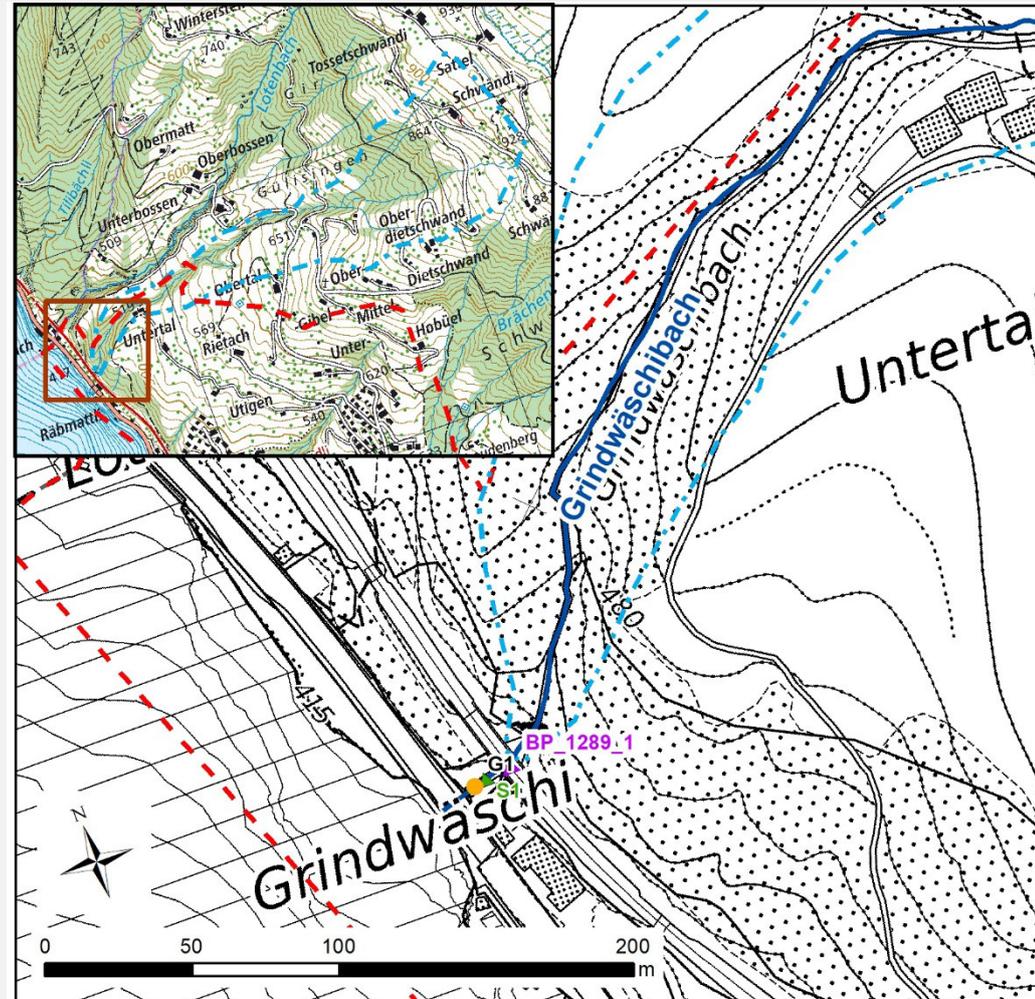
*Die komplette Verklausung des Durchlasses SS\_1215\_1 führt dazu, dass der gesamte Bach das Bachbett verlässt. Mehrere Gebäude werden betroffen. Ein Teil des Bachs folgt entlang der Zugerstrasse in Richtung Hörndli. Sehr geringe Wassermengen können die Galerie im Räbmättli passieren und weiter dem Verlauf der Zugerstrasse folgen. Deren Intensität wird aber als sehr gering abgeschätzt und daher nicht dargestellt.*

*Überschwemmung des Sportplatzes Lienisberg.*

1. Prozessquelle:

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	<b>11.11.2019</b>
<b>Prozesse:</b> <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b> Belop gmbh
		<b>Bearbeiter/In:</b>	Anina Chiapolini

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

Legende

Gewässer

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- [ ] Einzugsgebiet

Grenzen

- [ ] Gefahrenkartenperimeter
- [ ] Gemeindegrenze

Anhang:

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.42 km<sup>2</sup>  
 Langgezogenes Einzugsgebiet dessen höchsten Punkt auf der Terrasse des Walchwilerberges auf Kote 930 m. ü. M liegt. Oberhalb von 670 m. ü. M ist das Gerinne mehrfach verzweigt und praktisch durchgehend im Wald. Im Landwirtschaftsgebiet ist das Gerinne nicht ausgebildet. Unterhalb von Kote 670 verläuft das Gerinne in einem deutlich ausgeprägten Tobel mit steilen, bewaldeten und lockermaterialüberdeckten Hängen. Das Gerinne verläuft oft in Lockermaterial und weist einen stufigen Verlauf auf. Im Bereich der SBB fliesst der Bach über eine Felsstufe ab und anschliessend durch einen Geschiebesammler unter der Zugerstrasse durch in den See.

**Geologie:** Granitische Molasse

**Geomorphologie:** Gerinne in einem deutlich ausgeprägten Tobel mit steilen, bewaldeten und lockermaterialüberdeckten Hängen. Das Gerinne verläuft oft in Lockermaterial und weist einen stufigen Verlauf auf.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	98	64	176

**Quelle Niederschlagsdaten:** Hades 2.4

**massgebendes Ereignis:** Kurzzeitniederschläge

**4. Grundszenarien:**

Schutzbauten:	<input type="checkbox"/> keine				Wirkung (Protect)	
	Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	JA	NEIN
S1	Geschiebesammler (ca. 40m <sup>3</sup> )	Zwischen SBB und Zugerstrasse	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Grundszenarien Abfluss:**

**Schätzverfahren:** Einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll, Neubeurteilung 2019

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
BP_1289_1		0.42	420	3.0	5.0	7.0	9.0	11.9

**Grundszenarien Geschiebe:**

**Potential:** Das Gerinne oberhalb der SBB verläuft in Lockermaterial auf Fels, die Bacheinhänge sind steil und weisen verschiedene Hangmurensuren auf. Geschiebe wird vor allem im ausgeprägten Bachtobel sowie durch Rutschungen eingetragen. Bei den Strassenquerungen (Furt) bleibt einen Teil des Geschiebes liegen. Unterhalb der SBB und das Gerinne verbaut und es findet kein zusätzliche Geschiebeeintrag statt.

**Schätzverfahren:** Lehmann

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
BP_1289_1		0.42	420	100 - 150	300 - 400	550 - 650	800 - 900

**Grundszenarien Schwemmholz:**

*Potential:* Die steilen Bacheinhänge sind bewaldet und Holz kann durch Rutschprozesse ins Gerinne gelangen.

*Schätzverfahren:* Eigene Abschätzmethode mit Berücksichtigung von direktem Eintrag und indirektem Eintrag von Schwemholz.

Schwemmholzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
		BP_1289_1	0.42	420	10 - 20	20 - 30	50 - 100

**Beschreibung  
Prozessablauf:** *Durch Starkniederschläge können sich im Einzugsgebiet kleinere Rutsche an den steilen Bacheinhängen ereignen, deren Material mit dem Bach mitgeführt wird. Zudem kann der Bach die Sohle erodieren und das Geschiebe mitführen. Dieses wird im Bereich des Gefällsknick bei der SBB unterhalb des Felsabsturzes mehrheitlich abgelagert.*

**Bemerkungen**

5.1 Schlüsselstelle S1:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]:	0.42	Kote [m ü.M.]:	420	Koordinaten (X/Y):	2 680 650	1 218 560
Art der Schlüsselstelle:	Geschiebesammler und Durchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Guter Zustand					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler für Durchlass								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\varnothing$	B	2	H	2.5	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	40	Böschung links	Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	1.5
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Rückstau durch See und Ablagerungen von Geschiebe								
Bemerkungen:	Der Geschiebesammler weist eine Kapazität von ca. 40 m <sup>3</sup> auf, danach wird Geschiebe in den Durchlass ausgetragen.								

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	Selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	Auflandung um 1-3 m im Geschiebesammler	Auflandung um 1-3 m im Geschiebesammler	Auflandung um 2-4 m im Geschiebesammler
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	50%	100%
Abflusstiefe [m]:	0.5m	0.7m	1.0
Freibord [m]:	0.5	0.5	0.5
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	15 m <sup>2</sup> /s bei 0.5 m Freibord	7 m <sup>2</sup> /s bei 0.5 m Freibord	0 m <sup>2</sup> /s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	4	7
Beschreibung des Szenarios:	Geschiebeablagerungen im Geschiebesammler und Austrag in Durchlass und in See. Ablagerung von Geschiebe im Durchlass aufgrund rückschreitender Verlandung bedingt durch den See. Kein Ausbruch von Wasser und Geschiebe zu erwarten.	Geschiebeablagerungen im Geschiebesammler und Austrag in Durchlass und in See. Ablagerung von Geschiebe im Durchlass aufgrund rückschreitender Verlandung bedingt durch den See. Ausbruch von Wasser und Geschiebe im Bereich des Sammlers (oberhalb Durchlass). Überschwemmungen und Übersarungen mit mittlerer und schwacher Intensität.	Geschiebeablagerungen am Fuss der Felswand aufgrund des Gefällsknick. Geschiebesammler deutlich zu klein. Ablagerungen auch neben dem Sammler und auf der Zugerstrasse zu erwarten. Lokal starke Intensität möglich. Verschwemmung über Zugerstrasse in See (mittlere bis schwache Intensität).
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Geschiebeablagerungen am Fuss der Felswand aufgrund des Gefällsknick. Geschiebesammler deutlich zu klein. Ablagerungen auch neben dem Sammler und auf der Zugerstrasse zu erwarten. Lokal starke Intensität möglich. Verschwemmung über Zugerstrasse in See (mittlere bis schwache Intensität).		
Bemerkungen:			

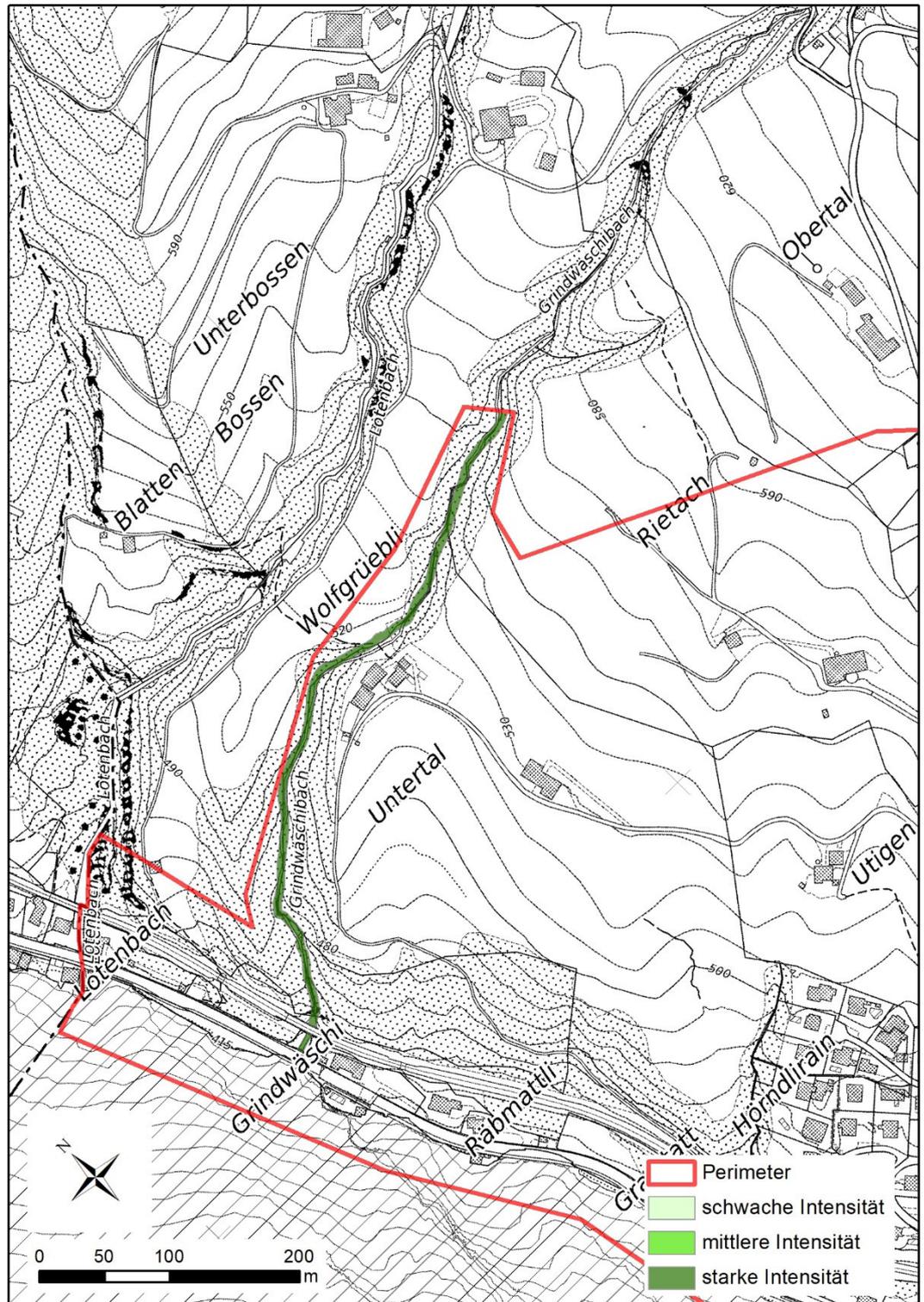
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

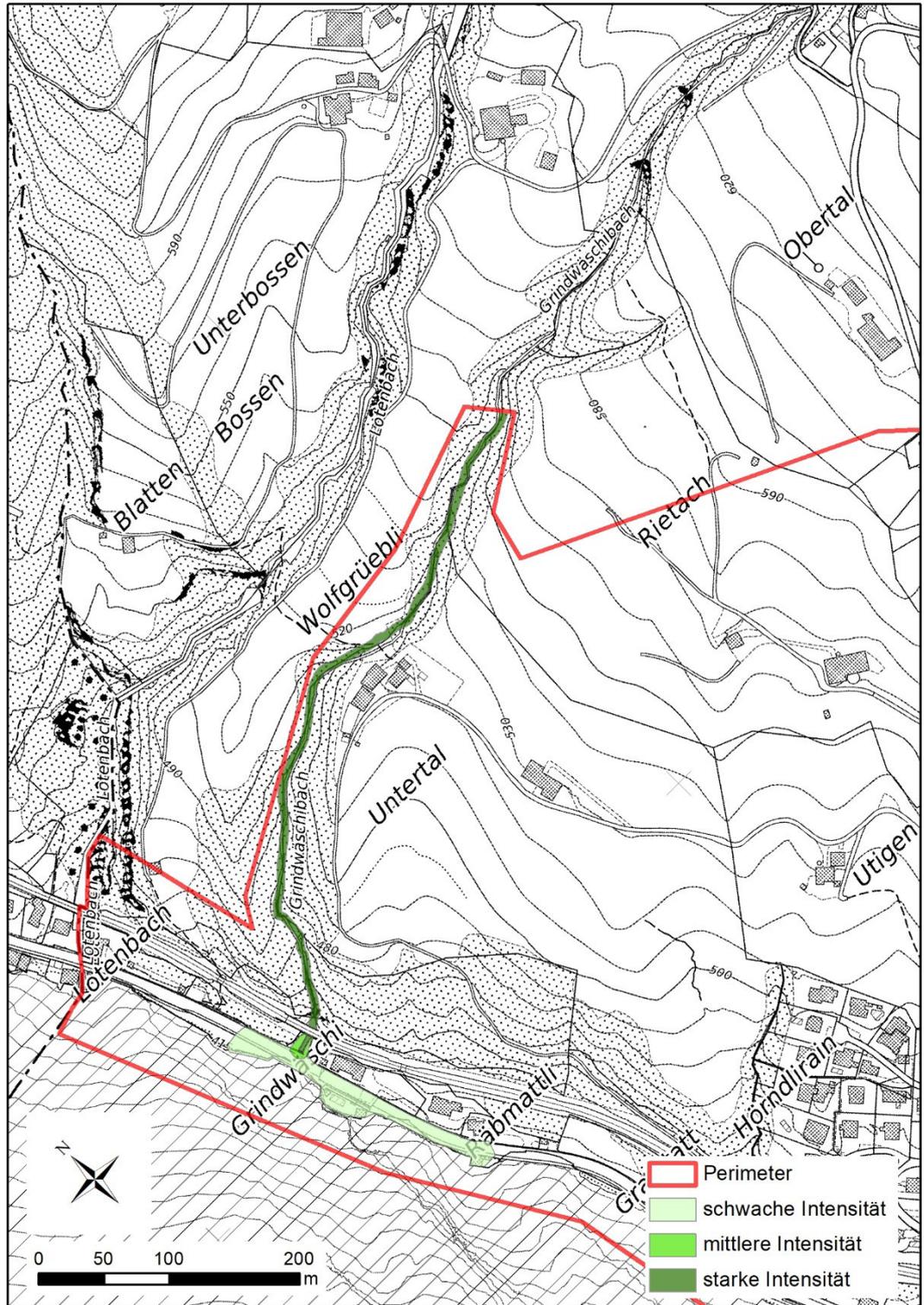
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

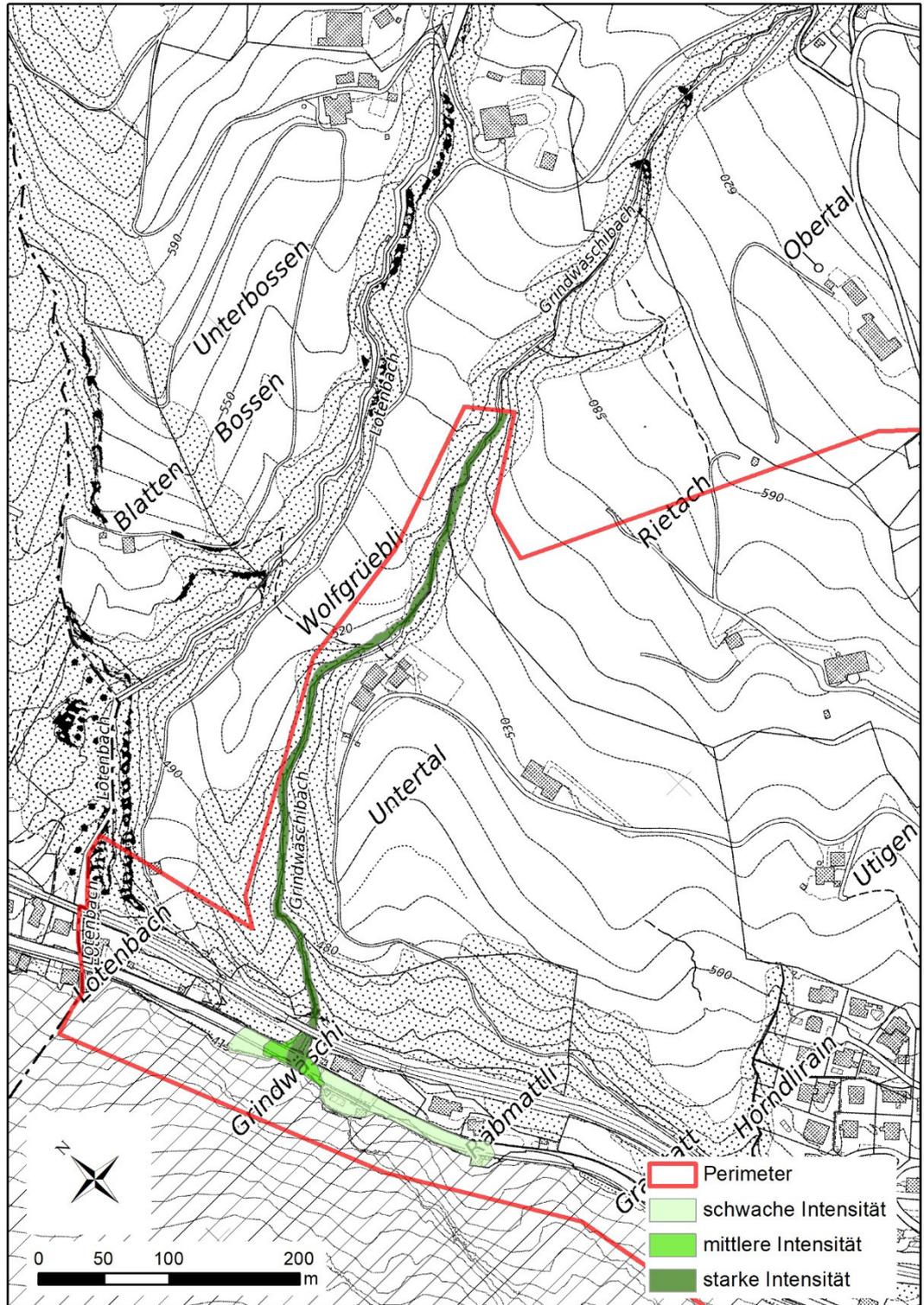
- ☒ Überflutung
- ☒ Übersarung
- ☐ Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



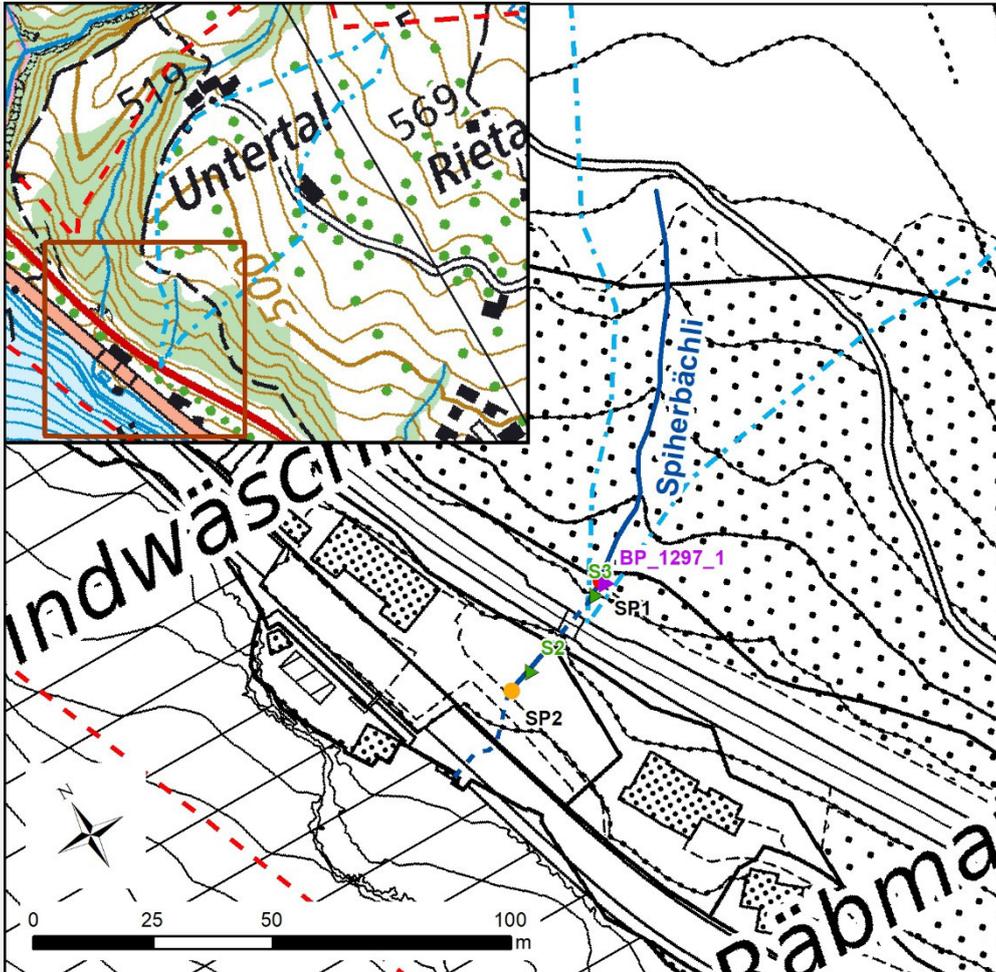
Bemerkungen:



**1. Prozessquelle:**

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	<b>11.11.2019</b>
<b>Prozesse:</b> <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b> <i>Belop gmbh</i>
		<b>Bearbeiter/In:</b>	<i>Anina Chiapolini</i>

**2. Situation:**



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

**Legende**

**Gewässer**

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- - - Einzugsgebiet

**Grenzen**

- - - Gefahrenkartenperimeter
- - - Gemeindegrenze

**Anhang:**

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil  
 IG Zugersee Ost, 2019: SBB, Infrastrukturmassnahmen Zugersee Ost, Doppelspur Walchwil, WU Rebmatli km 7.462 Situation und Schnitte.

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
unklar		Die Zufahrt zur Liegenschaft wurde bereits mehrmals überschwemmt. Seit ca. 15 Jahre aber nicht mehr vorgekommen.	Bauamt/Werkhof

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.035 km<sup>2</sup>  
 Relativ kleines Einzugsgebiet bei dem nur unterhalb von 485 m. ü. M ein Gerinne im Waldbereich ausgebildet ist. Oberhalb davon ist das Einzugsgebiet geprägt durch Wiese, unterhalb ist es bewaldet.

**Geologie:** Granitische Molasse

**Geomorphologie:** Nur im Waldbereich ausgebildetes Gerinne auf Molasse.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	98	64	176

Quelle Niederschlagsdaten: Hades 2.4

massgebendes Ereignis: Kurzzeitniederschläge

**4. Grundszenarien:**

**Schutzbauten:**  keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
S3	Einlaufbauwerk mit Rechen	Oberhalb SBB	Gut (wird 2019 neu erstellt)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Grundszenarien Abfluss:**

Schätzverfahren: Einfaches Fließzeitverfahren nach Böll, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	BP_1297_1	0.035	435	0.3	0.5	0.7	1.0	14.28

**Grundszenarien Geschiebe:**

Potential: Das Gerinne oberhalb der SBB verläuft teilweise auf Fels und teilweise in Lockermaterial auf Fels, weshalb das Geschiebepotential eingeschränkt ist. Unterhalb der SBB und das Gerinne verbaut und es findet kein zusätzliche Geschiebeeintrag statt. Bei sehr seltenen Ereignissen sind im bewaldeten Einzugsgebiet kleine Hangmuren/Rutsche möglich.

Schätzverfahren: Lehmann

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1297_1	0.035	435	10 - 20	20 - 30	40 - 50	80 - 100

**Grundszenarien Schwemmholt:**

*Potential:* *Wenig Wald im Einzugsgebiet, die kleinen Abflüsse vermögen kein grosses Holz zu transportieren, nur Astholz und Zweige.*

*Schätzverfahren:* *Gutachterliche Abschätzung*

<i>Schwemmholtzpotential [m<sup>3</sup>]</i>	<b>Bez.</b>	<b>Fläche EZG</b> [km <sup>2</sup> ]	<b>Kote</b> [m ü.M.]	<b>häufig</b> 0-30 Jahre	<b>selten</b> 30-100 Jahre	<b>sehr selten</b> 100-300 Jahre	<b>Extremereignis</b> EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1297_1	0.035	435	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 10

**Beschreibung  
Prozessablauf:**

*Durch kurze Starkniederschläge können Hochwasserabflüsse entstehen, welche geringe Mengen Geschiebe und Schwemmholtz mitführen können. Das Rohr bei der SBB ist rasch zu klein und der Abfluss erfolgt über die Steilstufe und unter der SBB hindurch gegen den Durchlass der Zugerstrasse. Das Geschiebe bleibt einerseits im Bereich der SBB und andererseits im Bereich des Einlaufabsturzes beim Durchlass Zugerstrasse liegen*

**Bemerkungen**

*Im Rahmen des Doppelspurausbaus der SBB wird ein neues Einlaufbauwerk mi Rechen oberhalb der Bahn und ein neues Energievernichtungsbauwerk erstellt. Die Auswirkungen dieser Massnahme wurden aufgrund der Ausführungspläne bei der Beurteilung berücksichtigt.*

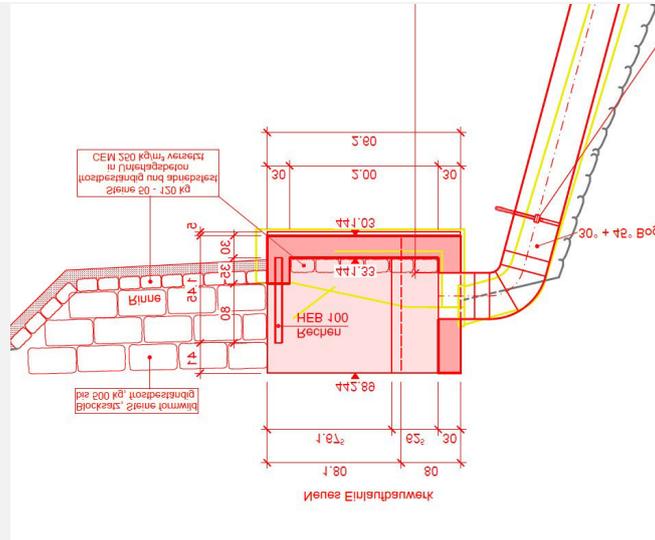
**5.1 Schlüsselstelle SP1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]: 0.035      Kote [m ü.M.]: 435      Koordinaten (X/Y): 2 680 704      1 218 500

Art der Schlüsselstelle: *Einlauf in Rohr mit Einlaufbauwerk und Rechen*

baulicher Zustand / Unterhalt: *Wird 2019 neu erstellt*



Ausschnitt aus den Ausführungsplänen der SBB, 2019.

**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Nach Böll für Rohrdurchlässe						
Geometrie:	Kreisprofil	Dimension [m]:	∅ 0.6	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	Böschung links	Böschung rechts	Sohlengefälle [%]:	
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Verklaugung des Einlaufbereiches						
Bemerkungen:	Bei Verklauungen des Rechens fließt das Wasser über den Rechen zurück ins Gerinne. Das steile Rohr endet in einem Schlammfänger unter der SBB und von dort führt zuerst ein DN800 und dann ein DN600 zum offenen Abschnitt.						

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklauung/Auflandung [%]:	0%	50%	100%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	1.6 m³/s bei 50% Rohrfüllung	1.6 m³/s bei 50% Rohrfüllung resp. 0.8 m³/s bei 50%-Verklauung	1.6 m³/s bei 50% Rohrfüllung resp. 0 m³/s bei 100%-Verklauung
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	0	0.1	0.7
Beschreibung des Szenarios:	Auffüllen des Freiraums hinter dem Rechen mit Geschiebe und Abfluss über den Rechen zurück ins Gerinne.	Abfluss von Wasser über die Steilstufe aufgrund von überfülltem Rückhalteraum, Abfluss durch SBB-Durchlass und Rückfluss ins offene Gerinne unterhalb der SBB.	Abfluss von Wasser über die Steilstufe aufgrund von überfülltem Rückhalteraum, Abfluss durch SBB-Durchlass und Rückfluss ins offene Gerinne unterhalb der SBB.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Abfluss von Wasser über die Steilstufe aufgrund von überfülltem Rückhalteraum, Abfluss durch SBB-Durchlass und Rückfluss ins offene Gerinne unterhalb der SBB.		
Bemerkungen:			

5.1 Schlüsselstelle SP1:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]:	0.035	Kote [m ü.M.]:	425	Koordinaten (X/Y):	2 680 677	1 218 487
Art der Schlüsselstelle:	Einlauf in Durchlass mit Absturz					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Nach Böll für Rohrdurchlässe						
Geometrie:	Kreisprofil	Dimension [m]:	∅	0.5	B	H	Neigung
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	90	Böschung links	Böschung rechts	Sohlengefälle [%]:
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Verklauung und Auffüllung des Auffangraumes vor DL						
Bemerkungen:							

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklauung/Aufflandung [%]:	0%	50%	100%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	0.7 m³/s bei 60% Rohrfüllung	0.7 m³/s bei 60% Rohrfüllung resp. 0.35 m³/s bei 50%-Verklauung	0.7 m³/s bei 60% Rohrfüllung resp. 0.0 m³/s bei 100%-Verklauung
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	0	0.15	0.7
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne	Ablagerung von Material im Auffangraum und Teilverklauung des Durchlasses. Ausbruch von Wasser und wenig Geschiebe auf die Hauszufahrt und Verschwemmung gegen die Zugerstrasse und von dort Abfluss in den Zugersee.	Ablagerung von Material im Auffangraum und Verklauung des Durchlasses. Ausbruch von Wasser und wenig Geschiebe auf die Hauszufahrt und Verschwemmung gegen die Zugerstrasse und von dort Abfluss in den Zugersee.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Ablagerung von Material im Auffangraum und Verklauung des Durchlasses. Ausbruch von Wasser und wenig Geschiebe auf die Hauszufahrt und Verschwemmung gegen die Zugerstrasse und von dort Abfluss in den Zugersee.		

Bemerkungen:

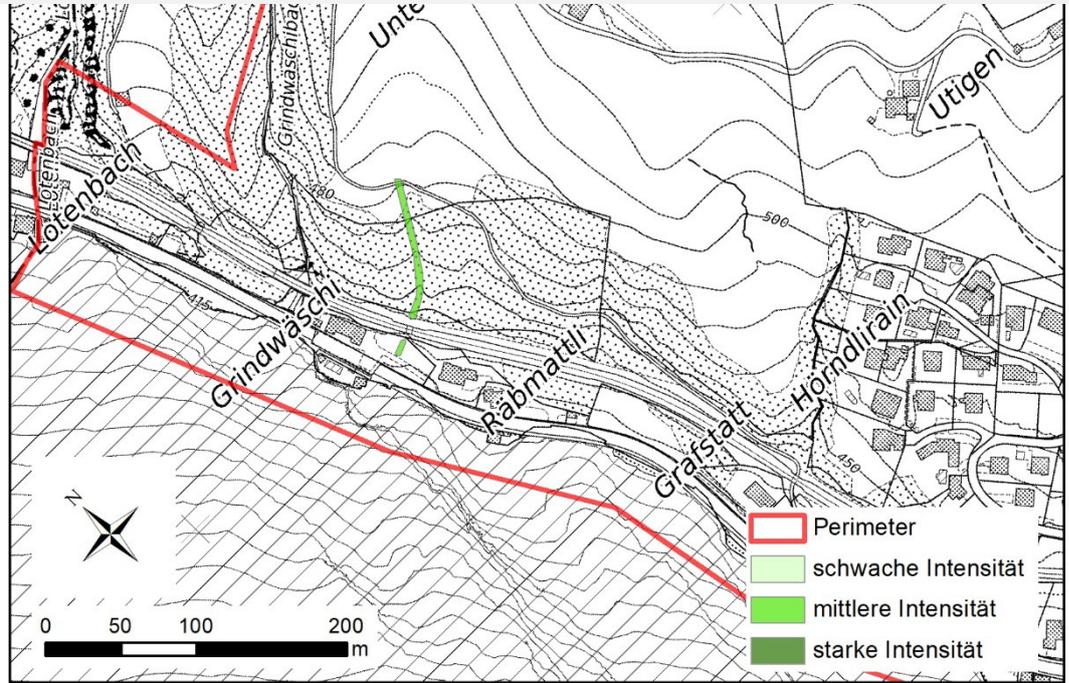
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

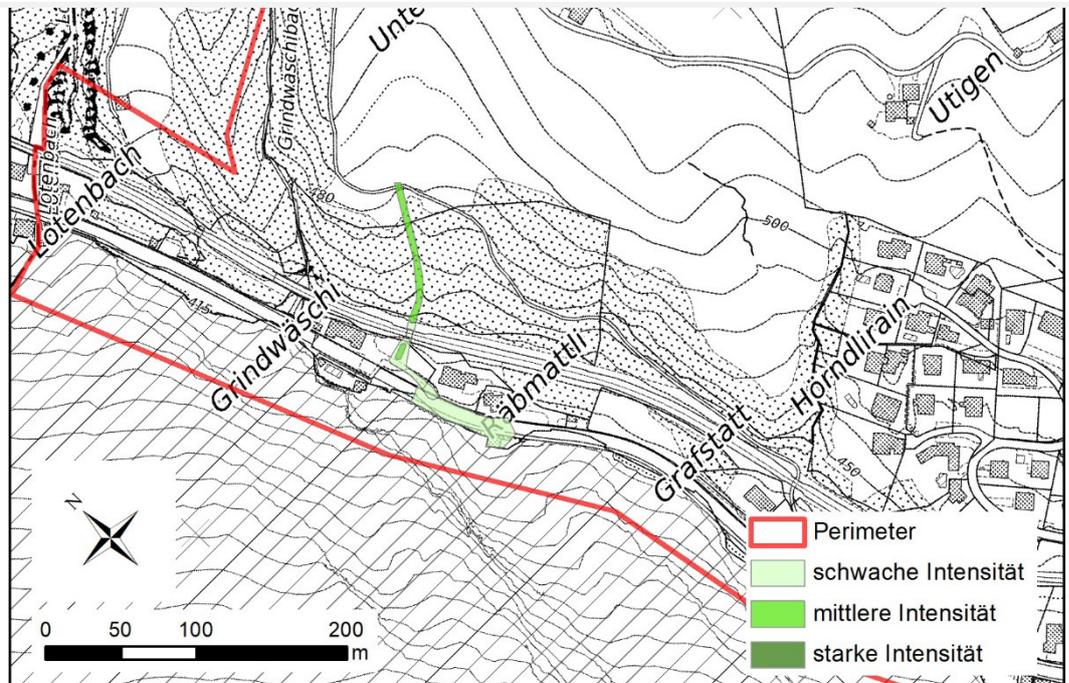
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

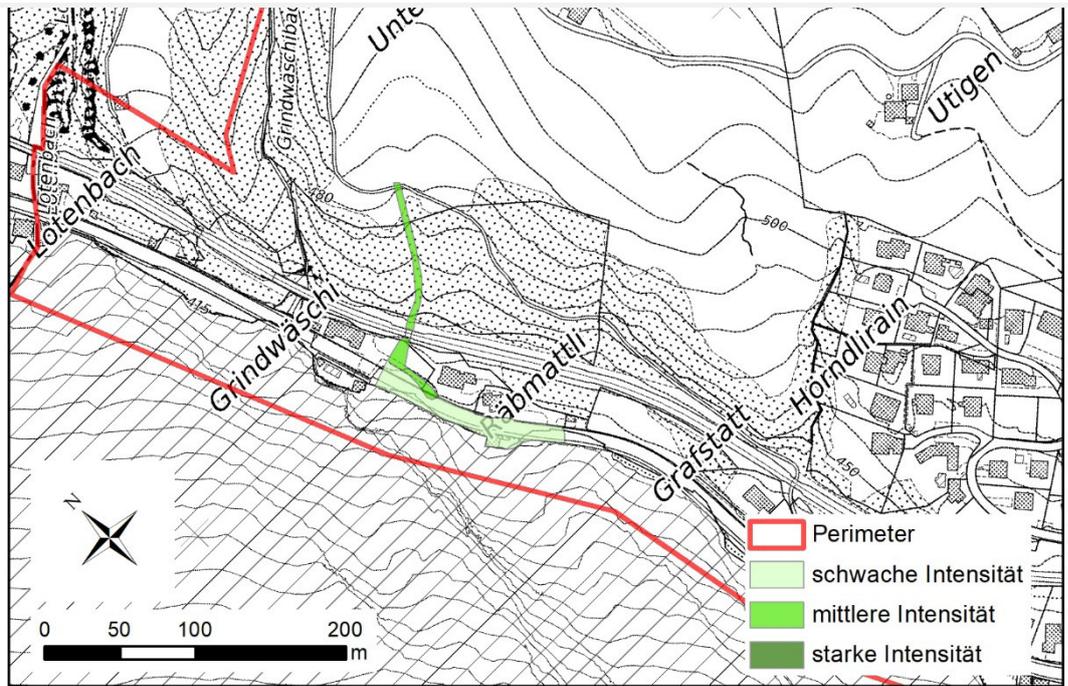
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

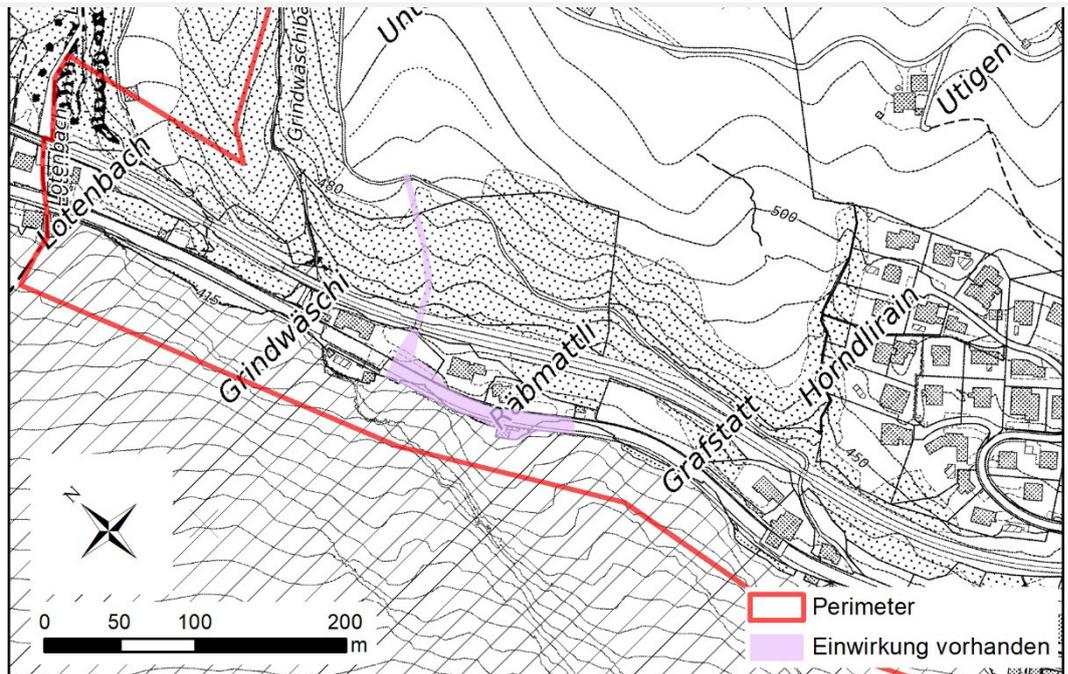
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung

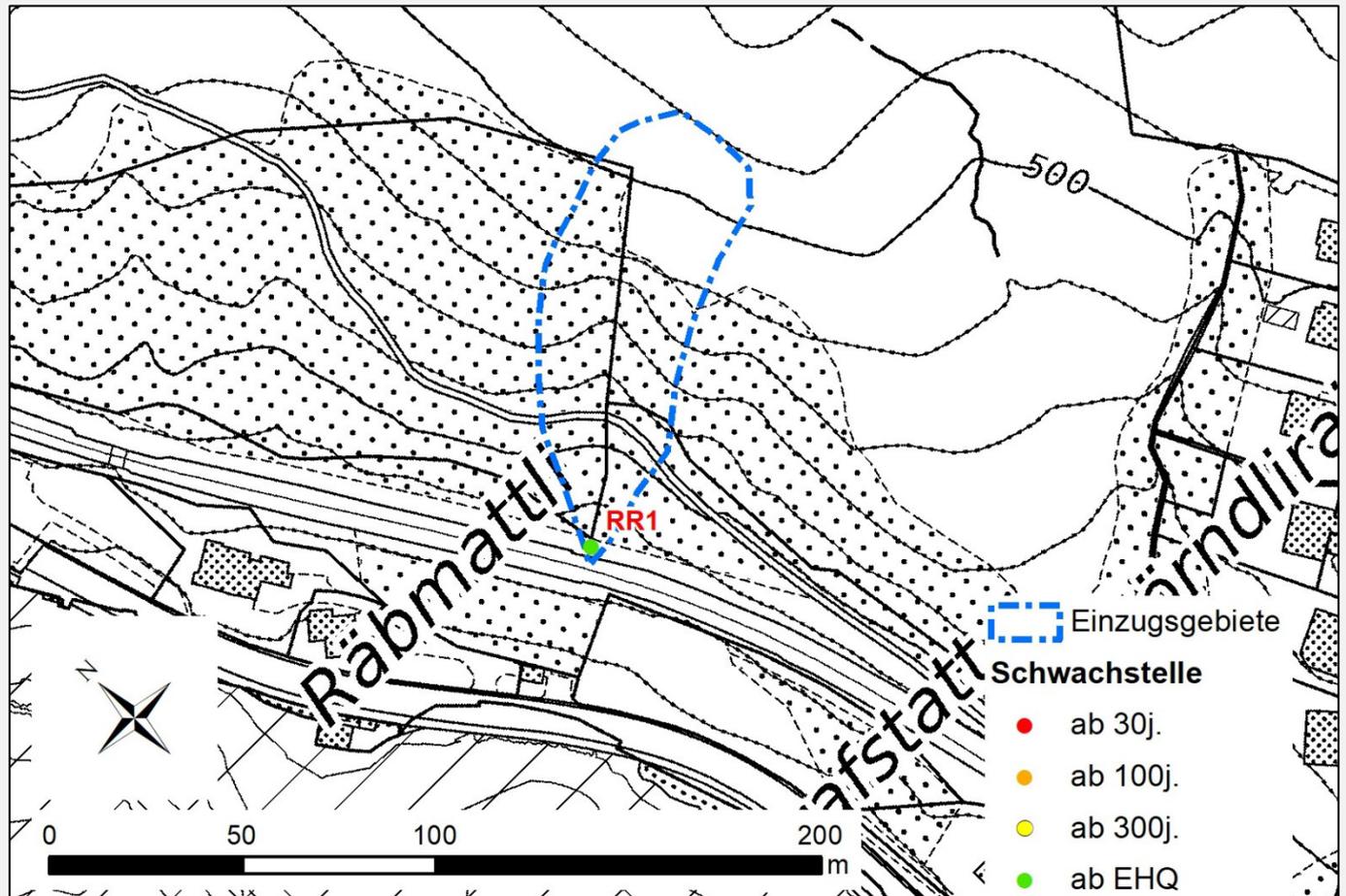


Bemerkungen:

**1. Prozessquelle:**

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	11.11.2019
<b>Prozesse:</b> <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b> Belop gmbh
		<b>Bearbeiter/In:</b>	Anina Chiapolini

**2. Situation:**



**Anhang:**

Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden

\_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil  
IG Zugersee Ost, 2019: SBB, Infrastrukturmassnahmen Zugersee Ost, Doppelspur Walchwil, Stützbauwerk km 7.480-7.610, Winkelstützmauer Etappe 10 inkl. BDu.

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
		Das Pumphäuschen an der Strasse wird öfters überschwemmt. Vermutlich kommt das Wasser aber aus dem Hang.	Bauamt/Werkhof

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG =0.0016 km<sup>2</sup>  
Sehr kleines Einzugsgebiet, welches oberhalb der SBB komplett bewaldet ist. Das Gerinne wird oberhalb der SBB gefasst und abgeführt. Es ist kein Gerinne mehr sichtbar bis zum See. Das Gerinne ist mehrheitlich trocken und nur unmittelbar bei der SBB als solches ausgebildet.

**Geologie:** Oberhalb der SBB: Granitische Molasse  
Unterhalb der SBB: Moräne

**Geomorphologie:** Muldenförmiges Einzugsgebiet, das nur in einem kurzen Abschnitt oberhalb der SBB ein Gerinne aufweist.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	104	65	180

**Quelle Niederschlagsdaten:** Hades 2.4

**massgebendes Ereignis:** Kurzzeitniederschläge

**4. Grundszenarien:**

**Schutzbauten:**  keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Grundszenarien Abfluss:** Schätzverfahren: Einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	SBB	0.016	435	0.15	0.25	0.35	0.6	15.6

**Grundszenarien Geschiebe:** Potential: Nur auf sehr kurzer Strecke ist ein Gerinne ausgebildet, welches wenig Geschiebe mobilisieren kann. An den Hängen können sich Hangmuren lösen, deren Geschiebe jedoch nicht mit dem Bach transportiert werden kann.

Schätzverfahren: Lehmann

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	SBB	0.016	435	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40

**Grundszenarien Schwemholz:**

*Potential:* Das Einzugsgebiet ist zwar komplett bewaldet, das Holz kann jedoch nicht oder nur Äste transportiert werden.

*Schätzverfahren:* Gutachterliche Abschätzung

Schwemholzpotential [m³]	Bez.	Fläche EZG [km²]	Kote [m ü.M.]	häufig	selten	sehr selten	Extremereignis
				0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
	SBB	0.016	435	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5

**Beschreibung Prozessablauf:** Bei starken Niederschlägen sammelt sich das Wasser in der Mulde und fliesst zu den SBB-Geleisen. Dort staut sich das Wasser bei den Einläufen zum Durchlass und entlang des Bahndamms. Der so entstandene See wird durch den bestehenden Durchlass entwässert.

**Bemerkungen:** Im Rahmen des Doppelspurausbaus der SBB wird zwischen der bestehenden Stützmauer und der SBB ein Blocksatz erstellt. Bergseitig der SBB wird zudem ein neuer Einlaufschacht mit Gitterabdeckung, Rechen und Anschlag gegenüber den Geleisen erstellt. Dieser führt in ein DN600, welches die Bahnlinie quert und in später in den bestehenden Durchlass der Kantonsstrasse führt. Die Auswirkungen dieser Massnahme wurden aufgrund der Ausführungspläne bei der Beurteilung berücksichtigt.

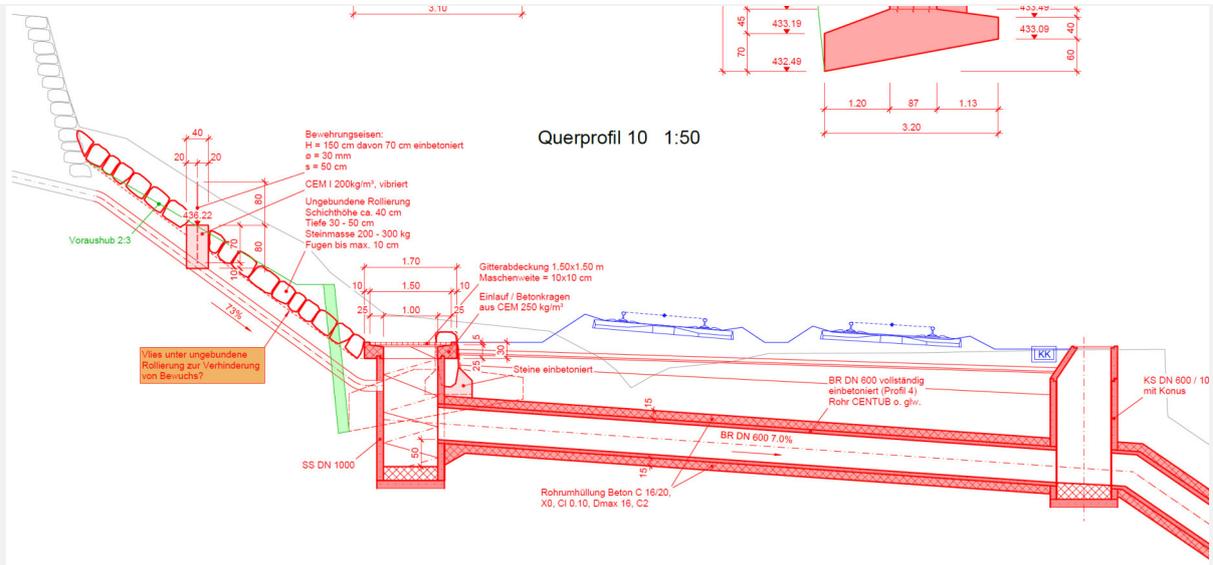
**5.1 Schlüsselstelle RR1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]: 0.016      Kote [m ü.M.]: 435      Koordinaten (X/Y): 2 680 763      1 218 389

Art der Schlüsselstelle: *Einlauf in Durchlass und Durchlass*

baulicher Zustand / Unterhalt: *Wird 2019 neu erstellt*



Ausschnitt aus den Ausführungsplänen der SBB, 2019.

**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler						
Geometrie:	Rohr	Dimension [m]:	Ø	0.6	B	H	Neigung
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle		Böschung links	Böschung rechts	Sohlen-gefälle [%]:
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Verkläusung Gitterabdeckung auf Schacht.						
Bemerkungen:							

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verkläusung/Auflandung [%]:	-	Teilverkläusung 50%	Teilverkläusung 50%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	1 m³/s bei 50% Rohrfüllung	0.5 m³/s	0.5 m³/s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	-	-
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne	Hochwasserabfluss im Gerinne, leichte Seebildung oberhalb der SBB.	Hochwasserabfluss im Gerinne, leichte Seebildung oberhalb der SBB. Entwässerung auf Bahnlinie.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Hochwasserabfluss im Gerinne, Seebildung oberhalb der SBB mit Abfluss über die Gleise in das unterliegende Gebiet.		
Bemerkungen:			

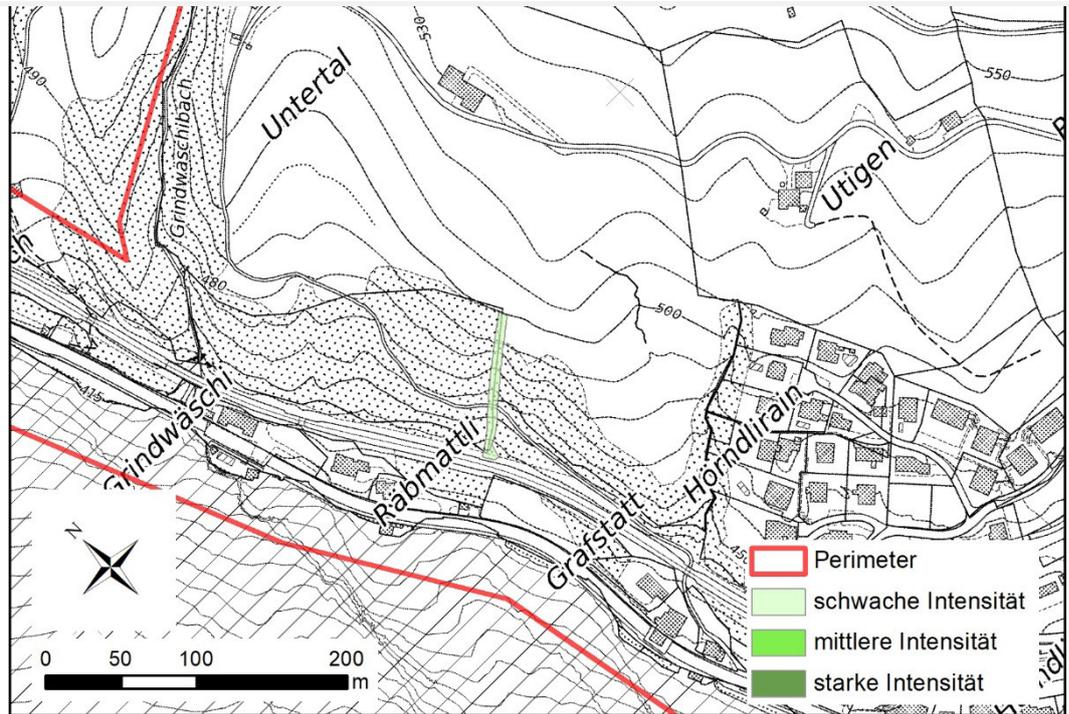
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

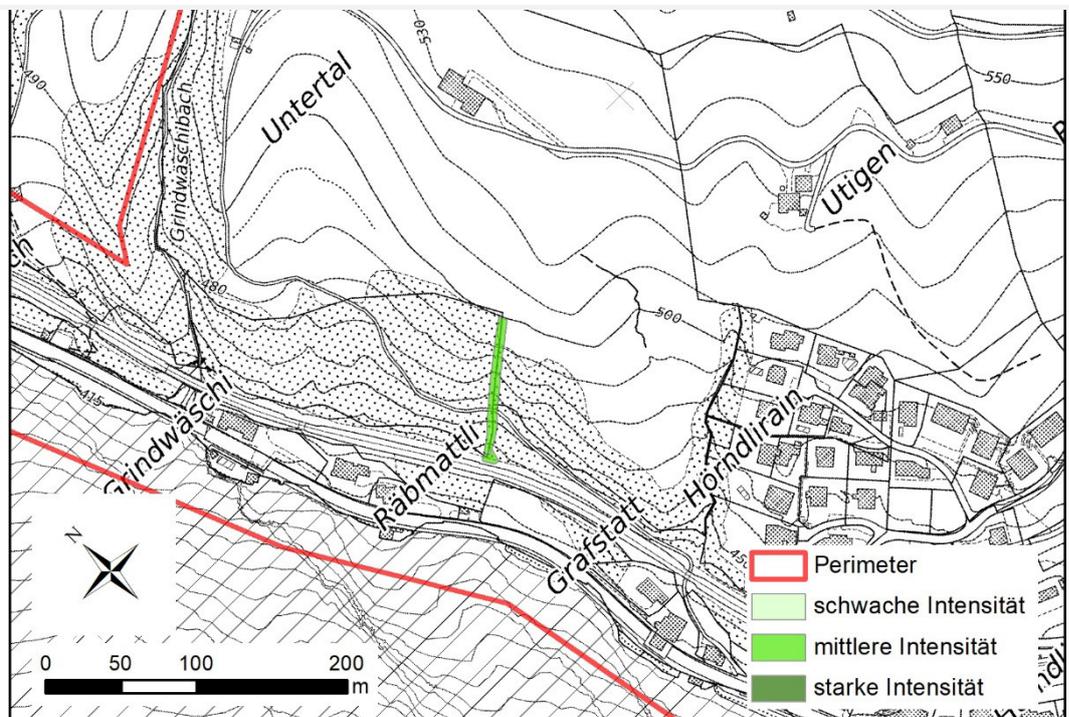
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

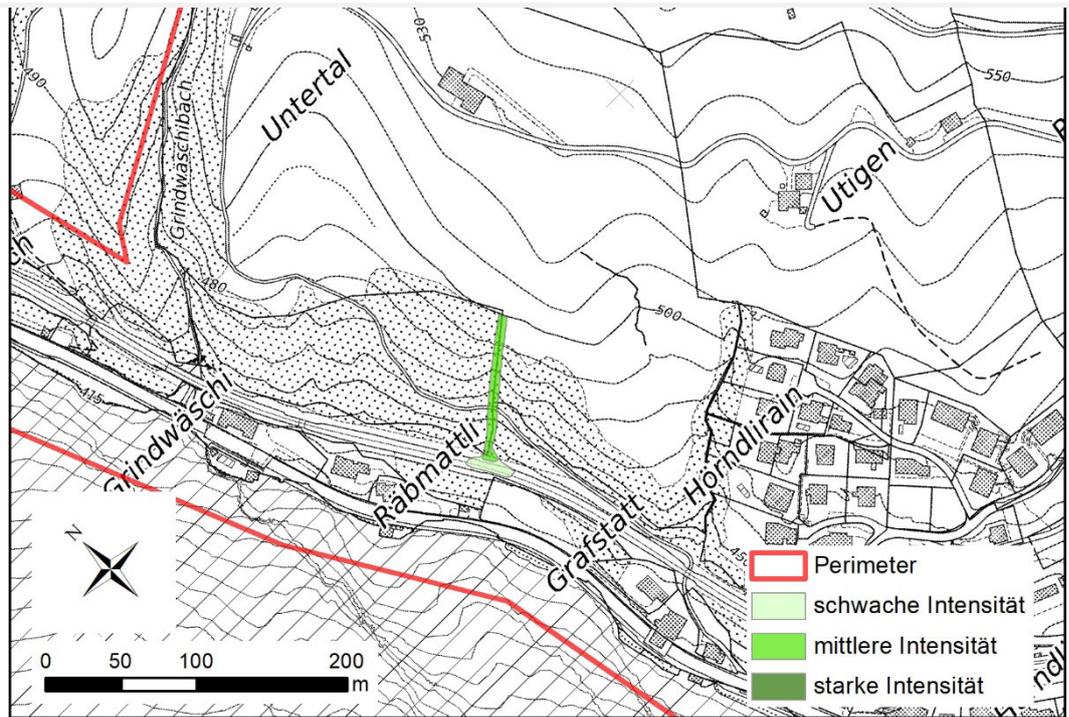
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

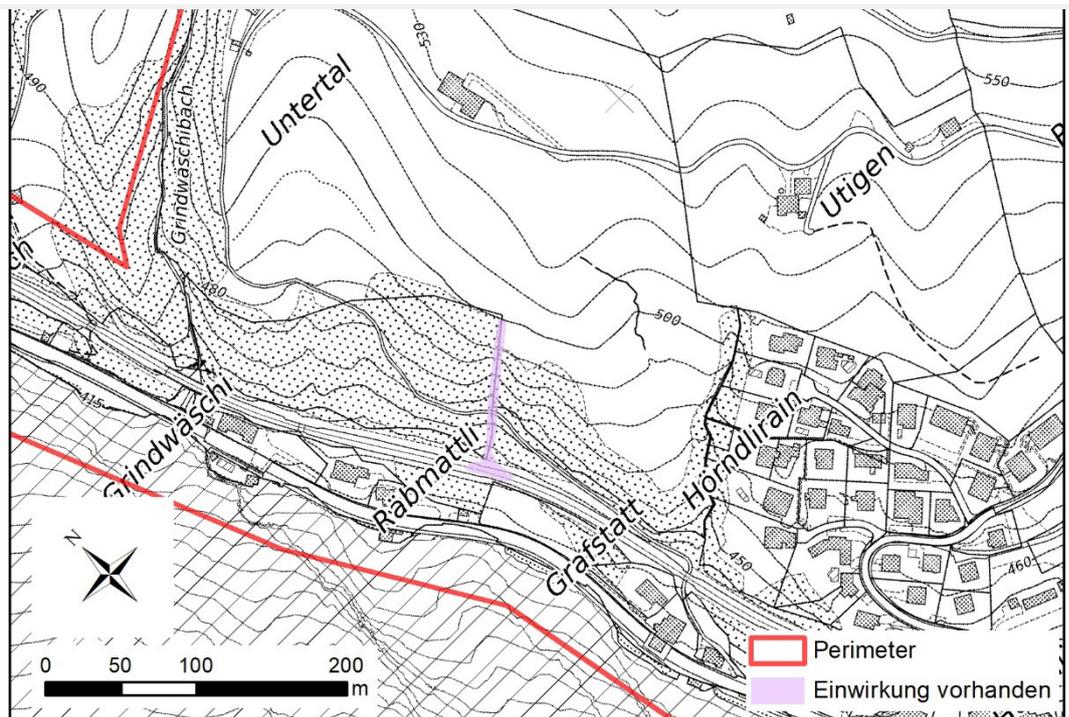
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung

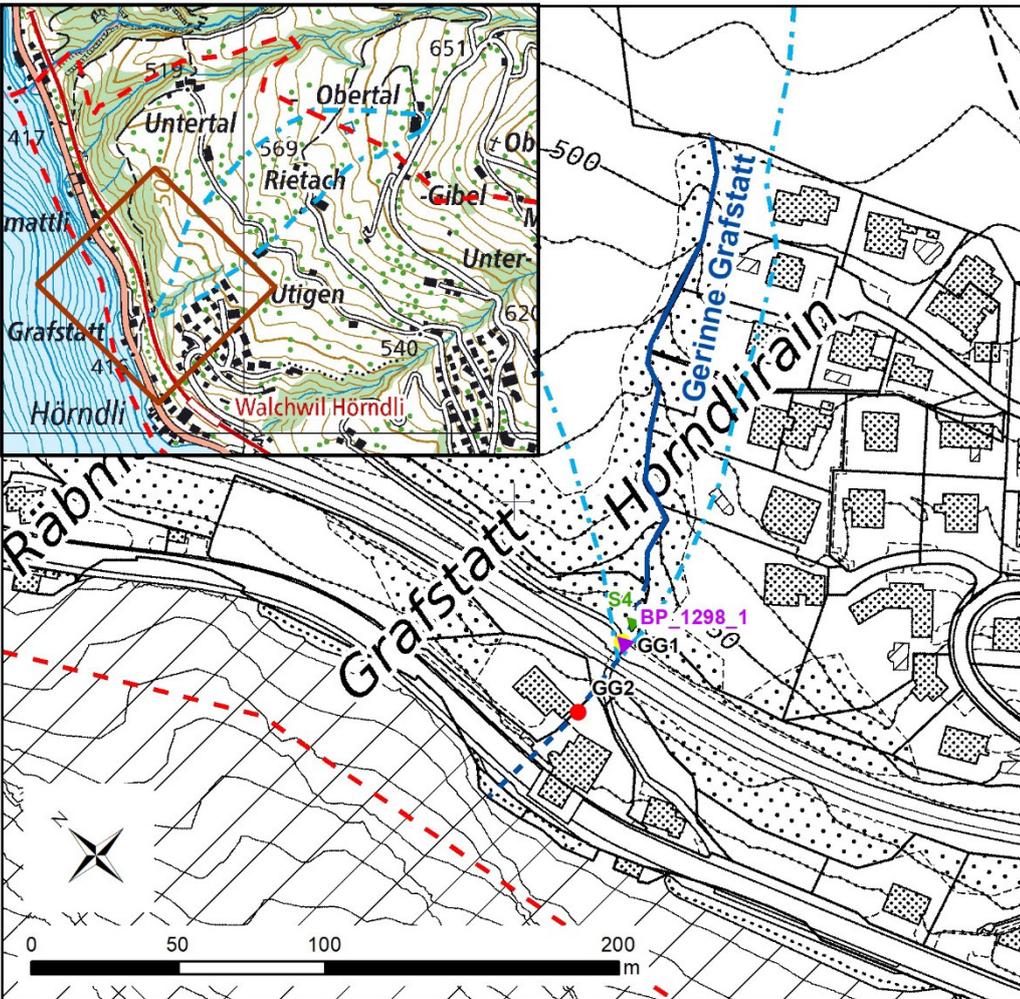


Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

Gemeinde:	Walchwil	Stand:	11.11.2019
Prozesse: <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	Auftragnehmer Beurteilung: Belop gmbh
		Bearbeiter/In:	Anina Chiapolini

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

Legende

Gewässer

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- - - Einzugsgebiet

Grenzen

- - - Gefahrenkartenperimeter
- Gemeindegrenze

Anhang:

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

3. Grundlagen

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil  
 IG Zugersee Ost, 2019: SBB, Infrastrukturmassnahmen Zugersee Ost, Doppelspur Walchwil, WU + DU Grafstatt km 7.741 Situation, Ansichten und Schnitte.

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
22.08.2005	-	Fassade an Gebäude Grafstatt beschädigt	GVZ
		Der Bach ist bei der Liegenschaft Grafstatt mehrfach ausgetreten und hat Überschwemmungen verursacht.	Bauamt/Werkhof

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.08 km<sup>2</sup>  
 Relativ kleines Einzugsgebiet bei dem nur unterhalb von 500 m. ü. M ein Gerinne im Waldbereich ausgebildet ist. Oberhalb davon ist das Einzugsgebiet geprägt durch Wiese, unterhalb ist es in Gerinnenähe bewaldet. Das Gerinne fliesst durch ein deutlich eingetieftes Tobel mit eher steilen Bacheinhängen.

**Geologie:** Granitische Molasse

**Geomorphologie:** Nur im Waldbereich ausgebildetes Gerinne auf Molasse.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	104	65	180

Quelle Niederschlagsdaten: Hades 2.4

massgebendes Ereignis: Kurzzeitniederschläge

4. Grundszenarien:

**Schutzbauten:**  keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
S4	Rechen und Einlaufbauwerk	Oberhalb SBB	2019 neu erstellt	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schätzverfahren: Einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	BP_1298_1	0.08	435	0.7	1.1	1.4	1.7	13.75

**Grundszenarien Geschiebe:**

Potential: Das Gerinne oberhalb der SBB verläuft teilweise auf Fels und teilweise in Lockermaterial auf Fels, weshalb das Geschiebepotential eingeschränkt ist. Unterhalb der SBB und das Gerinne verbaut und es findet kein zusätzliche Geschiebeeintrag statt.

Schätzverfahren: Lehmann

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1298_1	0.08	435	10 -20	20 - 30	40 - 50	50 - 80

**Grundszenarien Schwemmh Holz:**

*Potential: Wenig Wald im Einzugsgebiet, die kleinen Abflüsse vermögen kein grosses Holz zu transportieren, nur Astholz und Zweige.*

*Schätzverfahren: Gutachterliche Abschätzung*

Schwemmh Holzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig	selten	sehr selten	Extremereignis
				0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1298_1	0.08	435	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 10

**Beschreibung Prozessablauf:**

*Durch kurze Starkniederschläge können Hochwasserabflüsse entstehen, welche geringe Mengen Geschiebe und Schwemmh Holz mitführen können. Beim Austritt auf den Kegel oberhalb der SBB und beim Durchlass SBB kann es zu Ablagerungen mit anschliessenden Ausbrüchen kommen. Zudem ist der Durchlass der Zugerstrasse zu klein, weshalb es dort erneut zu Ausbrüchen kommen kann. Das Geschiebe bleibt mehrheitlich oberhalb der SBB liegen.*

**Bemerkungen**

*Im Rahmen des Doppelspurausbaus der SBB wird oberhalb der SBB ein neuer Stahlrechen und ein neues Einlaufbauwerk mit Rechen und Fallschacht erstellt. Zudem wird ein neuer Bachdurchlass DN 800 erstellt. Der Auslaufbereich unterhalb der SBB wird nicht verändert. Diese Massnahmen sind basierend auf der Ausführungsplänen 2019 in der Beurteilung berücksichtigt.*

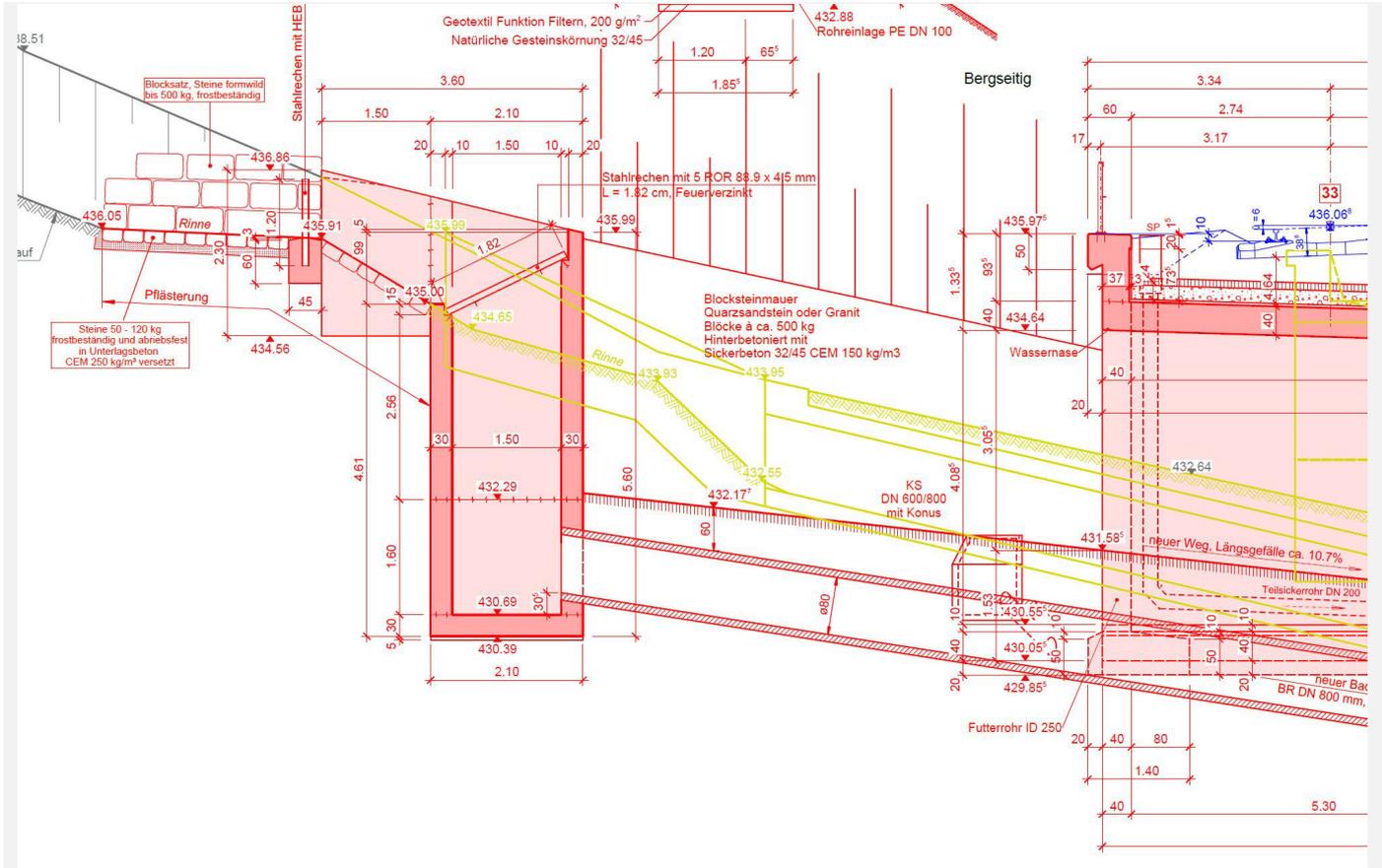
5.1 Schlüsselstelle GG1:

Beschreibung

Fläche EZG [km<sup>2</sup>]: 0.08      Kote [m ü.M.]: 435      Koordinaten (X/Y): 2 680 810      1 218 245

Art der Schlüsselstelle: Einlauf Rohrdurchlass mit Rechen und Einlaufbauwerk

baulicher Zustand / Unterhalt: Wird 2019 neu erstellt.



Ausschnitt aus den Ausführungsplänen der SBB, 2019.

Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler						
Geometrie:	Rohr	Dimension [m]:	Ø 0.8	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle 30	Böschung links	Böschung rechts	Sohlengefälle [%]: 15	
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-						
Bemerkungen:							

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	+0.3m Auflandung
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	50%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	0.4m	0.4m	0.4m
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	3 m <sup>3</sup> /s	3 m <sup>3</sup> /s	1.5 m <sup>3</sup> /s

<b>Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:</b>	-	-	0.2
<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	<i>Hochwasserabfluss mit Geschiebetrieb</i>	<i>Hochwasserabfluss mit Geschiebetrieb</i>	<i>Geschiebe- und Holzablagerungen vor Durchlass führen zu Verminderung der Abflusskapazität. Dadurch Ausbruch von Wasser beim Durchlass und Abfluss durch den SBB-Durchgang entlang Weg mit teilweise Rückfluss ins offene Gerinne.</i>
<b>Extremereignis EHQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	<i>Geschiebe- und Holzablagerungen vor Durchlass führen zu Verminderung der Abflusskapazität. Dadurch Ausbruch von Wasser beim Durchlass und Abfluss durch den SBB-Durchgang entlang Weg mit teilweise Rückfluss ins offene Gerinne.</i>		
<b>Bemerkungen:</b>			

5.1 Schlüsselstelle GG2:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]:	0.08	Kote [m ü.M.]:	425	Koordinaten (X/Y):	2 680 785	1 218 238
Art der Schlüsselstelle:	Einlauf Rohrdurchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					

Kein Bild vorhanden

Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Nach Böll für Rohrdurchlässe							
Geometrie:	Kreisprofil	Dimension [m]:	∅	0.4	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle		Böschung links	Böschung rechts	Sohlen-gefälle [%]:	13
Kapazitätsreduzierende Faktoren:								
Bemerkungen:								

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig		selten		sehr selten	
	0-30 Jahre		30-100 Jahre		100-300 Jahre	
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	-	-	-	-	-	-
Freibord [m]:						
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	0.6 m³/s bei 50% Rohrfüllung		0.6 m³/s bei 50% Rohrfüllung		0.6 m³/s bei 50% Rohrfüllung	
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	0.1		0.5		0.8	
Beschreibung des Szenarios:	Der Rohrdurchlass ist zu klein. Wenig Wasser tritt auf den Vorplatz der Liegenschaft Grafstatt aus und verteilt sich über die Zufahrt, den Vorplatz und die Zugerstrasse. Es ist mit schwacher Intensität zu rechnen.		Der Rohrdurchlass ist zu klein. Wasser tritt auf den Vorplatz der Liegenschaft Grafstatt aus und verteilt sich über die Zufahrt, den Vorplatz und die Zugerstrasse. Es ist mit schwacher und lokal bei der Ausbruchsstelle auch mittlerer Intensität zu rechnen.		Der Rohrdurchlass ist zu klein. Wasser tritt auf den Vorplatz der Liegenschaft Grafstatt aus und verteilt sich über die Zufahrt, den Vorplatz und die Zugerstrasse. Es ist mit schwacher und lokal bei der Ausbruchsstelle auch mittlerer Intensität zu rechnen.	
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Der Rohrdurchlass ist zu klein. Wasser tritt auf den Vorplatz der Liegenschaft Grafstatt aus und verteilt sich über die Zufahrt, den Vorplatz und die Zugerstrasse. Es ist mit schwacher und lokal bei der Ausbruchsstelle auch mittlerer Intensität zu rechnen.					
Bemerkungen:						

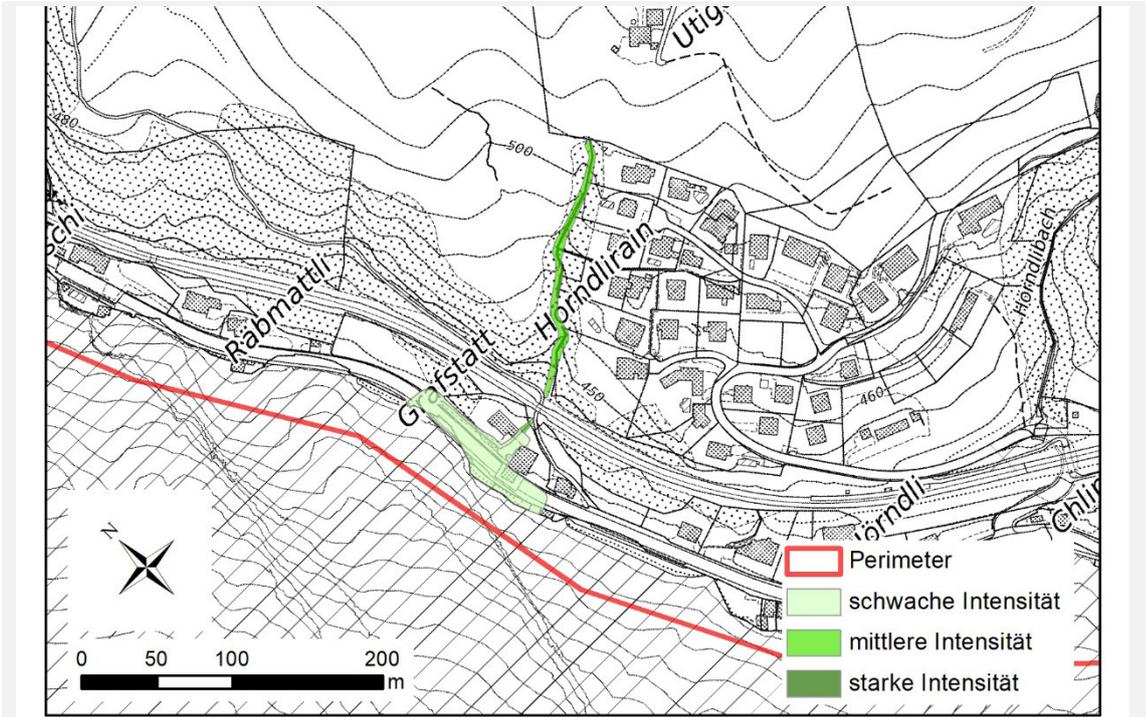
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

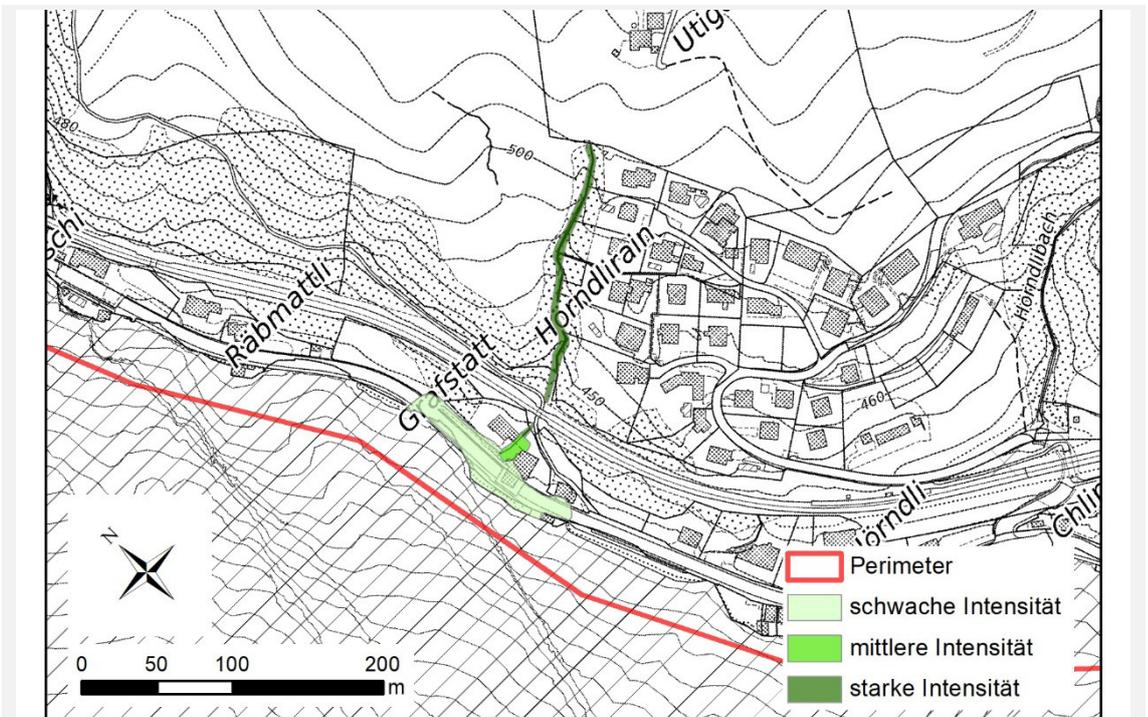
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

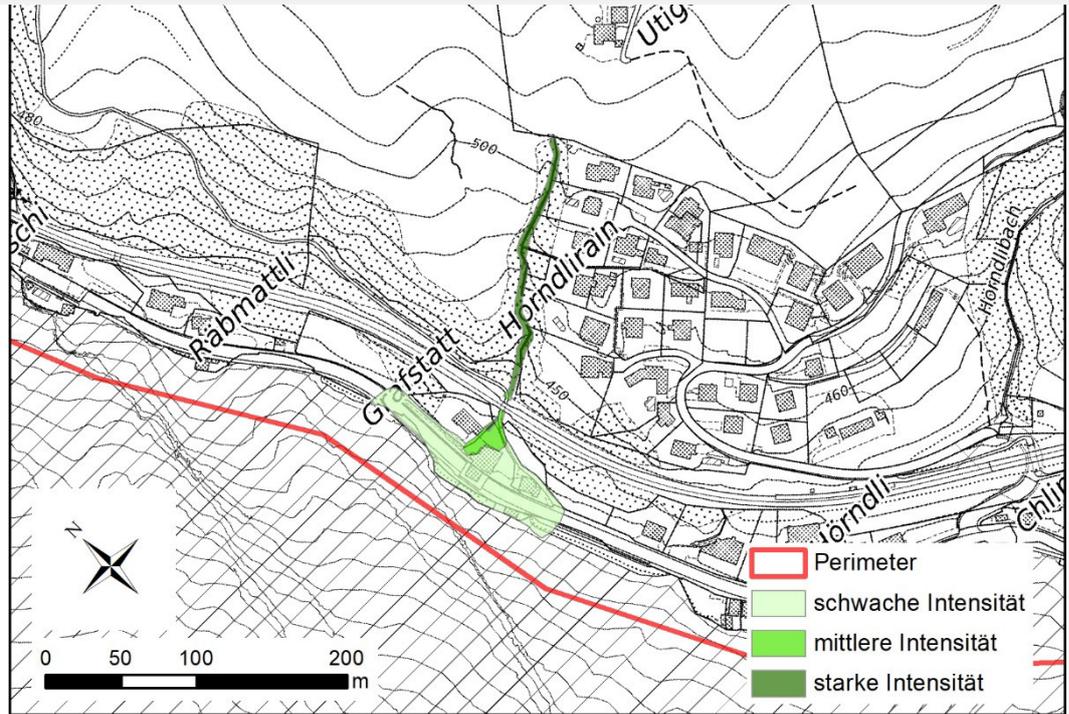
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

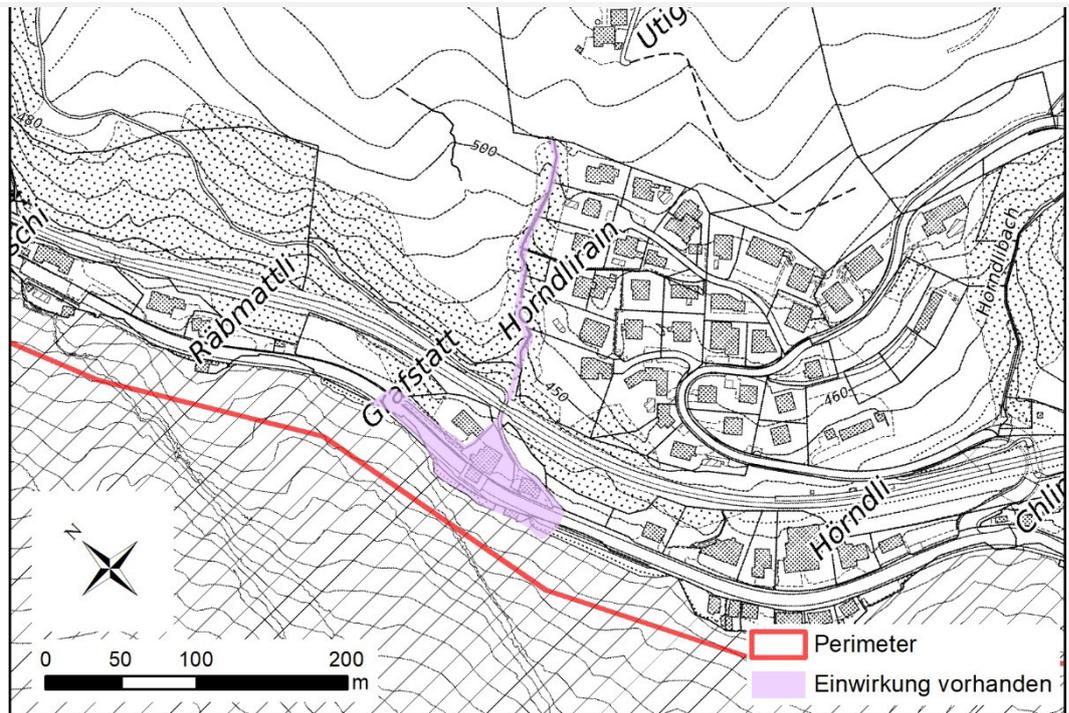
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(>> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung

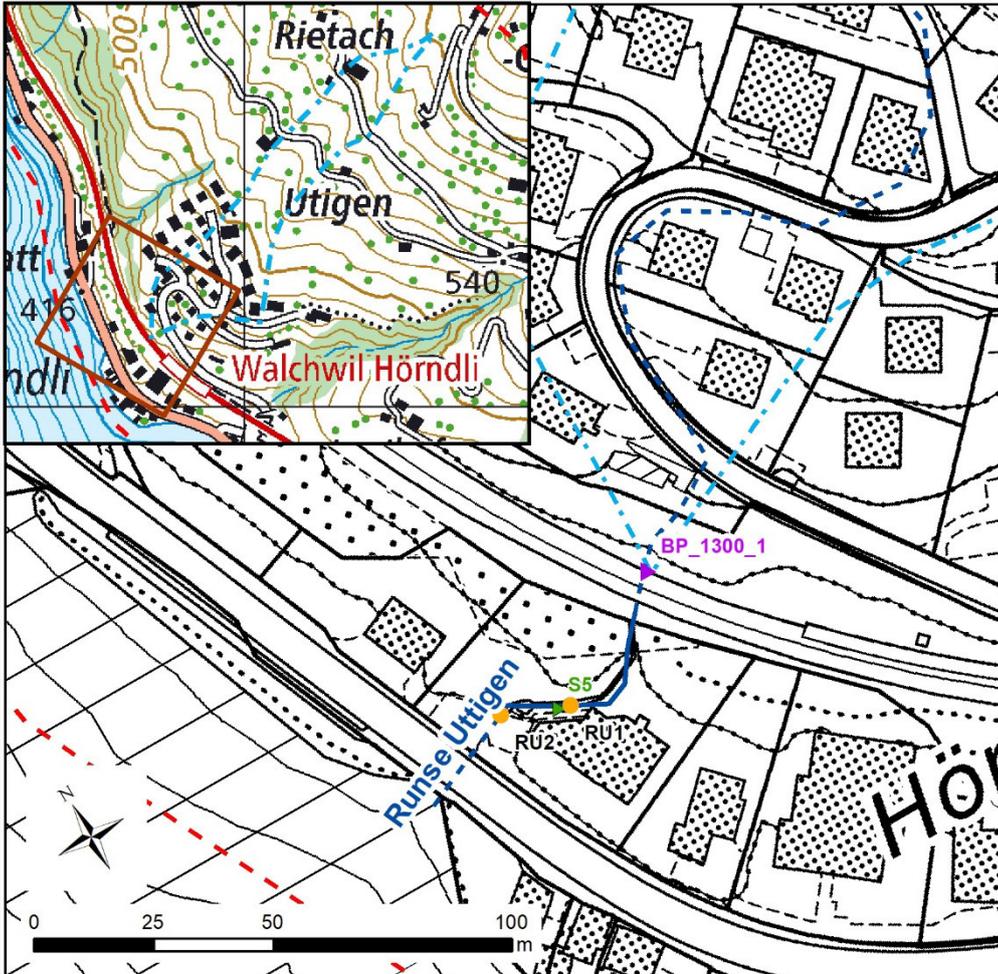


Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

Gemeinde:	Walchwil	Stand:	11.11.2019
Prozesse: <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	Auftragnehmer Beurteilung: <i>Belop gmbh</i>
		Bearbeiter/In:	<i>Anina Chiapolini</i>

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

Legende

Gewässer

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- - - Einzugsgebiet

Grenzen

- - - Gefahrenkartenperimeter
- - - Gemeindegrenze

Anhang:

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

3. Grundlagen

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil  
 IG Zugersee Ost, 2019: SBB, Infrastrukturmassnahmen Zugersee Ost, Doppelspur Walchwil, Stützbauwerke bei km 7.890-7.990, Winkelstützmauer Etappe 01-03.

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
06.06.2002	-	Wasser in einem Einfamilienhaus, evtl. verursacht durch Runse Uttigen resp. Oberflächenwasser.	GVZ
22.08.2005	-	Schäden an einem Haus infolge Oberflächenwasser aus Runse Uttigen.	GVZ

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.04 km<sup>2</sup>  
 Sehr kleines langgezogenes Einzugsgebiet. Oberhalb der Siedlung dominiert Landwirtschaftsgebiet, es ist aber kein Gerinne sichtbar. Das Gerinne ist bis unterhalb der SBB eingedolt. Ab dort ist ein kleines immer wasserführendes Gerinne ausgebildet, welches durchgehend auf Fels fliesst und mehrere steile Abstürze aufweist. Das Gerinne führt unterhalb der SBB dem Gebäude entlang und nach einem Steilabsturz beim Parkplatz in einem Rohr in den See.

**Geologie:** Konglomerat der granitischen Molasse

**Geomorphologie:** Das Gerinne ist mehrheitlich eingedolt und in den offenen Bereichen anthropogen geprägt.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	104	65	180

**Quelle Niederschlagsdaten:** Hades 2.4

**massgebendes Ereignis:** Kurzzeitniederschläge

4. Grundszenarien:

Schutzbauten:	<input type="checkbox"/> keine				Wirkung (Protect)	
	Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	JA	NEIN
S5	Gerinnebefestigung mit Blöcken	Entlang Gebäude unterhalb SBB	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Grundszenarien Abfluss:**

**Schätzverfahren:** Einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
SBB	0.04	440	0.35	0.55	0.7	0.9	13.75	

**Grundszenarien Geschiebe:**

**Potential:** Der kurze offene Gerinneabschnitt verläuft komplett auf Fels, wenig Geschiebe der Böschungen kann mobilisiert werden.

**Schätzverfahren:** Lehmann

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
SBB	0.04	440	0 - 5	0 - 5	5 - 20	5 - 20	

**Grundszenarien Schwemholz:**

Potential: *Kein Wald vorhanden*

Schätzverfahren: -

Schwemholzfracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig	selten	sehr selten	Extremereignis
				0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
	SBB	0.04	440	0	0	0	0

**Beschreibung  
Prozessablauf:**

*Bei starken Niederschlägen sammelt sich das Wasser in der Geländemulde oberhalb der Siedlung und fließt als Oberflächenwasser ab. Ein Teil kann versickern und kommt im Rohr zum Abfluss. Im Bereich der SBB fließt das Wasser aus dem Rohr im Gerinne ab in den See. Das Oberflächenwasser folgt dem Hörnlirain, wird aber in der Gefahrenbeurteilung nicht weiter berücksichtigt.*

**Bemerkungen**

*Im Rahmen des Doppelspurausbaus der SBB wird das bestehende Rohr oberhalb der SBB-Linie gefasst und in einem neuen Rohr (DN600) unter der Bahn durchgeführt. Das Gerinne ist also neu erst unterhalb der SBB offen. Die Massnahmen sind in der Beurteilung berücksichtigt.*

5.1 Schlüsselstelle RU1:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]:	0.04	Kote [m ü.M.]:	425	Koordinaten (X/Y):	2 680 840	1 218 080
Art der Schlüsselstelle:	Gefällsknick und knapper Gerinnequerschnitt					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	0.5	H	0.4-0.6	Neigung	Ca. 1:1
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle 30	Böschung links		Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	5
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-								
Bemerkungen:									

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig		selten		sehr selten	
	0-30 Jahre		30-100 Jahre		100-300 Jahre	
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.2	0.35			0.4	

Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	0.8	0.8	0.8
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	-	0.2
Beschreibung des Szenarios:	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Die Gerinnekapazität ist gerade ausreichend. Lokales Überschwappen von Wasser nicht ausgeschlossen.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne mit Ausbrüchen von Wasser vor allem gegen rechts. Absturz über steile Wand bei Parkplatz und Überschwemmung von diesem mit schwacher Intensität. Einzelne Schäden am Gerinne nicht ausgeschlossen.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne mit Ausbrüchen von Wasser vor allem gegen rechts. Absturz über steile Wand bei Parkplatz und Überschwemmung von diesem mit schwacher Intensität. Einzelne Schäden am Gerinne nicht ausgeschlossen.</i>		
Bemerkungen:			

5.2 Schlüsselstelle RU2:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]:	0.04	Kote [m ü.M.]:	420	Koordinaten (X/Y):	2 680 826	1 218 087
Art der Schlüsselstelle:	Durchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Gut					



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler							
Geometrie:	Rund	Dimension [m]:	∅	Ca. 0.5	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle		Böschung links	Böschung rechts	Sohlengefälle [%]:	Ca. 13
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-							
Bemerkungen:								

Szenarien Definition

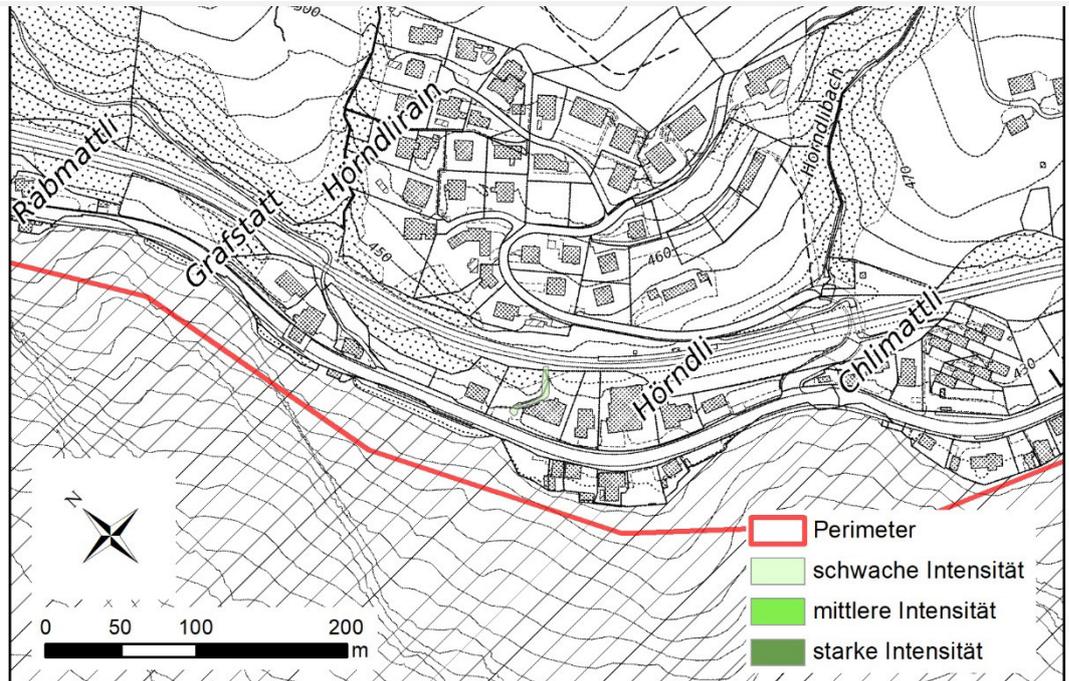
Ereignisfrequenz	<b>häufig</b>	<b>selten</b>	<b>sehr selten</b>
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	Ca. 0.6	Ca. 0.6	Ca. 0.6
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	0.1	0.3
Beschreibung des Szenarios:	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Wasser spritzt zwischen den Lamellen raus.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Wasser kann zwischen den Lamellen heraus fließen und die Hauszufahrt sowie die Zugerstrasse leicht überschwemmen.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Wasser kann zwischen den Lamellen heraus fließen und die Hauszufahrt sowie die Zugerstrasse leicht überschwemmen.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Wasser kann zwischen den Lamellen heraus fließen und die Hauszufahrt sowie die Zugerstrasse leicht überschwemmen.</i>		
Bemerkungen:			

6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

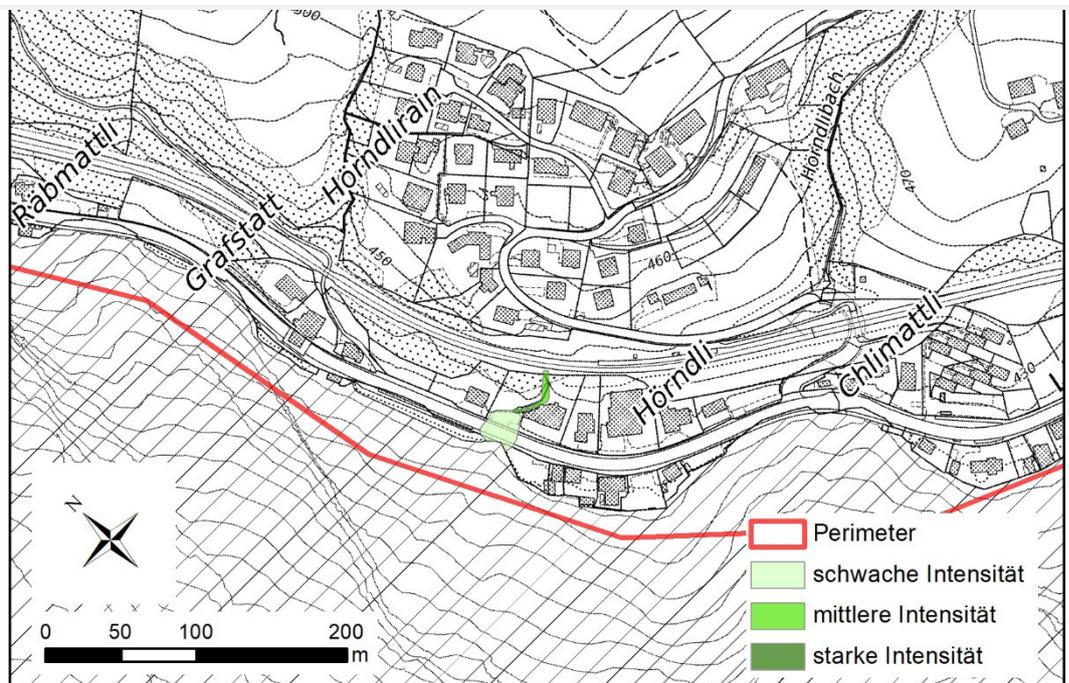
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

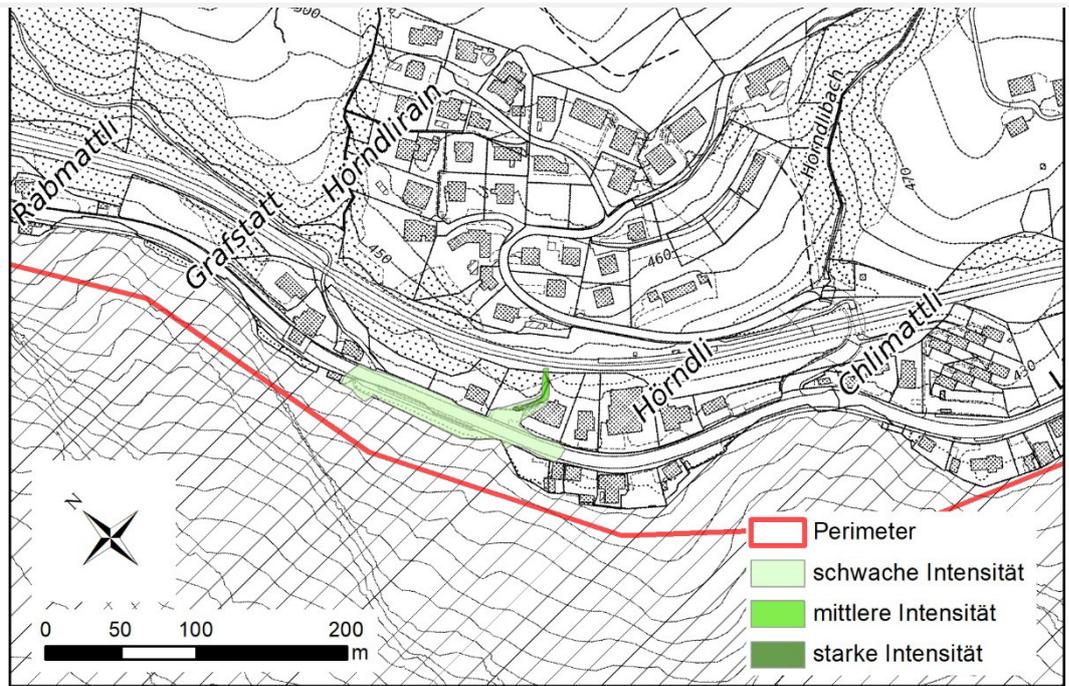
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

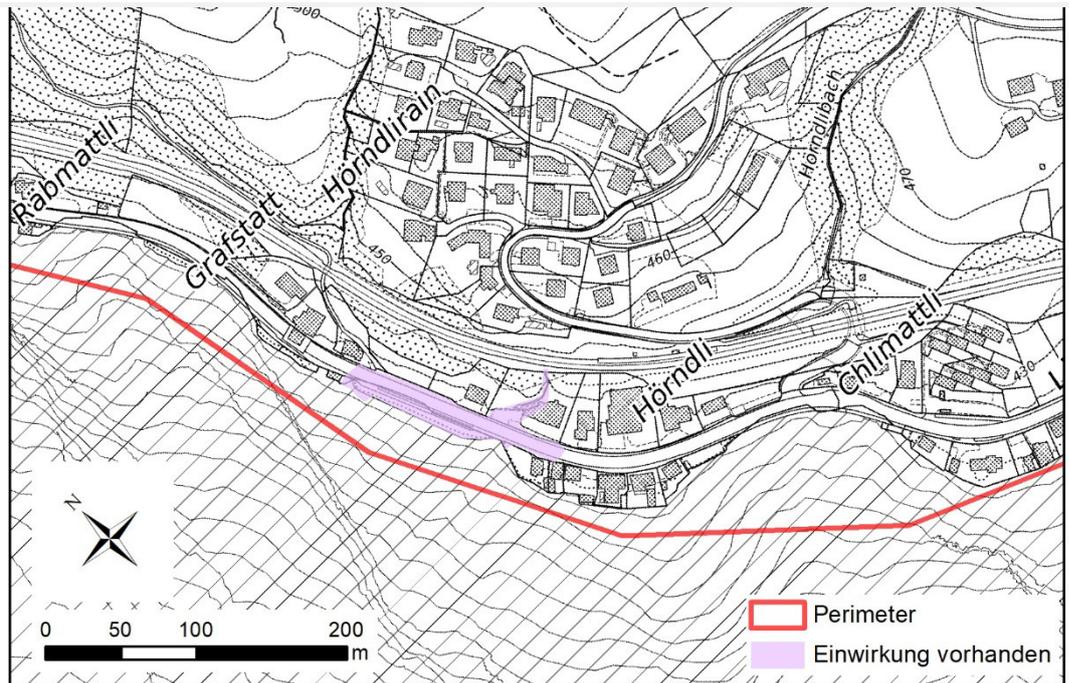
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung

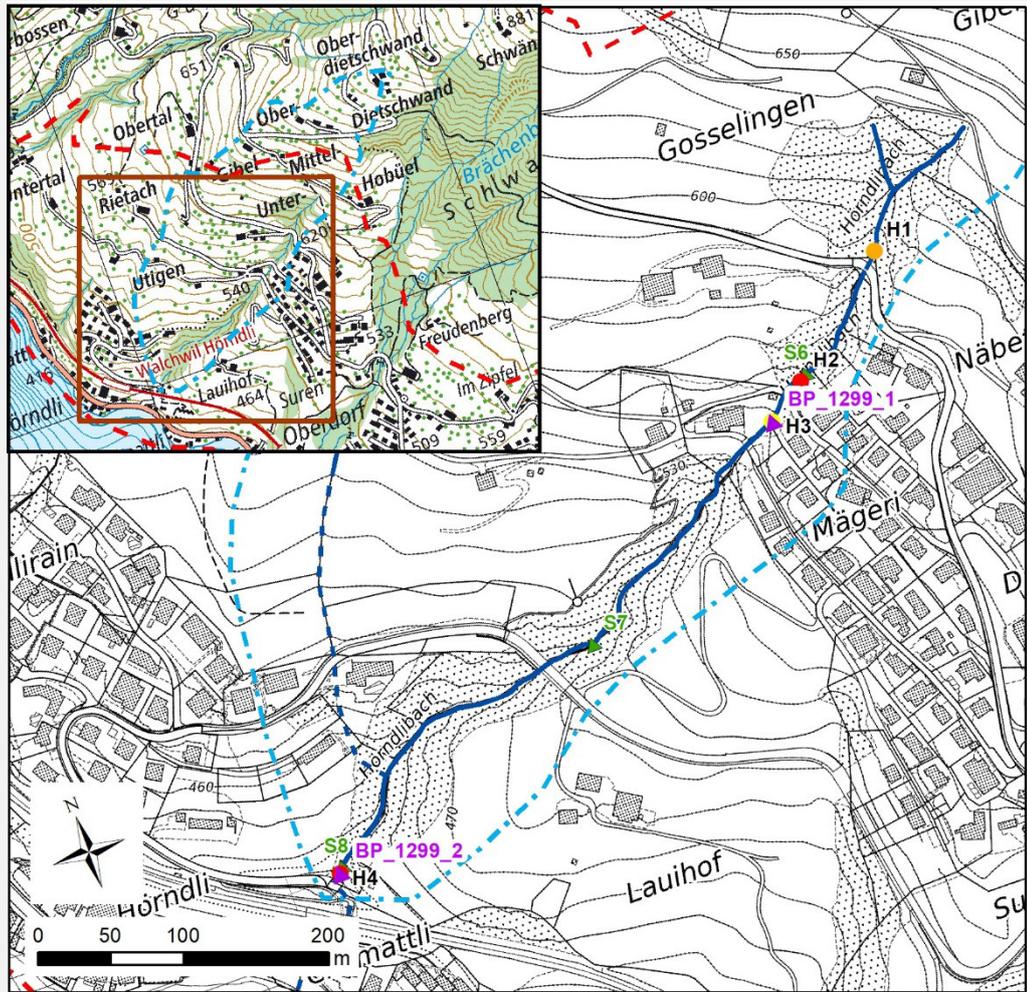


Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

Gemeinde:	Walchwil	Stand:	11.11.2019
Prozesse: <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	Auftragnehmer Beurteilung: Belop gmbh
		Bearbeiter/In:	Anina Chiapolini

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

Legende

Gewässer

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- Einzugsgebiet

Grenzen

- Gefahrenkartenperimeter
- Gemeindegrenze

Anhang:

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

### 3. Grundlagen

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
22.08.2005	-	Wasserschaden bei Einfamilienhaus an Zugerstrasse 76	GVZ
08.08.2007	2007-R-0002	Rutschung oberhalb Vorderbergstrasse vermutlich durch defektes Rohr des Hörmlibach ausgelöst.	StorMe
22.08.2005	2005-R-0041/ 42/ 43	Mehrere Rutschungen an den Bacheinhängen	StorMe

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.28 km<sup>2</sup>  
 Langgezogenes Einzugsgebiet bei dem nur die Bacheinhänge bewaldet sind. Landwirtschaftlich genutzte Flächen dominieren das Einzugsgebiet, welches zudem von zahlreichen Strassen gequert wird. Das Hauptgerinne ist erst unterhalb 640 m. ü. M ausgebildet. Dieser verläuft in einem mehrheitlich deutlich ausgeprägten Bachtobel mit steilen Bacheinhängen. Die Bachsohle ist geprägt durch Lockermaterial und Blöcke auf Fels. Im Landwirtschaftsgebiet Utigen verläuft das Utigenbächli, welches ausser einem kleinen Abschnitt komplett eingedolt ist.

**Geologie:** Granitische Molasse und Moräne

**Geomorphologie:** Mehrheitlich deutlich ausgeprägtes Bachtobel.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	104	65	180

**Quelle Niederschlagsdaten:** Hades 2.4

**massgebendes Ereignis:** Kurzzeittiederschläge

### 4. Grundszenarien:

Schutzbauten:	<input type="checkbox"/> keine				Wirkung (Protect)	
	Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	JA	NEIN
S6	Holzsperr	Oberhalb Mägeristrasse, Kote 550 m. ü. M	Morsch, mässiger Zustand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S7	Blocksatz als Ufersicherungen	Bereich Brücke Nordzufahrt, Kote 470 m. ü. M	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S8	Holzrechen	Vor Einlauf Durchlass SBB	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Grundszenarien Abfluss:**

**Schätzverfahren:** Einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
BP_1299_1		0.14	535	1.0	1.8	2.8	3.5	12.8
BP_1299_2		0.28	430	2.0	3.5	5.5	7.0	12.5

**Grundszenarien Geschiebe:**

*Potential: Das Gerinne verläuft mehrheitlich auf Lockermaterial, das bei Hochwasser gut erodiert werden kann. Zudem sind die Bacheinhänge sehr steil und Hangmuren als Geschiebelieferant sind möglich.*

*Schätzverfahren: Lehmann*

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1299_1	0.09	585	0 - 10	20 - 30	30 - 50	50 - 80
	BP_1299_2	0.28	430	300 - 350	600 - 700	1'000 – 1'100	1'500 – 1'600

**Grundszenarien Schwemmholz:**

*Potential: Die steilen Bacheinhänge sind bewaldet und Holz kann durch Rutschprozesse ins Gerinne gelangen.*

*Schätzverfahren: Eigene Abschätzmethode mit Berücksichtigung von direktem Eintrag und indirektem Eintrag von Schwemmholz.*

Schwemmholzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1299_2	0.28	430	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40

**Beschreibung  
Prozessablauf:**

*Durch starke Niederschläge können Hochwasser mit Geschiebetransport entstehen. Das Geschiebe kann einerseits bei den Strassendurchlässen der Vorderbergstrasse und Mägeristrasse abgelagert werden, andererseits wird es aber weitertransportiert und noch mehr Geschiebe aufgenommen. Dieses gelangt im Bereich des Einlaufs in den Durchlass der SBB zur Ablagerung und führt zu einem Ausbruch des Bachs.*

**Bemerkungen**

5.1 Schlüsselstelle H1:

Beschreibung

Fläche EZG [km<sup>2</sup>]: 0.09      Kote [m ü.M.]: 585      Koordinaten (X/Y): 2 681 530      1 218 281

Art der Schlüsselstelle: Durchlass Vorderbergstrasse

baulicher Zustand / Unterhalt: Alt, guter Zustand. Ablagerungen von Geschiebe im Durchlass



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	1	H	2	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/2</sup> /s]:	Sohle 20	Böschung links		Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]:	12
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Ablagerungen von Geschiebe und Holz								
Bemerkungen:									

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	+0.1 – 0.4 m	+ 0.5 m	+ 1 m
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	Verklausung ca. 20-40%	Verklausung ca. 40-80%
Abflusstiefe [m]:	0.4	0.6	0.9
Freibord [m]:	0.8	0.8	0.8
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	4.2 m³/s bei 0.8 m Freibord	ca. 2.5 m³/s mit Verklausung	ca. 0.8 m³/s mit Verklausung
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	0.3	2
Beschreibung des Szenarios:	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne mit Geschiebetrieb. Das Geschiebe wird mehrheitlich durch den Durchlass transportiert und nur kleinere Ablagerungen bleiben beim Durchlass liegen. Kein Ausbruch von Wasser.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne mit Geschiebetrieb. Das Geschiebe bleibt vor und im Durchlass liegen und führt zu einer Verminderung des Abflusskapazität. Dadurch Ausbruch von Wasser auf die Strasse und Abfluss der Strasse entlang mit schwacher Intensität.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne mit Geschiebetrieb. Das Geschiebe bleibt vor und im Durchlass liegen und führt zu einer Verminderung des Abflusskapazität. Dadurch Ausbruch von Wasser auf die Strasse und Abfluss der Strasse entlang mit mittlerer und schwacher Intensität. Teilweise Entwässerung gegen rechts.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne mit Geschiebetrieb. Das Geschiebe bleibt vor und im Durchlass liegen und führt zu einer Verminderung des Abflusskapazität. Dadurch Ausbruch von Wasser auf die Strasse und Abfluss der Strasse entlang mit mittlerer und schwacher Intensität. Teilweise Entwässerung gegen rechts.</i>		
Bemerkungen:			

5.1 Schlüsselstelle H2:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]:	0.14	Kote [m ü.M.]:	550	Koordinaten (X/Y):	2 681 452	1 218 214
Art der Schlüsselstelle:	Flachstrecke und Durchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Morsche Holzsperrre, sonst guter Zustand					



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler							
Geometrie:	Rund	Dimension [m]:	∅	1.2	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	80	Böschung links	Böschung rechts	Sohlengefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:								
Bemerkungen:								

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	+0.1 – 0.4 m	+ 0.5 m	+ 1 m
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	Auflandungen um ca. 50% oberhalb Durchlass	Auflandungen um ca. 50% oberhalb Durchlass	Auflandungen um ca. 100% oberhalb Durchlass
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	6.4 m³/s bei 50% Rohrfüllung	6.4 m³/s bei 50% Rohrfüllung	6.4 m³/s bei 50% Rohrfüllung
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	0 m³/s	1 m³/s	2 m³/s
Beschreibung des Szenarios:	Ablagerungen von Geschiebe auf der Holzsperrre, dadurch lokales Abdrängen des Bachs vorwiegend gegen rechts. Rückfluss ins Gerinne vor der Strasse.	Ablagerungen von Geschiebe auf der Holzsperrre, dadurch lokales Abdrängen des Bachs vorwiegend gegen rechts. Abfluss des Wassers über die Mägeristrasse und Rägetenstrasse sowie die Parzelle	Ablagerungen von Geschiebe auf der Holzsperrre, dadurch lokales Abdrängen des Bachs vorwiegend gegen rechts. Abfluss des Wassers über die Mägeristrasse und Rägetenstrasse sowie die Parzelle

*zwischen den Strassen. Rückfluss  
ins Gerinne im Bereich  
Rägetenstrasse.*

*zwischen den Strassen. Rückfluss  
ins Gerinne im Bereich  
Rägetenstrasse.*

**Extremereignis EHQ  
(>> 300 Jahre):**

*Ablagerungen von Geschiebe auf der Holzsperrre, dadurch lokales Abdrängen des Bachs vorwiegend gegen rechts.  
Zudem reicht der Querschnitt des Durchlasses nicht aus, weshalb hier ein zusätzlicher Ausbruch zu erwarten ist.  
Abfluss des Wassers über die Mägeristrasse und Rägetenstrasse sowie die Parzelle zwischen den Strassen.  
Rückfluss ins Gerinne im Bereich Rägetenstrasse.*

**Bemerkungen:**

5.1 Schlüsselstelle H3:

Beschreibung

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.14	Kote [m ü.M.]:	535 - 545	Koordinaten (X/Y):	2 681 420	1 218 195
Art der Schlüsselstelle:	Offenes Gerinne					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler									
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	$\emptyset$		B	0.6-1	H	0.8-1.2	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/2</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	25	Böschung rechts	25	Sohlengefälle [%]:	20
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-									
Bemerkungen:										

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.6	0.8	1.0
Freibord [m]:			
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	Ca. 3.8 m <sup>3</sup> /s	Ca. 3.8 m <sup>3</sup> /s	Ca. 3.8 m <sup>3</sup> /s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	-	0.2
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne ohne Ausbruch	Hochwasserabfluss im Gerinne ohne Ausbruch	Lokales Überschwappen von Wasser möglich. Überschwemmung der rechtsseitigen Wiese und

Rückfluss via Rägetenstrasse in Bach.

Extremereignis EQ  
(>> 300 Jahre):

Lokales Überschwappen von Wasser möglich. Überschwemmung der rechtsseitigen Wiese und Rückfluss via Rägetenstrasse in Bach.

Bemerkungen:

5.1 Schlüsselstelle H4:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]: 0.28      Kote [m ü.M.]: 430      Koordinaten (X/Y): 2 681 035      1 218 000

Art der Schlüsselstelle: Holzrechen und Durchlass

baulicher Zustand /  
Unterhalt: gut



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:							
Geometrie:	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	H	Neigung		
charakteristische Korndurchmesser [cm]:	k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	Böschung links	Böschung rechts	Sohlen-gefälle [%]:		
Kapazitätsreduzierende Faktoren:							
Bemerkungen:							

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	100%	100%	100%
Abflusstiefe [m]:			
Freibord [m]:			
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	Nicht relevant, da vollständig verklaust	Nicht relevant, da vollständig verklaust	Nicht relevant, da vollständig verklaust
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	2	3.5	5.5
Beschreibung des Szenarios:	Das Geschiebe und Schwemmholz wird durch den Rechen zurückgehalten und aufgestaut. Das	Das Geschiebe und Schwemmholz wird durch den Rechen zurückgehalten und aufgestaut. Das	Das Geschiebe und Schwemmholz wird durch den Rechen zurückgehalten und aufgestaut. Das

*Rückhaltevolumen reicht jedoch nicht aus, weshalb Geschiebe über den Rechen ausgetragen wird und einen Schwemmkegel im Bereich des Einlaufs in den Durchlass bildet. Die Geschiebeablagerungen reichen bis auf die Strasse (Hörndlirain) und werden durch den Strassentunnel bis zur Zugerstrasse und von dort in den See verschwemmt. Im Bereich der Ablagerungen ist mit mittlerer Intensität zu rechnen, diese nimmt mit zunehmender Entfernung ab.*

*Rückhaltevolumen reicht jedoch nicht aus, weshalb Geschiebe über den Rechen ausgetragen wird und einen Schwemmkegel im Bereich des Einlaufs in den Durchlass bildet. Die Geschiebeablagerungen reichen bis auf die Strasse (Hörndlirain) und werden durch den Strassentunnel bis zur Zugerstrasse und von dort in den See verschwemmt. Im Bereich der Ablagerungen ist mit starker Intensität zu rechnen, diese nimmt mit zunehmender Entfernung ab.*

*Rückhaltevolumen reicht jedoch nicht aus, weshalb Geschiebe über den Rechen ausgetragen wird und einen Schwemmkegel im Bereich des Einlaufs in den Durchlass bildet. Die Geschiebeablagerungen reichen bis auf die Strasse (Hörndlirain) und werden durch den Strassentunnel bis zur Zugerstrasse und von dort in den See verschwemmt. Im Bereich der Ablagerungen ist mit starker Intensität zu rechnen, diese nimmt mit zunehmender Entfernung ab.*

**Extremereignis EQH (>> 300 Jahre):**

*Das Geschiebe und Schwemmholz wird durch den Rechen zurückgehalten und aufgestaut. Das Rückhaltevolumen reicht jedoch nicht aus, weshalb Geschiebe über den Rechen ausgetragen wird und einen Schwemmkegel im Bereich des Einlaufs in den Durchlass bildet. Die Geschiebeablagerungen reichen bis auf die Strasse (Hörndlirain) und werden durch den Strassentunnel bis zur Zugerstrasse und von dort in den See verschwemmt. Im Bereich der Ablagerungen ist mit starker Intensität zu rechnen, diese nimmt mit zunehmender Entfernung ab.*

**Bemerkungen:**

*Der Hörndlirain wurde bewusst als Abflusskorridor unter der SBB bis in den See erstellt, da die Erstellung eines ausreichend grossen Gesschiebesammlers oberhalb des Durchlasses unverhältnismässig teuer gewesen wäre. Entlang der Strasse wird mit Mauern sichergestellt, dass kein Wasser zu den Gebäude gelangen kann.*

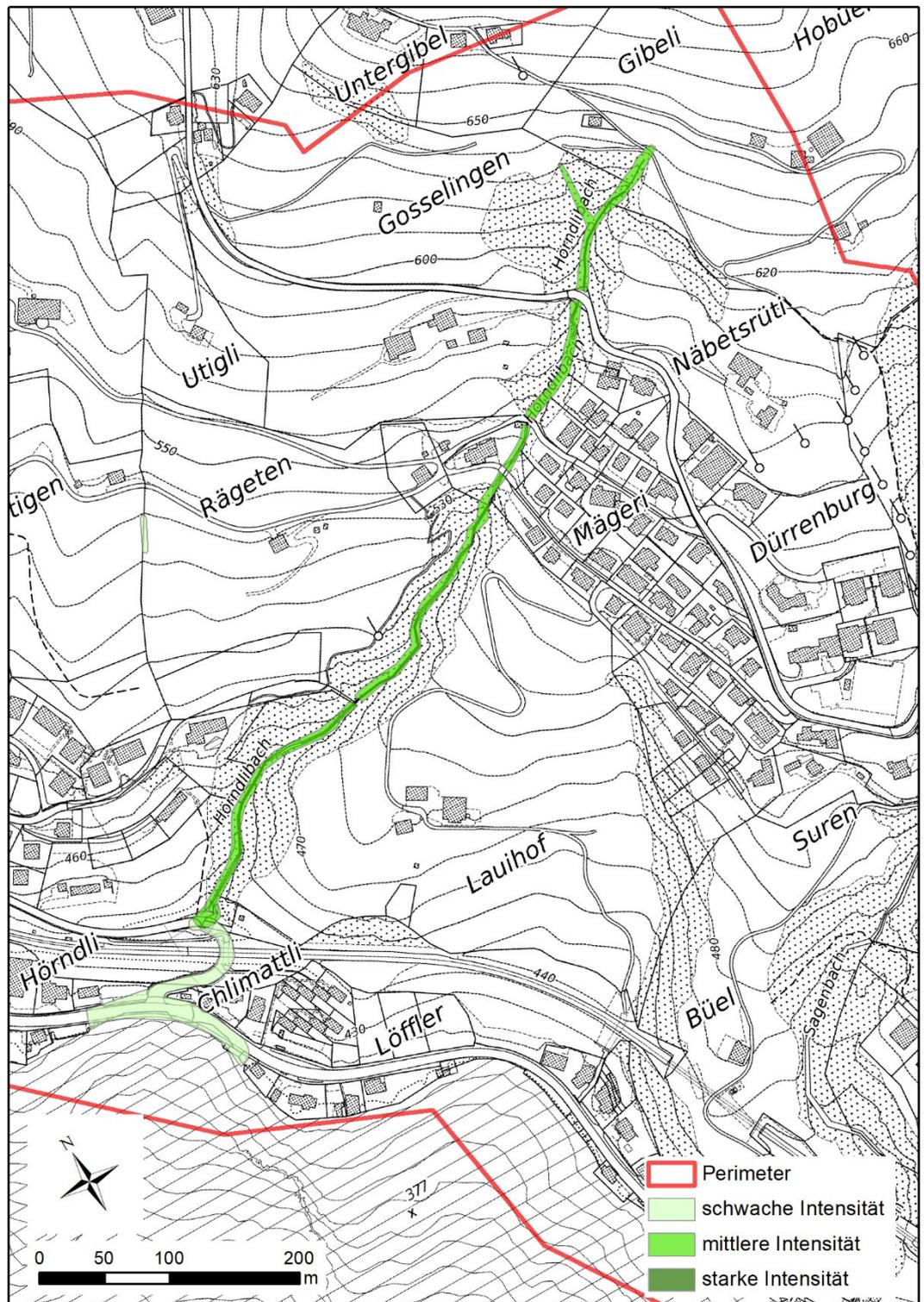
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

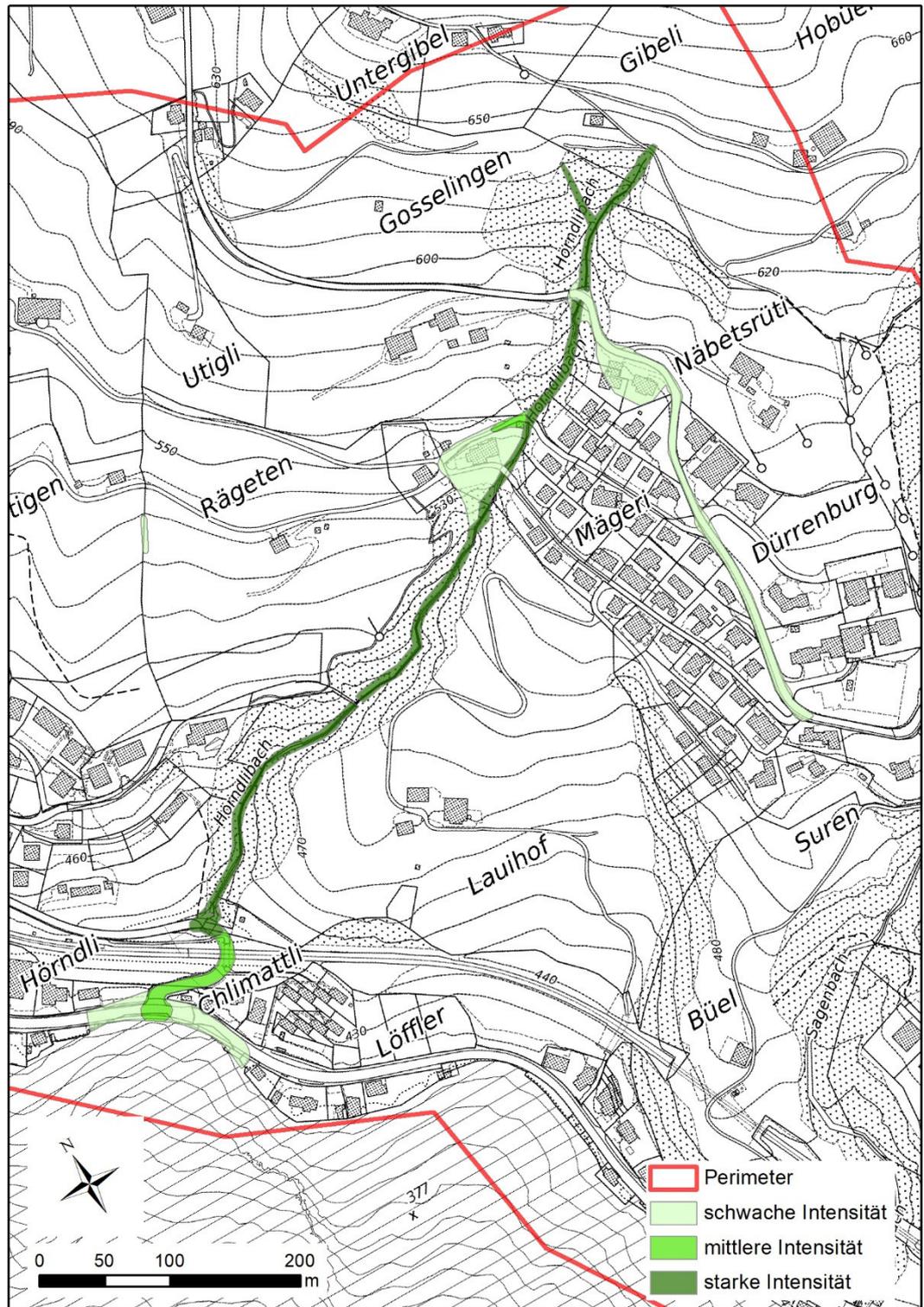
- ☒ Überflutung
- ☐ Übersarung
- ☐ Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

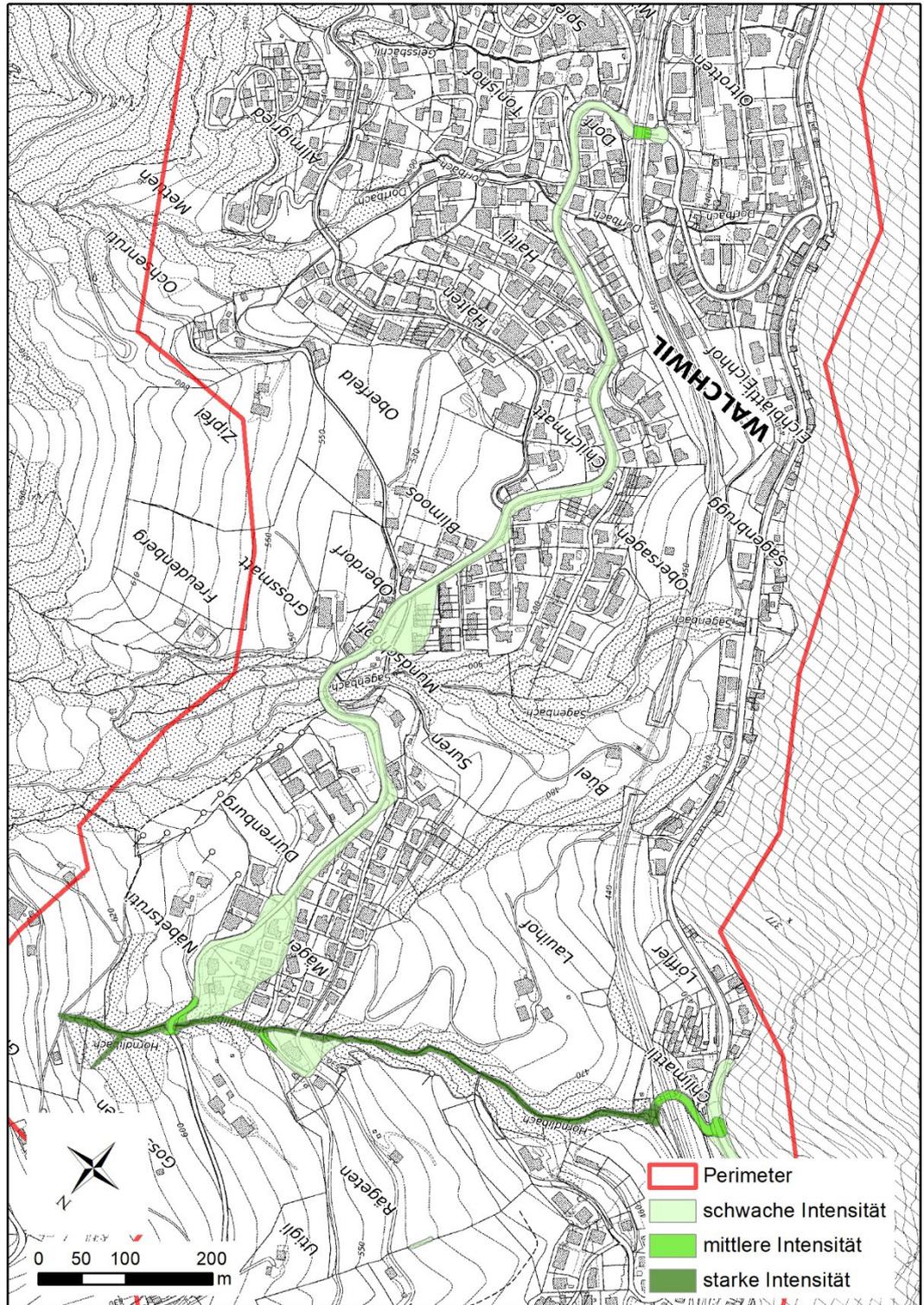
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

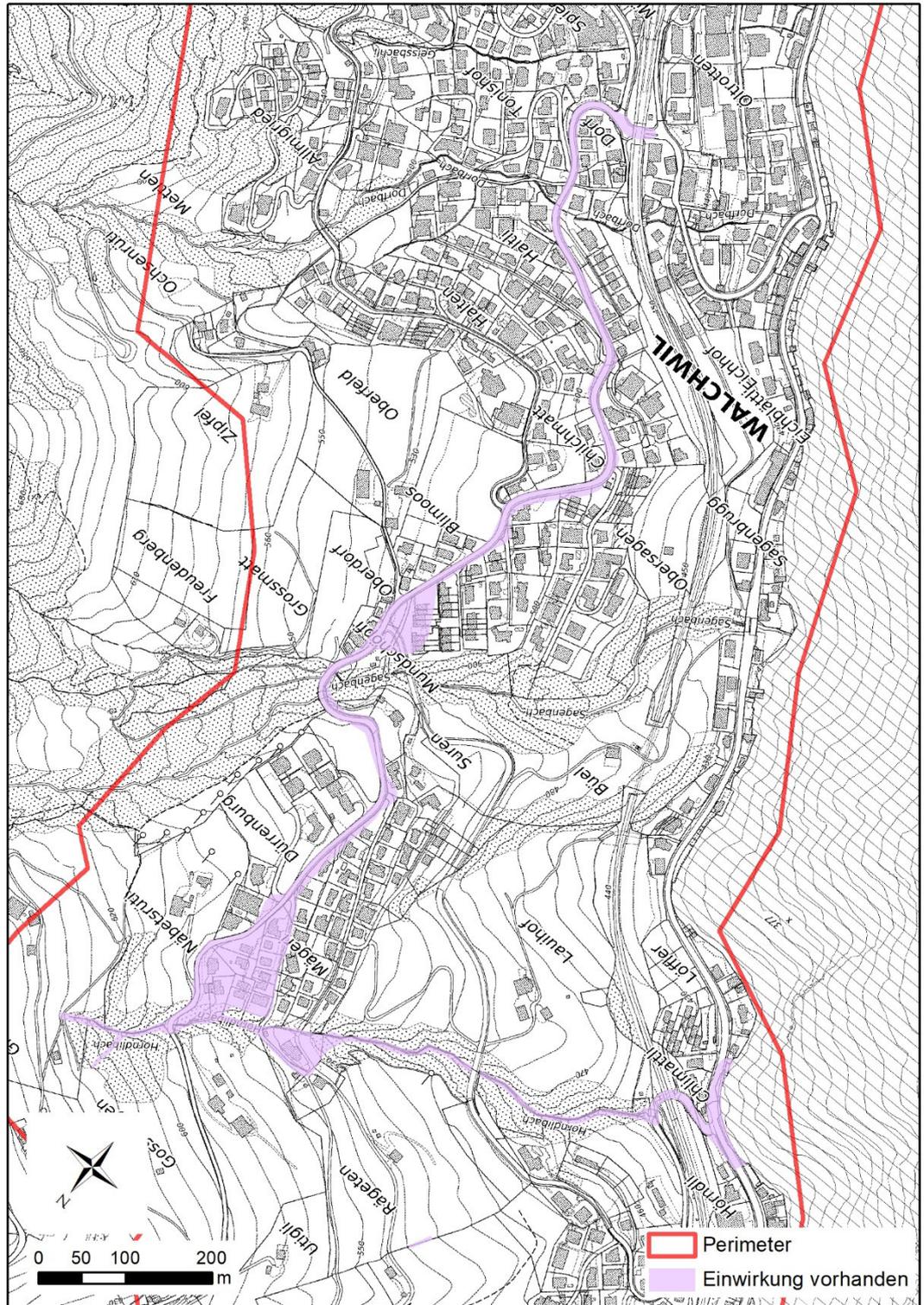
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring

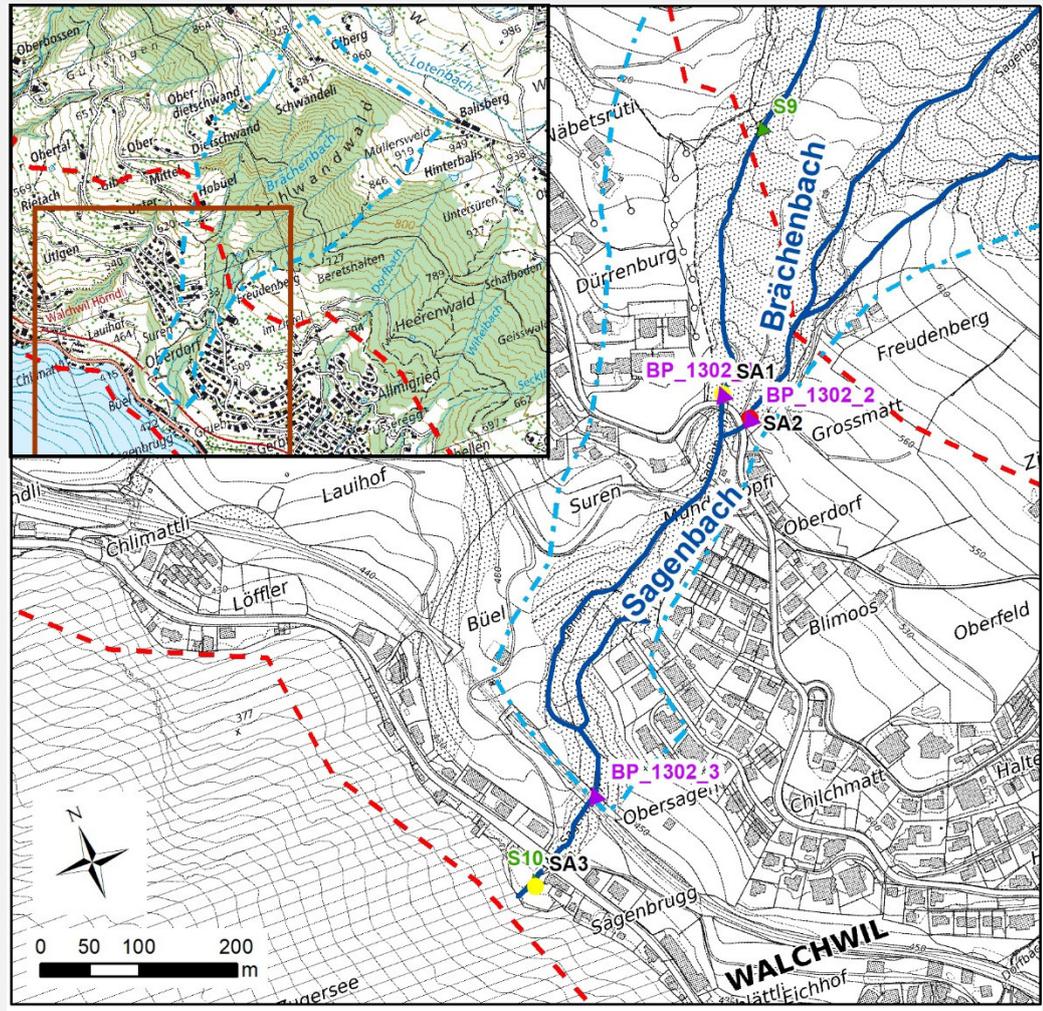


Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	11.11.2019
<b>Prozesse:</b> <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b> Belop gmbh
		<b>Bearbeiter/In:</b>	Anina Chiapolini

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

Legende

Gewässer

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- [ ] Einzugsgebiet

Grenzen

- [ ] Gefahrenkartenperimeter
- [ ] Gemeindegrenze

Anhang:

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil  
 H. Jäckli, 1951: Geologische Verhältnisse in der «Brechen», Walchwilerberg (Kanton Zug).  
 Kantonsforstamt Zug 1952: Technischer Bericht zum Aufforstungsprojekt «Seewaldungen» der Korporation Walchwil

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
1999	-	Überschwemmung Vorderbergstrasse	Ereigniskataster Kt. Zug
2004	2004-W-0003	Strassendurchlass und Einlauf nahe Brächenbach vollständig verstopft.	Ereigniskataster Kt. Zug
22.08.2005	2005-R-0039	Rutschung/Hangmure unterhalb Schafmattli gelangt ins Gerinne	Ereigniskataster Kt. Zug
		Verschiedene Rutschungen im Einzugsgebiet dabei 1951 grösserer Moränenabbruch in Brächen mit murgangförmigem Abfluss	Ereigniskataster Kt. Zug

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.75 km<sup>2</sup>  
 Das Einzugsgebiet des Sagenbachs ist mehrheitlich bewaldet und reicht bis zur Terrasse des Walchwilerbergs bei 960 m. ü. M. Im oberen Bereich ist das Gelände relativ steil und flacht gegen unten immer mehr ab. Im Gebiet Brächen (oberhalb 730 m. ü. M) gibt es offene Moränenanbrüche, welche in Bewegung sind. Das Gebiet wurde nach der Rutschung 1951 aufgeforstet und entwässert. Am oberen Rand des Einzugsgebietes gibt es zahlreiche Quellen. Der Sagenbach besteht aus zwei Gerinnen: Brächenbach und Sagenbach. Unterhalb der Vorderbergstrasse auf Kote 520 m. ü. M vereinen sich die beiden Gerinne und fliessen durch ein deutlich ausgeprägtes Tobel in den Zugersee. Das Gerinne fliesst auf Lockermaterial mit grossen Blöcken und Felsstrecken.

**Geologie:** Mächtige Moränenablagerungen und stellenweise granitische Molasse (Sandstein-Mergel-Wechsellagerungen). Im Gebiet Brächen zudem grosse Rutschmasse.

**Geomorphologie:** Im Gebiet Brächen grössere Rutschmasse.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	107	65	184

Quelle Niederschlagsdaten: Hades 2.4

massgebendes Ereignis: Kurzzeittiederschläge

**4. Grundszenarien:**

**Schutzbauten:**  keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
S9	Holzsperr	Brächenbach, oberhalb Vorderbergstrasse, Kote 535 m. ü. M	Mässig bis schlecht	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
S10	Kanal	Zugerstrasse bis See	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Grundszenarien Abfluss:**

Schätzverfahren: Hakesch für Gesamteinzugsgebiet, Anteilsmässige Aufteilung auf Teileinzugsgebiete, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	BP_1303_1	0.4	535	4.0	5.6	6.7	8	14
	BP_1302_2	0.25	535	2.5	3.5	4.2	5	14
	BP_1302_3	0.75	430	7.5	10.5	12.5	15.0	14

**Grundszenarien Geschiebe:**

*Potential: In den labilen Hängen der Rutschung Brächen können einzelne Rutsche ausbrechen und als murgangähnlicher Abfluss abfliessen und entsprechend erodieren. Das Gerinne verläuft oft in Lockermaterial mit Blocken und Felsabschnitten, dadurch ist das Geschiebepotential beschränkt.*

Schätzverfahren: *Lehmann*

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1303_1	0.4	535	100 - 150	400 - 500	700 - 800	1'100 - 1'200
	BP_1302_2	0.25	535	100 - 150	200 - 250	400 - 500	500 - 700
	BP_1302_3	0.75	430	300 - 400	700 - 800	1'200 - 1'300	1'800 - 2'000

**Grundszenarien Schwemmholz:**

*Potential: Die steilen Bacheinhänge sind bewaldet und Holz kann durch Rutschprozesse ins Gerinne gelangen.*

Schätzverfahren: *Eigene Abschätzmethode mit Berücksichtigung von direktem Eintrag und indirektem Eintrag von Schwemmholz.*

Schwemmholzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1302_3	0.75	430	20 - 30	40 - 60	60 - 100	100 - 150

**Beschreibung Prozessablauf:** *In den labilen Hängen der Rutschung Brächen können einzelne Rutsche ausbrechen und als murgangähnlicher Abfluss abfliessen und entsprechend erodieren. Im Bereich der Vorderbergstrasse entmischt sich das Ganze und kommt teilweise zur Ablagerung. Im Sagenbach können grössere Hochwasser die Sohle aufreissen und erodieren. Das Geschiebe bleibt jedoch komplett beim Feuerwehrweiher an der Vorderbergstrasse liegen. Unterhalb des Zusammenflusses der beiden Bäche ist erneut Erosion möglich.*

**Bemerkungen**

**5.1 Schlüsselstelle SA1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]: **0.4**      Kote [m ü.M.]: **535**      Koordinaten (X/Y): **2 681 636**      **1 217 880**

Art der Schlüsselstelle: *Flachstrecke auf Holzkasten vor Brückendurchlass*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *Mässig bis schlecht*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\varnothing$	B	6	H	3.5	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	20	Böschung links		Böschung rechts		Sohlengefälle [%]: 8
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Oberhalb der Brücke queren Werkleitungen das Gerinne, diese liegen deutlich tiefer als die Brückenplatte und vermindern damit den Querschnitt.								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	+ 0.5 m oberhalb Sperre	+ 1 m oberhalb Sperre	+ 1.5 m
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	50%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	0.7 m	0.7 m	0.7 m
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	45 m³/s bordvoll bis unterer Rohrblock	45 m³/s bordvoll bis unterer Rohrblock	45 m³/s bordvoll bis unterer Rohrblock resp. 12 m³/s bei 0.7 m Freibord bis Rohrblock
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	-	Ca. 2 m³/s
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss mit Geschiebetrieb. Ablagerung von Geschiebe im Bereich der Sperre, kein Ausbruch von Wasser.	Hochwasserabfluss mit Geschiebetrieb. Ablagerung von Geschiebe im Bereich der Sperre, kein Ausbruch von Wasser.	Murgangähnlicher Abfluss mit Entmischung oberhalb der Brücke. Massive Ablagerungen von Geschiebe und dadurch Verkleinerung des Durchlasses. Teilverklausung aufgrund der Werkleitungsquerungen möglich. Ausbruch von Wasser und Abfluss über Vorderbergstrasse.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Murgangähnlicher Abfluss mit Entmischung oberhalb der Brücke. Massive Ablagerungen von Geschiebe und dadurch Verkleinerung des Durchlasses. Teilverklausung aufgrund der Werkleitungsquerungen möglich. Ausbruch von Wasser und Abfluss über Vorderbergstrasse.		
Bemerkungen:			

**5.1 Schlüsselstelle SA2:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.25	Kote [m ü.M.]:	535	Koordinaten (X/Y):	2 681 655	1 217 847
-------------------	------	----------------	-----	--------------------	-----------	-----------

Art der Schlüsselstelle: *Feuerwehrweiherr mit Durchlass*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *gut*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Dimension [m]:	$\varnothing$		B	0.9	H	0.9	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:	k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links		Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Geschiebeablagerungen								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	100%	100%	100%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	0.3 m	0.3 m	0.3 m
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	0 m <sup>3</sup> /s	0 m <sup>3</sup> /s	0 m <sup>3</sup> /s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	2.5	3.5	4.2
Beschreibung des Szenarios:	<i>Komplette Verlandung der Feuerwehrweihers und Verklausung Durchlass. Dadurch Austritt von Geschiebe und allem Wasser auf die Vorderbergstrasse und Abfluss dieser entlang, stellenweise mit Entwässerung gegen rechts.</i>	<i>Komplette Verlandung der Feuerwehrweihers und Verklausung Durchlass. Dadurch Austritt von Geschiebe und allem Wasser auf die Vorderbergstrasse und Abfluss dieser entlang, stellenweise mit Entwässerung gegen rechts.</i>	<i>Komplette Verlandung der Feuerwehrweihers und Verklausung Durchlass. Dadurch Austritt von Geschiebe und allem Wasser auf die Vorderbergstrasse und Abfluss dieser entlang, stellenweise mit Entwässerung gegen rechts.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Komplette Verlandung der Feuerwehrweihers und Verklausung Durchlass. Dadurch Austritt von Geschiebe und allem Wasser auf die Vorderbergstrasse und Abfluss dieser entlang, stellenweise mit Entwässerung gegen rechts.</i>		
Bemerkungen:			

**5.1 Schlüsselstelle SA3:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.75	Kote [m ü.M.]:	420	Koordinaten (X/Y):	2 681 280	1 217 470
Art der Schlüsselstelle:	Kanal bei Seemündung					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Gut, stark verwachsen					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Kanal	Dimension [m]:	∅	B	4-5	H	2	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	20	Böschung links	Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Rückschreitende Verlandung von See								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	+1 m
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	50%
Abflusstiefe [m]:	0.4 m	0.5 m	0.6 m
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	Ca. 75 m <sup>3</sup> /s bordvoll	Ca. 75 m <sup>3</sup> /s bordvoll	Ca. 37 m <sup>3</sup> /s bordvoll
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	-	Ca. 3

**Beschreibung des Szenarios:***Hochwasserabfluss und Geschiebetrieb ohne Ausbruch**Hochwasserabfluss und Geschiebetrieb ohne Ausbruch**Durch rückschreitende Verlandung vom See her wird der Kanal mit Geschiebe gefüllt, dadurch ist die Abflusskapazität vermindert und es kommt zu einem rechtsseitigen Ausbruch unterhalb der Zugerstrasse.***Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):***Durch rückschreitende Verlandung vom See her wird der Kanal mit Geschiebe gefüllt, dadurch ist die Abflusskapazität vermindert und es kommt zu einem rechtsseitigen Ausbruch unterhalb der Zugerstrasse.***Bemerkungen:**

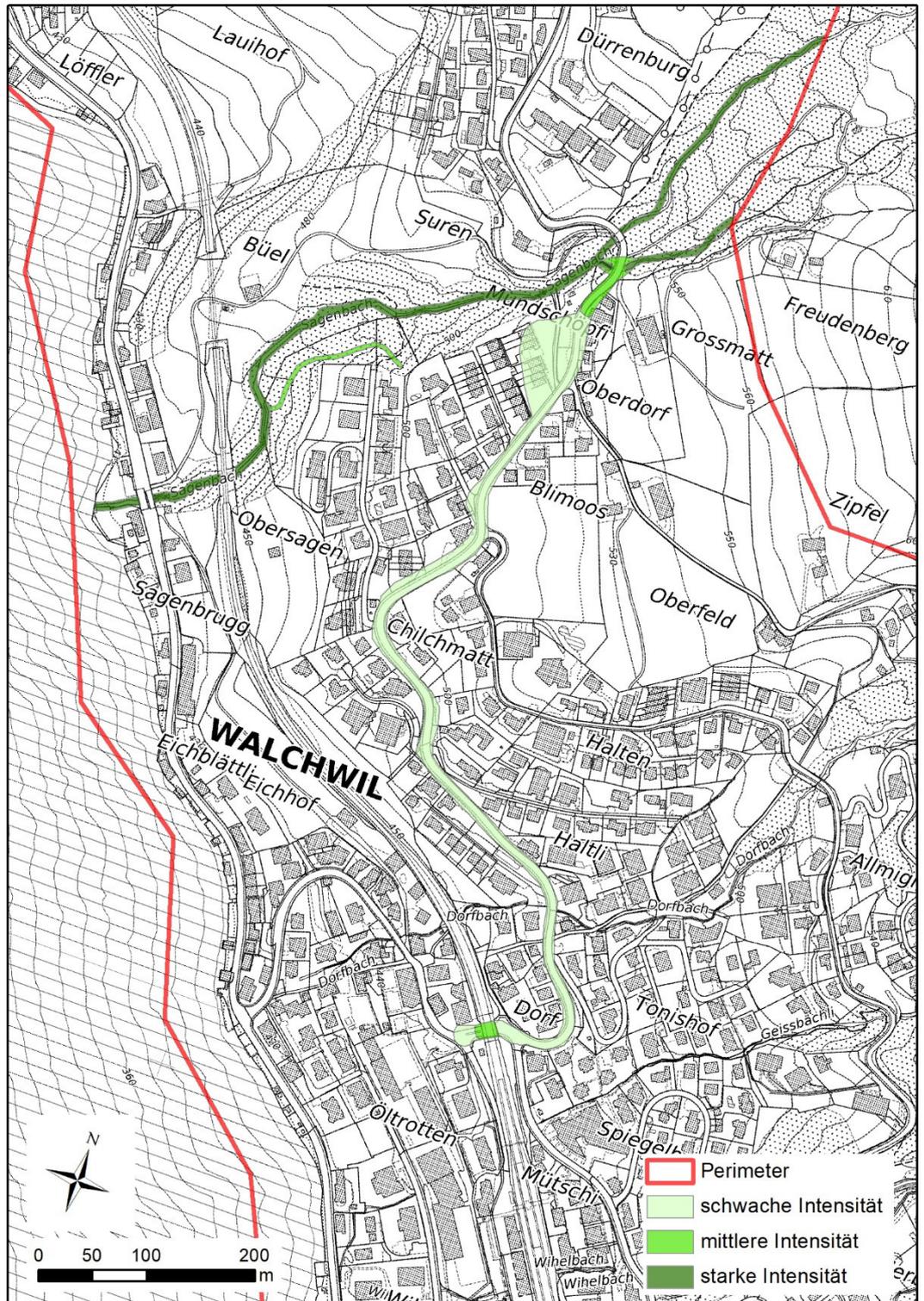
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

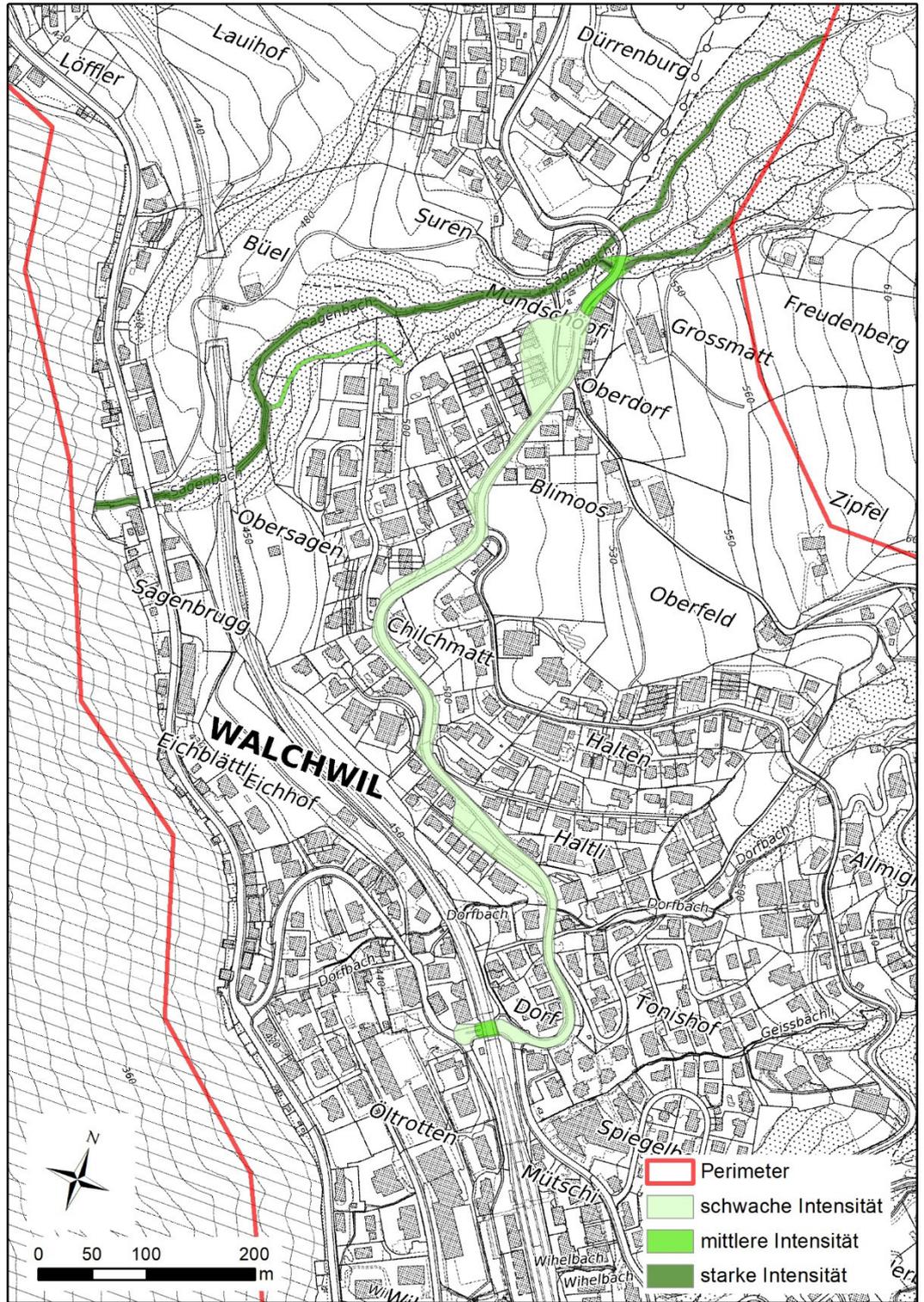
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

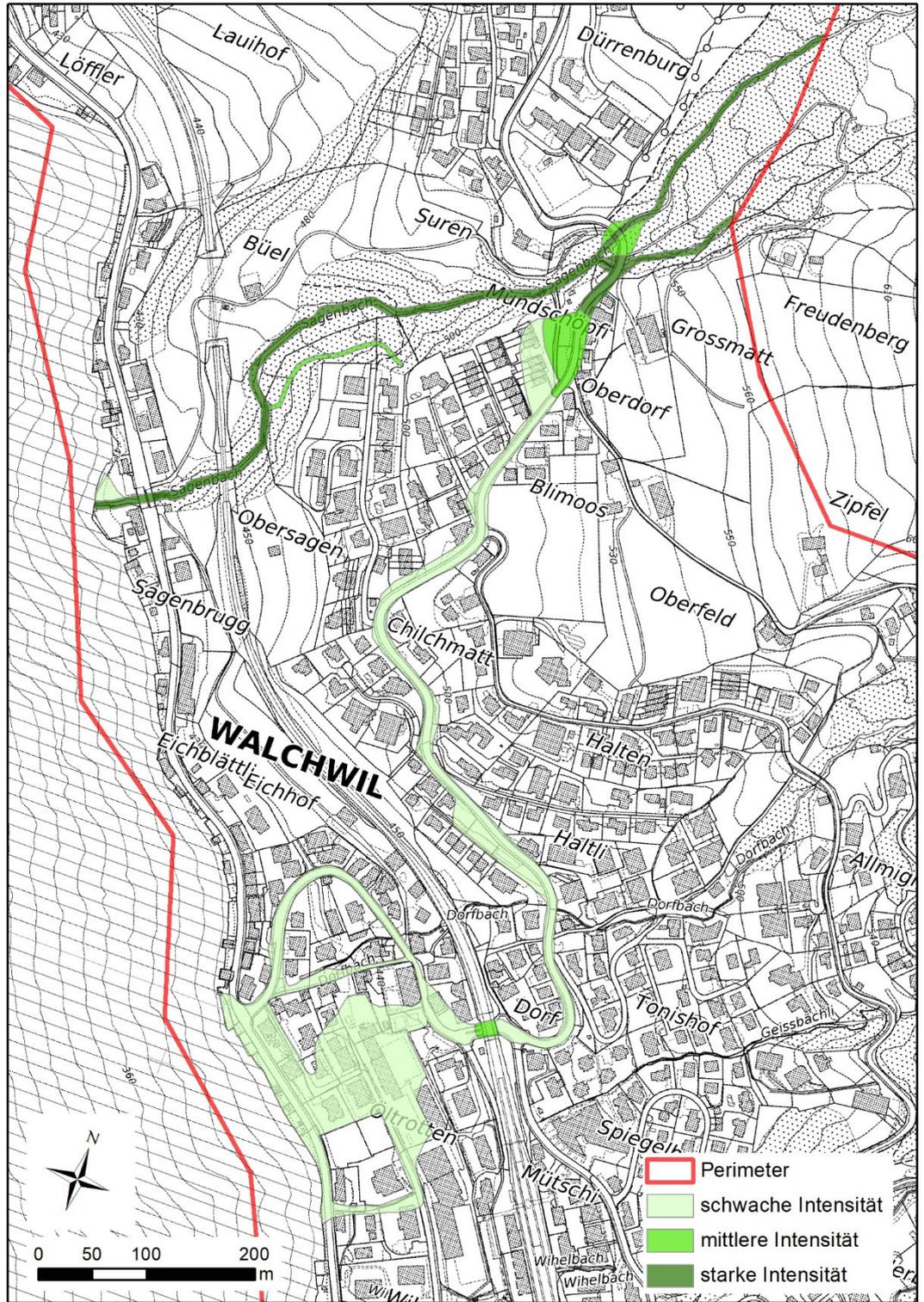
- Überflutung
- Übersarung
- Übermürung



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

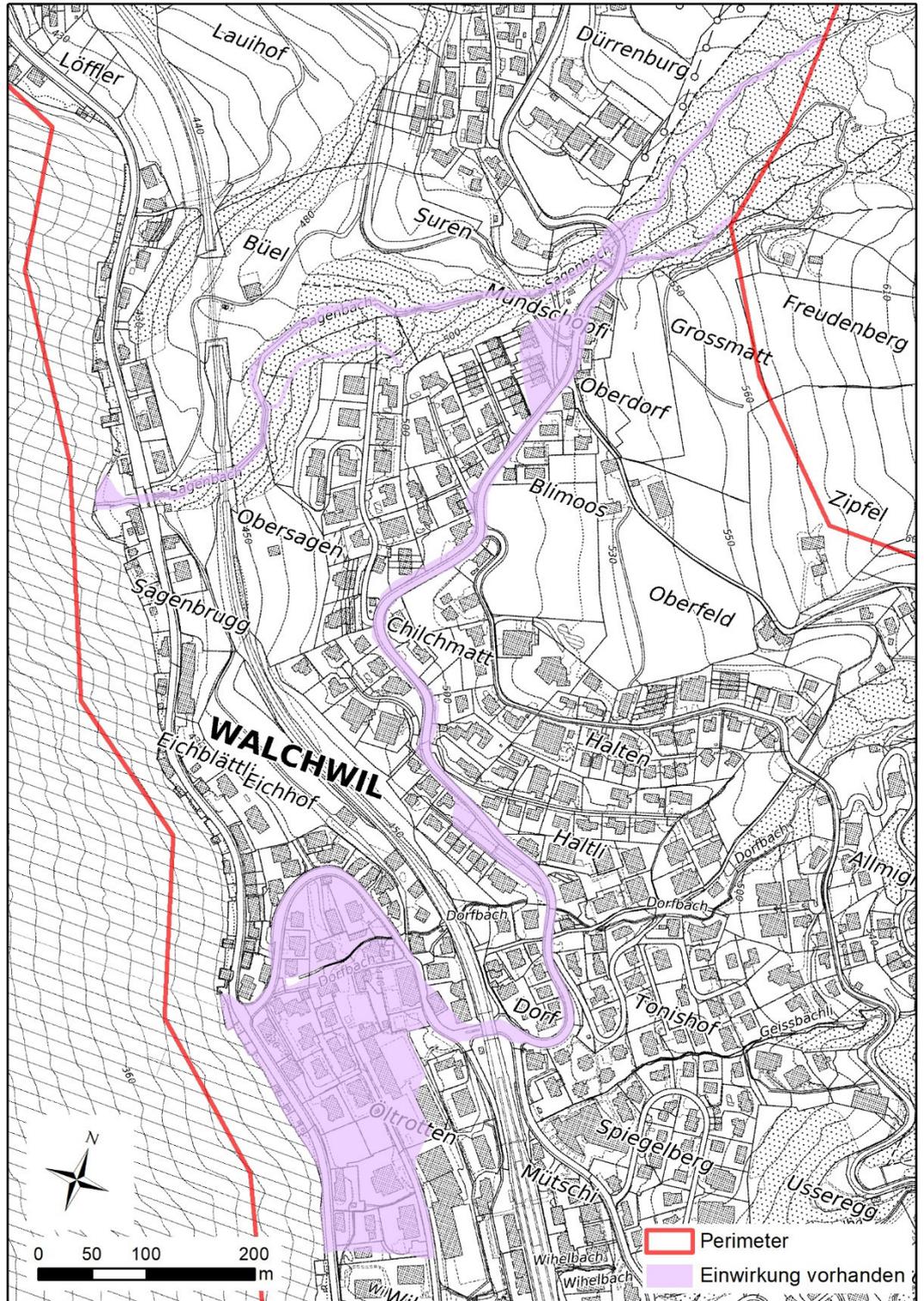
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermürung

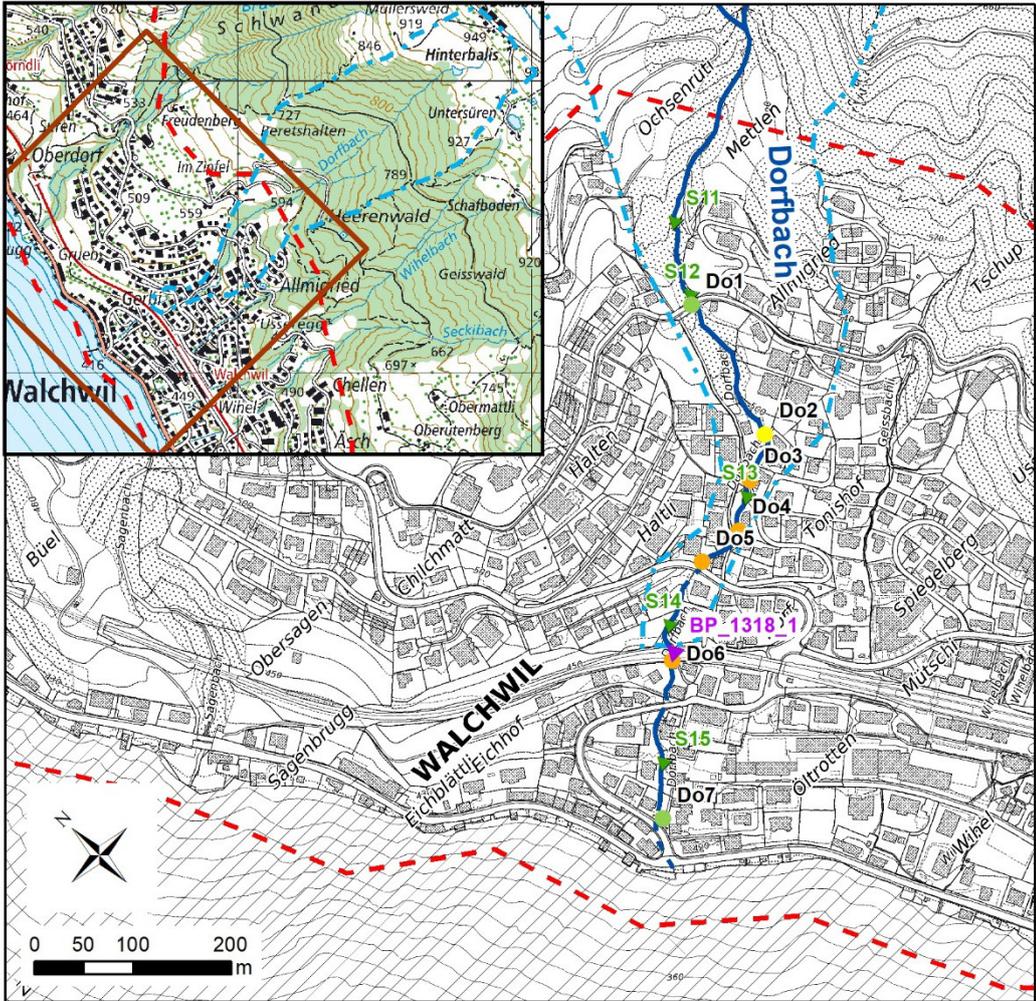


Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

Gemeinde:	Walchwil	Stand:	11.11.2019
Prozesse:	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	Auftragnehmer Beurteilung: Belop gmbh
		Bearbeiter/In:	Anina Chiapolini

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

Legende

Gewässer

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- [ ] Einzugsgebiet

Grenzen

- [ ] Gefahrenkartenperimeter
- [ ] Gemeindegrenze

Anhang:

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
2004	2004-W-0002	Strassendurchlass Seitengerinne auf Kote 760 m. ü. M verstopft und überlaufen	StorMe
		1 Hangmure und 1 Rutschungen im Bereich Kote 600 m. ü. M	StorMe

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.46 km<sup>2</sup>  
 Das langgezogene Einzugsgebiet erstreckt sich von Kote 650 auf der Terrasse des Walchwilerberges bis in den Zugersee bei 416 m. ü. M. Der oberste Bereich oberhalb von 900 m. ü. M ist landwirtschaftlich geprägt und eher flach. Darunter folgt bis zum Siedlungsrand ein steilerer komplett bewaldeter Abschnitt. Im Siedlungsbereich unterhalb 500 m. ü. M ist der Bach praktisch durchgehend verbaut und befestigt. Oberhalb verläuft er in einem stufigen Blockgerinne mit wenig Lockermaterialdepots resp. direkt auf Fels.

**Geologie:** Moränenablagerungen und stellenweise granitische Molasse (Sandstein-Mergel-Wechselagerungen), sowie im Dorfbereich Bachschuttablagerungen.

**Geomorphologie:** Wenig ausgeprägtes Bachtobel, das im unteren Bereich stark anthropogen verändert wurde.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	107	66	186

Quelle Niederschlagsdaten: Hades 2.4

massgebendes Ereignis: Kurzzeitniederschläge

**4. Grundszenarien:**

**Schutzbauten:**

keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
S11	Schwemmholz- und Geschieberückhalt	oberhalb Forchwaldstrasse (540 m. ü. M)	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S12	Blocksatz beidseitige Böschungen	Zwischen Sammler und Forchwaldstr. (540 – 525 m. ü. M)	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S13	Vers. Böschungsverbauungen (Blocksatz, Mauern)	Entlang Mettlenweg (495 – 470 m. ü. M)	Gut-mässig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S14	Blocksatz beidseitige Böschungen	Zwischen Vorderbergstrasse und SBB (465 – 450 m. ü. M)	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S15	Kanal	Zwischen den beiden Durchlässen Dorfstrasse (440 – 420 m. ü. M)	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Grundszenarien Abfluss:**

Schätzverfahren: Einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	BP_1318_1	0.46	450	3.0	5.5	7.5	10.0	11.9

**Grundszenarien Geschiebe:**

*Potential:* Bei Hochwasser können die bestehenden Geschiebedepots zwischen den natürlichen Stufen ausgeräumt werden. Die Hänge tragen kaum Geschiebe ins Gerinne ein.

*Schätzverfahren:* Lehmann

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1318_1	0.46	450	50 - 90	100 - 150	150 - 200	350 - 450

**Grundszenarien Schwemmholz:**

*Potential:* Die steilen Bacheinhänge sind bewaldet und Holz kann durch Rutschprozesse ins Gerinne gelangen.

*Schätzverfahren:* Eigene Abschätzmethode mit Berücksichtigung von direktem Eintrag und indirektem Eintrag von Schwemmholz.

Schwemmholzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1318_1	0.46	450	10 - 20	20 - 30	50 - 100	50 - 100

**Beschreibung Prozessablauf:**

Hochwasserabfluss ausgelöst durch kurze Starkniederschläge führt zu Geschiebetrieb mit Schwemmholzanteil. Ein grosser Teil des Materials bleibt im Sammler liegen. Unterhalb des Sammlers kann nur noch wenig mobilisiert werden. Das Material wird weitertransportiert und im Bereich der SBB-Brücke und dem Durchlass Dorfstrasse/Artherstrasse abgelagert.

**Bemerkungen**

**5.1 Schlüsselstelle Do1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km<sup>2</sup>): 0.42      Kote [m ü.M.): 525      Koordinaten (X/Y): 2 681 977      1 217 455

Art der Schlüsselstelle: *Maulprofil-Durchlass*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *gut*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	<i>Strickler</i>									
Geometrie:	<i>Maulprofil</i>	Dimension [m]:	$\emptyset$		<i>B</i>	1.6	<i>H</i>	2.4	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	<i>Sohle</i>	25	<i>Böschung links</i>		<i>Böschung rechts</i>		Sohlen- gefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-									
Bemerkungen:	-									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	-	-	-

Freibord [m]:	0.8 m	0.8 m	0.8 m
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	10 m³/s	10 m³/s	10 m³/s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	-	-
Beschreibung des Szenarios:	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Geschiebe und Schwemmholz wird mehrheitlich durch den Sammler oberhalb des Durchlasses zurückgehalten.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Geschiebe und Schwemmholz wird mehrheitlich durch den Sammler oberhalb des Durchlasses zurückgehalten.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Geschiebe und Schwemmholz wird mehrheitlich durch den Sammler oberhalb des Durchlasses zurückgehalten.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Geschiebesammler vermag nicht alles Geschiebe und Schwemmholz zurückzuhalten, weshalb es im Bereich des Durchlasses zu Verlandungen und einer Teilverkläusung kommen kann. Infolge dessen tritt wenig Wasser auf die Forchwaldstrasse aus und fließt dem Mettlenweg entlang ab.</i>		
Bemerkungen:			

**5.2 Schlüsselstelle Do2:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.45	Kote [m ü.M.]:	495	Koordinaten (X/Y):	2 681 935	1 217 308
Art der Schlüsselstelle:	Brücke					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	∅	B	1.6	H	1.3	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	20	Böschung links	Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.6 m	0.9 m	1.2 m

<b>Freibord [m]:</b>	0.8 m	0.8 m	0.8 m
<b>Abflusskapazität [m³/s] effektiv:</b>	4.5 m³/s bei Freibord von 0.8 m resp. 8 m³/s bordvoll	4.5 m³/s bei Freibord von 0.8 m resp. 8 m³/s bordvoll	4.5 m³/s bei Freibord von 0.8 m resp. 8 m³/s bordvoll
<b>Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:</b>	-	-	1 - 2
<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Infolge turbulenter Strömung kann Wasser bei der Brücke überschwappen und dem Mettlenweg entlang abfließen.
<b>Extremereignis EQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	Hochwasserabfluss im Gerinne. Infolge turbulenter Strömung kann verstärkt Wasser bei der Brücke überschwappen und dem Mettlenweg entlang abfließen.		
<b>Bemerkungen:</b>			

**5.3 Schlüsselstelle Do3:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.45	Kote [m ü.M.]:	480	Koordinaten (X/Y):	2 681 890	1 217 285
Art der Schlüsselstelle:	Durchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Gut-mässig					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler									
Geometrie:	Rechteck		Dimension [m]:	$\emptyset$	B	1.2	H	2.5	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	20	Böschung links		Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	15
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Steiler Absturz kurz vor dem Durchlass. Das Wasser schiesst teilweise über die Schwelle hinaus und gelangt gar nicht in den Durchlass.									
Bemerkungen:										

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	<b>häufig</b>	<b>selten</b>	<b>sehr selten</b>
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.6 m	1 m	1.2 m
Freibord [m]:	1 m	1 m	1 m
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	8 m³/s bei Freibord von 1 m	8 m³/s bei Freibord von 1 m	8 m³/s bei Freibord von 1 m
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	1	2
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Aufgrund der turbulenten Strömung und des Überfalls gelangt Wasser auf den Parkplatz und fließt der Tonishofstrasse entlang ab.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Aufgrund der turbulenten Strömung und des Überfalls gelangt Wasser auf den Parkplatz und fließt der Tonishofstrasse entlang ab.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Hochwasserabfluss im Gerinne. Aufgrund der turbulenten Strömung und des Überfalls gelangt Wasser auf den Parkplatz und fließt der Tonishofstrasse entlang ab.		
Bemerkungen:			

**5.4 Schlüsselstelle Do4:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km<sup>2</sup>): 0.45      Kote [m ü.M.): 470      Koordinaten (X/Y): 2 681 846      1 217 257

Art der Schlüsselstelle: *Brücke Mettlenweg*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *gut*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	<i>Strickler</i>								
Geometrie:	<i>Rechteck</i>	Dimension [m]:	$\emptyset$	<i>B</i>	1.7	<i>H</i>	1.5	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	<i>Sohle</i>	20	<i>Böschung links</i>	<i>Böschung rechts</i>		Sohlen- gefälle [%]:	11
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.6 m	0.9 m	1.1 m

<b>Freibord [m]:</b>	0.8 m	0.8 m	0.8 m
<b>Abflusskapazität [m³/s] effektiv:</b>	4.3 m³/s bei Freibord von 0.8 m, resp. 11 m³/s bordvoll	4.3 m³/s bei Freibord von 0.8 m, resp. 11 m³/s bordvoll	4.3 m³/s bei Freibord von 0.8 m, resp. 11 m³/s bordvoll
<b>Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:</b>	-	0.5	1
<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Infolge turbulenter Strömung kann Wasser beim Durchlass überschwappen und dem Mettlenweg entlang abfließen.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Infolge turbulenter Strömung kann Wasser beim Durchlass überschwappen und dem Mettlenweg entlang abfließen.
<b>Extremereignis EQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	Hochwasserabfluss im Gerinne. Infolge turbulenter Strömung kann Wasser beim Durchlass überschwappen und dem Mettlenweg entlang abfließen.		
<b>Bemerkungen:</b>			

**5.5 Schlüsselstelle Do5:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]: 0.46      Kote [m ü.M.]: 465      Koordinaten (X/Y): 2 681 796      1 217 263

Art der Schlüsselstelle: *Durchlass Vorderbergstrasse*

baulicher Zustand / Unterhalt: *Gut, die Uferverbauungen oberhalb sind jedoch in schlechtem Zustand*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	<i>Strickler</i>								
Geometrie:	<i>Rechteck</i>	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	1.8	H	2.5	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/2</sup> /s]:	Sohle	20	Böschung links	Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	11
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	<i>Der Durchlass verengt sich und weist am Ende nicht den gleich grossen Querschnitt auf, wie beim Einlauf.</i>								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	<b>häufig</b>	<b>selten</b>	<b>sehr selten</b>
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
<b>Veränderung der Gewässersohle:</b>	-	-	-
<b>Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:</b>	-	-	50% wegen Verklausung im Durchlass
<b>Abflusstiefe [m]:</b>	0.4	0.6	0.8
<b>Freibord [m]:</b>	0.9m	0.9m	0.9m
<b>Abflusskapazität [m³/s] effektiv:</b>	14 m³/s bei Freibord von 0.9 m, resp. 22 m³/s bordvoll	14 m³/s bei Freibord von 0.9 m, resp. 22 m³/s bordvoll	7 m³/s
<b>Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:</b>	-	-	0.5
<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Infolge einstürzenden Uferverbauungen oberhalb des Durchlasses und dem sich verengenden Durchlass unter der Strasse Verklausung und Rückstau von Wasser. Jedoch eher kein Ausbruch aus dem Gerinne.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Infolge einstürzenden Uferverbauungen oberhalb des Durchlasses und dem sich verengenden Durchlass unter der Strasse Verklausung und Rückstau von Wasser. Ausbruch von Wasser aus dem Gerinne und Überschwemmung der Strasse.</i>
<b>Extremereignis EHQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Infolge einstürzenden Uferverbauungen oberhalb des Durchlasses und dem sich verengenden Durchlass unter der Strasse Verklausung und Rückstau von Wasser. Ausbruch von Wasser aus dem Gerinne und Überschwemmung der Strasse.</i>		
<b>Bemerkungen:</b>			

**5.6 Schlüsselstelle Do6:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.46	Kote [m ü.M.]:	445	Koordinaten (X/Y):	2 681 703	1 217 211
Art der Schlüsselstelle:	Auffangbecken mit Schieber					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Gut, Ablagerungen vorhanden					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler für Schieberöffnung								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	2	H	1.1	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	11
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Ablagerungen im Auffangbecken oder Verschluss der Öffnung								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig		selten		sehr selten	
	0-30 Jahre		30-100 Jahre		100-300 Jahre	
Veränderung der Gewässersohle:	+1.8 m		+1.8 m		+1.8 m	
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	0		70%		100%	
Abflusstiefe [m]:						

Freibord [m]:			
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	12 m³/s bordvoll	4 m³/s bordvoll	0 m³/s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	2	7.5
Beschreibung des Szenarios:	<i>Ablagerungen von Geschiebe im Auffangbecken, Abfluss durch Schieberöffnung ohne Ausbrüche.</i>	<i>Ablagerungen von Geschiebe im Auffangbecken. Die Schieberöffnung wird durch die Ablagerungen verkleinert, dadurch Ausbruch von Wasser und Geschiebe und Abfluss über Schieber mit Rückfluss ins Gerinne.</i>	<i>Ablagerungen von Geschiebe im Auffangbecken. Die Schieberöffnung wird durch die Ablagerungen verkleinert, dadurch Ausbruch von Wasser und Geschiebe und Abfluss über Schieber mit Rückfluss ins Gerinne.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Ablagerungen von Geschiebe im Auffangbecken. Die Schieberöffnung wird durch die Ablagerungen verkleinert, dadurch Ausbruch von Wasser und Geschiebe und Abfluss über Schieber mit Rückfluss ins Gerinne.</i>		
Bemerkungen:	<i>Das Auffangbecken hat ein Volumen von ca. 100 m³. Der Schieber und das Becken dienten als Löschwasserbecken. Die Vorrichtung wird jetzt von der Feuerwehr nicht mehr gebraucht.</i>		

**5.7 Schlüsselstelle Do7:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.46	Kote [m ü.M.]:	420	Koordinaten (X/Y):	2 681 580	1 217 100
Art der Schlüsselstelle:	Durchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	1.8	H	1.5	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Der Durchlass wird gegen den See hin flacher.								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.4 m	0.6 m	0.8 m

<b>Freibord [m]:</b>	0.9 m	0.9 m	0.9 m
<b>Abflusskapazität [m³/s] effektiv:</b>	4.4 m³/s bei Freibord 0.9 m, resp. 14.5 m³/s bordvoll	4.4 m³/s bei Freibord 0.9 m, resp. 14.5 m³/s bordvoll	4.4 m³/s bei Freibord 0.9 m, resp. 14.5 m³/s bordvoll
<b>Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:</b>	-	-	-
<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne.
<b>Extremereignis EHQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	Hochwasserabfluss im Gerinne. Infolge turbulenter Strömung kann Wasser beim Durchlass überschwappen und der Dorfstrasse entlang abfließen.		
<b>Bemerkungen:</b>			

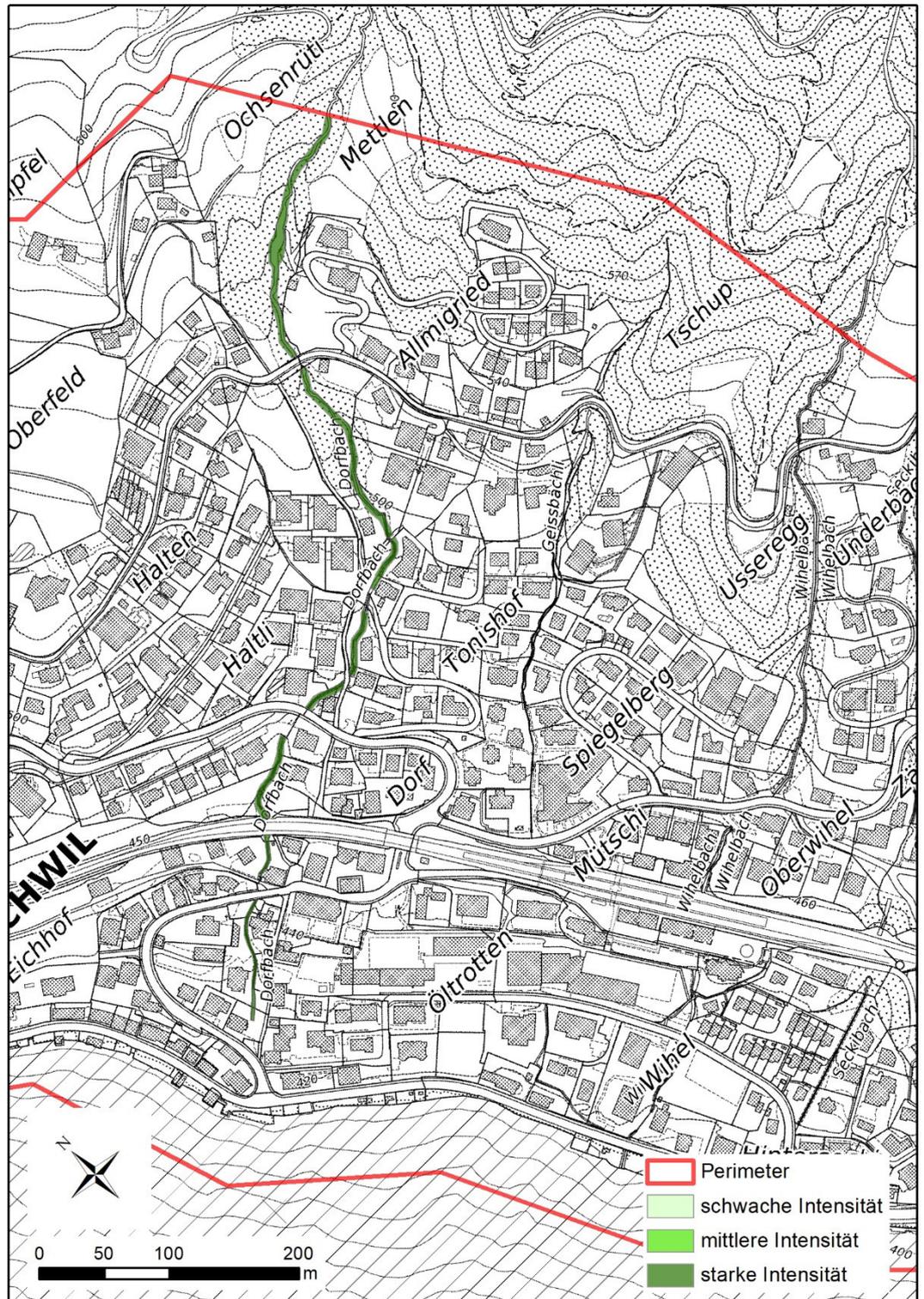
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

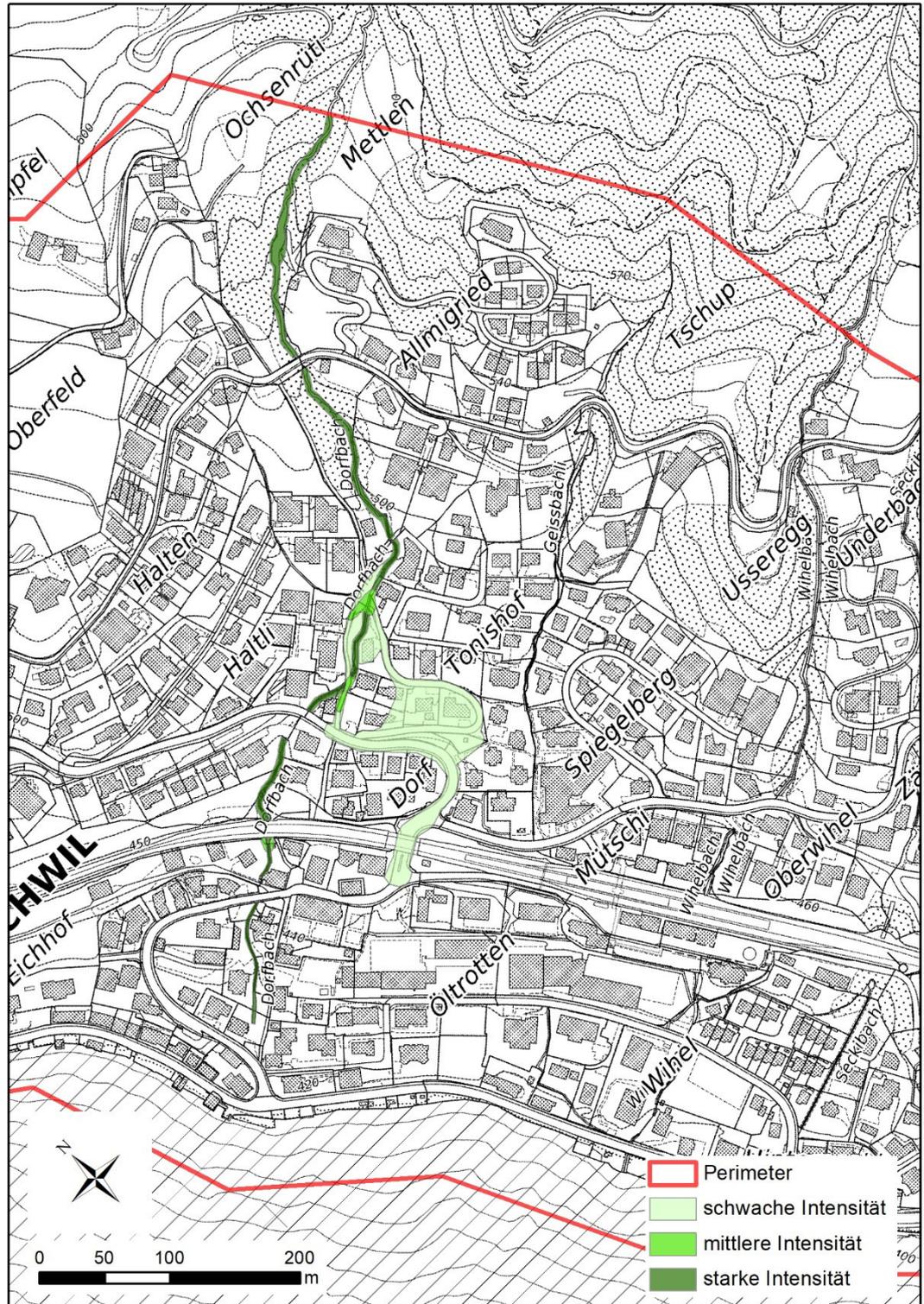
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

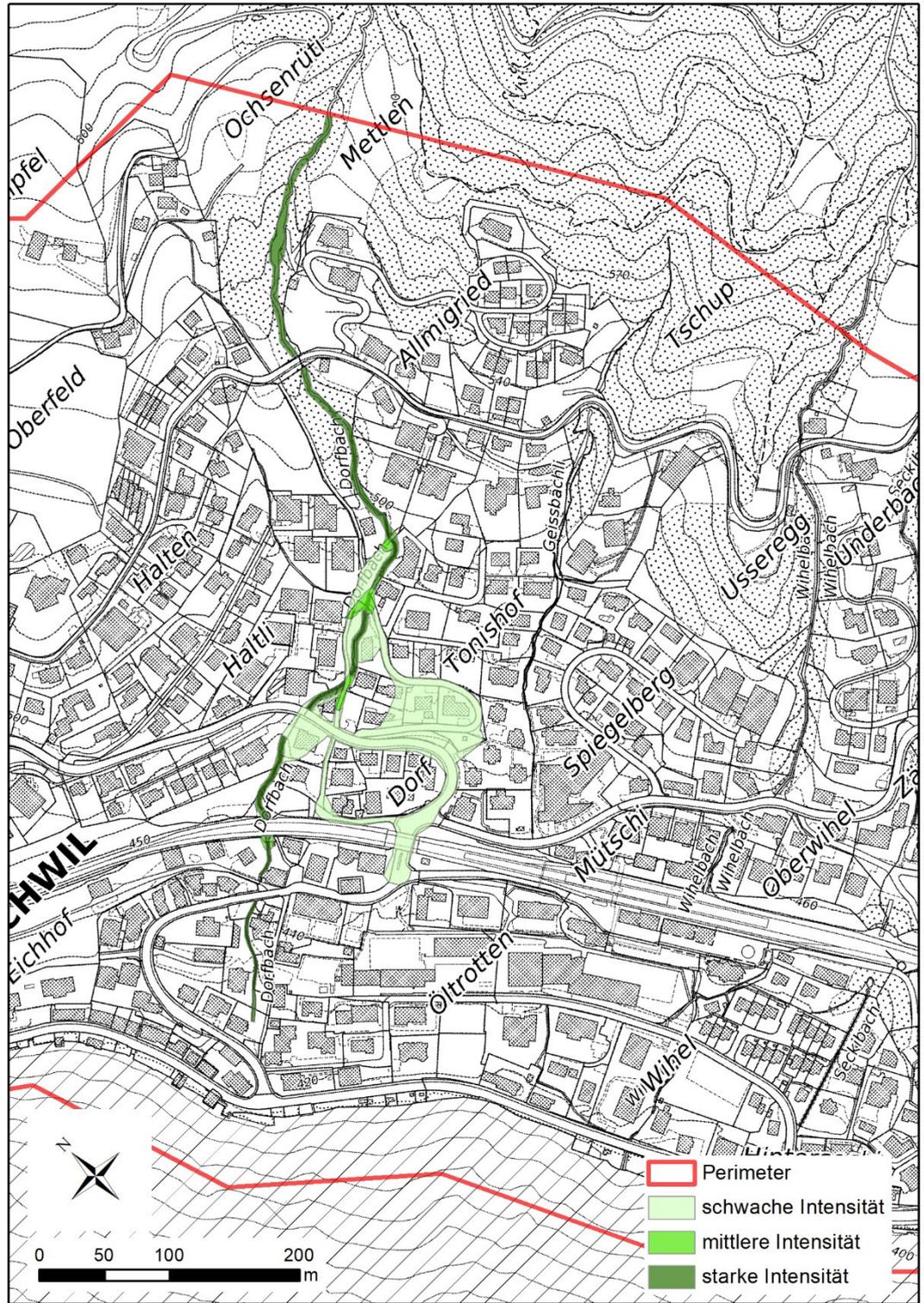
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

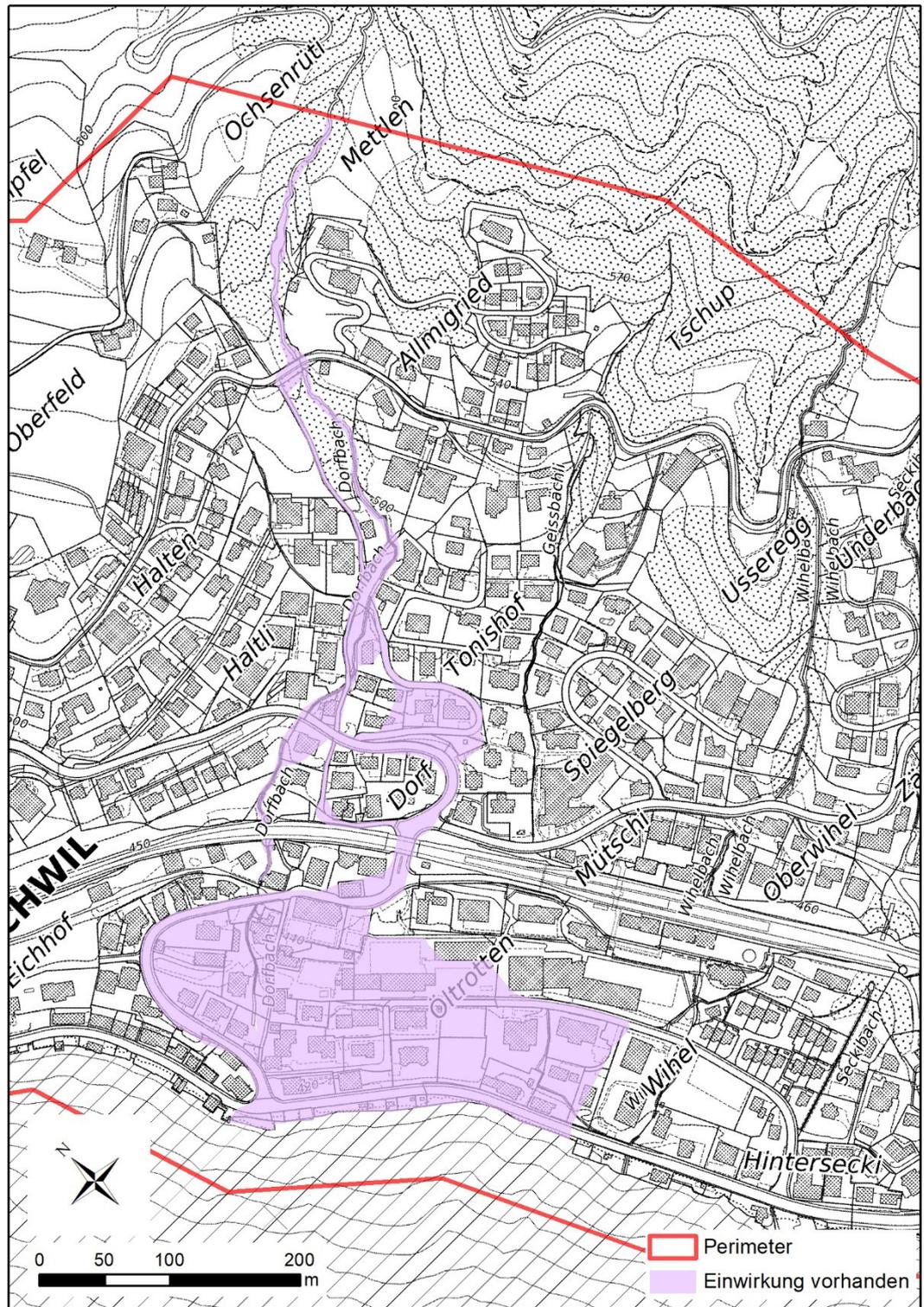
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermürung

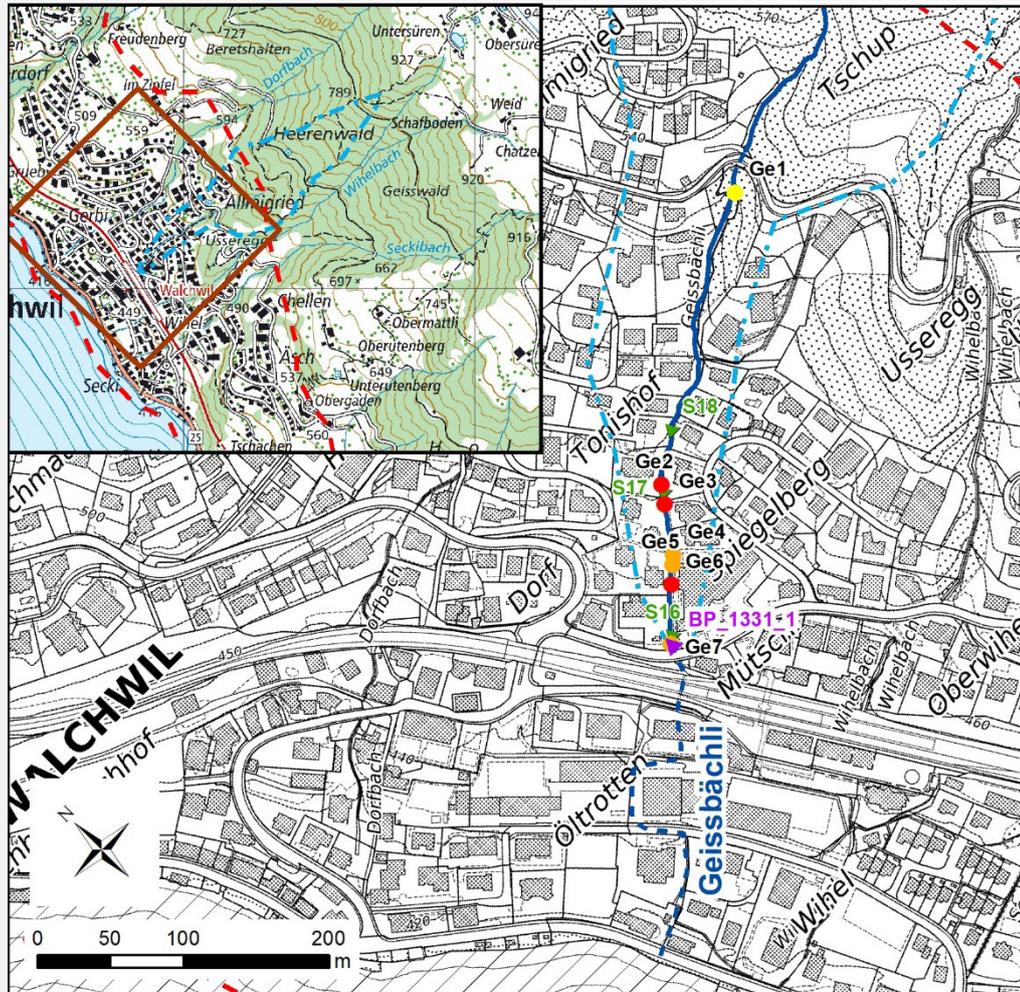


Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	11.11.2019
<b>Prozesse:</b> [Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b> Belop gmbh
		<b>Bearbeiter/In:</b>	Anina Chiapolini

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

Legende

Gewässer

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- [ ] Einzugsgebiet

Grenzen

- Gefahrenkartenperimeter
- Gemeindegrenze

Anhang:

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

[bei Bedarf weitere Zeilen einfügen]

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
03.07.2010	-	Überschwemmungen der Häuser Tonismatt	GVZ
		Das Altersheim wird öfters durch Überschwemmungen bedroht. Zudem trat beim Einlauf in den Durchlass der Hinterbergstrasse der Bach sehr oft über die Ufer. Dies wurde erst besser, als die einige Rechenstäbe beim Einlauf entfernt wurden.	Bauamt/Werkhof

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG =0.18 km<sup>2</sup>  
 Kleines langgezogenen Einzugsgebiet, das oberhalb der Siedlung komplett bewaldet ist. Im Bereich der Forchwaldstrasse wird Wasser aus der Inneregg/Christbaumplantage eingeleitet. Dieses wird zuerst aus der Mulde bei Inneregg in einen Tank geführt, von wo aus gleichmässig Wasser in das Geissbächli geführt wird.  
 Das Gerinne ist bis ca. Kote 600 m. ü. M natürlich und verläuft auf grobblockigem Material und Fels, unterhalb davon bis zur Eindolung bei der Hinterbergstrasse ist das Gerinne unterschiedlich verbaut.

**Geologie:** Moräne, Mergel und Kalkstein, Bachschutt im untersten Bereich

**Geomorphologie:** Oberhalb 500 m. ü. M verläuft das Gerinne in einem natürlichen Tobel mit teilweise steilen Bacheinhängen. Unterhalb ist der Bach anthropogen beeinflusst und wenig natürlich.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	107	65	184

Quelle Niederschlagsdaten: Hades 2.4

massgebendes Ereignis: Kurze Starkniederschläge

**4. Grundszenarien:**

Schutzbauten:	<input type="checkbox"/> keine				Wirkung (Protect)	
	Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	JA	NEIN
S16	Betonhalbschale	Oberhalb Durchlass Hinterbergstrasse	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S17	Blocksätze als Böschungssicherung	456 – 465 m. ü. M (z.T. unterbrochen)	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S18	Betonmauer	Rechte Böschung bei 475 – 480 m. ü. M	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Grundszenarien Abfluss:**

Schätzverfahren: Einfaches Fließzeitverfahren nach Böll, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	BP_1331_1	0.18	452	1.0	2.0	3.0	4.0	11.1

**Grundszenarien Geschiebe:**

*Potential:* *Geschiebe wird lediglich im natürlichen Abschnitt oberhalb 500 m. ü. M mobilisiert. Da der Bach aber oft auf Fels und grobblockigem Material fliesst, kann nur wenig mobilisiert werden. Es sind dies vorallem die bereits vorhandenen Lockermaterialdepots in den einzelnen Becken.*

*Schätzverfahren:* *Lehmann*

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig	selten	sehr selten	Extremereignis
				0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1331_1	0.18	452	30 - 50	50 - 70	80 - 100	100 - 120

**Grundszenarien Schwemmholz:**

*Potential:* *Das Einzugsgebiet ist zu einem grossen Teil bewaldet. Aufgrund der geringen Gerinnegrösse wird jedoch kaum Holz (nur kleine Dimensionen) in den Bach und mit diesem verfrachtet.*

*Schätzverfahren:* *Gutachterliche Abschätzung*

Schwemmholzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig	selten	sehr selten	Extremereignis
				0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1331_1	0.18	452	0 - 10	10 - 20	10 - 20	10 - 20

**Beschreibung**  
**Prozessablauf:** *Kurze Starkniederschläge führen zu Hochwasser im Gerinne, welche lokal Geschiebe und Schwemmholz (Äste) aufnehmen können. Unterhalb der Forchwaldstrasse im Bereich der Siedlung sind alle Brücken, Durchlässe und oftmals auch das Gerinne zu klein bemessen, weshalb es bereits bei häufigen Ereignissen zu Ausbrüchen und Überschwemmungen kommt. Dabei können das mitgeführte Schwemmholz und Geschiebe auch zu Verklausungen führen, welche Ausbrüche zusätzlich begünstigen.*

**Bemerkungen** *Das Gerinne wird jährlich gereinigt und das vorhandene Material entfernt.*

5.1 Schlüsselstelle Ge1:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]: 0.1      Kote [m ü.M.]: 520      Koordinaten (X/Y): 2 682 100      1 217 258

Art der Schlüsselstelle: Fusswegbrücke

baulicher Zustand / Unterhalt: Verwachsen, gut



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	∅	B	1.4	H	0.5	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle 25	Böschung links		Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	25
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-								
Bemerkungen:									

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.25	0.4	0.5
Freibord [m]:	0.5	0.5	0.5
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	3.0	3.0	3.0
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	-	Ca. 0.2
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein, Wasser strömt über die Brücke zurück ins Gerinne.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein, Wasser strömt über die Brücke zurück ins Gerinne.		
Bemerkungen:			

5.2 Schlüsselstelle Ge2:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]:	0.17	Kote [m ü.M.]:	475	Koordinaten (X/Y):	2 681 922	1 217 150
Art der Schlüsselstelle:	Fusswegbrücke					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	0.6	H	0.7	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-								
Bemerkungen:									

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	20%	40%	50%
Abflusstiefe [m]:	0.5	0.9	1.3
Freibord [m]:	0.5	0.5	0.5
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	0.8	0.6	0.5
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	0.2	1.4	2.5
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist sehr knapp. Aufgrund von Auflandungen/	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Auflandungen/	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Auflandungen/

*Verklauungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst über die Wiese entlang des Gerinnes und unterhalb der unteren Fusswegbrücke in dieses zurück.*

*Verklauungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst über die Wiese entlang des Gerinnes und durch die Siedlung ab.*

*Verklauungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst über die Wiese entlang des Gerinnes und durch die Siedlung ab.*

**Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):**

*Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Aufladungen/ Verklauungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst über die Wiese entlang des Gerinnes und durch die Siedlung ab.*

**Bemerkungen:**

5.3 Schlüsselstelle Ge3:

Beschreibung

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.17	Kote [m ü.M.]:	470	Koordinaten (X/Y):	2 681 913	1 217 140
Art der Schlüsselstelle:	Fusswegbrücke					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	0.6	H	0.6	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle 25	Böschung links		Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-								
Bemerkungen:									

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	20%	40%	50%
Abflusstiefe [m]:	0.5	0.9	1.3
Freibord [m]:	0.5	0.5	0.5
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	0.7	0.5	0.4
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	0.3	1.5	2.6
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist sehr knapp. Aufgrund von Auflandungen/	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Auflandungen/	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Auflandungen/

*Verklauungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst über die Wiese entlang des Gerinnes und durch die Siedlung Richtung Altersheim ab.*

*Verklauungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst beidseitig über die Wiese entlang des Gerinnes und durch die Siedlung ab.*

*Verklauungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst beidseitig über die Wiese entlang des Gerinnes und durch die Siedlung ab und überschwemmt das Altersheim sowie Wohnhäuser mit mittlerer und schwacher Intensität.*

**Extremereignis EHQ (> 300 Jahre):**

*Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Aufladungen/ Verklauungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst beidseitig über die Wiese entlang des Gerinnes und durch die Siedlung ab und überschwemmt das Altersheim sowie Wohnhäuser mit mittlerer Intensität.*

**Bemerkungen:**

**5.4 Schlüsselstelle Ge4:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.17	Kote [m ü.M.]:	462	Koordinaten (X/Y):	2 681 893	1 217 110
Art der Schlüsselstelle:	Fusswegbrücke					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	0.8	H	0.8	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	10%	30%	40%
Abflusstiefe [m]:	0.5	0.8	1.1
Freibord [m]:	0.5	0.5	0.5
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	1.8	1.4	1.2
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	0	0.6	1.8
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne. Aufgrund von Ausbrüchen oberhalb	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Auflandungen/	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Auflandungen/

*finden trotzdem Überschwemmungen statt.*

*Verkläunungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst über die Brücke tendenziell gegen links in Richtung Altersheim ab.*

*Verkläunungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst über die Brücke beidseitig ab und verursacht Überschwemmungen der Wohnhäuser und des Altersheims.*

**Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):**

*Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist zu klein. Aufgrund von Auflandungen/ Verkläunungen ist mit einem Wasseraustritt im Bereich der Brücke zu rechnen. Dieses fliesst über die Brücke beidseitig ab und verursacht Überschwemmungen der Wohnhäuser und des Altersheims.*

**Bemerkungen:**

5.5 Schlüsselstelle Ge5:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]:	0.18	Kote [m ü.M.]:	460	Koordinaten (X/Y):	2 681 887	1 217 105
Art der Schlüsselstelle:	Eindolung					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Alt, gut					



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler							
Geometrie:	Rohr	Dimension [m]:	∅	0.6	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	80	Böschung links	Böschung rechts	Sohlengefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-							
Bemerkungen:								

Szenarien Definition

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	20%	50%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	1	0.8	0.5

<b>Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:</b>	-	1.2	2.5
<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne.</i>	<i>Aufgrund einer Teilverklauung des Durchlasses kommt es zu einem Ausbruch von Wasser. Dieser fliesst vorwiegend über den Fussweg in Richtung Altersheim ab und führt zu Überschwemmungen mit schwacher bis mittlerer Intensität.</i>	<i>Aufgrund einer Teilverklauung des Durchlasses kommt es zu einem Ausbruch von Wasser. Dieser fliesst vorwiegend über den Fussweg in Richtung Altersheim ab und führt zu Überschwemmungen mit schwacher bis mittlerer Intensität.</i>
<b>Extremereignis EHQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	<i>Aufgrund einer Teilverklauung des Durchlasses kommt es zu einem Ausbruch von Wasser. Dieser fliesst vorwiegend über den Fussweg in Richtung Altersheim ab und führt zu Überschwemmungen mit schwacher bis mittlerer Intensität.</i>		
<b>Bemerkungen:</b>			

**5.6 Schlüsselstelle Ge6:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.18	Kote [m ü.M.]:	258	Koordinaten (X/Y):	2 681 877	1 217 096
Art der Schlüsselstelle:	Knapper Gerinnequerschnitt					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	0.8-1	H	0.5-0.8	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/2</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	5-7
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.6	0.9	1.2
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	1.3	1.3	1.3
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	0	0.7	1.7
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne. Aufgrund der knappen Abflussverhältnisse ist lokal mit	Der Gerinnequerschnitt ist zu klein und es kommt zu Ausbrüchen von Wasser vorwiegend gegen links auf	Der Gerinnequerschnitt ist zu klein und es kommt zu Ausbrüchen von Wasser vorwiegend gegen links auf

*einem leichten Überschwappen von Wasser zu rechnen. Diese Überschwemmungen werden jedoch überdeckt durch Ausbrüche bei der Schwachstelle Ge2 und Ge3.*

*den Fussweg und gegen das Altersheim. Es ist mit Überschwemmungen mit mittlerer und schwacher Intensität zu rechnen.*

*den Fussweg und gegen das Altersheim. Es ist mit Überschwemmungen mit mittlerer und schwacher Intensität zu rechnen.*

**Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):**

*Der Gerinnequerschnitt ist zu klein und es kommt zu Ausbrüchen von Wasser vorwiegend gegen links auf den Fussweg und gegen das Altersheim. Es ist mit Überschwemmungen mit mittlerer und schwacher Intensität zu rechnen.*

**Bemerkungen:**

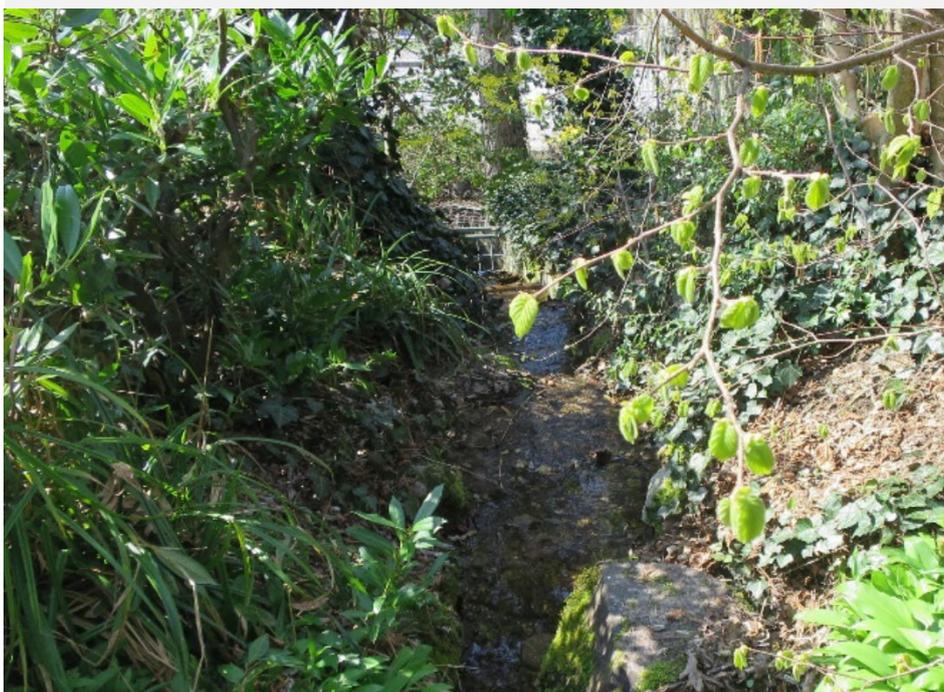
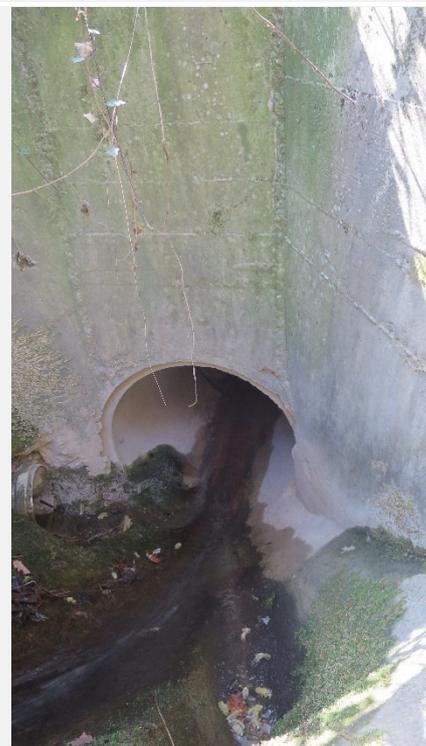
5.7 Schlüsselstelle Ge7:

Beschreibung

Fläche EZG [km²]: 0.18      Kote [m ü.M.]: 452      Koordinaten (X/Y): 2 681 848      1 217 068

Art der Schlüsselstelle: Eindolung mit Gitterrost bei Hinterbergstrasse

baulicher Zustand /  
Unterhalt: gut



Grundlagen Hydraulik

Methode zur Kapazitätsberechnung: Strickler

Geometrie:	Rohr	Dimension [m]:	∅ 0.8	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle 80	Böschung links	Böschung rechts	Sohlen-gefälle [%]:	10

Kapazitätsreduzierende Faktoren: Der Rechen beim Einlauf kann durch Laub, Gras und Äste verklausen.

Bemerkungen:

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	100%	100%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	2	0	0
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	0	2	3
Beschreibung des Szenarios:	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Die Gitterstäbe werden durch Laub und Äste teilweise vermach, der Abfluss kann aber trotzdem über den Rechen und den Durchlass erfolgen.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Rechen wird praktisch vollständig durch Laub, Gras und Ästen vermach, wodurch der gesamte Abfluss auf die Hinterbergstrasse gelangt und dieser entlang durch die Unterführung der SBB und über die Dorfstrasse durchs Dorf fliesst. Im Bereich der Ausbruchstelle und In der Unterführung ist mit mittlerer Intensität ansonsten mit schwacher Intensität zu rechnen.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Rechen wird praktisch vollständig durch Laub, Gras und Ästen vermach, wodurch der gesamte Abfluss auf die Hinterbergstrasse gelangt und dieser entlang durch die Unterführung der SBB und über die Dorfstrasse durchs Dorf fliesst. Im Bereich der Ausbruchstelle und In der Unterführung ist mit mittlerer Intensität ansonsten mit schwacher Intensität zu rechnen.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Rechen wird praktisch vollständig durch Laub, Gras und Ästen vermach, wodurch der gesamte Abfluss auf die Hinterbergstrasse gelangt und dieser entlang durch die Unterführung der SBB und über die Dorfstrasse durchs Dorf fliesst. Im Bereich der Ausbruchstelle und In der Unterführung ist mit mittlerer Intensität ansonsten mit schwacher Intensität zu rechnen.</i>		
Bemerkungen:	<i>Seit vor einigen Jahren das feinmaschige Gitter durch ein gröberes ersetzt wurden, verursacht der Einlauf nicht mehr jährlich Probleme.</i>		

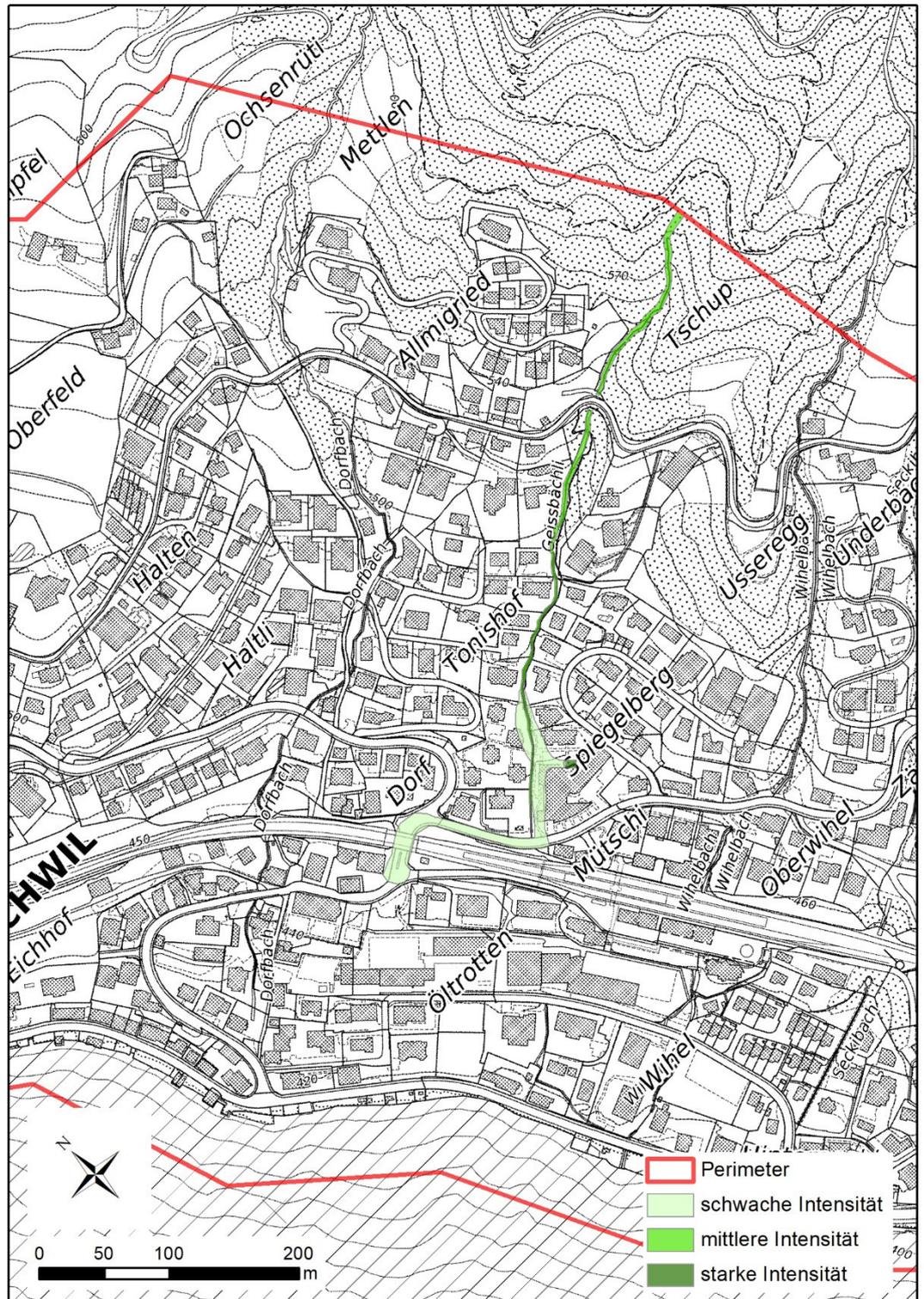
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

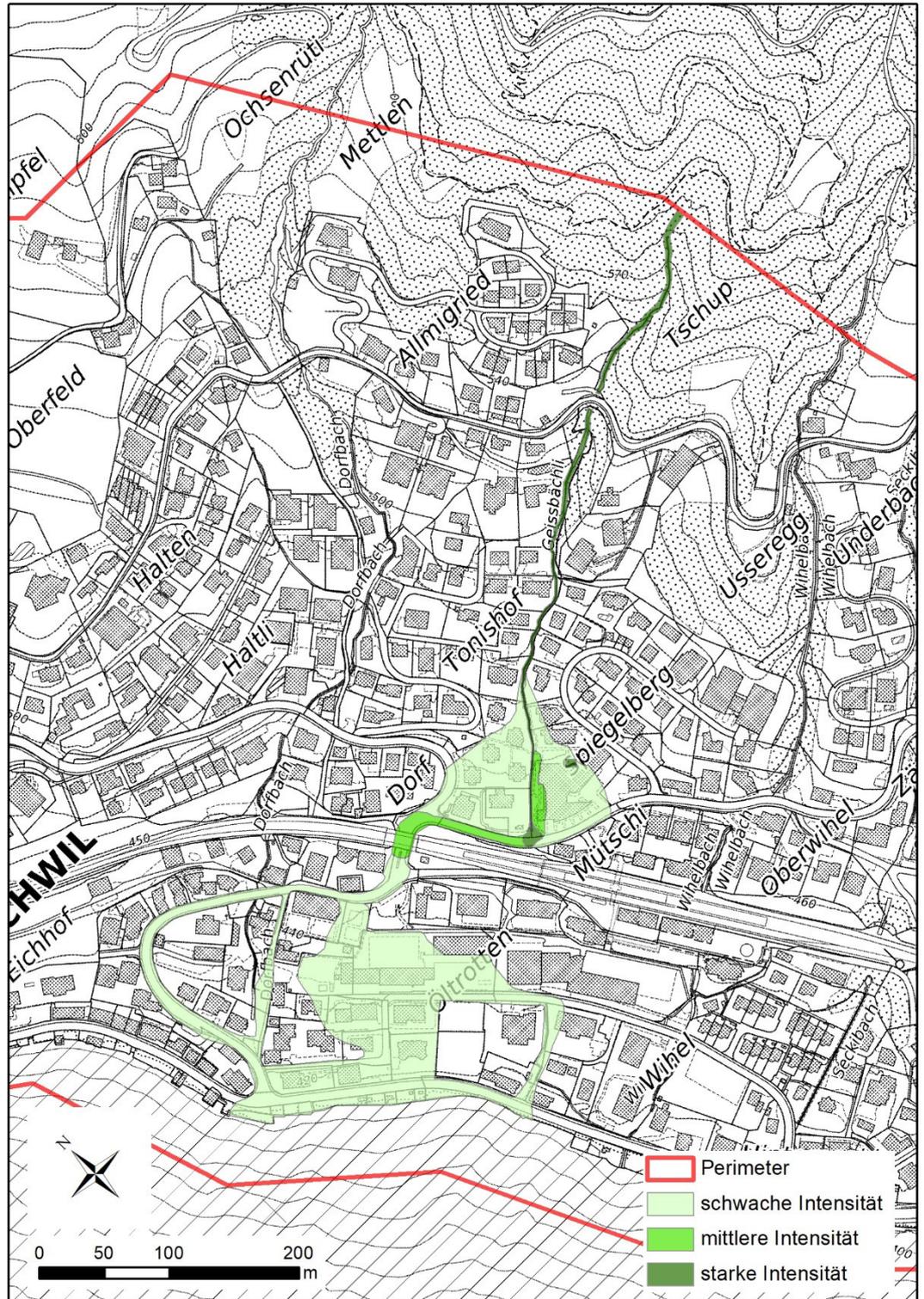
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

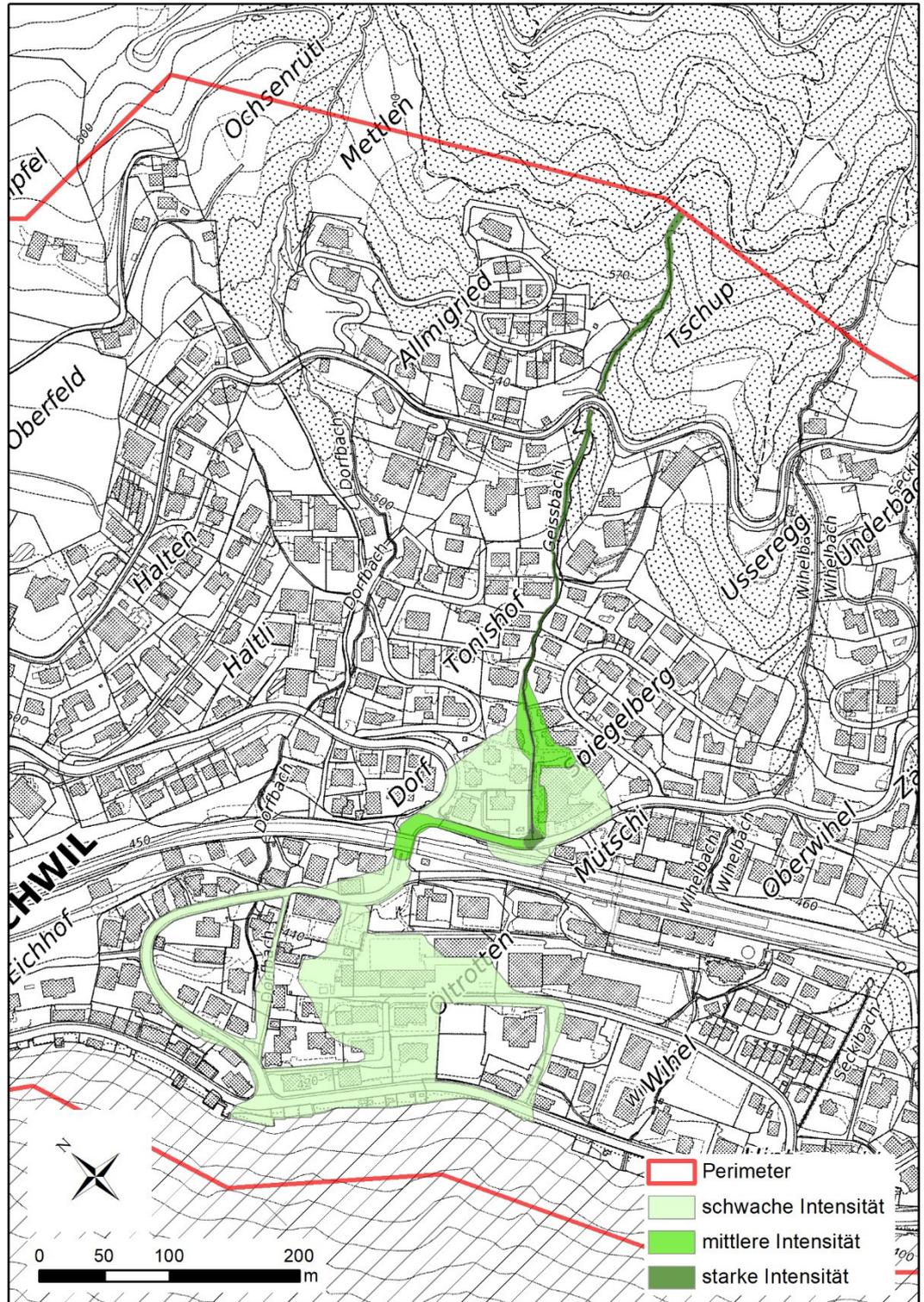
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

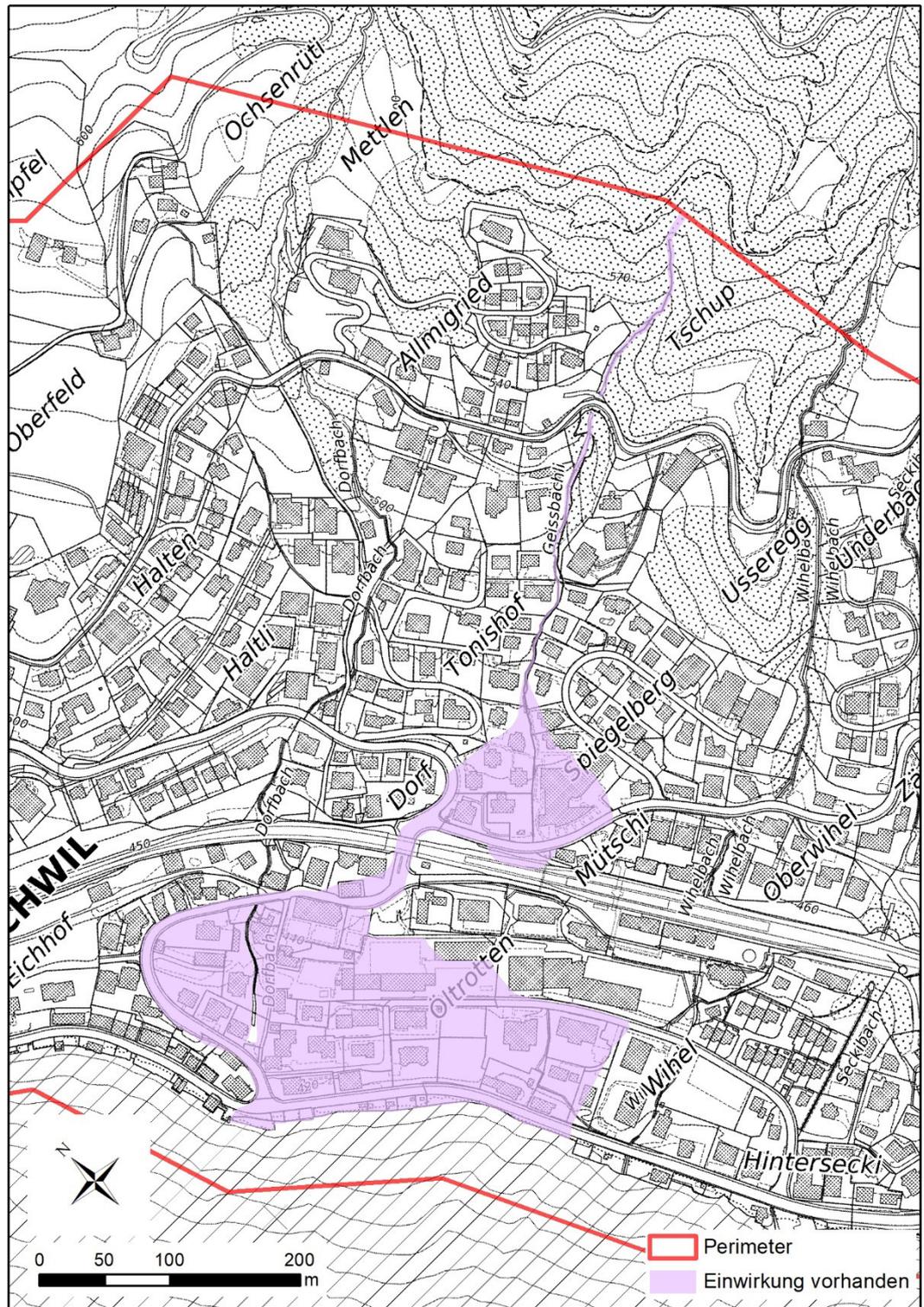
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



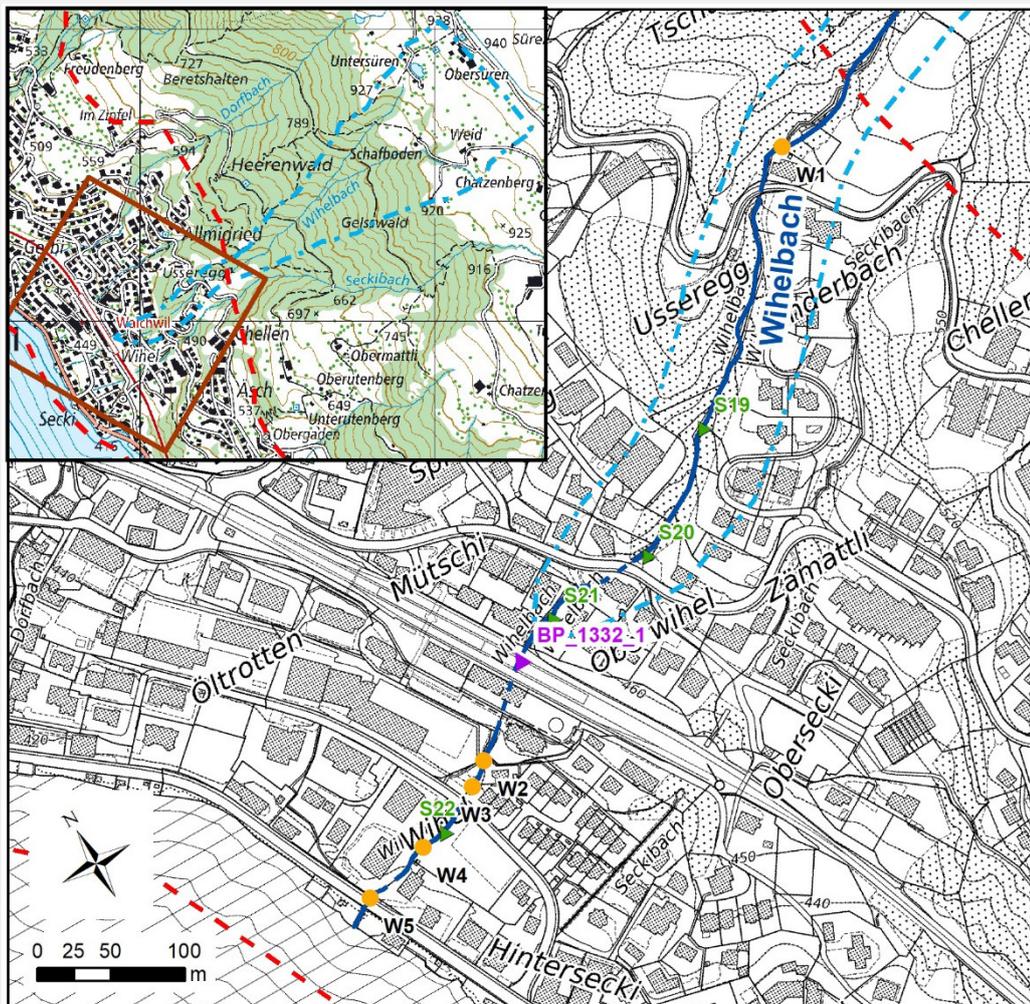
Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	<b>11.11.2019</b>
<b>Prozesse:</b> <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b>  Belop gmbh
		<b>Bearbeiter/In:</b>	Anina Chiapolini

2. Situation:

Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.



**Legende**

**Gewässer**

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- Einzugsgebiet

**Grenzen**

- Gefahrenkartenperimeter
- Gemeindegrenze

**Anhang:**

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet. GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
09.09.1934	1934-W-0004	Überschwemmung unterhalb der SBB-Linie	StorMe
		Das Gebäude an der Forchwaldstrasse (Schwachstelle W1) wurde auch schon überschwemmt.	Bauamt/Werkhof
		Überschwemmung der Schulhausstrasse infolge verklaustem Gitter vor dem Durchlass.	Bauamt/Werkhof

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.38 km<sup>2</sup>  
 Das Einzugsgebiet des Wihelbachs beginnt auf der Terrasse des Walchwilerberges auf Kote 940 m. ü. M und endet beim Zugersee auf Kote 416. Der Bereich des Walchwilerberges dominiert landwirtschaftliche Nutzung, unterhalb von 900 m. ü. M bis in den Siedlungsbereich ist das Einzugsgebiet praktisch vollständig bewaldet. Das Gerinne resp. die drei Gerinne verlaufen im Waldbereich mehrheitlich auf blockigem Lockermaterial und auf Felsen. Im Siedlungsbereich ist das Gerinne mehrheitlich verbaut.

**Geologie:** Moränenablagerungen und stellenweise subalpine Molasse (Kalksandstein, Mergel), sowie im Dorfbereich Bachschuttablagerungen.

**Geomorphologie:** Im bewaldeten oberen Bereich des Einzugsgebietes hat es einzelne instabile Hänge mit leichten Rutschbewegungen. Im Bereich des Kegelhalses bis knapp zur SBB verläuft der Bach in einem kleinen Tobel, danach ist er anthropogen geprägt.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	113	66	190

Quelle Niederschlagsdaten: Hades 2.4

massgebendes Ereignis: Kurzzeitniederschläge

**4. Grundszenarien:**

Schutzbauten:	<input type="checkbox"/> keine				Wirkung (Protect)	
	Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	JA	NEIN
S19	1 Betonsperre (wurde zur Erstellung einer privaten Stauung für Fischzucht gebaut)	500 m. ü. M	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S20	Blocksatz	Orographisch linke Seite oberhalb Durchlass Hinterbergstrasse	Mässig bis instabil	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
S21	Böschungssicherung mit Blocksatz	Zwischen Wihelstrasse und SBB	Rechte Seite gut, linke Seite mässig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S22	Böschungssicherung mit Blocksatz und Blockmauern, z.T. Sohlenverbauung	Zwischen SBB und Artherstrasse	Unterschiedlich, Schlecht bis gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Grundszenarien Abfluss:**

Schätzverfahren: Einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	BP_1332_1	0.38	450	2.5	5.0	7.0	9.0	13.15

**Grundszenarien Geschiebe:**

*Potential:* In den Becken vorhandenes Geschiebe wird bereits bei häufigen Ereignissen ausgeräumt. Die grobblockige Sohle reisst jedoch erst bei selteneren Ereignissen auf. Murgänge sind nicht zu erwarten. Einzelne kleine Hangrutsche können oberhalb der Siedlung in den Bach gelangen.

*Schätzverfahren:* Lehmann

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig	selten	sehr selten	Extremereignis
				0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1332_1	0.38	450	100 - 150	250 - 350	400 - 500	500 - 800

**Grundszenarien Schwemmholz:**

*Potential:* Die steilen Bacheinhänge sind bewaldet und Holz kann durch Rutschprozesse ins Gerinne gelangen.

*Schätzverfahren:* Eigene Abschätzmethode mit Berücksichtigung von direktem Eintrag und indirektem Eintrag von Schwemmholz.

Schwemmholzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig	selten	sehr selten	Extremereignis
				0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1332_1	0.38	450	10 - 20	20 - 30	50 - 100	50 - 100

**Beschreibung Prozessablauf:** Starkniederschläge führen zu Hochwasser im Gerinne. Bei sehr grossen Abflüssen kann die Bachsohle vereinzelt aufreissen und Geschiebe wird mitgeführt. Zudem ist der Eintrag von Holz möglich.

**Bemerkungen**

**5.1 Schlüsselstelle W1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	Kote [m ü.M.]:	550	Koordinaten (X/Y):	2 682 230	1 217 150
Art der Schlüsselstelle:	Gefällsknick im Gerinne				
baulicher Zustand / Unterhalt:	Linksseitige Ufermauer in schlechtem Zustand				



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler									
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	$\emptyset$		B	1.4	H	0.9-1.5	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/2</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	25	Böschung rechts	25	Sohlengefälle [%]:	5-15
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Auflandungen									
Bemerkungen:										

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig		selten		sehr selten	
	0-30 Jahre		30-100 Jahre		100-300 Jahre	
Veränderung der Gewässersohle:	-		+0.2-0.3m		+0.5-1m	
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-		20-30% wegen Auflandung		50-100% wegen Auflandung	
Abflusstiefe [m]:	0.5		0.9		1.1	
Freibord [m]:	-		-		-	
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	5.2		3		0	
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-		2		7	
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne		Auflandungen aufgrund des Gefällsknick führen zu einer Verminderung des bereits sonst		Auflandungen aufgrund des Gefällsknick führen zu einer Verminderung des bereits sonst	

*knappen Abflussquerschnittes. Dadurch bricht der Bach oberhalb des Gebäudes beidseitig aus dem Gerinne aus und überschwemmt das Gebäude und die Forchwaldstrasse. Das Wasser fließt aber spätestens im Bereich des Spielplatzes zurück in das Bachtobel.*

*knappen Abflussquerschnittes. Zudem ist mit einer Beschädigung der Ufermauer zu rechnen. Der Bach bricht oberhalb des Gebäudes beidseitig aus dem Gerinne aus und überschwemmt das Gebäude und die Forchwaldstrasse. Das Wasser fließt aber spätestens im Bereich des Spielplatzes zurück in das Bachtobel.*

**Extremereignis EHQ (> 300 Jahre):**

*Auflandungen aufgrund des Gefällsknick führen zu einer Verminderung des bereits sonst knappen Abflussquerschnittes. Zudem ist mit einer Beschädigung der Ufermauer zu rechnen. Der Bach bricht oberhalb des Gebäudes beidseitig aus dem Gerinne aus und überschwemmt das Gebäude und die Forchwaldstrasse. Das Wasser fließt aber spätestens im Bereich des Spielplatzes zurück in das Bachtobel.*

**Bemerkungen:**

**5.2 Schlüsselstelle W2:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.38	Kote [m ü.M.]:	430	Koordinaten (X/Y):	2 681 845	1 216 890
Art der Schlüsselstelle:	Brücke					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler									
Geometrie:	Rechteck		Dimension [m]:	$\emptyset$	B	2	H	1.1	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	30	Böschung rechts	30	Sohlen- gefälle [%]:	4.5
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-									
Bemerkungen:										

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	+0.2
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	20-30% wegen Verklausung
Abflusstiefe [m]:	0.5	0.8	1.1
Freibord [m]:	0.5	0.5	0.5
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	3.1 m <sup>3</sup> /s bei 0.5 m Freibord resp. 7.2 m <sup>3</sup> /s bordvoll	3.1 m <sup>3</sup> /s bei 0.5 m Freibord resp. 7.2 m <sup>3</sup> /s bordvoll	Ca. 5.5 m <sup>3</sup> /s bordvoll
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	0.5	2 – 4
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Brückenquerschnitt ist knapp. Aufgrund der turbulenten Strömung	Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Abflussquerschnitt reicht nicht aus. Es kommt zu beidseitigen

*ist mit einem Überschwappen von Wasser zu rechnen. Dieses fließt linksseitig zurück ins Gerinne und rechtsseitig entlang des Fussweges zur Schulhausstrasse.*

*Ausbrüchen. Linksseitig fließt das Wasser zurück ins Gerinne, rechtsseitig fließt es entlang des Fussweges zur Schulhausstrasse und von dort durch das Quartier und der Strasse entlang in Richtung See.*

**Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):**

*Hochwasserabfluss im Gerinne. Der Abflussquerschnitt reicht nicht aus. Es kommt zu beidseitigen Ausbrüchen. Linksseitig fließt das Wasser zurück ins Gerinne, rechtsseitig fließt es entlang des Fussweges zur Schulhausstrasse.*

**Bemerkungen:**

**5.3 Schlüsselstelle W3:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.38	Kote [m ü.M.]:	428	Koordinaten (X/Y):	2 681 830	1 216 877
Art der Schlüsselstelle:	Durchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler							
Geometrie:	Rund	Dimension [m]:	∅	1	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	80	Böschung links	Böschung rechts	Sohlen-gefälle [%]:	11
Kapazitätsreduzierende Faktoren:								
Bemerkungen:								

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	Teilverklausung möglich, ca. 50%	Teilverklausung möglich, ca. 70%
Abflusstiefe [m]:			

Freibord [m]:			
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	4.0 bei 50% Rohrfüllung	4.0 bei 50% Rohrfüllung	Ca. 2 bei 30% Rohrfüllung
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	1	5
Beschreibung des Szenarios:	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Ablagerungen von Geschiebe und Schwemmholz im Bereich des Durchlasses führen zur Verminderung der Abflusskapazität. Dadurch staut sich das Wasser auf und es ist mit Ausbrüchen zu rechnen. Das Wasser fließt über die Schulhausstrasse Richtung Artherstrasse und durch das Quartier ab.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Ablagerungen von Geschiebe und Schwemmholz im Bereich des Durchlasses führen zur Verminderung der Abflusskapazität. Dadurch staut sich das Wasser auf und es ist mit Ausbrüchen zu rechnen. Das Wasser fließt über die Schulhausstrasse Richtung Artherstrasse und durch das Quartier ab.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, Ablagerungen von Geschiebe und Schwemmholz im Bereich des Durchlasses führen zur einer kompletten Verklausung. Dadurch staut sich das Wasser auf und es ist mit Ausbrüchen zu rechnen. Das Wasser fließt über die Schulhausstrasse Richtung Artherstrasse und durch das Quartier ab.</i>		
Bemerkungen:			

**5.4 Schlüsselstelle W4:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]: 0.38      Kote [m ü.M.]: 420      Koordinaten (X/Y): 2 681 780      1 216 860

Art der Schlüsselstelle: *Kanal aus Bruchsteinen*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *Alt, zahlreiche Schäden*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler									
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	$\emptyset$		B	1.7	H	0.8-1.7	Neigung	1 : 0.4
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	20	Böschung links	25	Böschung rechts	25	Sohlen-gefälle [%]:	7
Kapazitätsreduzierende Faktoren:										
Bemerkungen:										

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	<b>häufig</b>	<b>selten</b>	<b>sehr selten</b>
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	+0.2
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	Ca. 20% Auflandungen
Abflusstiefe [m]:	0.5	0.8	1.0
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	5	5	4
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	-	3
Beschreibung des Szenarios:	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, einzelne Schäden an den Uferverbauungen möglich. Lokales Überschwappen möglich. Der Abfluss erfolgt über das angrenzende Land und die Artherstrasse.</i>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, der Abflussquerschnitt ist zu klein, zudem besteht die Gefahr von Verlandungen. Die Uferverbauungen werden teilweise zerstört und der Bach kann seitlich erodieren. Wasser tritt aus dem Gerinne aus und überschwemmt das angrenzende Land. Die Scheune und das Wohnhaus sind knapp betroffen.</i>
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne, der Abflussquerschnitt ist zu klein, zudem besteht die Gefahr von Verlandungen. Die Uferverbauungen werden teilweise zerstört und der Bach kann seitlich erodieren. Wasser tritt aus dem Gerinne aus und überschwemmt das angrenzende Land. Die Scheune und das Wohnhaus sind betroffen.</i>		
Bemerkungen:			

**5.5 Schlüsselstelle W5:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.38	Kote [m ü.M.]:	420	Koordinaten (X/Y):	2 681 730	1 216 845
Art der Schlüsselstelle:	Brücke					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler									
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\varnothing$	B	2.5	H	1.1	Neigung		
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	25	Böschung links	25	Böschung rechts	25	Sohlengefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Rückstau vom See									
Bemerkungen:										

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	+0.2	+0.4
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	20% Auflandung	40% Auflandung
Abflusstiefe [m]:	0.3	0.45	0.55
Freibord [m]:	0.6	0.6	0.6
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	5 m <sup>3</sup> /s bei 0.6 m Freibord resp. 15 m <sup>3</sup> /s (bordvoll)	2.4 m <sup>3</sup> /s bei 0.6 m Freibord resp. 12 m <sup>3</sup> /s (bordvoll)	0 m <sup>3</sup> /s bei 0.6 m Freibord resp. 5 m <sup>3</sup> /s (bordvoll)
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	1	2 - 4
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Durch den Rückstau vom See her ist der Abflussquerschnitt vermindert. Dadurch kann Wasser über die Strasse schwappen/fließen. Dieses gelangt über die Strasse zurück in den See.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Rückschreitende Verlandung vom See her führen zur Verminderung des Abflussquerschnittes der Brücke, dadurch sind Ausbrüche möglich. Das Wasser fließt über die Artherstrasse zurück in den See.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Rückschreitende Verlandung vom See her führen zur Verminderung des Abflussquerschnittes der Brücke, dadurch sind Ausbrüche möglich. Das Wasser fließt über die Artherstrasse zurück in den See.		
Bemerkungen:			

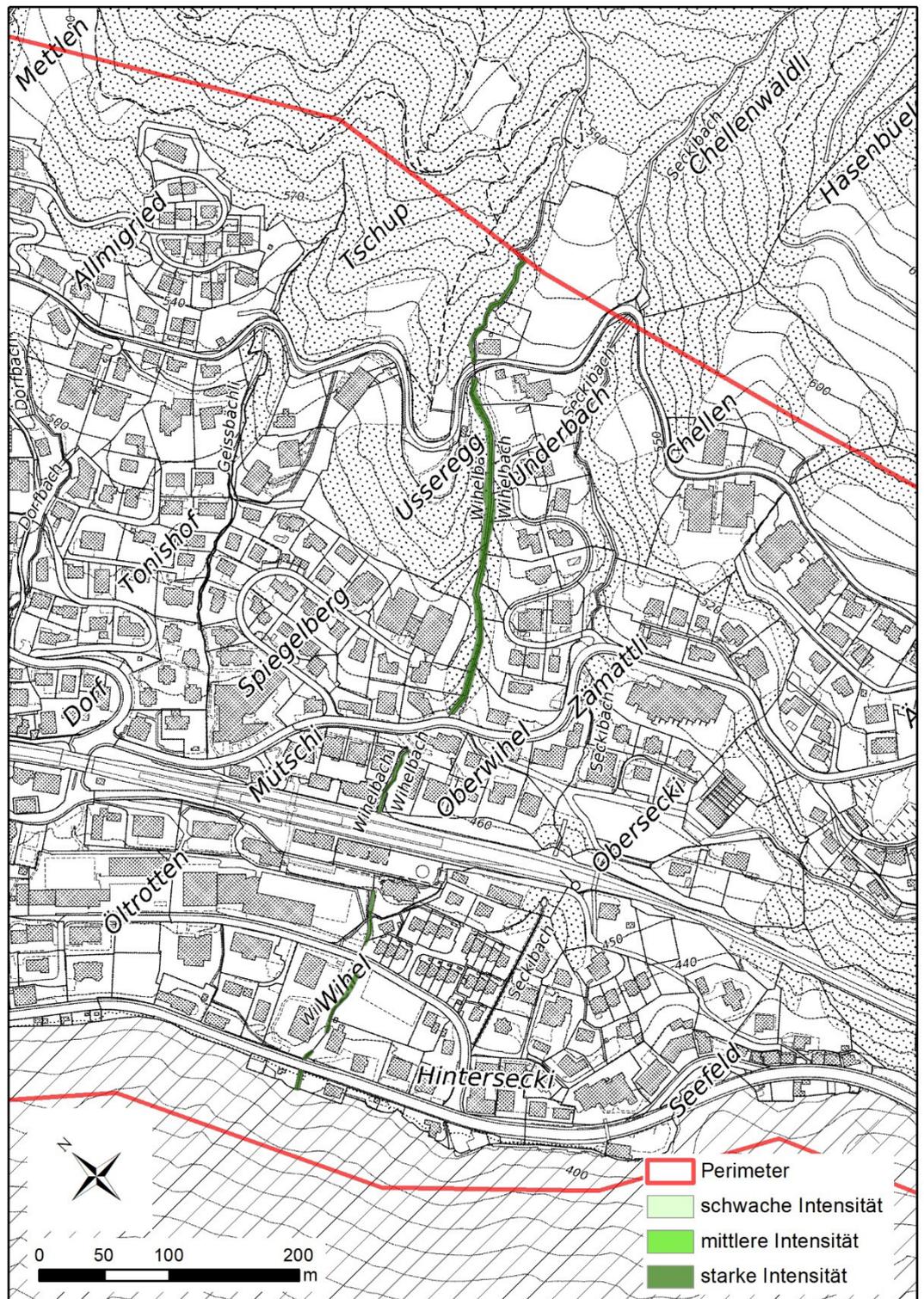
**6. Wirkungsanalyse:**

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

*Gutachterliche Beurteilung*

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

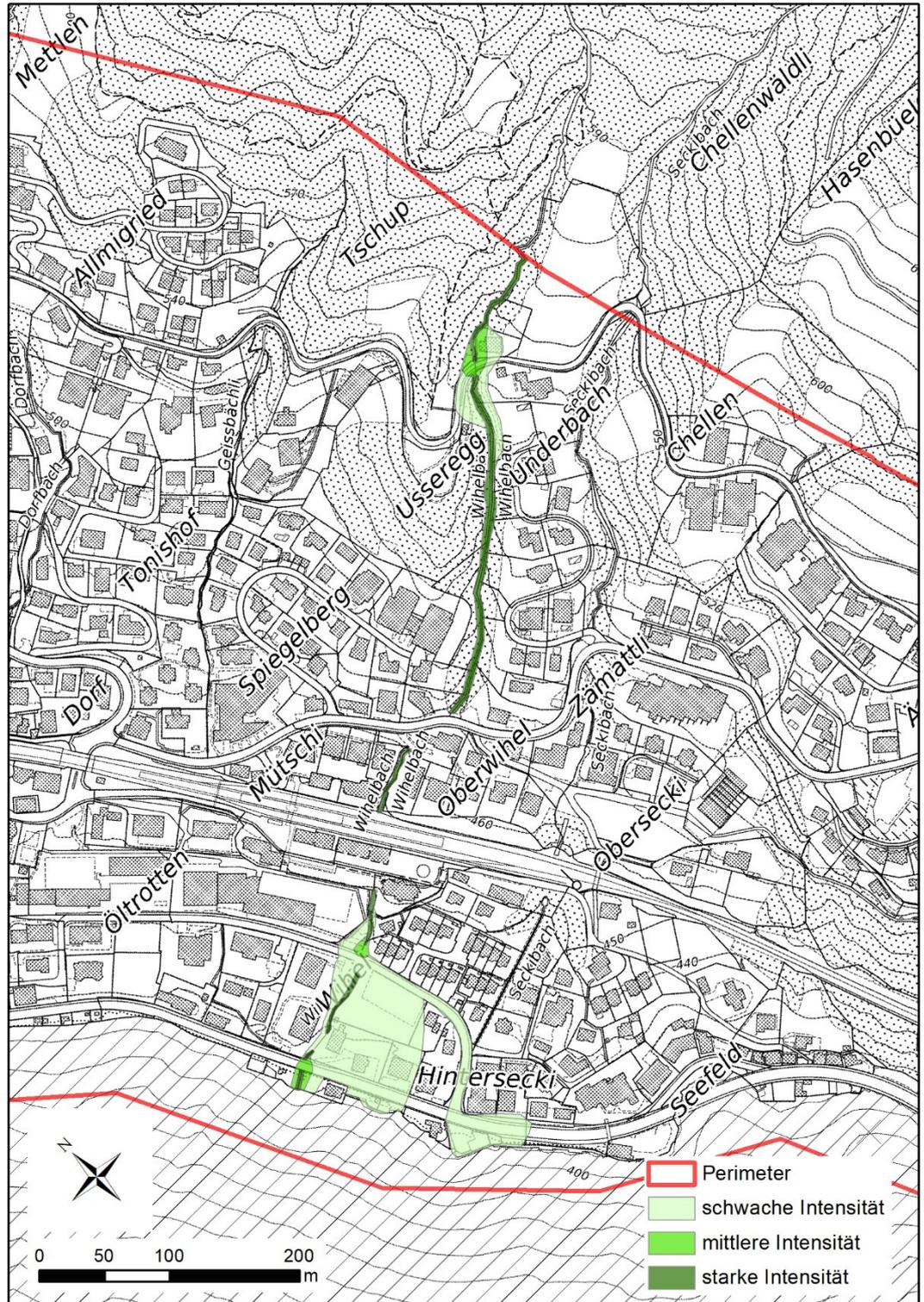
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

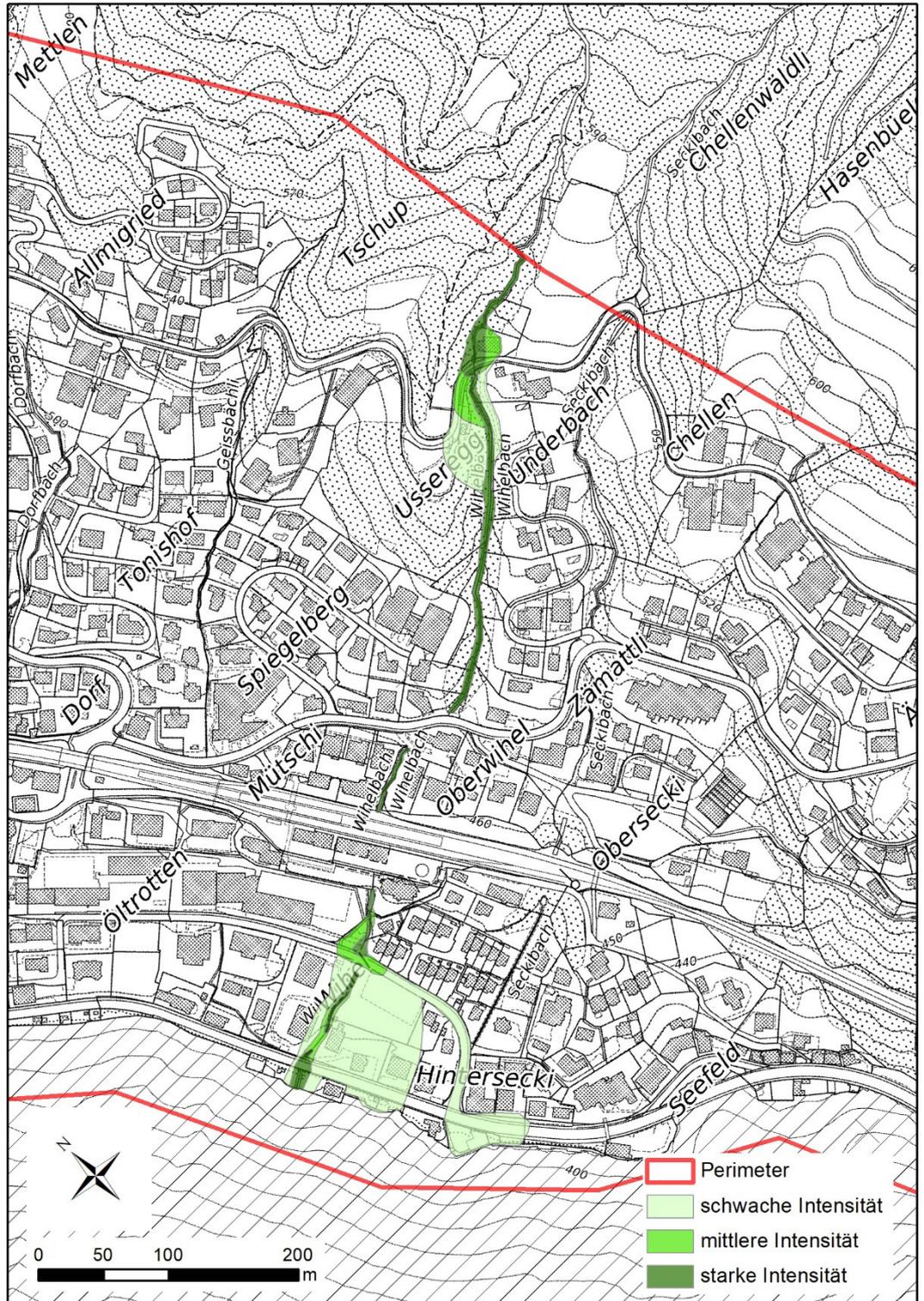
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermürung

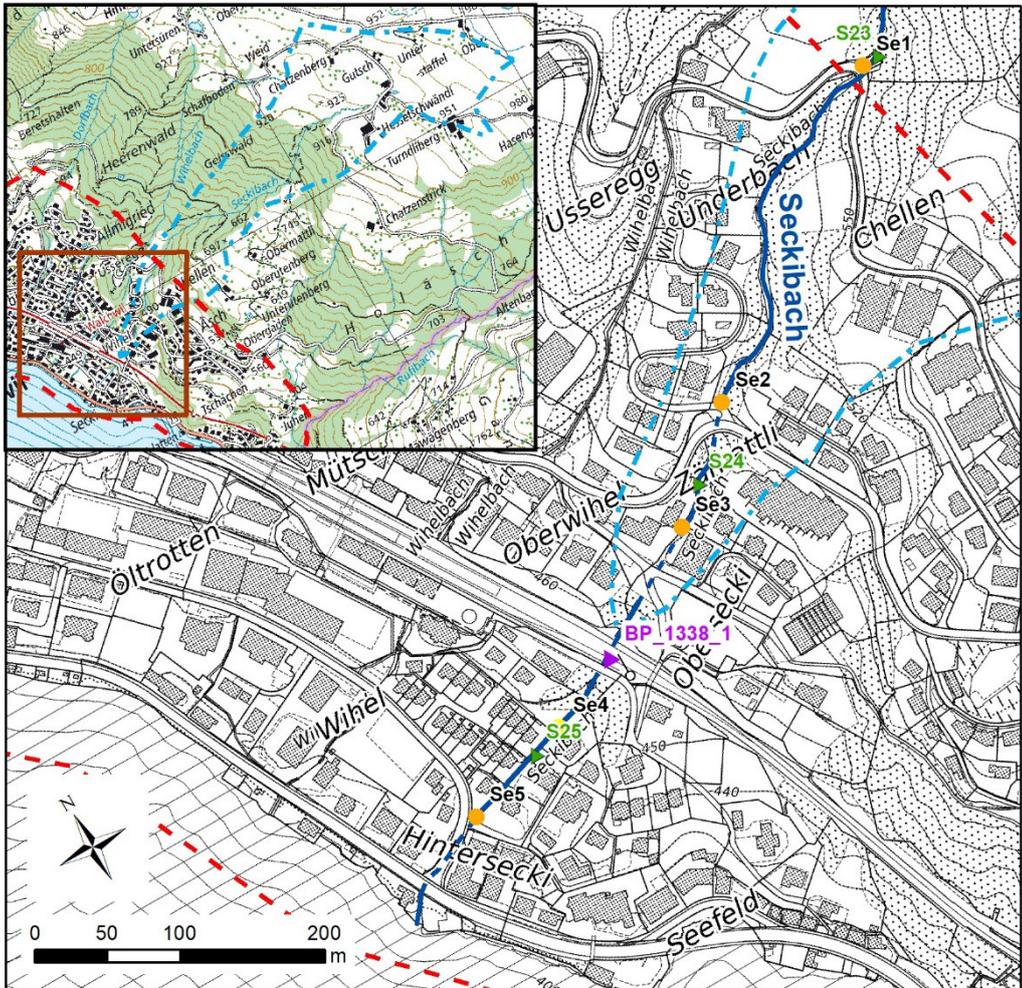


Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	<b>11.11.2019</b>
<b>Prozesse:</b> <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b>  Belop gmbh
		<b>Bearbeiter/In:</b>	Anina Chiapolini

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

**Legende**

**Gewässer**

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- [ ] Einzugsgebiet

**Grenzen**

- [ ] Gefahrenkartenperimeter
- [ ] Gemeindegrenze

**Anhang:**

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2006: Gefahrenkarte SBB Oberwil-Walchwil

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
01.07.1987	1987-W-0001	Hochwasser unterhalb der SBB-Linie	StorMe
19.05.1994	1994-W-0001	Rutschungen und Überschwemmungen bei der Forststrasse auf Kote 660	StorMe
1999		Rutschung bei der Forchwaldstrasse	StorMe

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG =0.66 km2  
 Das langgezogene Einzugsgebiet erstreckt sich von Kote 650 auf der Terrasse des Walchwilerberges bis in den Zugersee bei 416 m. ü. M. Der oberste Bereich oberhalb von 900 m. ü. M ist landwirtschaftlich geprägt und eher flach. Darunter folgt bis zum Siedlungsrand ein steilerer komplett bewaldeter Abschnitt. Im Siedlungsbereich unterhalb 490 m. ü. M ist der Bach praktisch durchgehend verbaut und befestigt. Oberhalb verläuft er in einem stufigen Blockgerinne mit wenig Lockermaterialdepots resp. direkt auf Fels.  
 Früher (bis ca. 1975) war oberhalb der SBB ein Bachtobel. Dieses wurde aber durch den lokal ansässigen Baumeister verfüllt und der Bach in ein Rohr verlegt. Später wurde im Bereich der Auffüllung noch ein Überlaströhr eingebaut, das oberhalb der SBB über eine Rampe in den Kanal mündet.

**Geologie:** Moränenablagerungen und stellenweise Konglomerat, sowie im Dorfbereich Bachschuttablagerungen.

**Geomorphologie:** Ausser im Kegelhals wenig ausgeprägtes Bachtobel, das im unteren Bereich stark anthropogen verändert wurde.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	111	67	190

Quelle Niederschlagsdaten: Hades 2.4

massgebendes Ereignis: Kurzzeitzniederschläge

**4. Grundszenarien:**

**Schutzbauten:**  keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
S23	Geschiebesammler	Bei Forchwaldstrasse, Kote 550	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S24	Ufersicherung mit Mauern und Blocksatz	Zw. Unterbergstrasse und Wihelstrasse	mässig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S25	Kanal	SBB bis Seckistrasse	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Grundszenarien Abfluss:**

Schätzverfahren: Hakesch, Übernahme aus GK 2004 mit Anpassungen.

Abflussspitze [m³/s]	Bez.	Fläche EZG [km²]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EQ (>>300 Jahre)	q100 [m³/s/km²]
	BP_1338_1	0.66	460	6.5	9.5	12	15	14.4

**Grundszenarien Geschiebe:**

*Potential:* Bei Hochwasser können die bestehenden Geschiebedepots zwischen den natürlichen Stufen ausgeräumt werden. Die Hänge tragen auch Geschiebe ins Gerinne ein.

*Schätzverfahren:* Lehmann

Geschiebefracht [m<sup>3</sup>]

Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
BP_1338_1	0.66	460	100 - 150	400 - 500	800 - 1'100	1'300 - 1'800

**Grundszenarien Schwemmholz:**

*Potential:* Die steilen Bacheinhänge sind bewaldet und Holz kann durch Rutschprozesse ins Gerinne gelangen.

*Schätzverfahren:* Eigene Abschätzmethode mit Berücksichtigung von direktem Eintrag und indirektem Eintrag von Schwemmholz.

Schwemmholzpotential [m<sup>3</sup>]

Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
BP_1338_1	0.66	460	10 - 20	20 - 30	50 - 100	50 - 100

**Beschreibung  
Prozessablauf:**

Hochwasserabfluss ausgelöst durch kurze Starkniederschläge führt zu Geschiebetrieb mit Schwemmholzanteil. Ein Teil des Materials bleibt im Sammler an der Forchwaldstrasse liegen. Unterhalb des Sammlers bis zur Unterbergstrasse kann erneut Geschiebe mobilisiert werden. Das Material wird weitertransportiert und im Bereich Eindolung bei der Wihelstrasse teilweise abgelagert.

**Bemerkungen**

**5.1 Schlüsselstelle Se1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.56	Kote [m ü.M.]:	550	Koordinaten (X/Y):	2 682 325	1 217 080
Art der Schlüsselstelle:	Geschiebesammler					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	2.7	H	1.2	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	20	Böschung links	Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]:	10
Kapazitätsreduzierende Faktoren:									
Bemerkungen:	Rückhaltevolumen Geschiebe ca. 200-250m <sup>3</sup>								

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig		selten		sehr selten	
	0-30 Jahre		30-100 Jahre		100-300 Jahre	
Veränderung der Gewässersohle:	-		Auflandung		Auflandung	
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-		Ca. 50%		100%	
Abflusstiefe [m]:	0.6		0.7		0.9	
Freibord [m]:	0.9		0.9		0.9	
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	2 m³/s bei 0.9 m Freibord, 15 m³/s bordvoll		7.5 m³/s bordvoll		0	
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-		2 - 4		12	
Beschreibung des Szenarios:	Der Geschiebesammler ist überlastet und ein Teil des Geschiebes geht durch den		Der Geschiebesammler ist überlastet. Die Auflandungen erreichen die Strasse und führen zu		Der Geschiebesammler ist überlastet. Die Auflandungen erreichen die Strasse und führen zu	

*Durchlass in den Unterlauf. Der Abfluss des Wassers erfolgt über das Gerinne.*

*einer verminderten Abflusskapazität im Durchlass. Dadurch erfolgt ein beidseitiger Abfluss über die Strasse mit Rückfluss im Bereich der Kurven.*

*einer Verminderten Abflusskapazität im Durchlass. Dadurch erfolgt ein beidseitiger Abfluss über die Strasse mit Rückfluss linksseitig im Bereich der Kurve und rechtsseitig im Bereich Wihelbach.*

**Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):**

*Der Geschiebesammler ist überlastet. Die Aufladungen erreichen die Strasse und führen zu einer Verminderten Abflusskapazität im Durchlass. Dadurch erfolgt ein beidseitiger Abfluss über die Strasse mit Rückfluss linksseitig im Bereich der Kurve und rechtsseitig im Bereich Wihelbach.*

**Bemerkungen:**

**5.2 Schlüsselstelle Se2:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.65	Kote [m ü.M.]:	495	Koordinaten (X/Y):	2 682 125	1 216 925
Art der Schlüsselstelle:	<i>Brücke mit Betonriegel/Geschieberückhalt</i>					
baulicher Zustand / Unterhalt:	<i>gut</i>					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rechteck	Dimension [m]:	$\varnothing$	B	2	H	0.8 resp. 2.3	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	20	Böschung links		Böschung rechts	Sohlengefälle [%]:	3
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Auflandungen und Verklausung an Betonquerriegel								
Bemerkungen:	Der Betonriegel zerschneidet das Abflussprofil.								

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	Verklausung
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	Verklausung 50%
Abflusstiefe [m]:	1.1	1.5	1.8
Freibord [m]:	0.9	0.9	0.9
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	9.5 m³/s bordvoll	9.5 m³/s bordvoll	4.5 m³/s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	0.5	7.5
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss und Geschiebetrieb im Gerinne. Keine Ausbrüche.	Verklausung bei Betonquerriegel führen zu einer Verminderung des Abflussquerschnitts und zu einem Ausbruch von Wasser. Das Wasser fließt über die Unterbachstrasse auf die Hinterbergstrasse und dieser entlang bis zur Bahnunterführung. Es findet laufend eine Entwässerung gegen links statt.	Verklausung bei Betonquerriegel führen zu einer Verminderung des Abflussquerschnitts und zu einem Ausbruch von Wasser. Das Wasser fließt über die Unterbachstrasse auf die Hinterbergstrasse und dieser entlang bis zur Bahnunterführung. Es findet laufend eine Entwässerung gegen links ins Quartier statt.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Verklausung bei Betonquerriegel führen zu einer Verminderung des Abflussquerschnitts und zu einem Ausbruch von Wasser. Das Wasser fließt über die Unterbachstrasse auf die Hinterbergstrasse und dieser entlang bis zur Bahnunterführung. Es findet laufend eine Entwässerung gegen links statt.		
Bemerkungen:			

**5.3 Schlüsselstelle Se3:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.66	Kote [m ü.M.]:	470	Koordinaten (X/Y):	2 682 055	1 216 865
Art der Schlüsselstelle:	Durchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Verwachsen, gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler							
Geometrie:	Rechteck geht über in Rohr	Dimension [m]:	∅	0.9	B	H	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/2</sup> /s]:	Sohle	80	Böschung links	Böschung rechts	Sohlengefälle [%]:	15
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Verengung zu Rohrquerschnitt von Rechteck zu Rohr. Zusätzliches Überlastrohr von 1.8m Durchmesser eingebaut.							
Bemerkungen:								

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	Verklaugung
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklaugung/Auflandung [%]:	-	-	50%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	3.6 m³/s plus ca. 12 m³/s Überlastrohr	3.6 m³/s plus ca. 12 m³/s Überlastrohr	1.8 m³/s plus ca. 6 m³/s Überlastrohr
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	2 - 3	4 - 6
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Verklaugung beim Einlauf in das Rohr aufgrund von Geschiebe und Schwemmholz. Abfluss von Wasser	Verklaugung beim Einlauf in das Rohr aufgrund von Geschiebe und Schwemmholz. Abfluss von Wasser

*und Geschiebe auf den Parkplatz  
und von dort Richtung  
Fussgängerbrücke und auf SBB und  
ins Quartier.*

*und Geschiebe auf den Parkplatz  
und von dort Richtung  
Fussgängerbrücke und auf SBB und  
ins Quartier.*

**Extremereignis EHQ  
(>> 300 Jahre):**

*Verklausung beim Einlauf in das Rohr aufgrund von Geschiebe und Schwemmholz. Abfluss von Wasser und  
Geschiebe auf den Parkplatz und von dort Richtung Fussgängerbrücke und auf SBB und ins Quartier.*

**Bemerkungen:**

**5.4 Schlüsselstelle Se4:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.66	Kote [m ü.M.]:	425 - 435	Koordinaten (X/Y):	2 681 910	1 216 785
Art der Schlüsselstelle:	Kanal					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	1	H	0.9	Neigung	1:1
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	30	Böschung links	Böschung rechts		Sohlen- gefälle [%]:	10-15
Kapazitätsreduzierende Faktoren:									
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	-
Abflusstiefe [m]:	0.7	0.9	1.0
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	10 m <sup>3</sup> /s	10 m <sup>3</sup> /s	10 m <sup>3</sup> /s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	-	2
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Hochwasserabfluss im Gerinne. Die Abflusskapazität ist nicht ausreichend. Das Wasser fließt

*daher auch ausserhalb des befestigten Kanals ab. Da jedoch die Böschungen beidseitig erhöht sind, gelangt das Wasser nicht ins Quartier. Lokal können Schäden an der Böschung oberhalb des Kanals entstehen.*

**Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):**

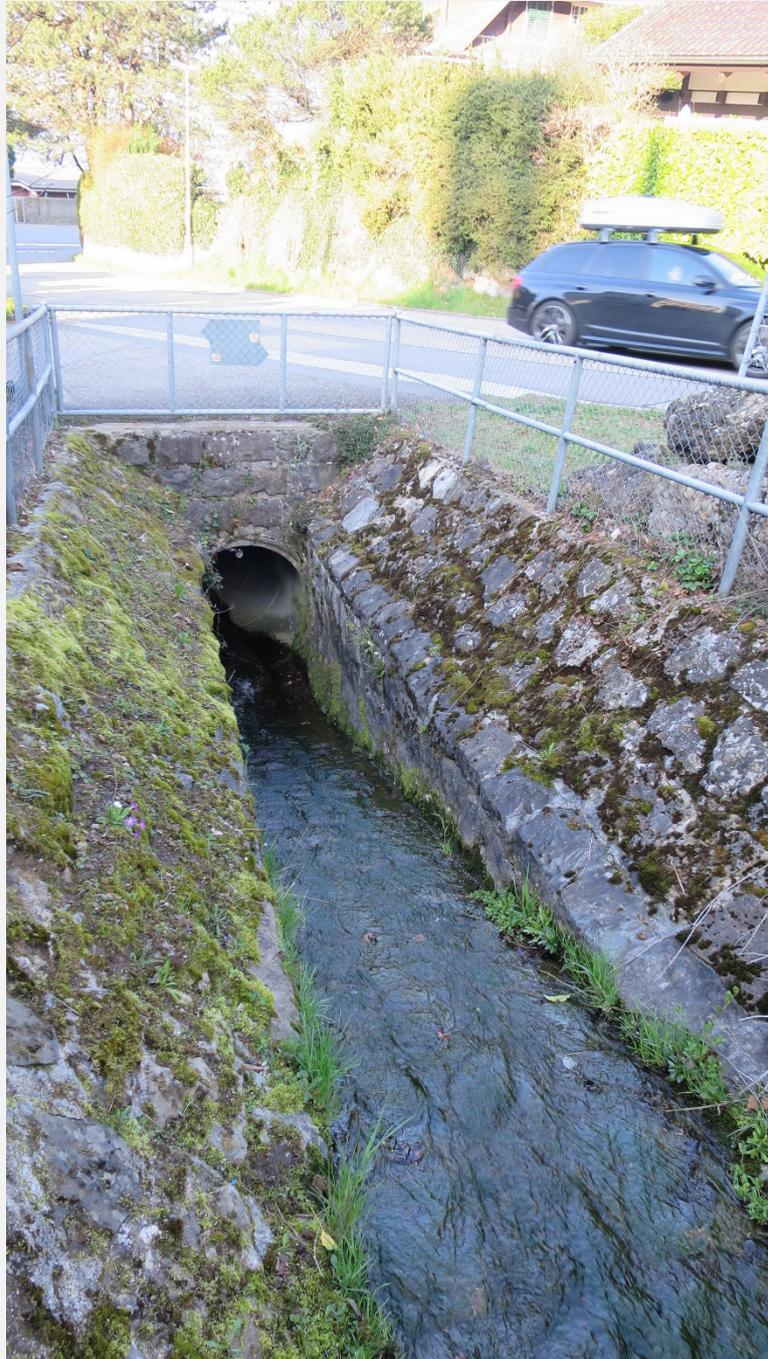
*Hochwasserabfluss im Gerinne. Die Abflusskapazität ist nicht ausreichend. Das Wasser fliesst daher auch ausserhalb des befestigten Kanals ab. Da jedoch die Böschungen beidseitig erhöht sind, gelangt das Wasser nicht ins Quartier. Lokal können Schäden an der Böschung oberhalb des Kanals entstehen.*

**Bemerkungen:**

**5.5 Schlüsselstelle Se5:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km²]:	0.66	Kote [m ü.M.]:	425	Koordinaten (X/Y):	2 681 834	1 216 760
Art der Schlüsselstelle:	<i>Durchlass Schulhausstrasse</i>					
baulicher Zustand / Unterhalt:	<i>gut</i>					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	<i>Strickler</i>							
Geometrie:	<i>Rohr</i>	Dimension [m]:	$\emptyset$ 1.3	<i>B</i>	<i>H</i>	Neigung		
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle 80	Böschung links	Böschung rechts	Sohlengefälle [%]: 10		
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	-							
Bemerkungen:	-							

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	<b>häufig</b>	<b>selten</b>	<b>sehr selten</b>
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklauung/Auflandung [%]:	-	Verklauung 50%	Vollverklauung 100%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m³/s] effektiv:	7.7 m³/s	3.8 m³/s	0 m³/s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:	-	6	12
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Teilverklauung des Durchlasses und Ausbruch von Wasser auf die Schulhausstrasse. Abfluss entlang Strasse auf Artherstrasse und von dort in den See.	Verklauung des Durchlasses und Ausbruch von Wasser und Geschiebe auf die Schulhausstrasse. Abfluss entlang Strasse auf Artherstrasse und von dort in den See.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Verklauung des Durchlasses und Ausbruch von Wasser und Geschiebe auf die Schulhausstrasse. Abfluss entlang Strasse auf Artherstrasse und von dort in den See.		
Bemerkungen:			

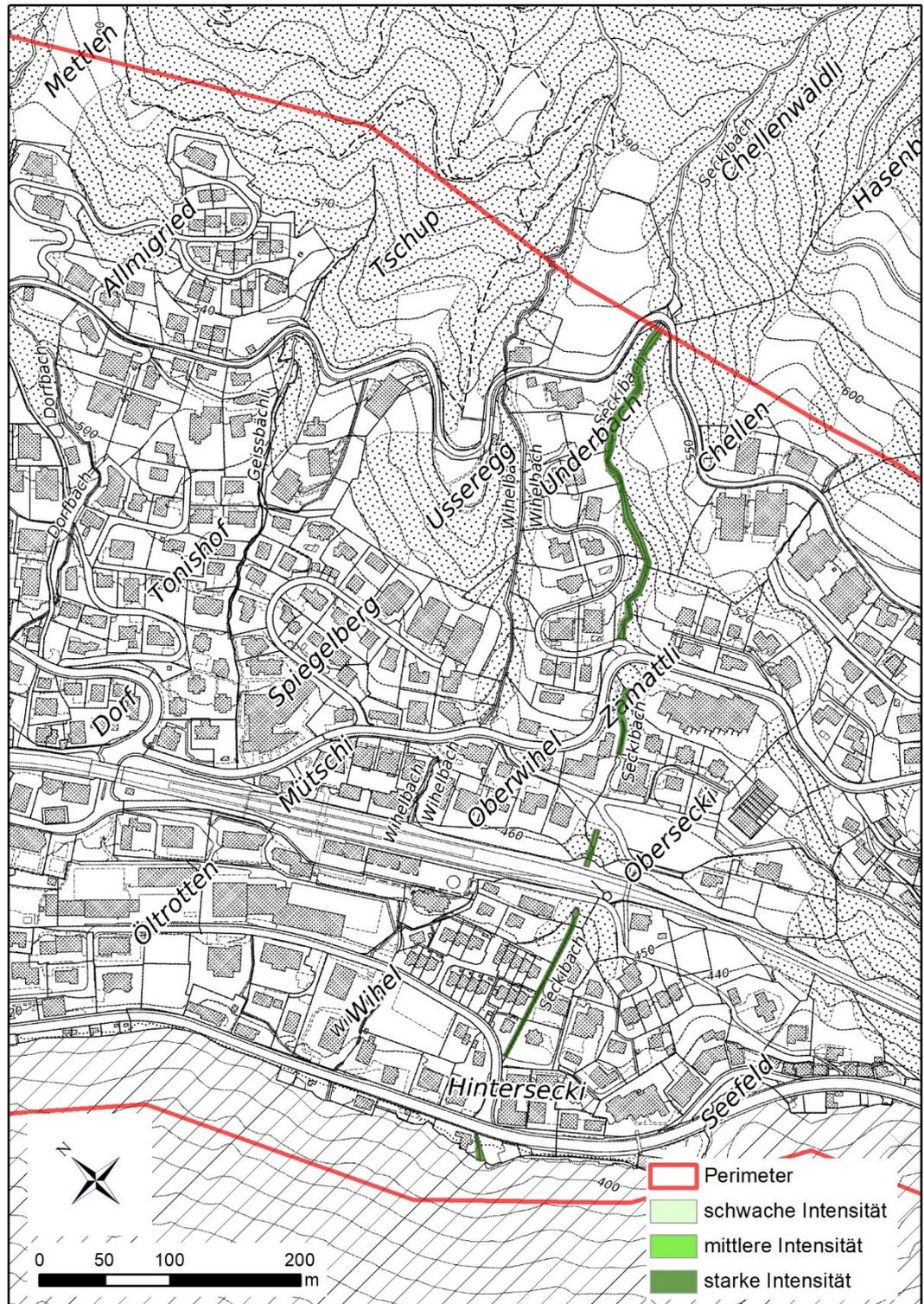
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring

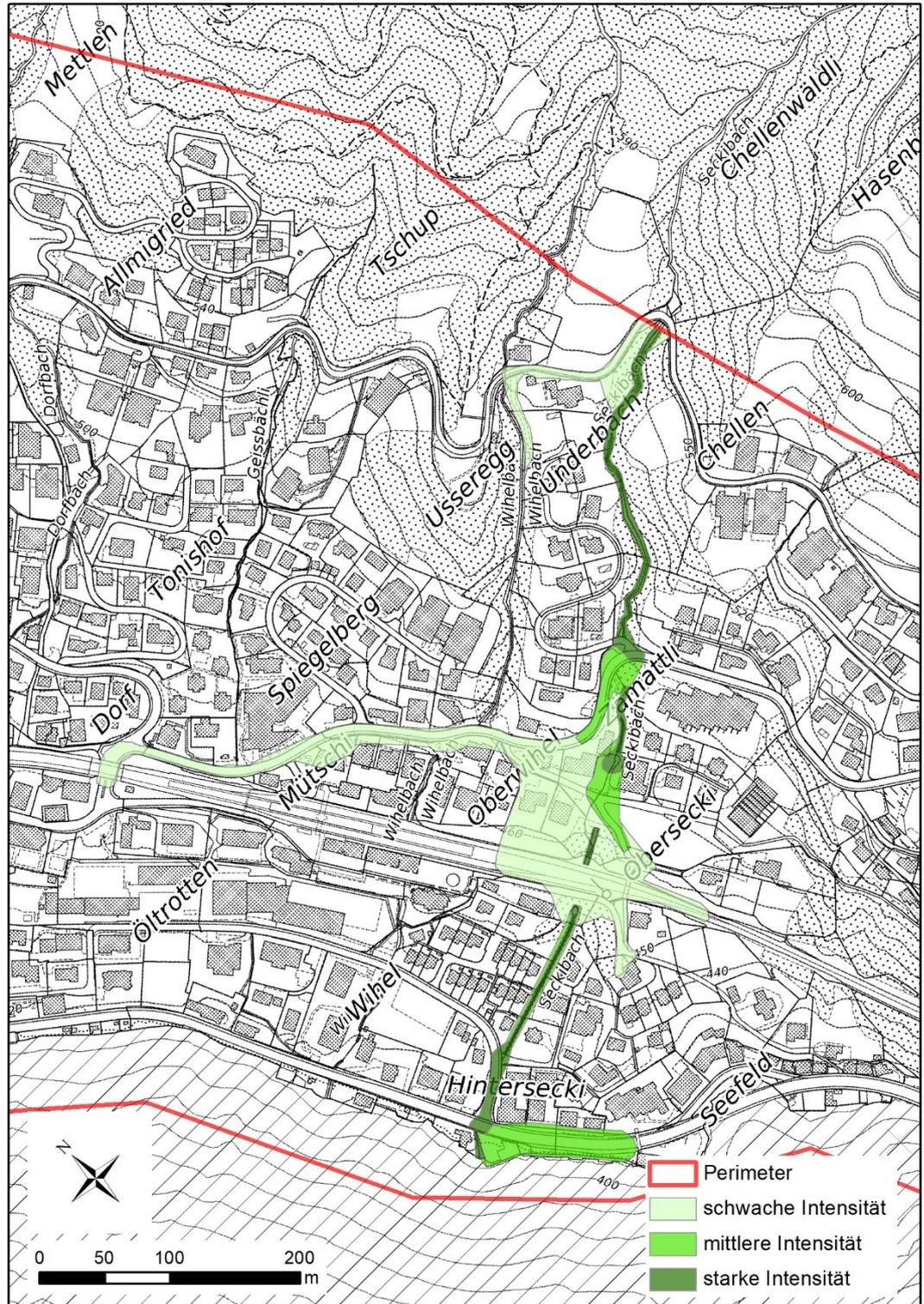


Bemerkungen:



Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

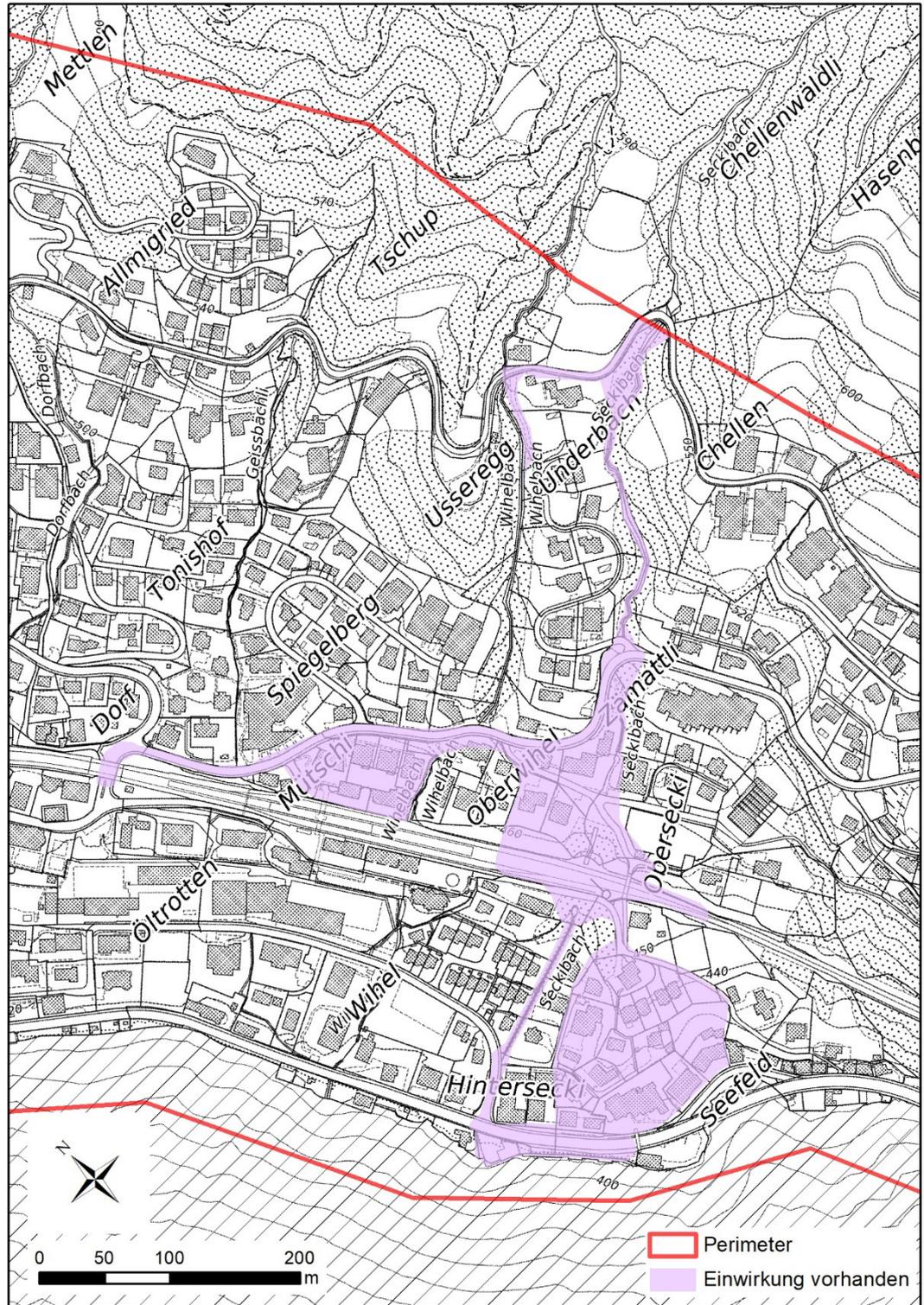
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring

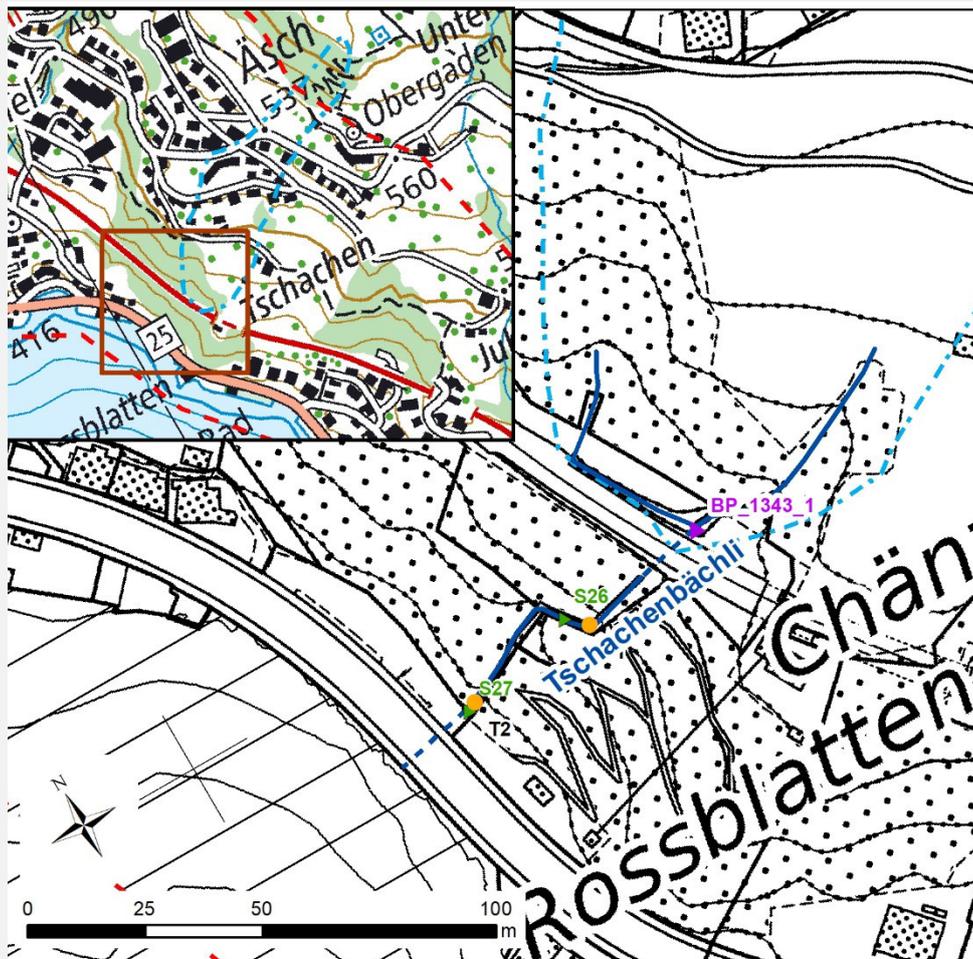


Bemerkungen:

**1. Prozessquelle:**

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	<b>11.11.2019</b>
<b>Prozesse:</b> <small>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</small>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung	<input type="checkbox"/> Murgang	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b>  Belop gmbh
	<input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung	<input type="checkbox"/> Ufererosion	
	<input type="checkbox"/> Übersarung	<b>Bearbeiter/In:</b>	Anina Chiapolini

**2. Situation:**



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

**Legende**

**Gewässer**

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- [ ] Einzugsgebiet

**Grenzen**

- Gefahrenkartenperimeter
- Gemeindegrenze

**Anhang:**

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
- \_\_\_\_\_

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 0.033 km<sup>2</sup>  
*Das kleine Einzugsgebiet ist geprägt durch Siedlungsfläche und Wiesen sowie wenig Wald. Zudem queren mehrere Strassen und Wege das Einzugsgebiet. Ein Gerinn ist nur unterhalb 480 m. ü. M ausgebildet. Das Gerinne besteht aus zwei kurzen Gerinnearmen welche sich oberhalb der SBB vereinen und durch einen Durchlass und anschliessender steiler Betonschale gegen die Artherstrasse fliesst und diese in einem Durchlass quert.*

**Geologie:** Wechsellagerung von Mergel und Kalknagelfluhlagen sowie Bereich mit pleistozäner Niederterrasse

**Geomorphologie:** Wenig ausgeprägtes Gerinne in anthropogen geprägtem Einzugsgebiet.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	25	111	67	190

**Quelle Niederschlagsdaten:** Hades 2.4

**massgebendes Ereignis:** Kurzzeitniederschläge

**4. Grundszenarien:**

**Schutzbauten:**  keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
S26	Betonschale	Zwischen SBB und Artherstrasse	Gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S27	Schwemmholzrechen	2x vor Durchlass Artherstrasse	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Grundszenarien Abfluss:**

*Schätzverfahren: Einfaches Fliesszeitverfahren nach Böll, Neubeurteilung*

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	BP_1343_1	0.033	450	0.3	0.5	0.7	1.0	18.2

**Grundszenarien Geschiebe:**

*Potential: Sehr kurzes Gerinne, welches oftmals auf Fels verläuft und unterhalb der SBB komplett verbaut ist. Kleines Geschiebepotential.*

*Schätzverfahren: Lehmann*

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1343_1	0.033	450	10 - 20	10 - 20	20 - 30	30 - 40

**Grundszenarien Schwemholz:**

*Potential:* Kaum bewaldetes Einzugsgebiet und aufgrund kleiner Abflüsse kaum Transport von Holz. Jedoch viel Totholz (Äste) vorhanden.

*Schätzverfahren:* Gutachterliche Abschätzung

Schwemholzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig	selten	sehr selten	Extremereignis
				0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre	EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1343_1	0.033	450	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5

**Beschreibung  
Prozessablauf:** *Durch kurze Starkniederschläge können Hochwasserabflüsse entstehen, welche geringe Mengen Geschiebe mitführen können. Das Geschiebe lagert sich mehrheitlich beim Durchlass der SBB und bei den Rechenstäben vor dem Durchlass der Artherstrasse ab.*

**Bemerkungen**

**5.1 Schlüsselstelle T1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.033	Kote [m ü.M.]:	450	Koordinaten (X/Y):	2 682 090	1 216 484
Art der Schlüsselstelle:	Sehr steile glatte Betonschale					
baulicher Zustand / Unterhalt:	Guter Zustand					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler										
Geometrie:	Trapez		Dimension [m]:	∅	B	0.7	H	0.6	Neigung	Ca. 1:1	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:	0		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	50	Böschung links	50	Böschung rechts	50	Sohlengefälle [%]:	> 32%
Kapazitätsreduzierende Faktoren:											
Bemerkungen:											

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig		selten		sehr selten	
	0-30 Jahre		30-100 Jahre		100-300 Jahre	
Veränderung der Gewässersohle:	0		0		0	
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	0		0		0	
Abflusstiefe [m]:	0.1		0.15		0.15	
Freibord [m]:						
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	7.4 m <sup>3</sup> /s ohne Freibord		7.4 m <sup>3</sup> /s ohne Freibord		7.4 m <sup>3</sup> /s ohne Freibord	
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	0		0.1		0.3	

<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne.</i>	<i>Aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit und damit hoher Energielinie schwappt im Bereich der Kurve unterhalb der SBB Wasser über die Schale und fließt durch den Wald ab. Schwache Intensität und mehrheitlich Versickerung unterwegs. Kleinräumige Überschwemmung im Bereich des Platzes möglich</i>	<i>Aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit und damit hoher Energielinie schwappt im Bereich der Kurve unterhalb der SBB Wasser über die Schale und fließt durch den Wald ab. Schwache Intensität und mehrheitlich Versickerung unterwegs. Kleinräumige Überschwemmung im Bereich des Platzes und der Artherstrasse möglich</i>
<b>Extremereignis EHQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	<i>Aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit und damit hoher Energielinie schwappt im Bereich der Kurve unterhalb der SBB Wasser über die Schale und fließt durch den Wald ab. Schwache Intensität und mehrheitlich Versickerung unterwegs. Kleinräumige Überschwemmung im Bereich des Platzes und der Artherstrasse möglich</i>		
<b>Bemerkungen:</b>			

**5.1 Schlüsselstelle T1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]:	0.033	Kote [m ü.M.]:	420	Koordinaten (X/Y):	2 682 060	1 216 482
Art der Schlüsselstelle:	Schwemmholz- und Geschieberechen in Schale vor Durchlass					
baulicher Zustand / Unterhalt:	gut					



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	∅	B	0.7	H	0.6	Neigung	Ca. 1:1
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle 50	Böschung links		Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	20
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Verkläuerungen an Rechen durch kleine Äste und Geschiebe								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verkläuerung/Aufklärung [%]:	0	Verminderung des Querschnitts um ca. 20-30%	Verminderung des Querschnitts um ca. 50-80%
Abflusstiefe [m]:	0.1	0.15	0.15
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	7.4 m <sup>3</sup> /s ohne Freibord	4.9 m <sup>3</sup> /s ohne Freibord	2 m <sup>3</sup> /s ohne Freibord
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	0.4	0.6

<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	<i>Hochwasserabfluss im Gerinne.</i>	<i>Verklauung der Rechenstäbe, wodurch der Abfluss über und um den Rechen stattfindet. Überschwemmung des Platzes und der Strasse mit schwacher Intensität.</i>	<i>Verklauung der Rechenstäbe, wodurch der Abfluss über und um den Rechen stattfindet. Überschwemmung des Platzes und der Strasse mit schwacher Intensität.</i>
<b>Extremereignis EHQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	<i>Verklauung der Rechenstäbe, wodurch der Abfluss über und um den Rechen stattfindet. Überschwemmung des Platzes und der Strasse mit schwacher Intensität.</i>		
<b>Bemerkungen:</b>			

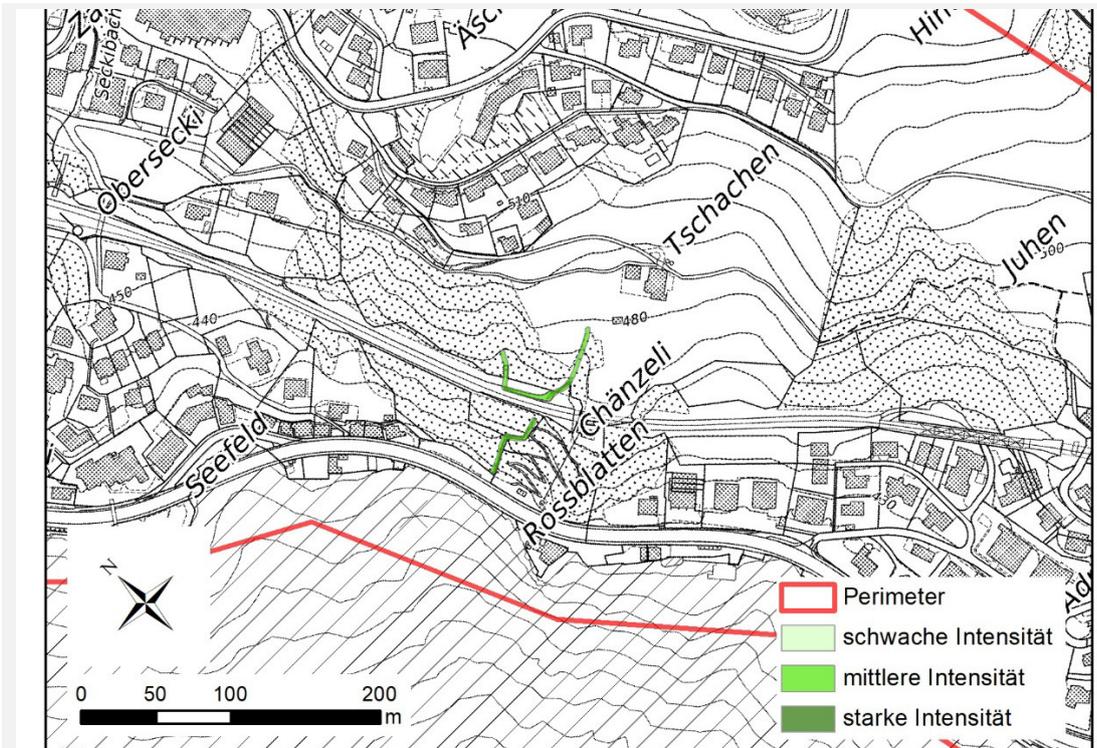
**6. Wirkungsanalyse:**

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

*Gutachterliche Beurteilung*

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermurgung

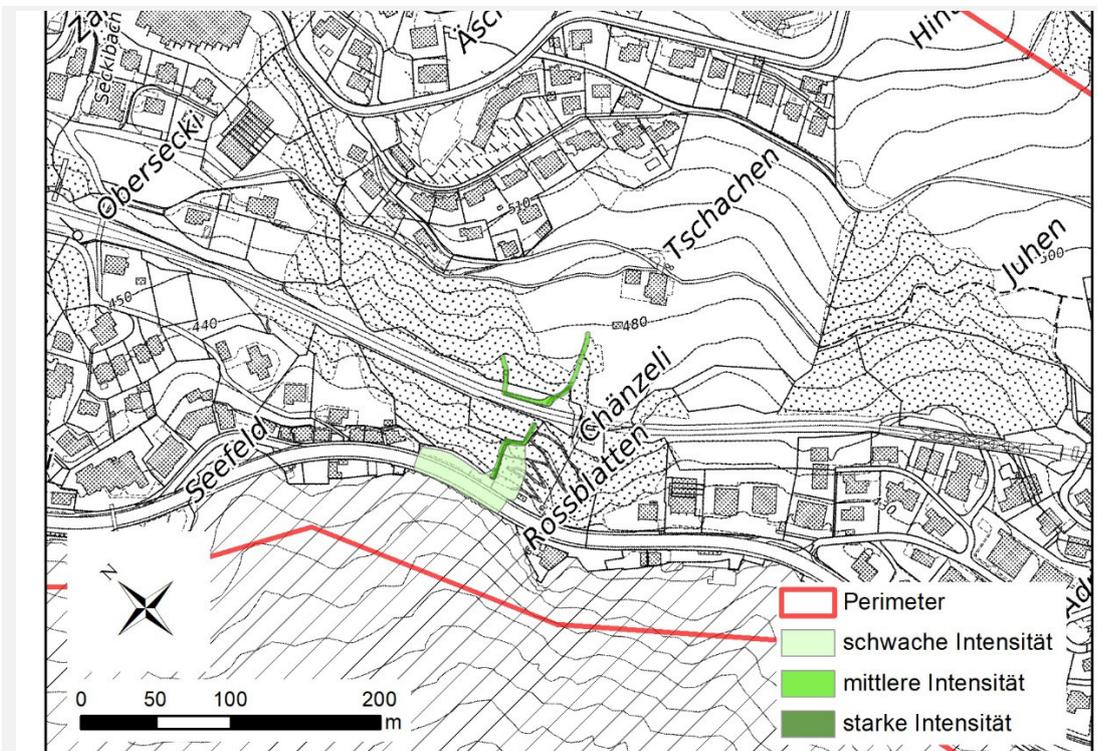


Bemerkungen:

*Keine Ausbrüche aus dem Gerinne.*

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermurgung

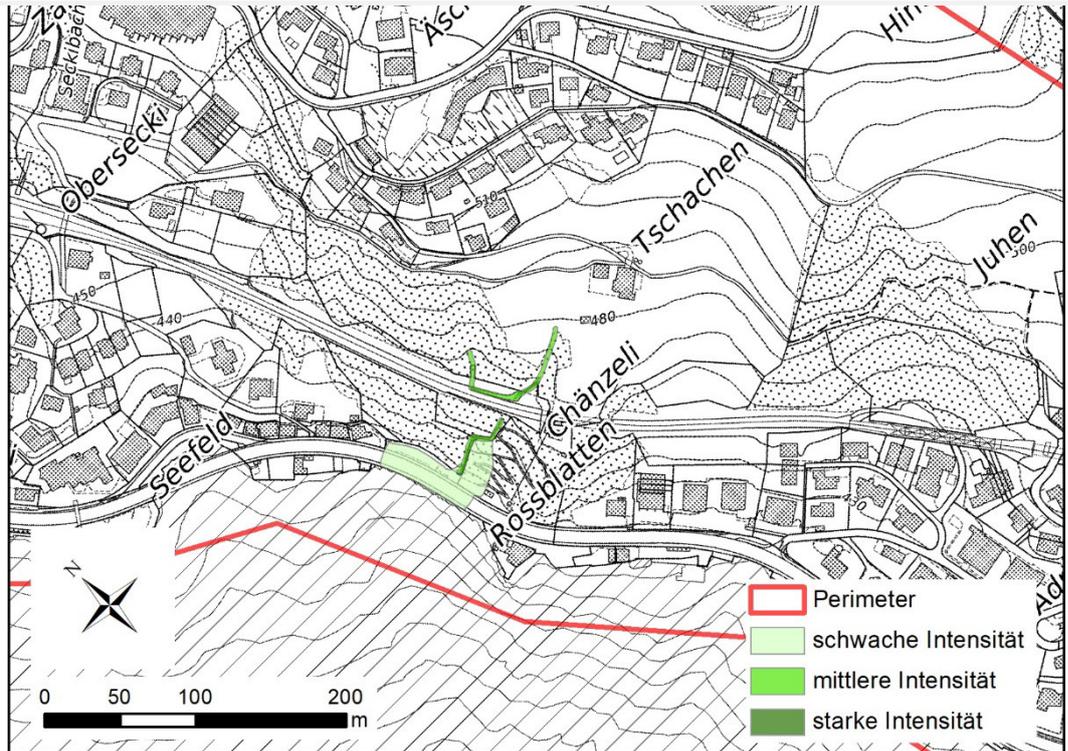


Bemerkungen:

*Ausbruch bei Kurve unterhalb der SBB und Überschwemmung im Waldbereich und gegen Strasse zudem Ausbruch bei Rechen infolge Verklausung mit Überschwemmung Platz und Strasse.*

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung

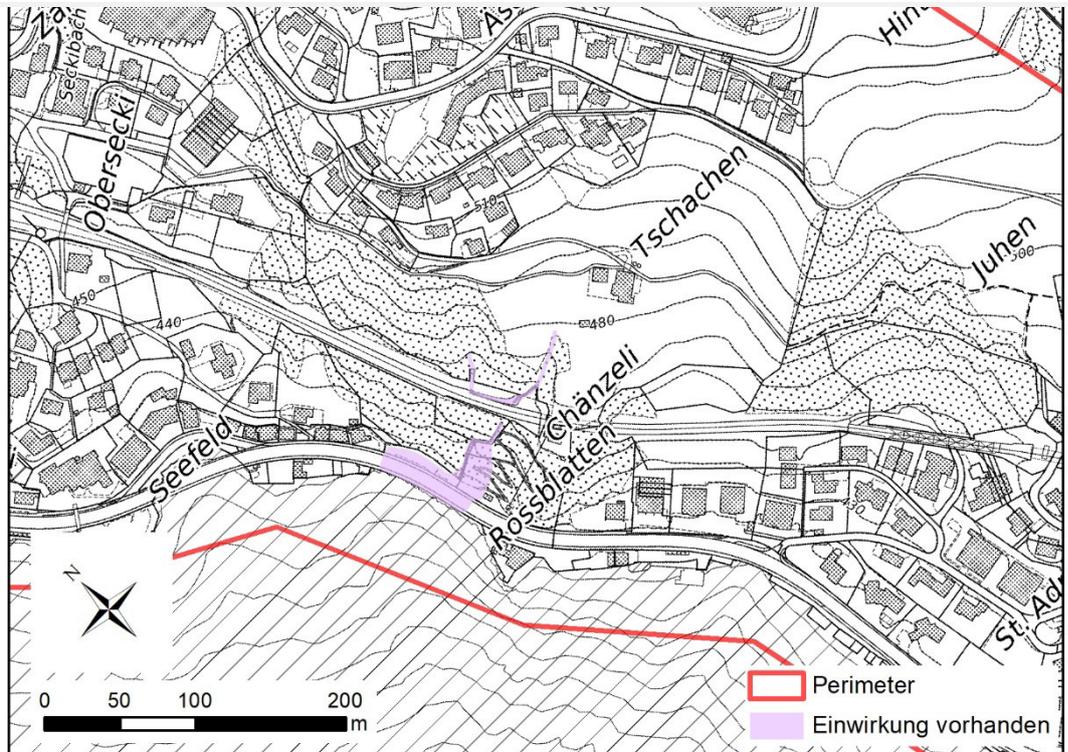


Bemerkungen:

*Ausbruch bei Kurve unterhalb der SBB und Überschwemmung im Waldbereich und gegen Strasse zudem Ausbruch bei Rechen infolge Verkläuerung mit Überschwemmung Platz und Strasse.*

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuerung



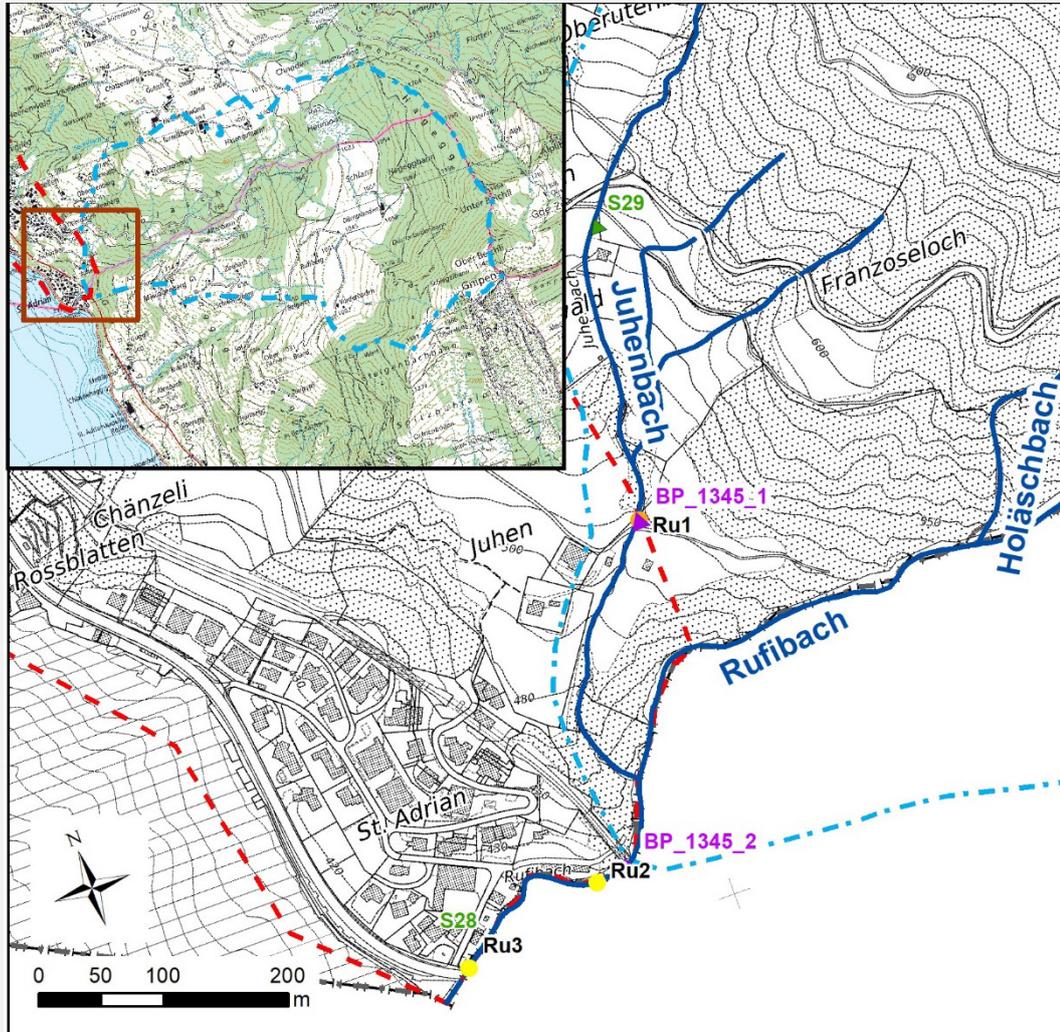
Bemerkungen:

*Ausbruch bei Kurve unterhalb der SBB und Überschwemmung im Waldbereich und gegen Strasse zudem Ausbruch bei Rechen infolge Verkläuerung mit Überschwemmung Platz und Strasse.*

1. Prozessquelle:

<b>Gemeinde:</b>	Walchwil	<b>Stand:</b>	<b>11.11.0219</b>
<b>Prozesse:</b> <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input type="checkbox"/> statische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input checked="" type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b> Belop gmbh
		<b>Bearbeiter/In:</b>	Anina Chiapolini

2. Situation:



Die Karte der Phänomene ist in Beilage 1.1 zu finden.

Legende

Gewässer

- Austritt ab HQ30
- Austritt ab HQ100
- Austritt ab HQ300
- Austritt ab EHQ
- ▲ Bemessungspunkt
- ▲ Schutzbauten
- Gewässer offen
- - - Gewässer unterirdisch
- - - - Einzugsgebiet

Grenzen

- - - - Gefahrenkartenperimeter
- - - - Gemeindegrenze

Anhang:

- Fotodokumentation digital bei Direktion des Innern, Amt für Wald und Wild vorhanden
-

**3. Grundlagen**

**Gutachten/Berichte/ Karten/ Interviews:** FMB Engineering AG, 2012: Bachinventar Walchwil, Zustandsanalyse der Bäche im Siedlungsgebiet.  
 GEOTEST AG/J. Berwert-Lopes, 2005: Gefahrenkarte Walchwil  
 Louis Ingenieurgeologie / Beffa tognacca gmbh, 2009: Integrale Naturgefahrenkarte Gemeinde Arth

**Bekannte Ereignisse:**  keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
1826		Überschwemmungen Rufibach	GK Arth
23.07.1861	1861-W-0003	Überschwemmung	StoreMe
26.08.1880	1880-W-0002	Bachbett mit Geschiebe gefüllt, Bach ausgebrochen und unterspülte die Mauern der Gebäude und floss durch die alte Kapelle St. Adrian und Wohnhäuser gegen den See.	StoreMe
09.07.1933		Überschwemmung der Kantonsstrasse nach heftigem Gewitter. Räumung der Strasse durch Feuerwehr	GK Arth
09.09.1934	1934-W-0003	Überschwemmung	StoreMe
2005	Vers.	Verschiedene Hangmuren und Rutschungen im Einzugsgebiet	StoreMe

**Überwachungen/ Messstellen:**  keine

**Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:** Fläche EZG = 4.46 km<sup>2</sup>  
 Das Einzugsgebiet des Rufibach reicht von Zugersee bei 417 bis zur Hagegg und dem höchsten Punkt Gnipen auf 1565 m. ü. M. Das Einzugsgebiet ist in den steileren Bereichen praktisch durchgehend bewaldet, wogegen in den flacheren Abschnitten Landwirtschaft dominiert. Zudem sind auf Kote 1100 m. ü. M im Auslaufbereich der Terrasse des Walchwilerbergs verschiedene Sumpfgebiete zu finden.  
 Das Gerinne weist zahlreiche Seitengerinne und Verästelungen auf. Diese verlaufen mehrheitlich auf grobblockigem Lockermaterial weisen vereinzelt aber auch grössere Lockermaterialdepots und vereinzelt murgangähnliche Abflüsse auf. Im Bereich der SBB verlässt das Gerinne den Kegelhals und fliesst durch einen Kanal in den Zugersee.

**Geologie:** Mehrheitlich Moräne mit rutschgebieten. Im unteren Bereich auf Schwyzer-Seite auch Sand-, Silt- und Mergelsteine.

**Geomorphologie:** Die flachgründigen Häng sind durch zahlreiche Rutschprozesse (permanent und spontan) geprägt.

**Hydrologie:**

Niederschlag [mm]:	1h / 2.33 Jahre	24h / 2.33 Jahre	1h / 100 Jahre	24h / 100 Jahre
	26	114	68	193

**Quelle Niederschlagsdaten:** Hades 2.4

**massgebendes Ereignis:** Kurze Starkniederschläge und langandauernde Niederschläge

**4. Grundszenarien:**

**Schutzbauten:**  keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
S28	Kanal ohne Sohlenbefestigung	See bis Kurve unterhalb SBB (417 – 425 m. ü. M)	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S29	Kanal	Juhnbach (540 – 600 m. ü. M)	gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Grundszenarien Abfluss:**  
 Schätzverfahren: Hakesch (aus GK Walchwil und GK Arth übernommen)

Abflussspitze [m <sup>3</sup> /s]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
	BP_1345_2	4.46	435	25 - 27.5	40 - 48	60 - 66	85	11
	BP_1345_1	0.3	500	2	3.5	5	7	12

**Grundszenarien Geschiebe:**

Potential:

Schätzverfahren: **Lehmann**

Geschiebefracht [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1345_2	4.46	435	1'500 – 2'000	3'000 – 4'000	5'000 – 6'000	7'000 – 8'000
	BP_1345_1	0.6	500	30 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - 200

**Grundszenarien Schwemmholz:**

Potential: *Die steilen Bacheinhänge sind bewaldet und Holz kann durch Rutschprozesse ins Gerinne gelangen.*

Schätzverfahren: *Eigene Abschätzungsmethode mit Berücksichtigung von direktem Eintrag und indirektem Eintrag von Schwemmholz.*

Schwemmholzpotential [m <sup>3</sup> ]	Bez.	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Kote [m ü.M.]	häufig 0-30 Jahre	selten 30-100 Jahre	sehr selten 100-300 Jahre	Extremereignis EHQ (>>300 Jahre)
	BP_1345_2	4.46	435	30 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - 250

**Beschreibung Prozessablauf:**

*Hochwasserabflüsse führen zu Geschiebetransport im Gerinne. Bei langanhaltenden Niederschlägen und grosser Vorfeuchte sind auch einzelne Murgänge in den Seitengerinne oder murgangähnliche Abflüsse möglich. Unterhalb des Kegelhalses und im Wesentlich bei der Einmündung in den See kann es zu Auflandungen und rückschreitender Verlandung kommen, welche zu Ausbrüchen aus dem Gerinne führen kann.*

*Der Juhenbach kann im Bereich des Hofes Juhen aufgrund der Verflachung ebenfalls Auflandungen und Ausbrüche hervorrufen.*

**Bemerkungen**

**5.1 Schlüsselstelle Ru1:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km<sup>2</sup>): 0.3      Kote [m ü.M.): 500      Koordinaten (X/Y): 2 682 531      1 216 310

Art der Schlüsselstelle: *Flachstrecke und Durchlass*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *gut*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Rohr	Dimension [m]:	∅	1	B		H		Neigung
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	80	Böschung links		Böschung rechts		Sohlen-gefälle [%]: 15
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Auflandungen								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	-
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	Verklausung 50%	Verklausung 80%
Abflusstiefe [m]:	-	-	-
Freibord [m]:	-	-	-
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	4.8 m <sup>3</sup> /s bei 50%-Rohrfüllung	2.4	1
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ):	-	1.1	4
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss im Gerinne.	Verklausungen beim Durchlass und Auflandungen im Gerinne führen zu einem beidseitigen Ausbruch von	Verklausungen beim Durchlass und Auflandungen im Gerinne führen zu einem beidseitigen Ausbruch von

*Wasser. Linksseitig fließt das Wasser über das Landwirtschaftsland zurück ins Gerinne. Rechtsseitig kann der Abfluss über den Feldweg Richtung Hof Juhen fließen, entwässert jedoch laufend gegen das Gerinne und erreicht das Wohnhaus nur knapp.*

*Wasser. Linksseitig fließt das Wasser über das Landwirtschaftsland zurück ins Gerinne. Rechtsseitig kann der Abfluss über den Feldweg Richtung Hof Juhen fließen, entwässert jedoch laufend gegen das Gerinne und überschwemmt das Wohnhaus.*

**Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):**

*Verkläuerungen beim Durchlass und Auflandungen im Gerinne führen zu einem beidseitigen Ausbruch von Wasser. Linksseitig fließt das Wasser über das Landwirtschaftsland zurück ins Gerinne. Rechtsseitig kann der Abfluss über den Feldweg Richtung Hof Juhen fließen, entwässert jedoch laufend gegen das Gerinne und erreicht das Wohnhaus.*

**Bemerkungen:**

**5.2 Schlüsselstelle Ru2:**

**Beschreibung**

Fläche EZG [km<sup>2</sup>): 4.46      Kote [m ü.M.): 425      Koordinaten (X/Y): 2 682 398      1 216 046

Art der Schlüsselstelle: *Rechtskurve Gerinne und kleine Böschungen*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *verwachsen*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	∅	B	7	H	3.4	Neigung	Ca. 1:1
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle 15	Böschung links		Böschung rechts		Sohlengefälle [%]:	12
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Auflandungen								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	-	+1m
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	-	25%
Abflusstiefe [m]:			

<b>Freibord [m]:</b>	-	-	-
<b>Abflusskapazität [m³/s] effektiv:</b>	200 m³/s	200 m³/s	150 m³/s
<b>Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m³/s] und Volumen [m³]:</b>	0	0	Ca. 5
<b>Beschreibung des Szenarios:</b>	<i>Hochwasserabfluss und Geschiebetrieb im Gerinne, keine Ausbrüche.</i>	<i>Hochwasserabfluss und Geschiebetrieb im Gerinne, keine Ausbrüche.</i>	<i>Lokale Auflandungen aufgrund des Gefällsknick sowie ungünstige Strömungsverhältnisse wegen der Rechtskurve führen zu einem Ausbruch von Wasser nach links. Dort werden Gebäude, der Quartierweg und die Artherstrasse überschwemmt.</i>
<b>Extremereignis EHQ (&gt;&gt; 300 Jahre):</b>	<i>Lokale Auflandungen aufgrund des Gefällsknick sowie ungünstige Strömungsverhältnisse wegen der Rechtskurve führen zu einem Ausbruch von Wasser nach links. Dort werden Gebäude, der Quartierweg und die Artherstrasse überschwemmt.</i>		
<b>Bemerkungen:</b>	<i>Keine Intensitätskarte, da Prozessfläche im Kanton Schwyz. Gemeinde Walchwil von dieser Schwachstelle nicht betroffen.</i>		

5.3 Schlüsselstelle Ru3:

Beschreibung

Fläche EZG [km<sup>2</sup>]: 4.46      Kote [m ü.M.]: 420      Koordinaten (X/Y): 2 682 278      1 216 016

Art der Schlüsselstelle: *Brücke und Flachstrecke*

baulicher Zustand /  
Unterhalt: *gut*



**Grundlagen Hydraulik**

Methode zur Kapazitätsberechnung:	Strickler								
Geometrie:	Trapez	Dimension [m]:	$\emptyset$	B	7	H	3	Neigung	
charakteristische Korndurchmesser [cm]:		k-Werte [m <sup>1/3</sup> /s]:	Sohle	18	Böschung links		Böschung rechts		Sohlengefälle [%]: 3
Kapazitätsreduzierende Faktoren:	Auflandungen								
Bemerkungen:									

**Szenarien Definition**

Ereignisfrequenz	häufig	selten	sehr selten
	0-30 Jahre	30-100 Jahre	100-300 Jahre
Veränderung der Gewässersohle:	-	+0.5m	+1m
Verminderung des Abflussquerschnitt durch Verklausung/Auflandung [%]:	-	15% Auflandung	30% Auflandung
Abflusstiefe [m]:	1.3	1.7	2.3
Freibord [m]:	0.7	0.7	0.7
Abflusskapazität [m <sup>3</sup> /s] effektiv:	62 m <sup>3</sup> /s bei 0.7 m Freibord	44 m <sup>3</sup> /s	27 m <sup>3</sup> /s
Ausbrechende Wassermenge: Spitze [m <sup>3</sup> /s] und Volumen [m <sup>3</sup> ]:	-	-	33 – 39
Beschreibung des Szenarios:	Hochwasserabfluss und Geschiebetrieb im Gerinne, keine Ausbrüche.	Hochwasserabfluss und Geschiebetrieb im Gerinne. Der Brückendurchlass ist knapp gross genug. Lokal kann Wasser über die Böschungen schwappen, dies führt aber zu keinen relevanten Überschwemmungen.	Die Auflandungen unter der Brücke aufgrund des Gefällsknicks und der rückschreitenden Verlandung erreichen eine kritische Grösse und der Brückendurchlass wie auch das Gerinne oberhalb sind zu klein. Dadurch kommt es zu beidseitigen Wasseraustritten und Überschwemmungen mit lokal auch starker Intensität. Das Wasser fliesst über die Strasse zurück in den See, überschwemmt jedoch die untersten Gebäude beidseitig des Gerinnes.
Extremereignis EHQ (>> 300 Jahre):	Die Auflandungen unter der Brücke aufgrund des Gefällsknick und der rückschreitenden Verlandung erreichen eine kritische Grösse und der Brückendurchlass wie auch das Gerinne oberhalb sind zu klein. Dadurch kommt es zu beidseitigen Wasseraustritten und Überschwemmungen mit lokal auch starker Intensität. Das Wasser fliesst über die Strasse zurück in den See, überschwemmt jedoch die untersten Gebäude beidseitig des Gerinnes.		
Bemerkungen:			

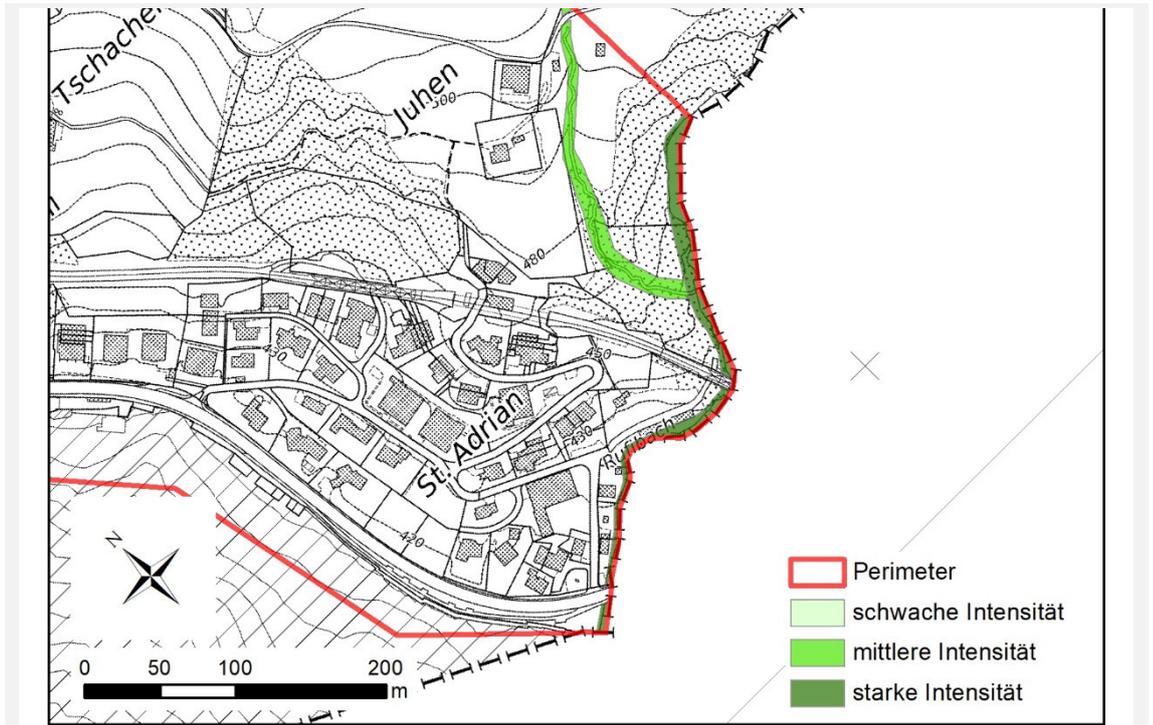
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Gutachterliche Beurteilung

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

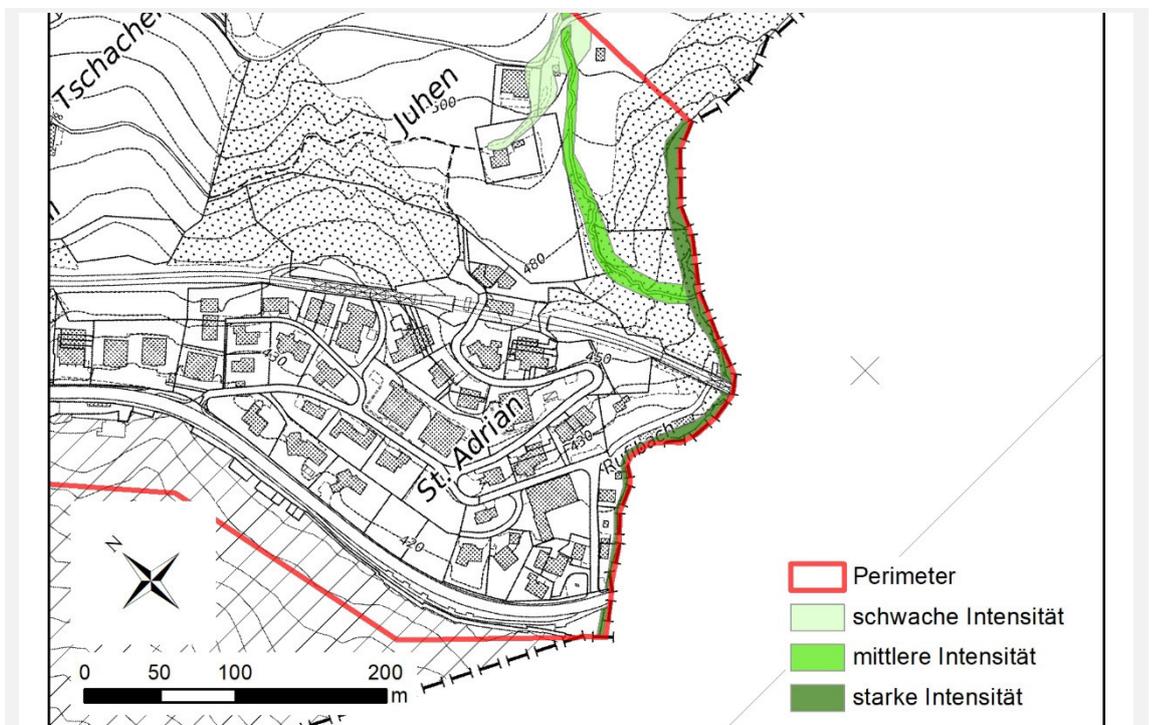
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

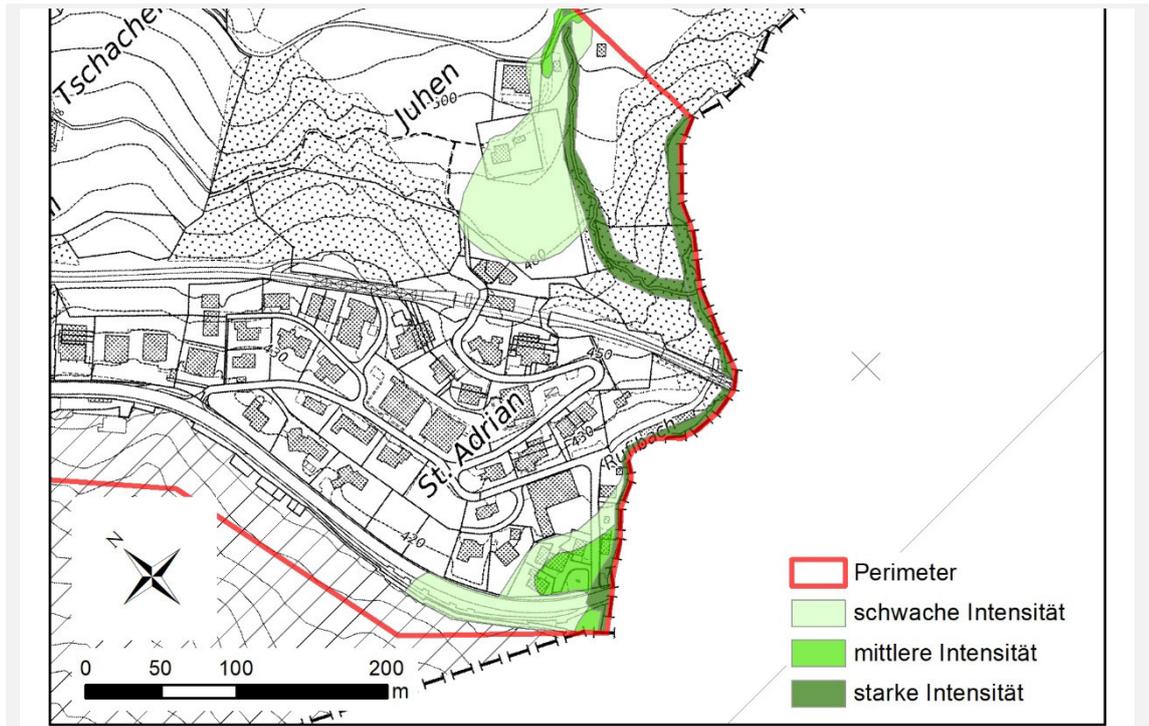
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

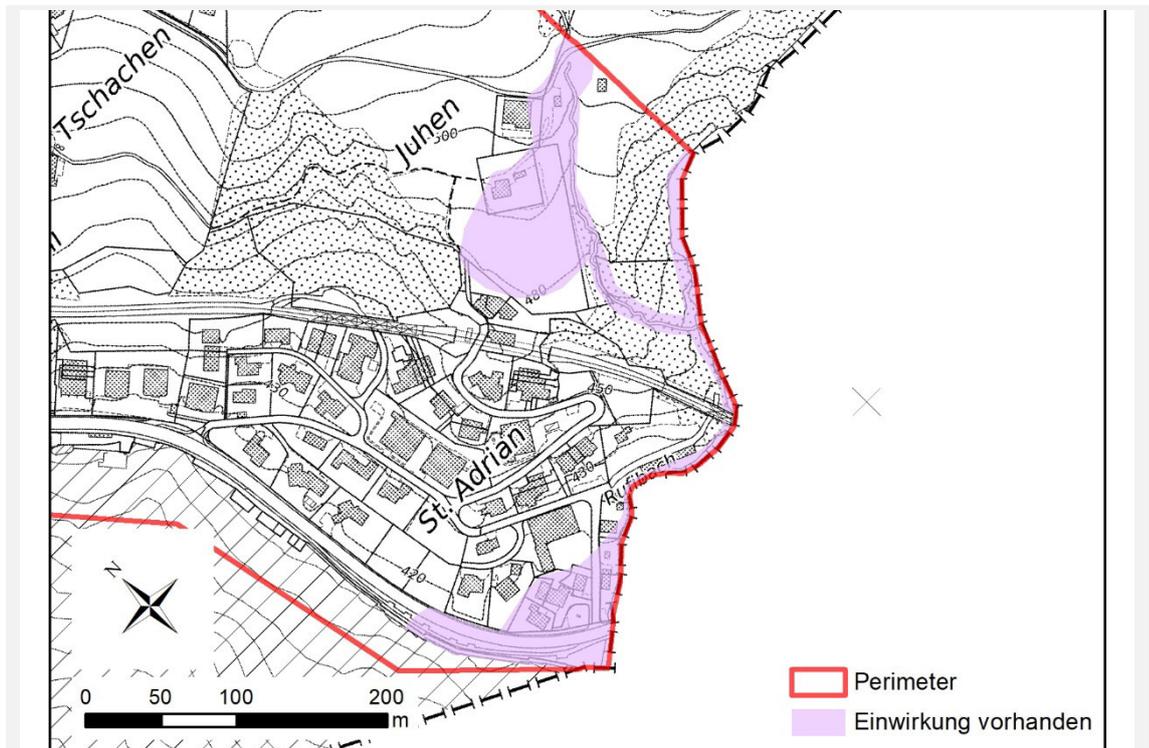
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

1. Prozessquelle:

Gemeinde:	Walchwil	Stand:	11.11.2019
Prozesse: <i>[Auswahl der verschiedenen Wasserprozesse, Mehrfachauswahl möglich]</i>	<input checked="" type="checkbox"/> statische Überflutung <input type="checkbox"/> dynamische Überflutung <input type="checkbox"/> Übersarung	<input type="checkbox"/> Murgang <input type="checkbox"/> Ufererosion	Auftragnehmer Beurteilung: HOLINGER AG Belop gmbh
		Bearbeiter/In:	Anina Chiapolini

2. Situation:



Anhang:

- Fotodokumentation
- \_\_\_\_\_

### 3. Grundlagen

Gutachten/Berichte/  
Karten/ Interviews:

- [1] Geodatenatz Ueberflutungsflaechen\_Zugersee.shp, Bezogen vom AWN im Herbst 2018.
- [2] GK Arth, Zugersee statistische Auswertung der maximalen Pegelstände 1977 – 2007, C. Beffa.
- [3] Berücksichtigung des Seehochwassers bei der Revision der Gefahrenkarte Zug. Memo der HOLINGER AG vom Juni 2019 z.H. Tiefbauamt und Amt für Wald und Naturgefahren Kanton Zug.
- [4] Buri, Christof & Raschle, Christian: Der Untergang der Zuger Vorstadt am 5. Juli 1887, in: Zuger Neujahrsblatt 1987.

Bekannte Ereignisse:

keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle

Überwachungen/  
Messstellen:

keine

Messstation Zugersee, BAFU

Beschreibung des  
Einzugsgebietes und des  
Gerinnes:

Der Zugersee hat eine Seefläche von 38.41 km<sup>2</sup> und wird hauptsächlich durch die Lorze gespiesen.

Hydrologie:

Niederschlag [mm]:

1h / 2.33 Jahre

24h / 2.33 Jahre

1h / 100 Jahre

24h / 100 Jahre

Quelle Niederschlagsdaten:

massgebendes Ereignis:

Langanhaltende Niederschläge

### 4. Grundszenarien:

Schutzbauten:

keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schätzverfahren:

Kote [m.ü.M]

Ereignis	Wsp. See [m ü. M.]	½ Welle [m]	res. Kote [m ü. M.]
HQ <sub>30</sub>	414.30	0.33	414.6
HQ <sub>100</sub>	414.39	0.33	414.7
HQ <sub>300</sub>	414.47	0.33	414.8
EHQ	414.55	0.45	415.0

Bemerkungen

Das Vorgehen für die Erarbeitung der GK Seehochwasser wurde mit dem Amt für Wald und Wild, dem Kantonalen Tiefbauamt und der Stadt Zug in der Sitzung Wirkungsanalyse der Gefahrenkarte Zug vom 28. Mai 2019 besprochen und im Memo "Berücksichtigung Seehochwasser" festgehalten [3]. Die gemessenen Pegelstände zwischen 1877 und 2007 wurden für die Bestimmung des Wasserspiegels in verschiedenen Jährlichkeiten statistisch ausgewertet. Zusätzlich wurde die windinduzierte Wellenbildung berechnet und für die Bestimmung der relevanten Hochwasserkote addiert. Basierend auf den resultierenden Koten wurden anhand der Überflutungstiefen die Intensitätskarten und die Gefahrenkarte gezeichnet (siehe auch [3]). Es wurden keine Schwachstellen ausgedient.

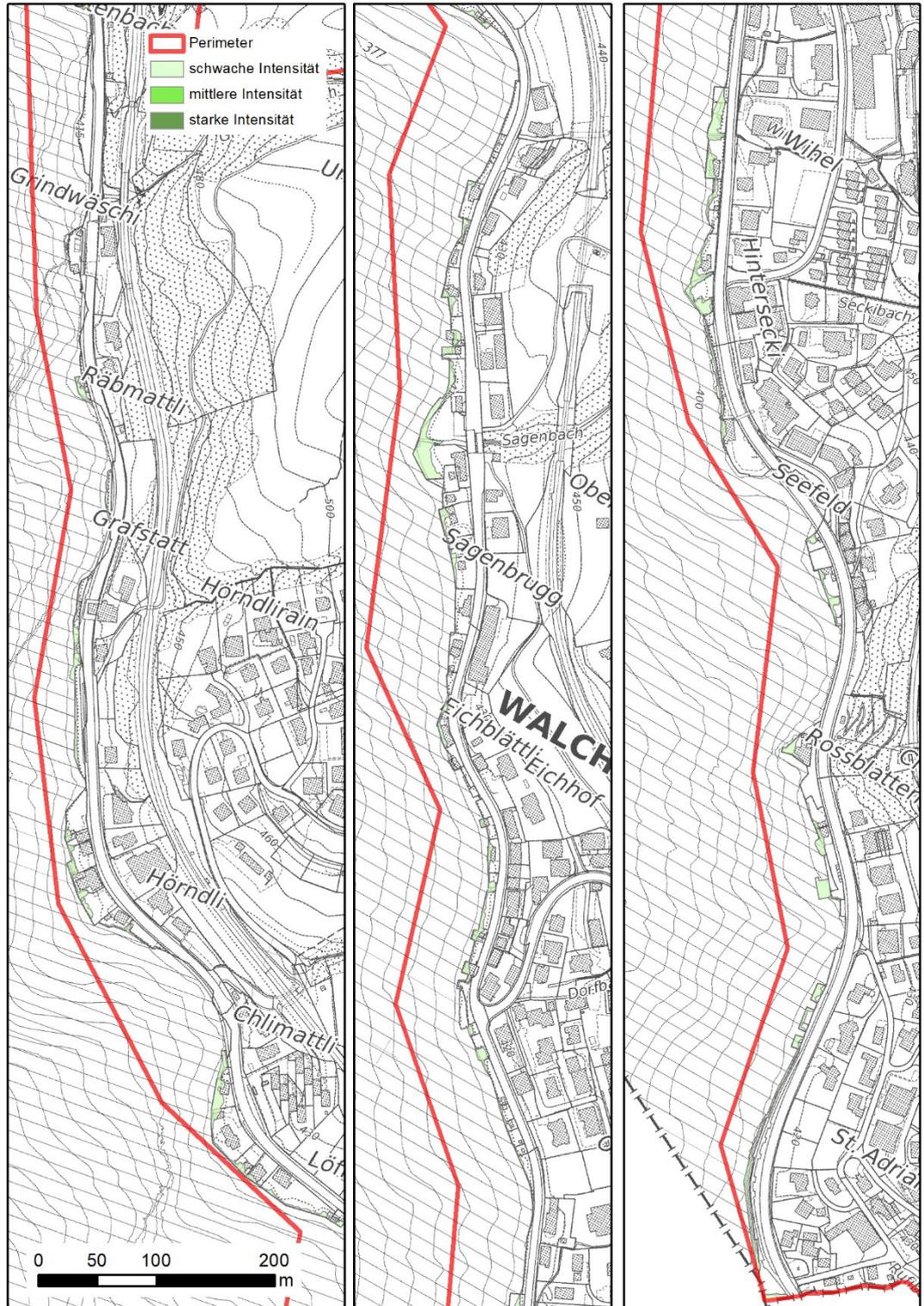
6. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,  
Modellannahmen,  
Umgang mit  
Modelloutputs:

Die Ausscheidung der Intensitätsflächen basiert auf den Höhenlinien generiert aus dem SwissALTI3D der swisstopo. Zwecks Erhalt der Lesbarkeit wurden kleine Flächen zusammengefasst und die mittlere Intensität für alle Jährlichkeiten gleich ausgeschieden.

Wirkungsraum  
häufiges Ereignis  
(0-30 Jahre)

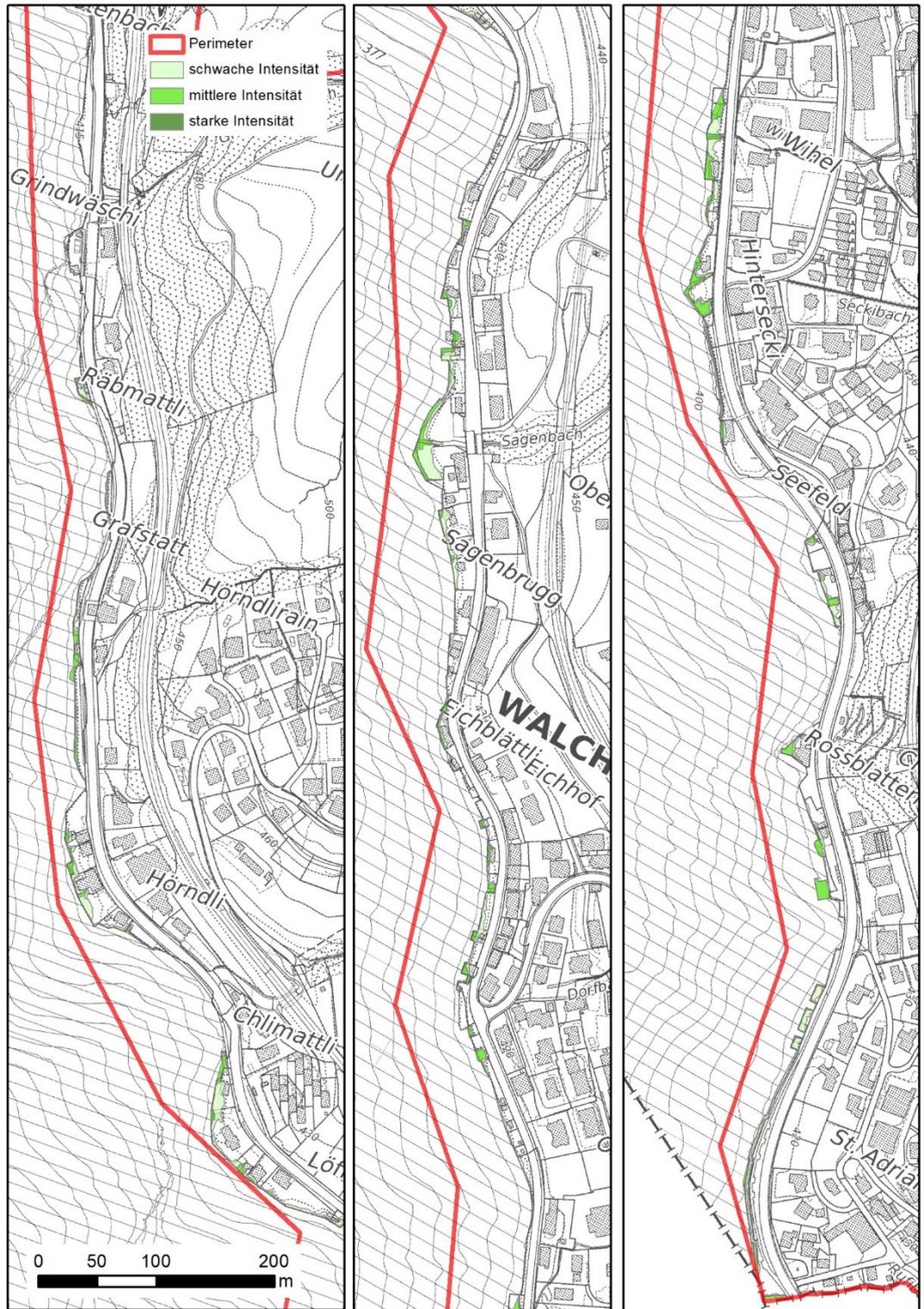
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre)

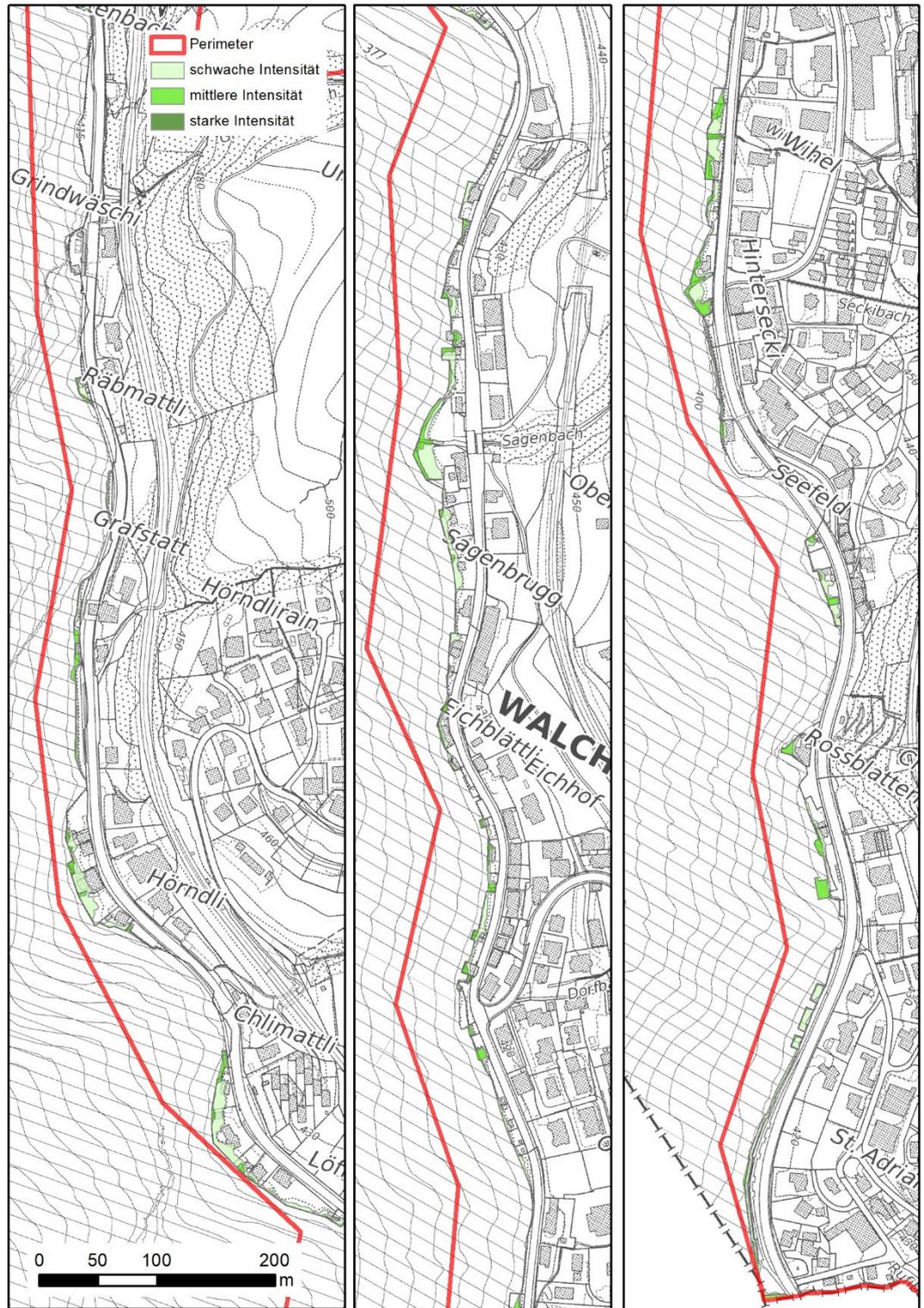
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)

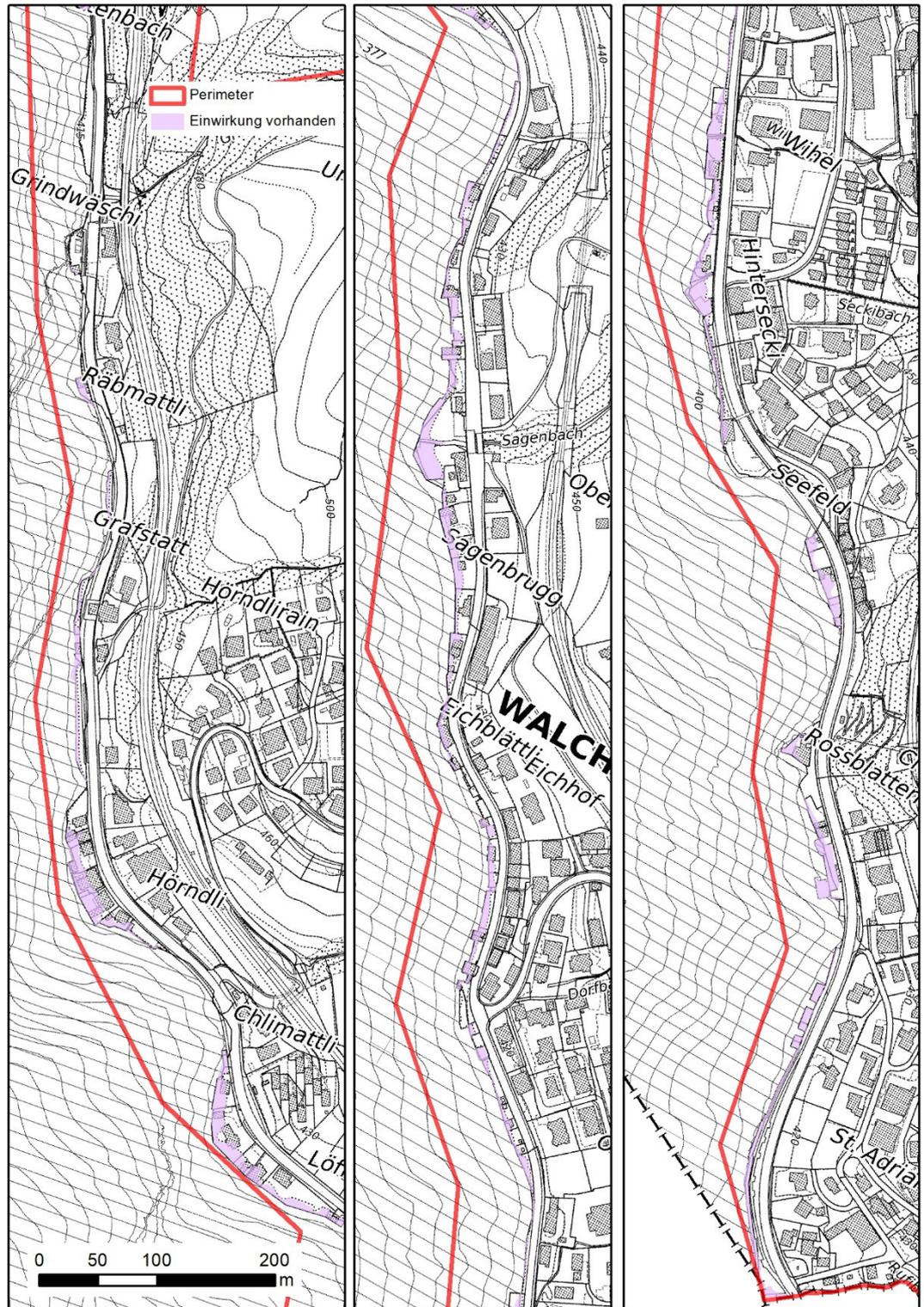
- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Wirkungsraum  
Extremereignis  
(> 300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

# MEMO

An:	Urs Kempf (Tiefbauamt), Peter Steinegger (AWN)
Von:	Marius Bühlmann, Livia Bürkli, Niccolo Galatioto
Zur Kenntnis:	-
Projekt:	Revision Gefahrenkarte Wasserprozesse Gmd. Zug
Projektnummer:	T1065
Betreff:	Berücksichtigung Seehochwasser
Datum:	Olten, 26.06.2019 / Version 3

## Inhalt

1	Ausgangslage und Zweck.....	1
2	Grundlagen .....	1
3	Pegelmessungen .....	2
4	Bisher verwendete Hochwasserstände Zugersee .....	3
5	Windinduzierte Wellenbildung.....	4
6	Umsetzung bei der Gefahrenkartierung .....	5
6.1	Hochwasserkoten .....	5
6.2	Meteorologische Szenarien .....	6

## Berücksichtigung des Seehochwassers bei der Revision der Gefahrenkarte Zug

### 1 Ausgangslage und Zweck

Die HOLINGER AG überarbeitet im Auftrag des Kantons Zug die Gefahrenkarte der Stadt Zug. Gleichzeitig wird die Gefahrenkarte für Wassergefahren in Risch erstellt. Da beide Untersuchungsperimeter an den Zugersee angrenzen, muss ein allfälliges Seehochwasser in der Gefahrenkartierung berücksichtigt werden.

Das vorliegende Memo fasst die Hochwasserstände des Zugersees zusammen und zeigt den Umgang mit dem Seehochwasser bei der Gefahrenkartierung auf.

### 2 Grundlagen

[1] Technischer Bericht Gefahrenkarte Meierskappel, Kanton Luzern, 2007.

[2] Geodatensatz Ueberflutungsflaechen\_Zugersee.shp, Bezogen vom AWN im Herbst 2018.

[3] Stationsseite Messstation Zugersee (<https://www.hydrodaten.admin.ch/de/2017.html>), BAFU, 2019.

[4] GK Arth, Zugersee statistische Auswertung der maximalen Pegelstände 1977 - 2007, C. Beffa.

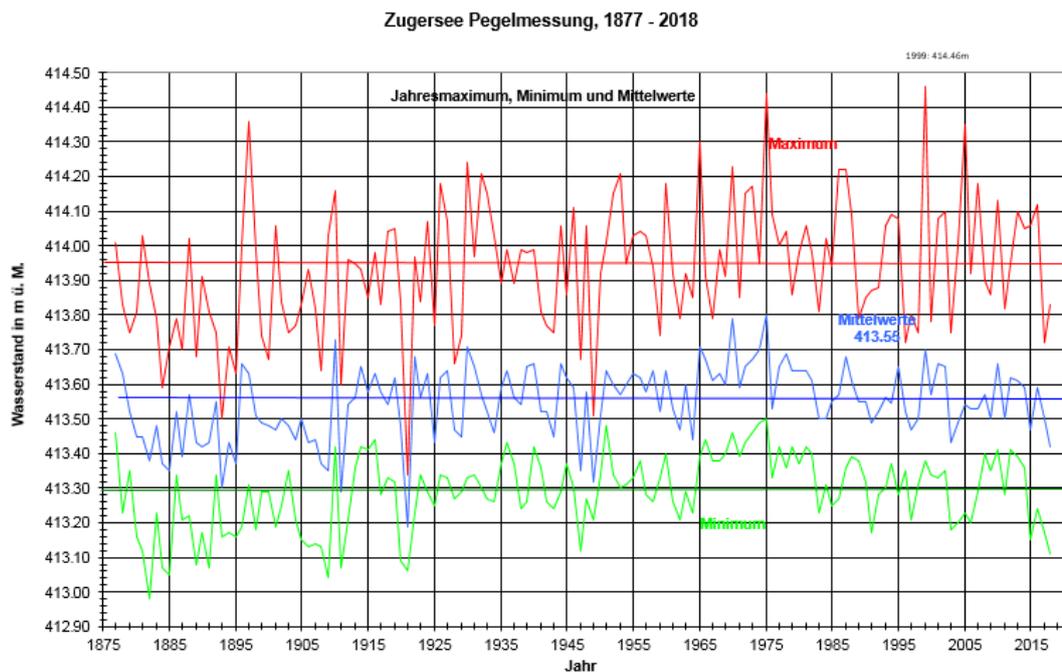
[5] Wasserbau II, Vorlesungsmanuskript der ETH Zürich, Prof. Dr. Robert Boes, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, 2015.

[6] Windmessdaten der Station Cham (677758 / 226878), Meteoschweiz 05.06.2019.

[7] Freibordbemessung an Stauanlagen. DVWK-Merkblatt Nr. 246, DWA 1997.

### 3 Pegelmessungen

Das BAFU betreibt am Zugersee eine Messstation, an welcher seit 1877 der Pegel erhoben wird [3]. In Abbildung 1 sind die maximalen Pegelstände seit Messbeginn gezeigt. Während der Messperiode wurde ein maximaler Wert von 414.46 m ü. M. gemessen. Dieser trat während dem Frühlingshochwasser 1999 ein.



**Abbildung 1: Pegelmessungen am Zugersee seit 1877 (Jahresmaximum, Minimum und Mittelwerte)**  
(Quelle: Tiefbauamt Kanton Zug)

Die maximalen Jahreskoten können analog zu den Abflussspitzen bei den Fließgewässern einer Jährlichkeit zugeordnet werden. In Abbildung 2 ist die statistische Auswertung mit einer Pearson III Verteilung gezeigt. Folgende Pegel können herausgelesen werden:

- Kote 30-jähriger Seehochstand: 414.30 m ü. M.
- Kote 100-jähriger Seehochstand: 414.39 m ü. M.
- Kote 300-jähriger Seehochstand: 414.47 m ü. M.
- Kote extremer Seehochstand (~1000a): 414.55 m ü. M.

Zugersee statistische Auswertung der maximalen Pegelstände 1877 - 2007

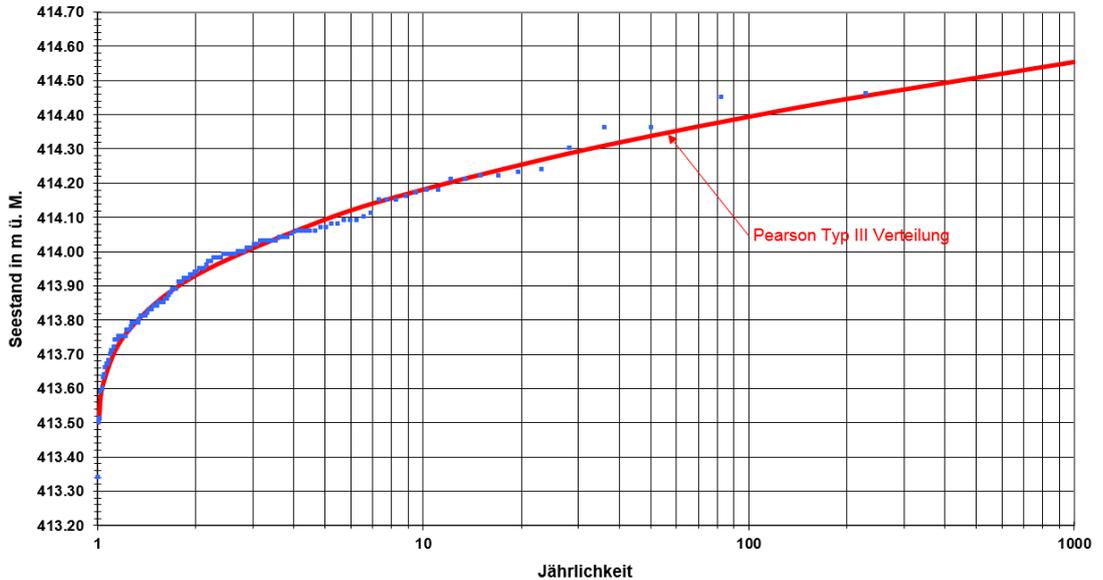


Abbildung 2: Frequenzanalyse der maximalen Zugerseepegel mit einer Pearson III Verteilung (Quelle: Tiefbauamt Kanton Zug)

#### 4 Bisher verwendete Hochwasserstände Zugersee

Zur Bestimmung von Seehochwasser können unterschiedliche Ansätze zur Bestimmung der Hochwasserkoten verwendet werden:

- Die maximalen Jahreskoten können analog zu den Abflussspitzen bei den Fliessgewässern einer Jährlichkeit zugeordnet werden.
- Die Hochwassergrenze wird als jene Kote definiert, ab welcher Schäden zu erwarten sind.

Beim Zugersee wurden in der Vergangenheit bereits beide Ansätze angewandt (Tabelle 1). In der Gefahrenkarte Meierskappel [1] und Arth [4] wird auf drei Koten für die Pegel HQ<sub>30</sub>, HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>300</sub> verwiesen, die in Absprache mit den zuständigen Ämtern festgelegt wurden. Die ausgewiesenen Koten unterscheiden sich allerdings mit Differenzen bis zu 22 cm deutlich. Die Gefahrenstufen des BAFU [2] und bei dem Geodatensatz Ueberflutungsflaechen\_Zugersee.shp des Kantons Zug [3] dagegen wird die Hochwassergrenze (Schadengrenze) von 414.6 m. ü. M. verwendet.

Tabelle 1: Bekannte Ansätze und Koten zum Seehochwasser Zugersee. Die Koten sind in m ü. M. angegeben.

Ansatz	GK Meierskappel [1]	GK Arth [4]	BAFU [2]	Kanton Zug	max. Messdaten
HQ <sub>30</sub>	414.36	414.42			
HQ <sub>100</sub>	414.46	414.59			
HQ <sub>300</sub>	414.55	414.77			
Hochwassergrenze			414.6	414.6	414.46

An der Messstation am Zugersee wurde eine maximale Kote von 414.46 m ü. M. gemessen.

Dieser Wert entspricht statistisch gesehen einem rund 100-jährlichen Hochwasser in den beiden Gefahrenkarten.

## 5 Windinduzierte Wellenbildung

Da die gemessenen Pegelstände keine Wellen berücksichtigen, die für Überschwemmungen am Ufer eine massgebende Rolle spielen können, sind diese zusätzlich zu betrachten. Die Wellenhöhe (die Wellenhöhe ist so definiert, dass sie je zur Hälfte unter- und über dem mittleren Wasserspiegel liegt) hängt massgeblich von der Topografie, der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit ab [5]. Die Wellenaufbauhöhe am Ufer kann für spezifische Bedingungen für jeden Uferabschnitt abgeschätzt werden [5].

Es wird eine Wellenhöhe ermittelt, welche für den gesamten Zugersee angesetzt wird. Für die Ermittlung der Wellenhöhe wird die massgebende Streichlänge und Windrichtung von Süd nach Nord (Chiemen bis Zug) mit einer Länge von  $L = 7000$  m verwendet. Als vereinfachte Annahme wird davon ausgegangen, dass die Wellenaufbauhöhe entlang des gesamten Ufers einer halben Wellenhöhe entspricht.

Für die Bestimmung der massgebenden Windgeschwindigkeit wurden die Daten der Messstation in Cham ausgewertet [6]. Die Messdaten dieser Station werden seit 1993 erhoben und 10 m über Boden gemessen. In Abbildung 3 sind die jährlichen Spitzenwerte gezeigt. In der Regel liegt die maximale jährliche Windgeschwindigkeit bei ungefähr 15 m/s. Dieser Wert wurde für die Ermittlung der Wellenhöhe verwendet. Es wurde davon abgesehen, die Wellenhöhe mit einem Extremereignis zu berechnen, da ansonsten zwei Extremereignisse (Seehochwasser durch langanhaltenden Dauerniederschlag mit Sturm) kombiniert würden. Für die Ermittlung der Wellenhöhe bei einem Extremereignis (EHQ) wurde die Windgeschwindigkeit auf 20 m/s erhöht. Gemäss Abbildung 3 wurde dieser Wert in den letzten 25 Jahren nur zweimal überschritten. Das entspricht ungefähr einem 10-jährigen Ereignis.

Zur Plausibilisierung wurden die Aufzeichnung der Windgeschwindigkeit während dem Hochwasserereignis 22. - 25. Mai 1999 betrachtet (siehe Abbildung 4). Die Windgeschwindigkeit war immer deutlich  $< 10$  m/s und überschritt den Wert von 5 m/s nur dreimal.

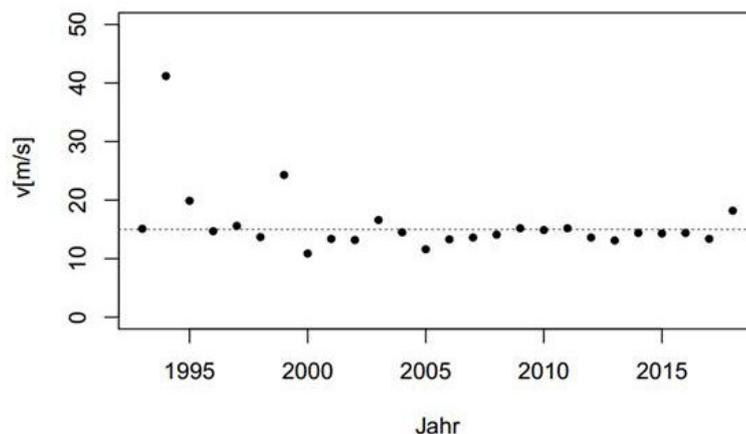
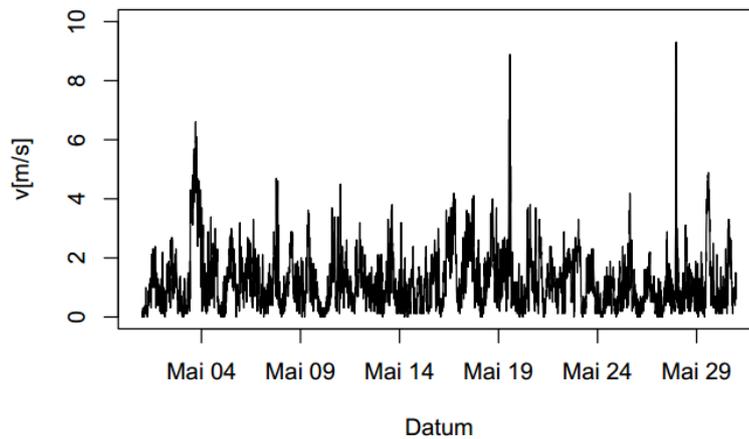


Abbildung 3: Maximaler jährlicher 10-min Wind seit 1993.



**Abbildung 4: Gemessene Windgeschwindigkeit im Mai 1999.**

Die Wellenhöhe wurde nach dem Ansatz der im DVWK-Merkblatts Nr. 246 [7] beschrieben ist berechnet. Unter der Annahme von Tiefenwasserbedingungen, was im Falle des Zugersees gerechtfertigt ist, kann die Wellenhöhe  $h_{We}$  mit der Formel

$$h_{We} = \frac{w_{10}^2 \cdot 0.16}{g} \left( 1 - \frac{1}{\left( 1 + 0.006 \sqrt{\frac{gS}{w_{10}^2}} \right)^2} \right)$$

berechnet werden. Dabei ist  $w_{10}$  die mittlere Windgeschwindigkeit 10 m über der Wasseroberfläche und  $S$  die Streichlänge in [m]. Folgende Wellenhöhen haben resultiert:

- HQ<sub>30-300</sub>      0.66 m
- EHQ              0.92 m

## 6 Umsetzung bei der Gefahrenkartierung

### 6.1 Hochwasserkoten

Bei den Gefahrenkarten im Kanton Zug werden die mit der Frequenzanalyse bestimmten statistischen Wasserstände um die halbe Wellenhöhe erhöht. Die resultierenden gerundeten Koten sind in Tabelle 2 gegeben.

**Tabelle 2: Resultierende Koten für die Berücksichtigung des Seehochwassers.**

Ereignis	Wsp. See [m ü. M.]	½ Welle [m]	res. Kote [m ü. M.]
HQ <sub>30</sub>	414.30	0.33	414.60
HQ <sub>100</sub>	414.39	0.33	414.70
HQ <sub>300</sub>	414.47	0.33	414.80
EHQ	414.55	0.46	415.00

Die resultierenden Koten sind für häufige Ereignisse grösser als bei den bisherigen Gefahrenkarten [1][4]. Für ein HQ<sub>300</sub> sind sie in etwa gleich gross. Es ist nicht bekannt, wie der Ansatz zur Berücksichtigung der windinduzierten Wellen gewählt wurde bei [1] und [4].

## 6.2 Meteorologische Szenarien

Die meteorologischen Ereignisse, welche zu einem Seehochwasser im Zugersee führen, unterscheiden sich von denjenigen, welche Spitzenabflüsse in den kleinen und mittleren Einzugsgebieten im Untersuchungsgebiet bewirken.

Einem Seehochwasser gehen langanhaltende advective Niederschlagsereignisse (Landregen) voraus. Die Böden werden mit Wasser gesättigt und können den Niederschlag nicht mehr infiltrieren. Das Wasser fliesst in die Gerinne ab, welche über längere Zeit mit einem erhöhten Abfluss in den Zugersee entwässern.

Die Abflussspitzen in den Bächen entstehen durch kurze aber intensive konvektive Starkniederschläge (Sommergewitter). Die Böden sind noch nicht gesättigt, vermögen jedoch die intensiven Niederschläge nicht zu infiltrieren und es kommt zu einem raschen, und kurzen Anstieg des oberflächlichen Abflusses.

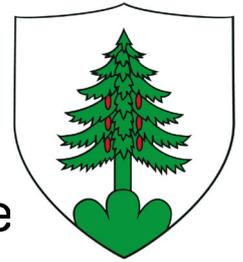
Da den beiden Hochwasserereignissen Seehochwasser und Abflussspitzen in den Bächen unterschiedliche meteorologische Szenarien zugrunde liegen, kann davon ausgegangen werden, dass die Ereignisse nicht oder nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit gleichzeitig eintreten und daher Grundsätzlich keine Kombination der Ereignisse betrachtet werden muss.

Eine Gleichzeitigkeit von Seehochwasser und Abflussspitze in den Fliessgewässern wird daher für die Wiederkehrperioden 30 – 300 Jahren nicht berücksichtigt. Beim Extremereignissen (EHQ) wird ein gleichzeitig auftretendes Seehochwasser dagegen bei jenen Bächen berücksichtigt, bei welchen ein Rückstau durch den erhöhten Seewasserspiegel entsteht.



# Gefahrenkarte Walchwil

## Anhang 3 Faktenblätter Spontane Rutschprozesse



### Auftraggeber:

Direktion des Innern  
Amt für Wald und Wild  
Ägeristrasse 56  
6301 Zug

### Projektbearbeitung:

Sarnen, 18. November 2019

**GEOTEST** GEOLOGEN / INGENIEURE /  
GEOPHYSIKER /  
UMWELTFACHLEUTE

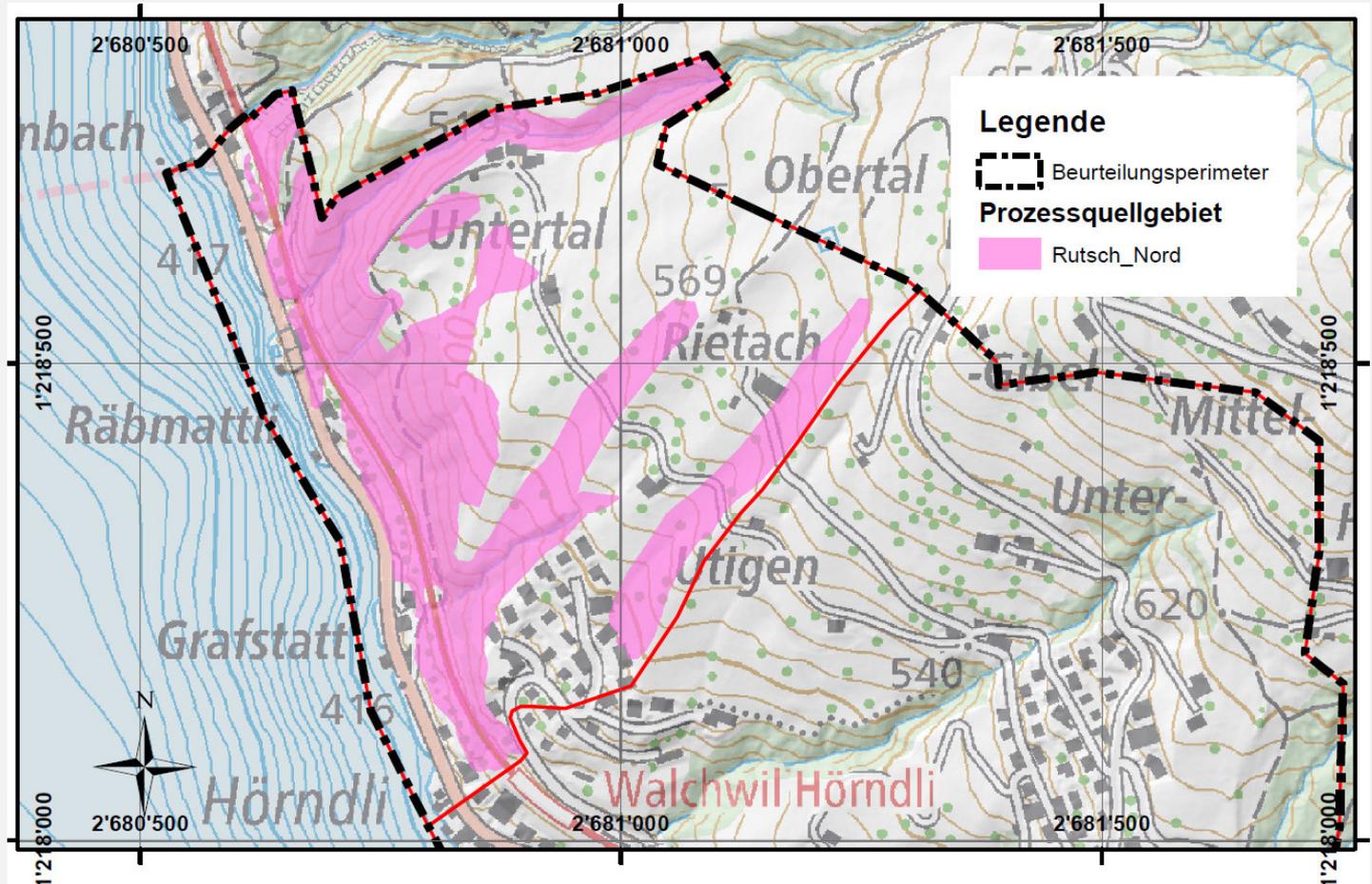


**belop** gmbh  
Ingenieure und Naturgefahrenfachleute  
Tulpenweg 2 041 661 02 70  
6060 Sarnen www.belop.ch

Prozessquelle:

Gemeinde:	<b>Walchwil</b>	Stand:	<b>November 2019</b>
Prozess:	<input checked="" type="checkbox"/> Primärprozess	<input type="checkbox"/> Sekundärprozess	Auftragnehmer Beurteilung:
	<input checked="" type="checkbox"/> Hangmuren	<input type="checkbox"/> Uferrutschungen	Bearbeiter/In:
	<input checked="" type="checkbox"/> Spontanrutschungen		GEOTEST AG, Horw
			S. Tobler, C. Fölmli

Situation:



Oben: Übersicht Prozessquellgebiet mit den prozessspezifischen Gefahrenbereichen.

Die Gemeinde Walchwil liegt am südwestexponierten Ufer des Zugersees. Von Norden her ist Walchwil via Oberwil bei Zug und von Süden her über Arth, Kanton Schwyz, erreichbar.

Der tiefste Punkt der Gemeinde bildet der Seespiegel des Zugersees mit 413 m ü. M., der höchstgelegene Punkt liegt auf der Hagegg auf 1'204 m ü. M..

Im Prozessquellgebiet steigt das Gelände vom Zugersee nach Osten hin über Untertal, Rietach und Obertal an. Darüber steigt das Gelände weiter über den südwestexponierten Hang bis zur Verflachung Lienisberg – Schwändi an auf rund 900 m ü. M. an. Der Bereich des Sportplatzes Lienisberg ist ebenfalls Teil des Beurteilungspereimeters.

Nach Norden wird das Prozessquellgebiet vom Lotenbach und vom Grindwäschibach begrenzt, nach Süden hin begrenzt der Geländerücken Obertal – Utigen – Hörndli das Gebiet.

In seeufernähe finden sich lokal Schwemmmaterial der Gerinne aus dem Walchwilerberg, Moränenmaterial und Auffüllungen. Der Hang ist weiträumig geringmächtig von Lockergestein bedeckt, darunter folgt Festgestein.

Der Hang ist vor allem entlang der Bacheinhänge und einer ausgeprägten Steilstufe am Hangfuss bewaldet.

Ein grösseres besiedeltes Gebiet liegt bei Hörndli.

**Grundlagen:**

**Gutachten / Berichte / Karten / Interviews:**

- [1] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005.
- [2] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil; Belop gmbh / GEOTEST AG; März 2006.
- [3] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug; Karte der Phänomene Rutschungs- und Sturzprozesse; Massstab 1:5'000, Ausschnitte B und C; Ausgabe 2003.

**Bekannte Ereignisse:**

keine

Ereignisdat.	StorMe Nr.	Beschreibung
1897	-	Rutschungen beim Bahnbau, Lokalitäten unklar, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
15.06.1910	1910-R-0004	Rutschung im Bereich Grafstatt, aus Ereigniskataster (Ereigkat1_ZG_20160718.xls). SBB-Kataster nennt Einbruch Bahndamm (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
09.09.1934	-	Erdrutsche bei Räämatt, Grafstatt, Höndli, teils Ablagerungen auf Bahn, exakte Lokalitäten unklar, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
06.08.1934	-	3 kleine Erdrutsche bei Räämatt, lokal Verschüttung Bahngelise, exakte Lokalitäten unklar, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
13.05.1999	-	Erdrutsche und Überschwemmungen bei Räämattli / Chlimättli, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).

**Schutzbauten:**

keine

Bez.	Typ	Zustand	Wirkung (Protect)	
			JA	NEIN
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

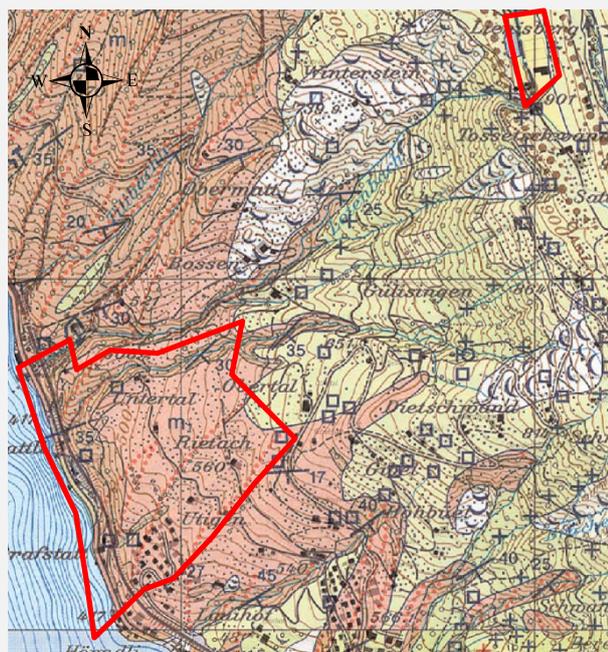
**Überwachungen:**

keine

Im Beurteilungserimeter des Prozessquellgebietes sind keine Überwachungen bezüglich Spontanrutschungen / Hangmuren bekannt.

**Geologie:**

Im Gebiet Lotenbach - Grafstatt – Hördli sind über weite Bereiche unter flachgründiger Lockergesteinsbedeckung Einheiten der Unteren Süsswassermolasse aufgeschlossen. Es handelt sich vorwiegend um mächtige Sandsteinlagen mit geringmächtigeren Mergel-Zwischenschichten. Vereinzelt treten auch Nagelfluhbänke auf (tertiäre „Granitische Molasse“), die unten in der Karte mit roten Punktlinien markiert sind.



Die Schichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung mässig steil (ca. 15° – 35°) nach SSO bis S ein.

Die härteren Sandsteine und Nagelfluhbänke bilden oft stabilere Rippen mit geringmächtiger Bedeckung, wogegen die weicheren Sandsteine und Mergel zurückwittern. Auf den Festgesteinen liegt in den höheren Bereichen Moränenmaterial von unterschiedlicher Mächtigkeit. Typisch für dieses Material ist der hohe Gehalt an eingebetteten, grossen Nagelfluhblöcken aus dem Gebiet Rufiberg und Rossberg. Diese Blöcke sind während der Eiszeit in grosser Zahl mit Block- und Felsstürzen auf den Gletscher gestürzt, mit diesem Richtung Zug transportiert und an der Südwestflanke des Zugersees abgelagert worden. Entsprechend nimmt auch die Häufigkeit der Nagelfluhblöcke Richtung Norden hin deutlich ab.

*Links: Abbildung der Geologie im hier beschriebenen und mit rotem Rahmen markierten Prozessquellgebiet (aus map.geo.admin.ch):*

*Die rot eingefärbten Flächen m<sub>1</sub> entsprechen der „Granitischen Molasse“ mit Konglomeratbänken (Untere Süsswassermolasse), die grünen Flächen stellt die Moräne-Bedeckung der Würm-Vergletscherung dar.*

*Die vereinzelt eingezeichneten, dunklen Quadrate sind gefasste Quellen.*

**Spuren im Gelände:**

Entlang der Gerinne und Runsen finden sich zahlreiche ältere und jüngere Anrisse von spontanen Rutschungen und Hangmuren. Gehäuft treten Anzeichen von spontanen Rutschungen und Hangmuren auch an der Steilstufe am Fuss des Hanges insbesondere entlang der Steilstufe am Fuss des Hanges oberhalb der SBB-Linie auf.

Im offenen Landwirtschaftsland in den überliegenden, etwas flacheren Hangpartien sind nur sehr lokal Anzeichen von kleinen spontanen Rutschungen und Hangmuren erkennbar. Vereinzelt ist hier auch der Fels anstehend, was generell auf eine relativ flachgründige Lockergesteinsbedeckung hindeutet.

Die kartierten Spuren im Gelände sind in der Karte der Phänomene in der Gefahrenkarte Walchwil [1], des Zusatzperimeters SBB [2] und der Gefahrenhinweiskarte des Kt. Zug [3] dokumentiert und mit Kartierungen im Rahmen dieser Revision ergänzt worden (vgl. Abbildung unten Kapitel „Anrissgebiet“).

**Hydrogeologie und Hydrologie:**

Die gesamte etwa Nord-Süd ausgerichtete Erhebung des Walchwilerberges entwässert auf der Westflanke mit zahlreichen Bächen in den Zugersee.

Im Prozessquellgebiet entwässern die beiden ONO-WSW fliessenden Bäche Lotenbach und Grindwäschibach den Hang.

Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhohizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.

In den höher gelegenen Bereichen des Prozessquellgebiet ist zudem ein Gewässerschutzbereich Au ausgeschieden (gem. Gewässerschutzkarte des Kantons Zug).

**Bemerkungen:**

Während der Bearbeitung der Revision der hier vorliegenden Gefahrenkarte Walchwil startete der Doppelspurausbau der SBB zwischen dem Grindwäschibach und dem Dorf Walchwil.

Die projektierten Böschungsabrträge, Böschungssicherungen und Dammschüttungen, welche sich aufgrund der Trasseverbreiterungen ergeben, **sind in der hier vorliegenden Beurteilung der Sturz- und Rutschprozesse nicht berücksichtigt**. Diese Beurteilung kann erst nach Abschluss der Arbeiten vor Ort erfolgen. Einzig anhand der Projektpläne ist es zu unsicher, ob eine Gefährdung komplett eliminiert ist, oder ob von weiter oben nach wie vor Sturz- oder Rutschmaterial bis zum Trasseebereich gelangen können.

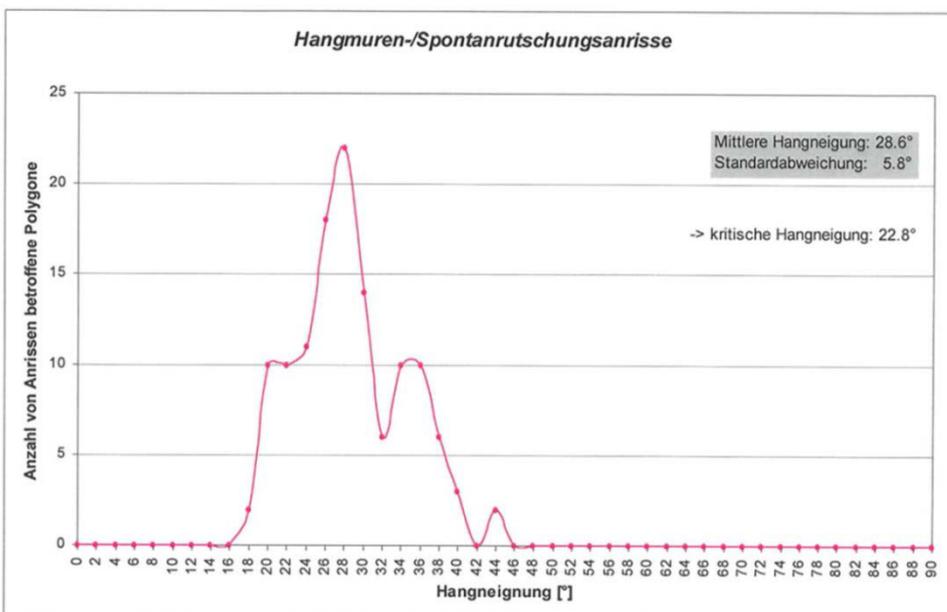
Die Ausdehnung und Intensitäten der Gefahrengelände für spontane Rutschprozesse (Hangmuren und Spontanrutschungen) im hier beschriebenen Prozessquellgebiet konnte im Rahmen der vorliegenden 1. Revision (dieses Dokument, September 2019) aus den Originaldossiers [1] und [2] übernommen werden.

Es gab in diesem Prozessquellgebiet einzig Ergänzungen von neuen Gefahrenflächen im neu zu kartierenden Perimeter – d.h. im Bereich des Grindwäschibaches und südlich davon (vgl. Abbildung auf Seite 5).

Aus den Hängen, in welchen Spontane Rutschprozesse auftreten können, ist bei genügender Steilheit möglich, dass im Ereignisfall kleinere Steine mobilisiert werden. Dies kann auch bei Windwurf geschehen.

**Anhang:**

- Geologisch-hydrologisches Model mit Hangprofilen
- Geologische Untergrundmodelle
- Bohrungen
- Modelloutput
- Andere: - Karte der Phänomene aus Dossier Ersterarbeitung Gefahrenkarte Walchwil [1], ergänzt mit der Karte der Phänomene aus GK SBB Oberwil-Walchwil [2] und der GHK Zug [3] sowie mit Ergänzungen der aufgrund Feldkartierungen während dieser Revision 2019.



Links: Auswertung von Spontanrutschungs- und Hangmuren anrissen im relevanten Einzugsgebiet des Perimeters Gefahrenkarte Walchwil zur Bestimmung der kritischen Hangneigung (Quelle: [1] Gefahrenkarte Walchwil (Ersterarbeitung): GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005; Anhang 5.8)

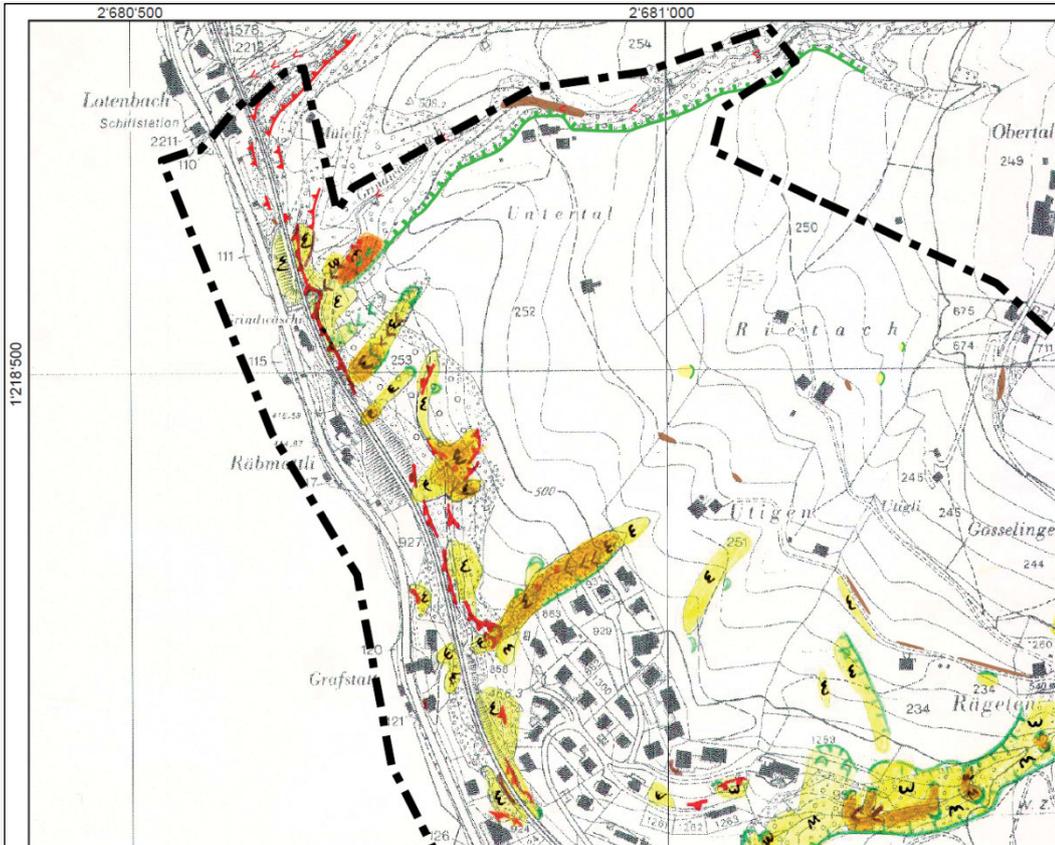
Anrissgebiet

Beschreibung

Art und Ausdehnung (l x h) des Anrissgebiets:

Siehe Kapitel Prozessquelle, Wirkungsanalyse und Abbildung unten..

Koordinaten ( X/Y):



Links: Ausschnitt Karte der Phänomene im Prozessquellgebiet Nord;  
Quelle: [1], [2], [3] und Kartierungen für Ergänzungssperimeter im Rahmen der Revision 2019.

Legende:  
Vgl. Beilage 2.1 von dem hier zugehörnden technischen Bericht.

Disposition

Grunddisposition

<b>Lockergesteinsbeschaffenheit:</b>	Verwitterungsschutt des Festgesteins, (teils verschwemmte) Moränenbedeckung, Bachschutt in Gräben Runsen und Schüttungsbereichen der Mündung (seenähe)	<b>Spuren im Gelände / kritische Hangneigung:</b>	Lokale frische und verwachsene Anrissnischen in Lockergestein und auf dem Fels, lokal unruhige Geländeformen Berücksichtigte kritische Hangneigung ca. 22°
<b>Lockergesteinsmächtigkeit [m]:</b>	variabel: flach- bis mittelgründig in Steilbereichen v.a. flachgründig	<b>Lokale Hangneigung:</b>	variabel: am Hangfuss geringer als 20°, im Hang des Walchwiler Berges bis über 45°

Einfluss der Förderfaktoren (AGN)

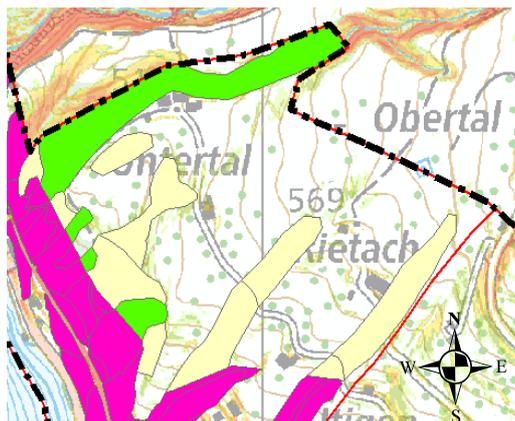
++ grosser, + kleiner, 0 kein Einfluss

<b>Geländeform:</b>	++	<b>oberflächennahe Durchlässigkeitskontraste:</b>	++	<b>Oberflächenbeschaffenheit / Landnutzung:</b>	+	<b>Anthropogene Einflüsse:</b>	0	<b>Hydrogeologie / Hydrologie</b>	++
---------------------	----	---	----	---	---	--------------------------------	---	-----------------------------------	----

**Begründung zur Bewertung:** Die teils beträchtliche Geländesteilheit in den Bachrunsen und den Hängen des Walchwiler Berges, die teils tief anstehenden Festgesteine, sowie die Durchlässigkeitskontraste im Festgestein spielen eine grosse Rolle. Hingegen ist die Landnutzung / Oberflächenbeschaffenheit hier von geringerer Bedeutung. Anthropogene Förderfaktoren bestehen kaum.

**Definition Anrisszenarien**

<b>Massgebender Prozess:</b>	Vor allem Hangmuren, in Hängen mit kleiner Ausdehnung aber auch Spontanrutschungen. Zudem kann lokal die Aktivität von unterliegenden permanenten Rutschungen / Kriechhängen auch die Hangmuren-Bildung lokal beeinflussen.		
<b>Ereignisfrequenz:</b>	<b>häufig</b> 30 Jahre	<b>selten</b> 100 Jahre	<b>sehr selten</b> 300 Jahre
<b>Auslösemechanismus:</b>	Niederschläge, Gelände-vernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion	Niederschläge, Gelände-vernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion	Niederschläge, Geländevernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion
<b>mobilisierbare Schicht, Mächtigkeit [m]:</b>	flachgründig (0 – 2 m)	flachgründig (0 – 2 m), in einigen Fällen knapp mittelgründig (2 – 10 m)	flachgründig (0 – 2 m), in einigen Fällen knapp mittelgründig (2 – 10 m)
<b>mobilisierbares Volumen total [m<sup>3</sup>]:</b>	variabel: wenige 10er m <sup>3</sup> bis einige 100 m <sup>3</sup>	variabel: einige 10er m <sup>3</sup> bis mehrere 1000 m <sup>3</sup>	variabel: wenige 100er m <sup>3</sup> bis gut 1000 m <sup>3</sup>
<b>max. Volumen einzelne Rutschung / Hangmure [m<sup>3</sup>]:</b>	wenige 10er m <sup>3</sup> bis einige 100 m <sup>3</sup>	einige 10er m <sup>3</sup> bis mehrere 1000 m <sup>3</sup>	wenige 100er m <sup>3</sup> bis gut 1000 m <sup>3</sup>
<b>berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten:</b>	keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden.	keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden.	keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden.
<b>berücksichtigte Wirkung von Schutzwald:</b>	ja	ja	ja
<b>Bemerkungen:</b>	<p>Hangmuren werden in der Regel als brutale Prozesse beurteilt. In Walchwil sind jedoch sehr oft nur geringmächtige und kleine Hangmuren zu erwarten – teils handelte es sich nur um Hautrutschungen.</p> <p>Unter diesen Gesichtspunkten wurde daher in Absprache mit dem Amt für Wald und Wild des Kantons Zug die kleinen Hangmuren im bearbeiteten Perimeter als „nicht brutale Prozesse“ eingestuft (Feld 6: blau, Felder 2 und 4: gelb). Grössere Hangmuren werde jedoch als "brutale Prozesse" eingestuft (Felder 2, 4 und 6 blau).</p> <p>Künstliche Böschungen werden im Rahmen der Gefahrenkarte nicht beurteilt (keine Naturgefahr).</p>		
<b>Extremereignis &gt;&gt; 300 Jahre:</b>	<p>In den besiedelten Gebieten ist in Walchwil in vielen Bereichen die natürliche Hangneigung sehr steil. Rein aufgrund der Hangneigung wären theoretisch Hangmuren möglich.</p> <p>Durch die Überbauungen wurden diese Gebiete aber „gesichert“. Eine Prozessauslösung kann bis zum 300-jährlichen Ereignis ausgeschlossen werden. In der Regel wurde jedoch aufgrund der generell schwierigen Beurteilung für ein Extremszenario (ohne Anzeichen von Bewegungen im Feld) eine Restgefährdung für das Extremereignis (gelb-weiss schraffiert in der Gefahrenkarte) ausgeschieden.</p>		

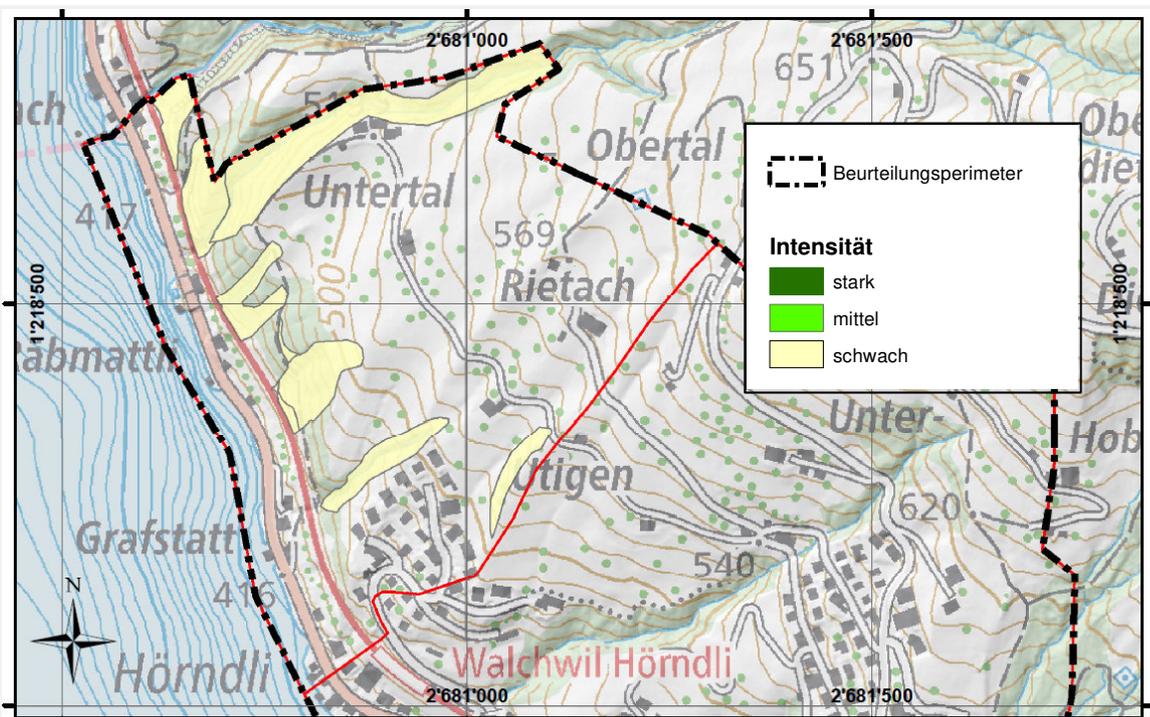


Links Prozessquellgebiet RS01 Rutsch\_Nord: Im Vergleich zur Version der 1. Erarbeitung der Gefahrenkarte konnte der Datensatz – abgesehen von Ergänzungen aufgrund der Perimetererweiterung im Gebiet Grindwäschibach und südlich davon – übernommen werden. Links im Bild ist der bisher ausgeschiedene Gefahrenbereich zwecks Visualisierung einheitlich in violetter Farbe abgebildet. Die neuen Gefahrenbereiche sind in gelber (schwache Intensität im 300-jährlichen Ereignis) und grüner Farbe (mittlere Intensität im 300-jährlichen Ereignis) abgebildet.

Wirkungsanalyse

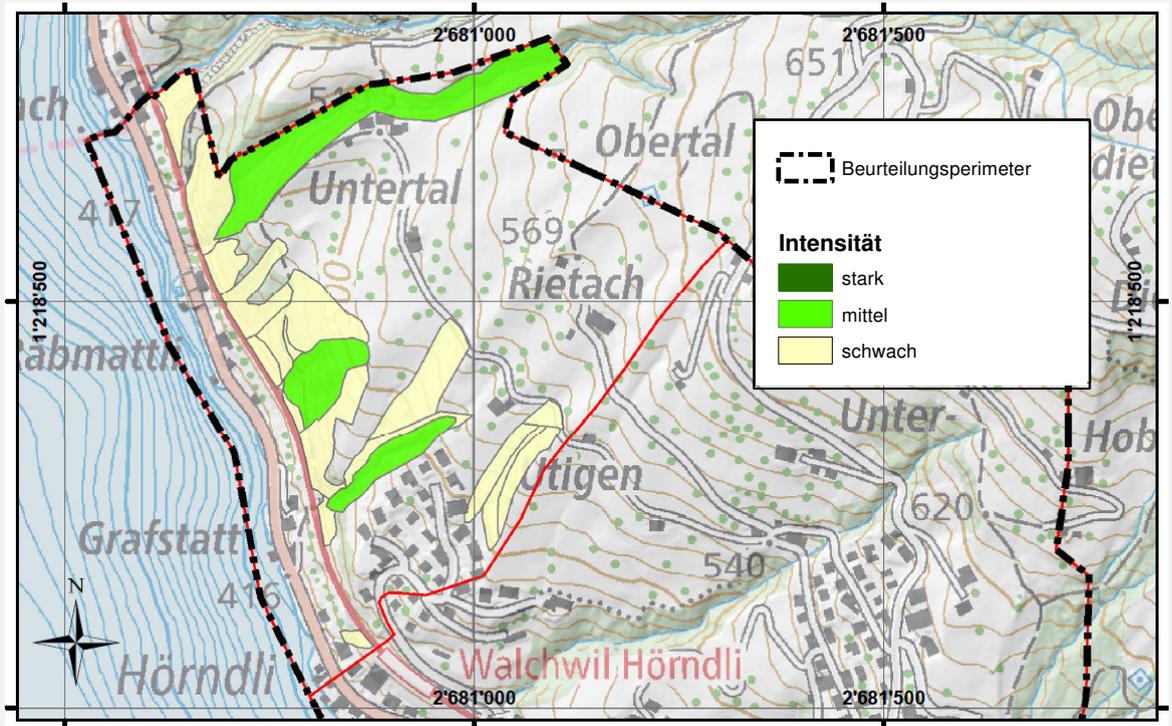
<p><b>Beurteilungsmethode, Modellannahmen, Umgang mit Modelloutputs:</b></p>	<p>Methode: BAFU, Schutz für Massenbewegungsgefahren, Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren, 2016.</p> <p>Die Auslaufbereiche wurden gutachterlich aufgrund der Geländemorphologie und (wo vorhanden) aufgrund Spuren von Ereignissen ermittelt.</p> <p>Die Rutschgefährdung wurde anhand des Ereigniskatasters, anhand der bestehenden Schutzbauten (nur Schutzwald) und anhand der kartierten Phänomene beurteilt. Vermessungsdaten lagen innerhalb des Perimeters keine vor.</p>
<p><b>Beschreibung Transit- und Ablagerungsbereich:</b></p>	<p>Bewaldete und gestufte Steilbereiche, Gehängeschutt und Moränenmaterial, Bachrunsen, SBB-Linie und Kantonsstrasse mit Gebäuden entlang der Kantonsstrasse.</p>
<p><b>Berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten / Schutzwald:</b></p>	<p>Die Schutzwirkung des aktuellen Waldes wurde berücksichtigt (generell stabilisierende Wirkung über die Verfestigung durch das Wurzelwerk). Schutzbauten gegen Rutschprozesse sind im Prozessquellgebiet nicht bekannt.</p>
<p><b>Auftretende Sekundärprozesse:</b></p>	<p>Spontane Rutschprozesse sind teils an permanente Rutschaktivität gekoppelt. Lokal können spontane Rutschprozesse (ebenfalls Windwurf) auch Steinschlag verursachen.</p>

Wirkungsraum häufiges Ereignis (0-30 Jahre):



Bemerkung: Keine Bemerkung.

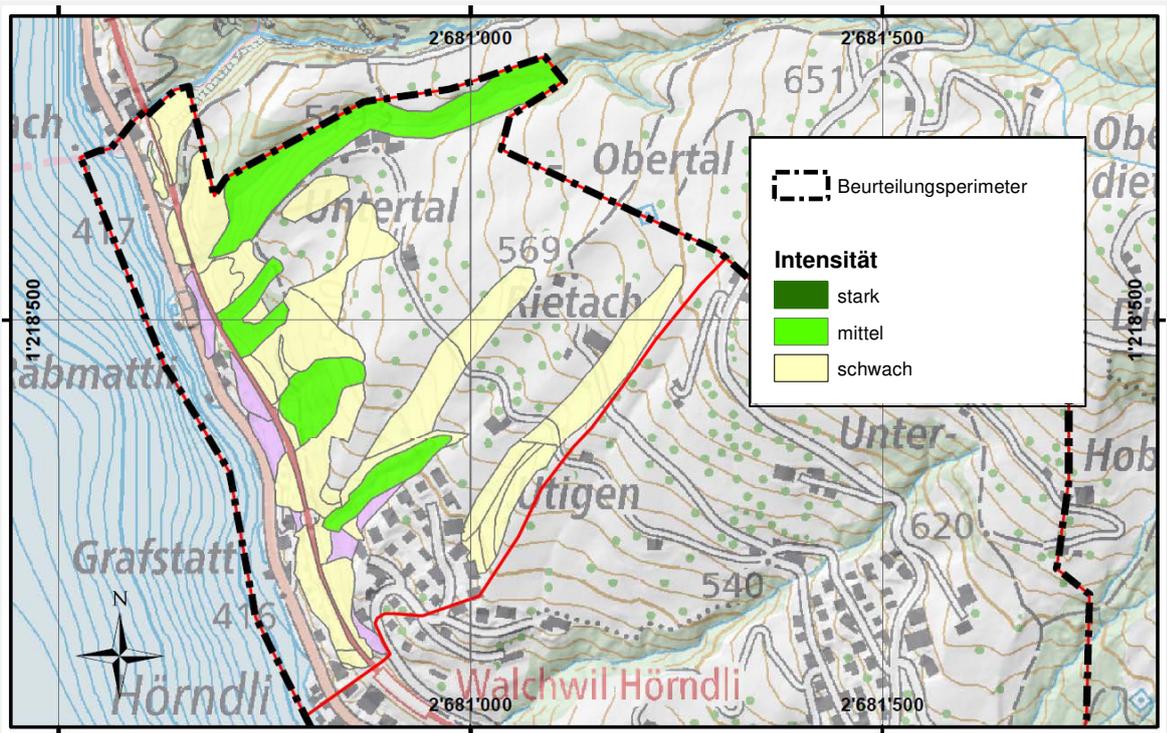
Wirkungsraum  
mittleres Ereignis  
(30-100 Jahre):



Bemerkung:

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen können spontane Rutschprozesse (aufgrund der Steilheit) auch Steinschlag verursachen (dies kann auch durch Windwurf geschehen).

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre):



Bemerkung:

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen können spontane Rutschprozesse (aufgrund der Steilheit) auch Steinschlag verursachen (dies kann auch durch Windwurf geschehen).

In den **violetten Flächen** ist nur im Extremereignis eine Einwirkung vorhanden.

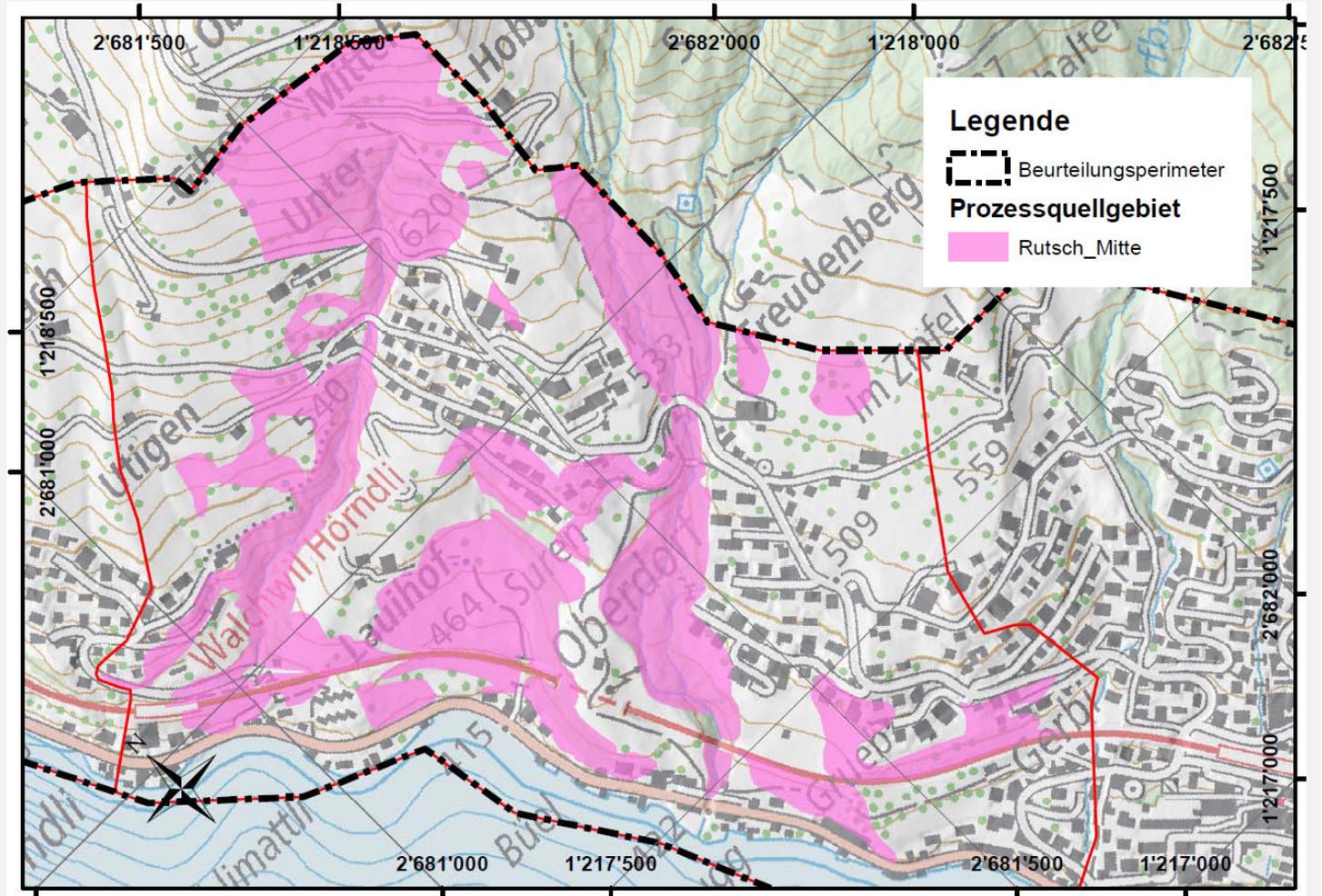
Extremereignis  
>> 300 Jahre

Vgl. **violette Flächen** in der Abbildung oben.

Prozessquelle:

Gemeinde:	<b>Walchwil</b>	Stand:	<b>November 2019</b>
Prozess:	<input checked="" type="checkbox"/> Primärprozess	<input type="checkbox"/> Sekundärprozess	Auftragnehmer Beurteilung:
	<input checked="" type="checkbox"/> Hangmuren	<input type="checkbox"/> Uferrutschungen	Bearbeiter/In:
	<input checked="" type="checkbox"/> Spontanrutschungen		GEOTEST AG, Horw
			S. Tobler, C. Fölmli

Situation:



Oben: Übersicht Prozessquellgebiet mit den prozessspezifischen Gefahrenbereichen.

Die Gemeinde Walchwil liegt am südwestexponierten Ufer des Zugersees. Von Norden her ist Walchwil via Oberwil bei Zug und von Süden her über Arth, Kanton Schwyz, erreichbar.

Der tiefste Punkt der Gemeinde bildet der Seesspiegel des Zugersees mit 413 m ü. M., der höchstgelegene Punkt liegt auf der Hagegg auf 1'204 m ü. M..

Im Prozessquellgebiet steigt das Gelände vom Zugersee nach Osten hin über Lauihof, Utigen, Freudenberg und Gibel an. Darüber steigt das Gelände weiter über den südwestexponierten Hang bis zur Verflachung Ölberg – Balisberg auf rund 950 m ü. M. an.

Nach Norden wird das Prozessquellgebiet vom Geländerücken Obertal – Utigen – Hörndli begrenzt, im Süden vom Geländerücken Gerbi – im Zipfel.

In seeufernähe finden sich lokal Schwemmmaterial der Gerinne aus dem Walchwilerberg, Moränenmaterial und Auffüllungen. Der Hang ist weiträumig geringmächtig von Lockergestein bedeckt, darunter folgt Festgestein. Das Einzugsgebiet des Brächenbaches ist als altes und grosses Rutschgebiet bekannt und entsprechend bereits in der Kartierung der Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug [3] erfasst.

Der Hang ist vor allem entlang der Bacheinhänge und einigen Steilbereichen bewaldet. Grössere Bereiche sind besiedelt.

Grundlagen:

Gutachten / Berichte / Karten / Interviews:

- [1] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005.
- [2] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil; Belop gmbh / GEOTEST AG; März 2006.
- [3] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug; Karte der Phänomene Rutschungs- und Sturzprozesse; Massstab 1:5'000, Ausschnitte B und C; Ausgabe 2003.

Bekannte Ereignisse:

keine

Ereignisdat.	StorMe Nr.	Beschreibung
1897	-	Rutschungen beim Bahnbau, Lokalitäten unklar, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
09.09.1934	-	Erdrutsch bei Grueb, Geleise 10 m breit verschüttet, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
13.05.1999	-	Erdbeben und Überschwemmungen bei Räämättli / Chlimättli, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
August 2005	2005-R-40/41/42/43/44/50/53	7 Erdbeben und Anrisse in den Gebieten Lauihof und Hobüel; Lokalität dokumentiert; aus Ereigniskataster (Ereignis1_ZG_20160718.xls).
2007	2007-R- 0002	Hangmure im Gebiet Mittel-Hobüel talseits von Gemeindestrasse. Ev. durch Leitungsversagen teils mitverursacht. Lokalität dokumentiert; aus Ereigniskataster (Ereignis1_ZG_20160718.xls).

Schutzbauten:

keine

Bez.	Typ	Zustand	Wirkung (Protect)	
			JA	NEIN
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

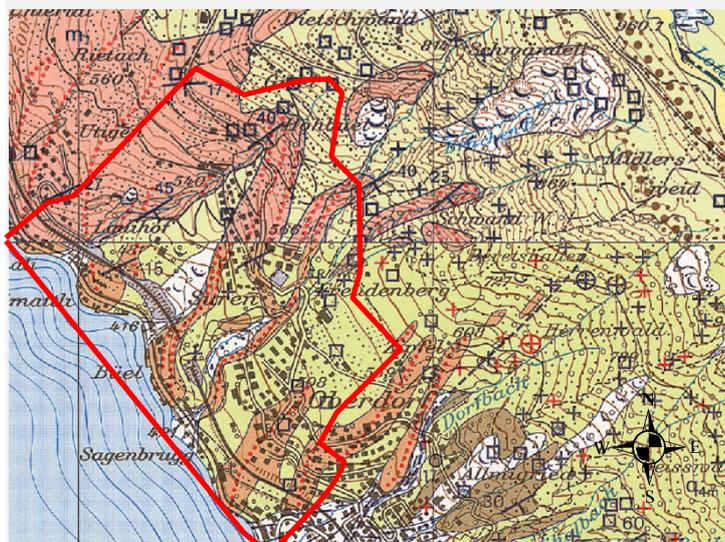
Überwachungen:

keine

Im Beurteilungssperimeter des Prozessquellgebietes sind keine Überwachungen bezüglich Spontanrutschungen / Hangmuren bekannt.

Geologie:

Im Gebiet Chlimättli – Büel – Sagenbrug – Gerbi und Hangwärts davon sind über weite Bereiche unter flachgründiger Lockergesteinsbedeckung Einheiten der Unteren Süsswassermolasse aufgeschlossen. Es handelt sich vorwiegend um mächtige Sandsteinlagen mit geringmächtigeren Mergel-Zwischenschichten. Vereinzelt treten auch Nagelfluhbänke auf (tertiäre „Granitische Molasse“), die unten in der Karte mit roten Punktlinien markiert sind. Die Schichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung mässig steil (ca. 15° – 35°) nach SSO bis S ein. Die härteren Sandsteine und Nagelfluhbänke bilden oft stabilere Rippen mit geringmächtiger Bedeckung, wogegen die weicheren Sandsteine und Mergel zurückwittern. Auf den Festgesteinen liegt in den höheren Bereichen Moränenmaterial von unterschiedlicher Mächtigkeit. Typisch für dieses Material ist der hohe Gehalt an eingebetteten, grossen



Nagelfluhblöcken aus dem Gebiet Rufiberg und Rossberg. Diese Blöcke sind während der Eiszeit in grosser Zahl mit Block- und Felsstürzen auf den Gletscher gestürzt, mit diesem Richtung Zug transportiert und an der Südwestflanke des Zugersees abgelagert worden. Entsprechend nimmt auch die Häufigkeit der Nagelfluhblöcke Richtung Norden hin deutlich ab. Im Einzugsgebiet des Brächenbaches befindet sich ein grosses, altes Rutschgebiet.

Links: Abbildung der Geologie im hier beschriebenen und mit rotem Rahmen markierten Prozessquellgebiet (aus [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch)):

Die rot eingefärbten Flächen m<sub>1</sub> entsprechen der „Granitischen Molasse“ mit Konglomeratbänken (Untere Süsswassermolasse), die grünen Flächen stellt die Moräne-Bedeckung der Würm-Vergletscherung dar.

Die vereinzelt eingezeichneten, dunklen Quadrate sind gefasste Quellen.

Spuren im Gelände:

Entlang der Gerinne (hier Hörndlibach und des Sagenbach) und Geländerunsen finden sich zahlreiche ältere und jüngere Anrisse von spontanen Rutschungen und Hangmuren, welche lokal von anstehendem Fels durchsetzt sind.

Aber auch im offenen Landwirtschaftsland ausserhalb der Runsen sind lokal Anzeichen von kleinen spontanen Rutschungen und Hangmuren erkennbar. Vereinzelt ist auch hier der Fels anstehend, was generell auf eine relativ flachgründige Lockergesteinsbedeckung hindeutet.

Die kartierten Spuren im Gelände sind in der Karte der Phänomene in der Gefahrenkarte Walchwil [1], des Zusatzperimeters SBB [2] und der Gefahrenhinweiskarte des Kt. Zug [3] dokumentiert und mit Kartierungen im Rahmen dieser Revision ergänzt worden (vgl. Abbildung unten Kapitel „Anrissgebiet“).

Hydrogeologie und Hydrologie:

Die gesamte etwa Nord-Süd ausgerichtete Erhebung des Walchwilerberges entwässert auf der Westflanke mit zahlreichen Bächen in den Zugersee. Im Prozessquellgebiet entwässern die Bäche (Hörndlibach, Sagenbach, Dorfbach) etwa von NNO nach SSW.

Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhohizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.

In den höher gelegenen Bereichen des Hörndlibaches sowie im Gebiet Oberdorf / Freudenberg zwischen dem Sagenbach und Dorfbach ist zudem jeweils ein Gewässerschutzbereich Au ausgeschieden (gem. Gewässerschutzkarte des Kt. Zug).

Bemerkungen

Während der Bearbeitung der Revision der hier vorliegenden Gefahrenkarte Walchwil startete der Doppelspurausbau der SBB zwischen dem Grindwäschibach und dem Dorf Walchwil.

Die projektierten Böschungsabträge, Böschungssicherungen und Dammschüttungen, welche sich aufgrund der Trasseverbreiterungen ergeben, **sind in der hier vorliegenden Beurteilung der Sturz- und Rutschprozesse nicht berücksichtigt**. Diese Beurteilung kann erst nach Abschluss der Arbeiten vor Ort erfolgen. Einzig anhand der Projektpläne ist es zu unsicher, ob eine Gefährdung komplett eliminiert ist, oder ob von weiter oben nach wie vor Sturz- oder Rutschmaterial bis zum Trasseebereich gelangen können.

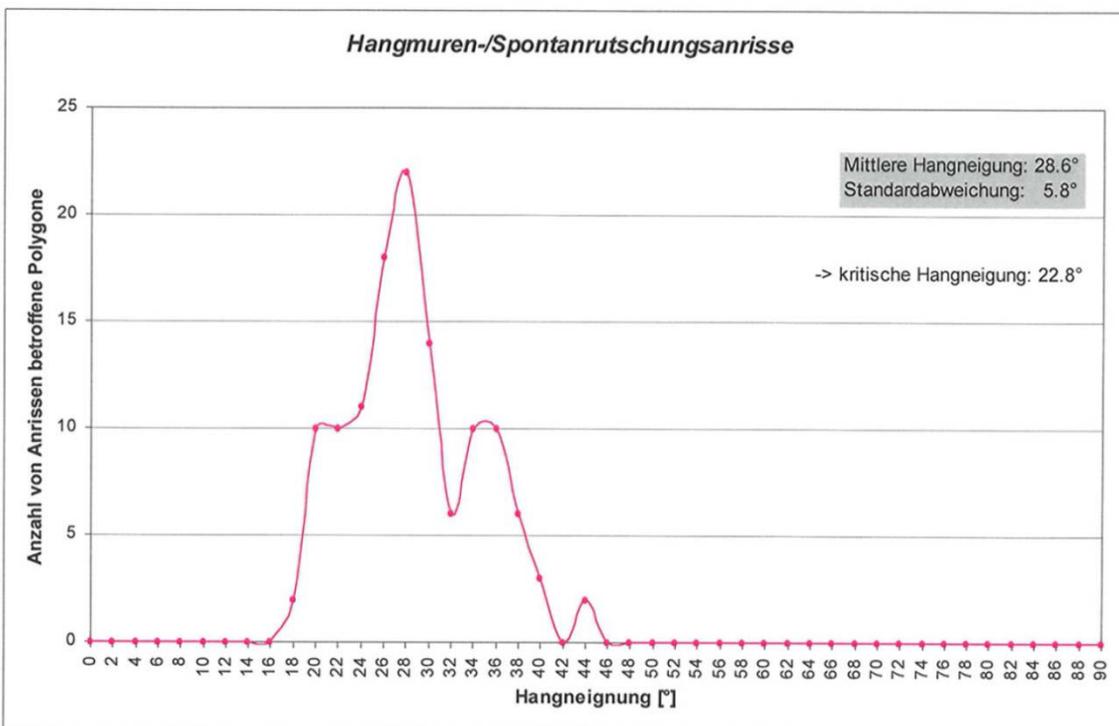
Die Ausdehnung und Intensitäten der Gefahrengelände für spontane Rutschprozesse (Hangmuren und Spontanrutschungen) im hier beschriebenen Prozessquellgebiet konnte im Rahmen der vorliegenden 1. Revision (dieses Dokument, September 2019) aus den Originaldossiers [1] über weite Bereiche übernommen werden.

Es gab in diesem Prozessquellgebiet Ergänzungen von neuen Gefahrenflächen im neu zu kartierenden Perimeter – d.h. im Gebiet Hobüel. Gelöscht wurden Gefahrenbereiche in neu überbauten Gebieten und im Bereich der im Hang neu erstellten Gemeindestrasse (vgl. Abbildung auf Seite 5).

Aus den Hängen, in welchen Spontane Rutschprozesse auftreten können, ist bei genügender Steilheit möglich, dass im Ereignisfall kleinere Steine mobilisiert werden. Dies kann auch bei Windwurf geschehen.

Anhang

- Geologisch-hydrologisches Model mit Hangprofilen
- Geologische Untergrundmodelle
- Bohrungen
- Modelloutput
  - Andere: - Karte der Phänomene aus Dossier Ersterarbeitung Gefahrenkarte Walchwil [1], ergänzt mit der Karte der Phänomene aus GK SBB Oberwil-Walchwil [2] und der GHK Zug [3] sowie mit Ergänzungen der aufgrund Feldkartierungen während dieser Revision 2019.



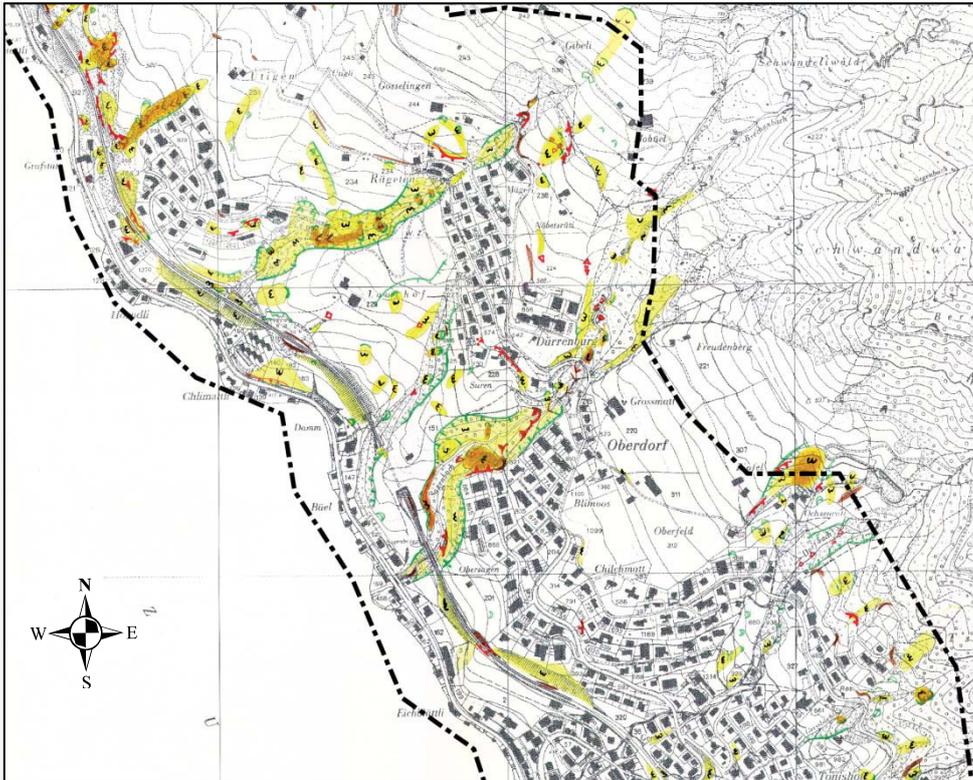
Links: Auswertung von Spontanrutschungs- und Hangmuren anrissen im relevanten Einzugsgebiet des Perimeters Gefahrenkarte Walchwil zur Bestimmung der kritischen Hangneigung (Quelle: [1] Gefahrenkarte Walchwil (Ersterarbeitung): GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005; Anhang 5.8)

Anrissgebiet

Beschreibung

Art und Ausdehnung (l x h) des Anrissgebiets: Siehe Kapitel Prozessquelle, Wirkungsanalyse und Abbildung unten.

Koordinaten (X/Y):



Links: Ausschnitt Karte der Phänomene im Prozessquellgebiet Mitte;  
 Quelle: [1]: Gefahrenkarte Walchwil: Belop gmbh / Geotest AG; 2005, ergänzt mit aktueller Feldkartierung im Ergänzungsperimeter im Rahmen dieser Revision 2019.

Legende:  
 Vgl. Beilage 2.1 von dem hier zugehörnden technischen Bericht.

Disposition

Grunddisposition

<b>Lockgesteinsbeschaffenheit:</b>	Verwitterungsschutt des Festgesteins, (teils verschwemmte) Moränenbedeckung, Bachschutt in Gräben Runsen und Schüttungsbereichen der Mündung (seenähe)	<b>Spuren im Gelände / kritische Hangneigung:</b>	Lokale frische und verwachsene Anrissnischen in Lockergestein und auf dem Fels, lokal unruhige Geländeformen Berücksichtigte kritische Hangneigung ca. 22°
<b>Lockergesteinsmächtigkeit [m]:</b>	variabel: flach- bis mittelgründig in Steilbereichen v.a. flachgründig	<b>Lokale Hangneigung:</b>	variabel: am Hangfuss geringer als 20°, im Hang des Walchwiler Berges bis über 45°

Einfluss der Förderfaktoren (AGN)

++ grosser, + kleiner, 0 kein Einfluss

<b>Geländeform:</b>	++	<b>oberflächennahe Durchlässigkeitskontraste:</b>	++	<b>Oberflächenbeschaffenheit / Landnutzung:</b>	+	<b>Anthropogene Einflüsse:</b>	0	<b>Hydrogeologie / Hydrologie</b>	++
---------------------	----	---	----	---	---	--------------------------------	---	-----------------------------------	----

**Begründung zur Bewertung:** Die teils beträchtliche Geländesteilheit in den Bachrunsen und den Hängen des Walchwiler Berges, die teils untief anstehenden Festgesteine, sowie die Durchlässigkeitskontraste im Festgestein spielen eine grosse Rolle. Hingegen ist die Landnutzung / Oberflächenbeschaffenheit hier von geringerer Bedeutung. Anthropogene Förderfaktoren bestehen kaum.

**Definition Anrisszenarien**

**Massgebender Prozess:** Vor allem Hangmuren, in Hängen mit kleiner Ausdehnung aber auch Spontanrutschungen. Zudem kann lokal die Aktivität von unterliegenden permanenten Rutschungen / Kriechhängen auch die Hangmuren-Bildung lokal beeinflussen.

**Ereignisfrequenz:** **häufig** 30 Jahre **selten** 100 Jahre **sehr selten** 300 Jahre

**Auslösemechanismus:** **häufig:** Niederschläge, Gelände-vernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion **selten:** Niederschläge, Gelände-vernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion **sehr selten:** Niederschläge, Gelände-vernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion

**mobilisierbare Schicht, Mächtigkeit [m]:** **häufig:** flachgründig (0 – 2 m) **selten:** flachgründig (0 – 2 m), in einigen Fällen knapp mittelgründig (2 – 10 m) **sehr selten:** flachgründig (0 – 2 m), in einigen Fällen knapp mittelgründig (2 – 10 m)

**mobilisierbares Volumen total [m³]:** **häufig:** variabel: wenige 10er m³ bis einige 100 m³ **selten:** variabel: einige 10er m³ bis mehrere 1000 m³ **sehr selten:** variabel: wenige 100er m³ bis gut 1000 m³

**max. Volumen einzelne Rutschung / Hangmure [m³]:** **häufig:** wenige 10er m³ bis einige 100 m³ **selten:** einige 10er m³ bis mehrere 1000 m³ **sehr selten:** wenige 100er m³ bis gut 1000 m³

**berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten:** **häufig:** keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden **selten:** keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden **sehr selten:** keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden

**berücksichtigte Wirkung von Schutzwald:** **häufig:** ja **selten:** ja **sehr selten:** ja

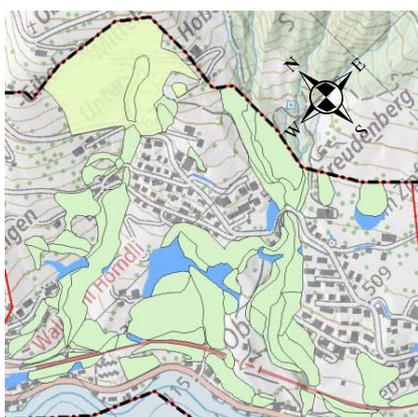
**Bemerkungen:** Hangmuren werden in der Regel als brutale Prozesse beurteilt. In Walchwil sind jedoch sehr oft nur geringmächtige und kleine Hangmuren zu erwarten – teils handelte es sich nur um Hautrutschungen. Unter diesen Gesichtspunkten wurde daher in Absprache mit dem Amt für Wald und Wild des Kantons Zug die kleinen Hangmuren im bearbeiteten Perimeter als „nicht brutale Prozesse“ eingestuft (Feld 6: blau, Felder 2 und 4: gelb). Grössere Hangmuren werden jedoch als "brutale Prozesse" eingestuft (Felder 2, 4 und 6 blau). Künstliche Böschungen werden im Rahmen der Gefahrenkarte nicht beurteilt (keine Naturgefahr).

**Extremereignis >> 300 Jahre:** In den besiedelten Gebieten ist in Walchwil in vielen Bereichen die natürliche Hangneigung sehr steil. Rein aufgrund der Hangneigung wären theoretisch Hangmuren möglich. Durch die Überbauungen wurden diese Gebiete aber „gesichert“. Eine Prozessauslösung kann bis zum 300-jährlichen Ereignis ausgeschlossen werden. In der Regel wurde jedoch aufgrund der generell schwierigen Beurteilung für ein Extremszenario (ohne Anzeichen von Bewegungen im Feld) eine Restgefährdung für das Extremereignis (gelb-weiss schraffiert in der Gefahrenkarte) ausgeschieden.



Links Prozessquellgebiet RS02 Rutsch\_Mitte: Im Vergleich zur Version der 1. Erarbeitung der Gefahrenkarte konnte der Datensatz über weite Bereiche übernommen werden.

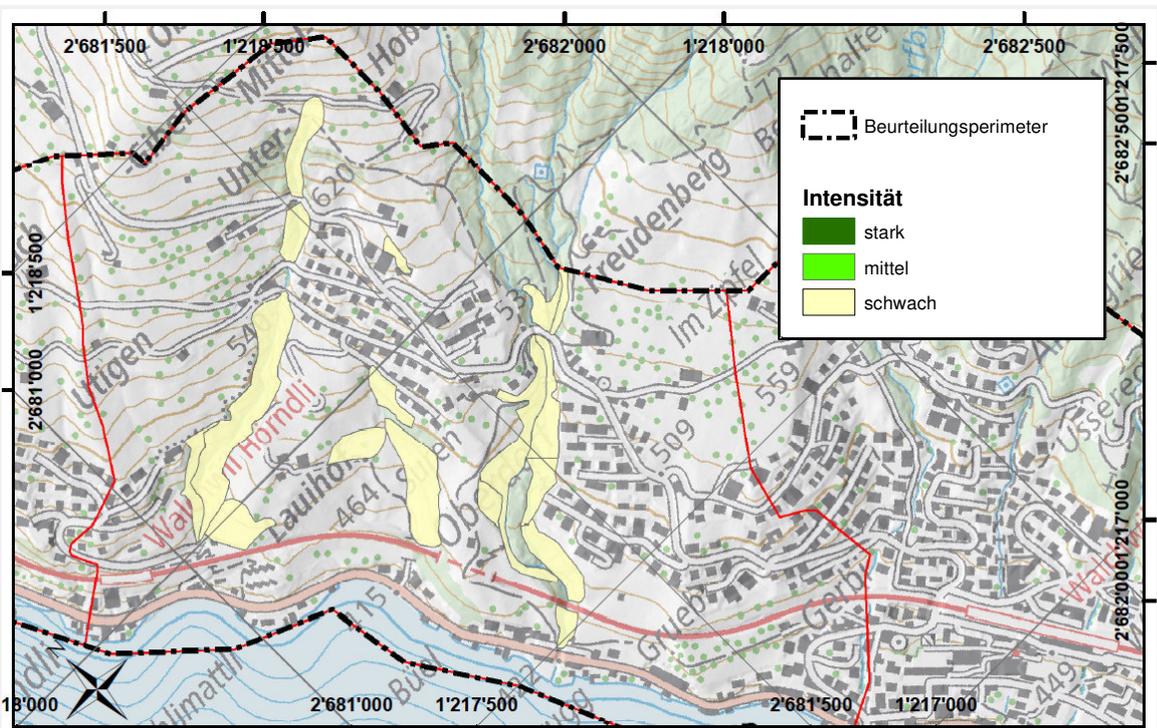
- Ergänzungen gab es aufgrund der Perimetererweiterung im Gebiet Hobüel. Die Ergänzungen sind links im Bild violett eingefärbt.
- Gefährdungen wurden reduziert einerseits aufgrund von neueren Überbauungen (Eliminierung Gefahrenquellen), andererseits aufgrund des Neubaus der neuen Gemeindestrasse im zentralen Hangbereich, wodurch der Hang entwässert und stabilisiert wird. Die eliminierten Gefahrengelände sind in der Abbildung unten blau eingefärbt.



Wirkungsanalyse

<b>Beurteilungsmethode, Modellannahmen, Umgang mit Modelloutputs:</b>	Methode: BAFU, Schutz für Massenbewegungsgefahren, Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren, 2016.
<b>Beschreibung Transit- und Ablagerungsbereich:</b>	Die Auslaufbereiche wurden gutachterlich aufgrund der Geländemorphologie und (wo vorhanden) aufgrund Spuren von Ereignissen ermittelt.
<b>Berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten / Schutzwald:</b>	Die Rutschgefährdung wurde anhand des Ereigniskatasters, anhand der bestehenden Schutzbauten (nur Schutzwald) und anhand der kartierten Phänomene beurteilt. Vermessungsdaten lagen innerhalb des Perimeters keine vor.
<b>Auftretende Sekundärprozesse:</b>	Die Auslaufbereiche wurden gutachterlich aufgrund der Geländemorphologie und (wo vorhanden) aufgrund Spuren von Ereignissen ermittelt.
<b>Beschreibung Transit- und Ablagerungsbereich:</b>	Die Rutschgefährdung wurde anhand des Ereigniskatasters, anhand der bestehenden Schutzbauten (nur Schutzwald) und anhand der kartierten Phänomene beurteilt. Vermessungsdaten lagen innerhalb des Perimeters keine vor.
<b>Wirkungsraum häufiges Ereignis (0-30 Jahre):</b>	Die Rutschgefährdung wurde anhand des Ereigniskatasters, anhand der bestehenden Schutzbauten (nur Schutzwald) und anhand der kartierten Phänomene beurteilt. Vermessungsdaten lagen innerhalb des Perimeters keine vor.
<b>Auftretende Sekundärprozesse:</b>	Spontane Rutschprozesse sind teils an permanente Rutschaktivität gekoppelt. Lokal können spontane Rutschprozesse (ebenfalls Windwurf) auch Steinschlag verursachen.

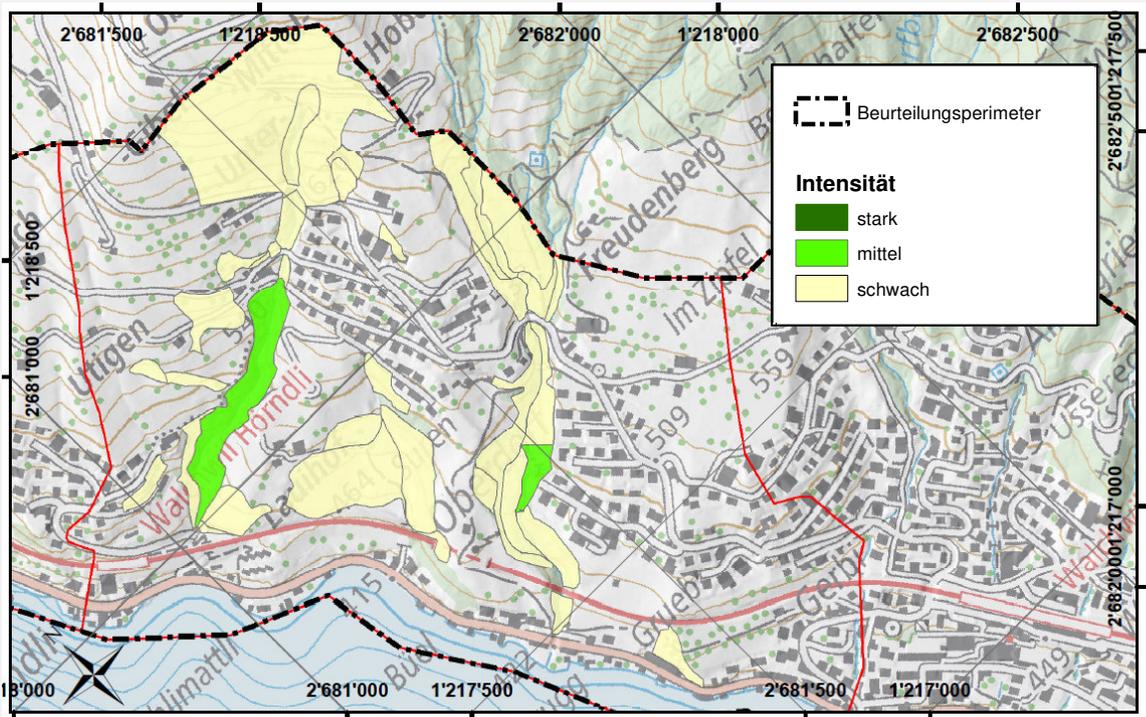
Wirkungsraum häufiges Ereignis (0-30 Jahre):



Bemerkung:

Keine Bemerkung.

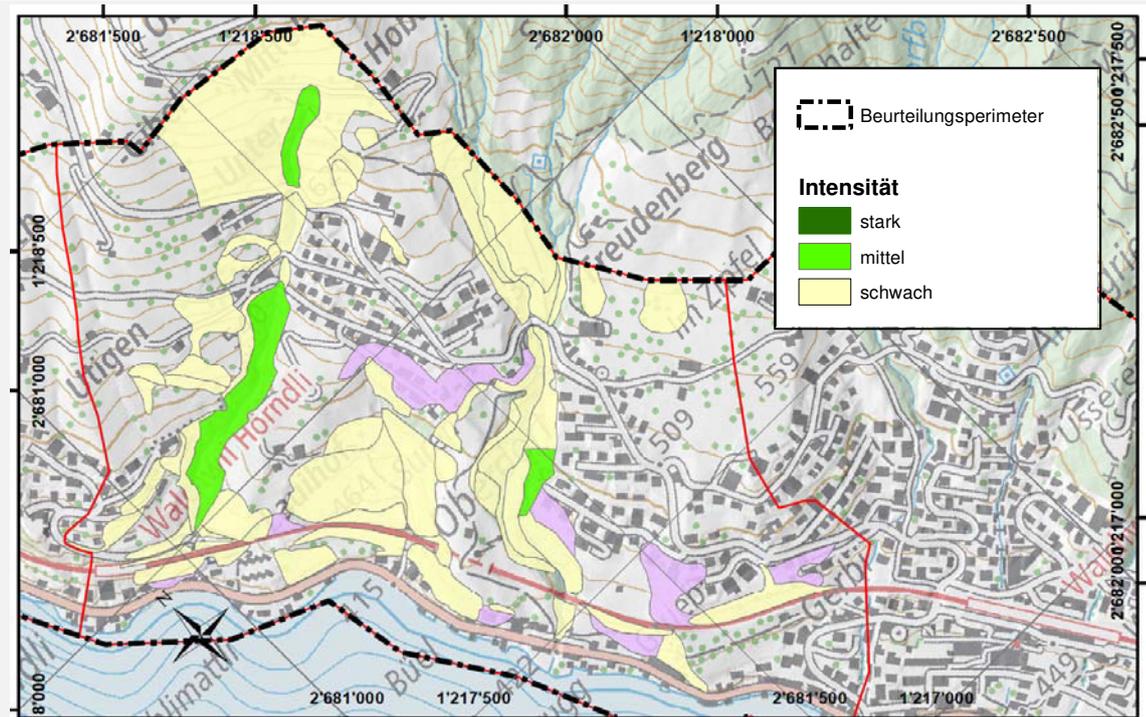
Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(30-100 Jahre):



Bemerkung:

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen können spontane Rutschprozesse (aufgrund der Steilheit) auch Steinschlag verursachen (dies kann auch durch Windwurf geschehen).

Wirkungsraum  
sehr seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre):



Bemerkung:

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen können spontane Rutschprozesse (aufgrund der Steilheit) auch Steinschlag verursachen (dies kann auch durch Windwurf geschehen).

In den **violetten Flächen** ist nur im Extremereignis eine Einwirkung vorhanden.

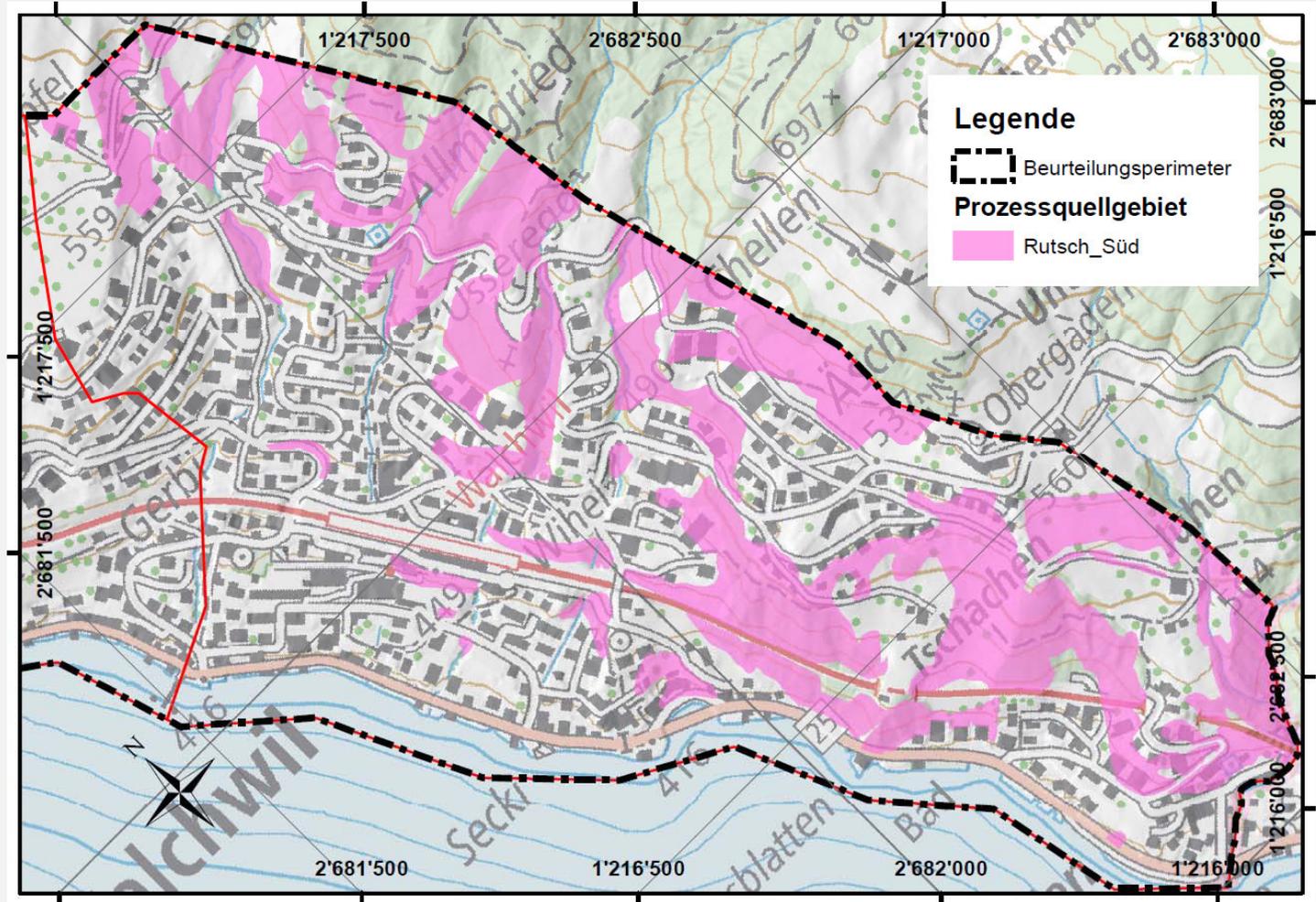
Extremereignis  
>> 300 Jahre:

Vgl. **violette Flächen** in der Abbildung oben.

Prozessquelle:

Gemeinde:	<b>Walchwil</b>	Stand:	<b>November 2019</b>
Prozess:	<input checked="" type="checkbox"/> Primärprozess	<input type="checkbox"/> Sekundärprozess	Auftragnehmer Beurteilung: GEOTEST AG, Horw
	<input checked="" type="checkbox"/> Hangmuren <input checked="" type="checkbox"/> Spontanrutschungen	<input type="checkbox"/> Uferrutschungen	Bearbeiter/In: S. Tobler, C. Fölmli

Situation:



Oben: Übersicht Prozessquellgebiet mit den prozessspezifischen Gefahrenbereichen.

Die Gemeinde Walchwil liegt am südwestexponierten Ufer des Zugersees. Von Norden her ist Walchwil via Oberwil bei Zug und von Süden her über Arth, Kanton Schwyz, erreichbar.

Der tiefste Punkt der Gemeinde bildet der Seespiegel des Zugersees mit 413 m ü. M., der höchstgelegene Punkt liegt auf der Hagegg auf 1'204 m ü. M..

Im Prozessquellgebiet steigt das Gelände vom Zugersee nach Nordosten hin über Tschachen und Wihel an. Darüber steigt das Gelände weiter über den südwestexponierten Hang bis zur Verflachung Balisbert – Obersüren - Chatzenberg auf rund 940 m ü. M. an.

Nach Norden wird das Prozessquellgebiet vom Geländerücken Gerbi – Zipfel begrenzt, nach Süden vom Rufibach.

In seeufernähe finden sich lokal Schwemmmaterial der Gerinne aus dem Walchwilerberg, Moränenmaterial und Auffüllungen. Der Hang ist weiträumig geringmächtig von Lockergestein bedeckt, darunter folgt Festgestein.

Ein grosser Bereich des Prozessquellgebietes ist besiedelt und überbaut. Entlang der Bacheinhänge und nach Süden hin in ausgeprägten Steilstufen ist der Hang aber oft bewaldet.

**Grundlagen:**

**Gutachten / Berichte / Karten / Interviews:**

- [1] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005.
- [2] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil; Belop gmbh / GEOTEST AG; März 2006.
- [3] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug; Karte der Phänomene Rutschungs- und Sturzprozesse; Massstab 1:5'000, Ausschnitte B und C; Ausgabe 2003.

**Bekannte Ereignisse:**

keine

Ereignisdat.	StorMe Nr.	Beschreibung
1897	-	Rutschungen beim Bahnbau, Lokalitäten unklar, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
09.09.1934	-	Erdrutsch im Gebiet des Seckibaches, aus Kataster SBB (Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil).
1982	1982-R-0001	Lokalität nicht ganz klar, aus Ereigniskataster (Ereigkat1_ZG_20160718.xls).
Juni 2004	-	Rutsch auf Strasse beim Dorfbach, aus Dossier Ersterarbeitung GK Walchwil (Revierförster K. Hürlimann).
August 2005	2005-R-0038 2005-R-0051	2 Rutschereignisse im Gebiet Chellen / Äsch; Lokalität dokumentiert; aus Ereigniskataster (Ereigkat1_ZG_20160718.xls).
August 2005	-	Rutschung in Bahndamm bei der Ruffibachbrücke. Ereignislokalität klar. Dokumentation Schubiger und GEOTEST AG.
2010	2010-R- 0003	1 Rutschung. Lokalität dokumentiert; aus Ereigniskataster (Ereigkat1_ZG_20160718.xls).

**Schutzbauten:**

keine

Bez.	Typ	Zustand	Wirkung (Protect)	
			JA	NEIN
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Überwachungen:**

keine

Im Beurteilungsperimeter des Prozessquellgebietes sind keine Überwachungen bezüglich Spontanrutschungen / Hangmuren bekannt.

**Geologie:**

In diesem Prozessquellgebiet sind über weite Bereiche unter flachgründiger Lockergesteinsbedeckung Einheiten der Unteren Süsswassermolasse aufgeschlossen. Es handelt sich um mächtige Sandsteinlagen mit geringmächtigeren Mergel-Zwischenschichten (tertiäre „Granitische Molasse“ im Norden und „Grindelegg-Serie“ im Süden). Vereinzelt treten auch Nagelfluhbänke auf, die unten in der Karte mit roten Punktlinien markiert sind.



Die Schichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung mässig steil (ca. 15° – 35°) nach SSO bis S ein. Die härteren Sandsteine und Nagelfluhbänke bilden oft stabilere Rippen mit geringmächtiger Bedeckung, wogegen die weicheren Sandsteine und Mergel zurückwittern. Auf den Festgesteinen liegt in den höheren Bereichen Moränenmaterial on unterschiedlicher Mächtigkeit. Typisch für dieses Material ist der hohe Gehalt an eingebetteten, grossen Nagelfluhblöcken aus dem Gebiet Ruffiberg und Rossberg. Diese Blöcke sind während der Eiszeit in grosser Zahl mit Block- und Felsstürzen auf den Gletscher gestürzt, mit diesem Richtung Zug transportiert und an der Südwestflanke des Zugersees abgelagert worden. Entsprechend nimmt auch die Häufigkeit der Nagelfluhblöcke Richtung Norden hin deutlich ab.

Links: Abbildung der Geologie im hier beschriebenen und mit rotem Rahmen markierten Prozessquellgebiet (aus [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch)):

Die rot eingefärbten Flächen entsprechen der „Granitischen Molasse“ mit Konglomeratbänken, die braunen Flächen entsprechen der „Grindelegg-Serie“ mit Konglomeratbänken (beide Untere Süsswassermolasse), die grünen Flächen stellt die Moräne-Bedeckung der Würm-Vergletscherung dar.

Die vereinzelt eingezeichneten, dunklen Quadrate sind gefasste Quellen.

**Spuren im Gelände:**

Entlang der Gerinne (hier v.a. Dorfbach, Wihelbach und Seckibach) und Geländemulden finden sich zahlreiche ältere und jüngere Anrisse von spontanen Rutschungen und Hangmuren. Aufgrund der starken Bebauung in diesem Prozessquellgebiet sind Phänomene im Siedlungsgebiet nur noch wenig ersichtlich.

Im offenen Landwirtschaftsland oder in den bewaldeten Steilstufen sind aber nach wie vor Anzeichen von spontanen Rutschungen und Hangmuren erkennbar. Der lokal oberflächlich anstehende Fels deutet generell auf eine eher flachgründige Lockergesteinsbedeckung hin.

Die kartierten Spuren im Gelände sind in der Karte der Phänomene in der Gefahrenkarte Walchwil [1], des Zusatzperimeters SBB [2] und der Gefahrenhinweiskarte des Kt. Zug [3] dokumentiert und mit Kartierungen im Rahmen dieser Revision ergänzt worden (vgl. Abbildung unten Kapitel „Anrissgebiet“).

**Hydrogeologie und Hydrologie:**

Die gesamte etwa Nord-Süd ausgerichtete Erhebung des Walchwilerberges entwässert auf der Westflanke mit zahlreichen Bächen in den Zugersee.

Im Prozessquellgebiet entwässern die Bäche (Dorfbach, Wihelbach, Seckibach, Rufibach) etwa von NNO nach SSW.

Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhohizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.

Im Gebiete Oberdorf / Freudenberg zwischen dem Sagenbach und Dorfbach sowie im Süden im weiteren Einzugsgebiet des Rufibaches und ist zudem jeweils ein Gewässerschutzbereich Au ausgeschieden (gem. Gewässerschutzkarte des Kantons Zug).

**Bemerkungen:**

Während der Bearbeitung der Revision der hier vorliegenden Gefahrenkarte Walchwil startete der Doppelspurausbau der SBB zwischen dem Grindwäschibach und dem Dorf Walchwil. Die projektierten Böschungsabträge, Böschungssicherungen und Dammschüttungen, welche sich aufgrund der Trasseverbreiterungen ergeben, **sind in der hier vorliegenden Beurteilung der Sturz- und Rutschprozesse nicht berücksichtigt**. Diese Beurteilung kann erst nach Abschluss der Arbeiten vor Ort erfolgen. Einzig anhand der Projektpläne ist es zu unsicher, ob eine Gefährdung komplett eliminiert ist, oder ob von weiter oben nach wie vor Sturz- oder Rutschmaterial bis zum Trasseebereich gelangen können.

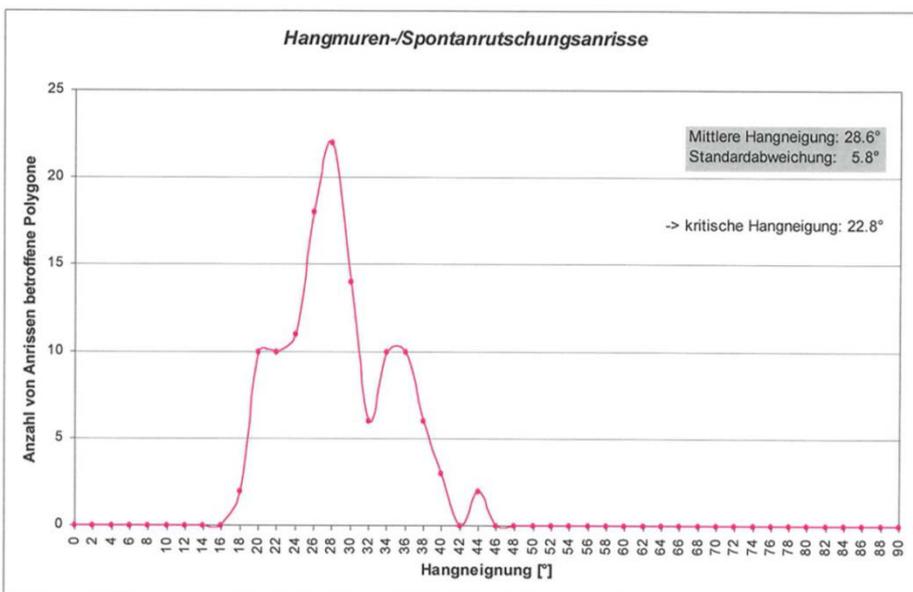
Die Ausdehnung und Intensitäten der Gefahrengelände für spontane Rutschprozesse (Hangmuren und Spontanrutschungen) im hier beschriebenen Prozessquellgebiet konnte im Rahmen der vorliegenden 1. Revision (dieses Dokument, September 2019) aus den Originaldossiers [1] über weite Bereiche übernommen werden.

Es wurden aber einige Gefahrenbereiche in neu überbauten Gebieten entfernt, da mit der Überbauung die Gefahrenquelle eliminiert ist (vgl. Abbildung auf Seite 5).

Aus den Hängen, in welchen Spontane Rutschprozesse auftreten können, ist bei genügender Steilheit möglich, dass im Ereignisfall kleinere Steine mobilisiert werden. Dies kann auch bei Windwurf geschehen.

**Anhang:**

- Geologisch-hydrologisches Model mit Hangprofilen
- Geologische Untergrundmodelle
- Bohrungen
- Modelloutput
  - Andere: - Karte der Phänomene aus Dossier Ersterarbeitung Gefahrenkarte Walchwil [1], ergänzt mit der Karte der Phänomene aus GK SBB Oberwil-Walchwil [2] und der GHK Zug [3] sowie mit Ergänzungen der aufgrund Feldkartierungen während dieser Revision 2019.



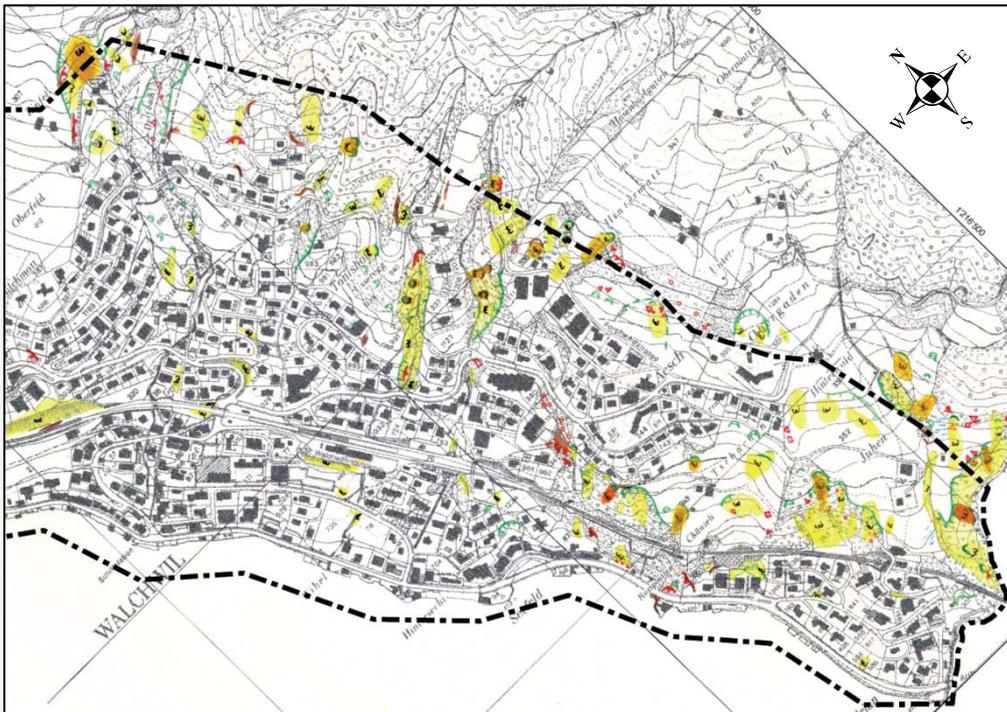
Links: Auswertung von Spontanrutschungs- und Hangmuren anrissen im relevanten Einzugsgebiet des Perimeters Gefahrenkarte Walchwil zur Bestimmung der kritischen Hangneigung (Quelle: [1] Gefahrenkarte Walchwil (Ersterarbeitung): GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005; Anhang 5.8)

Anrissgebiet

Beschreibung

Art und Ausdehnung (l x h) des Anrissgebiets: Siehe Kapitel Prozessquelle, Wirkungsanalyse und Abbildung unten.

Koordinaten (X/Y):



Links: Ausschnitt Karte der Phänomene im Prozessquellgebiet Süd;  
Quelle; [1]: Gefahrenkarte Walchwil: Belop gmbh / Geotest AG; 2005, ergänzt mit aktueller Feldkartierung im Ergänzungsperimeter im Rahmen dieser Revision 2019.

Legende:  
Vgl. Beilage 2.1 von dem hier zugehörnden technischen Bericht.

Disposition

Grunddisposition

<b>Lockergesteinsbeschaffenheit:</b>	Verwitterungsschutt des Festgesteins, (teils verschwemmte) Moränenbedeckung, Bachschutt in Gräben Runsen und Schüttungsbereichen der Mündung (seenähe)	<b>Spuren im Gelände / kritische Hangneigung:</b>	Lokale frische und verwachsene Anrissnischen in Lockergestein und auf dem Fels, lokal unruhige Geländeformen Berücksichtigte kritische Hangneigung ca. 22°
<b>Lockergesteinsmächtigkeit [m]:</b>	variabel: flach- bis mittelgründig in Steilbereichen v.a. flachgründig	<b>lokale Hangneigung:</b>	variabel: am Hangfluss geringer als 20°, im Hang des Walchwiler Berges bis über 45°

Einfluss der Förderfaktoren (AGN)

++ grosser, + kleiner, 0 kein Einfluss

<b>Geländeform:</b>	++	<b>oberflächennahe Durchlässigkeitskontraste:</b>	++	<b>Oberflächenbeschaffenheit / Landnutzung:</b>	+	<b>Anthropogene Einflüsse:</b>	0	<b>Hydrogeologie / Hydrologie</b>	++
---------------------	----	---	----	---	---	--------------------------------	---	-----------------------------------	----

**Begründung zur Bewertung:** Die teils beträchtliche Geländesteilheit in den Bachrunsen und den Hängen des Walchwiler Berges, die teils tief anstehenden Festgesteine, sowie die Durchlässigkeitskontraste im Festgestein spielen eine grosse Rolle. Hingegen ist die Landnutzung / Oberflächenbeschaffenheit hier von geringerer Bedeutung. Anthropogene Förderfaktoren bestehen kaum.

**Definition Anrisszenarien**

**Massgebender Prozess:** Vor allem Hangmuren, in Hängen mit kleiner Ausdehnung aber auch Spontanrutschungen. Zudem kann lokal die Aktivität von unterliegenden permanenten Rutschungen / Kriechhängen auch die Hangmuren-Bildung lokal beeinflussen.

**Ereignisfrequenz:** **häufig** 30 Jahre **selten** 100 Jahre **sehr selten** 300 Jahre

**Auslösemechanismus:** **häufig:** Niederschläge, Gelände-vernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion **selten:** Niederschläge, Gelände-vernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion **sehr selten:** Niederschläge, Gelände-vernässungen, Quellhorizonte, permanente Rutschaktivität, Erosion

**mobilisierbare Schicht, Mächtigkeit [m]:** **häufig:** flachgründig (0 – 2 m) **selten:** flachgründig (0 – 2 m), in einigen Fällen knapp mittelgründig (2 – 10 m) **sehr selten:** flachgründig (0 – 2 m), in einigen Fällen knapp mittelgründig (2 – 10 m)

**mobilisierbares Volumen total [m³]:** **häufig:** variabel: wenige 10er m³ bis einige 100 m³ **selten:** variabel: einige 10er m³ bis mehrere 1000 m³ **sehr selten:** variabel: wenige 100er m³ bis gut 1000 m³

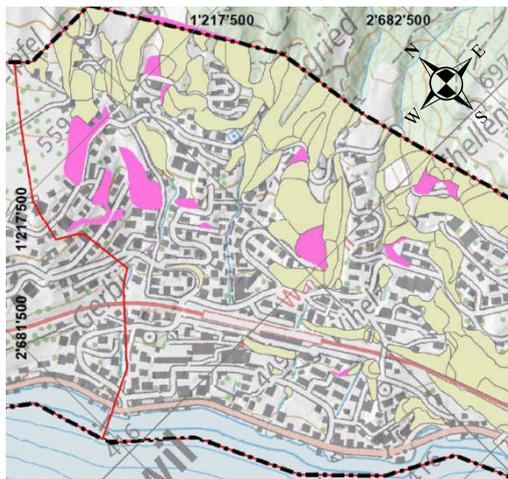
**max. Volumen einzelne Rutschung / Hangmure [m³]:** **häufig:** wenige 10er m³ bis einige 100 m³ **selten:** einige 10er m³ bis mehrere 1000 m³ **sehr selten:** wenige 100er m³ bis gut 1000 m³

**berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten:** **häufig:** Keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden. **selten:** Keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden. **sehr selten:** Keine Schutzbauten gegen spontane Rutschprozesse vorhanden.

**berücksichtigte Wirkung von Schutzwald:** **häufig:** ja **selten:** ja **sehr selten:** ja

**Bemerkungen:** Hangmuren werden in der Regel als brutale Prozesse beurteilt. In Walchwil sind jedoch sehr oft nur geringmächtige und kleine Hangmuren zu erwarten – teils handelte es sich nur um Hautrutschungen. Unter diesen Gesichtspunkten wurde daher in Absprache mit dem Amt für Wald und Wild des Kantons Zug die kleinen Hangmuren im bearbeiteten Perimeter als „nicht brutale Prozesse“ eingestuft (Feld 6: blau, Felder 2 und 4: gelb). Grössere Hangmuren werden jedoch als "brutale Prozesse" eingestuft (Felder 2, 4 und 6 blau). Künstliche Böschungen werden im Rahmen der Gefahrenkarte nicht beurteilt (keine Naturgefahr).

**Extremereignis >> 300 Jahre:** In den besiedelten Gebieten ist in Walchwil in vielen Bereichen die natürliche Hangneigung sehr steil. Rein aufgrund der Hangneigung wären theoretisch Hangmuren möglich. Durch die Überbauungen wurden diese Gebiete aber „gesichert“. Eine Prozessauslösung kann bis zum 300-jährlichen Ereignis ausgeschlossen werden. In der Regel wurde jedoch aufgrund der generell schwierigen Beurteilung für ein Extremszenario (ohne Anzeichen von Bewegungen im Feld) eine Restgefährdung für das Extremereignis (gelb-weiss schraffiert in der Gefahrenkarte) ausgeschieden.



Links Prozessquellgebiet RS03 Rutsch\_Süd: Im Vergleich zur Version der 1. Erarbeitung der Gefahrenkarte konnte der Datensatz über weite Bereiche übernommen werden.

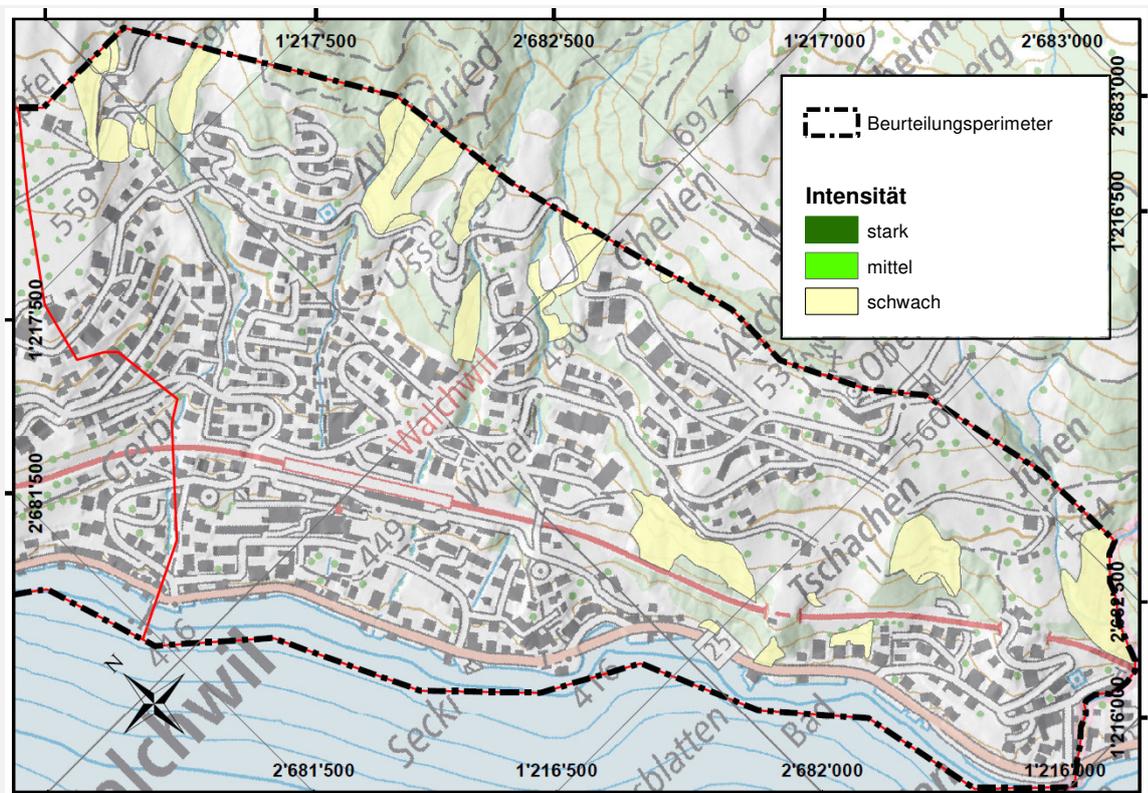
Es wurden aber einige Gefahrenbereiche aufgrund von neueren Überbauungen entfernt (Eliminierung Gefahrenquellen).

Die eliminierten Gefahrengebiete sind in der Abbildung links violett eingefärbt.

Wirkungsanalyse

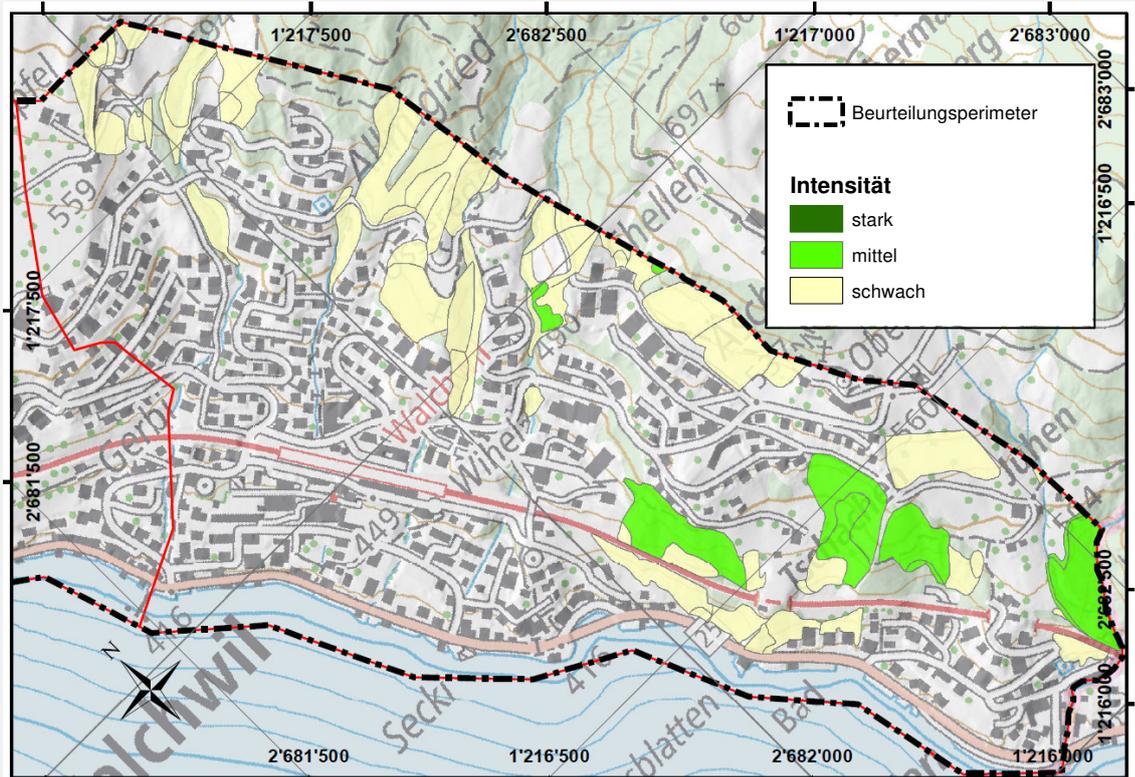
<b>Beurteilungsmethode, Modellannahmen, Umgang mit Modelloutputs:</b>	Methode: BAFU, Schutz für Massenbewegungsgefahren, Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren, 2016. Die Auslaufbereiche wurden gutachterlich aufgrund der Geländemorphologie und (wo vorhanden) aufgrund Spuren von Ereignissen ermittelt.
<b>Beschreibung Transit- und Ablagerungsbereich:</b>	Bewaldete und gestufte Steilbereiche, Gehängeschutt und Moränenmaterial, Bachrunsen, SBB-Linie und Kantonsstrasse mit Gebäuden entlang der Kantonsstrasse.
<b>Berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten / Schutzwald:</b>	Die Schutzwirkung des aktuellen Waldes wurde berücksichtigt (generell stabilisierende Wirkung über die Verfestigung durch das Wurzelwerk). Schutzbauten gegen Rutschprozesse sind im Prozessquellgebiet nicht bekannt.
<b>Auftretende Sekundärprozesse:</b>	Spontane Rutschprozesse sind teils an permanente Rutschaktivität gekoppelt. Lokal können spontane Rutschprozesse (ebenfalls Windwurf) auch Steinschlag verursachen.

Wirkungsraum häufiges Ereignis (0-30 Jahre):



Bemerkung: Keine Bemerkung.

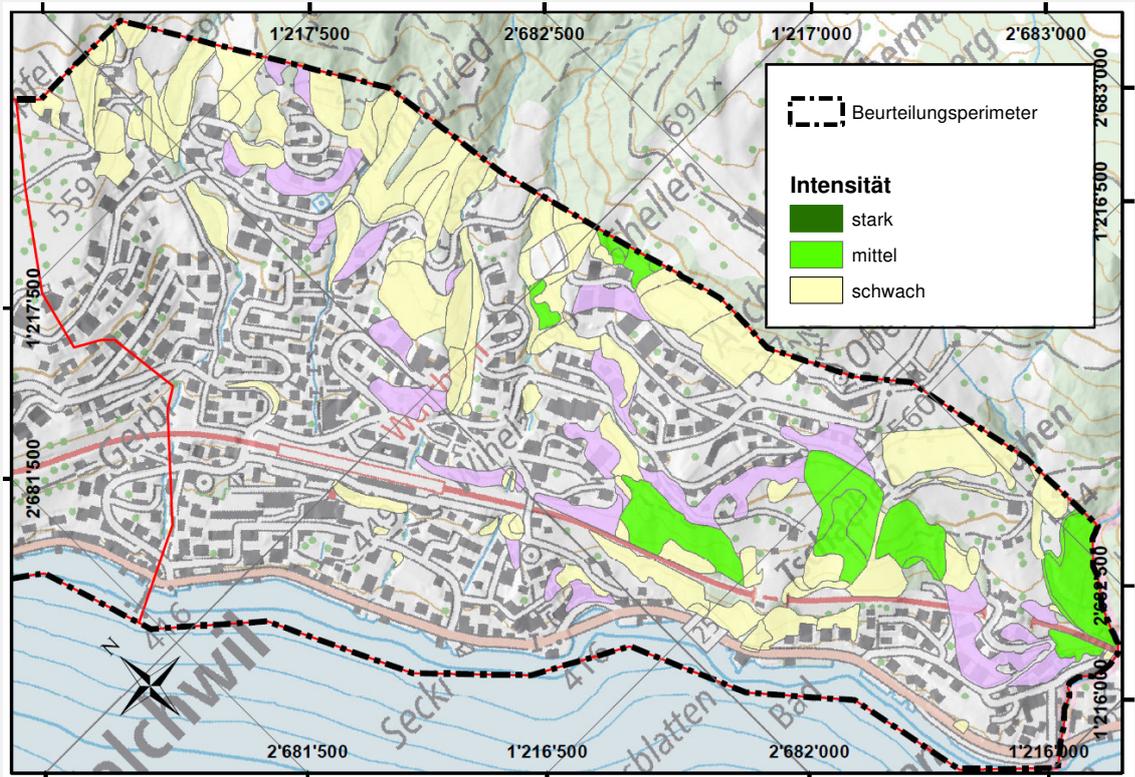
Wirkungsraum  
mittleres Ereignis  
(30-100 Jahre):



Bemerkung:

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen können spontane Rutschprozesse (aufgrund der Steilheit) auch Steinschlag verursachen (dies kann auch durch Windwurf geschehen).

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre):



Bemerkung:

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen können spontane Rutschprozesse (aufgrund der Steilheit) auch Steinschlag verursachen (dies kann auch durch Windwurf geschehen).

In den **violetten Flächen** ist nur im Extremereignis eine Einwirkung vorhanden.

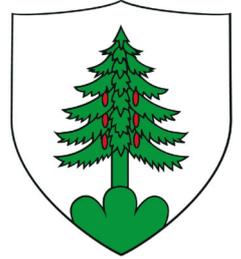
Extremereignis  
>> 300 Jahre

Vgl. **violette Flächen** in der Abbildung oben.

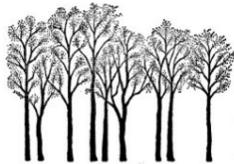


# Gefahrenkarte Walchwil

## Anhang 4 Faktenblatt permanente Rutschprozesse



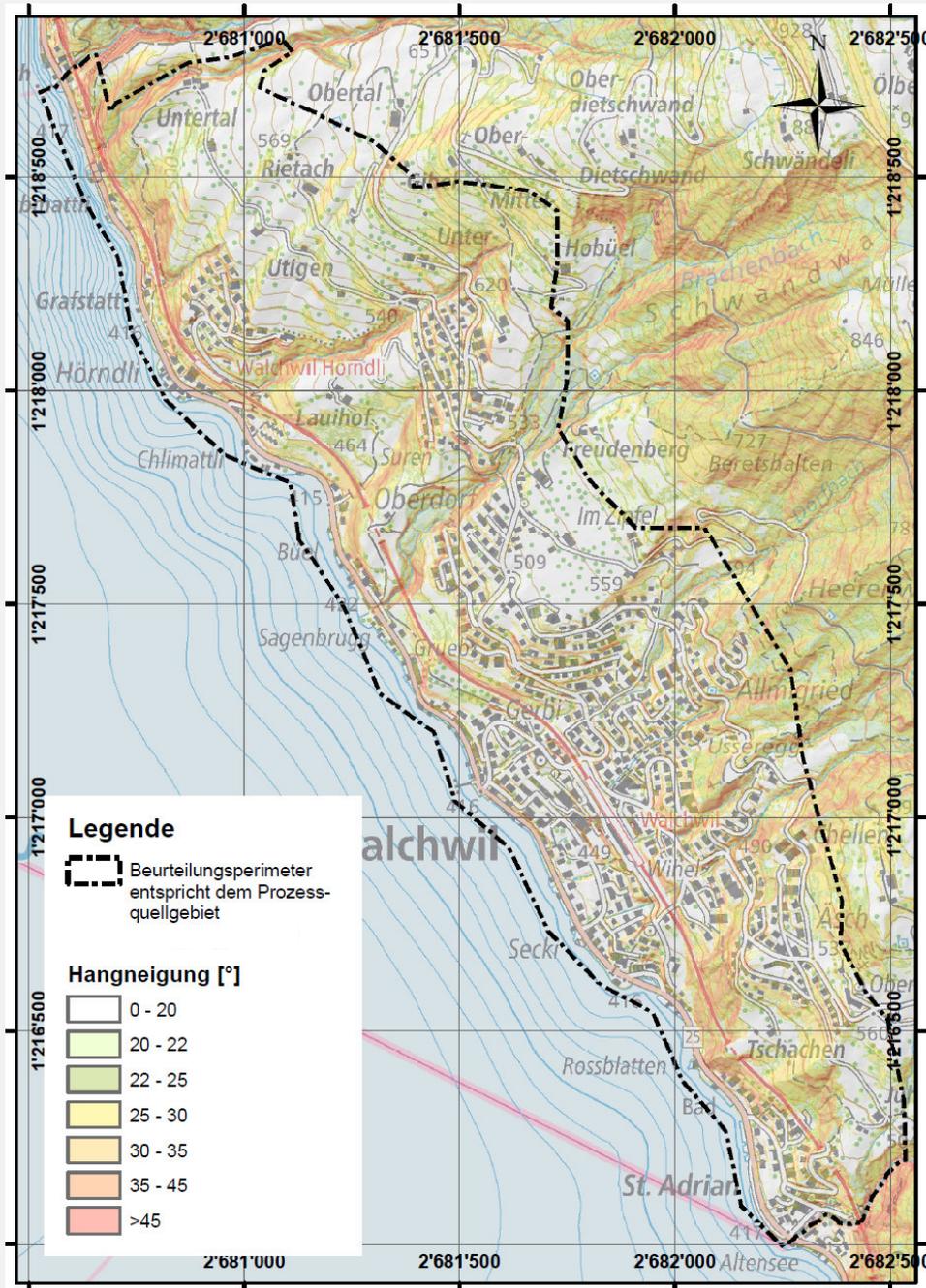
<b>Auftraggeber:</b>
Direktion des Innern Amt für Wald und Wild Ägeristrasse 56 6301 Zug

<b>Projektbearbeitung:</b>		
Sarnen, 18. November 2019		
<b>GEOTEST</b> GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE	 <b>belop</b> gmbh Ingenieure und Naturgefahrenfachleute Tulpenweg 2 6060 Sarnen	041 661 02 70 www.belop.ch

Prozessquelle

Gemeinde:	<b>Walchwil</b>	Stand:	<b>November 2019</b>
Typ der permanenten Rutschung:	<input checked="" type="checkbox"/> flachgründig <input checked="" type="checkbox"/> mittelgründig	<input type="checkbox"/> tiefgründig	Auftragnehmer Beurteilung: GEOTEST AG, Horw
Sekundäre Prozesse:	<input checked="" type="checkbox"/> Spontanrutschungen <input checked="" type="checkbox"/> Hangmuren <input checked="" type="checkbox"/> Uferrutschungen	<input type="checkbox"/> Blockschlag <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Bearbeiter/In: S. Tobler, C. Fölmli

Situation



Links: Übersicht Prozessquellgebiet mit den Hangneigungen. Die prozessspezifischen Gefahrenbereiche sind auf Seite 6 abgebildet.

Die Gemeinde Walchwil liegt am südwestexponierten Ufer des Zugersees. Von Norden her ist Walchwil via Oberwil bei Zug und von Süden her über Arth, Kanton Schwyz, erreichbar.

Der tiefste Punkt der Gemeinde bildet der Seespiegel des Zugersees mit 413 m ü. M., der höchstgelegene Punkt liegt auf der Hagegg auf 1'204 m ü. M..

Im Norden wird das Prozessquellgebiet durch den Lotenbach und durch den Grindwäschibach begrenzt, im Süden durch den Rufibach.

Der Hang ist über beträchtliche Bereiche bebaut. In den Bacheinhängen und sehr steilen Bereichen ist der Hang bewaldet.

Bereichsweise sind steilere Stufen ausgebildet, welche unterliegende, kompetentere Felsriegel darstellen.

In der Nähe des Sees wird das Gelände oft aus Bachablagerungen aufgebaut. Lokal steht aber der Fels an.

Höher gelegen liegt oft unterschiedlich mächtig teils verschwemmtes Moränenmaterial der letzten Vergletscherungen über dem Festgestein.

**Grundlagen**

**Gutachten / Berichte / Karten / Interviews:**

- [1] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005.
- [2] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil; Belop gmbh / GEOTEST AG; März 2006.
- [3] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug; Karte der Phänomene Rutschungs- und Sturzprozesse; Massstab 1:5'000, Ausschnitte B und C; Ausgabe 2003.

**Bekannte Ereignisse:**

keine Ereignisse von Permanententrutschungen bekannt

**Schutzbauten:**

keine

Bez.	Typ	Relevanz (Protect)	Bemerkung

**Überwachungen:**

keine

Auf dem Gebiet der Gemeinde Walchwil sind keine Überwachungen für permanente Rutschungen bekannt.

**Bemerkungen:**

Die kartierten Spuren im Gelände sind in der Karte der Phänomene in der Gefahrenkarte Walchwil [1], des Zusatzperimeters SBB [2] und der Gefahrenhinweiskarte des Kt. Zug [3] dokumentiert und mit Kartierungen im Rahmen dieser Revision ergänzt worden (vgl. Abbildung unten Kapitel „Prozessgebiet“).

Zahlreiche potentiell von flach- bis knapp mittelgründigem Kriechen betroffene Gebiete (substabile, permanente Rutschgefährdung) sind in Bacheinhängen gelegen (vgl. Abbildung Intensitätskarte permanente Rutschung auf Seite 6 dieses Faktenblattes).

Die Geologische Karte (vgl. Seite 4 von diesem Faktenblatt) zeigt ein grosses Rutschgebiet im Einzugsgebiet des Brächenbaches. Diese war in den 40er Jahre des vergangenen Jahrhunderts aktiv. Heute ist der gesamte Bereich bewaldet. Diese Rutschungsphänomene sind in der Karte der Phänomene der Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zuges erfasst [3].

**Anhang:**

- Geologisch-hydrologisches Model mit Hangprofilen
- Geologische Untergrundmodelle  Bohrungen

Andere:

Karte der Phänomene aus Dossier Ersterarbeitung Gefahrenkarte Walchwil [1], ergänzt mit der Karte der Phänomene aus GK SBB Oberwil-Walchwil [2], der Karte der Phänomene aus der GHK Zug [3] und mit Ergänzungen der aufgrund Feldkartierungen während dieser Revision 2019.

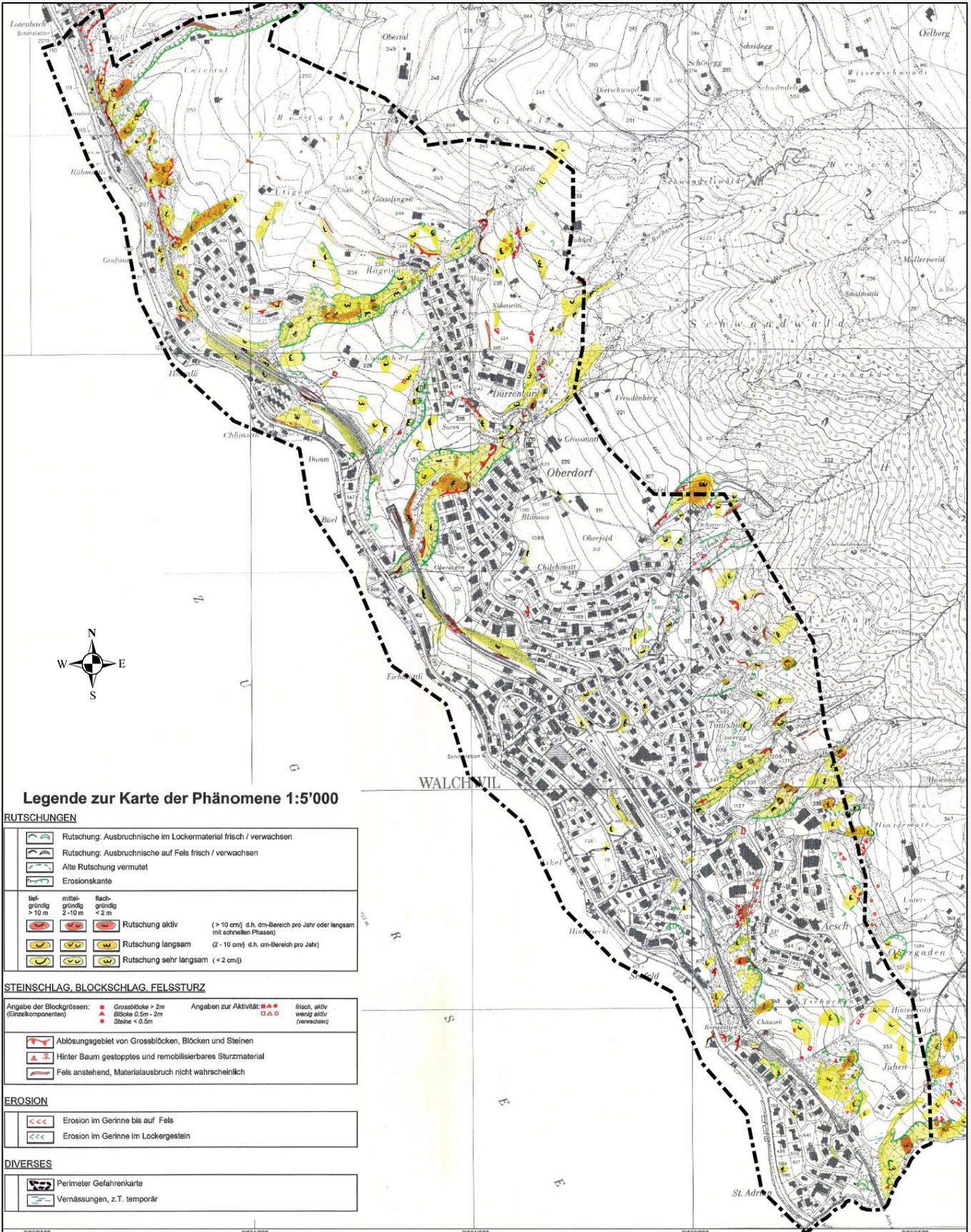
Prozessgebiet

Beschreibung

Art des Prozessgebietes und Fläche [ha]:

Unten: Karte der Phänomene im hier beschriebenen Prozessquellgebiet. Quelle: [1], [2], [3] und Kartierungen für Ergänzungsperimeter im Rahmen der Revision 2019.

Koordinaten (X/Y):



Disposition

Geologie:

Im nördlichen Gemeindegebiet bis etwa zum Dorfbach sind über weite Bereiche unter flachgründiger Lockergesteinsbedeckung Einheiten der Unteren Süsswassermolasse aufgeschlossen. Es handelt sich vorwiegend um mächtige Sandsteinlagen mit geringmächtigeren Mergel-Zwischenschichten. Vereinzelt treten auch Nagelfluhbänke auf (tertiäre „Granitische Molasse“), die unten in der Karte mit roten Punktlinien markiert sind.

Südlich des Dorfbaches stehen unter flach- bis mittelgründiger Lockergesteinsbedeckung ebenfalls Einheiten der Unteren Süsswassermolasse an. Es handelt sich hier aber um mächtige Sandsteinlagen mit geringmächtigeren Mergel-Zwischenschichten („Grindelegg-Serie“). Ganz im Südosten (Gebiet Rufibach) folgen schliesslich noch Einheiten der Rigi-Rossberg-Schuppe, die ebenfalls zur Unteren Süsswassermolasse gehören.

Die Schichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung mässig steil (ca. 15° – 35°) nach SSO bis S ein. Die härteren Sandsteine und Nagelfluhbänke bilden oft stabilere Rippen mit geringmächtiger Bedeckung, wogegen die weicherer Sandsteine und Mergel zurückwittern.

Auf den Festgesteinen liegt oft Moränenmaterial von unterschiedlicher Mächtigkeit. Typisch für dieses Material ist der hohe Gehalt an eingebetteten, grossen Nagelfluhböcken aus dem Gebiet Rufiberg und Rossberg. Diese Blöcke sind während der Eiszeit in grosser Zahl mit Block- und Felsstürzen auf den Gletscher gestürzt, mit diesem Richtung Walchwil und Zug transportiert und an der Südwestflanke des Zugersees abgelagert worden. Entsprechend nimmt auch die Häufigkeit der Nagelfluhböcke Richtung Norden hin generell ab.



Oben: Abbildung der Geologie im hier beschriebenen Prozessquellgebiet (aus map.geo.admin.ch): Die rot eingefärbten Flächen  $m_1$  entsprechen der tertiären „Granitischen Molasse“ mit Konglomeratbänken (Untere Süsswassermolasse), die braunen Flächen mit  $m_2$  entsprechen den mergeligen Sandsteinen der „Grindelegg-Serie“ und im Einzugsgebiet des Rufibaches der Rigi-Rossberg-Schuppe (Obere Meeresmolasse).

Die grünen Flächen stellen die Moränen-Bedeckung der Würm-Vergletscherung dar. Die weisse Fläche mit halbmondförmiger Signature bei „Schwändeli“ im zentralen, oberen Bildrand stellt die Grossrutschung im Gebiet des Brächenbaches dar, welche in den 1940er Jahre aktiv war (heute komplett bewaldet).

Die vereinzelt eingezeichneten, dunklen Quadrate sind gefasste Quellen.

<b>Lockergestein Beschaffenheit:</b>	In den steileren Bereichen besteht das Lockermaterial aus Verwitterungsschutt des Festgesteins und teils verschwemmtem Moränenmaterial. Bachschutt findet sich in Gräben, Runsen und in den Schüttungsbereichen auf den Bachkegeln.
<b>Lockergestein Mächtigkeit [m]:</b>	Variabel: In den steileren Hangbereichen flach- bis knapp mittelgründig. Am Hangfuss sowie in den höheren Hanglagen vermutlich oft tiefgründig. <input checked="" type="checkbox"/> vermutet <input type="checkbox"/> gemessen
<b>Hydrologie / Hydrogeologie:</b>	Die gesamte etwa Nord-Süd ausgerichtete Erhebung des Walchwilerberges entwässert auf der Westflanke mit zahlreichen Bächen in den Zugersee. Im Prozessquellgebiet entwässern die Bäche etwa von NNO nach SSW. Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhorizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen. Im Prozessquellgebiet sind ausgedehnte Gewässerschutzbereiche Au ausgeschieden (gem. Gewässerschutzkarte des Kantons Zug).
<b>Hangneigungsverhältnisse:</b>	Variabel; im Westen in Nähe des Sees relativ flach, nach Osten hin steiler (vgl. Abbildung Seite 1 mit Hangneigungen).
<b>Tiefgang (Lage der Gleitfläche):</b>	Je nach Gebiet variabel: aktive Gebiete flach- (0 – 2 m) bis mittelgründig (2 – 10 m). <input checked="" type="checkbox"/> vermutet Das alte Grossrutschungsgebiet in den Einhängen des Brächenbaches hat damals vermutlich mittel- bis knapp tiefgründige Gleitflächen aufgewiesen. <input type="checkbox"/> gemessen

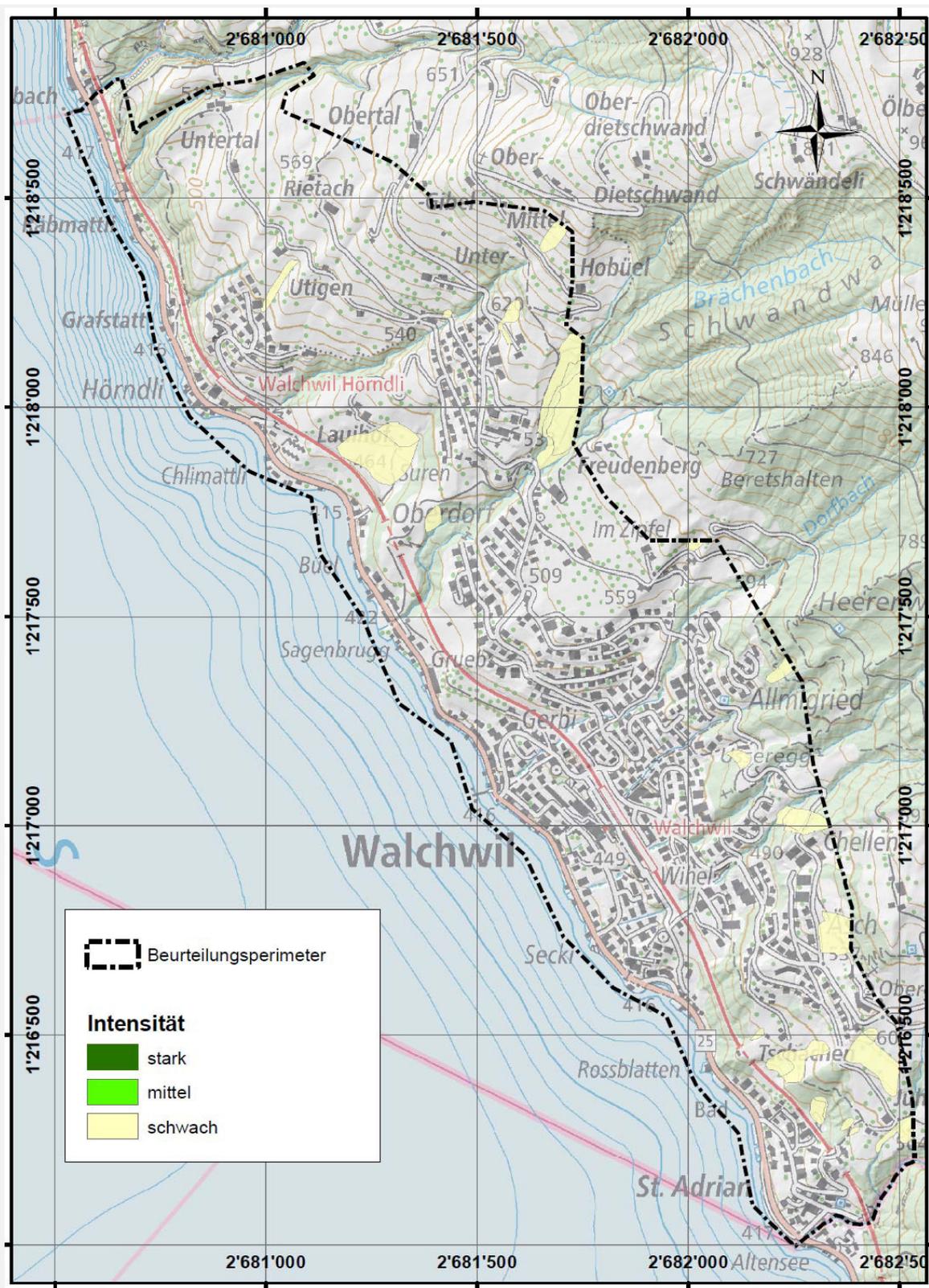
**Definition Szenario**

<b>Geologisches Modell und Rutschmechanismus:</b>	In den Hangbereichen, wo eine Gefährdung durch permanente Rutschprozesse ausgeschieden ist, weisen die Verwitterungsprodukte der unterliegenden Molassegesteine, der Gehängeschutt sowie das verschwemmte Moränenmaterial in Abhängigkeit der feinkörnigen Anteile eine Disposition für permanente und spontane Rutschprozesse auf. Die ausgeschiedene Gefährdung beruht auf anhand von der Geländemorphologie vermuteten, potentiellen Kriechbewegungen.
<b>Bemerkungen:</b>	Keine Bemerkung.
<b>Extremereignis &gt; 300 Jahre:</b>	Im Gemeindegebiet Walchwil sind keine Restgefährdungen durch permanente Rutschprozesse ausgeschieden.

**Wirkungsanalyse**

<b>Methode zur Abgrenzung des Rutschgebiets:</b>	Geomorphologische Kartierung, Ereigniskataster, digitales Geländemodell mit Reliefdarstellung und Hangneigungskarte.	
<b>mittlere Rutschgeschwindigkeit [cm / Jahr]:</b>	Unterschiedlich; innerhalb des Perimeters Gefahrenkarte meist substabil (0 – 2 cm / Jahr), lokal aktiv (2 – 10 cm / Jahr).	<input checked="" type="checkbox"/> vermutet <input type="checkbox"/> gemessen
<b>(Re)Aktivierungspotential: [stark: <math>dv &gt; 10v</math> mittel: <math>2v &lt; dv &lt; 10dv</math>]</b>	Innerhalb des Perimeters Gefahrenkarte besteht kein erhöhtes Reaktivierungspotential.	<input checked="" type="checkbox"/> vermutet <input type="checkbox"/> gemessen
<b>Disposition zu Differenzialbewegungen: [stark: <math>&gt; 2cm/m^*J</math> mittel <math>&lt; 2cm/m^*J</math>]</b>	Innerhalb des Perimeters Gefahrenkarte besteht keine erhöhte Disposition zu Differenzialbewegung.	<input checked="" type="checkbox"/> vermutet <input type="checkbox"/> beobachtet
<b>Auf- und Abstufungen gemäss AGN:</b>	Es wurden keine Auf- oder Abstufungen der Gefährdung (aufgrund differentieller Bewegung oder Tiefe der Gleitfläche) vorgenommen.	
<b>Quelle von Sekundärprozessen:</b>	Bereichsweise sind die Gebiete mit permanenter Rutschgefährdung auch von einer Gefährdung von spontanen Rutschungen / Hangmuren oder lokal auch von Steinschlag überlagert.	

Bemerkungen:



Oben: Intensitätskarte permanenten Rutschprozesse

Die Ausdehnung und Intensitäten der Gefahrengelände für permanente Rutschprozesse konnten im Rahmen der 1. Revision (dieses Dokument, September 2019) mit wenigen Ausnahmen aus dem Originaldossier [1] und [2] übernommen werden.

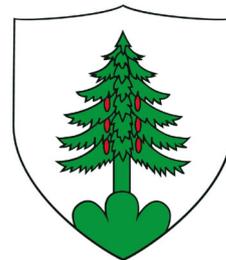
Die Veränderungen sind in der Abbildung auf der folgenden Seite visualisiert:



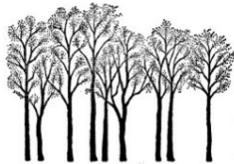


# Gefahrenkarte Walchwil

## Anhang 5 Faktenblätter Sturzprozesse



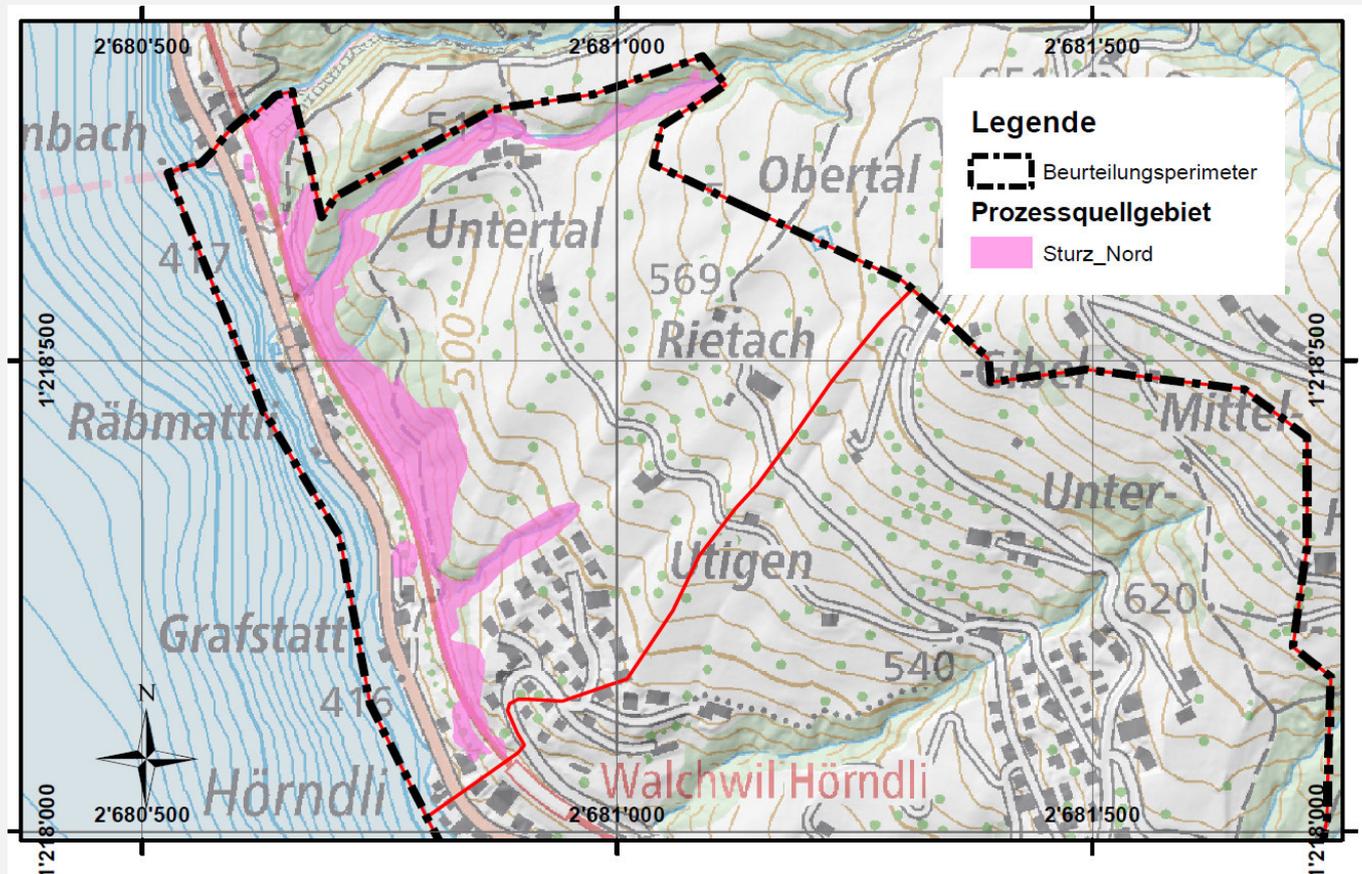
<b>Auftraggeber:</b>
Direktion des Innern Amt für Wald und Wild Ägeristrasse 56 6301 Zug

<b>Projektbearbeitung:</b>	
Sarnen, 18. November 2019	
<b>GEOTEST</b> GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE	 <b>belop</b> gmbh Ingenieure und Naturgefahrenfachleute Tulpenweg 2 041 661 02 70 6060 Sarnen www.belop.ch

**Allgemeine Angaben:**

<b>Gemeinde:</b>	<b>Walchwil</b>	<b>Stand:</b>	<b>November 2019</b>
<b>Prozess:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Primärprozess <input type="checkbox"/> Sekundärprozess <input checked="" type="checkbox"/> Steinschlag <input type="checkbox"/> Felssturz <input checked="" type="checkbox"/> Blockschlag <input type="checkbox"/> Eisschlag	<b>Auftragnehmer Beurteilung:</b>	GEOTEST AG, Horw
		<b>Bearbeiter/In:</b>	S. Tobler, C. Fölmli

**Situation:**



Oben: Übersicht Prozessquellgebiet mit den prozessspezifischen Gefahrenbereichen.

Die Gemeinde Walchwil liegt am südwestexponierten Ufer des Zugersees. Von Norden her ist Walchwil via Oberwil bei Zug und von Süden her über Arth, Kanton Schwyz, erreichbar.

Der tiefste Punkt der Gemeinde bildet der Seespiegel des Zugersees mit 413 m ü. M., der höchstgelegene Punkt liegt auf der Hagegg auf 1'204 m ü. M..

Im Prozessquellgebiet steigt das Gelände vom Zugersee nach Osten hin über Untertal, Rietach und Obertal an. Darüber steigt das Gelände weiter über den südwestexponierten Hang bis zur Verflachung Lienisberg – Schwändi an auf rund 900 m ü. M. an. Der Bereich des Sportplatzes Lienisberg ist ebenfalls Teil des Beurteilungspereimeters.

Nach Norden wird das Prozessquellgebiet vom Lotenbach und vom Grindwäschibach begrenzt, nach Süden hin begrenzt der Geländerücken Obertal – Utigen – Hörndli das Gebiet.

In seeufernähe finden sich lokal Schwemmmaterial der Gerinne aus dem Walchwilerberg, Moränenmaterial und Auffüllungen. Der Hang ist weiträumig geringmächtig von Lockergestein bedeckt, darunter folgt Festgestein.

Der Hang ist vor allem entlang der Bacheinhänge und einer ausgeprägten Steilstufe am Hangfuss bewaldet.

Ein grösseres besiedeltes Gebiet liegt bei Hörndli.

**Grundlagen:**

**Gutachten / Berichte / Karten / Interviews:**

- [1] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005.
- [2] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil; Belop gmbh / GEOTEST AG; März 2006.
- [3] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug; Karte der Phänomene Rutschungs- und Sturzprozesse; Massstab 1:5'000, Ausschnitte B und C; Ausgabe 2003.

**Bekannte Ereignisse:**

keine

Ereignisdat.	StorMe Nr.	Beschreibung
15.05.2009	2009-S-0002	Blöcke aus Felswand; Ablagerung im Wald und im Lotenbach, unproblematisch für Durchfluss Lotenbach, aus Ereigniskataster (Ereigniskat1_ZG_20160718.xls).

**Schutzbauten:**

keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

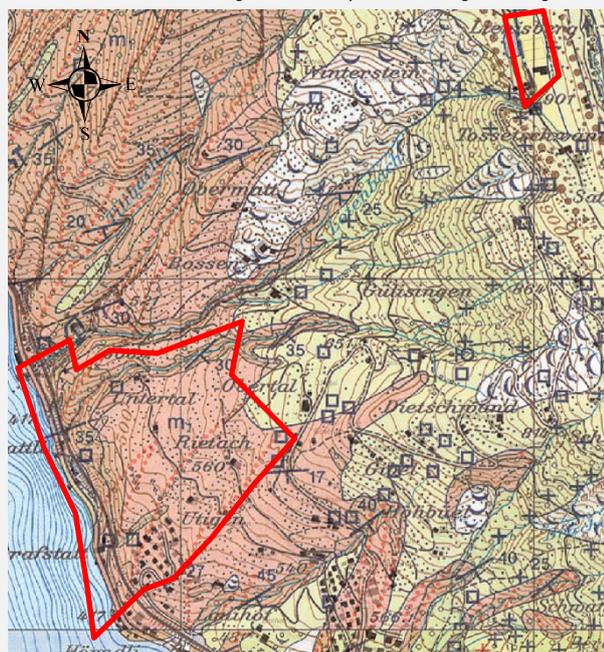
**Überwachungen / Messstellen:**

keine

Im Perimeter Gefahrenkarte bestehen keine bekannten Überwachungsstellen hinsichtlich Sturzprozesse.

**Geologie:**

Im Gebiet Lotenbach - Grafstatt – Hörndli sind über weite Bereiche unter flachgründiger Lockergesteinsbedeckung Einheiten der Unteren Süsswassermolasse aufgeschlossen. Es handelt sich vorwiegend um mächtige Sandsteinlagen mit geringmächtigeren Mergel-Zwischenschichten. Vereinzelt treten auch Nagelfluhbänke auf (tertiäre „Granitische Molasse“), die unten in der Karte mit roten Punktlinien markiert sind. Die Schichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung mässig steil (ca. 15° – 35°) nach SSO bis S ein.



Die härteren Sandsteine und Nagelfluhbänke bilden oft stabilere Rippen mit geringmächtiger Bedeckung, wogegen die weicheren Sandsteine und Mergel zurückwittern. Auf den Festgesteinen liegt in den höheren Bereichen Moränenmaterial von unterschiedlicher Mächtigkeit. Typisch für dieses Material ist der hohe Gehalt an eingebetteten, grossen Nagelfluhblöcken aus dem Gebiet Rufiberg und Rossberg. Diese Blöcke sind während der Eiszeit in grosser Zahl mit Block- und Felsstürzen auf den Gletscher gestürzt, mit diesem Richtung Zug transportiert und an der Südwestflanke des Zugersees abgelagert worden. Entsprechend nimmt auch die Häufigkeit der Nagelfluhblöcke Richtung Norden hin deutlich ab.

*Links: Abbildung der Geologie im hier beschriebenen und mit rotem Rahmen markierten Prozessquellgebiet (aus map.geo.admin.ch):*

*Die rot eingefärbten Flächen m, entsprechen der „Granitischen Molasse“ mit Konglomeratbänken (Untere Süsswassermolasse), die grünen Flächen stellt die Moräne-Bedeckung der Würm-Vergletscherung dar.*

*Die vereinzelt eingezeichneten, dunklen Quadrate sind gefasste Quellen.*

**Spuren im Gelände:**

Generell finden sich zahlreiche Steilstufen im Gelände. Die markanteste Stufe liegt im Fussbereich des gesamten Hanges zwischen Lotenbach, Rämatt und Grafstatt, wo entlang der SBB-Linie stellenweise über 10 m hohe Felswände gut sichtbar anstehen.

Über das Prozessquellgebiet verteilt, aber vor allem entlang von Geländemulden oder Runsen finden sich zahlreiche ältere und jüngere Anrisse von spontanen Rutschungen und Hangmuren (potentielle Quellen für Sekundärsteinschlag).

Bereichsweise ist bei der Steilstufe am Hangfuss, aber auch entlang der steileren Bacheinhänge Fels anstehend. Dabei wittern die Konglomeratbänke tendenziell stärker heraus, bzw. die sandigen und mergeligen Schichten sind stärker erodiert und verwittert. Generell stellen insbesondere die herauswitternden Schichtabfolgen potentielle Abbruchbereiche für Sturzprozesse dar.

Die kartierten Spuren im Gelände sind in der Karte der Phänomene in der Gefahrenkarte Walchwil [1], des Zusatzperimeters SBB [2] und der Gefahrenhinweiskarte des Kt. Zug [3] dokumentiert und mit Kartierungen im Rahmen dieser Revision ergänzt worden (vgl. Abbildung unten Kapitel „Ausbruchgebiet“).

**Hydrogeologie:**

Die gesamte etwa Nord-Süd ausgerichtete Erhebung des Walchwilerberges entwässert auf der Westflanke mit zahlreichen Bächen in den Zugersee.

Im Prozessquellgebiet entwässern die beiden etwa ONO-WSW fliessenden Bäche Lotenbach und Grindwäschibach den Hang.

Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhorizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.

In den höher gelegenen Bereichen des Prozessquellgebiet ist zudem ein Gewässerschutzbereich Au ausgeschieden (gem. Gewässerschutzkarte des Kantons Zug).

**Bemerkungen**

Während der Bearbeitung der Revision der hier vorliegenden Gefahrenkarte Walchwil startete der Doppelspurausbau der SBB zwischen dem Grindwäschibach und dem Dorf Walchwil.

Die projektierten Böschungsabträge, Böschungssicherungen und Dammschüttungen, welche sich aufgrund der Trasseverbreiterungen ergeben, **sind in der hier vorliegenden Beurteilung der Sturz- und Rutschprozesse nicht berücksichtigt**. Diese Beurteilung kann erst nach Abschluss der Arbeiten vor Ort erfolgen. Einzig anhand der Projektpläne ist es zu unsicher, ob eine Gefährdung komplett eliminiert ist, oder ob von weiter oben nach wie vor Sturz- oder Rutschmaterial bis zum Trasseebereich gelangen können.

Die Ausdehnung und Intensitäten der Gefahrengelände für Sturzprozesse im hier beschriebenen Prozessquellgebiet konnte im Rahmen der vorliegenden 1. Revision (dieses Dokument, September 2019) aus den Originaldossiers [1] und [2] vollständig übernommen werden.

Es gab in diesem Prozessquellgebiet einzig Ergänzungen von neuen Gefahrenflächen im neu zu kartierenden Perimeter – d.h. im Bereich des Grindwäschibaches (vgl. Abbildung auf Seite 4).

**Anhang**

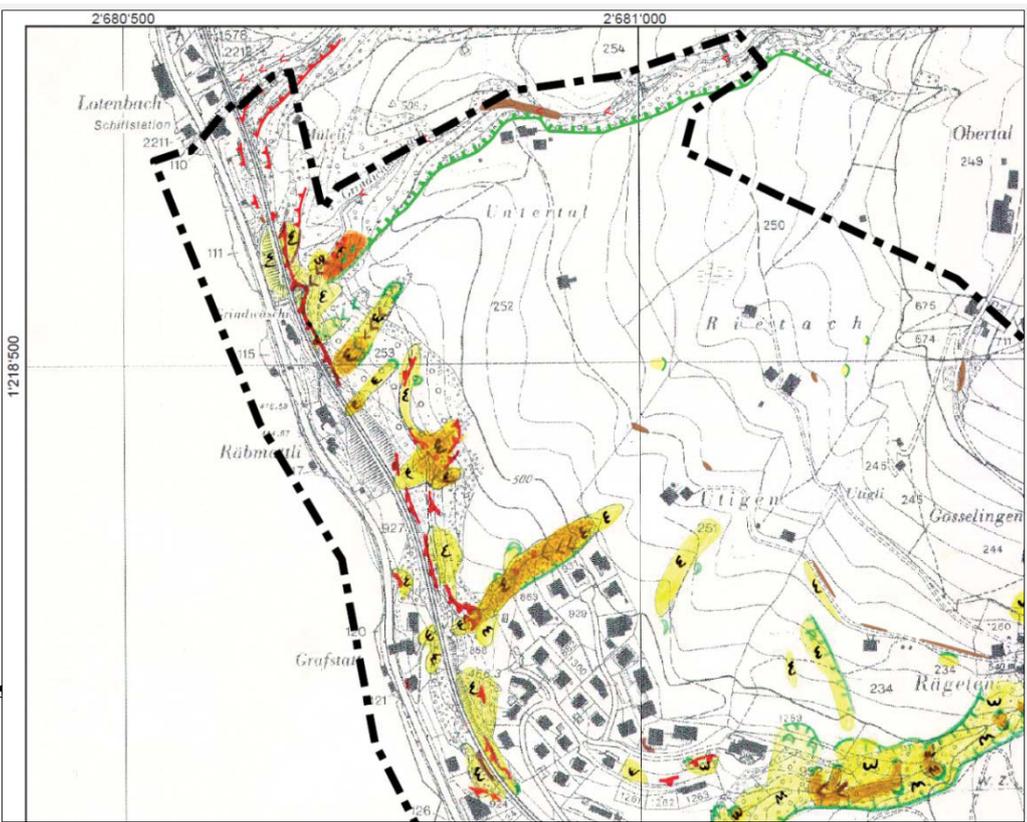
- Hangprofile
- Modelloutput
- Felsmechanische Modelle
- Andere: Karte der Phänomene aus Dossier Ersterarbeitung Gefahrenkarte Walchwil [1], ergänzt mit der Karte der Phänomene aus GK SBB Oberwil-Walchwil [2], der Karte der Phänomene aus der GHK Zug [3] und mit Ergänzungen der aufgrund Feldkartierungen während dieser Revision 2019.

**Ausbruchgebiet**

**Beschreibung**

**Art und Ausdehnung (l x h) des Ausbruchgebiets:** Siehe Kapitel Prozessquelle, Wirkungsanalyse und Abbildung unten

**Koordinaten (X/Y):**



*Links: Ausschnitt Karte der Phänomene im Prozessquellgebiet Nord; Quelle: [1], [2], [3] und Kartierungen für Ergänzungsperimeter im Rahmen der Revision 2019.*

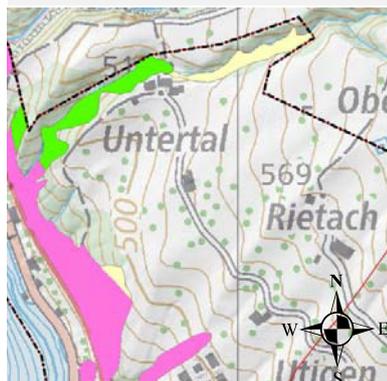
*Legende: Vgl. Beilage 2.1 von dem hier zugehörnden technischen Bericht.*

**Disposition**

<b>Trennflächengefüge:</b>	Die Gesteinsschichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung 15° - 35° nach SSO bis S ein.  Die Mergelabfolgen (Sand- und Siltsteine) sind im Zentimeter- bis Dezimeter-Bereich geschichtet, teils auch schiefrig ausgebildet.  Die größeren Konglomeratabfolgen weisen typischerweise Bankungen im Meterbereich auf und bilden markante Rippen im Gelände. Grössere Bruch- oder Scherzonen sind auf der geologischen Karte keine Vermerkt. Es ist jedoch aufgrund der Kartierungen mit mindestens 2 Kluff-Trennflächenscharen zu rechnen, welche nicht durchgehend und in sehr unterschiedlicher Orientierung ausgebildet sind.
<b>Wasseraustritte:</b>	Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhorizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.
<b>Vegetation:</b>	In den oberen Bereichen ist der Hang im offenen Landwirtschaftsland von steileren Rippen (geologisch bedingt) durchzogen. Nach unten hin, sowie entlang des Einhanges des Grindwäschibach ist das deutlich steilere Gelände meist bewaldet mit lokal anstehendem Fels. Im Südwesten verlaufen am Hangfuss die SBB-Linie sowie die Kantonsstrasse, bevor schliesslich das Seeufer folgt. Die flacheren Bereiche am Hangfuss sowie der Bereich zwischen Grafstätt und Utigen sind lokal besiedelt.
<b>Exposition:</b>	Die Hangbereiche sind generell WSW-exponiert. Die Geologie-bedingten Stufen verlaufen jedoch etwa NNO-SSW. Die im Gebiet bestehenden Gerinnerunnen verlaufen etwa NO-SW zum See hinunter.
<b>Andere:</b>	Keine Bemerkungen.

**Definition Ausbruchsszenarien**

Ereignisfrequenz:	<b>häufig</b> 30 Jahre	<b>selten</b> 100 Jahre	<b>sehr selten</b> 300 Jahre
<b>massgebende Prozesse:</b>	Stein- und Blockschlag (Einzelblockschlag)	Stein- und Blockschlag (Einzelblockschlag)	Stein- und Blockschlag (Einzel- und Mehrfachblockschlag)
<b>Ausbruchmechanismus:</b>	gleiten / kippen / fallen	gleiten / kippen / fallen	gleiten / kippen / fallen
<b>Berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten:</b>	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt
<b>Ausbruchkubatur [m<sup>3</sup>]:</b>	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Vereinzelt Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m
<b>Ausbr. Sturzkörper:</b>	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Vereinzelt Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m
<b>Bemerkung:</b>	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen auf. SBB-Linie wirken als relevante „rückhalte-Berme“.	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen auf. SBB-Linie wirken als relevante „rückhalte-Berme“.	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen auf. SBB-Linie wirken als relevante „rückhalte-Berme“.
<b>Extremereignis &gt;&gt; 300 Jahre</b>	Im Perimeter Gefahrenkarte sind keine Extremereignisse ausgeschieden.		



Links Prozessquellgebiet S01 Sturz\_Nord: Im Vergleich zur Version der 1. Erarbeitung der Gefahrenkarte konnte der Datensatz – abgesehen von Ergänzungen aufgrund der Perimetererweiterung im Gebiet Grindwäschibach – übernommen werden. Links im Bild ist der bisher ausgeschiedene Gefahrenbereich zwecks Visualisierung einheitlich in violetter Farbe abgebildet. Die neuen Gefahrenbereiche sind in gelber (schwache Intensität im 300-jährlichen Ereignis) und grüner Farbe (mittlere Intensität im 300-jährlichen Ereignis) abgebildet.

**Wirkungsanalyse**

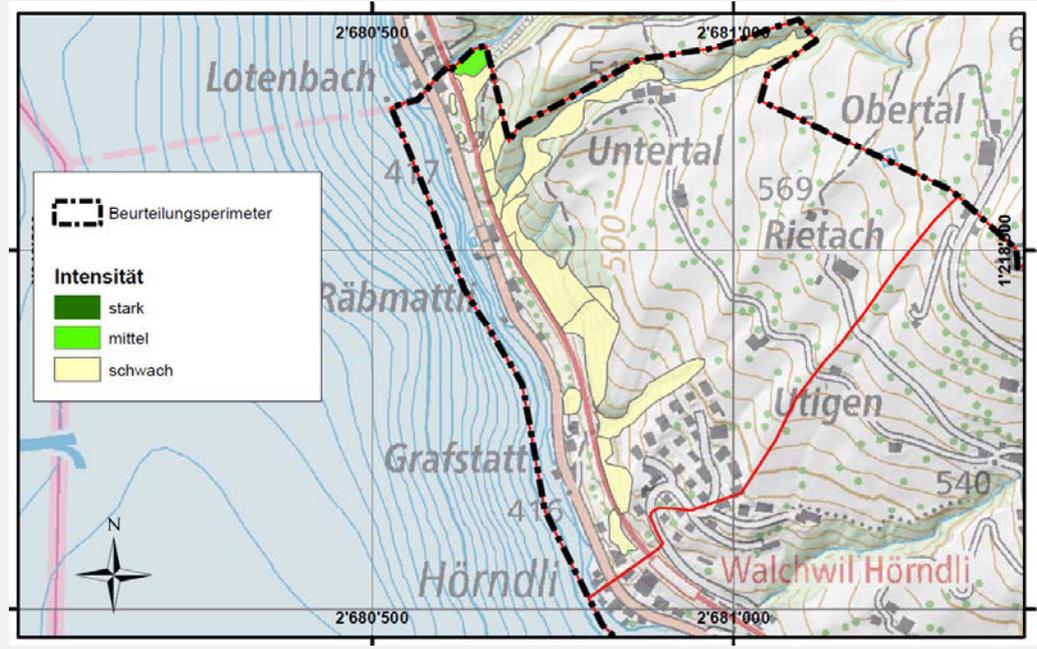
**Beurteilungsmethode, Modellannahmen, Umgang mit Modelloutputs:** Ereigniskataster, Phänomene / Geländemorphologie und gutachterlich / Pauschalgefälleansatz

**Beschreibung Transit- und Ablagerungsgebiet:** Bewaldete und gestufte Steilbereiche, Gehängeschutt und Moränenmaterial, Bachrungen, SBB-Linie und Kantonsstrasse mit Gebäuden entlang der Kantonsstrasse.

**Berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten / Schutzwald:** Die aktuelle Wirkung des Schutzwaldes ist in der Beurteilung berücksichtigt (hemmende Wirkung im Transit-Ablagerungsbereich, teils fördernd im Ausbruchbereich bei Windwurf). Die SBB Linie wirkt generell als relevante Berme für Bereiche weiter unten.

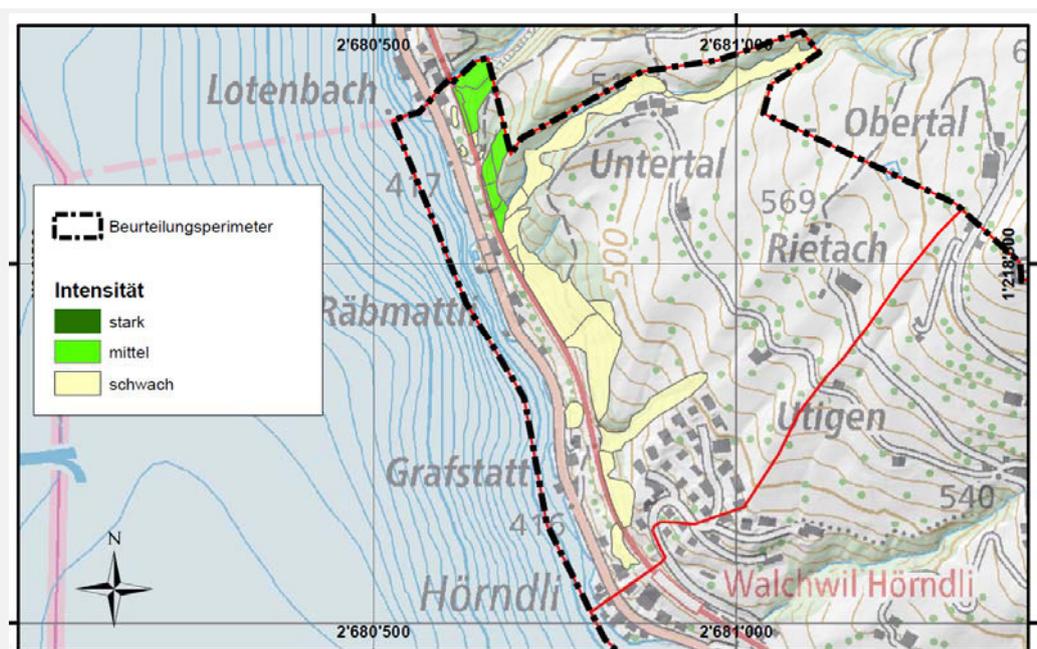
Ganz im Norden besteht ein kleiner Schutzzaun der SBB (Schutzbautenkataster SBB), welcher kleinste, rollende Steine aufzuhalten vermag. Grösser Steine werden den Zaun aber zerschlagen. Der Zaun ist in der Gefahrenbeurteilung nicht berücksichtigt.

**Wirkungsraum häufiges Ereignis (0-30 Jahre):**



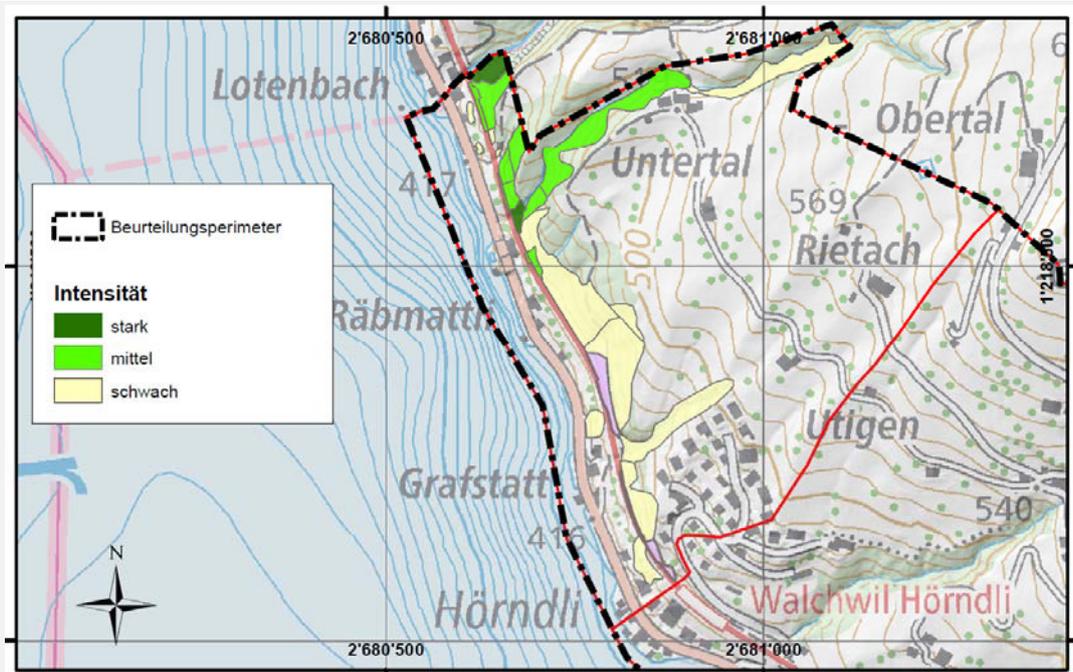
**Szenarienspezifische Annahmen / Bemerkung:** Keine Bemerkung

**Wirkungsraum mittleres Ereignis (30-100 Jahre):**



**Szenarienspezifische Annahmen / Bemerkung:** Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen beruht die Gefährdung auch auf Windwurfsszenarien in steilen Bereichen, wo Steine und Kleinblöcke über die Verwurzelung aus dem Untergrund gerissen werden und talwärts rollen können.

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre):



Szenarienspezifische  
Annahmen / Bemerkung:

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen beruht die Gefährdung auch auf Windwurfsszenarien in steilen Bereichen, wo Steine und Kleinblöcke über die Verwurzelung aus dem Untergrund gerissen werden und talwärts rollen können.

In den **violetten Flächen** ist nur im Extremereignis eine Einwirkung vorhanden.

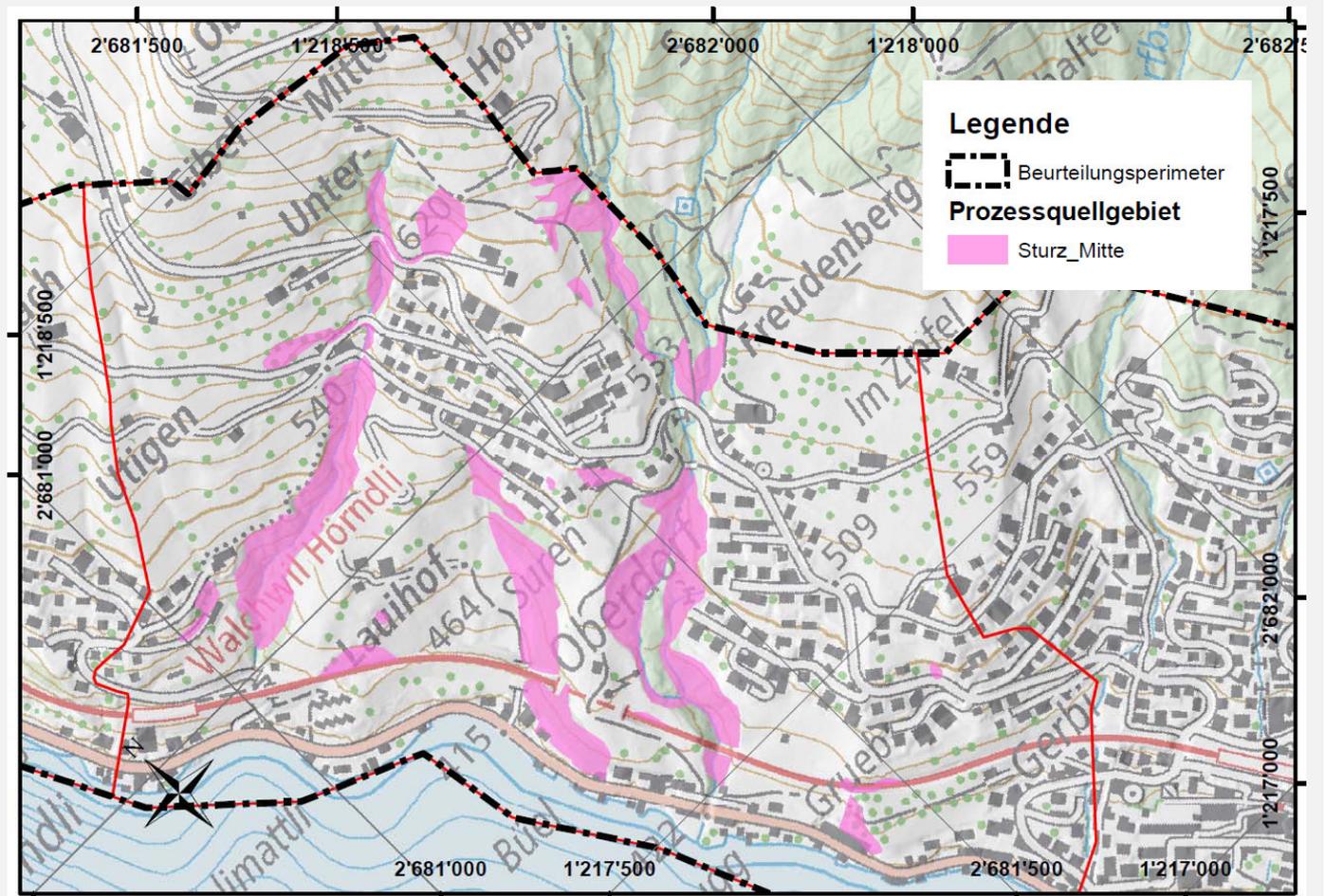
Extremereignis  
>> 300 Jahre:

Zwei saubere Felsböschungsbereiche bergseits entlang der SBB-Linie (vgl. **violette Flächen** oben)

Allgemeine Angaben:

Gemeinde:	Walchwil	Stand:	Novembers 2019
Prozess:	<input checked="" type="checkbox"/> Primärprozess	<input type="checkbox"/> Sekundärprozess	Auftragnehmer Beurteilung: GEOTEST AG, Horw
	<input checked="" type="checkbox"/> Steinschlag	<input type="checkbox"/> Felssturz	
	<input checked="" type="checkbox"/> Blockschlag	<input type="checkbox"/> Eisschlag	
		Bearbeiter/In:	S. Tobler, C. Fölmli

Situation:



Oben: Übersicht Prozessquellgebiet mit den prozessspezifischen Gefahrenbereichen.

Die Gemeinde Walchwil liegt am südwestexponierten Ufer des Zugersees. Von Norden her ist Walchwil via Oberwil bei Zug und von Süden her über Arth, Kanton Schwyz, erreichbar.

Der tiefste Punkt der Gemeinde bildet der Seespiegel des Zugersees mit 413 m ü. M., der höchstgelegene Punkt liegt auf der Hagegg auf 1'204 m ü. M..

Im Prozessquellgebiet steigt das Gelände vom Zugersee nach Osten hin über Lauihof, Utigen, Freudenberg und Gibel an. Darüber steigt das Gelände weiter über den südwestexponierten Hang bis zur Verflachung Ölberg – Balisberg auf rund 950 m ü. M. an.

Nach Norden wird das Prozessquellgebiet vom Geländerücken Obertal – Utigen – Hörndli begrenzt, im Süden vom Geländerücken Gerbi – im Zipfel.

In seeufernähe finden sich lokal Schwemmmaterial der Gerinne aus dem Walchwilerberg, Moränenmaterial und Auffüllungen. Der Hang ist weiträumig geringmächtig von Lockergestein bedeckt, darunter folgt Festgestein. Das Einzugsgebiet des Brächenbaches ist als altes und grosses Rutschgebiet bekannt und entsprechend bereits in der Kartierung der Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug [3] erfasst.

Der Hang ist vor allem entlang der Bacheinhänge und einigen Steilbereichen bewaldet.

Grössere Bereiche sind besiedelt.

**Grundlagen:**

**Gutachten / Berichte / Karten / Interviews:**

- [1] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005.
- [2] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil; Belop gmbh / GEOTEST AG; März 2006.
- [3] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug; Karte der Phänomene Rutschungs- und Sturzprozesse; Massstab 1:5'000, Ausschnitte B und C; Ausgabe 2003.
- [4] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Ergänzung Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG Bericht Nr. L08164.2; 13.02.2008.
- [5] Gemeinde Walchwil, Bauvorhaben Grundstück 730, Aktennotiz Nr. 12 Beurteilung des ausgeführten Felsabtrages des Felsblocks; Dr. Vollenweider AG Dokument Nr. 2776.012, 23.05.2017.

**Bekannte Ereignisse:**

keine

Ereignisdat.	StorMe Nr.	Beschreibung

**Schutzbauten:**

keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

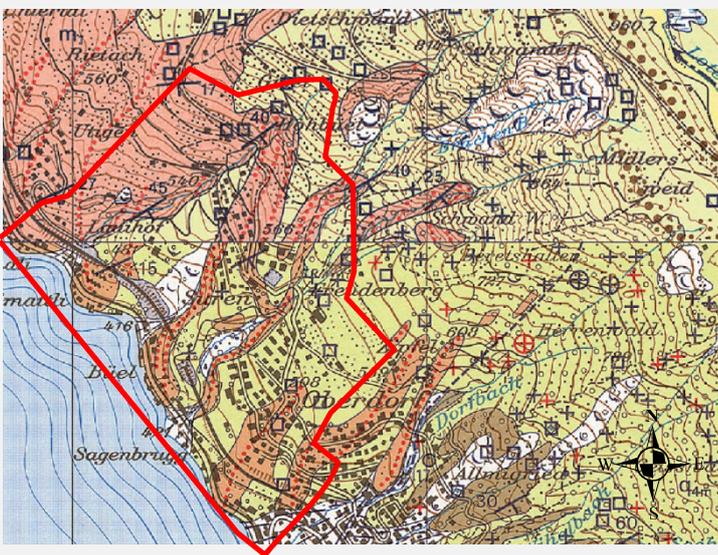
**Überwachungen / Messstellen:**

keine

Im Perimeter Gefahrenkarte bestehen keine bekannten Überwachungsstellen hinsichtlich Sturzprozesse.

**Geologie:**

Im Gebiet Chlimattli – Büel – Sagenbrug – Gerbi und Hangwärts davon sind über weite Bereiche unter flachgründiger Lockergesteinsbedeckung Einheiten der Unteren Süsswassermolasse aufgeschlossen. Es handelt sich vorwiegend um mächtige Sandsteinlagen mit geringmächtigeren Mergel-Zwischenschichten. Vereinzelt treten auch Nagelfluhbänke auf (tertiäre „Granitische Molasse“), die unten in der Karte mit roten Punktlinien markiert sind. Die Schichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung mässig steil (ca. 15° – 35°) nach SSO bis S ein. Die härteren Sandsteine und Nagelfluhbänke bilden oft stabilere Rippen mit geringmächtiger Bedeckung, wogegen die weicheren Sandsteine und Mergel zurückwittern. Auf den Festgesteinen liegt in den höheren Bereichen Moränenmaterial on unterschiedlicher Mächtigkeit. Typisch für dieses Material ist der hohe Gehalt an eingebetteten,



grossen Nagelfluhböcken aus dem Gebiet Ruffberg und Rossberg. Diese Blöcke sind während der Eiszeit in grosser Zahl mit Block- und Felsstürzen auf den Gletscher gestürzt, mit diesem Richtung Zug transportiert und an der Südwestflanke des Zugersees abgelagert worden. Entsprechend nimmt auch die Häufigkeit der Nagelfluhböcke Richtung Norden hin deutlich ab.

*Links: Abbildung der Geologie im hier beschriebenen und mit rotem Rahmen markierten Prozessquellgebiet (aus map.geo.admin.ch): Die rot eingefärbten Flächen m<sub>1</sub> entsprechen der „Granitischen Molasse“ mit Konglomeratbänken (Untere Süsswassermolasse), die grünen Flächen stellt die Moräne-Bedeckung der Würm-Vergletscherung dar. Die vereinzelt eingezeichneten, dunklen Quadrate sind gefasste Quellen.*

**Spuren im Gelände:**

Es finden sich einige Steilstufen im Gelände dieses Prozessquellgebietes, die oft an herauswitternde, härtere Konglomeratbänke gebunden sind. Die ausgeprägteste und bewaldete Steilstufe zieht sich vom See her von Büel hinauf nach Suren.

Entlang der SBB-Linie, die im Fussbereich des Hanges verläuft, finden sich abschnittsweise ebenfalls Steilstufen, wobei diese – im Vergleich zum nördlich anschliessenden Prozessquellgebiet - hier deutlich weniger markant sind.

Die steilen Bacheinhänge des Sagenbaches und des Hörndlibaches nördlich vom Lautlihof stellen weitere Bereiche dar, aus welchen Steinschlag (insbesondere bei Windwurf und Rutschungen) erfolgen kann.

Zudem finden sich über das Gebiet verteilt lokale Böschungen sowie ältere und jüngere Anrisse von spontanen Rutschungen und Hangmuren (potentielle Quellen für Steinschlag und Sekundärsteinschlag).

Die kartierten Spuren im Gelände sind in der Karte der Phänomene in der Gefahrenkarte Walchwil [1], des Zusatzperimeters SBB [2] und der Gefahrenhinweiskarte des Kt. Zug [3] dokumentiert und mit Kartierungen im Rahmen dieser Revision ergänzt worden (vgl. Abbildung unten Kapitel „Ausbruchgebiet“).

**Hydrogeologie:**

Die gesamte etwa Nord-Süd ausgerichtete Erhebung des Walchwilerberges entwässert auf der Westflanke mit zahlreichen Bächen in den Zugersee. Im Prozessquellgebiet entwässern die Bäche (Hörndlibach, Sagenbach, Dorfbach) etwa von NNO nach SSW.

Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhohizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.

In den höher gelegenen Bereichen des Hörndlibaches sowie im Gebiet Oberdorf / Freudenberg zwischen dem Sagenbach und Dorfbach ist zudem jeweils ein Gewässerschutzbereich Au ausgeschieden (gem. Gewässerschutzkarte des Kantons Zug).

**Bemerkungen:**

Während der Bearbeitung der Revision der hier vorliegenden Gefahrenkarte Walchwil startete der Doppelspurausbau der SBB zwischen dem Grindwäslibach und dem Dorf Walchwil.

Die projektierten Böschungsabträge, Böschungssicherungen und Dammschüttungen, welche sich aufgrund der Trasseeverbreiterungen ergeben, **sind in der hier vorliegenden Beurteilung der Sturz- und Rutschprozesse nicht berücksichtigt**. Diese Beurteilung kann erst nach Abschluss der Arbeiten vor Ort erfolgen. Einzig anhand der Projektpläne ist es zu unsicher, ob eine Gefährdung komplett eliminiert ist, oder ob von weiter oben nach wie vor Sturz- oder Rutschmaterial bis zum Trasseebereich gelangen können.

Die Ausdehnung und Intensitäten der Gefahrengebiete für Sturzprozesse im hier beschriebenen Prozessquellgebiet konnte im Rahmen der vorliegenden 1. Revision (dieses Dokument, September 2019) aus den Originaldossiers [1] übernommen werden.

- Es gab in diesem Prozessquellgebiet jedoch lokal Ergänzung aufgrund der Dokumente [4] und [5] im überbauten Gebiet Suren (vgl. auch Modellierungen im Anhang).
- Zudem wurden einige Gefahrengebiete entfernt - v.a. aufgrund der neuen Gemeindestrasse im zentralen Hangbereich und aufgrund von neuen Pauschalgefälleanalysen (vgl. Abbildung auf Seite 4).
- In den Gebieten Büel und Grueb wurde die bislang ausgeschiedene Gefährdung talseits der SBB-Linie von schwacher Intensität ab 30-jährlichen Ereignissen auf schwache Intensität erst ab 100-jährlichen Ereignissen zurück gestuft, da hier einzig Windwurf einen Sturzprozess auslösen kann und dieser erst ab dem 100-jährlichen Szenario berücksichtigt wird.

Details zu den Veränderungen siehe Seite 5.

**Anhang:**

- Hangprofile → vgl. Profilspur auf Situation und Profil Näbetsrüti am Ende dieses Faktenblattes (S. 7 und 8)
- Modelloutput → vgl. Profilspur auf Situation und 2D-Sturzsimulationen Gebiet Suren am Ende dieses Faktenblattes (S. 7 – 11)
- Felsmechanische Modelle
- Andere: Karte der Phänomene aus Dossier Ersterarbeitung Gefahrenkarte Walchwil [1], ergänzt mit der Karte der Phänomene aus GK SBB Oberwil-Walchwil [2], der Karte der Phänomene aus der GHK Zug [3] und mit Ergänzungen der aufgrund Feldkartierungen während dieser Revision 2019.

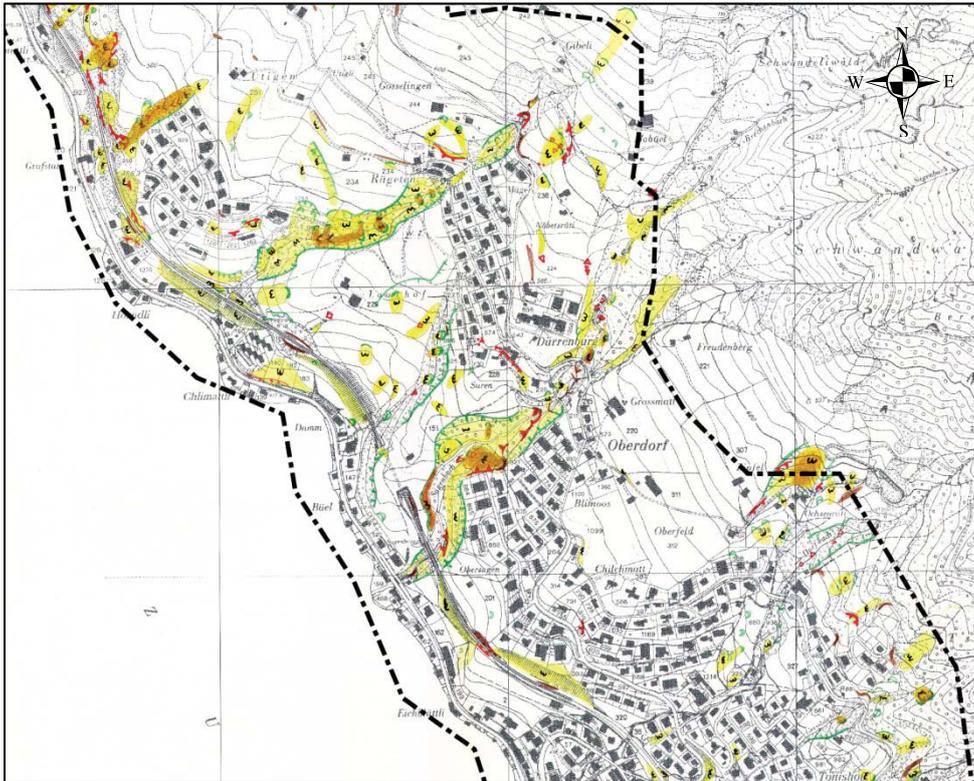
**Ausbruchgebiet**

**Beschreibung**

**Art und Ausdehnung (l x h) des Ausbruchgebiets:**

Siehe Kapitel Prozessquelle, Wirkungsanalyse und Abbildung unten.

**Koordinaten (X/Y):**



Links: Ausschnitt Karte der Phänomene im Prozessquellgebiet Mitte;  
 Quelle: [1]: Gefahrenkarte Walchwil: Belop gmbh / Geotest AG; 2005, ergänzt mit aktueller Feldkartierung im Ergänzungsperimeter im Rahmen dieser Revision 2019.

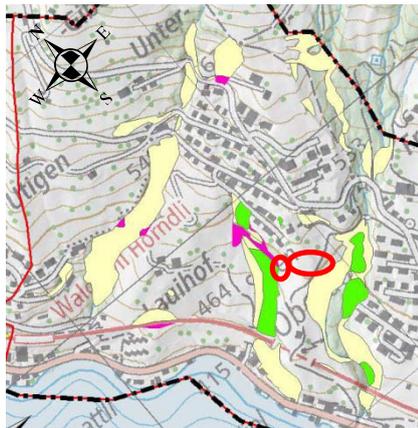
Legende:  
 Vgl. Beilage 2.1 von dem hier zugehörnden technischen Bericht.

**Disposition**

<b>Trennflächengefüge :</b>	<p>Die Gesteinsschichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung 15° - 35° nach SSO bis S ein.</p> <p>Die Mergelabfolgen (Sand-und Siltsteine) sind im Zentimeter- bis Dezimeter-Bereich geschichtet, teils auch schiefzig ausgebildet.</p> <p>Die größeren Konglomeratabfolgen weisen typischerweise Bankungen im Meterbereich auf und bildet lokal Rippen im Gelände. Grössere Bruch- oder Scherzonen sind auf der geologischen Karte keine vermerkt. Es ist jedoch aufgrund der Kartierungen mit mindestens 2 Kluff-Trennflächenscharen zu rechnen, welche nicht durchgehend und in sehr unterschiedlicher Orientierung ausgebildet sind.</p>
<b>Wasseraustritte:</b>	<p>Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhorizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.</p>
<b>Vegetation:</b>	<p>Die Bacheinhänge des Hörndlibaches und des Brächenbaches sind über weite Bereiche bewaldet, ebenso steile Bereiche talseits der SBB-Linie am Hangfuss. Ansonsten ist der Hang im Prozessquellgebiet meist unbewaldet und dient einerseits als Landwirtschaftsland oder stellt bebautes Siedlungsgebiet dar. Am Hangfuss verläuft entlang des Sees die Kantonsstrasse und rund 40 m darüber die SBB-Linie.</p>
<b>Exposition:</b>	<p>Die Hangbereiche sind generell SW-exponiert. Die Geologie-bedingten Stufen verlaufen etwa NNO-SSW. Die im Gebiet bestehenden Gerinnerunnen verlaufen etwa von Nordosten nach Südwesten den Hang hinunter zum See.</p>
<b>Andere:</b>	<p>Keine Bemerkungen.</p>

**Definition Ausbruchsszenarien**

Ereignisfrequenz	<b>häufig</b> 30 Jahre	<b>selten</b> 100 Jahre	<b>sehr selten</b> 300 Jahre
<b>massgebende Prozesse:</b>	Stein- und Blockschlag (Einzelblockschlag)	Stein- und Blockschlag (Einzelblockschlag)	Stein- und Blockschlag (Einzel- und Mehrfachblockschlag)
<b>Ausbruchmechanismus:</b>	gleiten / kippen / fallen	gleiten / kippen / fallen	gleiten / kippen / fallen
<b>berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten:</b>	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt
<b>Ausbruchkubatur [m<sup>3</sup>]:</b>	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Vereinzelt Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m
<b>Ausbr. Sturzkörper:</b>	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Vereinzelt Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m
<b>Bemerkung:</b>	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen und Bacheinhängen auf.	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen und Bacheinhängen auf.	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen und Bacheinhängen auf.
<b>Extremereignis</b> >> 300 Jahre	Keine Bemerkung.		



Links Prozessquellgebiet S02 Sturz\_Mitte: Im Vergleich zur Version der 1. Erarbeitung der Gefahrenkarte konnten die Gefahrengebiete meist übernommen werden.

Bereiche wurden entfernt (violette Flächen)

- aufgrund der neuen Gemeindestrasse im zentralen Hangbereich
- aufgrund aktueller Pauschalgefälleanalysen im Gebiet Nábetsrüti

2 Bereiche wurden im Gebiet Suren ergänzt aufgrund der Dokumente [4] und [5]; vgl. rote Kreise links.

Die aktuellen Prozessflächen im 300 jährlichen Ereignis sind in gelber Farbe (schwache Intensität) und grüner Farbe (mittlere Intensität) abgebildet.

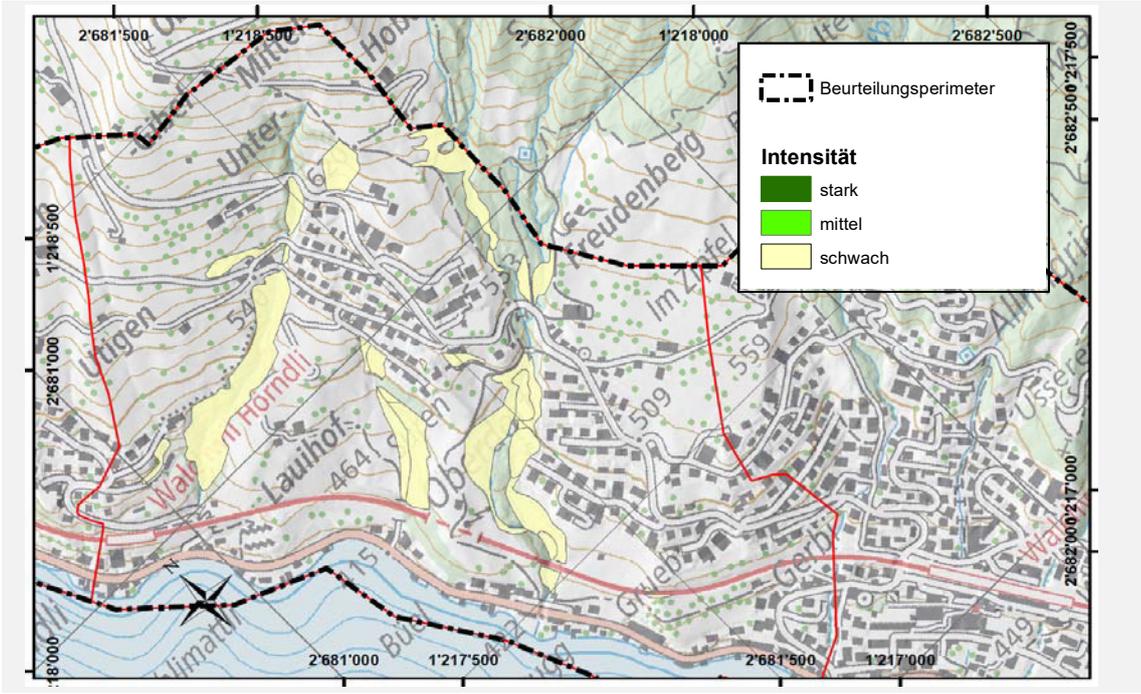
Wirkungsanalyse

**Beurteilungsmethode, Modellannahmen, Umgang mit Modelloutputs:** Ereigniskataster, Phänomene / Geländemorphologie, gutachterlich / Pauschalgefälleansatz und 2D-Modellierungen

**Beschreibung Transit- und Ablagerungsgebiet:** Bewaldete und offene Hangbereiche, Bacheinhänge, Gehängeschutt und Moränenmaterial, SBB-Linie und Kantonsstrasse. Besiedelte Gebiete befinden sich im Hang und entlang der Kantonsstrasse.

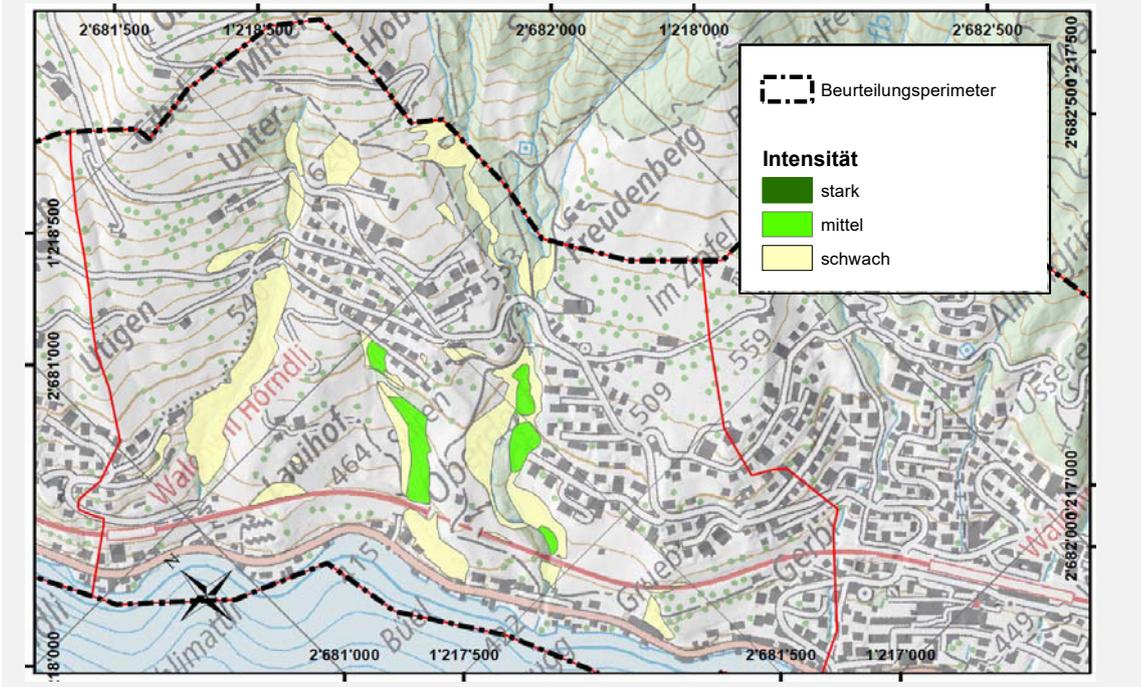
**Berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten / Schutzwald:** Die aktuelle Wirkung des Schutzwaldes ist in der Beurteilung berücksichtigt (hemmende Wirkung im Transit-Ablagerungsbereich, teils fördernd im Ausbruchbereich bei Windwurf).

**Wirkungsraum häufiges Ereignis (0-30 Jahre)**



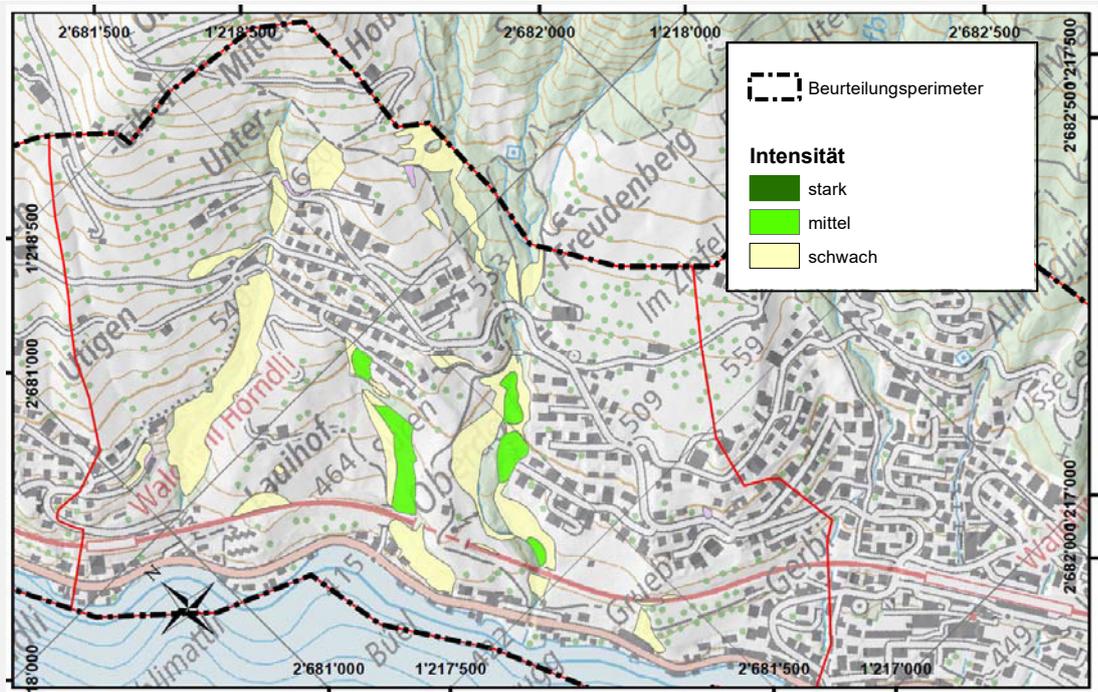
**Szenarienspezifische Annahmen / Bemerkung:** Keine Bemerkung

**Wirkungsraum mittleres Ereignis (30-100 Jahre)**



**Szenarienspezifische Annahmen / Bemerkung:** Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen beruht die Gefährdung auch auf Windwurfsszenarien in steilen Bereichen, wo Steine und Kleinblöcke über die Verwurzelung aus dem Untergrund gerissen werden und talwärts rollen können.

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre)



Szenariospezifische  
Annahmen / Bemerkung:

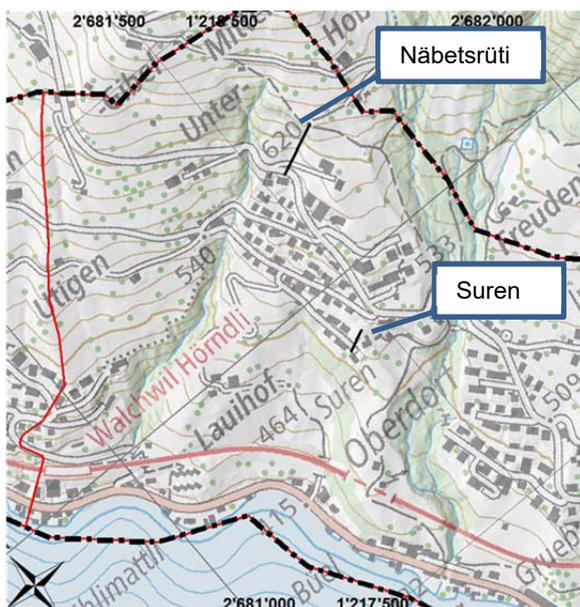
Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen beruht die Gefährdung auch auf Windwurfsszenarien in steilen Bereichen, wo Steine und Kleinblöcke über die Verwurzelung aus dem Untergrund gerissen werden und talwärts rollen können.

In den **violetten Flächen** ist nur im Extremereignis eine Einwirkung vorhanden (Kleinstbereiche).

Extremereignis  
>> 300 Jahre:

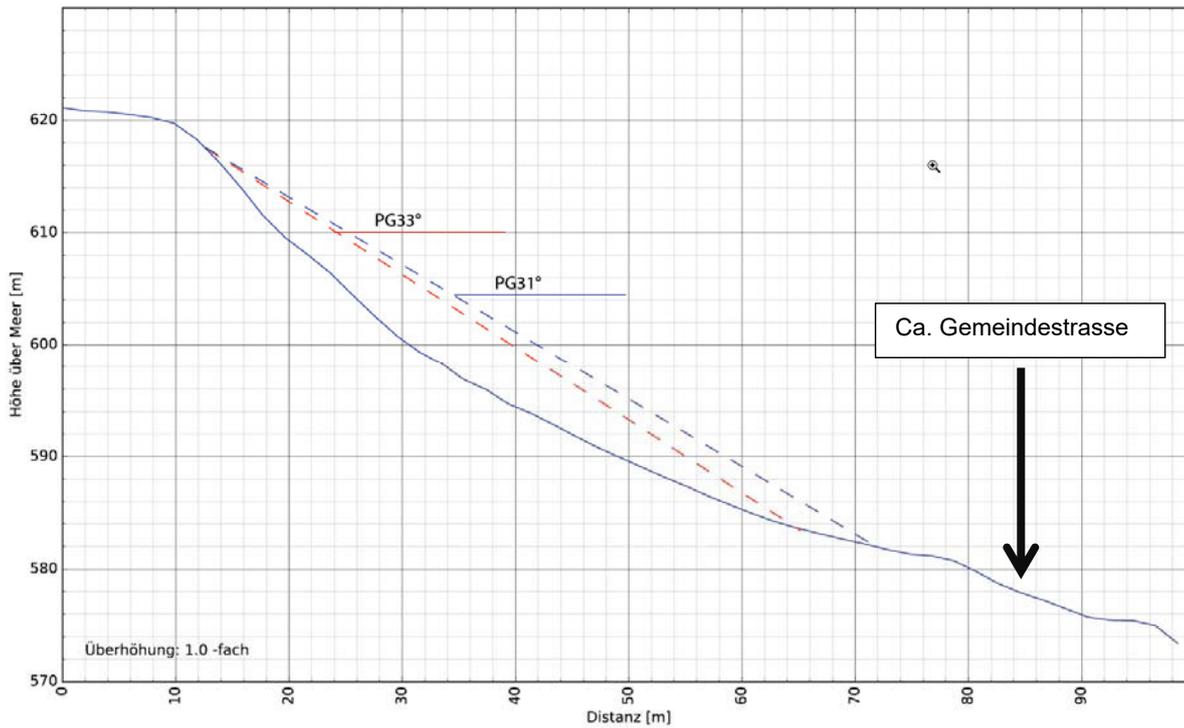
Sind in der Abbildung oben beim 300-jährlichen Szenario **als violette Flächen** abgebildet (Kleinstbereiche).

Unten: Situation mit Profilsuren für Pauschalgefälleprofile (Näbetsrüti) und 2D-Simulationen (Suren), welche als Anhang diesem Faktenblatt angehängt sind (folgende Seiten):

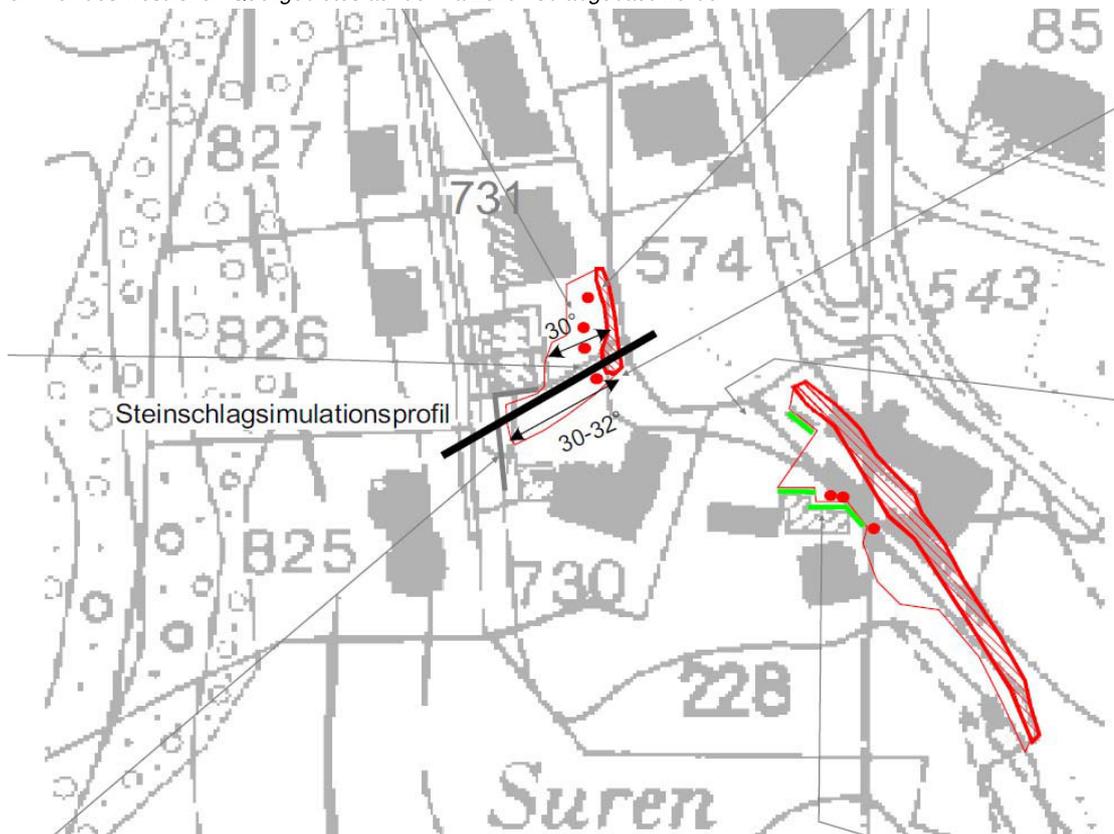


**ANHANG zum Faktenblatt**

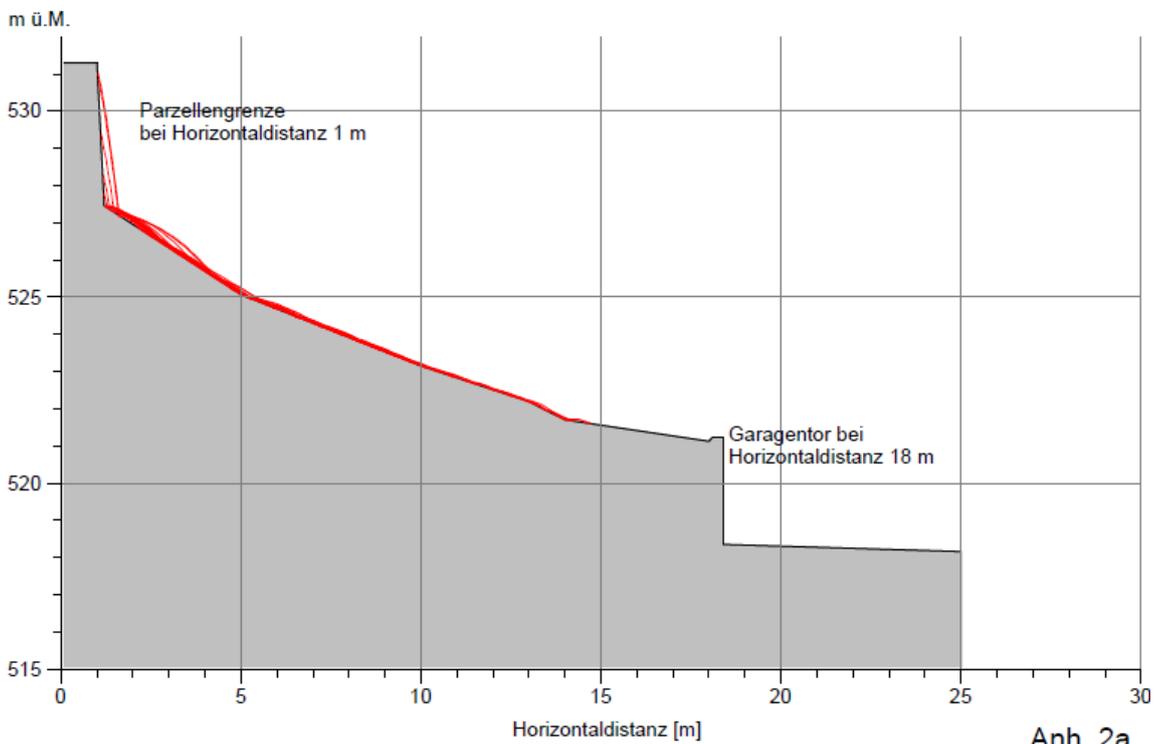
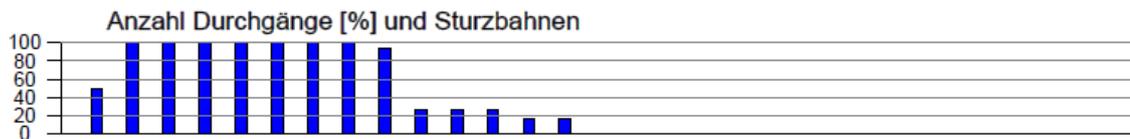
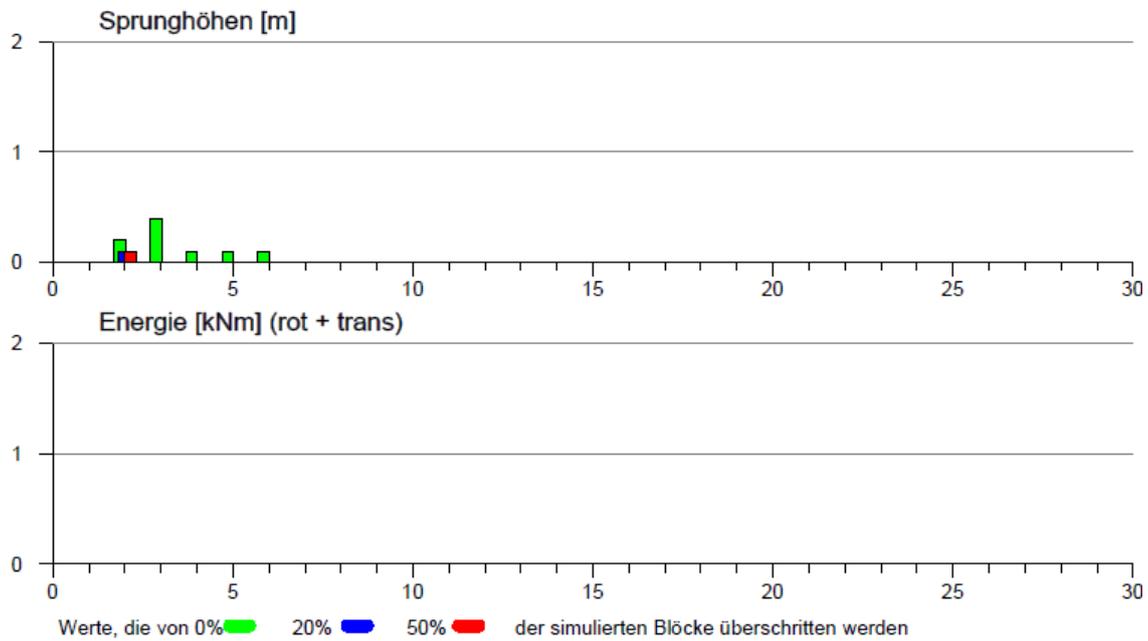
Pauschalgefälle-Profil Bereich Näbetsrüti



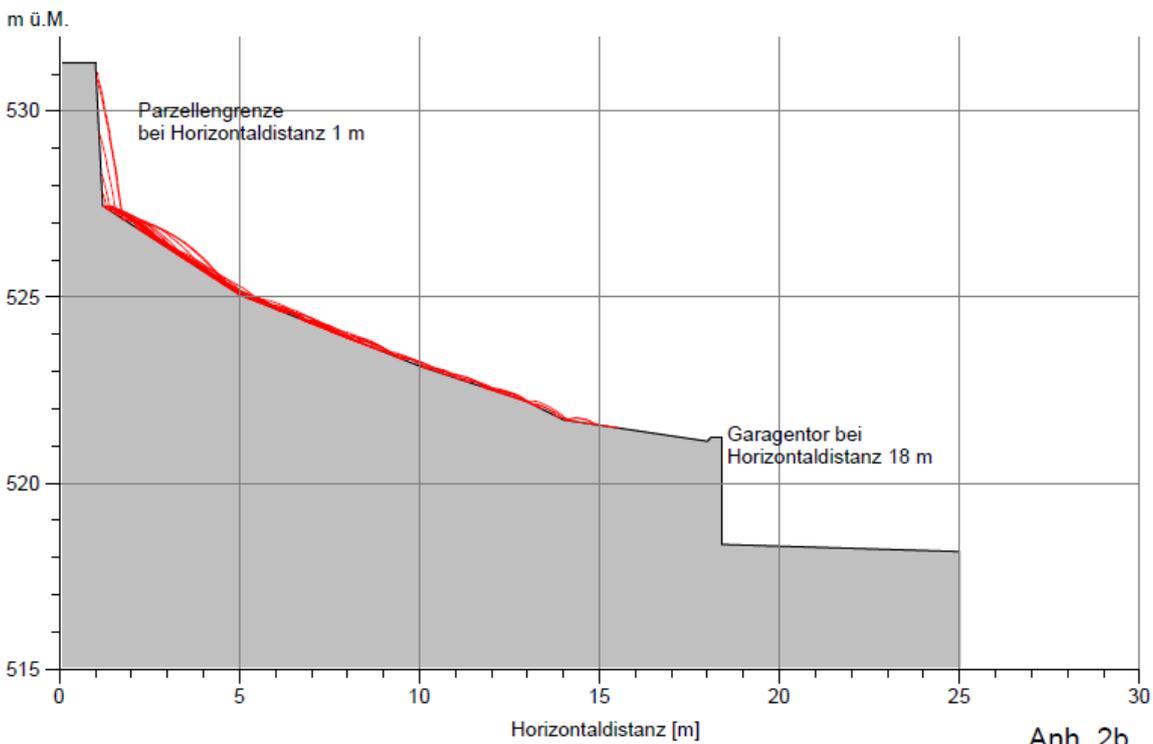
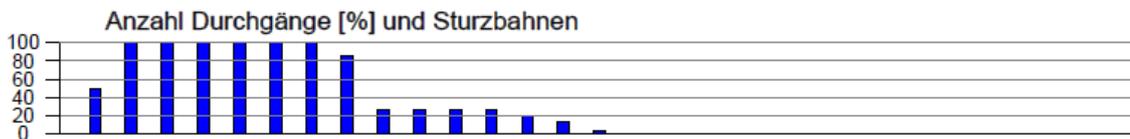
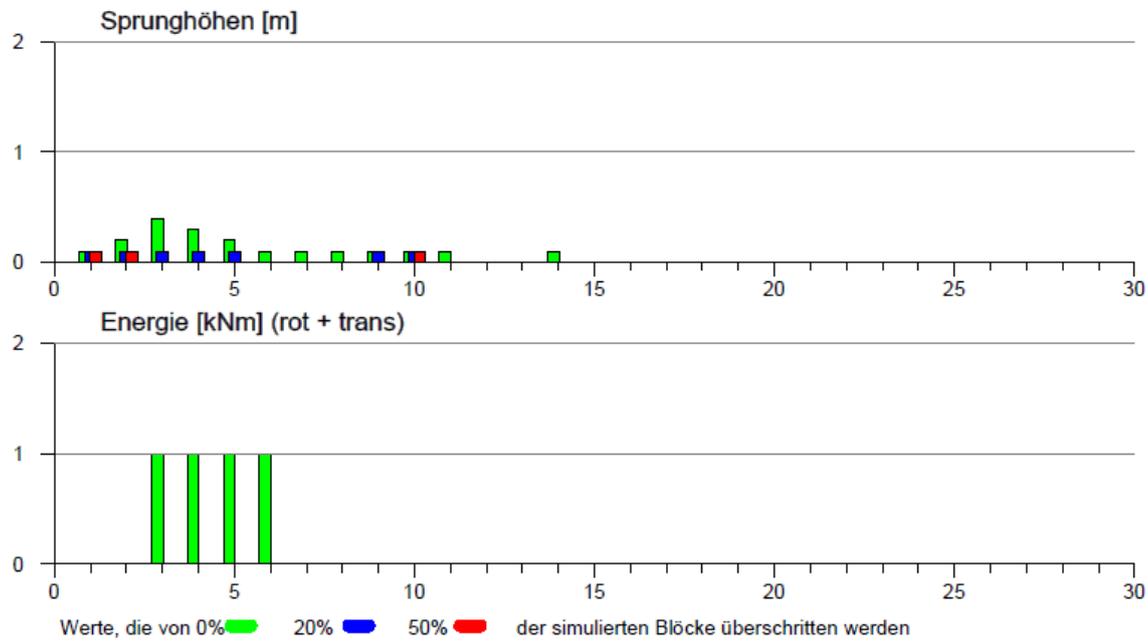
2D-Simulationen (Programm Rofmod 4.1) aus Ergänzung Gefahrenkarte GEOTEST Bericht Nr. 2318164.2 vom 13.02.2009 [4]; Situation (unten) und Simulationsergebnisse auf folgenden Seiten; hier erfolgte aber aufgrund des Dokumentes [5] nur eine teilweise Übernahme des Gefahrenbereiches, da ein Teil des westlichen Quellgebietes auf der Parzelle 730 abgebaut wurde.



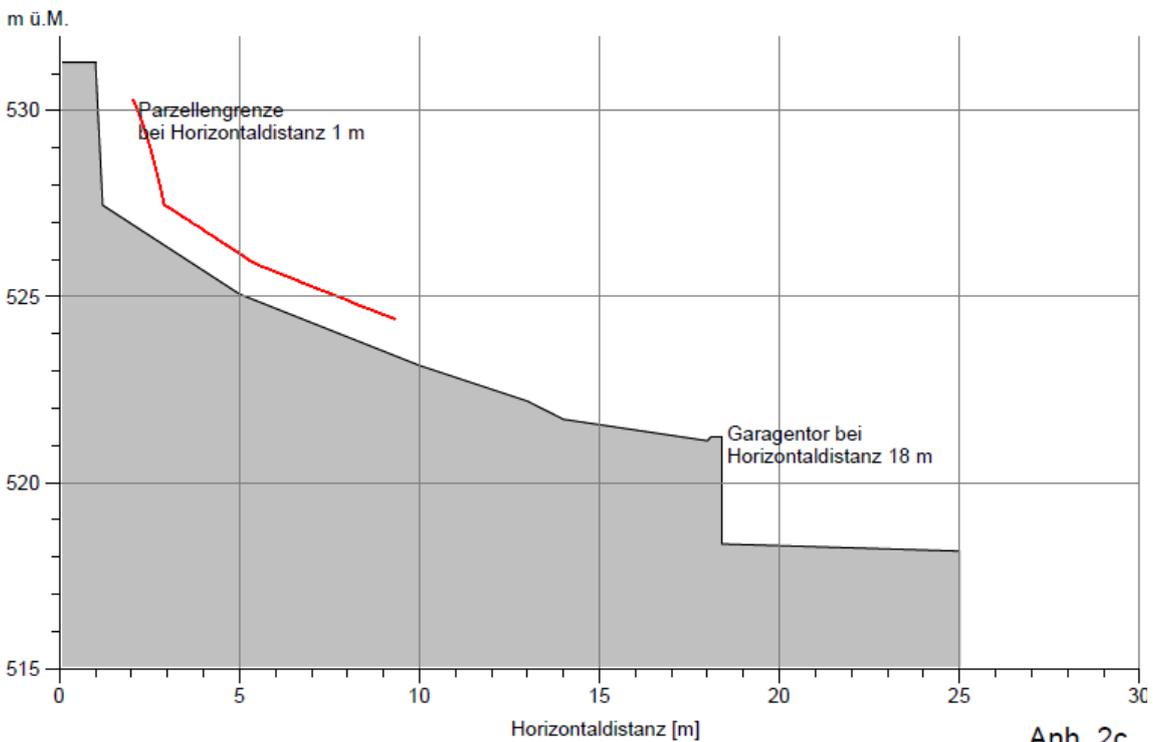
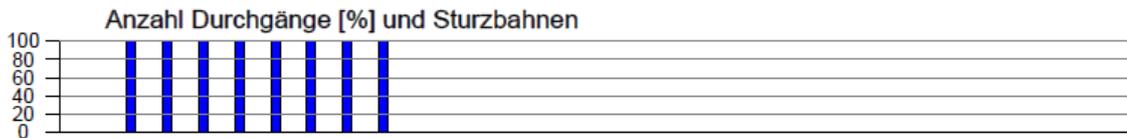
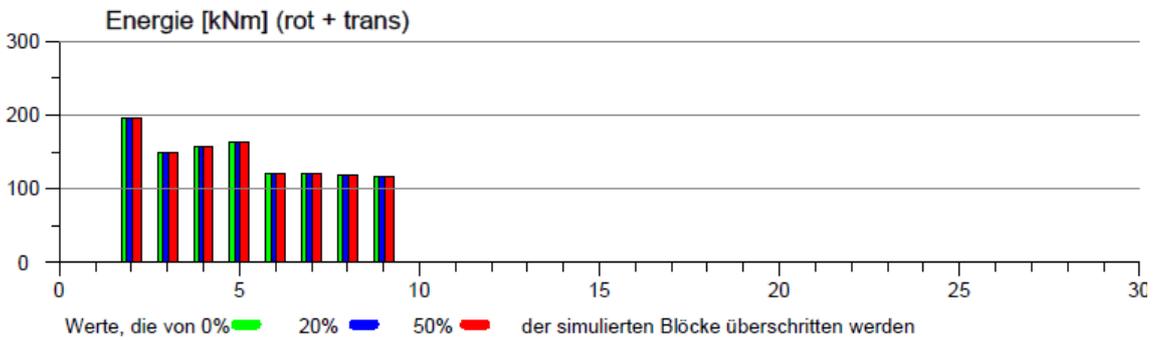
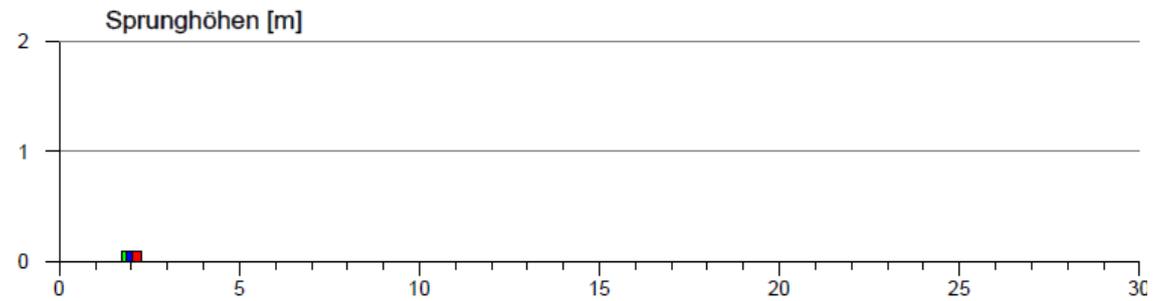
<b>Walchwil, Einsprache GZP</b> <b>Profil Felskopf</b>	L08164.1	29.1.2009
	GEOTEST AG / Lg	
Stein 0.2 x 0.2 x 0.2 m, gerundet, 13.4 kg Ausbruch ab Parzellengrenze		



Walchwil, Einsprache GZP Profil Felskopf	L08164.1	29.1.2009
	GEOTEST AG / Lg	
Stein 0.4 x 0.3 x 0.3 m, gerundet, 60 kg Ausbruch ab Parzellengrenze		



<b>Walchwil, Einsprache GZP</b> <b>Profil Felskopf</b>	L08164.1	29.1.2009
	GEOTEST AG / Lg	
Extremabbruch (Restrisiko) 4.0 x 1.0 x 1.0 m, kantig, 9.7 t Kippen ab Parzellengrenze, Simulation unter Berücksichtigung des Massenpunktes		

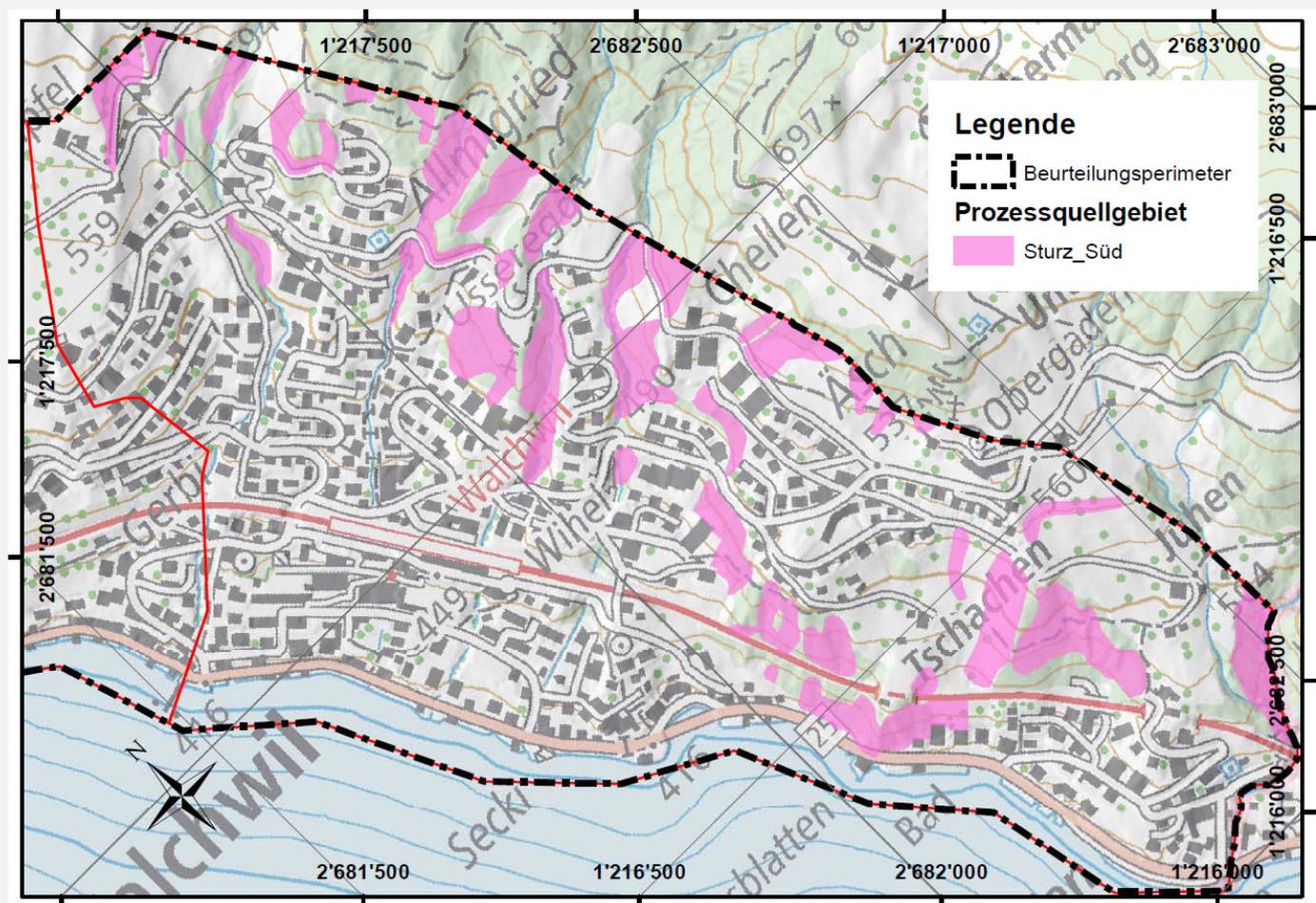


Anh. 2c

Allgemeine Angaben:

Gemeinde:	Walchwil	Stand:	<b>November 2019</b>
Prozess:	<input checked="" type="checkbox"/> Primärprozess	<input type="checkbox"/> Sekundärprozess	Auftragnehmer Beurteilung: GEOTEST AG, Horw
	<input checked="" type="checkbox"/> Steinschlag	<input type="checkbox"/> Felssturz	
	<input checked="" type="checkbox"/> Blockschlag	<input type="checkbox"/> Eisschlag	
		Bearbeiter/In:	S. Tobler, C. Fölmli

Situation:



Oben: Übersicht Prozessquellgebiet mit den prozessspezifischen Gefahrenbereichen.

Die Gemeinde Walchwil liegt am südwestexponierten Ufer des Zugersees. Von Norden her ist Walchwil via Oberwil bei Zug und von Süden her über Arth, Kanton Schwyz, erreichbar.

Der tiefste Punkt der Gemeinde bildet der Seespiegel des Zugersees mit 413 m ü. M., der höchstgelegene Punkt liegt auf der Hagegg auf 1'204 m ü. M..

Im Prozessquellgebiet steigt das Gelände vom Zugersee nach Nordosten hin über Tschachen und Wihel an. Darüber steigt das Gelände weiter über den südwestexponierten Hang bis zur Verflachung Balisbert – Obersüren - Chatzenberg auf rund 940 m ü. M. an.

Nach Norden wird das Prozessquellgebiet vom Geländerücken Gerbi – Zipfel begrenzt, nach Süden vom Rufibach.

In seeufernähe finden sich lokal Schwemmmaterial der Gerinne aus dem Walchwilerberg, Moränenmaterial und Auffüllungen. Der Hang ist weiträumig geringmächtig von Lockergestein bedeckt, darunter folgt Festgestein.

Ein grosser Bereich des Prozessquellgebietes ist besiedelt und überbaut. Entlang der Bacheinhänge und nach Süden hin in ausgeprägten Steilstufen ist der Hang aber oft bewaldet.

**Grundlagen:**

**Gutachten / Berichte / Karten / Interviews:**

- [1] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte Walchwil; GEOTEST AG / Belop gmbh; Oktober 2005.
- [2] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenkarte SBB Oberwil – Walchwil; Belop gmbh / GEOTEST AG; März 2006.
- [3] Amt für Wald und Wild Kt. Zug: Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zug; Karte der Phänomene Rutschungs- und Sturzprozesse; Massstab 1:5'000, Ausschnitte B und C; Ausgabe 2003.

**Bekannte Ereignisse:**

keine

Ereignisdat.	StorMe Nr.	Beschreibung

**Schutzbauten:**

keine

Bez.	Typ	Ort/Lage	Zustand	Wirkung (Protect)	
				JA	NEIN
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Überwachungen/ Messstellen:**

keine

Im Perimeter Gefahrenkarte bestehen keine bekannten Überwachungsstellen hinsichtlich Sturzprozesse.

**Geologie:**

In diesem Prozessquellgebiet sind über weite Bereiche unter flachgründiger Lockergesteinsbedeckung Einheiten der Unteren Süsswassermolasse aufgeschlossen. Es handelt sich um mächtige Sandsteinlagen mit geringmächtigeren Mergel-Zwischenschichten (tertiäre „Granitische Molasse“ im Norden und „Grindelegg-Serie“ im Süden). Vereinzelt treten auch Nagelfluhbänke auf, die unten in der Karte mit roten Punktlinien markiert sind. Die Schichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung mässig steil (ca. 15° – 35°) nach SSO bis S ein.



Die härteren Sandsteine und Nagelfluhbänke bilden oft stabilere Rippen mit geringmächtiger Bedeckung, wogegen die weicheren Sandsteine und Mergel zurückwittern. Auf den Festgesteinen liegt in den höheren Bereichen Moränenmaterial on unterschiedlicher Mächtigkeit. Typisch für dieses Material ist der hohe Gehalt an eingebetteten, grossen Nagelfluhblöcken aus dem Gebiet Rufiberg und Rossberg. Diese Blöcke sind während der Eiszeit in grosser Zahl mit Block- und Felsstürzen auf den Gletscher gestürzt, mit diesem Richtung Zug transportiert und an der Südwestflanke des Zugersees abgelagert worden. Entsprechend nimmt auch die Häufigkeit der Nagelfluhblöcke Richtung Norden hin deutlich ab.

*Links: Abbildung der Geologie im hier beschriebenen und mit rotem Rahmen markierten Prozessquellgebiet (aus map.geo.admin.ch):*

*Die rot eingefärbten Flächen entsprechen der „Granitischen Molasse“ mit Konglomeratbänken, die braunen Flächen entsprechen der „Grindelegg-Serie“ mit Konglomeratbänken, die grünen Flächen stellt die Moräne-Bedeckung der Würm-Vergletscherung dar.*

*Die vereinzelt eingezeichneten, dunklen Quadrate sind gefasste Quellen.*

**Spuren im Gelände:**

Dieses Prozessquellgebiet ist zu einem beträchtlichen Teil besiedelt, entsprechend finden sich hier etwas weniger natürliche Spuren im Gelände.

Eine markante Geländestufe, die auch hier an die Geologie (bzw. an die kompetenteren und somit weniger verwitterungsanfälligen Konglomeratbänke) gebunden ist, zieht sich vom See her von Rossblatten hinauf Richtung Chellen.

Die steilen Einhänge der diversen Gerinnen und Bäche stellen auch hier Bereiche dar, aus welchen Steinschlag (insbesondere bei Windwurf und Rutschungen) erfolgen kann.

Über das Gebiet verteilt finden sich zudem lokale Böschungen sowie ältere und jüngere Anrisse von spontanen Rutschungen und Hangmuren (potentielle Quellen für Steinschlag und Sekundärsteinschlag. Im Gebiet Tschachen im Süden finden sich im offenen Land mehrere Blöcke, welche im Falle von Spontanrutschungen als Sekundärsteinschlag mobilisiert werden können.

Entlang des Einschnittes der SBB-Linie finden sich in diesem Prozessquellgebiet nur lokal aufragende Steilbereiche, welche als Quellen für Sturzprozesse dienen

Die kartierten Spuren im Gelände sind in der Karte der Phänomene in der Gefahrenkarte Walchwil [1], des Zusatzperimeters SBB [2] und der Gefahrenhinweiskarte des Kt. Zug [3] dokumentiert und mit Kartierungen im Rahmen dieser Revision ergänzt worden (vgl. Abbildung unten Kapitel „Ausbruchgebiet“).

**Hydrogeologie:**

Die gesamte etwa Nord-Süd ausgerichtete Erhebung des Walchwilerberges entwässert auf der Westflanke mit zahlreichen Bächen in den Zugersee.

Im Prozessquellgebiet entwässern die Bäche (Dorfbach, Wihelbach, Seckibach und Rufibach) etwa von NNO nach SSW.

Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhorizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.

Im Gebiete Oberdorf / Freudenberg zwischen dem Sagenbach und Dorfbach sowie im Süden im weiteren Einzugsgebiet des Rufibaches und ist zudem jeweils ein Gewässerschutzbereich Au ausgeschieden (gem. Gewässerschutzkarte des Kantons Zug).

**Bemerkungen**

Während der Bearbeitung der Revision der hier vorliegenden Gefahrenkarte Walchwil startete der Doppelspurausbau der SBB zwischen dem Grindwäschibach und dem Dorf Walchwil.

Die projektierten Böschungsabträge, Böschungssicherungen und Dammschüttungen, welche sich aufgrund der Trasseeverbreiterungen ergeben, **sind in der hier vorliegenden Beurteilung der Sturz- und Rutschprozesse nicht berücksichtigt**. Diese Beurteilung kann erst nach Abschluss der Arbeiten vor Ort erfolgen. Einzig anhand der Projektpläne ist es zu unsicher, ob eine Gefährdung komplett eliminiert ist, oder ob von weiter oben nach wie vor Sturz- oder Rutschmaterial bis zum Trasseebereich gelangen können.

Die Ausdehnung und Intensitäten der Gefahrenggebiete für Sturzprozesse im hier beschriebenen Prozessquellgebiet konnte im Rahmen der vorliegenden 1. Revision (dieses Dokument, September 2019) aus den Originaldossiers [1] übernommen werden.

- Es gab in diesem Prozessquellgebiet jedoch lokal Entfernung von Gefährdungsflächen in neu überbauten Gebieten, wo die Gefahrenquellen eliminiert sind.
- Zudem ergab sich im Gebiet Forchstrasse lokal eine kleine Reduktion der Gefährdung (Gefährdung schwacher Intensität erst im 300-jährlichen Ereignis. (vgl. Abbildung auf Seite 5).

Details zu den Veränderungen siehe Seite 4.

**Anhang:**

- Hangprofile → vgl. Profilsuren auf Situation mit Profilen 2D-Simulationen Ende dieses Faktenblattes auf S. 7 und folgende.
- Modelloutput → vgl. Profilsuren auf Situation mit Profilen 2D-Simulationen Ende dieses Faktenblattes auf S. 7 und folgende.
- Felsmechanische Modelle
  
- Andere: Karte der Phänomene aus Dossier Ersterarbeitung Gefahrenkarte Walchwil [1], ergänzt mit der Karte der Phänomene aus GK SBB Oberwil-Walchwil [2], der Karte der Phänomene aus der GHK Zug [3] und mit Ergänzungen der aufgrund Feldkartierungen während dieser Revision 2019.

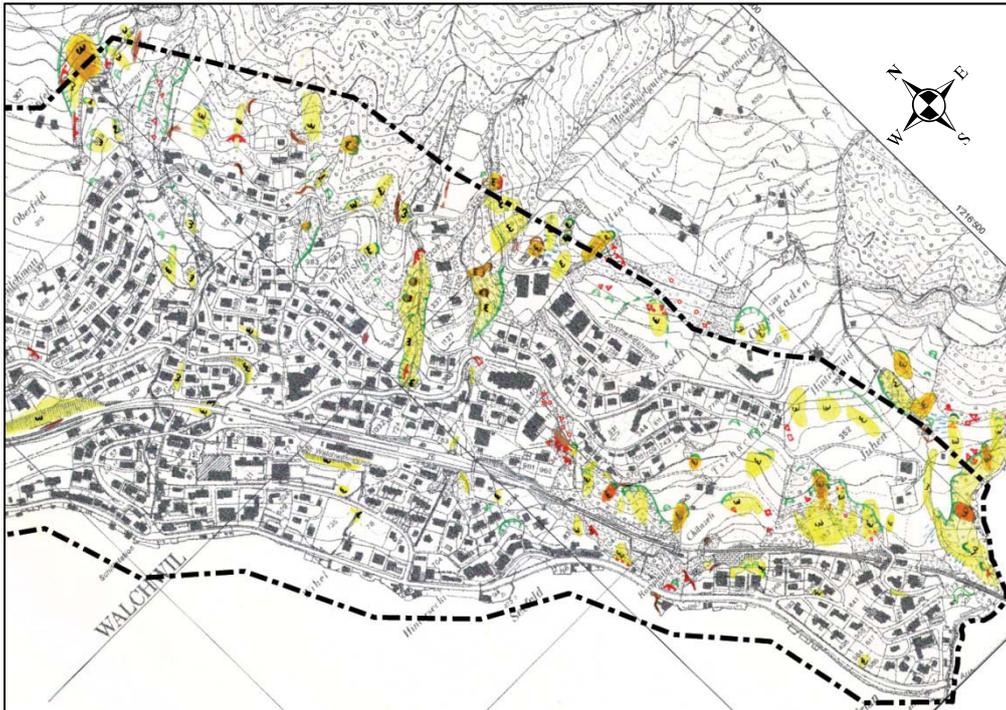
**Ausbruchgebiet**

**Beschreibung**

**Art und Ausdehnung (l x h) des Ausbruchgebiets:**

Siehe Kapitel Prozessquelle, Wirkungsanalyse und Abbildung unten.

**Koordinaten (X/Y):**



Links: Ausschnitt Karte der Phänomene im Prozessquellgebiet Süd;  
 Quelle: [1]: Gefahrenkarte Walchwil: Belop gmbh / Geotest AG; 2005, ergänzt mit aktueller Feldkartierung im Ergänzungsperimeter im Rahmen dieser Revision 2019.

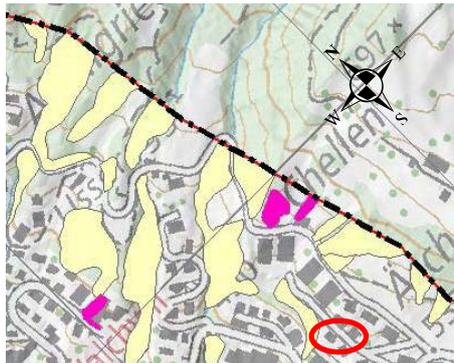
Legende:  
 Vgl. Beilage 2.1 von dem hier zugehörnden technischen Bericht.

**Disposition**

<b>Trennflächengefüge:</b>	Die Gesteinsschichten fallen aufgrund der alpinen Gebirgsbildung 15° - 35° nach SSO bis S ein. Die Mergelabfolgen (Sand- und Siltsteine) sind im Zentimeter- bis Dezimeter-Bereich geschichtet, teils auch schiefrig ausgebildet. Die gröberen Konglomeratabfolgen weisen typischerweise Bankungen im Meterbereich auf und bilden lokal Rippen im Gelände. Grössere Bruch- oder Scherzonen sind auf der geologischen Karte keine Vermerkt. Es ist jedoch aufgrund der Kartierungen mit mindestens 2 Kluff-Trennflächenscharen zu rechnen, welche nicht durchgehend und in sehr unterschiedlicher Orientierung ausgebildet sind.
<b>Wasseraustritte:</b>	Bezüglich der Gesteinsdurchlässigkeit stehen die geringdurchlässigen Mergelschichten der Granitischen Molasse im Kontrast zu den eher besser durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten. So bilden die Mergelschichten oft lokale Stauhohizonte, welche bei einem Ausbeissen an der Geländeoberfläche zu Wasseraustritten führen können. Dementsprechend finden sich (vgl. geologische Karte oben) im Gebiet mehrere gefasste Quellen.
<b>Vegetation:</b>	Die Bacheinhänge des Dorfbaches, des Seckibaches und des Ruffibaches im Süden sind über grosse Bereiche bewaldet, ebenso steile Bereiche tal- und bergseits der SBB Linie im Gebiet Tschachen. Ansonsten ist der Hang im Prozessquellgebiet meist unbewaldet und zu einem sehr grossen Teil besiedelt. Gebietsweise dient er als Landwirtschaftsland. Am Hangfuss verläuft entlang des Sees die Kantonsstrasse und rund 40 m darüber die SBB-Linie.
<b>Exposition:</b>	Die Hangbereiche sind generell SW-exponiert. Die Geologie-bedingten Stufen verlaufen etwa NNO-SSW. Die im Gebiet bestehenden Gerinnerunnen verlaufen etwa von Nordosten nach Südwesten den Hang hinunter zum See.
<b>Andere:</b>	Keine Bemerkungen.

**Definition Ausbruchsszenarien**

Ereignisfrequenz:	<b>häufig</b> 30 Jahre	<b>selten</b> 100 Jahre	<b>sehr selten</b> 300 Jahre
<b>massgebende Prozesse:</b>	Stein- und Blockschlag (Einzelblockschlag)	Stein- und Blockschlag (Einzelblockschlag)	Stein- und Blockschlag (Einzel- und Mehrfachblockschlag)
<b>Ausbruchmechanismus:</b>	gleiten / kippen / fallen	gleiten / kippen / fallen	gleiten / kippen / fallen
<b>berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten:</b>	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt	keine Schutzbauten gegen Steinschlag vorhanden, Waldwirkung berücksichtigt
<b>Ausbruchkubatur [m<sup>3</sup>]:</b>	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Vereinzelt Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m
<b>Ausbr. Sturzkörper:</b>	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Vereinzelt Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m	Steinschlag: Kantenlänge < 0.5 m Blockschlag: Kantenlänge 0.5–2.0 m
<b>Bemerkung:</b>	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen und Bacheinhängen auf.	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen und Bacheinhängen auf.	Der Prozess tritt im Perimeter Gefahrenkarte primär entlang der Geologie-bedingten Steilstufen und Bacheinhängen auf.
<b>Extremereignis &gt;&gt; 300 Jahre:</b>	Keine Bemerkung.		



Links: Prozessquellgebiet S03 Sturz\_Süd: Im Vergleich zur Version der 1. Erarbeitung der Gefahrenkarte konnte meist übernommen werden.

Bereiche wurden entfernt (violette Flächen)

- aufgrund neuerer Bebauungen, wodurch die Gefahrenquellen eliminiert wurden.

In einem Bereich (Bereich Forchstrasse, roter Kreis, aufgrund 2D-Sim; vgl. S. 7 dieses Faktenblattes und folgende) wurde für einen Teilbereich die bestehende schwache Intensität vom 100-jährlichen Szenario auf das 300-jährliche Szenario zurückgestuft.

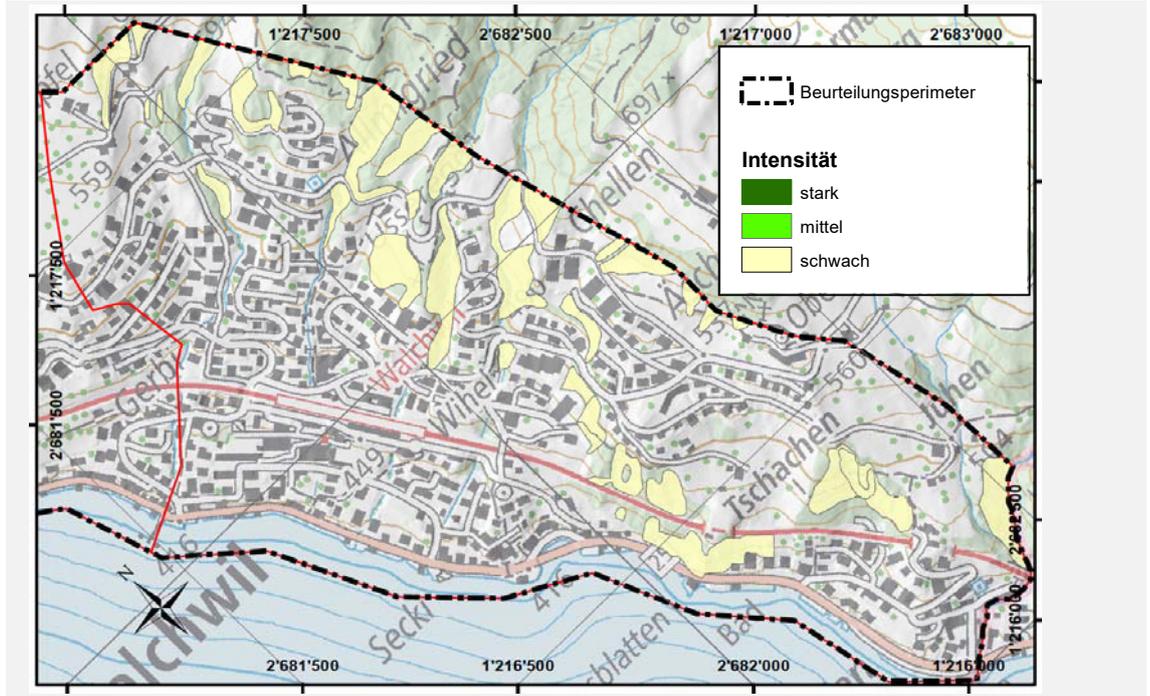
Wirkungsanalyse

**Beurteilungsmethode, Modellannahmen, Umgang mit Modelloutputs:** Ereigniskataster, Phänomene / Geländemorphologie, gutachterlich / Pauschalgefälleansatz und 2D-Modellierungen

**Beschreibung Transit- und Ablagerungsgebiet:** Bewaldete und offene Hangbereiche, Gehängeschutt und Moränenmaterial, Bachrungen, SBB-Linie und Kantonsstrasse. Besiedelte Gebiete befinden sich im Hang und entlang der Kantonsstrasse.

**Berücksichtigte Wirkung von Schutzbauten / Schutzwald:** Die aktuelle Wirkung des Schutzwaldes ist in der Beurteilung berücksichtigt (hemmende Wirkung im Transit-Ablagerungsbereich, teils fördernd im Ausbruchbereich bei Windwurf). Die SBB Linie wirkt generell als relevante Berme für Bereiche weiter unten.

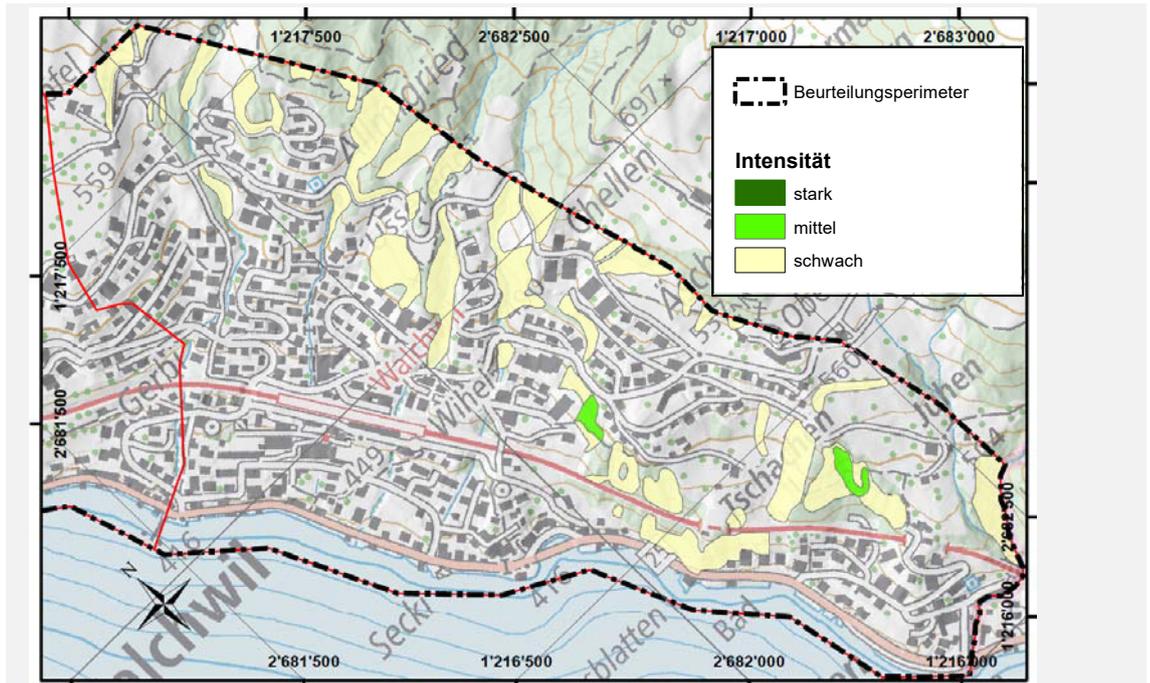
**Wirkungsraum häufiges Ereignis (0-30 Jahre):**



**Szenarienspezifische Annahmen / Bemerkung:**

Keine Bemerkung.

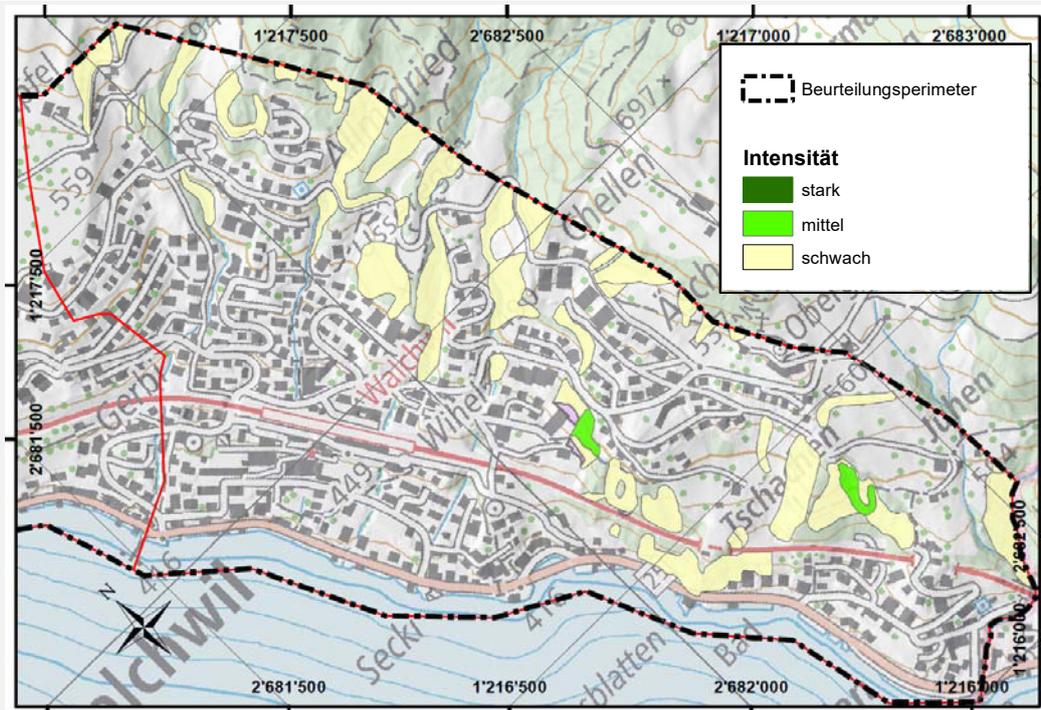
**Wirkungsraum mittleres Ereignis (30-100 Jahre):**



**Szenarienspezifische Annahmen / Bemerkung:**

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen beruht die Gefährdung auch auf Windwurfsszenarien in steilen Bereichen, wo Steine und Kleinblöcke über die Verwurzelung aus dem Untergrund gerissen werden und talwärts rollen können.

Wirkungsraum  
seltenes Ereignis  
(100-300 Jahre):

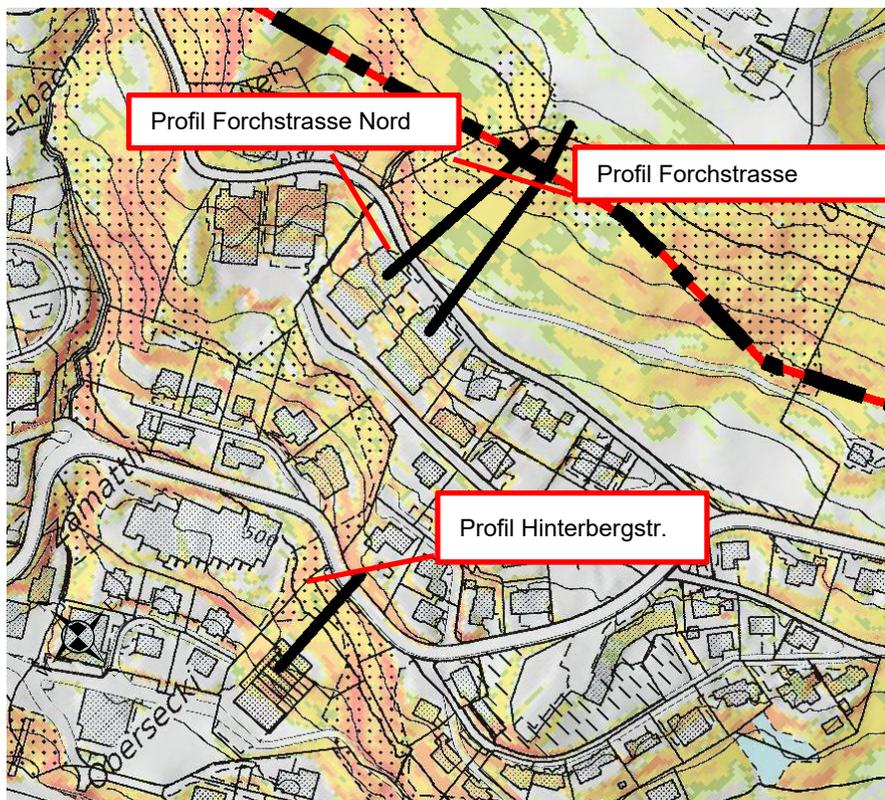


Szenarienspezifische  
Annahmen / Bemerkung:

Bei zahlreichen Teil-Prozessräumen beruht die Gefährdung auch auf Windwurfsszenarien in steilen Bereichen, wo Steine und Kleinblöcke über die Verwurzelung aus dem Untergrund gerissen werden und talwärts rollen können. In den **violetten Flächen** ist nur im Extremereignis eine Einwirkung vorhanden.

Extremereignis  
>> 300 Jahre

Sind in der Abbildung oben beim 300-jährlichen Szenario **als violette Flächen** abgebildet (Kleinstbereiche).



Links: Situation mit Profilsuren für 2D-Simulationen (schwarz), welche als Anhang diesem Faktenblatt angehängt sind (folgende Seiten).

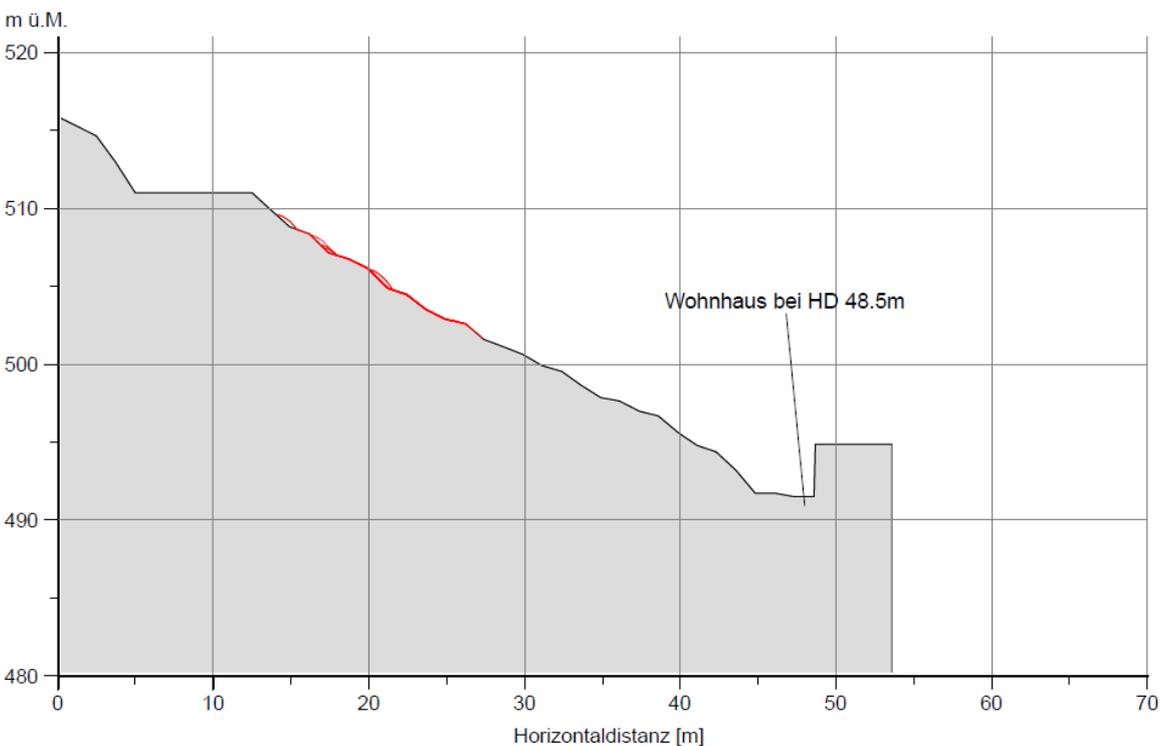
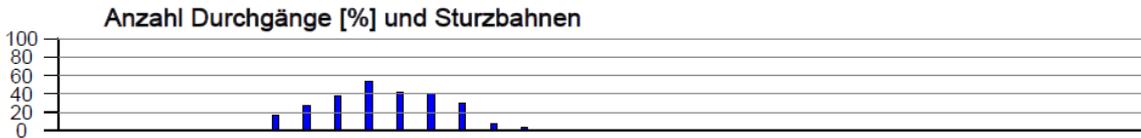
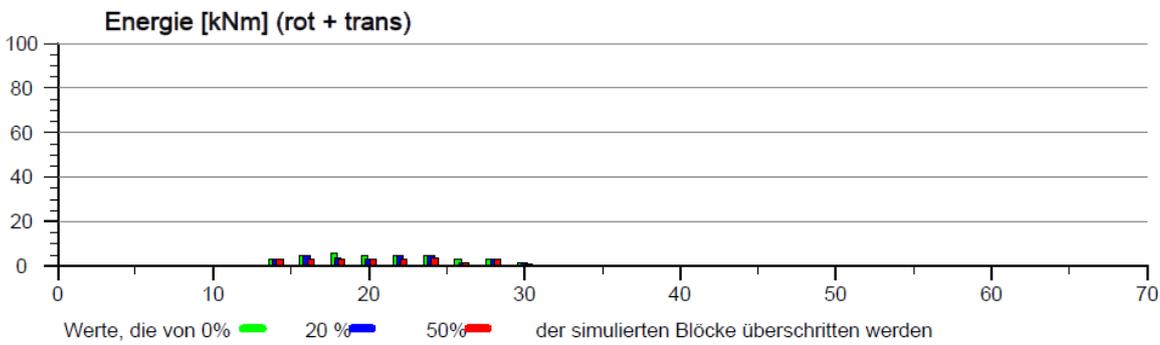
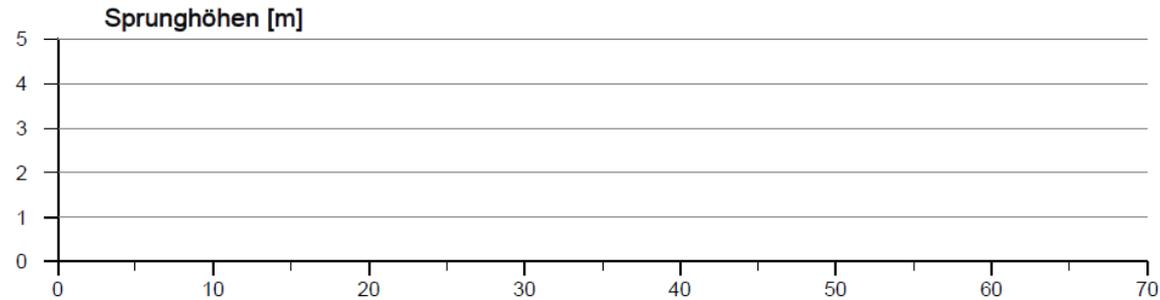
- Für das Profil Hinterbergstrasse wird einzig das Szenario Windwurf ab dem 30- bis 100-jährlichem Ereignis geltend gemacht.
- Für die Profile Forchstrasse und Forchstrasse Nord besteht aufgrund des vorhandenen Abbruchbereiches bereits ein 30-jährliches Szenario.

**ANHANG zum Faktenblatt**

Diese und folgende Seiten: 2D-Simulationen (Programm Rofmod 4.1) im Rahmen dieser Revision ausgeführt.

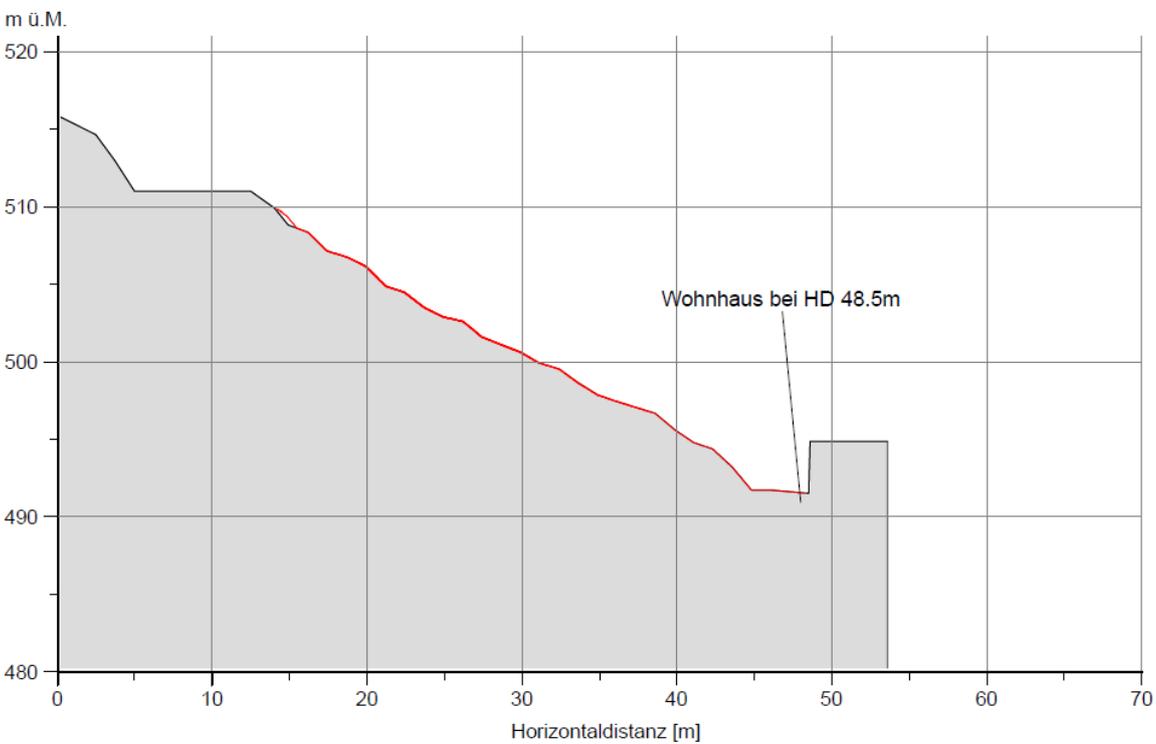
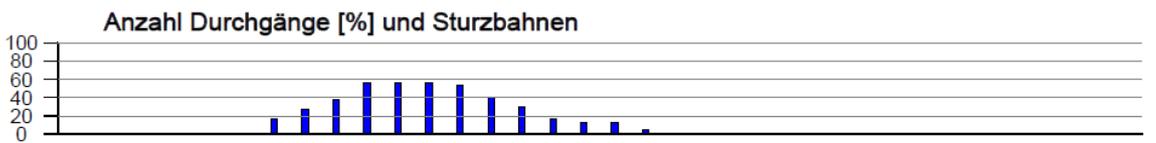
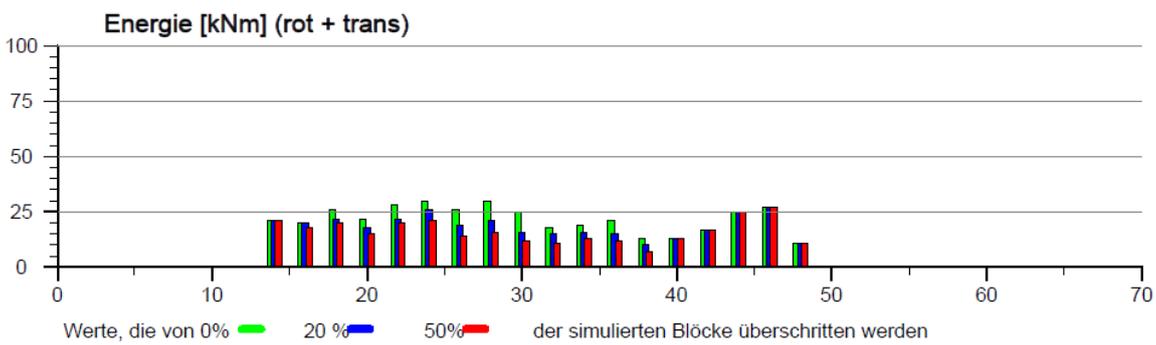
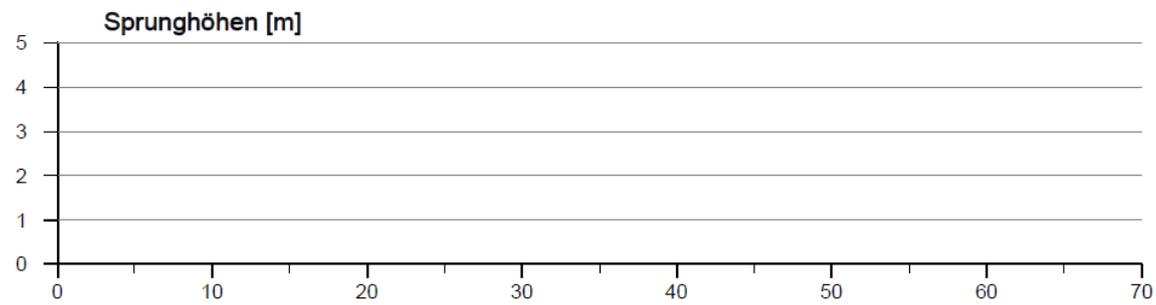
<b>Walchwil, Revision Gefahrenkarte PQ Sturz Süd, Profil Hinterbergstrasse</b>	2319007	06.06.2019/ tb
	GEOTEST AG	
Seltenes Ereignis: 0.8 x 0.6 x 0.5 m, ca. 530 kg Startzone 14 - 20 m; Szenario v.a. Windwurf		

600



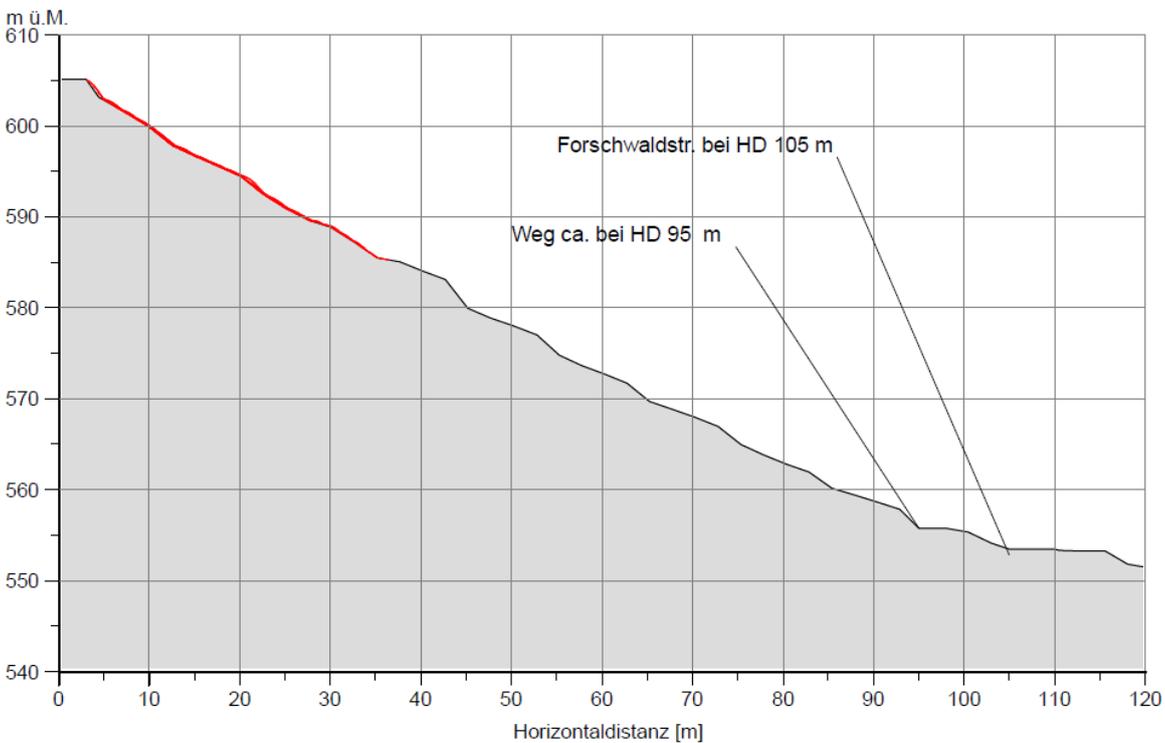
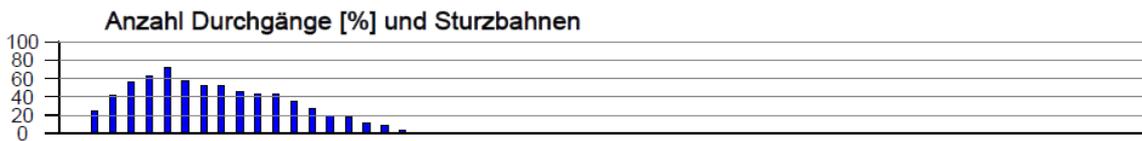
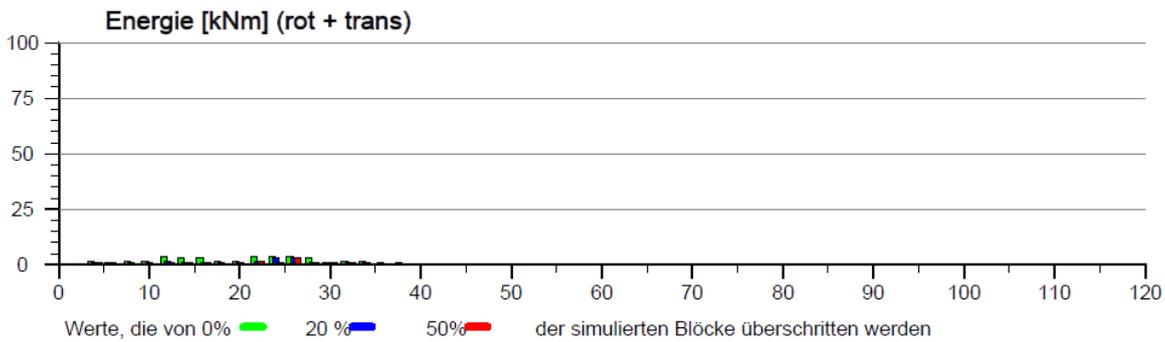
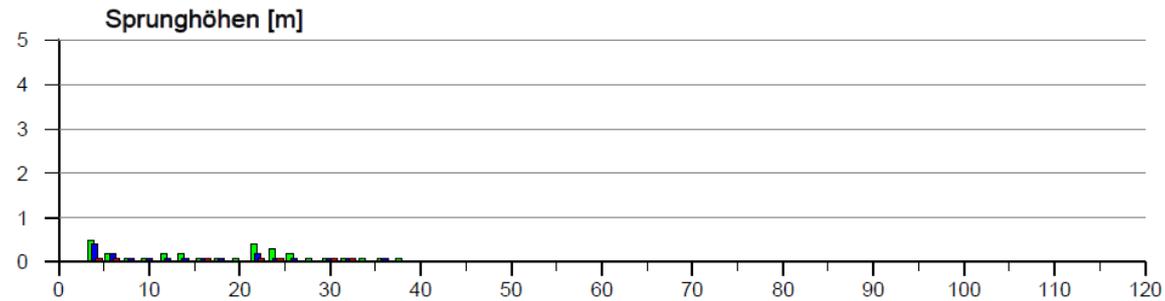
<b>Walchwil, Revision Gefahrenkarte</b> <b>PQ Sturz Süd, Profil Hinterbergstrasse</b>	2319007	06.06.2019/ tb
	GEOTEST AG	
Sehr Seltenes Ereignis: 1.2 x 0.9 x 0.9 m, ca. 1.87 to Startzone 14 - 20 m; Szenario v.a. Windwurf		

600



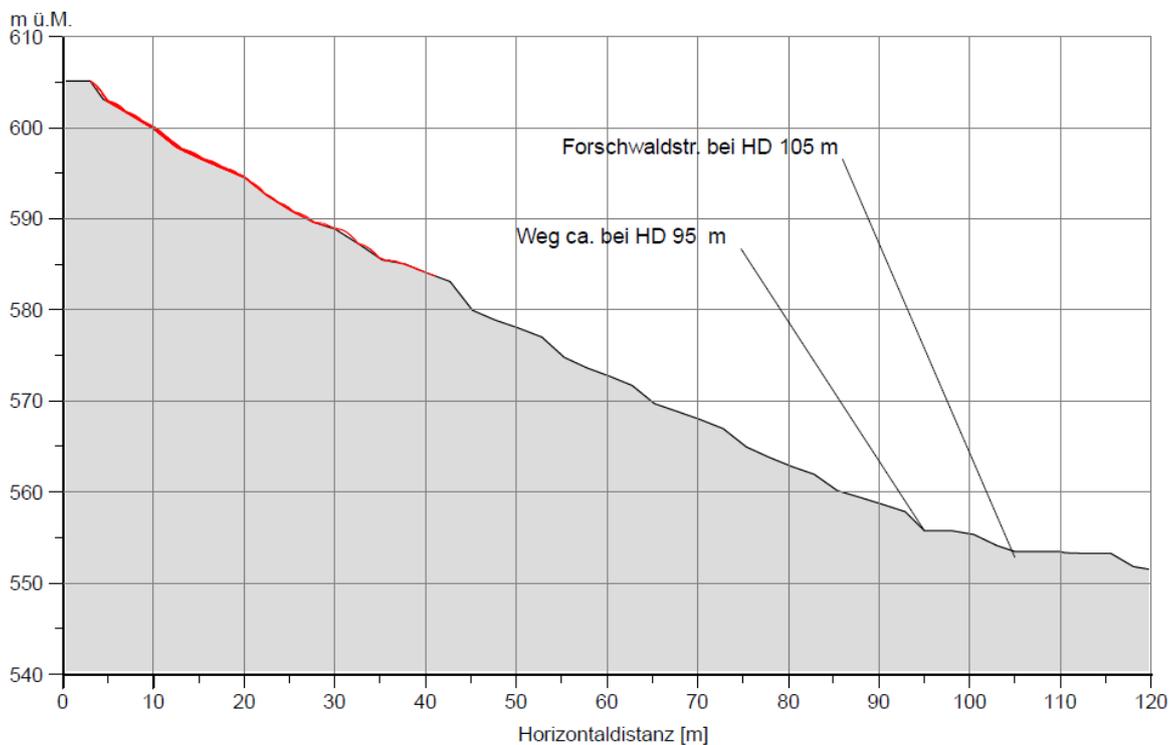
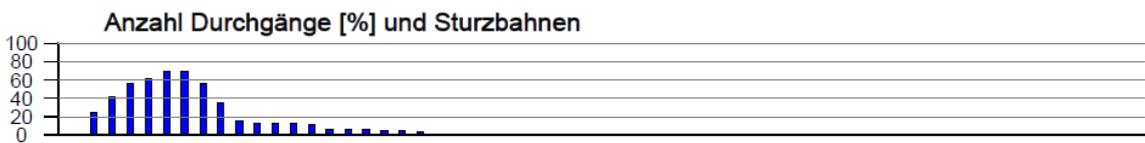
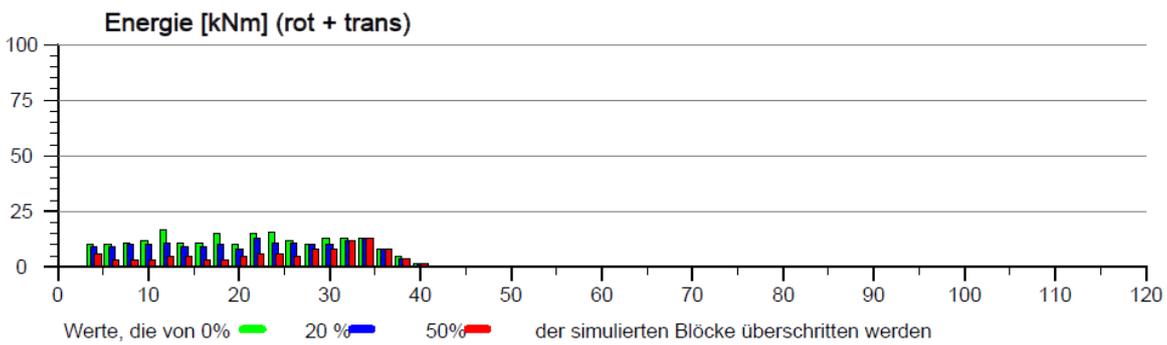
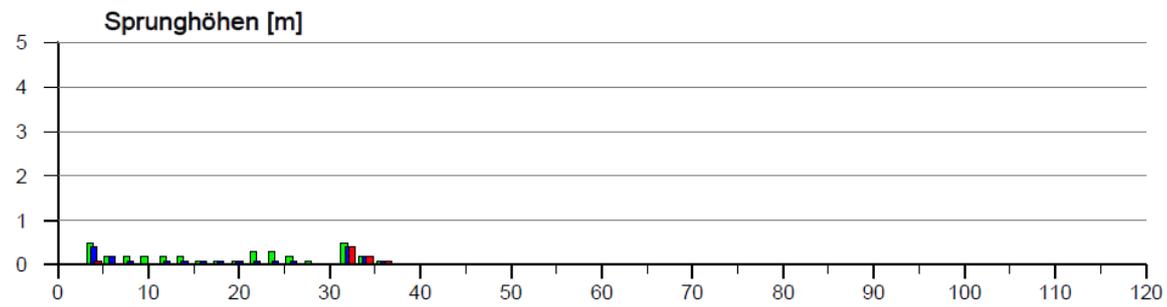
<b>Walchwil, Revision Gefahrenkarte</b> <b>PQ Sturz Süd, Profil Forchwald</b>	2319007	06.06.2019/ tb
	GEOTEST AG	
Häufiges Ereignis: 0.5 x 0.4 x 0.30 m, ca. 130 kg Startzone 3 - 12 m; Szenario Felsabbruch		

600



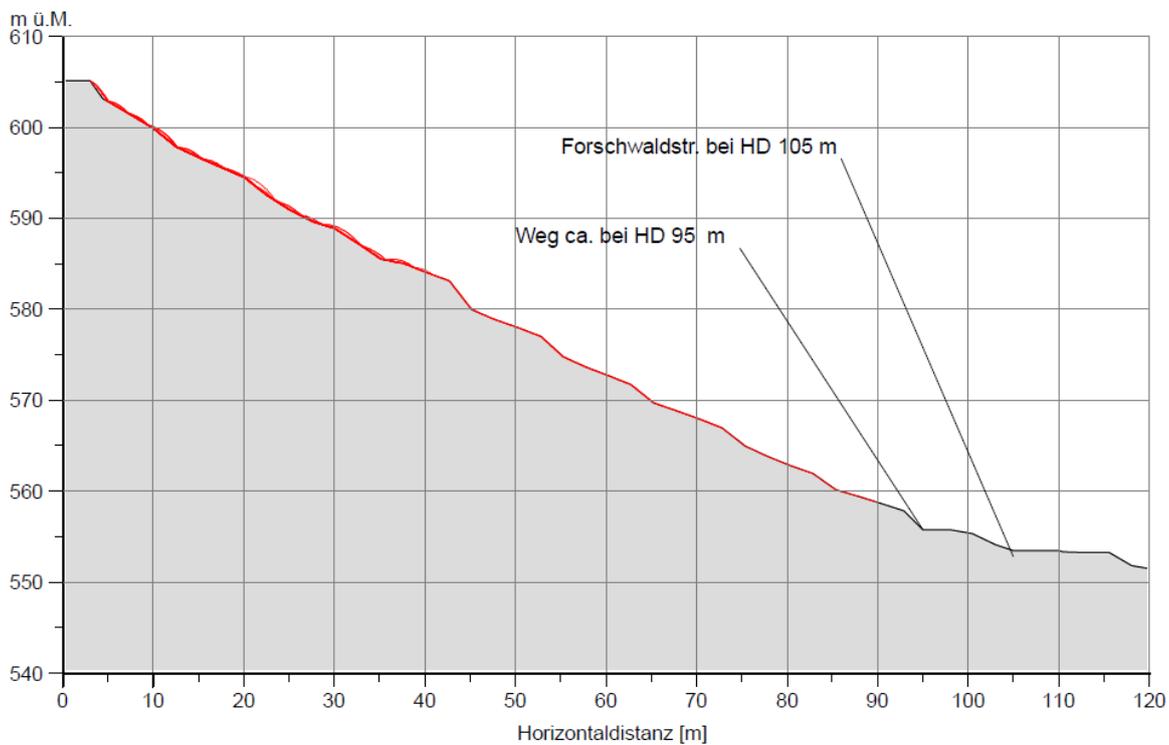
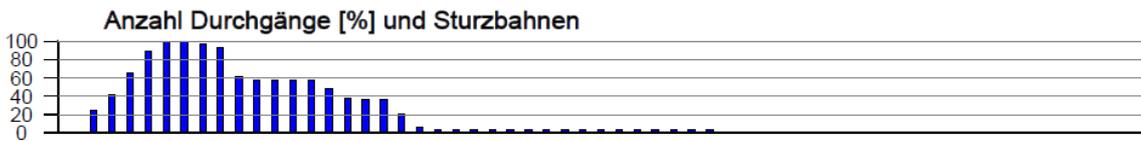
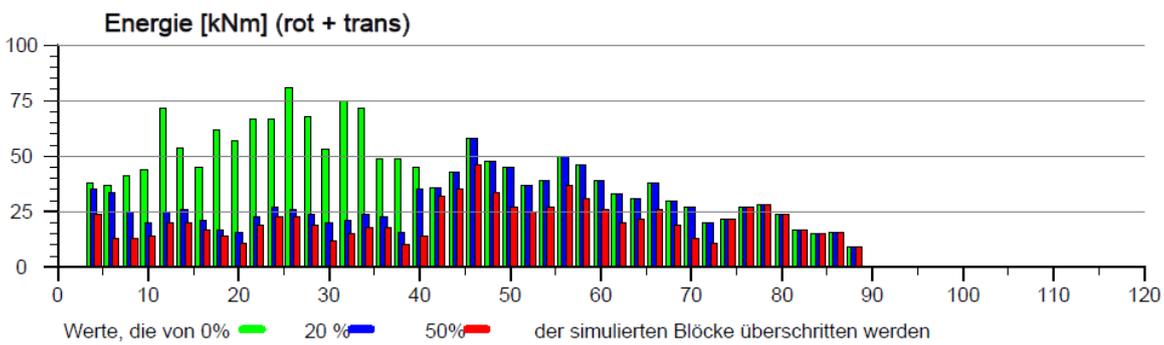
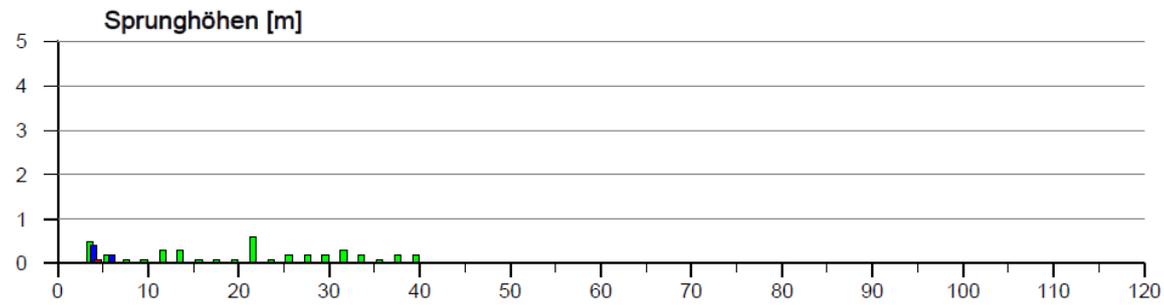
<b>Walchwil, Revision Gefahrenkarte PQ Sturz Süd, Profil Forchwald</b>	2319007	06.06.2019/ tb
	GEOTEST AG	
Seltenes Ereignis: 0.8 x 0.6 x 0.5 m, ca. 530 kg Startzone 3 - 12 m; Szenario Felsabbruch oder Windwurf		

600



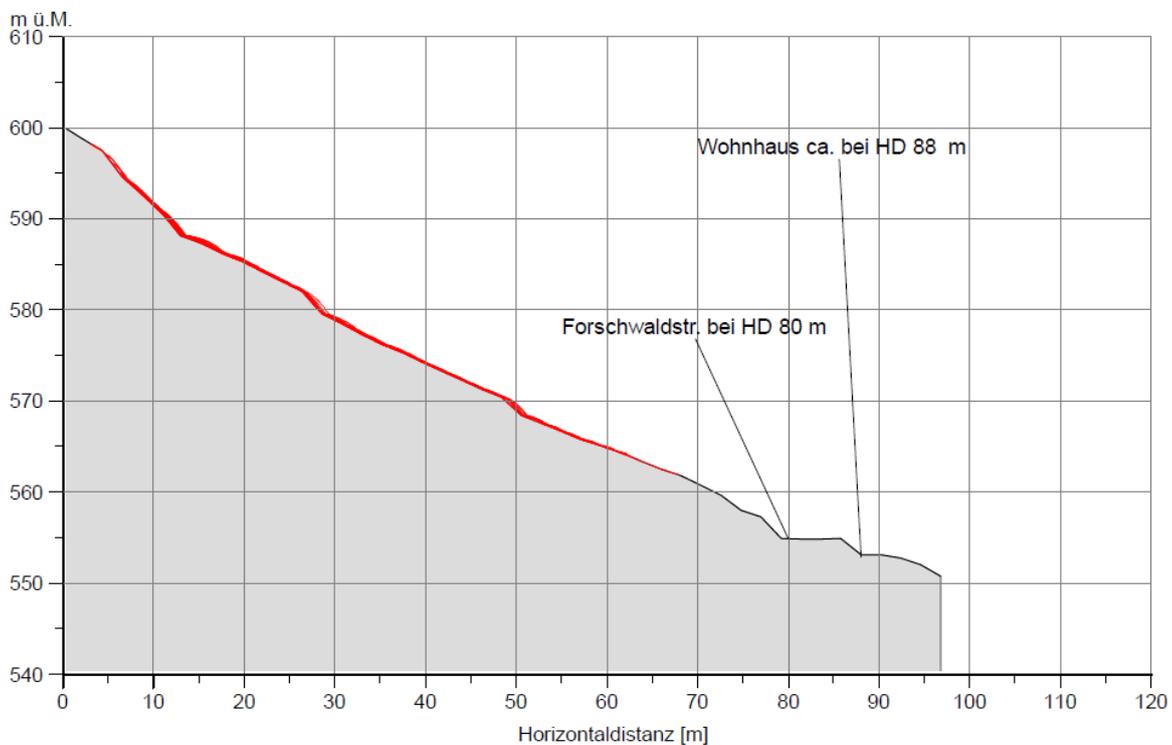
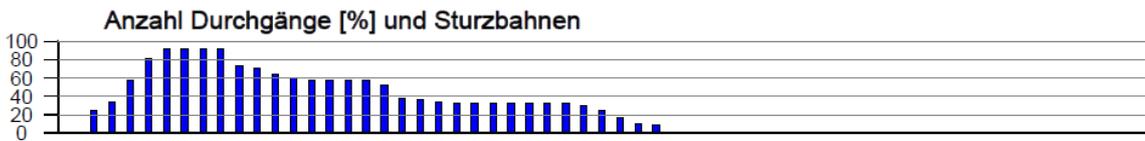
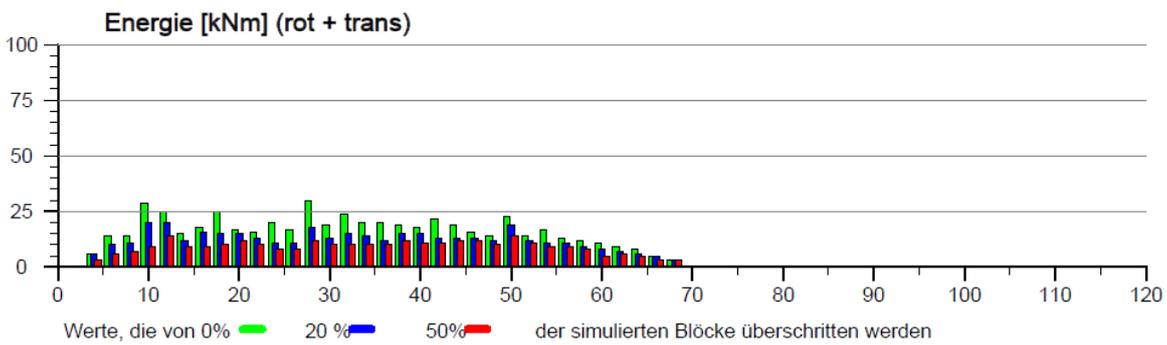
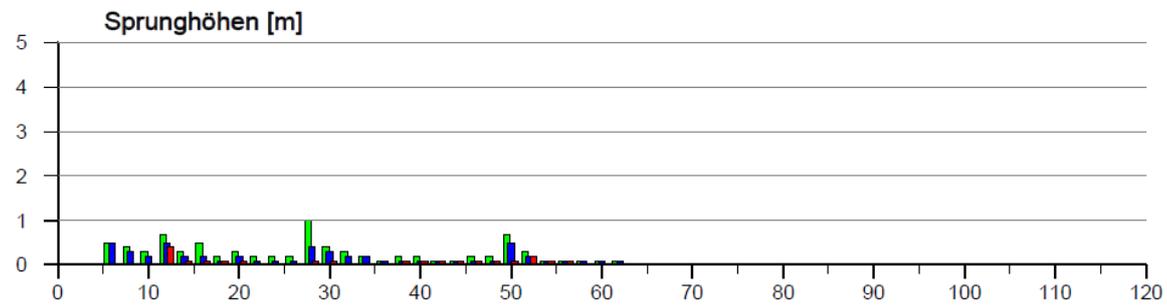
<b>Walchwil, Revision Gefahrenkarte PQ Sturz Süd, Profil Forchwald</b>	2319007	06.06.2019/ tb
	GEOTEST AG	
Sehr Seltenes Ereignis: 1.1 x 0.9 x 0.85 m, ca. 1.84 to Startzone 3 - 12 m; Szenario Felsabbruch oder Windwurf		

600



<b>Walchwil, Revision Gefahrenkarte</b> <b>PQ Sturz Süd, Profil Forchwald Nord</b>	2319007	06.06.2019/ tb
	GEOTEST AG	
Seltenes Ereignis: 0.8 x 0.6 x 0.5 m, ca. 530 kg Startzone 3 - 12 m; Szenario Felsabbruch oder Windwurf		

600



<b>Walchwil, Revision Gefahrenkarte PQ Sturz Süd, Profil Forchwald Nord</b>	2319007	06.06.2019/ tb
	GEOTEST AG	
Sehr Seltenes Ereignis: 1.1 x 0.9 x 0.85 m, ca. 1.84 to Startzone 3 - 12 m; Szenario Felsabbruch oder Windwurf		

600

