

Gemeinden Blumenstein / Wattenwil

Revision Gefahrenkarte

Technischer Bericht

Gemeinde Wattenwil

Revision 2021

Ersetzt Gefahrenkarte Wattenwil vom 20. Februar 2001

IGG Ingenieur- und Geologengemeinschaft



Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Abbau und Deponie
Naturgefahren
Altlasten und Boden

Kantonale Fachstellen

Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreise I / II, Gwatt / Bern

Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Bern, Abteilung Naturgefahren, Interlaken

Auftrags - Nr.: 6.399

Beilage 1a

Bern, 25.06.2021

IMPRESSUM

Auftraggeber

Einwohnergemeinden Blumenstein / Wattenwil

Projekt

6.399 Revision Naturgefahrenkarten Blumenstein / Wattenwil

Berichtsnummer

6.399 / 21.201

Erstellungsdatum

27.04.2020

Pfad- und Dateiname

J:\06 Wasserbau\6.399 Revision Gefahrenkarten Blumenstein und Wattenwil\10
Ber\Dossier\Wat\1a_TB Rev NGK Wattenwil_2021-06-25.docx

Fassung vom

25.06.2021

Bearbeitung

Teile Wassergefahren:

Lena Bösch / Samuel Burkhalter / Bernhard Richli (Kissling + Zbinden AG)

Teile Massenbewegungsgefahren:

Ursina Zesiger / Jasmine Leibundgut (Kellerhals + Häfeli AG)

Q-Prüfung

Datum	25.06.2021
Unterschrift	

Verteiler

Einwohnergemeinden Blumenstein / Wattenwil

Tiefbauamt Kanton Bern, Oberingenieurkreise I / II (OIK I / II)

Kantonales Amt für Wald und Naturgefahren, Abteilung Naturgefahren (AWN)

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Auftrag	1
1.2	Zielsetzung	1
1.3	Organisation und Bearbeitung	2
2	Systemdefinition (Abgrenzung)	4
2.1	Prozessarten	4
2.2	Bearbeitungstiefe pro Prozessart / Prozessquelle	5
2.3	Untersuchungsperimeter und Bearbeitungstiefe	5
2.3.1	Perimeter Gesamtrevision Gefahrenkarten Blumenstein / Wattenwil	5
2.3.2	Perimeter Teilrevision Gefahrenkarte Forst-Längenbühl (Längmoos)	5
2.3.3	Perimeter 2D-Modellierung Fallbach für Gemeindegebiet Pohlern	6
2.3.4	Bearbeitungstiefe	6
3	Grundlagen	8
3.1	Allgemeine Grundlagen / Kataster / Messstationen	8
3.2	Digitale Daten des Kantons Bern (Geoportal Kt. Bern)	8
3.3	Naturgefahrenspezifische Grundlagen	8
3.4	Grundlagen / Projekte Wassergefahren	9
3.5	Grundlagen Massenbewegungsgefahren	10
4	Übersicht Untersuchungsgebiet	11
4.1	Geologie, Geomorphologie	11
4.2	Gewässernetz	11
4.3	Klima, Hydrologie	12
4.3.1	Auslösende hydro-meteorologische Ereignisse	12
4.3.2	Niederschlagsdaten	13
4.3.3	Klimawandel	14
4.4	Raumnutzung und Bevölkerung	15
4.5	Ereigniskataster und Ereignisanalysen	15

5	Untersuchungsmethodik	17
5.1	Generelle Vorgehensweise und Methodik	17
5.2	Methodik zur Beurteilung der Wassergefahren	17
5.2.1	Allgemeines bezüglich Hochwassermengen	17
5.2.2	Methodik Beurteilung Gürbe	19
5.2.3	Methodik Beurteilung Übrige Seitenbäche	29
5.3	Methodik zur Beurteilung der Rutschungen	34
5.3.1	Allgemeines	34
5.3.2	Prozessdefinition	34
5.3.3	Methodik Hangmuren und spontane flachgründige Rutschungen	35
5.3.4	Methodik permanente Rutschungen	39
5.4	Methodik zur Beurteilung der Sturzgefahren	41
5.4.1	Prozessdefinition	41
5.4.2	Beurteilung der Liefergebiete	41
5.4.3	Beurteilung von Ausmass und Auswirkung	42
6	Darstellung der Resultate	44
6.1	Allgemeines	44
6.2	Kriterien Intensität und Wahrscheinlichkeit	44
6.3	Darstellungsformen	46
6.3.1	Perimeter A und B	46
6.3.2	Wahl Massstab und Ausschnitt Kartendokumente	47
6.3.3	Karte der Phänomene	47
6.3.4	Intensitätskarten	48
6.3.5	Einzelgefahrenkarten	49
6.3.6	Synoptische Gefahrenkarte	49
6.3.7	Gefahrenhinweiskarte und Gefährdungskarte	49
6.3.8	Karten 2D-Überflutungsmodellierungen Gürbe / Fallbach	49
6.4	Datenablage	50
7	Gefahrenbeurteilung Perimeter A	51
7.1	Wassergefahren: Überflutung, Übersarung, Ufererosion, Murgang	51
7.2	Rutschungen und Hangmuren	52
7.2.1	Auslösung und Gefährdung	52
7.2.2	Gefahrenbeurteilung Hangmuren	53
7.2.3	Gefahrenbeurteilung permanente Rutschungen	53
7.3	Sturzprozesse	54
7.3.1	Bemerkungen zur alten Gefahrenkarte (2001)	54
7.3.2	Beurteilung der Liefergebiete	54
7.3.3	Gefahrenbeurteilung	55



8	Gefahrenbeurteilung Perimeter B	56
8.1	Wassergefahren: Überflutung, Übersarung, Ufererosion, Murgang	56
8.2	Rutschungen und Hangmuren	56
8.3	Sturzprozesse	57
9	Vergleich alte Gefahrenkarte zu revidierter Gefahrenkarte	58
9.1	Änderungen Methodik und Grundlagen	58
9.1.1	Wassergefahren	58
9.1.2	Massenbewegungen	59
9.2	Änderungen Gefahrenkarte	60
9.2.1	Wassergefahren	60
9.2.2	Massenbewegungen	61
10	Risikostrategie Naturgefahren	63
10.1	Schutzziele im Kanton Bern	63
10.2	Risikokultur	63
10.3	Zuständigkeiten	64
11	Konfliktstellen und Massnahmen	66
11.1	Allgemeines	66
11.2	Massnahmen Wassergefahren	66
11.2.1	Schadenausmass	66
11.2.2	Empfohlene Schutzmassnahmen	67
11.2.3	Gewässerunterhalt und Notfallplanung	68
11.3	Massnahmen Rutschungen und Hangmuren	69
11.3.1	Schadenausmass	69
11.3.2	Empfohlene Schutzmassnahmen bei Hangmuren	70
11.3.3	Empfohlene Schutzmassnahmen bei permanenten Rutschungen	71
11.4	Massnahmen Sturzprozesse	72
11.4.1	Schadenausmass	72
11.4.2	Empfohlene Schutzmassnahmen	72
12	Schlussbemerkungen	73
12.1	Umsetzung und Anwendung der Gefahrenkarte	73
12.2	Beständigkeit der Gefahrenkarte	74



1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage und Auftrag

Die Einwohnergemeinden Blumenstein und Wattenwil haben sich im Frühling 2019 dazu entschlossen, die auf das Jahr 2001 datierenden Gefahrenkarten gemeinsam zu revidieren.

Basierend auf dem Pflichtenheft vom 11.06.2019 [1] sowie der Honorarofferte vom 31.07.2019 erteilten die Einwohnergemeinden Blumenstein und Wattenwil der Ingenieur- und Geologiegemeinschaft (IGG) Kissling + Zbinden AG / Kellerhals + Häfeli AG den Auftrag zur Revision der Naturgefahrenkarten für die Gemeinden Blumenstein und Wattenwil (Vertrag vom 07.11.2019).

Im Zuge der Arbeiten der vorliegenden Revision erfolgt zudem für einen Teilperimeter der Gefahrenkarte Gemeinde Forst-Längenbühl [17] im Gebiet «Längmoos» (Forstsäge) eine Teilrevision der Wassergefahren. Damit können die Erkenntnisse aus den Neu-Bewertungen der Gürbe sowie des Fallbachs ebenfalls auf Gemeindegebiet von Forst-Längenbühl berücksichtigt werden. Die Gemeinde Forst-Längenbühl beteiligt sich somit auch an den Kosten der Revision. Im vorliegenden Dossier wird aber jeweils nur die Bezeichnung «Revision Gefahrenkarte Blumenstein / Wattenwil» verwendet. Für die Teilrevision der Gefahrenkarte Forst-Längenbühl (Wassergefahren, Gebiet Längmoos) wird eine separate Kurz-Dokumentation erarbeitet.

Im Gebiet «Hinder Eschli / Steimoos» sind orographisch rechts vom Fallbach ebenfalls Flächen auf Gemeindegebiet von Pohlern von Prozessen des Fallbaches betroffen. Hier werden die Resultate aus der Neubeurteilung zum Fallbach (2D-Modellierung) zuhanden der Gefahrenkarte Pohlern in einem Kurzbericht dokumentiert. Es erfolgt aber keine eigentliche Teilrevision der bestehenden Gefahrenkarte.

1.2 Zielsetzung

Die bestehenden Gefahrenbeurteilungen für die Gemeinden Blumenstein [15] / Wattenwil [16] aus dem Jahr 2001 sind für sämtliche relevanten Prozessarten im Untersuchungsperimeter oder mit Wirkungsbereichen in den Untersuchungsperimeter, einschliesslich der zwischenzeitlich erfolgten lokalen Teilrevisionen, komplett zu revidieren (Gesamtrevision).

Die lokalen Änderungen der Gefahrensituation aufgrund von Verbauungen, neuen Grundlagen, Erkenntnissen aus Ereignissen, Geländeänderungen, weiterführenden Untersuchungen und aufgrund der Anwendung der aktuellsten methodischen Ansätze sind in der Gefahrenbeurteilung zu berücksichtigen.

1.3 Organisation und Bearbeitung

Auftraggeber

Einwohnergemeinde Blumenstein, Stockentalstrasse 2, 3638 Blumenstein

Einwohnergemeinde Wattenwil, Vorgasse 1, 3665 Wattenwil

Einwohnergemeinde Forst-Längenbühl, Seematt 7, 3636 Längenbühl

Kantonale Fachstellen

TBA, Oberingenieurkreis I, Gwatt Oberingenieurkreis II, Bern	Astrid Leutwiler Bruno Gerber (Wassergefahren)
---	--

AWN, Abt. Naturgefahren, Interlaken	Jörg Häberle (Massenbewegungsgefahren)
-------------------------------------	---

Auftragnehmer: Ingenieur- und Geologengemeinschaft (IGG)

KISSLING + ZBINDEN AG, Bern	Bernhard Richli Lena Bösch Samuel Burkhalter
KELLERHALS + HAEFELI AG, Bern	Ursina Zesiger Jasmine Leibundgut

HERZOG INGENIEURE AG, Thun (Subplaner)	Martin Bettler Beatrice Herzog
---	-----------------------------------

Zuständigkeiten IGG

KISSLING + ZBINDEN AG	Projektleitung / Administration Gefahrenbeurteilung Wassergefahren, inkl. Numerische 2D-Modellierung Fallbach Berichterstattung
-----------------------	--

KELLERHALS + HAEFELI AG	Gefahrenbeurteilung Massenbewegungen Berichterstattung Digitale Daten / GIS Kartenproduktion
-------------------------	---

HERZOG INGENIEURE AG	Numerische 2D-Modellierung Gürbe (ab Ausschütte) Berichterstattung
----------------------	--

Sitzungen

- Startsituation vom 23.09.2019
- Szenariensitzung vom 16.03.2020
- Entwurfssitzung vom 22.10.2020

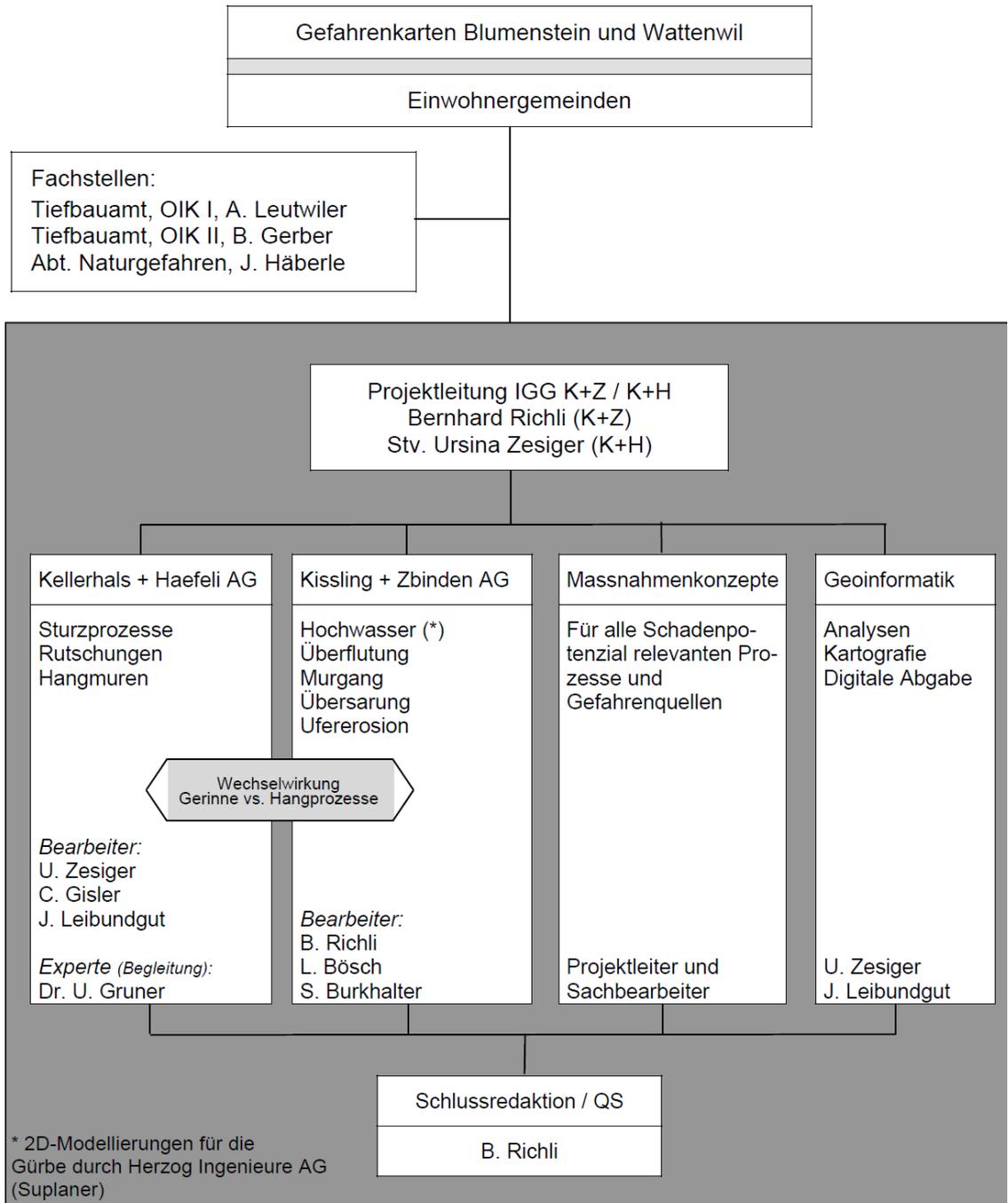


Abbildung 1: Organisation Perimeter Revision Gefahrenkarte Blumenstein / Wattenwil

2 SYSTEMDEFINITION (ABGRENZUNG)

2.1 Prozessarten

In Rahmen der Revision der Naturgefahrenkarten der Gemeinde Blumenstein / Wattenwil werden folgende gravitativen Prozesse berücksichtigt:

- Wasserprozesse*
 - Überschwemmung, Übersarung
 - Ufererosion
 - Murgang (Übermurgung)
- Sturzprozesse**
 - Stein- / Blockschlag
 - Felssturz
- Rutschprozesse**
 - Hangmuren, spontane flachgründige Rutschungen (inkl. Uferrutschungen)
 - Permanente Rutschungen

Die mit (*) versehenen Prozesse werden zusammenfassend auch als Wasser- oder Hochwassergefahren, jene mit (**) bezeichneten als Massenbewegungsgefahren verstanden.

Folgende Haupt-Prozessarten werden für den betrachteten Perimeter der Gemeinden Blumenstein / Wattenwil nicht beurteilt:

- Lawinen
- Absenkung, Einsturz, Doline

Zudem werden im Rahmen der Revision der Naturgefahrenkarte folgende Schadenprozesse nicht beurteilt:

- Überschwemmungen durch Oberflächenwasser (Oberflächenabfluss)
- Überschwemmungen durch aufstossendes Grundwasser
- Überschwemmungen durch rückgestaute Kanalisationen

2.2 Bearbeitungstiefe pro Prozessart / Prozessquelle

Gemäss Pflichtenheft handelt es sich beim Auftrag mit Ausnahme der Sturzprozesse um eine Neubeurteilung der Gefahrenbeurteilung aus den bestehenden Gefahrenkarte Blumenstein [15] und Wattenwil [16]. Sämtliche Unterlagen der Neubeurteilung sind prozessquellenbasiert aufzubereiten (Beschriebe, digitale. Daten Intensitäts-/ Gefahrenkarten).

Wassergefahren

Es werden sämtliche Prozessquellen der Wassergefahren im Untersuchungsperimeter neu beurteilt (Szenarien / Wirkungsbeurteilung). Die Bearbeitung umfasst sämtliche, in den bestehenden Gefahrenkarten Blumenstein und Wattenwil erfassten Prozessquellen, wie auch die Neubeurteilung neuer, bisher nicht erkannter oder nicht bearbeiteter Prozessquellen.

Massenbewegungsgefahren

Die Rutschgefahren werden in den Gemeindegebieten Blumenstein und Wattenwil neu beurteilt (Szenarien / Wirkungsbeurteilung). Die Bearbeitung umfasst die bereits erfassten Prozessquellen sowie bisher nicht erkannte oder nicht bearbeitete Prozessquellen.

Bezüglich der Sturzgefahren wird die Beurteilung der in der bisherigen Gefahrenkarte Wattenwil [16] erfassten Prozessquellen plausibilisiert. Im Gebiet «Öligrabe» sind die Sturzprozesse neu zu beurteilen (Szenarien, Wirkungsbeurteilung). Auf Gemeindegebiet von Blumenstein sind keine Sturzprozesse im Perimeter A zu verzeichnen.

2.3 Untersuchungsperimeter und Bearbeitungstiefe

2.3.1 Perimeter Gesamtrevision Gefahrenkarten Blumenstein / Wattenwil

Der Detailperimeter A der vorliegenden Gefahrenkartenrevision der Gemeinden Blumenstein und Wattenwil umfasst im Wesentlichen die Perimeter-Teile aus den bestehenden Gefahrenkarten von 2001. In Randbereichen wurden kleine Anpassungen vorgenommen. So wurden mehrheitlich bewaldete Gebiete aus dem Perimeter A ausgegrenzt. Auf Wunsch der Gemeinde Wattenwil wurde der Perimeter A im Zuge der Diskussion an der Szenariensitzung vom 16.03.2020 mit folgender Erweiterung ergänzt:

- Erweiterung im Gebiet Auwald (links der Gürbe): Gemeindegebiet Wattenwil, Zusammenschluss Perimeter-Teile „Siedlung Wattenwil“ mit Teilperimeter „Hohli“ aus alter Gefahrenkarte Wattenwil von 2001 [16]

2.3.2 Perimeter Teilrevision Gefahrenkarte Forst-Längerbühl (Längermoos)

Im Rahmen des vorliegenden Auftrages werden aufgrund der Neubeurteilung des Fallbaches und der Gürbe im Gebiet Längermoos (Forstsäge) auch die Wassergefahren für diese Prozessquellen für ein Teilgebiet der Gefahrenkarte von Forst-Längerbühl [17]

neu beurteilt (vgl. Kap. 1.1). Der Perimeter dieser «Teilrevision Wassergefahren» auf dem Gemeindegebiet von Forst-Längenbühl entspricht dem Perimeter A-Teil «Längmoos» der bestehenden Gefahrenkarte Forst-Längenbühl (vgl. Abbildung 2).

2.3.3 Perimeter 2D-Modellierung Fallbach für Gemeindegebiet Pohlern

Aufgrund der im Rahmen des vorliegenden Auftrages durchgeführten 2D-Modellierungen am Fallbach, wird der Perimeter dieser hydraulischen 2D-Modellierung auf die rechtsseitig vom Fallbach liegenden Gebiete «Hinder Eschli» / Steimoos» auf Gemeindegebiet von Pohlern ausgeweitet. Hier erfolgt keine Teilrevision der Gefahrenkarte Pohlern. Die Resultate der 2D-Modellierung am Fallbach werden zuhanden der Gefahrenkarte Pohlern in einer Kurzdokumentation zusammengestellt und stehen für künftige Untersuchungen oder eine Revision der Gefahrenkarte Pohlern zur Verfügung.

2.3.4 Bearbeitungstiefe

Die erforderlichen Bearbeitungstiefen und die entsprechenden Abgrenzungen der Perimeter orientieren sich am vorhandenen Schadenpotenzial. Es werden die Bearbeitungstiefen „detailliert“ und „mittel“ unterschieden.

Perimeter A (detaillierte Bearbeitungstiefe)

Die Kriterien für eine detaillierte Bearbeitungstiefe sind folgende:

- Permanente Präsenz oder hohe Präsenzwahrscheinlichkeit von Menschen
- Räumliche Konzentration von Sachwerten
- Bedeutende oder sensible Infrastrukturen

Die Ausdehnung des Detailperimeters innerhalb des Gemeindegebietes von Blumenstein und Wattenwil umfasst den gesamten Siedlungsraum von Blumenstein und Wattenwil sowie angrenzende, teils nur dünn besiedelte Gebiete und Wiesland (rund 12.7 km²: 4.1 km² Blumenstein, 8.6 km² Wattenwil). Der Perimeter A ist auf sämtlichen Kartenbeilagen dargestellt.

Perimeter B (mittlere Bearbeitungstiefe)

Der Rest des Gemeindegebiets wurde einer weniger detaillierten Bearbeitung unterzogen. Einerseits sind die Präsenz oder Präsenzwahrscheinlichkeit von Menschen dort reduziert oder nur periodisch vorhanden. Andererseits liegen keine örtlichen Konzentrationen von Sachwerten vor und / oder es existieren dort keine bedeutenden Infrastrukturen. Der 17.4 km² grosse Perimeter B der Gemeinden Blumenstein und Wattenwil (11.4 km² Blumenstein, 6.0 km² Wattenwil) umfasst vor allem bewaldete Gebiete, Wiesland und in der Ebene weitere landwirtschaftliche Flächen ausserhalb der Siedlung.

Folgende Übersichtskarte gibt einen Überblick über den Untersuchungsperimeter und die Bearbeitungstiefe für die Revision der Gefahrenkarten der Gemeinden Blumenstein und Wattenwil.

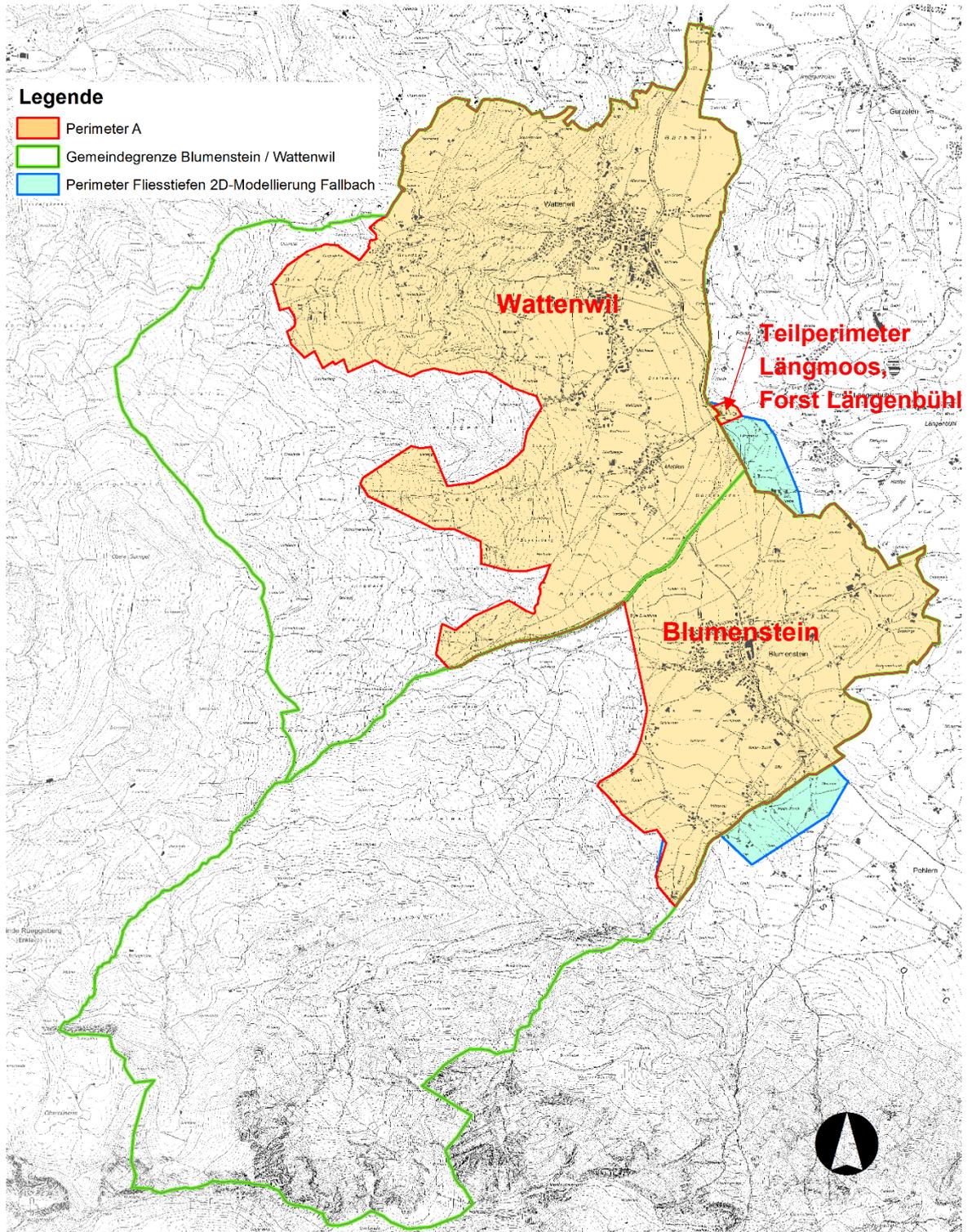


Abbildung 2: Perimeter Revision Gefahrenkarte Blumenstein / Wattenwil, Perimeter Teilrevision Wassergefahren Längmoos, Gemeinde Forst-Längenbühl, Perimeter 2D-Modellierung Fallbach (inkl. Teilgebiet Gemeinden Pohlern / Forst-Längenbühl).

3 GRUNDLAGEN

3.1 Allgemeine Grundlagen / Kataster / Messstationen

- [1] Pflichtenheft Revision Gefahrenkarten Blumenstein / Wattenwil. Einwohnergemeinden Blumenstein / Wattenwil, OIK I/II, AWN, 11.06.2019.
- [2] Hydrologischer Atlas der Schweiz HADES. BAFU, 2007.
- [3] Bodeneignungskarte der Schweiz. Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, März 1980.
- [4] StorMe-Daten Blumenstein / Wattenwil. AWN, Abteilung Naturgefahren, Stand 17.01.2020
- [5] Ereignisdokumentation Unwetter vom 29. Juli 1990 im Gantrisch-Gebiet. Geo7 AG, November 1990.
- [6] Extreme Niederschläge, Grundlagen für Planung und Einordnung in der Praxis. Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, 25.02.2020.
verfügbar auf: www.meteoschweiz.ch/klima-extreme
 - Messstation Blumenstein (automatisch)
 - Messstation Thun (manuell)
- [7] Abflussmessstelle A102: Gürbe, Burgistein Station (Pegel / Abfluss). Daten Amt für Wasser und Abfall, Kanton Bern (Station wurde 1981 – 2009 von der Landeshydrologie betrieben).

3.2 Digitale Daten des Kantons Bern (Geoportal Kt. Bern)

<https://www.geo.apps.be.ch/de/geodaten/> (akt. Stand)

- [8] Digitaler Übersichtsplan 1:5'000 (UP5)
- [9] Politische Grenzen 1:5'000 (GRENZ5)
- [10] Gewässernetz des Kantons Bern 1:5'000 (GN5)
- [11] Naturgefahren Ereigniskataster (NGKAT)
- [12] Gefahrenhinweiskarte (GHK)
- [13] Digitales Höhenmodell swissALTI3D (50cm), AGI Kt. Bern (Bezug 08.04.2020)

3.3 Naturgefahrenspezifische Grundlagen

- [14] Gefahrenhinweiskarte Kanton Bern 1:25'000. AWN, TBA, WEA. 1997 / 2011.
- [15] Naturgefahrenkarte Blumenstein. Ingenieur- und Geologengemeinschaft Kissling + Zbinden AG, Kellerhals + Häfeli AG, Impuls AG, 9. März 2001.
- [16] Naturgefahrenkarte Wattenwil. IG Gefahrenkarte Wattenwil B-I-G, Ch. Lehmann, Staubli, Kurath & Partner, 20. Februar 2001
- [17] Naturgefahrenkarte Forst-Längenbühl. Ingenieur- und Geologengemeinschaft Kissling + Zbinden AG, Kellerhals + Häfeli AG 31. Juli 2009
- [18] Symbolbaukasten zur Kartierung der Phänomene. BUWAL / BWW, Ausgabe 1995.

- [19] Wirkung von Schutzmassnahmen, PROTECT. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern 2008.
- [20] Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung, Arbeitshilfe. Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern AGR, Ausgabe 2009.
- [21] Schutzziele bei gravitativen Naturgefahren. Arbeitsgruppe Naturgefahren Kt. Bern, 08.09.2010.
- [22] Erfassungsmodell GK5_PROJEKT – Anwenderhandbuch: Grundlagen, Datenmodelle, Datenpflege, Erschliessung. Geo7 AG i.A. der Abteilung Naturgefahren, 31.03.2014.
- [23] Aufgaben der Gemeinden im Bereich Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren im Kanton Bern. AWN, Abteilung Naturgefahren, 11.06.2014.
- [24] Pflichtenheft Revision Gefahrenkarten. Arbeitsgruppe Naturgefahren des Kantons Bern, 07.04.2016.
- [25] Arbeitshilfe zu Art. 6 BauG, Bauen in Gefahrengebieten, Kantonale Arbeitsgruppe Naturgefahren, 22.06.2016.

3.4 Grundlagen / Projekte Wassergefahren

- [26] Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten, Praxishilfe inkl. Software HQx_meso_CH und HAKESCH. Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, 2003.
- [27] Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz KOHS. Wasser Energie Luft, Jahrgang 105, Heft 1: 43 – 53, 2013.
- [28] Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie, 1996.
- [29] VAW-Mitteilung Nr. 188 „Schwemmholz“. VAW-ETH Zürich, 2006.
- [30] Schwemmholz in Fliessgewässern, ein praxisorientiertes Forschungsprojekt. BAFU, 2019.
- [31] Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer. Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft, Umwelt-Wissen Nr. 2101. Bundesamt für Umwelt BAFU, 2021.
- [32] Die Hochwasser der Gürbe. Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der ETH Zürich (IHW):
 - Entstehung, Ablauf, Häufigkeit: Bericht Nr. A 002/97, August 1997.
 - Die Überflutungen unterhalb der Forstsäge beim Hochwasser vom 29.7.1990. Bericht Nr. A 002/97b, Februar 1998.
 - Berechnung der Abflussspitze und -volumen der Gürbe und des Fallbaches vor dem Zusammenfluss von Gürbe und Fallbach. Bericht Nr. A 002/97c, Mai 1998.
 - ergänzende Untersuchungen. Bericht Nr. A 002/97d, Dezember 1998.
- [33] Ergänzung der hydrologischen Grundlagen im oberen Gürbetal, Bericht 08/98. Scherrer AG, August 2008.
- [34] Abflussberechnungen für den Fallbach und den Gürbe-Oberlauf, Bericht 11/147. Scherrer AG, Dezember 2011.
- [35] Holzrückhalterechen Gürbe, Bericht über die hydr. Modellversuche zum Holzrückhalt Ausschütte bei Wattenwil, Bericht Nr. 4157. VAW ETH Zürich, 2002.
- [36] Forstliche Rutschsanierung Gürbe, Bauprojekt. Impuls AG, 15.12.2010.

- [37] Studie Verbau Gürbe im Gebirge, Erneuerung und Unterhalt, Überprüfung Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit. Impuls AG / NDR Consulting, Dez. 2016.
- [38] Plausibilisierung der Studie «Verbau Gürbe im Gebirge, Erneuerung und Unterhalt, Überprüfung der Wirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit, Impuls AG, NDR Consulting GmbH, 2016». Flussbau AG, Kellerhals + Häfeli AG, Hunziker Gefahrenmanagement, 30.01.2018.
- [39] Meierisli-Rutschung: Prozesse und Gefahrensituation; Kurzbericht. NDR Consulting / Hunziker Gefahrenmanagement, 01.06.2018 (inkl. interner Kurzbericht Murgang-Modellierung Gürbe. Geo7 AG, 01.06.2018).
- [40] Gürbe Wattenwil, Kontrollaufnahmen Ausschütte 14.03.2018, Kurzbericht. Kissling + Zbinden AG, 14.03.2018.
- [41] Hochwasserschutz Obere Gürbe, Gemeinde Wattenwil. Herzog Ingenieure, Stand Vorprüfung 22.02.2018.
- [42] Wasserbaubewilligung Seitenbäche Wattenwil. Herzog Ing. AG / Bühler + Dällenbach AG, 17. Okt. 2007.
- [43] Seitenbäche Wattenwil, Geschiebesammler Öligrabe, Bauleiterbericht. Bühler + Dällenbach AG, 16.04.2012.
- [44] Seitenbäche Wattenwil, Geschiebesammler Ryscheregrabe, Bauleiterbericht. Kissling + Zbinden AG, 18.08.2014.
- [45] Seitenbäche Wattenwil, Geschiebesammler Lienegggrabe: Bauprojekt 13.06.2014, Bauleiterbericht 19.06.2015. Kissling + Zbinden AG.
- [46] Kantonsstrasse Nr. 230, Strassenzug Riggisberg- Wattenwil – Reutigen, Brücke Mettlibach Wattenwil: Angaben zur Hochwassersicherheit. Herzog Ingenieure, 30.05.2017.

3.5 Grundlagen Massenbewegungsgefahren

- [47] SilvaProject – CH, Schutzwaldhinweiskarte der Schweiz, Modul Event (Entwurf). – BAFU, Geo7 AG / Oeko-B AG, Juli 2006.
- [48] Empfehlungen der Berücksichtigung von Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. BRP / BWW / BUWAL, 1997.
- [49] Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umweltvollzug Nr. 1608, BAFU, 2016.
- [50] Gefahreinstufung Rutschungen i.w.S.; Permanente Rutschungen, spontane Rutschungen und Hangmuren; (Entwurf). Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren, 2004.
- [51] Gefährdungskarte Oberflächenabfluss Schweiz, BAFU / ASA / VKG, 2018.
- [52] WSL Birmensdorf, W. Gerber (1994): Beurteilung des Prozesses Steinschlag, Gefahrenbeurteilung, FAN-Kurs 1994.
- [53] Rutschung Meierisli 2018, Kellerhals + Haefeli AG:
 - Geologischer Bericht. Bericht Nr. 10972 vom 30.05.2018.
 - Messüberwachung bis Ende Oktober 2018 – Kurzbericht Nr. 10872 vom Dezember 2018.
 - Diverse Protokolle und Notizen zur Rutschung.
- [54] Neubau Reservoir Grundbach (Staffelalp), Baugrundabklärungen. Kellerhals + Haefeli AG, Bericht Nr. 4092 vom August 2001 und Bericht Nr. 4420 vom September 2002.
- [55] Ortsplanung Wattenwil, Geologische Aufnahme bestehender potenzieller Rutschungsgebiete. Kellerhals + Haefeli AG, Januar 1988 (Auftragsnr. 1326).

4 ÜBERSICHT UNTERSUCHUNGSGEBIET

4.1 Geologie, Geomorphologie

Der Felsuntergrund des Gebietes der Gemeinde Wattenwil lässt sich in zwei Bereiche einteilen. Diese sind gekennzeichnet durch die alpine Hauptüberschiebung, welche das Gemeindegebiet in Richtung Ost-West zweimal sowie mehrmals Nord-Süd durchquert. Südlich der Hauptverschiebung sind Gesteine des Lias, der Trias wie auch des Gurnigel-Flyschs im Gurnigelwald aufgeschlossen. Unterhalb dieser Schichten wird der Untergrund aus nord-helvetischem Flysch gebildet. Dieser wird durch den Tiefgraben durchquert und bildet das Gebiet rund um Weiermoos bis zum Auwald. Nördlich der alpinen Hauptverschiebung besteht der Untergrund aus der Unteren Süsswassermolasse (Chattien), die in diesem Gebiet hauptsächlich aus Mergeln- und Sandstein aufgebaut wird.

Der felsige Untergrund wird vor allem im mittleren Gemeindegebiet von relativ mächtigem Moränenmaterial überlagert, welche durch Gletscheraktivitäten nach der Überprägung der alpinen Hauptüberschiebung abgelagert wurde. Der Talboden wird durch die mächtigen, sich aus dem Gebiet von Gürbe ausbreitenden Schwemmkegeln eingenommen. Im Bereich des Hangfusses liegt eine Wechsellagerung der Sedimentablagerungen aus der Gürbe und den Schuttkegeln der seitlichen Bäche (z. B. Mettlibach, Spengelibach, Horngraben, Öligraben) vor.

Einige Bachläufe sind tief in den Untergrund eingeschnitten. Vor allem entlang der alpinen Hauptüberschiebung weisen Gräben wie der Öligraben oder der Mettlibach grosses Erosionspotenzial auf.

4.2 Gewässernetz

Das Gewässernetz der Gemeinden Blumenstein und Wattenwil umfasst neben den Hauptfliessgewässern Gürbe und Fallbach diverse weitere Seitenbäche. Im Folgenden wird das für die Gefahrenbeurteilung im Perimeter A relevante Gewässersystem kurz beschrieben. Weitere Details zu den Einzugsgebieten der jeweiligen Gewässer finden sich in den Prozessquellenblättern zu den Wassergefahren im Anhang E.

Auf Gemeindegebiet von Wattenwil entwässern diverse steile Seitenbäche die Ostseite des Gurnigelgebietes. Es sind dies von Süd nach Nord Mettlibach, Spengelibach, Eybach (Lienegg- und Ryscheregrabe), Büelbächli, Öligrabe, Dornerebächli. Diese münden im Bereich der Siedlung von Wattenwil linksufrig in die Gürbe ein. In der Talebene unterhalb Längmoos orografisch rechtsseitig der Gürbe münden Riedbächli und Chriegsriedbächli in die Gürbe ein. Im Gebiet «Gürbmatt» sind im Gewässernetz Muelerekanal (Chrommebächli), der Mülibach und die Alti Gürbe im Gewässernetz enthalten.

Folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die beurteilten Prozessquellen (Hauptgewässer) auf Gemeindegebiet von Blumenstein und Wattenwil. Enthaltene Teil-Einzugsgebiete werden unter dem Namen des «Hauptgewässers» beurteilt. Der Code (PQ_Code) sowie der Name (PQ_Name) orientiert sich an den Vorgaben des kantonalen Datenmodells für die Erfassung von Gefahrenkarten «GK5» [22].

PQ_Code (GK5)	PQ_Name (GK5)	PQ_Code (GK5)	PQ_Name (GK5)
W_BE_Guerbe	Gürbe	W_8	Öligrabe
W_1	Fallbach	W_9	Dornerebächli
W_2	Tannhölzigrabe	W_10	Mülibach
W_3	Riedbach	W_11	Chriegsriedbächli
W_4	Mettlibach	W_12	Riedbächli
W_5	Spengelibach	W_13	Fridgrabe
W_6	Eybach	W_14	Chirschmatt-/ Steiegggrabe
W_7	Büelbächli		

Tabelle 1: Gewässernetz Gemeinden Blumenstein / Wattenwil (Perimeter A) und Bezeichnung Prozessquelle gem. Kant. Datenmodell. Für Gemeinde Wattenwil relevante Gewässer sind in fetter Schrift hervorgehoben.

Die Biberze entspringt ebenfalls auf Gemeindegebiet von Wattenwil und entwässert den nordwestlichen Teil des Gemeindegebietes von Wattenwil Richtung Schwarzwasser. Aufgrund der Lage im Perimeter B wird dieses Gewässer in obiger Tabelle nicht aufgeführt.

4.3 Klima, Hydrologie

4.3.1 Auslösende hydro-meteorologische Ereignisse

Das Gebiet der Gemeinden Blumenstein und Wattenwil am Fusse der Stockhornkette ist sehr niederschlagsreich mit hohen jährlichen Gesamtniederschlagssummen. Aufgrund der vermehrt steilen, rasch reagierenden Einzugsgebiete der Gewässer in Blumenstein und Wattenwil, führten in der Vergangenheit vor allem intensive Starkniederschlagsereignisse - teils begleitet von Hagel, vor allem während den Sommermonaten immer wieder zu hohen Abflüssen in den Gewässern und Schadenprozessen im Siedlungsgebiet. So wurde beispielsweise auch beim Ereignis vom 29. Juli 1990 im oberen Einzugsgebiet der Gürbe ein schweizweit rekordverdächtiger Niederschlag von rund 270 mm Niederschlag in 4-5 h gemessen. Ab seltenen Ereignissen sind auch Ereignisse denkbar, bei denen Starkregen eingelagert in einer längeren Niederschlagsperiode auftreten (Kombination Starkregen mit grosser Vorfeuchte des Bodens). Solche Ereignisse können vor allem bezüglich Geschiebetransport massgeblich sein.

Vor allem im Einzugsgebiet der Gürbe, aber auch am Fallbach sowie am Mettlibach und Öligrabe, können bezüglich Geschiebetransport auch langandauernde Niederschlagsereignisse relevant sein. Diese führen zu einer grossen Durchfeuchtung des Bodens und

somit zu einer erhöhten Disposition für Rutschungen in die Gerinne und zu Folgeprozessen. Untersuchungen im Einzugsgebiet der Gürbe [37] haben zudem gezeigt, dass für (Gross-) Rutschungen die aufsummierten Winterniederschläge (resp. das Wasseräquivalent der Schneedecke im Frühjahr) sowie ausgeprägte, langandauernde Nässeperioden relevant sind. Diese können grössere Rutschungen (tiefgründige) aktivieren, was bei kurzzeitigen Starkregen nicht möglich ist. Je nach lokalen Verhältnissen (v.a. Gefälleverhältnisse, Geschwindigkeit Rutschung) sind als Konsequenz der Rutschungen Murgänge, Pfropfbildung im Gerinne oder Beschädigungen/ Zerstörungen von Schutzbauten zu erwarten. Die Reaktivierung der Rutschung im Gebiet «Meierisli» linksseitig der Gürbe im Februar 2018 hat dies gezeigt.

Für einzelne, eher kleinere und flachere Bäche in der Ebene, können auch starke Niederschläge in den Wintermonaten für Überflutungsprozesse massgeblich sein, da es aufgrund von Eisbildung und Schnee hier auch vermehrt zu Verklausungen kommen kann oder der Niederschlag auf gefrorenen Boden fällt und somit oberflächlich rasch den Gewässern zufließen kann.

4.3.2 Niederschlagsdaten

Als Niederschlags-Parameter für die Einzugsgebiete der Bäche der Gefahrenkartenrevision Blumenstein und Wattenwil, für welche die Abflussspitzen anhand verschiedener Schätzmethode neu ermittelt werden (vgl. Kap. 5.2.3.1), fliessen die Niederschlagswerte aus dem Hydrologischen Atlas der Schweiz [2] ein. Für die Revision werden die Mittelwerte der Daten der Tafel 2.42 über das Gebiet der beiden Gemeinden verwendet (vgl. Tabelle 2). Diese Werte werden aus dem Vergleich mit den Daten der Messstationen Thun und Blumenstein als plausibel eingestuft. Zudem wird so auch eine gute Übereinstimmung mit den Werten der Scherrer-Studie 2011 zu Abflüssen im Einzugsgebiet der Gürbe und des Fallbachs sichergestellt (vgl. unten).

Extremer Punktregen	Niederschlags- dauer [h]	Wiederkehr- periode [Jahre]	Niederschlagsmenge [mm]	
			HADES Tafel 2.42	Mittelwert
	1	2.33	20 – 21	21
	1	100	45 – 53	49
	24	2.33	54 – 57	56
	24	100	109 - 114	111

Tabelle 2: Niederschlagskennzahlen aus HADES [2] für Gebiet Blumenstein / Wattenwil

Diese Werte aus dem HADES werden unter Beizug der Werte der Niederschlagsmessstationen der SMA Thun (automatische Messstation) und Blumenstein (manuelle Messstation) plausibilisiert. Aus Extremwertanalysen dieser SMA-Messstation gehen die höchsten 24h-Messwerte für die Messperiode sowie die statistisch zu erwartenden 24h-Niederschlagsmengen für die Wiederkehrperioden 2.33 und 100 Jahre hervor (vgl. Tabelle 3).

Messstation SMA		Höchster Messwert 24 h		24 h-Wiederkehrwerte	
Station	Messperiode	Niederschlagsmenge [mm]	Datum	Wiederkehrperiode [Jahre]	Niederschlagsmenge (95%-Konfid.-intervall) [mm / Tag]
Thun	1877 - 2018	94.7	21.08.2005	2.33	46.8 (44.8 - 49.3)
				100	101.1 (86.3 - 133.3)
Blumenstein	1973 - 2018	87.6	21.08.2005	2.33	55.4 (51.4 - 60.2)
				100	124.3 (92.9 - 188.7)

Tabelle 3: Zusammenstellung Extreme Niederschläge Messstationen SMA [6]

Aufgrund der eher kurzen Beobachtungszeit bei der Messstation Blumenstein von etwas mehr als 40 Jahren, liegen die 24-Werte vor allem über längere Wiederkehrperioden (100 Jahre) eher zu hoch. Der Wert für die Wiederkehrperiode 2.33 Jahre kann berücksichtigt werden. Die Messstation Thun zeigt etwas tiefere 1-Tageswerte als der HADES. Diese Werte stimmen von der Lokalität weniger gut auf die Einzugsgebiete der Bäche in Blumenstein und Wattenwil, sind aber aufgrund der langen Messreihe zuverlässiger als die Werte der Station Blumenstein.

Auch in der Studie der Hydrologie Scherrer AG von 2011 «Abflussberechnung für Fallbach / Gürbe Oberlauf» [34] werden statistische Auswertungen der Daten der SMA-Messstation Thun beigezogen. In der Studie wird für das 24-Blockregenereignis mit 100-jährlicher Wiederkehrperiode eine Niederschlagsmenge von 110.6 mm verwendet, was dem Mittelwert gemäss dem HADES entspricht. Für Niederschläge mit kürzerer Niederschlagsdauer (0.5 h – 4 h) werden in der Scherrer-Studie Gewitterszenarien mit unterschiedlichen Niederschlagsverteilungen und -intensitäten («Dreiecksregen») für verschiedene Wiederkehrperioden (5 – 300 Jahre) festgelegt. Diese Modellregen können für die Neubeurteilung der Hochwasserspitzen in der vorliegenden Revision aufgrund der abweichenden Methodik in der Scherrer-Studie (Niederschlags-Abfluss-Modell) nicht beigezogen werden.

4.3.3 Klimawandel

Gemäss der Studie „Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer“ [31] sind auf der Alpennordseite künftig wärmere und feuchtere Winter und heissere und trockenere Sommer zu erwarten. Das hat vielfältige Folgen. Die Schneegrenze steigt an, was sich auf die Wasserführung der Bäche und Flüsse im Winter bis in den Frühling auswirkt. Zum anderen steigt durch die Erwärmung der Energie- und Wassergehalt in der ohnehin turbulenten Atmosphäre. Das intensiviert den Wasserkreislauf und verstärkt die Windströmungen. Somit ist künftig vermehrt mit extremen Wetterereignissen zu rechnen, und das auch im Winterhalbjahr. Eine Ausweitung der Periode für massgebenden Starkniederschlagsereignisse vom Frühling bis in den Herbst bestätigen auch Erkenntnisse von Ereignissen aus benachbarten Einzugsgebieten (bspw. Hochwasser Kander, 10. Okt. 2011).

Da es aber auch noch Unsicherheiten über die zukünftige Entwicklung hinsichtlich Ausmass und der Häufigkeit von hydrologischen Extremereignissen gibt, werden Effekte des Klimawandels im Rahmen der Bildung hydrologischen Szenarien (Festlegung Hochwasserabflüsse, vgl. Kap. 5.2.2.1 / Kap. 5.2.3.1) nicht direkt berücksichtigt (bspw. Erhöhung der Spitzenabflüsse durch Anwendung eines Faktors).

4.4 Raumnutzung und Bevölkerung

Das Gemeindegebiet von Wattenwil erstreckt sich über eine Gesamtfläche von rund 14.5 km² und liegt auf einer Höhe zwischen 1'310 m ü.M. im Bereich «Oberer Gurnigelwald» an der westlichen Gemeindegrenze zu Riggisberg und rund 575 m ü.M. im Gebiet Gauggleren ganz im Norden an der Gemeindegrenze zu Burgistein). Das Siedlungsgebiet (3'062 Einwohner, Stand 31.12.2020) ist über weite Teile des Gemeindegebietes verteilt und erstreckt sich vom eigentlichen Dorfkern an der Gürbe vor allem Richtung Süden entlang der Blumensteinstrasse und Richtung Westen entlang der Grundbachstrasse. Die Weiler Mettlengasse, Gmeis, Mettlen, Mettleneggen und Grundbach liegen alle erhöht. Dazwischen liegen viele Einzelhöfe und -Gebäude, womit auch der Perimeter A einen grossen Teil des Gemeindegebietes umfasst. Zwischen Bernstrasse – Blumensteinstrasse und Gürbe ist ein grösseres zusammenhängendes Gewerbegebiet vorzufinden.

Neben den Siedlungsflächen wird das Land vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. In Hanglagen meist als Wiesland, in der Talebene mehrheitlich als Ackerland. Die Waldflächen bedecken rund 49% des Gemeindegebietes und konzentrieren sich vorwiegend auf das südliche Gemeindegebiet Richtung Gurnigel und Gürbe. Die unproduktiven Flächen beschränken sich auf rund 2% des Gemeindegebietes.

4.5 Ereigniskataster und Ereignisanalysen

Der digitale Naturgefahren-Ereigniskataster des Kantons Bern NGKAT [11] umfasst die umhüllende Grenze aller bisher bekannten Naturgefahrenereignisse. Der Kataster wird laufend nachgeführt. Untenstehende Abbildung 3 zeigt den Ereigniskataster für die Gemeinden Blumenstein / Wattenwil.

Indem die Ereignisdokumentation Antwort auf die Frage liefert, was sich wann, wo, in welchem Ausmass abgespielt hat, ist sie eine wichtige Grundlage für die Erstellung der Gefahrenkarte. Dies gilt insbesondere in besiedelten und bewirtschafteten Gebieten, wo die Spuren von früheren Ereignissen infolge der Landnutzung häufig verwischt oder gar nicht mehr erkennbar sind.

Der Kataster zeigt für Blumenstein und Wattenwil vermehrt Hochwasserereignisse und Ereignisse mit Rutschungen. Die aus verschiedenen Quellen bekannten Ereignisse sind in den Datenblättern Prozessquellen Wasser (je Bach), Rutschungen und Sturz (Gemeinde Wattenwil) enthalten (vgl. dazu Anhänge E, F und G).

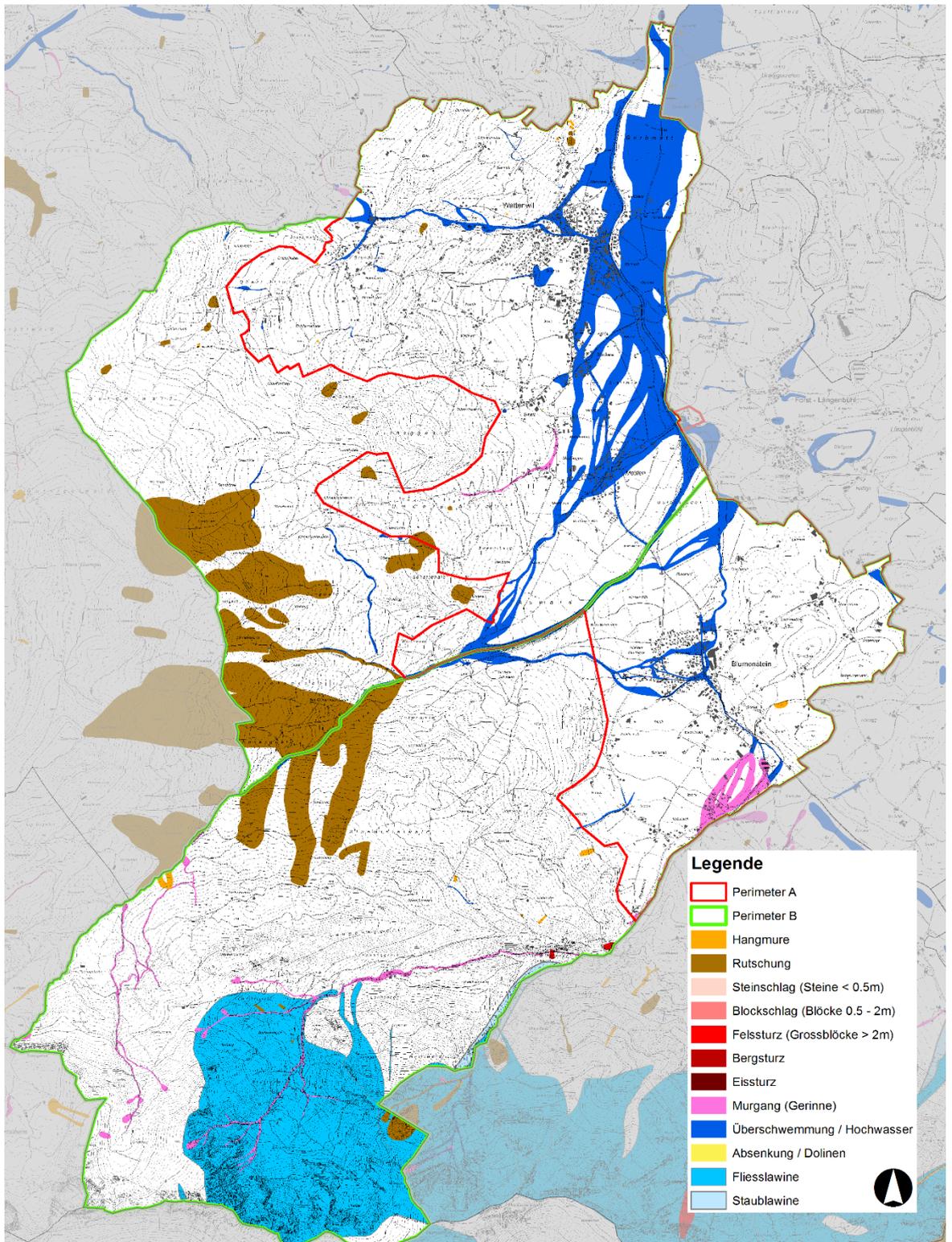


Abbildung 3: Übersicht Ereigniskataster Gemeinden Blumenstein/ Wattenwil (NGKAT, Stand Nachführung 01.11.2018 [11])

5 UNTERSUCHUNGSMETHODIK

5.1 Generelle Vorgehensweise und Methodik

Die allgemeine Methodik orientiert sich an Empfehlungen und Richtlinien des Bundes zur Erarbeitung einer Gefahrenkarte. Es wird grundsätzlich wie folgt vorgegangen:

- Auswertung der Grundlagen (*Kap. 3*) und bürointerner Unterlagen (Gefahrenhinweiskarte, Ereigniskataster, Projekte, etc.)
- Prüfung und in Rücksprache mit Kant. Fachstellen wo nötig Anpassung des für die Revision der Gefahrenkarte Blumenstein / Wattenwil vorgegebenen Perimeters
- Feldbegehungen und Kartierungen (Erfassung des Ist-Zustandes):
 - Geologisch-geomorphologische Geländeaufnahmen
 - Zustandserfassung Schutzbauten, Erkennen von Schwachstellen
- Festlegung von Ereignis-Szenarien für verschiedene Prozessquellen / Liefergebiete (30-/ 100-/ 300-jährliche und Extrem-Ereignisse) anhand Berechnungen, Abschätzverfahren
- Ausscheidung der Prozessbereiche aufgrund gutachterlicher Gefahrenbeurteilung im Feld oder von Modellierungen
- Aufzeigen von möglichen Massnahmen zum wirksamen Schutz von Siedlungsgebieten und Infrastrukturanlagen
- Dokumentation: Berichterstattung und Erstellung Intensitäts- / Gefahrenkarten

Insbesondere der Erarbeitung und Festlegung von Ereignis-Szenarien verschiedener Wiederkehrperioden (häufig, selten, sehr selten, extrem) kommt innerhalb der Gefahrenbeurteilung eine grosse Bedeutung zu. Je nach Prozessart werden für die Ereignisszenarien unterschiedliche Parameter erhoben und dann verschiedene Methoden für die anschliessende Gefahrenbeurteilung angewandt. Die prozessspezifische Vorgehensweise wird in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

5.2 Methodik zur Beurteilung der Wassergefahren

5.2.1 Allgemeines bezüglich Hochwassermengen

Bezüglich Hochwasserabflüsse an der Gürbe, am Fallbach sowie darin enthaltenen Teileinzugsgebieten (Fridgrabe, Tannhölzigrabe, Riedbach) liegen Angaben zu Hochwasserabflüssen aus der hydrologischen Studie der Scherrer AG «Abflussberechnungen für den Fallbach und den Gürbe-Oberlauf» [34] vor. Im Rahmen dieser Studie wurden unter Beizug eines detaillierten Niederschlags-Abfluss-Modells (NAM) Spitzenabflüsse für verschiedene Bemessungspunkte (BP) von Teileinzugsgebieten der Gürbe festgelegt (vgl. Abbildung 4).

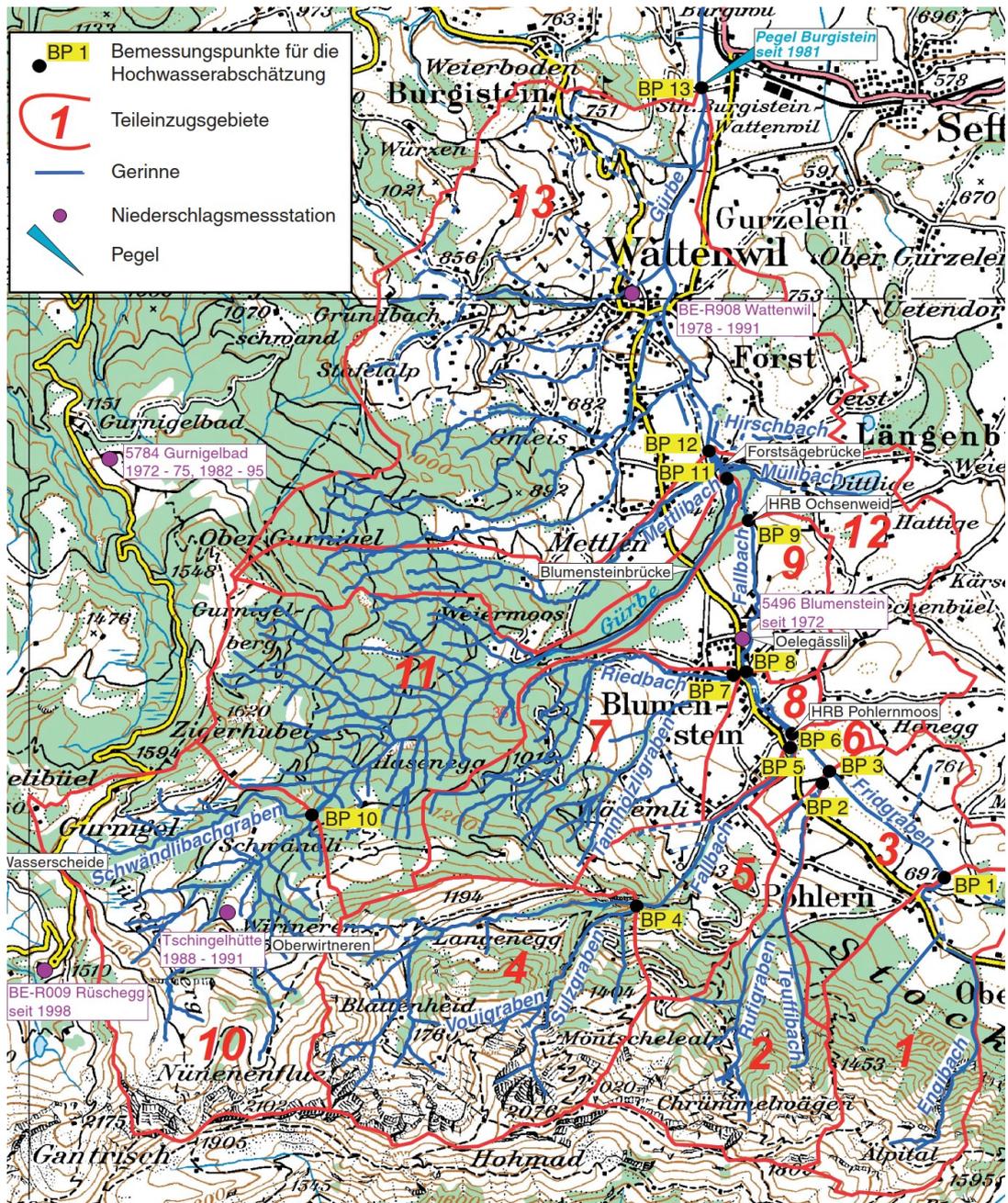


Abbildung 4: Übersicht (Teil-) Einzugsgebiete Gurbe und Bemessungspunkte im Rahmen der Scherrer-Studie 2011 «Abflussberechnungen für den Fallbach und den Gurbe-Oberlauf» [34]

Das verwendete NAM wurde anhand verschiedener Hochwasserereignisse geeicht und eine gute Nachbildung der beobachteten Abflüsse erreicht. In einer Synthese wurden die anhand des NAM modellierten Abflüsse und die Werte aus historischen Hochwasserereignissen am Pegel der Messstation Burgistein (BP 13 im NAM) in einem Frequenzdiagramm zueinander in Beziehung gesetzt. Daraus resultieren Angaben bezüglich «Unsicherheitsbereiche» der Hochwasserabschätzungen. Bei kleinen Wiederkehrperioden (bis HQ_{30}) ist die Spannweite des angegebenen Wertebereichs für die Abflüsse klein, da diese innerhalb der Messperiode der Station Burgistein liegen (1982 - 2011). Bei den Wiederkehrperioden 100- resp. 300-Jahre vergrössern sich die angegebenen

Vertrauensintervalle aufgrund der zunehmenden Unsicherheit durch die Extrapolation. Durch Übertragung der Überlegungen vom Pegel Burgistein auf die übrigen Teileinzugsgebiete, resultieren für alle Bemessungspunkte Bereiche für Abflusswerte unterschiedlicher Wiederkehrperioden.

Die im NAM verwendeten Parameter für Gebietseigenschaften (Infiltrationsbedingungen/ Abflussbereitschaft), Fliesszeiten sowie für Niederschlagsereignisse (Summe, Intensität, Ganglinien) werden als plausibel und auch für heutige Verhältnisse als aktuell beurteilt. Zudem sind seit Erstellung der Studie 2011 keine nennenswerten Hochwasserabflüsse aufgetreten, welche eine Anpassung der in der Studie ausgewiesenen Wertebereiche respektive deren Wiederkehrperiode erfordern würden.

Somit werden die im Rahmen der Scherrer-Studie 2011 ermittelten Abflusswerte für die Festlegung und Plausibilisierung der Spitzenabflüsse der Gürbe, des Fallbachs und weiterer Seitenbäche auf Gemeindegebiet von Blumenstein (Teileinzugsgebiete Fallbach) beigezogen.

Für die übrigen Gewässer (vor allem auf Gemeindegebiet von Wattenwil) werden Spitzenabflüsse unter Beizug der Software «HAKESCH» [26] neu ermittelt. Weitere Angaben bezüglich Methodik sowie Plausibilisierung beigezogener Werte finden sich im Kapitel 5.2 bei entsprechenden Unterkapiteln zu den Gewässern.

Bei sämtlichen Hochwasserabflussmengen handelt es sich um «Brutto-Abflusswerte», sprich ohne Berücksichtigung einer Ausuferung oder Retention.

5.2.2 Methodik Beurteilung Gürbe

5.2.2.1 Hochwassermengen

Die Messstation Gürbe, Burgistein Station [7] liegt rund 400 m unterhalb der Gemeindegrenze von Wattenwil zu Burgistein. Bei der Messstation in Burgistein mit einer Messperiode von 1981 – Mitte 2021 hat das extreme Ereignis vom 29.07.1990 zur höchsten Abflussspitze geführt ($Q = 92.5 \text{ m}^3/\text{s}$). Aufgrund der Ausuferungen oberhalb wurde die Abflussspitze beim Pegel Burgistein auf $96 - 109 \text{ m}^3/\text{s}$ korrigiert. Diesem Ereignis wird eine Wiederkehrperiode von «nicht wesentlich über 100 Jahren» zugewiesen [34]. Folgende Abflüsse zählen am Pegel Burgistein zu den grössten der Messperiode:

- 21.06.2021 ($Q = 66.5 \text{ m}^3/\text{s}$, Rang 2)
- 11.08.2014 ($Q = 48.7 \text{ m}^3/\text{s}$, Rang 3)
- 29.06.2011 ($Q = 46.6 \text{ m}^3/\text{s}$, Rang 4),
- 21.09.2014 ($Q = 43.6 \text{ m}^3/\text{s}$, Rang 5)
- 02.07.1989 ($Q = 42.0 \text{ m}^3/\text{s}$, Rang 6)
- 22.08.2005 ($Q = 41.0 \text{ m}^3/\text{s}$, Rang 7)
- 08.08.2007 ($Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$, Rang 8)

Nach Erstellung der Scherrer Studie von 2011 wurde insbesondere im Jahr 2021 (Rang 2) sowie im Jahr 2014 weitere hohe Abflüsse verzeichnet (Rang 3 / 5), welche im Bereich

eines HQ_{30} resp eines HQ_{5-10} liegen. Dabei kann noch nicht von einer Häufung gesprochen werden, welche die Abflussstatistik im Bereich der für die Gefahrenkarte massgeblichen Wiederkehrperioden ab HQ_{30} entscheidend beeinflusst. Die Werte der Scherrer-Studie von 2011 werden somit weiterhin als plausibel und gültig betrachtet.

Im Rahmen der vorliegenden Gefahrenkartenrevision werden Hochwassermengen für folgende Bemessungspunkte der Gürbe festgelegt:

- Gürbe beim Abschlussbauwerk der Ausschütte
- Gürbe unterhalb Zusammenfluss mit Fallbach / Mettlibach

Tabelle 4 zeigt die Wertebereiche Scherrer-Studie 2011 für die Bemessungspunkte 11-13 (vgl. Abbildung 4). Die Wertebereiche gemäss Scherrer 2011 liegen für den Pegel Burgistein ebenfalls im Bereich früherer Studien (bspw. Studien Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft ETH Zürich von 1997/98).

Hochwasserabfluss Gürbe gemäss Scherrer-Studie 2011 [34]	EZG	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀
	[km ²]	[m ³ /s]		
BP 11: Ausschütte	12.1	41-43	51-64	68-91
BP 12: Uh. Einmünd. Fallbach/ Mettlibach	40.1	59-62	74-93	97-131
BP 13: Pegel Burgistein	52.7	64-67	80-100	100-135

Tabelle 4: Abflussmengen Gürbe für verschiedene Bemessungspunkte gemäss Abbildung 4

Für die vorliegende Gefahrenkartenrevision werden die Hochwassermengen auf Basis der oberen Grenzwerten aus der Scherrer-Studie 2011 (Tabelle 4) für entsprechende Bemessungspunkte festgelegt und gerundet (vgl. Tabelle 5). Für den Abschnitt ab Zusammenfluss der Gürbe mit Fallbach / Mettlibach bis zur Gemeindegrenze Wattenwil wird vereinfachend nur eine Wassermenge für den gesamten Abschnitt je Wiederkehrperiode festgelegt, obschon die Wassermenge in der Gürbe mit jedem Seitenbach etwas zunimmt. Die Hochwasserspitzen für diesen Abschnitt lehnen sich somit eher an die Werte am unteren Rand des Abschnittes beim Pegel Burgistein an (Bemessungspunkt 13), als an die Werte vom Bemessungspunkt 12 unterhalb Zusammenfluss Gürbe / Fallbach / Mettlibach. Für die Festlegung der EHQ-Werte wird ein Faktor von rund 1.2 auf den Wert HQ_{300} beigezogen.

Hochwasserabfluss Gürbe	EZG	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	[km ²]	[m ³ /s]			
Ausschütte	12.1	45	65	90	110
Uh. Einmündung Fallbach/ Mettlibach bis Gemeindegrenze	40.1	70	100	130	160

Tabelle 5: Abflussmengen Gürbe für Revision Gefahrenkarten Blumenstein / Wattenwil

Die für die Gefahrenkartenrevision festgelegten Werte entsprechen den im Rahmen des Wasserbauplans «Hochwasserschutz Obere Gürbe, Gemeinde Wattenwil» [41] festgelegten Dimensionierungsabflüssen.

Zur Ermittlung von Ganglinien für die Gürbe zuhanden der hydraulischen 2D-Simulationen (vgl. Kap. 5.2.2.5, Anhang K) werden ebenfalls die hydrologischen Untersuchungen von 2008 [32] und 2011 [34] der Scherrer AG beigezogen. Diese zeigen den zeitlichen Verlauf der Abflüsse am Pegel Burgistein (Abbildung 5) für ein kürzeres (Fall 3, blau) und ein längeres (Fall 2, grün) Ereignis für die Abflüsse von 80 – 100 m³/s. Auf Basis dieser Ganglinien wird für das HQ₁₀₀ vereinfachend eine Dreiecksganglinie mit Gesamtdauer von 300 Min und einer Erreichung der Abflussspitze nach 1/3 der Gesamtdauer festgelegt. Für die Ereignisse HQ₃₀ wird die Ganglinie etwas verkürzt, für das HQ₃₀₀ und EHQ etwas ausgedehnt.

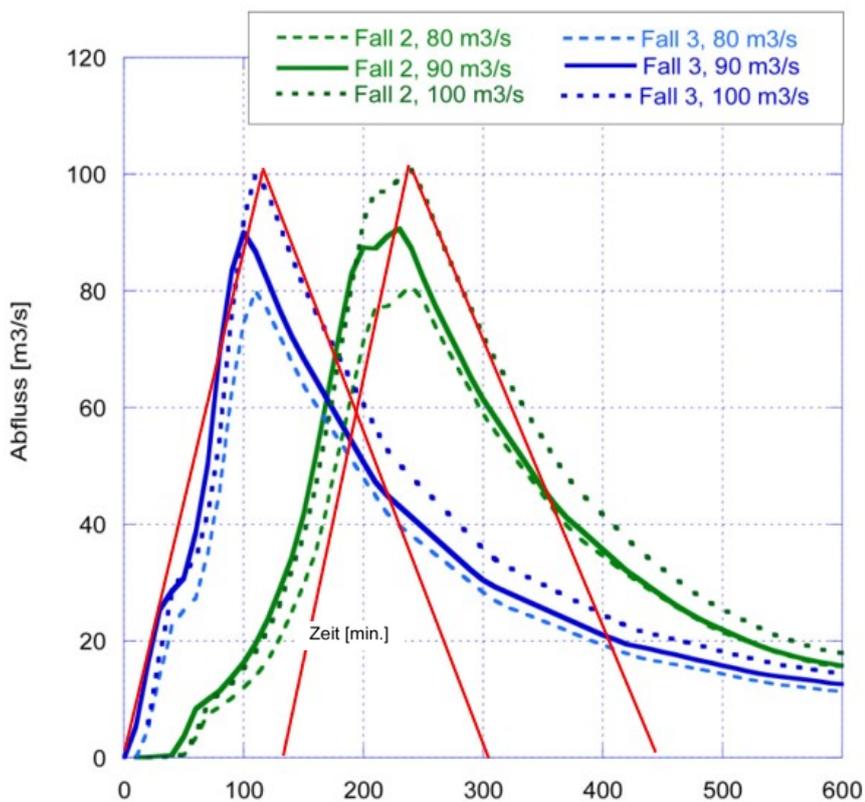


Abbildung 5: Ganglinien Gürbe HQ₁₀₀ am Pegel Burgistein aus Scherrer-Studie 2011 [34]. Rot eingetragene Vereinfachung für Annahmen Ganglinien Gefahrenkarte.

Ganglinien Gürbe	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	[min]			
Gesamtdauer	240	300	360	360
Abfluss-Spitze	80	100	120	120

Tabelle 6: Ganglinien für die Gürbe im Abschnitt ab Zusammenfluss mit Fallbach – Gemeindegrenze

5.2.2.2 Geschiebefrachten und Transportprozesse

Gürbe im Gebirge

Für das Einzugsgebiet der Gürbe im Gebirge (bis zur Ausschütte) liegen bezüglich Geschiebefrachten und massgeblicher Transportprozesse verschiedene Studien vor.

- Studie Verbau Gürbe im Gebirge, Erneuerung und Unterhalt, Dez. 2016 [37]
- Plausibilisierung der Studie «Verbau Gürbe im Gebirge, Erneuerung und Unterhalt, Jan. 2018 [38]
- Rutschung Meierisli 2018. Geologischer Bericht. Bericht, Mai 2018 [53]
- Meierisli-Rutschung: Prozesse und Gefahrensituation, Juni 2018 [39]

Darin werden die Geschiebefrachten, unter Berücksichtigung des aktuellen Gebietszustandes und der aktuellen Vorkommnisse „Reaktivierung der Rutschung im Gebiet Meierisli 2018“ sowie des Zustandes der Verbauungen im Detail untersucht. Die Erkenntnisse dieser Studien werden für die Revision der Gefahrenkarte Blumenstein und Wattenwil beigezogen.

Im Abschnitt der Gürbe im Gebirge sind bezüglich Auslösemechanismen, Geschiebefrachten und massgeblicher Transportprozesse folgende 2 Szenarien relevant:

- Geschiebe aus Gerinne-Erosion
- Geschiebe aus Grossrutschungen: Mobilisierung von Rutschungen

Das Szenario «**Gerinne-Erosion**» kann wie folgt charakterisiert werden:

- Hydro-meteorologische Auslösung durch kurzzeitige Gewitterereignisse (mehrständiger Starkniederschläge, ev. mit Hagel)
- abschnittsweise Erosionsprozesse wie Sohlenerosion (Tiefenerosion), Ufererosion (inkl. Material im Gerinne aus Rutschung Meierisli) und Böschungsrutschungen (nicht zu verwechseln mit den Grossrutschungen)
- Erosionsleistung unter Berücksichtigung des Zustands resp. der Wirkung des Sperrenverbaus während des Ereignisses

Das Szenario «**Grossrutschung**» aus den Gebieten Tiefegrabe, Meierisli und Schwändli berücksichtigt folgende Überlegungen:

- Hydro-meteorologische Auslösung bei langanhaltenden Niederschlägen, z.T. in Kombination mit eingelagerten Starkniederschlägen. Ebenso Vorfeuchte und Kombination mit Schneeschmelze relevant
- Eintrag Rutschvolumen aus Grossrutschung Schwändli, Meierisli oder Tiefegrabe
- Entstehender Transportprozess im Hauptgerinne der Gürbe
 - Schwändli, Meierisli: Propfenbildung resp. t.w. Pfropfbildung im Gerinne der Gürbe, Erosionsprozesse Rutschmaterial, mehrh. fluvialer Geschiebetransport, teils Hyperconcentrated Flow; bei Eintrag Rutschschollen mit höherer

Geschwindigkeit auch Verflüssigung und murgangähnlicher Transportprozess

- Tiefengrabe: Verflüssigung Rutschung und Eintrag in Gürbe als Murgang
- Erosionsleistung unter Berücksichtigung des Zustands resp. der Wirkung des Sperrenverbaus während des Ereignisses sowie der Erosionsleistung im Hauptgerinne unterhalb der Rutschung
- Berücksichtigung gleichzeitige 2-Rutschung in den Gebieten Schwändlibachgraben, Rotbach, Bärgli (bei HQ₃₀₀ / EHQ)

Für die revidierte Gefahrenkarte wird das Geschiebepotenzial für die Szenarien „Gerinne-Erosion“ und „Rutschung“ aus obenstehenden Studien übernommen:

Geschiebefrachten Gürbe am Kegelhals (Hohli)	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀	G _E
	[m ³]			
Szenario «Gerinne-Erosion»	35'000	95'000	130'000	250'000
Szenario «Grossrutschung»		100'000	340'000	390'000

Tabelle 7: Geschiebefrachten Gürbe für Szenarien «Gerinne-Erosion» und «Grossrutschung»

Aus obiger Tabelle 7 geht hervor, dass ab sehr seltenen Ereignissen (HQ₃₀₀/EHQ) die Geschiebefrachten am Kegelhals bei Hohli aus den Grossrutschprozessen bedeutend höher sind als die beim Szenario «Gerinne-Erosion» mobilisierten Volumina.

Bezüglich Transportprozesse im Hauptgerinne der Gürbe bis zur Ausschütte kann folgendes hervorgehoben werden:

- Hauptgerinne nur oberhalb Einm. Ambachgrabe murfähig (J ca. 25%)
- Zahlreiche steile, murfähige Seitenbäche (bspw. Tiefengrabe)
- Murgänge od. murgangähnliche Prozesse (Hyperconcentrated Flow) v.a. auch im Zusammenhang mit Rutschprozessen (Propfbildung, Rückstau im Hauptgerinne, Verflüssigung resp. schwallartiger Durchbruch Pfropf); dabei können grösseres Frachten bis zur Ausschütte transportiert werden
- Bei Szenario Grossrutschung Ablagerung mehrheitlich am Kegelhals, da eher zähflüssig.

Angaben zur Methodik der Beurteilung der Prozessräume und zur Abschätzung der massgeblichen Prozessintensitäten innerhalb des Perimeters A (Hohli – Ausschütte) sind im Kap. 5.2.2.5 aufgeführt. Weitere Angaben bezüglich Geschiebefrachten und Prozesse können dem Prozessquellenblatt zur Gürbe im Anhang E entnommen werden.

Gürbe Oberlauf

Für den Gerinneabschnitt der Gürbe unterhalb der Ausschütte resultiert der Geschiebeeintrag aus der Ablagerungskapazität im und ausserhalb des Gerinnes im Abschnitt Hohli bis zur Ausschütte (inkl. Ausschütte) sowie der Funktions- und Wirkungsweise der Rückhaltebauwerke im Bereich der Ausschütte. Die Untersuchungen stützen sich dabei

auf einen Füllstand im Bereich der Ausschütte gem. Terrainaufnahmen vom März 2018, welche im Zuge von Kontrollaufnahmen mittels einer Drohnenbefliegung gemacht wurden [40]. Gemäss dieser Vermessung waren die Interventionskoten im Bereich der Ausschütte nicht erreicht und eine Geschiebeentnahme wurde nicht für notwendig befunden. Das verbleibende Ablagerungsvolumen der Ausschütte wurde auf rund 75'000 m³ geschätzt (bis Auflandung analog Hochwasser 1990).

Gemäss den Modellversuchen der VAW zur Ausschütte [35] ist der Austrag im Bereich der Ausschütte auch bei Extremereignissen mit sehr hohem Geschiebe- und Holzeintrag vergleichsweise gering. Obschon die damaligen Annahmen bezgl. Geschiebepotenzial am Kegelhals von geringeren Frachten ausgingen als gem. aktuellen Erkenntnissen, sind die Erkenntnisse aus den Modellversuchen im Bereich der Ausschütte aufgrund folgender Überlegungen immer noch gültig:

- Bei Ereignissen des Szenarios «Gerinne-Erosion» mit mehrheitlich fluvialem Geschiebetransport werden grosse Frachten bereits im Abschnitt oberhalb der Ausschütte (Rückwärtsauflandung, zusätzlich Verkläusungsszenarien Blumensteinbrücke) und mit zunehmender Ereignisdauer auch ausserhalb des Gerinnes abgelagert.
- Die Extremen Frachten beim Szenario «Grossrutschung» werden aufgrund des eher zähen Fliessverhaltens grossteils am Kegelhals abgelagert.

Für die Revision der Gefahrenkarte werden für den Oberlauf der Gürbe ab Ausschütte die Frachten gem. Tabelle 8 festgelegt.

Geschiebefrachten Gürbe unterhalb Ausschütte	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀	G _E
	[m ³ /s]			
Geschiebeaustrag Ausschütte	1'600	3'000	3'200	3'200

Tabelle 8: Geschiebefrachten Gürbe Oberlauf (unterhalb Ausschütte)

5.2.2.3 Schwemmholz

Im Einzugsgebiet der Gürbe können, trotz forstlicher Unterhalts-, Sanierungs- und Pflegearbeiten, im Zusammenhang mit Hang-Gerinne-Interaktionen (Erosion, Böschungsrutsche, Hangrutschungen) sehr grosse Schwemmholzfrachten aus den steilen, bewaldete Einhängen im Hauptgerinne / in Seitengerinnen ins Gürbegerinne eingetragen und weitertransportiert werden. Ebenfalls befinden sich im Gerinne Stämme und Äste, welche (re-)mobilisiert werden können. Im Rahmen der unter Kap. 5.2.2.2 aufgeführten Studien werden auch qualitative Aussagen bezgl. Schwemmholzfrachten gemacht. Für die vorliegende Gefahrenkartenrevision werden diese Aussagen beigezogen, es erfolgt keine quantitative Beurteilung des Schwemmholzpotenzials.

Im Einzugsgebiet der Gürbe muss bereits ab HQ₃₀ mit erheblichen, bei HQ₁₀₀ mit grossen Schwemmholzfrachten in grösseren Dimensionen gerechnet werden. Bei den Ereignissen HQ₃₀₀ / EHQ sind auch im Zusammenhang mit den Grossrutschungen extreme Schwemmholzfrachten möglich.

Trotz des Schwemmholzrechens beim Abschlussbauwerk der Ausschütte können Einzelstämme weitertransportiert werden. Gemäss den Modellversuchen an der VAW zum Abschlussbauwerk der Ausschütte [35] ist jedoch auch bei Extremereignissen mit einem Durchgang von maximal 20 – 30 grossen Stämmen zu rechnen.

Für die Beurteilung der Verklausungsgefährdung wird von Schwemmholz mit folgenden Abmessungen ausgegangen:

- Einzelstämme: $L = 2\text{--}8\text{ m}$
- Wurzelstöcke: $d = 2\text{--}3\text{ m}$

5.2.2.4 Schwachstellenanalyse / Gefährdungsbilder

Gürbe im Gebirge

Die Reinwasserkapazität der Gürbe-Gerinnis bis zur Ausschütte ist hydraulisch für sämtliche Abflüsse bis EHQ genügend. Überlegungen bezgl. Abflusskapazität respektive Freibord sind für diesen Abschnitt von sekundärer Bedeutung.

Zu Ausuferungen und Überschwemmungen resp. Übermürungen und Übersarungen kommt es im Zusammenhang mit geschiefbeführenden Abflüssen und Murgang- oder murgangähnlichen Prozessen. Die massgebenden Überlegungen bezgl. Transportkapazität respektive Ablagerungen aufgrund fluvialem Geschiebetransport wurden wie folgt beurteilt:

- Ermittlung Transportkapazität in Schlüsselstrecken (Abschätzung Transportkapazitäten mit Transportformel nach Smart & Jäggi, 1983) und Vergleich mit Geschiebepotenzial
- Abschätzung Ablagerungsvolumina Ausschütte / Gerinne/ Ausschütte/ pot. Ablagerungsflächen ausserhalb Gerinne anhand Daten aus dig. Terrainmodell

Die Beurteilung der Ablagerungsprozesse und resultierende Gefährdungsbilder aus Murgangprozessen erfolgte unter Beizug der Murgang-Modellierungen mit RAMMS (vgl. Kap. 5.2.2.5).

Das Versagen von einzelnen Sperren sowie der Einfluss auf die Geschiebefracht im Abschnitt bis zum Kegelhals wurde im Zuge der Überlegungen zu den Geschiebefrachten berücksichtigt. Der Sperrenverbau im Abschnitt ab Hohli bis zur Ausschütte wird bis zu einem Extremereignis als zuverlässig betrachtet.

Die Verklausung der Blumensteinbrücke sowie mögliche Dammbrechtszenarien wurden gutachterlich beurteilt. Weitere Details diesbezüglich sind im Prozessquellenblatt zur Gürbe (Anhang E) dokumentiert. Für die Bauwerke der Ausschütte erfolgt die Beurteilung der Schutzmassnahme (und potenziellen Schwachstelle) aufgrund einer Grobbeurteilung nach Methode „PROTECT“ [21] (vgl. Anhang D).

Gürbe Oberlauf

Die Beurteilung der Schwachstellen sowie massgebender Prozesse der Gürbe im Abschnitt ab der Ausschütte erfolgte im Rahmen der separaten 2D-Überflutungsmodellierung. Schwachstellen sind eine ungenügende Abflusskapazität (fehlendes Freibord) über weite Strecken, (Teil-) Verklausungen bei den Brücken oder Dammbuchsen bei Überströmung der Dämme. Detaillierte Erkenntnisse zu Schwachstellen und Prozessen können dem Anhang K entnommen werden.

5.2.2.5 Erarbeitung Intensitätskarten

Gürbe im Gebirge

Im Rahmen der Studie zu Prozessen und Gefahrensituation der Meierisli-Rutschung (2018) [39] wurden mögliche Murgang-Abflüsse in der Gürbe sowie entsprechende Prozessflächen durch das Büro Geo7 AG anhand der Software RAMMS untersucht. Die Erkenntnisse dieser Untersuchungen werden für die vorliegende Gefahrenkartenrevision beigezogen und durch zusätzliche Rechenläufe mit RAMMS ergänzt.

Im Zuge der RAMMS-Modellierungen 2018 [39] wurden folgende Szenarien modelliert:

Szenario	Gesamtvolumen [m ³]	Anzahl Schübe	Eigenschaft Schübe	Volumen je Schub [m ³]	Qmax [m ³ /s]	Dichte [kg/m ³]
Kleines Ereignis	50'000	2 – 3	viskos - granular	15'000	150 – 250	1'800 – 2'200
Grosses Ereignis	250'000	5 – 8	viskos - granular	30'000	250 – 470	1'800 – 2'200

Abbildung 6: Szenarien Murgang-Modellierungen inkl. Angaben zu Anzahl / Eigenschaften der Murschübe (aus Bericht «Murgang Modellierungen Gürbe» [39]).

Im Zuge der Revision der Gefahrenkarten Blumenstein / Wattenwil wurden obige Modellierungen durch verschiedene Rechenläufe ergänzt. Im Zentrum dabei stehen vor allem Neuerkenntnisse hinsichtlich der Szenarien «Grossrutschung» für die Wiederkehrperioden HQ₃₀₀ / EHQ bei Variation verschiedener Input-Parameter respektive der Modellierungsweise.

- Modellierungen wurden auch mit einem «Block-Release» im Gürbe-Hauptgerinne gestartet (Starthöhe «Release-Area» im Gürbe-Hauptgerinne auf ca. 900 – 1050 m ü.M.). Dies dürfte eher der Situation «Rutschung ins Gerinne» (Situation Tiefengrabe) entsprechen. Andererseits wurden die Simulationen analog zu den Modellierungen 2018 teils mit einem Hydrographen initiiert, was eher der Situation «Pfropfbildung / Verflüssigung» entsprechen dürfte (Starthöhe Input-Hydrographen ca. 900 m ü.M.).
- Eine weitere Ergänzung erfolgte durch Variation der Gesamtvolumen (50'000 – 350'000) sowie der Anzahl Murschübe (2 - 4).

- Da Kalibrierungs-Ereignisse weitgehend fehlen, wurde die Reibungsparameter analog zu den Simulationen 2018 auf $\mu = 0.06$ und $\xi = 300 \text{ m/s}^2$ festgelegt. Zur Prüfung der Sensitivität und vor allem bezüglich der bei Grossereignissen zu erwartenden zähflüssigen Abflussverhältnisse, wurden die Parameter bis auf $\mu = 0.2$ und $\xi = 200 \text{ m/s}^2$ variiert.

Der Aufbau des Höhenmodells basierte auf dem Höhenmodell swissALTI3D des Kantons [13]. Für die Modellierung wurde eine Auflösung von $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ gewählt. Als «Calculation Domain» wurde der potenzielle Wirkungsbereich gewählt. Dieser umfasst ab einer Höhe von rund $1'100 \text{ m}$ ü.M bis zum Gefälleknick bei Hohli einen 200 m breiten Gerinne-Schlauch der Gürbe und unterhalb den gesamten Schwemmkegel bis weit ausserhalb der Dämme und unterhalb der Ausschütte (vgl. weisser Bereich, Abbildung 7).

Die übrigen Parameter wurden analog zu den RAMMS-Modellierungen 2018 gemäss den «Default»-Einstellungen gewählt: stop parameter: 5 % of total momentum, end time: 5000 s, dump step 5s, density: 2000 kg/m^3 , λ : 1, Modellierung: 2nd order / H cutoff: 0.000001 m , curvature: on.

Auf die Modellierung einer zusätzlichen Erosion im Gürbegerinne unterhalb der «Starthöhe» des Murgangs wurde in den Simulationen entgegen den Szenarien (vgl. Kap. 5.2.2.2) verzichtet (analog Modellierungen 2018). Somit erfolgten auch sämtliche Modellierungen unter der Annahme, dass die Sperren bestehen bleiben.

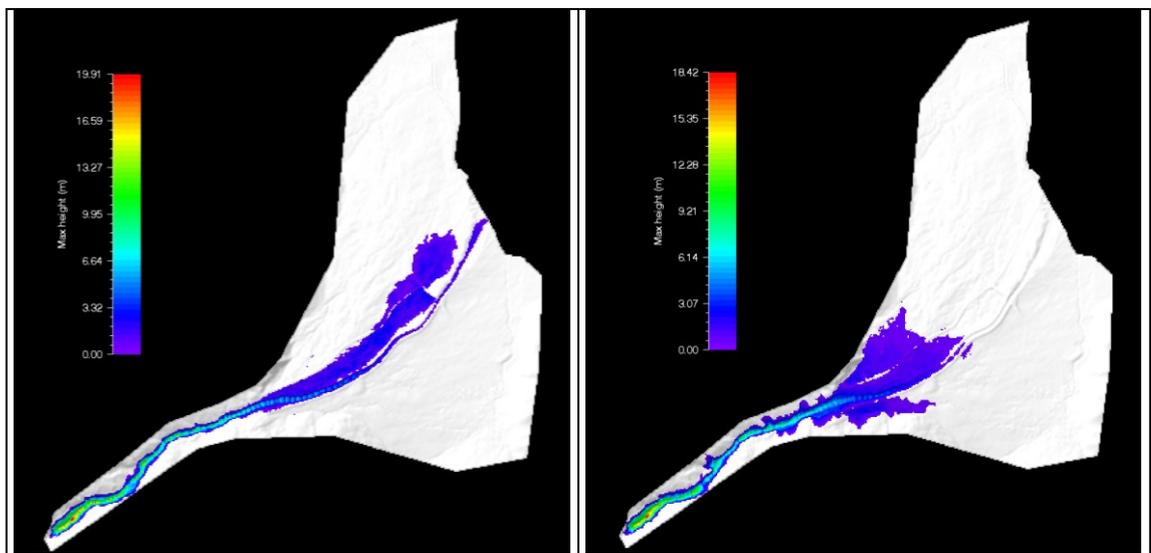


Abbildung 7: Resultate RAMMS-Modellierungen: Calculation-Domain (gesamte weisse Fläche: links: Gesamtvolumen $200'000 \text{ m}^3$, eher dünnflüssig ($\mu = 0.06$ und $\xi = 300 \text{ m/s}^2$) rechts: Gesamtvolumen $200'000 \text{ m}^3$, eher zähflüssig ($\mu = 0.2$ und $\xi = 200 \text{ m/s}^2$)

Die Resultate der RAMMS-Modellierung dient primär der Beurteilung von Schwachstellen, der Abgrenzung von Reichweiten möglicher Murgänge im und ausserhalb des Gürbe Gerinnes (Prozessräume mit Index «M») sowie der Ermittlung der massgeblichen Intensitäts-Stufe (Mächtigkeiten potenzieller Ablagerungen, möglicher Fliessgeschwindigkeiten). Aus den Rechenläufen gehen folgende Erkenntnisse hervor:

- die im Rahmen der bisherigen Studien [38] [39] [53] zur Gürbe im Gebirge erkannten Schwachstellen entlang des Gürbe-Gerinnes können weitgehend bestätigt werden (vgl. Prozessquellenblatt Anhang E)
- die Reichweite sowie die Prozessflächen der Murgänge sind sehr stark von der Beschaffenheit der Murgänge abhängig (vgl. Abbildung 7):
 - bei dünnflüssigeren Verhältnissen grosse Reichweite: v.a. bezgl. Prozessflächen HQ₁₀₀ massgeblich
 - bei zähflüssigeren Verhältnissen grosse Ausbreitung unterhalb Kegelhals (beidseitig): für Ereignisse HQ₃₀₀ / EHQ massgeblich
 - unterhalb der eigentlichen „Murgang-Ablagerungen“ (gemäss Modellierungsergebnissen) sind aufgrund eines „Ausschwemmens“ weitere Flächen betroffen (eher Prozess „Übersarung“)
- bei mehreren Schüben steigt die Reichweite der Murgänge, da die Sperrfelder und das Gerinne „aufgefüllt“ werden und der Einfluss der Sperrtreppen somit mit jedem Schub etwas abnimmt.
- bei einer Modellierung «Block-release» sind aufgrund der grösseren Murgangabflüsse etwas grössere Prozessflächen zu erkennen (eher Überschätzung), als bei Modellierung mit einem Hydrographen

Diese Erkenntnisse werden bei der Erarbeitung der Intensitätskarten berücksichtigt. Die massgeblichen Rechenläufe der RAMMS-Modellierungen werden nicht 1:1 in Intensitätskarten umgesetzt, es erfolgt eine gutachterliche Beurteilung im Feld unter Bezug der RAMMS-Resultate. Im Übrigen erfolgt die Ausscheidung der nach Intensitäten abgestuften Prozessflächen für die Gürbe im Abschnitt bis zur Ausschütte primär gutachterlich unter Bezug der Erkenntnisse bezgl. Gefahrenbeurteilung aus den Studien «Verbau Gürbe im Gebirge» (2016) [37], deren Plausibilisierung (2018) [38] und den Untersuchungen des Einflusses der Meierisli-Rutschung auf die Prozesse und Gefahrensituation (2018) [53] / [39]. Die Ereignisdokumentation vom Ereignis 1990 gibt zudem Hinweise auf mögliche Fliesswege vor allem an den Randbereichen des Schwemmkegels (bei HQ₃₀₀ / EHQ massgeblich).

Gürbe Oberlauf

Die Ausscheidung der nach Intensitäten abgestuften Prozessflächen für die Gürbe wurde auf Basis einer 2D-Überflutungsmodellierung durchgeführt. Die Randbedingungen wurden entsprechend den oben festgelegten Szenarien und Schwachstellen definiert. Sämtliche Details bezüglich Modellaufbau, verwendete Parameter und durchgeführter Rechenläufe ist in der Dokumentation im Anhang K aufgeführt.

Die anhand des 2D-Modells ermittelten Intensitätsflächen wurden im Feld plausibilisiert und wo nötig ergänzt respektive reduziert (bspw. Berücksichtigung von Fliesshindernissen wie Mauern etc.) und schliesslich arrondiert.

5.2.3 Methodik Beurteilung Übrige Seitenbäche

5.2.3.1 Hochwassermengen

An den kleineren Seitenbächen stehen keine Daten zu Abflüssen von Messstationen für eine statistische Auswertung zur Verfügung. Somit wurden die Hochwasserabflüsse der Seitenbäche auf Gemeindegebiet von Wattenwil neu erhoben. Da bei diesen Einzugsgebieten von „mehrheitlich natürlich geprägten Abflussregimen“ ausgegangen werden kann, werden die Spitzenabflüsse für die Wiederkehrperioden HQ_{30} / HQ_{100} unter Beizug der Niederschlagsdaten gemäss Kap. 4.3.2 mit der Software HAKESCH (Hochwasser Abschätzung in Kleinen Einzugsgebieten der SCHweiz) [26] ermittelt. Dabei kamen die Methoden nach Kölla (1986), Clark-WSL sowie das Modifizierte Fliesszeitverfahren zur Anwendung. Als Vergleich wurden auch die Werte nach Methoden GIUB'96 (Fn) und Müller-Zeller (1943) beigezogen. Zur Ermittlung der Wassermengen für die Ereignisse HQ_{300} und EHQ kommen für die verschiedenen Bäche folgende Faktoren zur Anwendung:

- $HQ_{300} = 1.4 * HQ_{100}$
- $EHQ = 1.8 * HQ_{100}$ (ca. $1.3 \times HQ_{300}$)

Hochwasserabfluss Seitenbäche Wattenwil	EZG	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	[km ²]	[m ³ /s]			
Mettlibach, Einmündung Gürbe	2.0	6.0	8.5	12.0	15.5
Spengelibach	1.9	5.5	8.0	11.5	14.5
Eybach	2.5	8.5	12.0	17.0	22.0
Büelbächli	1.3	5.5	7.5	10.0	13.0
Öligrabe	2.2	8.0	11.0	15.5	20.0
Dornerebächli	0.4	1.5	2.0	2.8	3.6
Chriegsriedbächli	0.25	0.5	1.0	1.4	1.8
Riedbächli	0.11	0.2	0.4	0.5	0.7

Tabelle 9: Hochwasserabflussmengen Seitenbäche Gemeinde Wattenwil

Die Abflüsse für weitere Teileinzugsgebiete der in Tabelle 9 aufgeführten Bäche können den entsprechenden Prozessquellenblättern im Anhang E entnommen werden.

5.2.3.2 Geschiebefrachten und Transportprozesse

Für die Seitenbäche im Einzugsgebiet beruht die Abschätzung der massgebenden Geschiebefrachten auf einer detaillierten Betrachtungsweise der in einem Wildbach ablaufenden Prozesse. In einem ersten Schritt werden für jedes Gewässer (inkl. Runsen/ Züge) die aufgrund der dokumentierten Ereignisse und geomorphologischen Geländeaufnahmen massgebenden Prozesse festgelegt (Murgang, fluvialer Geschiebetransport, Hang-Gerinne-Interaktion, Rutschungen). Im Rahmen der Feldbegehung werden Spuren von Erosion respektive Geschiebeablagerungen wo sichtbar festgestellt.

Eine Quantifizierung der Feststofffrachten erfolgt vorwiegend anhand der Erhebungen im Gelände (vgl. Anhang I):

- Abschätzung Erosionsleistung in den Bächen: Kubatur mobilisierbares Geschiebe durch Erosion aus Sohle und Böschungen (in m^3/m') und Multiplikation mit Gerinnelänge entsprechender Abschnitt
- Abschätzung des Anteils an Feinmaterial, welcher mehrheitlich als „Schwebstoffe“ weitertransportiert wird und für die Bilanzierung nicht massgeblich ist
- Materialeintrag aus Hangrutschungen (m^3 / Ereignis)

Eine Geschiebebilanzierung wird unter Berücksichtigung von Ablagerungsmöglichkeiten von Geschiebe im Bereich von Flachstrecken, Sammlerbauwerken wie folgt beurteilt:

- Ermittlung Transportkapazität in Schlüsselstrecken (Abschätzung Transportkapazitäten mit Transportformel nach Smart & Jäggi, 1983)
- Abschätzung Ablagerungsvolumina bei Sammlerbauwerken anhand von Plänen oder im Feld unter Annahme eines Auflandungsgefälles

Allgemein kann erwähnt werden, dass bei kurzen Gewittern eher reine Hochwasserabflüsse mit fluvialen Geschiebetransport massgeblich sind (v.a. häufige Ereignisse). Zu Murgängen oder murgangähnlichen Geschiebetransportprozessen kommt es v.a. in Kombination mit Rutschprozessen ins Gerinne (Langzeitereignisse), welche bei selteneren langandauernden Niederschlagsereignissen ev. in Kombination mit Starkregen auftreten (instabile Verhältnisse). Solche Rutschungen in die Gerinne sind vor allem in den Einzugsgebieten des Mettlibachs und des Öligrabes relevant.

Die Murfähigkeit der Gerinne wird im Feld unter Berücksichtigung des Längsgefälles einzelner Abschnitte sowie unter Beizug der Erkenntnisse aus vergangenen Ereignissen ermittelt. Murgänge oder murgangähnliche Transportprozesse sind nur auf einigen steilen Gerinneabschnitten oberhalb der Siedlung zu erwarten (v.a. Mettlibach, Lienegggrabe, Ryscheregrabe, Öligrabe) und werden bei den Sammlerbauwerken grösstenteils abgebremst und aufgefangen. Unterhalb wird das Geschiebe fluvial weitertransportiert.

Details zu Geschiebefrachten resp. Geschiebebilanz, zu massgeblichen Transportprozessen respektive zur Murfähigkeit der Gerinne sind den Beschreibungen zu den Prozessquellen im Anhang E sowie den detaillierten Abschätzungen der Feststofffrachten je Bach im Anhang I zu entnehmen.

5.2.3.3 Schwemmholz

Schwemmholz ist analog zu den Geschiebeszenarien vor allem für die steilen Bäche mit bewaldeten Einzugsgebieten relevant. Hier können im Zusammenhang mit Hang-Gerinne Interaktionen (Erosion, Böschungsrutsche, Hangrutschungen) grössere Mengen an Schwemmholz ins Gerinne eingetragen und weitertransportiert werden.

Die Schwemmholzfrachten (Potenzial) werden zuhanden der Szenarien nicht quantitativ festgelegt, sondern lediglich im Rahmen der Feldbegehungen beurteilt und die Erkenntnisse bei der Beurteilung der Verklausungswahrscheinlichkeit (Schwachstellenanalyse) berücksichtigt.

Bei der Begehung der steilen Gerinne wurden neben viel kleinerem Astmaterial und Fallholz (L bis ca. 2.0 m) auch einzelne grössere Baumstämme (L bis ca. 5.0 m) im Gerinne gesichtet. Die ganz grossen Stämme können jedoch aufgrund der beschränkten Wassermengen praktisch nur im Zusammenhang mit murgangähnlichen Prozessen weitertransportiert werden. Weitere Angaben bezgl. Schwemmholzaufkommen in den entsprechenden Einzugsgebieten kann den Prozessquellenblättern im Anhang E entnommen werden.

5.2.3.4 Schwachstellenanalyse / Gefährdungsbilder

Für die Beurteilung der Prozesse Überschwemmung / Übersarung / Übermuring / Ufererosion sind folgende Schwachstellen und Prozesse massgeblich:

- Hydraulische Kapazitätsengpässe Gerinne, Brücken / Durchlässe (zu wenig Freibord)
- Verklausung bei Brücken / Durchlässen / Einlauf Eindolungen durch Schwemmholzanfall / Geschiebeablagerungen und weiteres Schwemm-/ Treibgut
- Versagen von Schutzbauwerken:
 - Versagen von Geschiebesammlern: ungenügendes Geschieberückhaltevolumen der Sammlerbauwerke
 - Versagen von Längs- und Querverbauungen: Erosion, Unterkolkung Querbauwerke, Umspülen/ Freilegen Sperrenflügel und Uferverbau, Seitenerosionsprozesse

Die Beurteilung der hydraulischen Kapazität der Gerinne sowie von Durchlässen und Brücken erfolgte anhand einer Normalabflussberechnung nach Strickler. Die Gerinnerauigkeiten wurden dabei im Feld abgeschätzt.

Die abschliessende Beurteilung aller Schwachstellen, insbesondere der Schwachstellen im Perimeter B sowie die Bestimmung des massgebenden Szenarios, erfolgte im Rahmen der Wirkungsanalyse (Gefahrenbeurteilung). Eine Übersicht über alle potenziellen Schwachstellen findet sich in der Beilagenkarte 2 mit zugehöriger tabellarischer Auflistung im Anhang H. Die Schwachstellen sowie das jeweilige Gefährdungsbild sind in den Prozessquellendatenblättern zusammenfassend beschrieben (vgl. Anhang E).

Ungenügende Abflusskapazität (fehlendes Freibord)

Das erforderliche Freibord f_e wird bei der Schwachstellenanalyse zur Untersuchung „Wirkung bei Überschreiten der Abflusskapazität“ gemäss Empfehlungen der KOHS beigezogen und anhand folgender Formel berechnet:

$$f_e = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2}$$

Im Rahmen der vorliegenden Gefahrenkartenrevision wird für die offenen Abschnitte lediglich das Teilfreibord f_w berücksichtigt (Annahme: Ufer überströmbar, keine Dammsituation mit Dambruchgefahr).

Bei vielen Abschnitten und Durchlässen ist auch ohne Berücksichtigung eines Freibords eine ungenügende Reinwasserkapazität ausgewiesen. Zudem werden bei den meisten Gerinneabschnitten die Verklausungsszenarien bei Durchlässen und Brücken massgeblich (Rückstau im Gerinne oberhalb). Somit ist das Freibord nach KOHS bei den Seitenbächen von untergeordneter Bedeutung.

Verklausungen

Aufgrund der steilen, bewaldeten Einzugsgebiete und des somit mehrheitlich grösseren Schwemmholz- und Geschiebeaufkommens ist die Verklausungsgefährdung für die Gefahrenbeurteilung vielerorts massgeblich. Für die Beurteilung der Verklausungsgefährdung je Wiederkehrperiode werden je nach Abmessungen verschiedene Ansätze gewählt.

Kleinere Durchlässe / Brücken ($\varnothing < 1.0$ m)

Viele kleinere Einläufe zu Durchlässen sind aufgrund der kleinen Abmessungen und/oder der vor vielen Einläufen zu den Durchlässen angebrachten Einlaufgitter im Hochwasserfall stark verklausungsgefährdet. Vor allem bei kleineren Rechen- / Gitteranlagen ist davon auszugehen, dass diese bereits bei häufigen Ereignissen verklausen können

Nach Empfehlungen der KOHS [27] ist bezüglich Verklausungsszenarien von einer Reduktion des Abflussquerschnittes um 100% (vollständige Verklausung) auszugehen, wenn:

- die kleinste Abmessung des Querschnitts < 1 m misst oder
- die Sohle sich durch Auskolken nicht anpassen kann oder
- die Schwemmholzmenge gross ist.

Dies Bedingungen sind für viele Durchlässe und Einläufe zu Eindolungen an den Seitenbächen mit kleinen Abmessungen ganz oder teilweise erfüllt. Bei fehlender Kapazität (kein Freibord) wird somit bei kleinen Durchlässen von einer Vollverklausung ausgegangen (keine Teilverklausungen in Szenarien).

Grössere Durchlässe / Brücken ($\varnothing > 1.0$ m)

Für sämtliche grösseren Durchlässe und Brücken wurde die Abflusskapazität sowie das verbleibende Freibord je Wiederkehrperiode abgeschätzt und unter Beizug des Schwemmholzaufkommens und der Beschaffenheit des Durchlasses / Brücke beurteilt, ob es zu einer Teilverklauung (50%) oder einer Vollverklauung (100%) kommt.

Sämtliche Angaben bezüglich verbleibendem Freibord sowie zum gewählten Verklauungsszenario sind aus der Schwachstellentabelle im Anhang H zu entnehmen.

5.2.3.5 Beurteilung der Schutzmassnahmen

Für untenstehende Bauwerke erfolgt die Beurteilung der Schutzmassnahme (und potenziellen Schwachstelle) anhand der Methode nach „PROTECT“ [19] (vgl. Anhang D):

- Geschiebesammler Mettlibach
- Geschiebesammler Lienegggrabe
- Geschiebesammler Ryscheregrabe
- Geschiebesammler Öligrabe

Die übrigen, für die Gefahrenkarte relevanten Schutzbauwerke werden gutachterlich im Feld beurteilt (Zustand / Versagen Bauwerk) und sind in den Prozessquellendatenblättern dokumentiert (vgl. Anhang E).

5.2.3.6 Erarbeitung Intensitätskarten Seitenbäche

Die Gefahrenbeurteilung für die Seitenbäche erfolgte gutachterlich anhand der Methode der Fliesswege. Die Abgrenzung der Prozessflächen sowie die Festlegung der Prozessintensitäten wurde somit direkt im Gelände vorgenommen, unter Beizug von Abschätzmethoden wie Normalabflussberechnungen für den Prozess Überschwemmung/Übersarung und einfachen Volumenberechnungen für die Beurteilung der Geschiebeablagerungen (Übermuring). Potenzielle Prozessbereiche für Ufererosion wurden ebenfalls direkt im Feld festgelegt, sind im Rahmen der vorliegenden Gefahrenkarten aufgrund der stark verbauten Gewässer im Perimeter A aber von untergeordneter Bedeutung.

5.3 Methodik zur Beurteilung der Rutschungen

5.3.1 Allgemeines

Die Gefahr von Rutschungen und Hangmuren wurde anhand folgender Grundlagen beurteilt:

- Auswertung allgemeiner geologischer und bürointerner Grundlagen
- Geomorphologische Geländeanalyse mit Aufnahme der relevanten Phänomene (Anrissnischen, Stauchwülste etc.) und der Faktoren, welche die Entstehung spontaner Rutschungen oder Hangmuren begünstigen (bodenmechanische Aspekte, Oberflächenbeschaffenheit, anthropogene Einflüsse etc.)
- Geomorphologische Analyse der topografischen Kartengrundlagen (Übersichtsplan 1:10'000) und des DTM-AV (z.B. Höhenlinien, Reliefschattierung)
- Auswertung der Ereignisdokumentation
- Auswertung der Gefahrenhinweiskarte des Kantons Bern 1:25'000 und der Hangmuren-Modellierungen aus dem SilvaProtect-Projekt

Rutschungen werden von vielen Faktoren beeinflusst. Im Rahmen der Gefahrenbeurteilung hat der Begutachter die stabilisierenden bzw. destabilisierenden Effekte solcher Faktoren zu bewerten. Auf Grund dieser Beurteilung müssen die natürlichen Gegebenheiten, das raum-zeitliche Verhalten und die Kausalität von natürlichen Prozessen summarisch erfasst werden. Im Hinblick auf die Gefahrenbeurteilung ist eine klare Prozessunterscheidung von Hangmuren, spontanen Rutschungen und permanenten Rutschungen notwendig, damit eine differenzierte Gefahreinstufung vorgenommen werden kann.

Das Vorgehen zur Beurteilung von permanenten Rutschungen und Hangmuren / spontanen flachgründigen Rutschungen orientiert sich an der neuen Vollzugshilfe des Bundes (vgl. dazu [49]).

5.3.2 Prozessdefinition

Hangmuren sind ein oberflächennah mobilisiertes Gemisch aus Lockergestein, Bodenmaterial (inkl. Humus, Grasnarbe) und Wasser, das sich vorwiegend in fliessender Form und relativ schnell (1 – 10 m/s) oberflächlich hangabwärts bewegt. Hangmuren bilden sich an relativ steilen Hängen, wobei eine klare Gleitfläche fehlt. Das bewegte Material wird im Allgemeinen aufgrund des hohen Wasseranteils verschwemmt. Solche Prozesse beschränken sich nicht nur auf Wiesland, sondern kommen auch in Waldgebieten vor. Dieser Prozesstyp ist besonders heimtückisch, da er bei starker Nässe plötzlich und überraschend eintreten kann. Durch seine Druckwirkung kann er Häuser beschädigen oder sogar zerstören. Die Auslaufdistanz kann in Abhängigkeit von Wassergehalt und Oberflächenbeschaffenheit des Untergrundes beträchtlich sein.

Spontane Rutschungen sind Hangpartien aus Lockergestein und/oder Fels, welche infolge eines plötzlichen Verlustes der Scherfestigkeit unter Ausbildung einer Bruchfläche (= Gleitfläche) ohne Vorzeichen und vorgängige Bewegungen relativ schnell und spontan abgleiten. Das abgeglittene Material ist unterhalb der Ausbruchnische in der Regel annähernd vollständig erhalten und nur wenig verschwemmt. Spontane Rutschungen können flach-, mittel- oder sehr selten auch tiefgründig sein. Sie können auch als Sekundärrutschungen auf tiefgründigen Rutschkörpern entstehen. Teilweise gehen spontane Rutschungen auch in Hangmuren über (FlieSSprozess).

Permanente Rutschungen bewegen sich über lange Zeiträume gleichmässig hangabwärts. Die Bewegungen erfolgen entweder längs mehr oder weniger deutlich ausgebildeter, bestehender Gleitflächen oder längs bestehender Zonen verstärkter Scherdeformation. Sie treten im Allgemeinen an mässig geneigten bis steilen Böschungen auf. Sehr viele permanente Rutschungen sind alt und heute weitgehend passiv, können aber unter ungünstigen Bedingungen (z.B. Starkniederschläge, anhaltende Regenfälle, intensive Schneeschmelze) plötzlich reaktiviert werden. Die Intensität dieses Prozesses wird anhand der langjährigen durchschnittlichen Bewegungsrate bestimmt. Weitere Kriterien sind das (Re)Aktivierungspotenzial (→ Auslöser können beispielsweise aussergewöhnliche Witterungsverhältnisse sein) sowie Zonen, wo verstärkt differenzielle Bewegungen auftreten können (→ bevorzugt in Grenzbereichen von Zonen unterschiedlicher Rutschgeschwindigkeit und/oder –bewegungsrichtung).

5.3.3 Methodik Hangmuren und spontane flachgründige Rutschungen

Hänge mit einer Disposition zur Entstehung von Hangmuren und spontanen flachgründigen Rutschungen wurden auf der Basis einer aus dem DTM-AV errechneten Hangneigungskarte ausgeschieden. Diese spontan eintretenden Prozesse können an Hängen entstehen, die keine oder kaum erkennbare Phänomene von früher stattgefundenen Ereignissen zeigen (in landwirtschaftlich relativ stark bewirtschafteten Gebieten sind die Spuren früherer Ereignisse zudem oft verwischt).

Diese Ereignisse entstehen ausschliesslich im Zusammenhang mit einer starken Durchnässung des Untergrundes, sei es infolge anhaltender ergiebiger Niederschläge, Schneeschmelze begleitet von Regen oder infolge intensiver Gewitterregen. Ebenfalls können Überläufe von Brunnstuben, konzentriert über Strassen oder Wege abfliessendes Meteorwasser, defekte Drainagen oder undichte Wasserleitungen deren Entstehung förderlich sein.

Zur Beurteilung von Hangmuren und spontanen flachgründigen Rutschungen wird nach der bewährten Methode, welche von der Arbeitsgruppe für Geologie und Naturgefahren (AGN) entwickelt wurde, vorgegangen. Nachfolgend wird das Vorgehen genauer erläutert.

Auf Grund der Beobachtung von Spuren früherer Ereignisse im Gelände und des Ereigniskatasters sollen die Hangneigungen bestimmt werden, bei denen Hangmuren und

spontane Rutschungen bevorzugt anreissen. Im Ereigniskataster der Gemeinde Blumenstein und Wattenwil wie auch bei den Feldarbeiten konnten zahlreiche Hinweise auf Hangmuren / spontane flachgründige Rutschungen beobachtet werden.

Aufgrund der Ergebnisse aus den Ereigniskatastern und den Beobachtungen von Spuren früherer Ereignisse im Feld wurde mittels eines statistischen Ansatzes eine kritische Hangneigung bestimmt, bei denen Hangmuren und spontane Rutschungen bevorzugt anreissen.

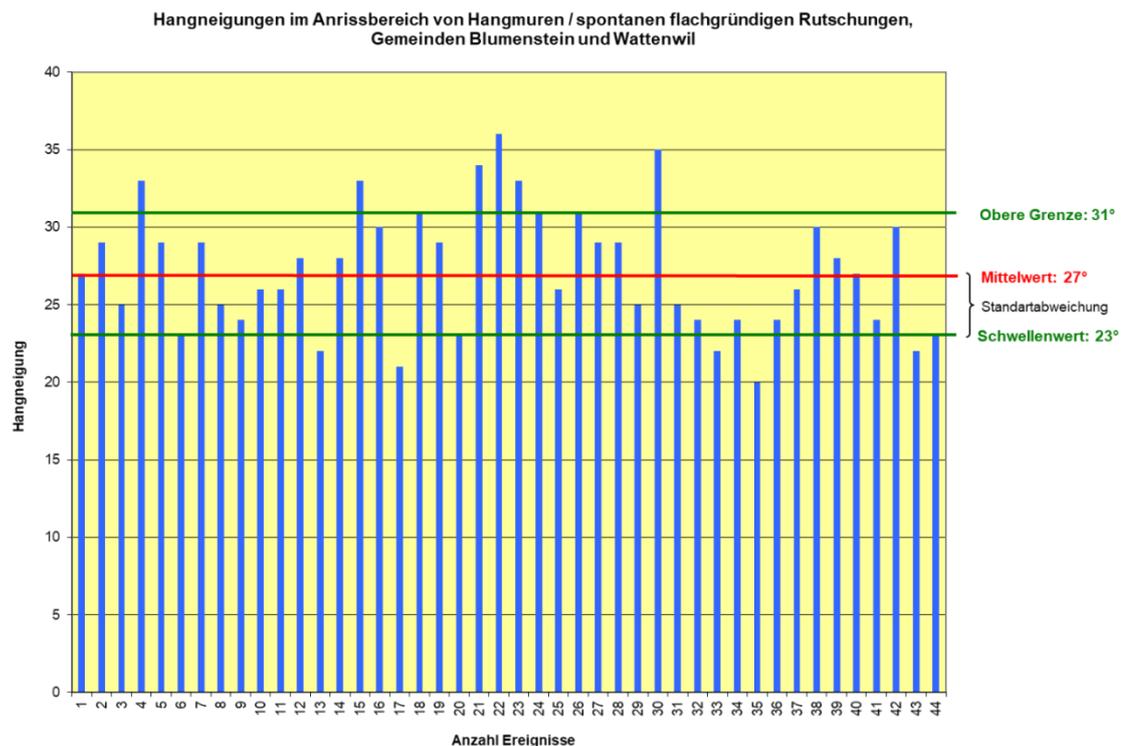


Abbildung 8: Hangneigungen im Anrissbereich von Hangmuren / spontanen flachgründigen Rutschungen in den Gemeinden Blumenstein / Wattenwil sowie den Nachbargemeinden.

Die grafische Darstellung zeigt, dass 2/3 aller Anrisse bei Hangneigungen zwischen rund 23° und 31° erfolgten (Mittelwert rund 27°). Bei der Gefahrenkarte Blumenstein / Wattenwil wird folglich von folgendem Szenarium ausgegangen: *Kritische Hangneigung für die Auslösung einer Hangmure bei 23°.*

Das weitere Vorgehen sieht folgende Schritte vor:

- Erstellen einer Hangneigungskarte auf der Basis des DTM-AV;
- Ausscheidung von Hangbereichen im Lockergestein $\geq 23^\circ$ als potenzielle Anrisszonen;
- Feldbegehungen und Ausscheidung zusätzlicher Hangbereiche mit Neigungen ab 20° , die auf Grund der Begutachtung eine Disposition zur Entstehung von Hangmuren und flachgründigen Rutschungen haben. Dies erfolgt unter Berücksichtigung lokaler, prozessbeeinflussender Strukturen (Topografie: Mulden, Rinnen; wichtige anthropogene Strukturen: Strassen, Wege). Im Detail kann der

Einfluss anthropogener Strukturen allerdings nur mittels aufwändiger Abklärungen beurteilt werden, was im Rahmen des vorliegenden Auftrages nicht möglich ist. Kritische Faktoren können bspw. defekte Drainagen oder Überläufe von Brunnstuben sein.

- Einbezug von Förderfaktoren: verschiedene Faktoren begünstigen die Entstehung von Hangmuren. Der Einfluss dieser Förderfaktoren ist fallweise zu prüfen. Dabei wird rein qualitativ zwischen grossem, kleinem, und keinem Einfluss unterschieden. Grosses Gewicht haben die Präsenz aktiver oder alter Massenbewegungen und die potenziellen Wassereinflüsse (Sättigung, Druck, Strömungskraft).
- Bestimmung der potenziellen Umlagerungs- bzw. Auslaufstrecken.

Die Bestimmung der potenziellen Umlagerungs- bzw. Auslaufstrecken wurde anhand folgender Kriterien festgelegt:

- Auslaufstrecke: ca. 100 m bei \pm gleichmässigem Hanggefälle;
- Bei abruptem Übergang in einen sehr flachen Boden Auslauf auf kurzer Strecke (einige Meter bis 1–2 Zehner von Metern);
- Plausibilisierung der Auslaufstrecken / Wirkungsbereiche mit entsprechenden Ereignissen in der Umgebung;
- Berücksichtigung der Geländestrukturen als kanalisierende (Runsen, Gräben) oder ablenkende (Rippen, Buckel) Raumelemente;
- Berücksichtigung des Waldes als eher (aber nicht durchwegs) bremsendes Element;
- Berücksichtigung des Einflusses von anthropogenen Elementen (Gebäude, Strassen).

Die Bestimmung der potenziellen *Umlagerungs- bzw. Auslaufstrecken* wurde anhand folgender Kriterien festgelegt:

- Auslaufstrecke: ca. 100 m bei \pm gleichmässigem Hanggefälle; Plausibilisierung mit entsprechenden Ereignissen im Umfeld;
- Bei abruptem Übergang in einen sehr flachen Boden Auslauf auf kurzer Strecke (einige Meter bis 1–2 Zehner von Metern);
- Berücksichtigung der Geländestrukturen als kanalisierende (Runsen, Gräben) oder ablenkende (Rippen, Buckel) Raumelemente;
- Berücksichtigung des Waldes als eher (aber nicht durchwegs) bremsendes Element;
- Berücksichtigung des Einflusses von anthropogenen Elementen (Gebäude, Strassen).

In *bewaldeten Gebieten* ist die Disposition zur Entstehung von Hangmuren bei gleicher Hangneigung tendenziell kleiner als in offenem Wiesenland (\rightarrow armierende Wirkung der Wurzeln im Boden). Häufig befindet sich der Wald jedoch dort, wo das Gelände steil ist. Zudem unterstreichen immer wieder im Wald abgehende Ereignisse, dass Hangmuren auch dort anreissen können.

Kurze kleine Böschungen (< 5–10 m Höhendifferenz) wurden gemäss dem kantonal angewandten Verfahren in der Rutschgefahrenkarte nicht berücksichtigt. Es handelt sich dabei meist um kleine Böschungen im Bereich von (künstlichen) Hanganschnitten bei Gebäuden oder Strassenböschungen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass sich in solchen Böschungen kleine spontane Rutschungen ausbilden, aufgrund ihres beschränkten Volumens und der relativ geringen Rutschgeschwindigkeit (beschränkt durch die kurze Hanglänge) sind sie jedoch meist vernachlässigbar und führen kaum zu gravierenden Schäden.

Die Beurteilung der *Anrissmächtigkeit* stützt sich auf die Auswertung der Ereignisse aus dem Ereigniskataster und auf die Feldbeobachtungen. Die Bestimmung der Anrissmächtigkeit wird folgendermassen festgelegt:

- Vorherrschende Anrissmächtigkeit einer Hangmure / spontanen flachgründigen Rutschung bei 0.5 m – 2 m (mittlere Intensität);
- In Bereichen mit geringmächtiger Lockergesteinsbedeckung auf untiefem Fels ist von einer Anrissmächtigkeit < 0.5 m auszugehen (schwache Intensität);
- In Bereichen, wo Ereignisse mit einer Anrissmächtigkeit > 2 m bekannt sind oder Anzeichen für mittelgründige Rutschungen bestehen, ist von einer Anrissmächtigkeit > 2 m auszugehen (starke Intensität).

Hangmuren gehören zu den brutalen Prozessen, womit im Allgemeinen bei den *geteilten Feldern des Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagrammes* (vgl. dazu Anhang A) die höhere Gefahrenstufe ausgeschieden wird (HM2 und HM4 = blau; HM6 = rot). In begründeten Fällen – wie dies in Blumenstein / Wattenwil vereinzelt der Fall ist (vgl. Prozessquellenblätter Hangmuren in Anhang F) – kann aber auch die tiefere Gefahrenstufe gewählt werden.

Das allgemeine Vorgehen zur Beurteilung von Rutschprozessen beschränkt sich auf den Perimeter A (inklusive Hangbereiche mit direkter Wirkung auf den Perimeter A). Für die übrigen Gebiete (Perimeter B) wird gewöhnlich die Gefahrenhinweiskarte übernommen. Für spontane Rutschungen und Hangmuren existiert diese jedoch nicht, so wurden die Hangmuren-Modellierungen, welche für die Schutzwaldhinweiskarte der Schweiz - Projekt „SilvaProtect“ - erstellt wurden, als Gefahrenhinweisflächen abgebildet.

Durch die Ausscheidung des gesamten potenziellen Hangmurenprozessbereiches (Anriss-, Transit- und Ablagerungsbereich) werden meist grosse Hangbereiche in eine Gefahrenzone (resp. Gefahrenhinweisbereich) eingeteilt (→ Prozessumhüllende). Im Ereignisfall wird jedoch nur ein kleiner Hangbereich betroffen sein.

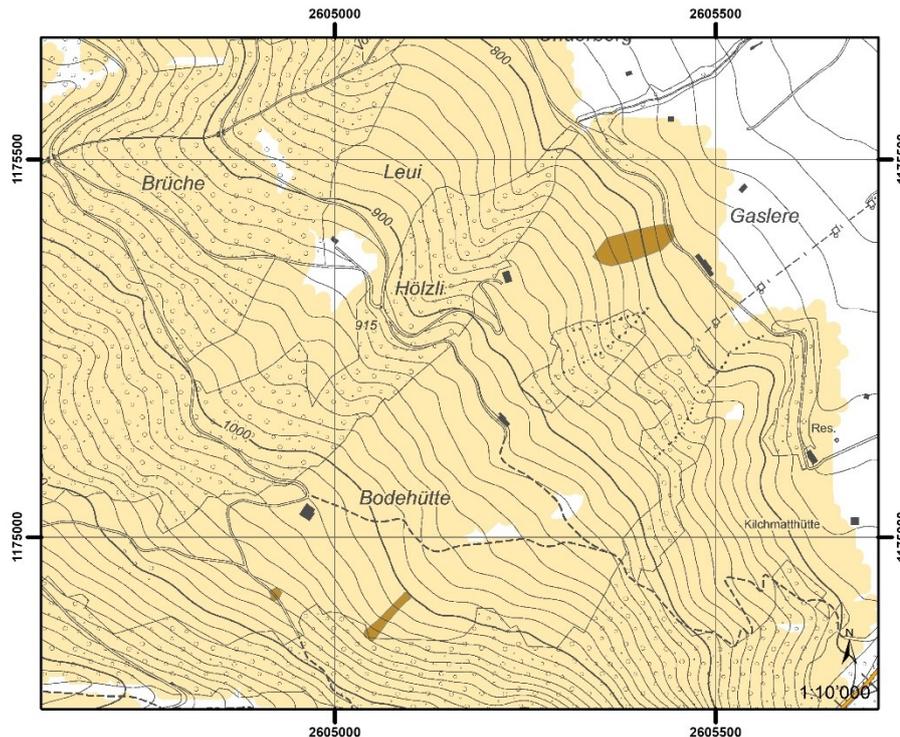


Abbildung 9: Gefahrenhinweiskarte Hangmuren (hellbraun dargestellt) → Prozessumhüllung; Im Ereignisfall beschränkt sich der Prozess auf einen kleinen Bereich des Hanges (dunkelbraun dargestellt).

5.3.4 Methodik permanente Rutschungen

Bei den permanenten Rutschungen erfolgt die Klassierung gemäss nachfolgenden Kriterien:

1. Bestimmung der durchschnittlichen langjährigen Rutschgeschwindigkeit. Meistens liegen keine Bewegungsmessungen vor, so dass die Rutschgeschwindigkeit aufgrund geomorphologischer Aspekte abgeschätzt wird.
2. Einbezug der maximalen Geschwindigkeit (v_{max}) während einer Beschleunigungsphase oder nach einer Reaktivierung: eine Beschleunigung der Rutschung hat eine höhere Gefährdung und folglich eine höhere Gefahrenstufe zur Folge.
3. Disposition zu Differenzialbewegungen. Bei fehlenden Untersuchungen und Sondierungen können diese im Rahmen von Geländebegehungen beobachtet und abgeschätzt werden.
4. Tiefgang (eine flachgründige Rutschung reagiert schneller auf Änderungen einzelner Zustandsgrössen [z. B. Witterungsverlauf] als eine tiefgründige. Rutschungen mit grossem Tiefgang haben auf Grund ihres Volumens die Kapazität, Änderungen von Zustandsgrössen durch interne Deformationen zu puffern). Bei fehlenden Untersuchungen und Sondierungen kann der Tiefgang einer Rutschung auch im Rahmen von Geländebegehungen beobachtet und abgeschätzt werden.

Die Kriterien Aktivierungspotenzial / Beschleunigung und Differenzialbewegungen führen im Gefahrenstufen-Diagramm je nach Ausmass zu einer Erhöhung des Kriteriums „Intensität“ um ein oder zwei Felder. Das Kriterium Tiefgang kann hingegen eine Reduktion der Gefährdung um ein Feld bewirken (vgl. Anhang L).

Durchschnittliche Rutschgeschwindigkeit (v)	<p>Starke Intensität: $v > 10$ cm/Jahr</p> <p>Mittlere Intensität: $2 \text{ cm/Jahr} < v < 10$ cm/Jahr</p> <p>Schwache Intensität: $v < 2$ cm/Jahr</p>
Rutschbeschleunigung (v_{\max})	<p>Eine Beschleunigung von Rutschungen hat eine höhere Gefährdung und folglich eine höhere Gefahrenstufe zur Folge. v_{\max} wird definiert über die maximale Geschwindigkeit während einer Beschleunigungsphase oder nach einer Reaktivierung.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verschärfung um eine Intensitätsstufe: $v_{\max 30} > 20$ cm/Jahr oder $v_{\max 100} > 40$ cm/Jahr oder $v_{\max 300} > 50$ cm/Jahr. - Verschärfung um zwei Intensitätsstufen: $v_{\max 30} > 50$ cm/Jahr oder $v_{\max 100} > 70$ cm/Jahr oder $v_{\max 300} > 80$ cm/Jahr. <p>Wird eine Beschleunigung innerhalb eines Quartals gemessen, so soll die entsprechende Jahresgeschwindigkeit berechnet werden: Gemessene Verschiebung im Quartal multipliziert mit 4 ergibt die äquivalente Jahresgeschwindigkeit. Diese Methodik ist analog für ein Semester oder drei Quartale anzuwenden.</p> <p>Bei der Beurteilung der Disposition einer Rutschung zu Reaktivierungen können unter anderem folgende Punkte eine Rolle spielen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkung mit Fließgewässern (z. B. Erosion am Rutschfuss (Entlastung) - verstärkte Infiltration von Bachwasser oberhalb, seitlich oder inmitten Rutschung - angrenzende Rutschung(en) höherer Aktivität oder mit grösserem Reaktivierungspotenzial (Ausweitung auf andere Rutschungen) - Vegetationsbedeckung - Waldwirkung: Auf einer Fläche mit Sturmschäden kann vermehrt Niederschlagswasser infiltrieren (→ Anstieg Hangwasserspiegel) - Geschichte einer Rutschung: Informationen über das frühere Verhalten einer Rutschung.
Differentialbewegungen (D)	<p>Differentialbewegungen werden gemessen an der absoluten differenziellen Verschiebung in Zentimetern bezogen auf eine einheitliche Breite von 10 Metern [cm/10 m]. Der Differentialwert bezieht sich auf eine Nutzungsdauer des betroffenen Gebäudes und steht in Beziehung zur Tragsicherheit sowie zur Gebrauchstauglichkeit (z.B. über ca. 50 Jahre).</p> <p>Verschärfung um eine Intensitätsstufe: $D = 2 - 10$ cm/10 m</p> <p>Verschärfung um zwei Intensitätsstufen: $D > 10$ cm/10 m</p>
Tiefe der Gleitfläche (Gründigkeit der Rutschung; T)	<p>Der Tiefgang einer Rutschung überträgt sich im Allgemeinen auf die Disposition zu (Re)Aktivierungen und Differenzialbewegungen. So reagiert eine flachgründige Rutschung schneller auf Änderungen einzelner Zustandsgrössen (z.B. Witterungsverlauf) als eine tiefgründige. Rutschungen mit grossem Tiefgang haben auf Grund ihres Volumens die Kapazität, Änderungen von Zustandsgrössen durch interne Deformationen zu puffern.</p> <p>Die relevante (oberste) Gleitfläche muss für eine Rückstufung mindestens 30 m unter Boden liegen. Eine Entschärfung (Rückstufung um eine Intensitätsstufe) kann nur dann erfolgen, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mittlere Geschwindigkeit beträgt max. 20 cm/Jahr; - Grosse, sehr tiefgründige, zusammenhängende Rutschmasse (oberste, relevante Gleitfläche liegt mind. 30 m unter Terrain); - Phänomenologisch homogener Bereich ohne höhere Sekundärgleitfläche; - Mit geodätischen Messungen über längeren Zeitraum (mehrere Jahrzehnte) belegte, zeitlich gleichförmige Bewegungsdynamik.

Tabelle 10: Beurteilungskriterien Aktivierungspotenzial / Beschleunigung und Differenzialbewegungen.

5.4 Methodik zur Beurteilung der Sturzgefahren

5.4.1 Prozessdefinition

Zu den Sturzgefahren gehören die Prozesse Steinschlag, Blockschlag, Fels- und Bergsturz. Diese unterscheiden sich in erster Linie in der Grösse der bewegten Gesteinskörper (Durchmesser der Komponenten und Volumen):

Prozesstyp	Grösse der bewegten Gesteinskörper
Steinschlag	Durchmesser < 0.5 m
Blockschlag	Durchmesser > 0.5 m
Felssturz	Volumen 100 – 1 Mio. m ³
Bergsturz	Volumen > 1 Mio. m ³

Tabella 11: Grösse der bewegten Gesteinskörper in Abhängigkeit der Prozessart.

Weiter gehört auch Eisschlag zu den Sturzgefahren. Im untersuchten Perimeter A der Gemeinden Blumenstein und Wattenwil gibt es jedoch keine Hinweise auf nennenswerten Eisschlag. Deswegen wird auf diese Problematik nicht weiter eingegangen.

Sturzprozesse werden üblicherweise in ein Ausbruchgebiet, wo die Loslösung erfolgt (Liefergebiete) sowie in Transit- und Ablagerungsbereiche, wo die Bewegung und Ablagerung der gelösten Komponenten erfolgen, unterteilt.

5.4.2 Beurteilung der Liefergebiete

Stein- und Blockschlag sind wiederholt ablaufende Prozesse, oftmals mit saisonalen Spitzen in Zeiten mit häufigen Frost-Tau-Zyklen. Massgebend für die Aktivität einer Felswand ist in erster Linie die geologische Disposition, gegeben durch das Trennflächengefüge wie Schichtung, Schieferung, Klüftung sowie die Verwitterungsresistenz der verschiedenen Gesteinseinheiten. Oftmals spielen auch Kluft- und Schichtwasserverhältnisse sowie der Wurzeldruck von Bäumen eine auslösende Rolle.

Die Felswände im und oberhalb des Perimeters A wurden in Prozessquellen mit einer einheitlichen Disposition zur Sturzauslösung ausgeschieden. Um die relevanten Blockgrössen für die vier Eintretenswahrscheinlichkeiten (30-, 100-, 300- und >300-jährlich) festzulegen, wurden für jedes Liefergebiet folgende Arbeiten ausgeführt:

- Auswerten der historischen Ereignisse nach Häufigkeit und massgebenden Blockgrössen;
- Befragung von ortskundigen Personen nach weiteren bekannten Ereignissen oder Problemstellen;
- Geländebegehung und Kartierung von Sturzkörpern vergangener Ereignisse (sog. stumme Zeugen). Diese wurden nach Grösse und Alter klassiert. Resultate dieser Geländebeurteilungen sind in der Karte der Phänomene dargestellt (siehe Prozessquellenblätter, Anhang G);

- Geländebegehung und Beurteilung der Felsaufschlüsse der Ausbruchgebiete (Prozessquellen).

Die Szenarien (massgebende Sturzkörpergrössen und ihre Form pro Wiederkehrperiode) wurden aufgrund all dieser Informationen für die relevanten Prozessquellen festgelegt.

Weitere Liefergebiete für Sturzprozesse stellen sehr steile Waldpartien mit wenig hohen Felsbändern und / oder unkonsolidiertem Gehängeschutt dar. Dafür wurden aus dem digitalen Geländemodell diejenigen Hangbereiche ausgeschieden, welche steiler als 40° sind. In Anhang G sind alle für die Sturzbeurteilung relevanten Liefergebiete dargestellt.

Die Beurteilung, ob konkret eine Disposition für Felssturz oder gar Bergstürze vorliegt oder nicht, erfolgte anhand der bekannten Ereignisse, Hinweise lokaler Gebietskenner und der Beurteilung der Prozessquellen im Gelände.

5.4.3 Beurteilung von Ausmass und Auswirkung

Einzelsturzkörper bewegen sich rollend, springend und ausnahmsweise auch gleitend hangabwärts. Diese Bewegung wird massgeblich beeinflusst durch folgende Faktoren:

- Form und Grösse des Sturzkörpers (Szenarien);
- Neigung und Verlauf der Sturzbahn;
- Dämpfung und Rauigkeit des Untergrundes entlang der Sturzbahn;
- Hindernisse wie Bäume, resp. Wald sowie Schutzbauten entlang der Sturzbahn.

Um die Reichweiten (Trefferwahrscheinlichkeit) und Energien (Intensität) der festgelegten Sturzkörpergrössen zu bestimmen, wurde die Pauschalgefällemethode [52] angewendet. Als Grundlage für die Hangprofile diente das digitale Terrainmodell DTM-AV der amtlichen Vermessung.

- Die Resultate wurden anhand historischer Ereignisse, stummer Zeugen und den Beobachtungen im Feld plausibilisiert.
- In heiklen Fällen oder bei unklaren Resultaten wurde die Situation begangen und die Gefahrenzone nochmals vor Ort gutachterlich plausibilisiert und / oder als Erweiterung der Datengrundlage eine 2D-Modellierung durchgeführt.
- Die Reichweite von Felsstürzen sowie der Restgefährdung wurde ebenfalls mittels der Pauschalgefällemethode [52] abgeschätzt.

Das Pauschalgefälle nach Gerber [52] ist die Grenzneigung zwischen dem Ausbruchgebiet und der Ablagerung (vgl. Abbildung 10). Durch die Auswertung vieler Sturzereignisse durch die WSL wurde festgestellt, dass die Reichweiten der Sturzmasse, abhängig von deren Eigenschaften (Volumen, Blockgrösse), gewisse Ähnlichkeiten aufweisen. Die Erfahrungswerte liefern bestimmte Winkel des Pauschalgefälles, unter denen sich die Sturzmassen ablageren:

- Steinschlag: 35°
- Blockschlag: 33° (in Einzelfällen 30°)
- Felsstürze: 30°

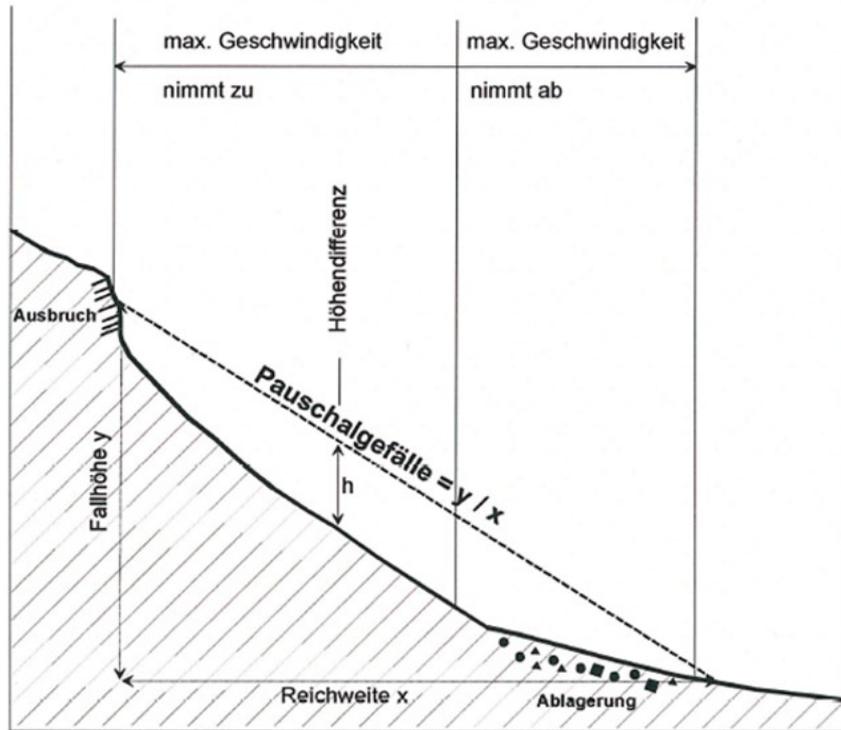


Abbildung 10: Pauschalgefälle nach Gerber [52].

Weist das Gelände eine hohe Rauigkeit auf und/oder ist dicht bestockt, ist der Energieverlust der Sturzkörper höher. Das führt zu einer geringeren Reichweite und damit zu einem leicht steileren Pauschalgefälle (ca. 2°–3° grösser).

Mit Hilfe der Höhendifferenz vom Ausbruchgebiet zur maximalen Reichweite der Sturzmasse (gemäss Pauschalgefälle) kann die Energie der Sturzkörper berechnet werden.

6 DARSTELLUNG DER RESULTATE

6.1 Allgemeines

Die Intensitäts- und Gefahrenkarten bilden das Resultat der Gefahrenbewertung. Sie zeigen die zum Zeitpunkt der Begutachtung bestehende Gefährdung auf der Basis des aktuellen Gebietszustandes auf. Bestehende Schutzbauten dürfen dann bei der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt werden, wenn:

- sie dauerhaft gebaut sind
- ihre Wirkungsweise hinsichtlich Intensität und Wahrscheinlichkeit weitgehend quantifizierbar ist und nicht von Faktoren abhängt, die nur mit grossen Unsicherheiten beurteilt werden können und
- ihre Verfügbarkeit im Ereignisfall nicht von menschlichen Entscheiden und Handlungen abhängt.

Sämtliche Interventionsmassnahmen dürfen gemäss PROTECT bei der Gefahrenbeurteilung nicht berücksichtigt werden, da sie nicht permanent verfügbar sind und die Abhängigkeit von menschlichen Eingriffen gegeben ist. Somit werden alle mobilen Schutzsysteme wie mobile Dammbalkensysteme nicht in der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt. Ebenso nicht berücksichtigt werden können Interventionsmassnahmen wie die Schutzsysteme mit Beaver-Schläuchen, Sandsäcken oder Interventionen zur Schwemmholzentnahme während Ereignissen.

6.2 Kriterien Intensität und Wahrscheinlichkeit

Als Grad der Gefährdung werden die Kriterien Intensität (z. B. Überflutungshöhe, Fließgeschwindigkeit, Energie eines Sturzkörpers) und Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit oder Wiederkehrdauer) der jeweiligen Gefahrenart festgelegt. Die Parameter werden in einer Matrix, dem Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm (*Anhang A* und Legende zu den Gefahrenkarten) zu Gefahrenstufen zusammengefasst.

Intensität: Sie beschreibt die Stärke, mit der eine Naturgefahrenart an einer bestimmten Stelle wirken kann, wobei zwischen drei Klassen (schwach, mittel und stark) unterschieden wird. Die prozessbezogene variierende Definition der Klassen geht aus *Anhang B* hervor.

Wahrscheinlichkeit: Sie legt die Häufigkeit fest, mit der eine bestimmte Stelle von einem gefährlichen Prozess betroffen wird. Basierend auf den Bundesempfehlungen sind die Wahrscheinlichkeitsklassen wie folgt definiert:

Verbaler Ausdruck	Wiederkehrperiode	Eintretenswahrscheinlichkeit bezogen auf 50 Jahre	
Häufig	1 - 30 Jahre	Hoch	(82 - 100%)
Selten	30 - 100 Jahre	Mittel	(40 - 82%)
Sehr selten	100 - 300 Jahre	Gering	(15 - 40%)
Restgefährdung	> 300 Jahre	Sehr gering	(< 15%)

Tabelle 12: Wahrscheinlichkeitsklassen für Erstellung Naturgefahrenkarte

Die Gefährdung wird durch die Gefahrenstufen rot, blau, gelb dargestellt. In besonderen Fällen, in denen aus der Sicht des Bearbeiters auf eine spezielle, wahrscheinlichkeitmässig allerdings kaum prognostizierbare Gefahr hinzuweisen ist (Extremereignis, bspw. EHQ bei Wassergefahren), kann zusätzlich die gelb-weiss gestreifte Gefahrenstufe verwendet werden. Sie signalisiert eine Restgefährdung. In den weissen Zonen besteht nach dem derzeitigen Kenntnisstand keine Gefährdung durch die untersuchten Naturgefahrenprozesse.

Für permanente Rutschungen wird ein eigenes Gefahrenstufendiagramm verwendet, da es sich mehrheitlich um kontinuierliche Prozesse handelt. Eine Eintretenswahrscheinlichkeit im engeren Sinne existiert daher nicht. Somit werden die Intensitätskriterien bzw. die Aktivität von Rutschungen direkt in Gefahrenstufen umgesetzt (*Anhang A*).

Die einzelnen Gefahrenstufen bedeuten:

Gefahrenstufe	Gefährdung	Bedeutung
Rot	erhebliche Gefährdung	Verbotsbereich
Blau	mittlere Gefährdung	Gebotsbereich
Gelb	geringe Gefährdung	Hinweisbereich
Gelb-weiss	Restgefährdung	Hinweisbereich
Weiss	keine Gefährdung	

Tabelle 13: Bedeutung Gefahrenstufen

Die Bedeutung der Gefahrenstufen für die Nutzungsplanung (Ortsplanung) ist im *Anhang C* skizziert. Detaillierte Angaben zur Berücksichtigung von Naturgefahren im Rahmen der Ortsplanung können den Publikationen des Amtes für Gemeinden und Raumordnung AGR entnommen werden (z.B. Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung [20]).

6.3 Darstellungsformen

6.3.1 Perimeter A und B

Die Darstellung der Gefahrenstufen rot, blau, gelb und gelb-weiss ist auf die Gebiete grosser Bearbeitungstiefe (**Perimeter A**) begrenzt.

Die Gefahrenflächen im Perimeter A sind mit einem Index ausgestattet, der die Feldnummer des Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramms (*Anhang B*) und die massgebende Gefahrenart (z. B. Ü für Überschwemmung, Übersarung, HM für Hangmure) bezeichnet.

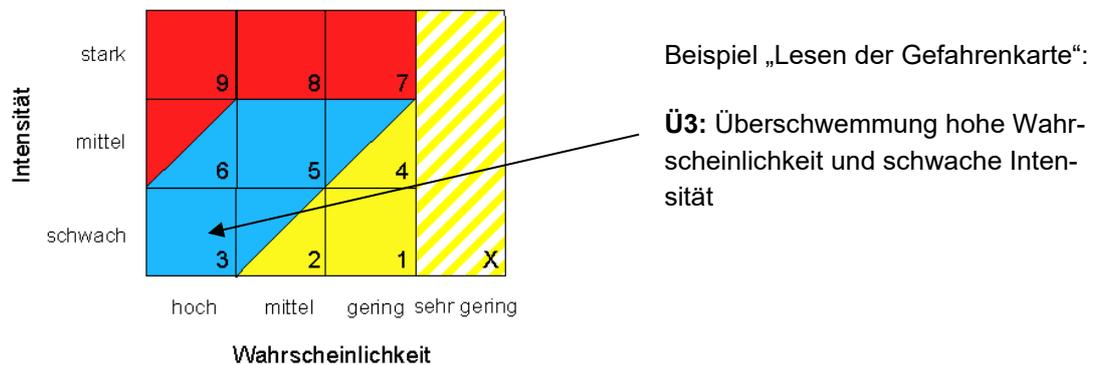


Abbildung 11: Intensitäts-Wahrscheinlichkeitsdiagramm

Die Abgrenzung zwischen den verschiedenen Zonen basiert auf den Feldbefunden, geländemorphologischen Beurteilungen, den Erkenntnissen aus der Ereignisdokumentation sowie Berechnungen und Abschätzungen. In den Gefahrenkarten sind eindeutige Grenzlinien von einem Gefahrenbereich (rot, blau, gelb) zum anderen gezeichnet. In der Natur sind Übergänge jedoch kontinuierlich und letztlich nie mit einer eindeutigen Zahl vorauszusagen. Bei der Interpretation der einzelnen Gefahrenbereiche ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.

Im **Perimeter B** werden die Gefahrengebiete einfarbig pro Prozess im Sinne von Hinweisbereichen (Prozess vorhanden / nicht vorhanden) dargestellt. Auf der Gefahrenhinweiskarte sind die Hinweisbereiche pro Prozessgruppe einzeln dargestellt (Wassergefahren: blaue Fläche; Sturzprozesse: rot schraffiert; Hangmuren: beige schraffiert; permanente Rutschungen: braunes Muster). Dabei handelt es sich um die Umhüllende möglicher Prozessräume eines sehr seltenen Ereignisses (Wiederkehrperiode > 300 Jahre). Die Intensität oder Wahrscheinlichkeit eines Gefahrenereignisses werden dabei nicht bestimmt.

6.3.2 Wahl Massstab und Ausschnitt Kartendokumente

Im neuen Revisions-Dossier wird gemäss Anforderungen im Pflichtenheft für die Intensitätskarten Wassergefahren (Beilagen 4a-d), für die Einzelgefahrenkarten (Beilagen 6, 7) sowie für die Gefahrenhinweiskarte (Beilage 10) der Massstab 1:10'000 gewählt. Für die Karten der Sturzprozesse (Beilagen 5a-c resp. 8) wird der Massstab aufgrund der geringen Ausdehnung der Gebiete 1:3'000 gewählt. Die Synoptische Gefahrenkarte (Beilage 9) wird im Massstab 1:5'000 erstellt, damit für den Perimeter A ein genügender Detaillierungsgrad dargestellt werden kann. Aufgrund des Beurteilungssperimeters der vorliegenden Revision über die Gemeindegebiete von Blumenstein und Wattenwil, wird für das Dossier der Gemeinde Wattenwil auch die Gefahrenbeurteilung für das Gemeindegebiet von Blumenstein in etwas abgeschwächten Farben dargestellt (und umgekehrt). Damit ist auch der Zusammenhang bei Prozessquellen im Grenzbereich besser ersichtlich (betrifft vor allem Gürbe).

6.3.3 Karte der Phänomene

Die Karte der Phänomene hält die im Feld beobachteten, geologisch - geomorphologischen Merkmale und Indikatoren natürlicher Prozesse sowie wichtige Bauten kartografisch fest.

Darunter sind Formen und Spuren früherer Ereignisse zu verstehen (sogenannte „stumme Zeugen“, wie z. B. Sturzkörper). Frische Spuren zeugen von jüngeren, ev. in der Ereignisdokumentation erfassten Ereignissen, während überwachsene Phänomene (z. B. von Wald überwachsene Sturzkörper) auf ältere Ereignisse hinweisen. In der Karte der Phänomene sind zudem bauliche Massnahmen (Steinschlagnetze), welche den Ablauf eines Prozesses beeinflussen können. Die Geländeanalyse ist somit eine wichtige Ergänzung zur Ereignisdokumentation.

Die Darstellung der Karte der Phänomene orientiert sich am „Symbolbaukasten zur Kartierung der Phänomene“ [18]. Sie konzentriert sich auf die Gebiete mit detaillierter Bearbeitung, beinhaltet aber auch wesentliche Informationen aus den übrigen Gebieten.

Die Phänomene bezüglich Rutschgefahren und Sturzprozesse wurden im Zuge der Feldbegehungen aufgenommen und kartiert. Die Kartenausschnitte sind direkt in den Prozessquellenblättern (Anhang F, G) enthalten.

Bei den Wassergefahren dienen die Phänomene vor allem der Beurteilung des Geschiebepotenzials sowie zur Beurteilung möglicher Transportprozesse und Gefährdungsbilder. Im Zuge der 1. Feldbegehung wurden relevante Phänomene sowie die Verbauungen im Einzugsgebiet der Gewässer aufgenommen. Die Phänomene werden bei den Wassergefahren nur beschrieben und nicht kartiert (vgl. Prozessquellenblätter Anhang E). Angaben zu Verbauungen sind aus den Prozessquellenblättern (Anhang E) ersichtlich sowie in der Übersicht zu den Schwachstellen (Beilage 2) kartiert.

Im Einzugsgebiet der Gürbe wurden im Zusammenhang mit der Reaktivierung der Meierisli-Rutschung 2018 verschiedene Phänomene neu kartiert (vgl. Abbildung 12). Diese wurden in den Betrachtungen bezüglich Geschiebefrachten, Transportprozesse und Zustand der Schutzbauten miteinbezogen.

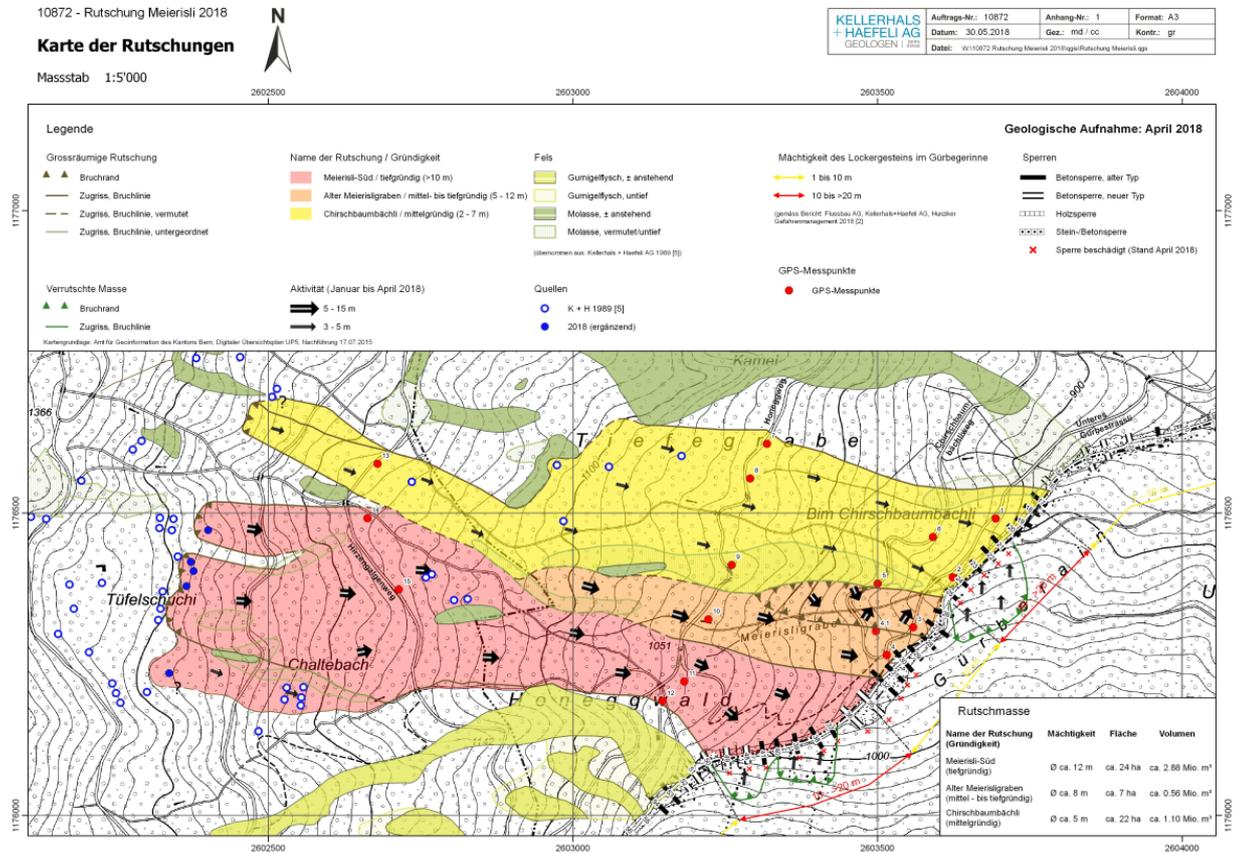


Abbildung 12: Karte Rutschungen aus Geologischer Bericht zur Meierisli-Rutschung 2018 [53]

6.3.4 Intensitätskarten

Für die Wassergefahren sowie die Sturzprozesse wurden separate Intensitätskarten erstellt. Dabei wird auf einer Karte jeweils die Intensität (stark, mittel, schwach) eines bestimmten Ereignisses (häufig, selten, sehr selten) dargestellt. Die Darstellung erfolgt in verschiedenen Grünstufen. In den Intensitätskarten für die Wassergefahren wird mit einer braunen Signatur zudem differenziert, ob Murgangprozesse massgeblich sind. Für die Wassergefahren und Sturzprozesse wird auch für das Extremereignis EHQ eine Intensitätskarte erstellt. Bei den Wassergefahren werden in der Intensitätskarte EHQ nur die Prozessflächen der Gürbe (Oberlauf ab Ausschütte) und des Fallbachs nach Intensitäten differenziert (schwach, mittel, stark) dargestellt (Abschnitte mit 2D-Modellierungen). Die Prozessflächen der übrigen Prozessquellen werden nur als Umhüllende dargestellt (grün-weiße Fläche: Prozessflächen unbestimmter Intensität).

- Wassergefahren *Beilagen 4a - d*
- Sturzprozesse *Beilagen 5a - c*

6.3.5 Einzelgefahrenkarten

In den Einzelgefahrenkarten werden die massgebenden Gefahrenarten wie folgt einzeln dargestellt:

- Wassergefahren *Beilage 6*
- Hangmuren und Rutschungen *Beilage 7*
- Sturzprozesse *Beilage 8*

In den Einzelgefahrenkarten werden wie oben beschrieben die Farben rot, blau, gelb und gelb-weiss-gestreift differenziert dargestellt und mit den Gefahren-Indexen versehen.

6.3.6 Synoptische Gefahrenkarte

Die synoptische Gefahrenkarte (Beilage 9) zeigt die Überlagerung aller Gefahrenarten und liefert die Gesamtübersicht der Gefahrensituation in einem Gebiet. Überlagern sich in einem Gebiet des Perimeters A zugleich mehrere Gefahrenarten, so gilt folgende Darstellungshierarchie: Rot vor blau vor gelb vor gelb-weiss vor weiss. Das heisst: Bei Überlagerungen wird stets die grössere vor der geringeren Gefährdung aller Gefahrenprozesse aufgezeigt.

6.3.7 Gefahrenhinweiskarte und Gefährdungskarte

Die Synoptische Gefahrenhinweiskarte (Beilage 10) zeigt die Hinweisbereiche aller Gefahrenarten im Perimeter B und liefert die Gesamtübersicht der Gefahrensituation in einem Gebiet.

6.3.8 Karten 2D-Überflutungsmodellierungen Gürbe / Fallbach

Aus den Resultaten der 2D-Überflutungsmodellierungen für die Gürbe (ab Ausschütte) und den Fallbach wurden folgende Zusatzkarten zur Beilage des Gefahrenkartendossiers generiert:

- Fliesstiefenkarten *Beilagen 3a – d*

6.4 Datenablage

Im Hinblick auf die Übernahme und Nutzung der Gefahrenkarteninformationen durch den Kanton (Geoportal des Kantons Bern¹) und die Gemeinden (Übernahme für Nutzungsplanung) werden alle Geometriedaten gemäss dem Erfassungsmodell Datenmodell GK5_PROJEKT [22] digital erfasst.

Die Erfassung beinhaltet Geometrie- und Sachdaten. Die Geometriedaten dienen der Lokalisierung der Gefahrenbereiche im Raum, die Sachdaten beschreiben die erhobenen räumlichen Einheiten. In der Erfassungsschnittstelle des Datenmodells GK5_PROJEKT [22] sind die Filestruktur, das Format, die Eigenschaften und die Attribute der Geometrien festgelegt.

Folgende Geometrie- und Sachdaten wurden digital erstellt:

- Perimeter*
- Intensitätskarten Wasserprozesse, Sturzprozesse*
- Einzelgefahrenkarte im Perimeter A*
- Synoptische Gefahrenkarte im Perimeter A*
- Gefahrenhinweiskarte im Perimeter B*
- Fliesstiefenkarte Gürbe / Fallbach*

(*) Abgabe der Daten gemäss Datenmodell GK5_PROJEKT [22]

¹ <http://www.apps.be.ch/geo/de/geodaten.html>

7 GEFAHRENBEURTEILUNG PERIMETER A

7.1 Wassergefahren: Überflutung, Übersarung, Ufererosion, Murgang

Die Gefährdung durch Wassergefahren geht aus den Intensitätskarten (Beilagen 4a-4d) sowie aus der Einzelgefahrenkarte Wasser (Beilage 6) hervor. Nachfolgend wird die Gefährdung von Hochwasser, Überflutung, Ufererosion und Murgang auf den Gemeindegebieten von Blumenstein und Wattenwil erläutert. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Gefahrenbeurteilung ist den Prozessquellenblättern im Anhang E zu entnehmen.

Im Perimeter A der Gemeinde Wattenwil liegen grosse Flächen im Prozessbereich von Überflutungen und Übersarungen (Index Ü). Entlang der Gürbe bis zur Kantonsstrasse sowie an einzelnen Seitenbächen sind auch Übermurgangsprozesse ausgewiesen (Index M).

Innerhalb vom Perimeter A liegen grosse Siedlungsflächen vom Schwemmfächer der Gürbe Richtung Norden im Bereich geringer Gefährdung (gelb: Ü1 / Ü2 / Ü4) und Restgefährdung (Üx: gelb-weiss). Auch entlang der Seitenbäche werden grössere Flächen in den Abflusskorridoren und weitere Gebäude und Streusiedlungen der gelben Gefahrenstufe zugewiesen.

Flächen mittlerer Gefährdung (blau) finden sich flächig vor allem auf dem Schwemmfächer der Gürbe (M4 und Ü4 in Übergangsbereichen zu den Murgangflächen) und in der gesamten Talebene entlang der Gürbe (blau: Ü3 / Ü5 / Ü6). Auf dem Schwemmfächer ist mehrheitlich Wald und Wiesland von einer mittleren Gefährdung betroffen, im Gebiet «Vordere Weite» sind 2 Höfe ebenfalls in der blauen Gefahrenstufe (Ü4). Im Dorf liegen beidseitig der Gürbe grössere Wohn- und Gewerbegebiete im Bereich der blauen Gefahrenstufe. Aber auch entlang der Seitengewässer wird trotz der zahlreich umgesetzten Hochwasserschutzmassnahmen (v.a. Geschiebesammler, teils Kapazitätserweiterung) lokal unterhalb von Schwachstellen, aber teils auch flächig (v.a. Ü3) eine mittlere Gefahrenstufe erreicht.

Eine erhebliche Gefährdung (rot; Ü7 / Ü8 / Ü9 resp. M7 / M8 / M9) beschränkt sich mehrheitlich auf die Gerinne- und Uferbereiche der Gewässer. Eine grosse Fläche erheblicher Gefährdung wird im Auwald entlang der Gürbe bis unterhalb der Blumensteinstrasse ausgewiesen. Diese sind mehrheitlich auf Murgangprozesse bei seltenen und sehr seltenen Ereignissen (M7 / M8) zurückzuführen. Mit Ausnahme der Blumensteinstrasse sind aber nur Wald- und Wiesland von den Prozessen betroffen.

Für die Seitenbäche zur Gürbe mit sehr kleinen Einzugsgebieten (W_10: Mülibach, W_11: Chriegsriedbächli, W_12: Riedbächli, W_14: Chirschmatt-/ Steiegggrabe) wurde kein separates Prozessquellenblatt erarbeitet, die Beurteilung erfolgte anhand der Schwachstellenanalyse (Anhang H) direkt im Feld. Hingegen wurden die Intensitätsflächen dieser Prozessquellen ebenfalls nach Vorgaben des kantonalen Datenmodells separat nach Prozessquellen ausgeschieden.

Aufgrund des guten Zustands der Uferverbauungen wurden keine Bereiche für den Prozess Ufererosion ausgeschieden.

7.2 Rutschungen und Hangmuren

Nachfolgend wird die Gefährdung von Rutschungen und Hangmuren erläutert. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prozessquellen ist dem Anhang F zu entnehmen.

7.2.1 Auslösung und Gefährdung

Durchnässung oder starke Niederschläge sind die Hauptauslöser für Rutschgefahren. Dabei führen Porenwasserüberdrücke im Boden zu einer Entfestigung des Untergrundes. An Stellen, wo der als Stauhorizont wirkende Felsuntergrund untief ist, kann auch die Lockergesteinsbedeckung abrutschen und den Fels freilegen.

Oft begünstigen Stellen, an denen Drainagen, Strassenentwässerungen und Querabschläge, Quell- oder Brunnenüberläufe ungünstig in einen Hang abgeleitet werden, die spontane Entstehung von Hangmuren oder Rutschungen. Ebenso kann bei Extremniederschlägen konzentriert über die Strassenschulter abfließendes Wasser zu solchen Instabilitäten führen. Auch durch den Bau von Strassen können neue Rutschungen entstehen oder alte Rutschungen reaktiviert werden. Es zeigt sich nämlich immer wieder, dass anthropogene Faktoren (wie Drainagen, Strassenentwässerungen, Quell- und Brunnüberläufe usw.) nicht zu unterschätzen sind und so gut wie möglich in die Prozessbeurteilung miteinbezogen werden sollten.

Wie aus dem Ereigniskataster ersichtlich ist, finden sich Rutschprozesse verschiedenenorts innerhalb der Gemeinden Blumenstein und Wattenwil. Aufgrund der Auswertung des Ereigniskatasters ist innerhalb des Perimeters A mit Hangmuren und spontanen flachgründigen Rutschungen wie auch grossflächig mit permanenten Rutschungen zu rechnen. Diese Einschätzung bestätigte sich bei den Feldbegehungen.

Im Weiteren ist zu beachten, dass in der Gefahrenkarte jeweils die höhere Gefährdung dargestellt wird. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet muss verschiedenenorts mit permanenten Rutschungen schwacher Intensität (geringe Gefährdung, gelb) gerechnet werden. Diese Gefahrenflächen werden in den steileren Hangbereichen oft durch Hangmuren von mittlerer Gefährdung (blau) überlagert.

Die Gefährdung durch Rutschungen und Hangmuren geht aus der Beilage 7 hervor. In den Prozessquellen-Datenblättern (vgl. Anhang F) werden die einzelnen Teilgebiete detailliert erläutert. Im Folgenden wird lediglich ein allgemeiner Überblick gegeben. Die Beurteilung stützt sich auf das Flussdiagramm in Anhang M.

7.2.2 Gefahrenbeurteilung Hangmuren

Steile Hangbereiche ziehen sich östlich entlang der Dörfer Blumenstein und Wattenwil über Pfruendmatt – Gaslere – Underberg – Rainbode – Weiermoos – Underi Allmit – Hof – Grundbach – Rohrmoos - Dörishus bis nach Engi. Die steilen Hänge reichen bis in das besiedelte Gebiet, so dass grossflächig eine Hangmurengefährdung innerhalb des Perimeters A ausgeschieden wurde. Zahlreiche Ereignisse und mehrere stumme Zeugen unterstreichen die vorhandene Hangmurengefährdung. Folgende Gebiete sind in der Gemeinde Wattenwil betroffen:

- Hangbereiche bei Engi – Steimatt – Schwarzmoos (HM5/4 blau, HM4 gelb, HM2/1 gelb)
- Hangbereiche bei Rohrmoos (HM5 blau, HM2 gelb)
- Hangbereiche bei Büel – Dörishus – Heimeried – Chachelhüsi (HM5/4 blau, HM2/1 gelb)
- Hangbereiche bei Vorderi Zälg – Schür – Hof – Winterhubel (HM5/4 blau, HM4 gelb, HM2/1 gelb)
- Hangbereiche bei Gnüppihubel – Stafelalp (HM5/4 blau, HM4 gelb, HM1 gelb)
- Hangbereiche bei Rüttitannebode – Lidibouch – Widimatt – Ryschere (HM5 blau, HM2 gelb)
- Hangbereiche bei Underi Allmit – Lienegg (HM5 blau, HM2 gelb)
- Hangbereiche bei Weiermoos – Auwald (HM5 blau, HM4 gelb, HM2 gelb)
- Hangbereiche bei Gurzelematt – Seieried (HM5 blau, HM4 gelb)

Die Beurteilung der Disposition, der Förderfaktoren (→ Oberflächenbeschaffenheit, Geländeform, hydrologisch - hydrogeologisches Einzugsgebiet, antropogene Faktoren), der Reichweite wie auch der auftretenden Intensität (→ Anrissmächtigkeit) ergab, dass grosse Hangbereiche eine mittlere Gefährdung (blau: HM5, HM4) aufweisen. Zudem liegen auch einzelne Hänge in den Gebieten Staffelalp und Grundbach in einer geringen Gefährdung (gelb: HM4).

Es befinden sich zahlreiche Gebäude in Hanglage oder am unmittelbaren Hangfuss und können so durch Hangmuren getroffen werden (vgl. dazu Kap. 11.3).

7.2.3 Gefahrenbeurteilung permanente Rutschungen

Geneigte Hangbereiche mit einem rutschanfälligen Untergrund ziehen sich östlich entlang des Dorfes Blumenstein und Wattenwil über Pfruendmatt – Gaslere – Underberg – Rainbode – Weiermoos – Underi Allmit – Lidibouch bis nach Tufthubel und sind auch in den Gebieten Gnüppihubel und Rohrmoos grossflächig vorhanden. Zahlreiche

Ereignisse und Rutschphänomene zeigen die Gefährdung durch permanente Rutschungen auf. Folgende Gebiete sind auf Gemeindegebiet Wattenwil betroffen:

- Hangbereich bei Rohrmoos (RM1R blau, RM1 gelb)
- Hangbereich Gnüppihubel (RO1 gelb)
- Hangbereich bei Tufthubel – Lidibouch – Widimatt - Ryschere (RT1 / RM1 gelb)
- Hangbereich bei Underi Allmit (RT1R / RM1R blau)
- Hangbereich bei Weiermoos (RT1R blau, RT1 / RM1 gelb)
- Hangbereich bei Seieried (RO1 gelb)

Die Beurteilung der Bewegungsgeschwindigkeit, des Reaktivierungspotenzials, allfälliger Differenzialbewegungen und des Tiefgangs dieser Rutschungen ergab, dass grosse Hangbereiche eine mittlere Gefährdung (blau: RT1R, RM1R) aufweisen. Die Beurteilung der Bewegungsgeschwindigkeit stützt sich insbesondere auf Feldbeobachtungen und den Ereigniskataster, da keine auswertbaren Vermessungsdaten zur Verfügung standen. Zudem liegen auch Hangbereiche in den Gebieten Gnüppihubel, Tufthubel, Rohrmoos (teils) und Weiermoos (teils) grossflächig in einer geringen Gefährdung (gelb: RT1, RM1, RO1).

Es liegen mehrere Gebäude im Bereich von verrutschtem Gelände (vgl. dazu Kap. 11.3).

7.3 Sturzprozesse

7.3.1 Bemerkungen zur alten Gefahrenkarte (2001)

Die Gefahrenkarte Wattenwil (2001) weist zwei Gefahrenbereiche (SS3) auf, welche sich beide entlang der Kantonsstrasse zwischen Engi und Stützli befinden.

7.3.2 Beurteilung der Liefergebiete

Die Ausscheidung der Liefergebiete in Prozessquellen erfolgte gemäss dem in Kap. 0 erwähnten Vorgehen. Insgesamt wurden drei verschiedene Prozessquellen auf Gemeindegebiet Wattenwil ausgeschieden:

- PQ01 Engi - Stützli
- PQ02 Öligrabe
- PQ03 Kleinstaufschlüsse im Hangbereich

Die Prozessquellen wurden gemäss Kap 0 mittels Pauschalgefälle [52] beurteilt. Das in der Gefahrenkarte 2001 erwähnte Sturzpotenzial der Schibeflue wurde im Feld beurteilt. Diese befindet sich ausserhalb des Perimeters A. Im Ereignisfall, wie dies auch 1992 geschah, ist davon auszugehen, dass die Sturzkörper im Bachbett und der angrenzenden Wiese abgelagert werden. Somit erreichen sie weder den Perimeter A noch

gefährden sie die Blumensteinkirche. Deshalb wird die Schibeflue nicht als Prozessquelle im vorliegenden Bericht aufgeführt.

Die PQ03 beinhaltet Felsaufschlüsse innerhalb des Perimeters A, aufgrund des geringen Gefahrenpotenzials sind diese jedoch für die Gefahrenkarte nicht relevant.

Die wesentlichen Informationen zu den einzelnen Liefergebieten sind im Anhang G aufgeführt. Darin wurden die massgebenden Sturzkörper festgelegt. Im Gebiet von PQ01 weisen die massgebenden Sturzkörper Kantenlängen von < 1 m auf. Ein Extremereignis ist nicht definiert, da die Aufschlüsse zu klein sind. Bei der PQ02 weisen die Sturzkörper ähnliche Grössen auf (Kantenlänge <1 m im 300-jährlichen Ereignisfall). Wegen der hohen Felswand und der geologischen Disposition ist im Bereich dieser Prozessquelle jedoch ein Extremereignis denkbar.

Es ist von höher oder weiter weg gelegenen Felsgebieten kein Potenzial für Fels- oder Bergstürze vorhanden, die in den Perimeter A gelangen könnten. Auch würde ein Fels- oder Bergsturz von Süden (Langenegg- oder Möntschelespitz) den Perimeter A nicht erreichen, da durch den West-Ost verlaufenden Fallbachgraben auch grosse Sturzmassen abgebremst werden. Die Disposition für Felsstürze ist somit in beiden Gemeindegebieten Blumenstein und Wattenwil nicht gegeben.

7.3.3 Gefahrenbeurteilung

Die Beurteilung von Ausmass und Wirkung der von den oben beschriebenen Liefergebieten ausgehenden Sturzgefahren erfolgte gemäss der Beschreibung in Kapitel 5.3. Detaillierte Informationen zu den relevanten Punkten sind in den Beschreibungen im Anhang G zu finden.

PQ01 Engi – Stützli

Im Vergleich zur Gefahrenkarte 2001 zieht sich die Gefahrenzone weiter hangaufwärts entlang der Felsaufschlüsse im bewaldeten Bereich und betrifft nicht mehr nur die Kantonsstrasse. Massgebend ist nach wie vor das 30-jährliche Ereignis mit schwacher Intensität (SS3, blau). Die Gefahrenzone bei Engi fällt weg, da dort jetzt eine Stützmauer mit Blocksatz steht und so das Sturzpotenzial aufgehoben wird.

PQ02 Öligrabe

Diese Gefahrenzone ist in der vorliegenden Gefahrenkarte neu ausgeschieden. Da der Öligraben tief in das Gelände eingeschnitten ist, lagern sich die Sturzkörper auch in seltenen Ereignisfällen unweit des Gerinnes ab. Dadurch sind weder Gebäude noch Strassen oder Wege betroffen. Massgebend ist das 300-jährliche Ereignis mit mittlerer Intensität (SS4).

8 GEFAHRENBEURTEILUNG PERIMETER B

8.1 Wassergefahren: Überflutung, Übersarung, Ufererosion, Murgang

Im Gemeindegebiet von Wattenwil reicht der Perimeter A mit der detaillierten Gefahrenbeurteilung nach Gefahrenstufen bis weit hinauf in die Einzugsgebiete der beurteilten Bäche. Der Perimeter B umfasst somit überwiegend den oberen, meist steilen und bewaldeten Teil der Einzugsgebiete. Ganz im Perimeter B liegt zudem das obere Einzugsgebiet der Biberze, welche Richtung Schwarzwasser entwässert. Für die Seitenbäche basiert die Beurteilung im Perimeter B im Wesentlichen auf folgenden Arbeitsschritten:

- Auswertung Gefahrenhinweiskarte [12]
- Auswertung vergangener Ereignisse (Ereigniskataster NGKAT [11])
- Punktuelle Feldbegehungen bei Schwachstellen
- Gewässernetz Kanton Bern [10] und digitales Geländemodell [13]

In der bestehenden Gefahrenhinweiskarte sind für viele Bäche sehr grosse Hinweisflächen für die Wassergefahren vorhanden. Diese wurden im Rahmen der vorliegenden Revision verifiziert und mehrheitlich etwas reduziert, teils auch neu ausgeschieden. Vor allem in den steilen Einzugsgebieten wurde entlang der Gerinne aufgrund von möglichen Erosionsprozessen und Rutschungen aus Gerinneabhängungen ein Korridor um die Gewässerachse als Hinweisfläche ausgeschieden.

In der Gemeinde Wattenwil sind aufgrund des gross gewählten Perimeters A keine weiteren teil- oder ganzzeit bewohnten Gebäude im Perimeter B vorhanden, welche separat beurteilt werden müssen.

8.2 Rutschungen und Hangmuren

Steile Hangpartien, die als potenzielle Liefergebiete für Hangmuren und spontane flachgründige Rutschungen in Frage kommen, sind gemäss der Gefahrenhinweiskarte (→ Hangneigungskarte) und den summarischen Feldbegehungen grossflächig und sehr verbreitet vorhanden. Es handelt sich dabei grösstenteils um bewaldete Gebiete wie teils aber auch um Weideland. Im Weiteren sind auch verschiedenenorts grossflächige permanente Rutschungen anzutreffen.

Die zahlreich im Kataster erhobenen Ereignisse und die im Gelände beobachteten Spuren wie auch die Gefahrenhinweiskarten deuten deutlich darauf hin, dass solche Prozesse auf dem Gemeindegebiet von Blumenstein und Wattenwil verbreitet auftreten können. In der Gemeinde Wattenwil sind keine teil- oder ganzzeit bewohnten Gebäude vorhanden.

8.3 Sturzprozesse

Auf Gemeindegebiet Wattenwil sind im Perimeter B nur vereinzelt und kleinflächig Felsaufschlüsse und somit potenzielle Prozessquellen vorhanden. Teil- oder ganzzeit bewohnte Gebäude gibt es keine zu beurteilen.

9 VERGLEICH ALTE GEFAHRENKARTE ZU REVIDIERTER GEFAHRENKARTE

Im Vergleich zu den bisherigen Gefahrenkarten aus dem Jahr 2001 ([15]+[16]) haben sich sowohl in der Bearbeitungsmethodik als auch bei den verfügbaren Grundlagen einige Änderungen ergeben. Zudem haben mehrere Ereignisse der vergangenen Jahre neue Erkenntnisse zu Ereignisabläufen gebracht. Des Weiteren führen umgesetzte bauliche Massnahmen an den Fliessgewässern zu Änderungen an den resultierenden Fliesswegen und Überflutungsflächen.

Durch die Anpassungen ergeben sich teilweise grössere Abweichungen zwischen der bisherigen und der überarbeiteten Gefahrenkarte, welche in den folgenden Kapiteln erläutert werden.

9.1 Änderungen Methodik und Grundlagen

9.1.1 Wassergefahren

Thema / Bereich	Erläuterung
Intensitätskarten / Extremereignis	In der bisherigen Gefahrenkarte wurden keine Intensitätskarten für die Wassergefahren erarbeitet. Zudem wurde das Extremereignis eher einem 300-jährlichen Ereignis gleichgesetzt. Nach heutigem Vorgehen entspricht ein Extremereignis (EHQ) jedoch einem Ereignis mit einer Wiederkehrperiode wesentlich grösser als 300 Jahre (ca. einem 1000-jährlichen Hochwasser).
Gefahrenkarte Gürbe	Im Rahmen der Revision wurde auch die Gürbe beurteilt, was in der alten Gefahrenkarte aus dem Jahr 2001 nicht der Fall war.
Neue Schutzbauten, Zustandsbeurteilung best. Schutzbauten	Seit Erstellung der Gefahrenkarte 2001 wurden viele Schutzbauten auf Gemeindegebiet von Blumenstein und Wattenwil erstellt, welche die Gefahrenbeurteilung massgeblich beeinflussen. Zudem veränderte sich auch der Zustand der bestehenden Schutzbauten und muss aktuell beurteilt werden.
Neue Grundlagen/ Studien	Neben neuer Schutzbauten wurden auch zahlreiche Studien bezüglich Hydrologie, Geschiebefrachten sowie Ermittlungen im Rahmen von laufenden Projekten erarbeitet. Die Resultate dieser Studien werden plausibilisiert und beigezogen.
Hydrologie / Geschiebefrachten	Die Hydrologie (massgebende Abflüsse) sowie massgebliche Geschiebefrachten wurden für sämtliche Gewässer überprüft und gegebenenfalls angepasst. Insbesondere bei einzelnen Seitengewässern gibt es grössere Abweichungen zur bisherigen Gefahrenkarte.

Ereignisse	Seit Erarbeitung der alten Gefahrenkarte 2001 kam es zu verschiedenen Hochwasserereignissen an den Seitenbächen sowie an der Gürbe und am Fallbach, welche Neuerkenntnisse liefern. Nennenswert ist auch die Reaktivierung der Meierisli-Rutschung an der Gürbe, welche sich bezgl. Zustand der Schutzbauten (Sperrren) und des Geschiebepotenzials massgeblich auswirkt.
Vorgaben Bund/ Kanton	Organisatorische Massnahmen (Intervention, mobile Schutzsysteme) können bei der Gefahrenbeurteilung nicht berücksichtigt werden.
Vorgaben Methodik/ Datenmodell	Erarbeitung Prozessquellenbasierter Intensitätskarten und Dokumentation. Abgabe dig. Daten gem. Kant. Datenmodell GK5 [22].
Freibordbetrachtung KOHS	Neu wurde im Rahmen der Schwachstellenanalyse bei der Berechnung der Abflusskapazität die Empfehlung der KOHS [27] zur Berücksichtigung des Freibordes bei Gefahrenbeurteilungen angewandt.
Terrainmodell	Die hohe Qualität des Terrainmodells erlaubt eine detailliertere Gefahrenbeurteilung und bildet eine gute Grundlage für die betriebenen Rechenmodelle.

9.1.2 Massenbewegungen

Prozess	Thema / Bereich	Erläuterung
Sturz / Rutschungen	Geländedaten	Verfeinerung im Terrainmodell erlaubt eine detailliertere Gefahrenbeurteilung.
Sturz / Rutschungen	Ereigniskataster	Neue / weitere Erkenntnisse aus den erfassten Ereignissen.
Rutschungen	Methodik	Neue Methode zur Beurteilung der permanenten Rutschungen und Hangmuren gemäss Kap 5.3.
Hangmuren	Gefahrenhinweiskarte	Für die Revision der Gefahrenkarte stand neu die Gefahrenhinweiskarte Hangmuren (SilvaProtect) zur Verfügung.
Hangmuren	Erfassung	Systematische Erfassung der Hangmurenprozessflächen in revidierter Gefahrenkarte

9.2 Änderungen Gefahrenkarte

9.2.1 Wassergefahren

Name	Änderung gegenüber bisheriger GK	Begründung
Gürbe Oberlauf (unterhalb Ausschütte)	Änderung Ausdehnung Prozessflächen und Abgrenzung Intensitäten: generell etwas erhöhte Gefährdung entlang Gürbe (mehr blaue Flächen, jedoch keine roten «Inseln» mehr	Gleiche Methodik (auch in GK 2001 schon 2D-Mod.), jedoch veränderte Szenarien und Schwachstellenbeurteilung sowie detaillierteres Terrainmodell.
Seitenbäche Wattenwil	Vor allem im Bereich unterhalb von Schwachstellen vermehrt erhöhte Gefährdung. Generell etwas differenzierteres Bild bezgl. Ausdehnung / Abgrenzung Intensitäten.	Änderung der Szenarien (Hochwasserabflüsse, Geschiebefrachten) sowie der Schwachstellenanalyse (Verklausungen, Berücksichtigung Freibord nach KOHS).
Mettlibach, Lienegggrabe, Ryscheregrabe, Öligrabe	Änderung Feststofffrachten unterhalb neue Sammlerbauwerke, keine Murganggefährdung mehr bis in Siedlung.	Berücksichtigung Hochwasserschutzmassnahmen (v.a. Sammlerbauwerke)
Alle Gewässer	Differenzierung Flächen geringe Gefährdung (gelb) / Restgefährdung (gelb-weiss)	Änderung der Methodik: Differenzierung HQ ₃₀₀ / EHQ

Name	Neu: Gebiete bisher ohne Gefahrenzone	Begründung
Gürbe	Die Prozessflächen der Gürbe wurden neu beurteilt.	In alter Gefahrenkarte wurden Prozessflächen der Gürbe nicht berücksichtigt.
Mülibach, Chriegsriedbächli, Riedbächli, Chirschmatt-/Steiegggrabe	Die Prozessflächen der Seitenbäche wurden neu beurteilt	Ergänzung in alter Gefahrenkarte nicht berücksichtigter Prozessquellen

9.2.2 Massenbewegungen

9.2.2.1 Hangmuren

Name	Änderung gegenüber bisheriger GK	Begründung
Gesamtes Gemeindegebiet Wattenwil	In der bisherigen Gefahrenkarte wurden keine Hangmurengefahrenflächen ausgeschieden.	Änderung der Methodik: in der bisherigen GK wurden die Hangmuren noch nicht systematisch erfasst.

Name	Neu: Gebiete bisher ohne Gefahrenzone	Begründung
Gesamtes Gemeindegebiet Wattenwil	Sämtliche ausgeschiedenen Hangmurengefahrenbereiche sind neu.	Änderung der Methodik: in der bisherigen GK wurden die Hangmuren noch nicht systematisch erfasst.

9.2.2.2 Permanente Rutschungen

Name	Änderung gegenüber bisheriger GK	Begründung
Weiermoos, Underi Allmit, Rohrmoos	Verschärfung der Gefahrenstufe von gelb auf blau	Neue Methodik: Einbezug des Reaktivierungspotenzials in die Beurteilung (→ Verschärfung der Gefahrenstufe)
Tufthubel	Vergrößerung des Prozessgebietes	Detailliertere Terraindaten (Reliefschattierung), neue Feldbeurteilung
Engi	Streichen der Prozessquelle Engi (RO)	Neue Beurteilung: es konnten keine Anzeichen von permanenten Rutschbewegungen im Feld beobachtet werden. Dieser Bereich wird neu bei den Hangmuren als Gefahrenfläche erfasst.
Dörishus	Streichen der Prozessquelle Dörishus (RO)	Neue Beurteilung: es konnten keine Anzeichen von permanenten Rutschbewegungen im Feld beobachtet werden.
Roomoos, Gnüppihubel, Lienegg, Widimatt	Änderung in der Beurteilung der Gründigkeit der Rutschungen	Neue Beurteilung: Feldbefunde, Erkenntnisse aus dem Ereigniskataster

Name	Neu: Gebiete bisher ohne Gefahrenzone	Begründung
Tufthubel	Vergrößerung des Prozessgebietes	Detailliertere Terraindaten (Reliefschattierung), neue Feldbeurteilung

9.2.2.3 Sturzprozesse

Name	Änderung gegenüber bisheriger GK	Begründung
Engi	Durch den Bau einer Stützmauer in der Strassenböschung wurde ein kleiner Felsaufschluss verbaut und somit die Prozessquelle aufgehoben.	Verbauung
Engi / Öligraben	Ausscheidung neuer Prozessgebiete	Felsaufschluss erkannt; genauere Terraindaten

Name	Neu: Gebiete bisher ohne Gefahrenzone	Begründung
Engi	Rund 200m langer Felsaufschluss wird neu als Prozessquelle ausgedehnt. In der bisherigen GK war in diesem Bereich nur entlang der Strasse ein kleiner Felsaufschluss erfasst.	Felsaufschluss erkannt; genauere Terraindaten
Öligraben	Mehrere Felsaufschlüsse im Öligraben wurden in der revidierten GK erfasst und als Prozessquellen ausgedehnt.	Felsaufschluss erkannt; genauere Terraindaten

10 RISIKOSTRATEGIE NATURGEFAHREN

10.1 Schutzziele im Kanton Bern

Die Gefahrenbeurteilung hat zum Ziel festzustellen, welche Gefahren wann, wo und in welchem Ausmass auftreten. In einem weiteren Schritt ist abzuklären, welche Gefahren bzw. Risiken akzeptierbar bzw. tragbar sind und welche nicht (Festlegung Schutzziele).

Schutzziele grenzen akzeptable von nicht akzeptablen Risiken ab. Als Risiko ist dabei das Produkt aus Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadenausmass zu verstehen. Gemäss den Erläuterungen der Schutzziele bei gravitativen Naturgefahren im Kanton Bern werden drei verschiedene Schutzziele beschrieben [21]:

Gültigkeit	Schutzziel
Menschen	Max. toleriertes individuelles Todesfallrisiko 10^{-5} pro Jahr
Sachwerte	Max. toleriertes Sachrisiko in Fr./Jahr; kein konkreter Grenzwert; Verpflichtung zu ökonomischer Optimierung
Gebäude	Häufigkeit eines schweren Schadens am Gebäude kleiner als 5×10^{-3} pro Jahr

Tabelle 14: Gültigkeit Schutzziele im Kanton Bern

Der Schutz von Menschen hat klar erste Priorität vor den beiden anderen Schutzzielen. Es sind auch weitere Schutzziele denkbar wie z. B. die Verfügbarkeiten von Verkehrswegen oder Infrastrukturanlagen. Dazu liegen jedoch keine allgemein anerkannten Werte vor.

10.2 Risikokultur

Allgemein ist auch im Umgang mit Schutzziele die Risikokultur zu leben. So gilt es nicht nur, die Gefährdungssituation und Risiken zu erkennen, sondern die erkannten Risiken den betroffenen zu kommunizieren und notwendige Massnahmen festzulegen. Es muss jedoch akzeptiert werden, dass ein Nullrisiko auch durch die Realisierung von Massnahmen meist nicht möglich und v. a. ökonomisch nicht verhältnismässig ist und ein Restrisiko verbleibt.

Als Massnahmen zur Reduktion des Risikos kommen dabei in Frage:

- Raumplanung: angepasste Landnutzung, Objektschutzaufgaben, im Extremfall freiwillige oder baupolizeiliche Umsiedlung
- Organisatorische Massnahmen: Interventionsmassnahmen unmittelbar vor, während und nach einem Ereignis (z. B. Sperrung), Information, Signalisation
- Operationelle Massnahmen (z. B. Sperrung)

- Bautechnische Massnahmen (im Entstehungs-, Transit- oder Auslaufbereich, Objektschutz)
- Unterhalts-/ Pflegemassnahmen: Ordentlicher Gewässerunterhalt, Waldbauliche Massnahmen (Schutzwaldpflege)

Im Rahmen einer integralen Massnahmenplanung müssen die für den Einzelfall (auch ökonomisch) optimalen Massnahmen respektive Massnahmenkombinationen evaluiert und realisiert werden.

Das BAFU stellt mit dem Tool EconoMe ein Werkzeug zur Verfügung, um detaillierte Risikoanalysen durchzuführen. EconoMe ermöglicht eine Abschätzung der individuellen Todesfallrisiken sowie des kollektiven Risikos (Betrachtung von Personen- und Sachrisiken) für Gefährdungssituationen verschiedener gravitativer Naturgefahrenprozesse. Dieses Werkzeug ist dementsprechend sehr hilfreich, um Aussagen bezüglich des vorhandenen Risikos respektive der Schutzdefizite zu machen und somit den entsprechenden Handlungsbedarf zu erkennen. Mit EconoMe kann die Kostenwirksamkeit von Schutzmassnahmen untersucht werden, um die für Schutzmassnahmen zu Verfügung stehenden finanziellen Mittel zweckmässig einzusetzen (ökonomische Optimierung).

10.3 Zuständigkeiten

Nach Erkennen einer Gefährdung respektive nach Feststellung eines Schutzdefizites stellt sich die Frage, wer für die Sicherheit zuständig ist (sicherheitsverantwortliche Stelle) und somit auch für die Umsetzung und Finanzierung von Schutzmassnahmen. Im Siedlungsbereich hat in erster Linie das Gemeinwesen eine grosse Verantwortung für die Sicherheit der sich dort aufhaltenden Personen (vgl. Art. 30 KWaG). Die Gemeinden haben demnach bezüglich Schutzmassnahmen im Siedlungsgebiet folgende Aufgaben (vgl. [23]):

- Erstellung von Gefahrenkarten und Analyse der Risiken (Art. 39 Abs. 2 kantonale Waldverordnung KWaV, BSG 921.111)
- Evaluation und Umsetzung von organisatorischen, forstlichen, baulichen oder anderen Massnahmen zur Verminderung nicht zulässiger Risiken (Art. 41 Abs. 1 KWaV)

Das Siedlungsgebiet umfasst dabei sowohl die Bauzone als auch dauernd bewohnte (Einzel-) Gebäude ausserhalb davon.

Bund und Kantone können solche Massnahmen bei Erfüllung der Subventionskriterien finanziell unterstützen. Für Anlagen (Strassen, Bahnen, Transporteinrichtungen, Kraftwerke) sind die Betreiber für den Schutz vor Naturereignissen verantwortlich (vgl. Art. 31 KWaG). Beim Kanton verbleibt auch die Aufgabe der Grundlagenerarbeitung sowie die Anordnung der Ersatzvornahme, wenn ein Verantwortlicher seiner Aufgabe zur Umsetzung von Schutzmassnahmen nicht nachkommt.

Bei der Neuerstellung oder Anpassung / Erweiterung von Bauten und Anlagen im bekannten Gefahrengebieten muss der Grundeigentümer resp. der Bauherr im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens aufzeigen, wie er sich bzw. die Baute gegen die Gefahr schützt (Personen- und Sachrisiken). Die Baubewilligungsbehörde lässt die Schutzmassnahmen durch die Fachstellen prüfen und legt dann Auflagen fest. Die Verantwortung für die Kontrolle der umgesetzten Auflagen / Schutzmassnahmen liegt dann bei der Baupolizeibehörde (sicherheitsverantwortliche Stelle).

11 KONFLIKTSTELLEN UND MASSNAHMEN

11.1 Allgemeines

Eine detaillierte Risiko-Analyse mit Objekt-Kategorisierung und Schutzdefizit-Karten ist nicht Bestandteil dieser Gefahrenkarte. Das folgende Kapitel vermittelt daher nur eine allgemeine Übersicht über die wichtigsten Schwachstellen im Perimeter A mit einer groben Beschreibung der möglichen Massnahmen.

Für die konkrete Umsetzung von Massnahmen in einem spezifischen Fall sind detaillierte Untersuchungen im Rahmen von Schutzprojekten notwendig. Bei den untenstehenden Empfehlungen handelt es sich lediglich um allgemeine Hinweise.

11.2 Massnahmen Wassergefahren

11.2.1 Schadenausmass

Im Gemeindegebiet von Blumenstein und Wattenwil liegen gemäss revidierter Gefahrenkarte (Beilage 6) grosse Siedlungsflächen (Wohn- und Gewerbegebäude), Einzelgebäude (Wohn- und Ökonomiegebäude), gesamte Strassenabschnitte und weitere Infrastrukturen innerhalb des Prozessraumes von Wassergefahrenprozessen. Daneben sind vor allem landwirtschaftlich genutzte Flächen in der Talebene sowie Wiesland und Waldgebiete am Hang betroffen. Dabei geht die Gefährdung von Übersarungs- und Überschwemmungsprozessen aus (v.a. blaue wie auch gelbe Gefahrenstufe). Randlich kann es auch zu Übermurungen kommen. Folgende Punkte können hier im Speziellen festgehalten werden:

- Die roten Flächen, welche auf starke Prozessintensitäten zurückgehen, beschränken sich auf Strassenflächen (Kantonsstrasse Abschnitt Blumensteinbrücke, Dorf Blumenstein) sowie Platzflächen (Peter Holzbau). Hier geht vor allem für Personen und bewegliche Sachwerte eine grosse Gefährdung aus.
- Grossflächig werden im Siedlungsgebiet blaue Flächen ausgewiesen. Vor allem wo diese auf mittlere Prozessintensitäten zurückzuführen sind (M4 / Ü5 / Ü6), sind Personen ausserhalb von Gebäuden gefährdet und es können grosse Sachschäden an Gebäuden und Fahrhabe entstehen. Innerhalb von Gebäuden sind Personen vor allem in Untergeschossen gefährdet.
- Auch bei schwachen Intensitäten (Ü1 / Ü2 / Ü3) kann erheblicher Sachschaden entstehen. Aufgrund der höheren Auftretenswahrscheinlichkeit ist das Risiko respektive Schadenausmass (jährl. zu erwartender Schaden) vor allem bei einem Index Ü3 besonders hoch.

- Bereits auch häufigere Ereignisse als HQ₃₀ (HQ₅ – HQ₃₀, im Rahmen der Gefahrenkarte nicht beurteilt) können zu Schaden führen (v.a. kleinere Seitengewässer mit kleinen Durchlässen / Einlaufgittern); hier sind Massnahmen besonders kostenwirksam².

11.2.2 Empfohlene Schutzmassnahmen

Dem Hochwasserschutz ist eine hohe Priorität einzuräumen. Die Wasserbaupflichtigen (Wasserbauverband Obere Gürbe, Einwohnergemeinde) sind sich dem bewusst und haben mittels verschiedener Wasserbauprojekte Massnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes bereits realisiert oder in die Wege geleitet. Vor allem an der Gürbe, aber auch an weiteren Seitenbächen kommen auch forstlichen Schutzmassnahmen (Hangsicherungen) eine hohe Bedeutung zu (vgl. Kap. 11.3).

Nach dem verheerenden Hochwasser 1990 an der Gürbe wurden im Abschnitt der «Gürbe im Gebirge» Schutzmassnahmen realisiert (Leitdämme, Sperrenverbau, neue Blumensteinbrücke, Abschlussbauwerk Ausschütte). Auf dem Schwemmkegel konnte damit die verbleibende Gefährdung beidseitig der Gürbe auf ein akzeptables Niveau reduziert werden. Die bestehenden Schutzbauten sowie das Einzugsgebiet werden im Rahmen jährlicher Kontrollen geprüft und daraus laufend Entscheidungen bezüglich Unterhalt resp. Ersatz bestehender Sperren sowie forstlicher Sanierungsprojekte gefällt. Zudem wird auch der Füllstand der Ausschütte periodisch auf das Erreichen der Interventionskoten gemäss Unterhaltskonzept kontrolliert und daraus eine allfällig notwendige Intervention abgeleitet (Geschiebe-Entnahmen).

Im Abschnitt der Gürbe unterhalb der Ausschütte werden entlang der Gürbe grosse Schutzdefizite verzeichnet. Diese können auch mit einem Rückhaltebecken am Fallbach (Wasserbauplan in Ausarbeitung) nicht behoben werden. Im Rahmen des Wasserbauplans «Hochwasserschutz Obere Gürbe» werden Massnahmen zur Behebung der Schutzdefizite in Wattenwil geplant [41]. Das Schutzkonzept sieht einen Gerinneausbau auf 70 m³/s und die Ausleitung grösserer Abflüsse nach rechts ins Landwirtschaftsland vor (Entlastungskorridor).

Daneben wurden im Rahmen des «Seitenbäche Wattenwil» verschiedene Hochwasserschutzmassnahmen an zahlreichen Seitenbächen geplant (Wasserbaubewilligung 2007 [41]). Einige grosse Massnahmen aus diesem Projekt wurden bereits etappenweise realisiert:

- Öligrabe: Geschiebesammler (Baujahr 2010)
- Ryscheregrabe: Geschiebesammler (Baujahr 2014)
- Spengelibach: Vergrösserung Geschiebesammler „Eggegrabe“ durch Erhöhung Mauer um 1.0 m (Baujahr 2014)
- Lienegggrabe: Geschiebesammler (Baujahr 2015)

² Häufigere Ereignisse als HQ₃₀ können in EconoMe berücksichtigt werden.

- Mettlibach: Ausbau Geschiebesammler (Baujahr 2016), Ufererhöhungen Mettlen (Baujahr 2017)

Mit Realisierung dieser Projekte konnten auch an den Seitenbächen die Schutzdefizite erheblich abgemindert werden. Für einige Bereiche verbleibt aber gemäss aktueller Gefahrenkarte eine Gefährdung. Einige ergänzende Massnahmen können die Gefährdungssituation vor allem lokal noch etwas verbessern. Ein Augenmerk sollte hier aber vor allem auch auf dem Unterhalt liegen (vgl. Kap. 11.2.3).

Daneben können auch Objektschutzmassnahmen eine sinnvolle Ergänzung oder vorübergehende Massnahme darstellen. Es gilt jedoch zu beachten, dass aufgrund der rasch ansteigenden Abflüsse permanente Massnahmen im Vordergrund stehen. Mobile Schutzsysteme werden für Einzelobjekte nicht als zweckmässig beurteilt.

11.2.3 Gewässerunterhalt und Notfallplanung

Allgemein können mit einem geeigneten Unterhalt der Gewässer und einer sorgfältigen Notfallplanung viele Gefahren verhindert oder zumindest abgemildert werden.

Dem Gewässerunterhalt mit der Instandstellung von Bachverbauungen und Schutzbauwerken kommt eine grosse Bedeutung zu. Neben der Instandstellung und dem Unterhalt von Schutzbauten, dienen weitere Unterhaltsmassnahmen vor allem dem Erhalt der Abfluss- und Ablagerungskapazität in den Gerinnen:

- Die Uferbestockung sollte periodisch zurückgeschnitten werden. Der erforderliche Abflussquerschnitt darf nicht eingeschränkt werden.
- Die Geschiebesammler sind regelmässig und nach Ereignissen zu kontrollieren und wenn nötig zu leeren.
- Totholz in den Bachläufen ist periodisch zu entfernen.
- Ein besonderes Augenmerk gilt Schutzbauten aus Holz. Diese weisen eine beschränkte Lebensdauer auf und müssen periodisch begangen und bei Bedarf erneuert werden.

Künftig soll im Kanton Bern flächendeckend ein Schutzbautenkataster erarbeitet werden. Dieser ermöglicht eine aktuelle Übersicht über sämtliche Schutzbauten sowie deren Zustand und soll ein zweckmässiges und effizientes Schutzbautenmanagement sicherstellen.

Im Rahmen der vorliegenden Notfallplanung für die Gemeinde Wattenwil wurden verschiedene Massnahmen und Zuständigkeiten für verschiedene Gewässer festgelegt.

- Überwachung, Beobachtung bei bekannten Schwachstellen (z.B. bei Brücken oder oberhalb von Eindolungen).
- Definition von Massnahmen inkl. Angabe von Abläufen, benötigtem Material und Personal.
- Festlegung Zeitpunkt und Vorgang von Alarmierung und Evakuation.

Es gilt anzumerken, dass die im Rahmen der Notfallplanung vorgesehenen Interventionsmassnahmen, wie beispielsweise der Einsatz mobiler Massnahmen, regelmässig durch die zuständigen Wehrdienste zu üben sind. Private sind dabei mit dem Einsatz eigener mobiler Massnahmen vertraut zu machen.

11.3 Massnahmen Rutschungen und Hangmuren

11.3.1 Schadenausmass

Es liegen mehrere Gebäude wie auch Strassenabschnitte innerhalb des Prozessraumes von Hangmuren und permanenten Rutschungen (blaue wie auch gelbe Gefahrenstufe; vgl. dazu Beilage 7).

Örtlichkeit	Gefahrenstufe (Index), betr. Objekte	Jährlichkeit	Intensität
Weiermoos	Blau (HM5): 1 Gebäude	100 Jahre	mittel
	Blau (RT1 _R), Gelb (RT1): 2 Gebäude	-	mittel/schwach
Underi Allmit	Blau (RT1 _R): zahlreiche Gebäude	-	mittel
Rüttitannebode-Hof-Widimatt	Blau (HM5): mehrere Gebäude	100 Jahre	mittel
	Gelb (RM1): einzelne Gebäude	-	schwach
Schür	Blau (HM5): mehrere Gebäude	100 Jahre	mittel
Rohrmoos-Bühl-Heimeried-Chachelhüsi	Blau (HM4), Gelb (HM2/1): mehrere Geb.	300/100 Jahre	mittel/schwach
	Blau (RM1 _R), Gelb (RM1): mehrere Geb.	-	
Steimatt-Engi			mittel/schwach
	Blau (HM5/4), Gelb (HM2): mehrere Gebäude und grössere Strasse	300/100 Jahre	
Seieried			mittel/schwach
	Gelb (RO1): 1 Gebäude	-	
			schwach

Tabelle 15: Gefährdungsschwerpunkte Hangmuren / permanente Rutschungen Gemeinde Wattenwil

Folgende Schadenwirkungen sind zu erwarten:

Hangmuren: Bei schwachen Intensitäten (geringmächtige und abgebremste Schuttmassen; Gemisch aus Wasser und Geschwemmsel) sind lediglich geringe Schäden an der Gebäudehülle oder im Innern zu erwarten. Bei mittleren Intensitäten können durch den Aufprall von Steinen und Blöcken sowie durch eindringendes Wasser Schäden an der Gebäudehülle und im Innern entstehen, ohne jedoch die Gebäudestabilität zu gefährden. Der Aufprall von grossen, mit Wasser durchmischten Geröll-, Schlamm- und Holzmassen auf tragende Gebäudeteile kann zu grossen strukturellen Schäden am

Gebäude führen oder sogar die plötzliche Zerstörung zur Folge haben (starke Intensität). Infolge Einsturz- und Überflutungsgefahr sind Menschen und Tiere stark gefährdet. Bei Infrastrukturen ist bei starken Intensitäten mit Beschädigungen oder Zerstörungen zu rechnen. Starke Intensitäten sind jedoch auf dem Gemeindegebiet von Blumenstein und Wattenwil nicht zu erwarten.

Permanente Rutschungen: Geschwindigkeiten von wenigen mm pro Jahr können je nach Konstruktions- und Fundamentart zu kleinen Schäden und Rissbildungen am Gebäude sowie zu leichten Setzungs- und Hebungerscheinungen im Aussenraum führen. Geschwindigkeiten von wenigen cm pro Jahr können zu leichten bis grösseren Rissbildungen und/oder Verkippungen am Gebäude führen. Setzungen und Stauchungen verursachen mittelfristig sichtbare Terrainveränderungen im Aussenraum und erdverlegte Leitungen können Schäden erleiden. Bei Geschwindigkeiten von mehreren dm pro Jahr erleiden die Gebäude grosse Rissbildungen und/oder Verkippungen und erdverlegte Leitungen bedürfen eines jährlichen Unterhaltes, damit ihre Funktionstüchtigkeit gewährleistet ist.

11.3.2 Empfohlene Schutzmassnahmen bei Hangmuren

Der Stoss- und Druckwirkung von Hangmuren kann in der Regel mit einer konstruktiven Ausgestaltung der Gebäuderückwand wirksam begegnet werden (armierter Beton). Bergseitige Hauseingänge, tiefliegende Fenster und Lichtschächte sind zu vermeiden, da sich Hangmuren dort einfach ins Gebäudeinnere ergiessen können. Je nach den örtlichen Gegebenheiten können potenzielle Hangmuren auch mittels Erdwällen oder Mauern abgelenkt werden, wobei keine Unterlieger gefährdet werden dürfen. Als weitere Möglichkeit sind Schutzmauern oder Murgangnetze zu nennen. Diese werden oberhalb des zu schützenden Objektes erstellt und fangen allfällige Hangmuren auf. Bei den Murgangnetzen ist jedoch zu beachten, dass durch die Entwässerung mit einer Verschlammung im unterhalb liegenden Gebiet zu rechnen ist.

Die Auslösung von Hangmuren steht nicht selten im Zusammenhang mit anthropogenen Faktoren wie defekten Brunnstuben (bzw. -überläufen), Wasserleitungen, Drainagen, Ableitungen von Strassenwasser oder Abläufen von Lauf- oder Weidebrunnen. Der Unterhalt und die Funktionstüchtigkeit solcher Objekte sind daher sicher zu stellen. Bei Nichtgebrauch ist dafür zu sorgen, dass daraus keine Gefährdungen entstehen können.

Bei künstlich geschaffenen Hanganschnitten sind – sofern nicht bereits erfolgt – gegebenenfalls zusätzliche Massnahmen erforderlich, welche eine Destabilisierung der Böschung verhindern (z.B. Vernagelung, Stützmauer inkl. Entwässerung). Besondere Beachtung ist längeren, hangparallelen Anschnitten zu schenken (z. B. Strassen). Die Versickerung von Meteorwasser in Hanglagen ist zu unterlassen.

Hangmuren und spontane flachgründige Rutschungen sind eine heimtückische, von ihrem Zerstörungspotenzial her nicht zu unterschätzende Gefahr (vgl. Ereignisse August 2005: Kantone Bern, Luzern, Nidwalden, Obwalden, Schwyz; 2002: Napfregion,

Appenzell, Surselva, 1997: Langnau). Auf Grund der klimatischen Veränderungen ist vermehrt mit dem Auftreten solcher Phänomene zu rechnen. Die erwähnten Massnahmen sind daher bei Neubauten, An- und Umbauten von permanent oder zeitweise bewohnten Gebäuden in der blauen Gefahrenzone unbedingt auszuführen (Auflage). In der gelben Gefahrenzone werden sie empfohlen.

Durch die zunehmende Überbauung der Bauzonen und Baulücken nimmt die Gefahr natürlich ausgelöster Hangmuren tendenziell ab. Da es sich um sehr kleinräumige Phänomene handelt, kann diese Gefahr gleichwohl nicht ausgeschlossen werden. Wie verschiedene Unwetterereignisse zeigten, können flachgründige Rutschungen auch im Bereich zwischen zwei Gebäuden auftreten. In Einzelfällen ist es möglich, dass durch eine geschickte Überbauung von Hangmurenanrissgebieten die Gefährdung beseitigt wird.

11.3.3 Empfohlene Schutzmassnahmen bei permanenten Rutschungen

Folgende Punkte sind bei Bauten in verrutschten Gebieten zu beachten:

- Ausbildung des Untergeschosses als steifen Stahlbetonkasten; zudem sind allfällige Anbauten statisch einwandfrei zu trennen;
- Kein Versickern von Oberflächenwasser in den Untergrund;
- Flexible Anschlüsse der Leitungen an das Gebäude;
- Keine zusätzliche Belastung des Geländes durch Aufschüttungen;
- Drainagemassnahmen im Untergrund und bei Neubauten.

Durch die Ausbildung des Untergeschosses als steifer Stahlbetonkasten können Beschädigungen der Gebäudemauern aufgrund von Rutschbewegungen weitgehend vermieden werden. Bei allfälligen Rutschbewegungen verschiebt sich das Gebäude als Block. Differenzielle Bewegungen führen so nicht zu Schäden am Gebäude. Im Weiteren sind allfällige Anbauten statisch einwandfrei vom Gebäude zu trennen.

Bei einer möglichen Verkippung des Gebäudes ist es sinnvoll, Vorkehrungen zu treffen (z.B. hydraulische Pressen), um bei einer Verkippung des Gebäudes eine Neuausrichtung vornehmen zu können.

Jegliches Oberflächenwasser muss in einer Sauberwasserleitung abgeführt und darf nicht versickert werden. Da Wasser bei Rutschungen oftmals ein bedeutender treibender Faktor darstellt, sollte der Hangwasserspiegel so tief wie möglich gehalten werden (z.B. mit einer hangseitigen Drainage am Fusse des Gebäudes). Falls es zu Wassereintritten in die Baugrube kommt, müssen diese separat gefasst und abgeleitet werden.

Bei einer flexiblen Gestaltung der Leitungsanschlüsse an das Gebäude kann verhindert werden, dass es im Bereich der Anschlüsse zu Schäden kommt und Wasser in den Untergrund gelangt. Entlang der Gebäudemauern und somit im Bereich der Anschlüsse ist aufgrund der unterschiedlichen Belastung des Untergrundes (Gebäude versus unbebautes Gelände) bevorzugt mit kleinflächig unterschiedlichen Bewegungen zu rechnen.

Beim Bauen in Rutschgebieten soll zudem speziell auf die Baugrubenstabilität geachtet werden. Ein zu steiler Hanganschnitt (steiler als 2:3) kann zu einer Destabilisierung des Hanges und im schlimmsten Fall zu einer Reaktivierung eines Rutschbereiches führen. Generell wird beim Bauen in Rutschgebieten die Beratung durch einen Fachspezialisten (Geotechniker, Geologe) empfohlen.

11.4 Massnahmen Sturzprozesse

11.4.1 Schadenausmass

Es liegt ein Gebäude wie auch kurze Strassenabschnitte innerhalb des Prozessraumes von Sturzprozessen (vgl. dazu Beilagen 5a-5c / 8).

Örtlichkeit	Gefahrenstufe (Index), betr. Objekte	Jährlichkeit	Intensität
Engi	Blau (SS3), Wohnhaus	30 Jahre	schwach
	Blau (SS3), Abschnitt Kantonsstrasse	30 Jahre	schwach

Tabella 16: Gefährdungsschwerpunkte Sturzprozesse Gemeinde Wattenwil

Bei schwachen Intensitäten (kleinere Sturzkörper und -massen mit niedrigen Energien) sind lediglich geringe Schäden an der Gebäudehülle oder im Innern der Gebäude zu erwarten. Bei mittleren Intensitäten können durch den Aufprall von Steinen und Blöcken Schäden an der Gebäudehülle und im Innern entstehen, ohne jedoch die Gebäudestabilität zu gefährden. Der Aufprall von grossen Sturzmassen und Grossblöcken auf tragende Gebäudeteile kann zu grossen strukturellen Schäden am Gebäude führen oder sogar die plötzliche Zerstörung zur Folge haben (starke Intensität). Infolge Einsturzgefahr sind Menschen und Tiere stark gefährdet. Daher ist bei Infrastrukturen bei starken Intensitäten mit Beschädigungen oder Zerstörungen zu rechnen.

11.4.2 Empfohlene Schutzmassnahmen

Bäume und kleinwüchsige Bestockungen an der Oberkante von Felswänden, Ausbruchgebieten und steilen Hangpartien können durch Windwurf und die Hebelwirkung der Wurzeln Sturzkomponenten loslösen wie auch sekundären Steinschlag auslösen. Durch Zurückschneiden dieser Bestockung und der Bäume kann der destabilisierende Einfluss dieses Faktors reduziert werden.

Unterhalb mancher Ausbruchgebiete befinden sich bewaldete Bereiche. Dieser Wald weist eine gewisse Schutzfunktion auf und ist daher unbedingt zu pflegen (Schutzwald). Die Verantwortung dafür obliegt in erster Linie der Gemeinde (siehe Art. 41 KWaV).

Da im Gemeindegebiet blaue Gefahrenzonen ausgeschieden sind, ist im Rahmen von Bautätigkeiten ein entsprechender Objektschutz zu erstellen.

12 SCHLUSSBEMERKUNGEN

12.1 Umsetzung und Anwendung der Gefahrenkarte

Wie aus der synoptischen Gefahrenkarte hervorgeht, befinden sich grosse Siedlungsbe-
reiche der Gemeinde Wattenwil im potenziellen Wirkungsbereich von Naturgefahren,
insbesondere von Wassergefahren und Rutschungen. Die Gefahrenkarte bildet deshalb
ein wichtiges Instrument für die Ortsplanung, für die Planung von Schutzmassnahmen
und die Notfallplanung. Mit der geeigneten Berücksichtigung der Gefahrengebiete bei
der Festlegung der Bauzonen kann die Gemeinde Schäden und Folgekosten verhindern.
Gewisse Bedingungen an Bauten und Auflagen in bekannten Gefahrengebiet werden
durch das kantonale Baugesetz (Art. 6 BauG) vorgegeben und fliessen bei der raumpla-
nerischen Umsetzung über das Musterbaureglement des Kantons Bern in die Bauregle-
mente der Gemeinden ein. Baugesuche in blauen und roten Gefahrengebieten sind
grundsätzlich den zuständigen kantonalen Fachstellen (Wasser: Tiefbauamt des Kan-
tons Bern, Oberingenieurkreis II, Bern; Massenbewegungen: Kantonales Amt für Wald
und Naturgefahren des Kantons Bern, Abteilung Naturgefahren, Interlaken) zur Beurtei-
lung vorzulegen. Im gelben und gelb-weiss gestreiften Gefahrenbereich sind Baugesu-
che für Bauten mit sensiblen Nutzungen (Spitäler, Altersheime, Schulen, Telefonzentra-
len, Campingplätze usw.) ebenfalls den zuständigen kantonalen Fachstellen zur Beur-
teilung vorzulegen. Bei allen übrigen Baugesuchen im gelben Gefahrenbereich sind Pla-
ner und die Bauherrschaft über die Gefahrensituation zu informieren, wobei es in der
Eigenverantwortung des Eigentümers liegt, Massnahmen zu ergreifen. Baugesuche im
braunen Gefahrengebiet (Perimeter B; Gefahrengebiet mit nicht bestimmter Gefähr-
dung) sollen zwecks Bestimmung der Gefahrenstufe den kantonalen Fachstellen zuge-
sandt werden.

Gemäss Regierungsratsbeschluss muss die Gefahrenkarte innerhalb von zwei Jahren
raumplanerisch umgesetzt werden, d.h. die Nutzungsplanung und das Gemeindebau-
reglement sind entsprechend anzupassen. Die Gefahrengebiete müssen im Zonenplan
als grundeigentümergebundene Gefahrenzonen bezeichnet werden (Gefahrenzonen-
modell). Die Auszonung und die Änderung von Zonenvorschriften, die den Schutz von
Personen und Sachwerten vor Naturgefahren bezweckt, stellt nach ständiger Rechts-
praxis keine materielle Enteignung dar und hat daher keine Entschädigungspflicht zur
Folge.

Weitere Hinweise zur Umsetzung der Gefahrenkarte in der Ortsplanung finden sich in
Anhang C und in der Arbeitshilfe „Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortspla-
nung“ des AGR [20].

Gefahrenkarten zeigen die Gefährdung nach dem Urteil des Begutachters auf und sind
nicht eigentümergebunden. Die rechtsverbindliche Umsetzung bleibt der kantonalen
und kommunalen Gesetzgebung und Planung beziehungsweise den Bewilligungsbehör-

den im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens vorbehalten. In der folgenden Tabelle 17 sind die wichtigsten Aspekte dargestellt:

Vorliegen der Gefahrenkarte	 innerhalb von 2 Jahren	Umsetzung der Gefahrenkarte in Nutzungsplanung
<p>Gefahrenkarte</p> <p>Gefahrenkarte dient als Grundlage für:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ortsplanung - Planung von Bauvorhaben - Notfallplanung - Planung von Schutzmassnahmen <p>Aufgaben der Gemeinden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung der Gefahrenkarte in die Nutzungsplanung innerhalb von 2 Jahren - Berücksichtigung der Naturgefahren in der Ortsplanung - Auftreten und Entwicklung einer Gefährdung rechtzeitig erkennen und verfolgen - Organisatorische Vorkehrungen sowie notwendige bauliche, forstliche oder andere Massnahmen zur Gefahrenabwehr rechtzeitig anordnen - Bei Baugesuchen im roten, blauen und braunen Gefahrengbiet Beizug der kantonalen Fachstellen; bei Baugesuchen im gelben Gefahrenbereich (Ausnahme: sensible Objekte) den Bauherrn auf Gefährdung hinweisen 		<p>Gefahrenzonenplan</p> <p>Aufgaben des Bauherrn:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufzeigen, mit welchen Massnahmen an der Umgebung oder am Gebäude der Gefahr begegnet werden soll - Bedingungen / Auflagen an Gestaltung von Gebäude, Umgebung und Zufahrt berücksichtigen resp. umsetzen - Selbstdeklaration auf Zusatzformular Naturgefahren zu Baugesuchsunterlagen
Behördenverbindlich		Grundeigentümergeverbindlich

Tabelle 17: Bedeutung der Gefahrenkarte und Umsetzung

12.2 Beständigkeit der Gefahrenkarte

Die Gefahrenkarten zeigen die zum Zeitpunkt der Begutachtung bestehende Gefährdung auf der Basis des aktuellen Gebietszustandes auf. Bestehende Schutzbauten und Massnahmen sind dabei nur berücksichtigt, wenn deren Wirkung und Unterhalt langfristig gewährleistet sind. Bei wesentlichen Veränderungen des Gefahrenpotenzials (z. B. in Folge von neuen Schutzmassnahmen) ist die Gefahrenkarte den neuen Gegebenheiten anzupassen. Bei der Realisierung von wirksamen Schutzmassnahmen ist eine Rückstufung der Gefahrenbereiche möglich.

Die hier erstellte Gefahrenkarte ist kein statisches, unabänderliches Dokument. Bedrohungen durch Naturgefahren können sich im Laufe der Zeit ändern (Wald, Klima). Es empfiehlt sich daher, die Gültigkeit der Gefahrenkarte periodisch zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Ingenieur- und Geologengemeinschaft IGG

KISSLING + ZBINDEN AG

KELLERHALS + HAEFELI AG

B. Richli

L. Bösch

U. Zesiger

J. Leibundgut

Bern, 25.06.2021

Gemeinden Blumenstein und Wattenwil

Revision Gefahrenkarte

Anhang Technischer Bericht

Gemeinde Wattenwil

Revision 2021

Ersetzt Gefahrenkarte Wattenwil vom 20. Februar 2001

IGG Ingenieur- und Geologengemeinschaft



Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Abbau und Deponie
Naturgefahren
Altlasten und Boden

Kantonale Fachstellen

Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreise I / II, Gwatt / Bern

Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Bern, Abteilung Naturgefahren, Interlaken

Auftrags - Nr.: 6.399

Beilage 1b

Bern, 25.06 2021

ANHANG

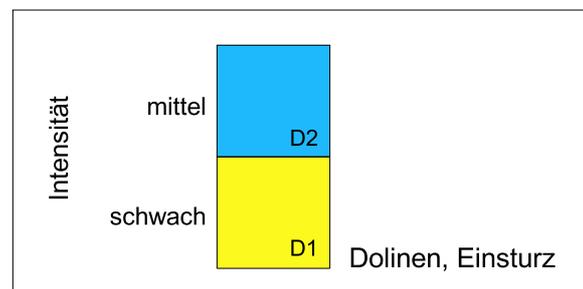
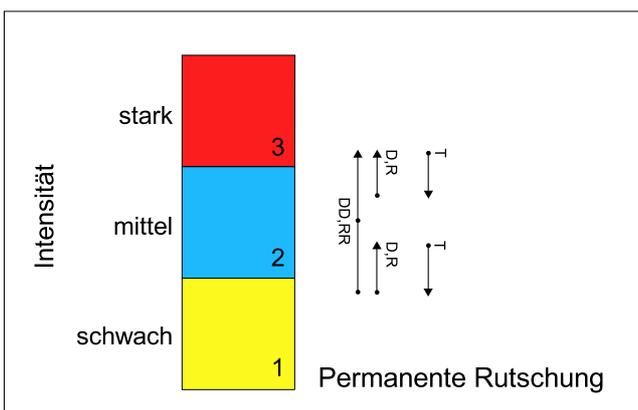
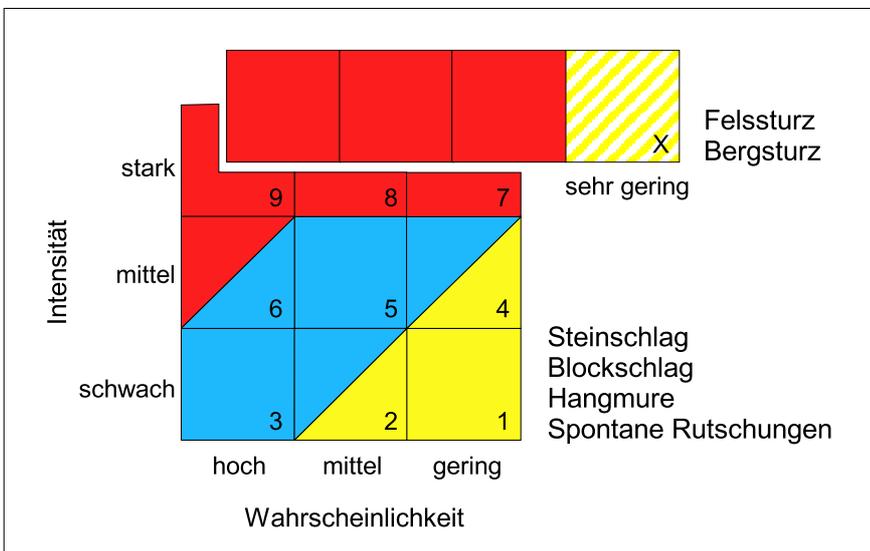
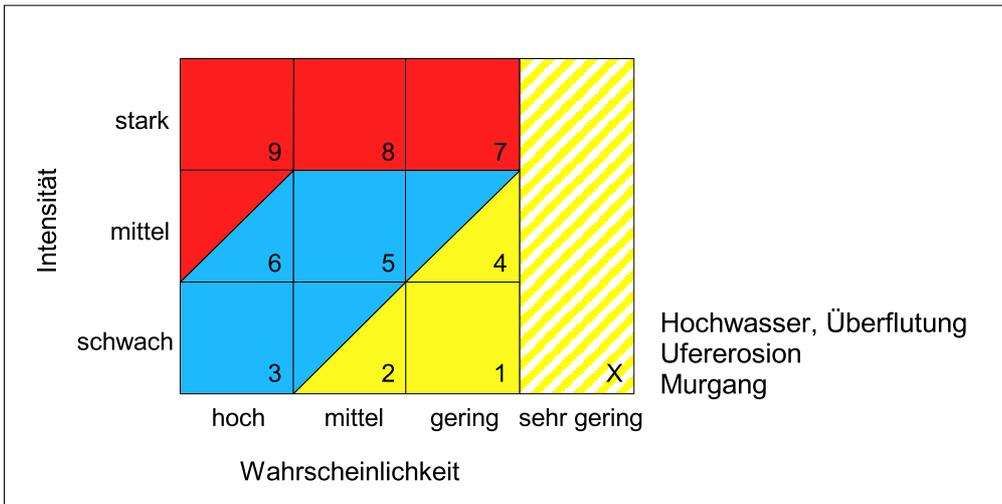
- Anhang A Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramme alle Prozessarten
- Anhang B Intensitätskriterien nach Prozessarten
- Anhang C Bedeutung der Gefahrenstufen und planerische Auswirkungen
- Anhang D Datenblätter Beurteilung Schutzbauwerke nach Protect (Wassergefahren)
- Anhang E Datenblätter Prozessquellen Wassergefahren
- Anhang F Datenblätter Prozessquellen Rutschungen und Hangmuren
- Anhang G Datenblätter Prozessquellen Sturzprozesse
- Anhang H Tabelle Schwachstellen Prozessquellen Wassergefahren
- Anhang I Bestimmung Feststofffrachten Prozessquellen Wassergefahren
- Anhang K Gürbe: 2D-Überflutungsmodellierung (Oberlauf)
- Anhang L Kriterien zur Beurteilung von permanenten Rutschungen
- Anhang M Flussdiagramm und Kriterien zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit von Hangmuren

ANHANG A

Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm

Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramme

Aus: Empfehlungen zur Berücksichtigung von Hochwassergefahren und Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten (BWW, BRP, BUWAL, 1997)



Wahrscheinlichkeit	Wiederkehrperiode
Hoch	1 bis 30 Jahre
Mittel	30 bis 100 Jahre
Gering	100 bis 300 Jahre
Sehr gering	> 300 Jahren

Erhebliche Gefährdung
Mittlere Gefährdung
Geringe Gefährdung
Restgefährdung

ANHANG B

Intensitätskriterien nach Prozessarten

Intensitätskriterien

Prozess	Schwache Intensität	Mittlere Intensität	Starke Intensität
Überflutung	$h < 0.5 \text{ m}$ oder $v \times h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$2 \text{ m} > h > 0.5 \text{ m}$ oder $2 \text{ m}^2/\text{s} > v \times h > 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > 2 \text{ m}$ oder $v \times h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$
Ufererosion	$d < 0.5 \text{ m}$	$2 \text{ m} > d > 0.5 \text{ m}$	$d > 2 \text{ m}$
Murgang	-	$h < 1 \text{ m}$ oder $v < 1 \text{ m/s}$	$h > 1 \text{ m}$ und $v > 1 \text{ m/s}$
Stein-, Blockschlag	$E < 30 \text{ kJ}$	$30 < E < 300 \text{ kJ}$	$E > 300 \text{ kJ}$
Felssturz, Bergsturz	-	-	$E > 300 \text{ kJ}$
Permanente Rutschung *	$v < 2 \text{ cm/Jahr}$	$2 \text{ cm/Jahr} < v < 10 \text{ cm/Jahr}$	$v > 10 \text{ cm/Jahr}$
Hangmure	$M < 0.5 \text{ m}$; Übersarung (h) im Dezimeterbereich	$0.5 \text{ m} < M < 2 \text{ m}$ $hM < 1 \text{ m}$	$M > 2 \text{ m}$ $hM > 1 \text{ m}$
Spontane Rutschung	$M < 0.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < M < 2 \text{ m}$ $hM < 1 \text{ m}$	$M > 2 \text{ m}$ $hM > 1 \text{ m}$
Einsturzprozesse, Absenkungen	Dolinen potenziell vorhanden oder lösungsfällige Gesteine	Dolinen vorhanden, nachgewiesen	Dolinen und eine Einsturzgefährdung sind nachgewiesen
Lawine	$q < 3 \text{ kN/m}^2$	$3 < q < 30 \text{ kN/m}^2$	$q > 30 \text{ kN/m}^2$

h = Wassertiefe resp. Mächtigkeit der Murgangablagerung
 v = Fließgeschwindigkeit des Wassers bzw. des Murgangs
 d = mittlere Mächtigkeit der Abtragung
 E = kinetische Energie
 v = Durchschnittliche langjährige Rutschgeschwindigkeit
 M = Mächtigkeit der mobilisierbaren Masse (Hangmure, spontane Rutschung)
 hM = Mächtigkeit der Ablagerung durch Hangmure bzw. Rutschung
 q = Druck

* Zusätzlich werden bei den permanenten Rutschungen die max. Rutschgeschwindigkeit (v_{max}), Differenzialbewegungen (D) und die Gründigkeit (T) in die Beurteilung miteinbezogen.

ANHANG C

Bedeutung der Gefahrenstufen und planerische Auswirkungen

	Bedeutung der Gefährdung		Bau- und Nutzungsbeschränkungen	Festlegung der Bauzonen *	
				Heutige Situation	Ortsplanung
Erhebliche Gefährdung (rot)	<u>Personen</u> sind sowohl innerhalb als auch ausserhalb von Gebäuden <u>gefährdet</u> . Mit der plötzlichen <u>Zerstörung von Gebäuden</u> ist zu rechnen oder die Ereignisse treten in schwächerem Ausmass, dafür mit einer <u>hohen Wahrscheinlichkeit</u> auf. Wichtige Kriterien für die Beurteilung des Schadenrisikos sind z.B. der gefährdete Personenkreis innerhalb und ausserhalb der Gebäude sowie Sicherheitsmassnahmen.	VERBOTSBEREICH	Es dürfen <u>keine Bauten und Anlagen</u> , die dem Aufenthalt von Mensch oder Tier dienen, neu <u>errichtet oder erweitert</u> werden. Andere Bauten und Anlagen sind nur zugelassen, wenn sie auf eine Lage im Gefahrengebiet angewiesen sind, und zudem Menschen, Tiere sowie erhebliche Sachwerte nicht gefährdet sind. <u>Umbauten und Zweckänderungen</u> sind nur gestattet, wenn dadurch das <u>Schadenrisiko vermindert</u> wird.	Nichtbauzone Bauzone / nicht überbaut Bauzone / überbaut	Keine neue Bauzone Umzonung in die Nichtbauzone In der Regel belassen in der Bauzone (1)
Mittlere Gefährdung (blau)	<u>Personen</u> sind innerhalb von Gebäuden kaum gefährdet, jedoch <u>ausserhalb</u> davon. Mit <u>Schäden an Gebäuden</u> ist zu rechnen, jedoch sind plötzliche Gebäudezerstörungen nicht zu erwarten, falls geeignete Massnahmen getroffen werden. Die Sicherheit von <u>Personen</u> ist sowohl innerhalb wie ausserhalb der Gebäude zu berücksichtigen.	GEBOTSBEREICH	<u>Bauten</u> sind nur zugelassen, wenn mit <u>Massnahmen zur Gefahrenbehebung</u> sichergestellt ist, dass Menschen, Tiere und erhebliche Sachwerte nicht gefährdet sind.	Nichtbauzone Bauzone / nicht überbaut Bauzone überbaut	Umzonung in Bauzone nur ausnahmsweise (1) (2) Belassen in Bauzone nur ausnahmsweise (1) (2) In der Regel belassen in Bauzone (1)
Geringe Gefährdung (gelb)	<u>Personen</u> sind <u>kaum gefährdet</u> . An der <u>Gebäudehülle</u> sind <u>geringe Schäden</u> möglich, und im Innern von Gebäuden können v.a. bei Hochwasser erhebliche Sachschäden entstehen.	HINWEISBEREICH	<u>Bauten</u> sind grundsätzlich <u>zugelassen</u> und das Ergreifen allfälliger <u>Schutzmassnahmen liegt in der Eigenverantwortung</u> des Eigentümers. Für <u>sensible Objekte</u> gelten die gleichen Bestimmungen wie in blauen Gefahrengebieten.		Zurückhaltung bei Bauzonen für sensible Nutzungen.
Restgefährdung (gelb-weiss)	Gefährdete Gebiete <u>bei Extremereignissen</u> (erhebliche Sachschäden bis Zerstörung von Bauten möglich).		Gleiche Bestimmung wie im gelben Gefahrengebiet.		Zurückhaltung bei Bauzonen für Nutzungen, welche der Aufrechterhaltung der öffentlichen Ordnung dienen (Spital, Feuerwehr usw.) oder welche ein sehr grosses Schadenpotenzial aufweisen.
Unbestimmte Gefährdung	<u>Intensität und Wahrscheinlichkeit</u> der Gefahrenprozesse <u>unbestimmt</u> .			Bauzone / Nichtbauzone	Keine neue Bauzone (solange Gefahrenstufe nicht bestimmt ist)

* Aus: Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung – Arbeitshilfe für die Ortsplanung, Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern. 2009

(1) Für alle Bauzonen in roten und blauen Gefahrengebieten gelten beschränkte Baumöglichkeiten gemäss Art. 6 BauG. Menschen, Tiere und erhebliche Sachwerte dürfen nicht gefährdet werden. Zusätzlich ist es möglich, die Baubeschränkungen mit massgeschneiderten Zonenvorschriften (z.B. Bestandeszone, Zone mit Planungspflicht, Überbauungsordnung) zu regeln. Bei einer Änderung von Art und Mass der zulässigen Nutzung darf das Risiko nicht erhöht werden.

(2) Ausnahmen dürfen nur mit grösster Zurückhaltung und gestützt auf eine sorgfältige und sachbezogene Interessenabwägung vorgesehen werden. Dabei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- Die Möglichkeiten der Gemeinde, an anderen Standorten Bauzonen für die vorgesehene Zweckbestimmung zu bezeichnen.
- Die Lage der Bauzone im Siedlungsgebiet: Eine Bauzone ist eher möglich im bereits weitgehend überbauten Gebiet als am Siedlungsrand.
- Die Gefahrenstufe: Eine Bauzone ist eher zulässig an der Grenze zum gelben als an der Grenze zum roten Gefahrengebiet.
- Das Ausmass des durch die Bauzonenausscheidung ermöglichten Schadenpotenzials (Art der Nutzung; Gefährdung von Mensch und Tier ausserhalb der Gebäude; Nutzungsbeschränkung): Dieses ist möglichst klein zu halten.
- Die technische Machbarkeit, die räumliche Verträglichkeit und die Folgekosten für Schutzmassnahmen. Dabei ist zu beachten, dass gemäss geltender Wasserbau- und Waldgesetzgebung für Massnahmen zum Schutz von Bauten und Anlagen in bekannten Gefahrengebieten von Bund und Kanton keine Beiträge gewährt werden.

Die Gefahrenkarte dient als:

- Grundlage für die Ortsplanung (Ausscheidung der Bauzonen und Erlass von Bauvorschriften, Beurteilung und Bewilligung von Bauvorschriften)
- Grundlage für die Planung von Bauvorhaben (Objektschutz)
- Grundlage für die Notfallplanung (Einrichtung von Frühwarndiensten und Organisation der Notfallplanung)
- Grundlage für die Planung von Schutzbauten (Aufzeigen der Wirksamkeit von Schutzbauten, Kosten-Nutzen-Faktor berechnen; Projektierung, Ausführung und Optimierung von Schutzbauten)

Bedeutung der Gefahrenkarte in der Ortsplanung:

Fall	Gefahrengebiet/Gefahrenstufe	Heutige Situation	Behandlung in der Ortsplanung
1	Rot	Nichtbauzone	Keine neue Bauzone
2	Rot	Bauzone / Nicht überbaut	Umzonung in die Nichtbauzone
3	Rot	Bauzone / Überbaut	In der Regel belassen in Bauzone (1)
4	Blau	Nichtbauzone	Umzonung in Bauzone nur ausnahmsweise (1) (2)
5	Blau	Bauzone / Nicht überbaut	Belassen in Bauzone nur ausnahmsweise (1) (2)
6	Blau	Bauzone / Überbaut	In der Regel belassen in Bauzone (1)
7	Gelb		Zurückhaltung bei Bauzonen für sensible Nutzungen (siehe Umschreibung im Muster-Artikel)
8	Gelb-weiss		Zurückhaltung bei Bauzonen für Nutzungen, welche der Aufrechterhaltung der öffentl. Ordnung dienen (Spital, Feuerwehr usw.) oder ein grosses Schadenpotenzial aufweisen.
9	Gefahrenhinweis (unbestimmte Gefahrenstufe)	Bauzone / Nichtbauzone	Keine neue Bauzone (solange Gefahrenstufe nicht bestimmt ist).

- Gefahrengebiete sind zum einen bei der Ausscheidung neuer Bauzonen zu beachten
- Zum andern müssen die bestehenden Bauzonen bei der Ortsplanung aufgrund der aktuellsten Kenntnisse der Gefahrensituation überprüft und sofern notwendig angepasst werden

→ Die Auszonung und die Änderung von Zonenvorschriften, die den Schutz von Personen und Sachwerten vor Naturgefahren bezweckt, stellen nach ständiger Rechtspraxis keine materielle Enteignung dar und haben daher keine Entschädigungspflicht zur Folge.

Bedeutung der Gefahrenkarte für Liegenschaftseigentümer:

- Im **roten** und **blauen** Gebiet wird ein frühzeitiger Einbezug der kantonalen Fachstellen empfohlen; Baumöglichkeiten / allfällige Auflagen oder Bedingungen an Gestaltung von Gebäude, Umgebung und Zufahrt frühzeitig abklären
- Der Bauherr hat aufzuzeigen, mit welchen Massnahmen an Umgebung oder Gebäude der Gefahr im nötigen Mass begegnet werden soll (z.B. mittels Erstellung eines Fachgutachtens)
- Selbstdeklaration des Bauherrn auf Zusatzformular Naturgefahren zu Baugesuchsunterlagen

Aufgaben der Gemeinden:

- Information: Grundeigentümer auf Gefährdung hinweisen
- Berücksichtigung der Gefährdung durch Naturgefahren in Ortsplanung und bei Bauvorhaben
 - Bauvorhaben in **rotem** und **blauem** Gebiet: Weiterleitung des Bauvorhabens an kantonale Fachstelle (OIK / AWN)
 - Bauvorhaben in **gelbem** Gebiet: Eigentümer auf Gefährdung hinweisen (Eigenverantwortung); Ausnahme: sensible Objekte (Altersheim, Spital, Schule usw.) müssen auch in gelb und gelb - weiss gestreiften Gefahrengebieten den Fachstellen zur Stellungnahme vorgelegt werden.
 - Bauvorhaben in **braunem** Gebiet (Perimeter B / Gefahrenhinweisbereich): Weiterleitung des Bauvorhabens an kantonale Fachstelle (OIK / AWN)
- Umsetzung der Gefahrenkarte in die Nutzungsplanung innerhalb von 2 Jahren
 - Berücksichtigung der Naturgefahren bei der Festlegung der Bauzonen
 - Gefahrengebiete in Zonenplan bezeichnen
 - Bestimmungen im Baureglement
 - Planerlassverfahren (in Absprache mit AGR)
 - Baupolizeiliche Aufsicht über die Umsetzung von Auflagen zum Schutz vor Naturgefahren

Rechtliche Aspekte:

- Gefahrenkarte = Fachgutachten
- Die Gefahrenkarte ist eine behördenverbindliche Grundlage z.B. bei der Ortsplanung (Berücksichtigung der Naturgefahren bei Festlegung von Bauzonen und bei Beurteilung von Baugesuchen)
- Die Gefahrenkarte ist erst grundeigentümergebunden, wenn die Umsetzung in die Nutzungsplanung erfolgt ist (Gefahrengebiete in Zonenplan als grundeigentümergebunden festlegen; Bestimmungen im Baureglement festhalten)
- Einsprachemöglichkeit besteht im Rahmen eines Baubewilligungsverfahrens oder bei der Planaufgabe einer Ortsplanungsrevision mittels Gegengutachten.

Finanzielle Aspekte:

- Schutzmassnahmen, welche die Gefährdung für einen Neubau reduzieren, werden vom Eigentümer selbst getragen
- Schutzmassnahmen, welche die Gefährdung für einen Umbau (im Sinne eines Erweiterungsbaus) reduzieren, werden vom Eigentümer selber getragen
- Schutzmassnahmen für bestehende Bauten können von Bund / Kanton mit Subventionen unterstützt werden, wenn ein zu hohes individuelles Todesfallrisiko besteht oder wenn die Massnahmen kostenwirksam umgesetzt werden
- Die GVB unterstützt Hauseigentümer finanziell bei Präventionsmassnahmen durch Eigeninitiative (nicht bei verordneten oder subventionierten Massnahmen): bis zu 20% der Investition, max. 5'000 Fr. pro Gebäude

ANHANG D

Datenblätter Beurteilung Schutzbauwerke nach Protect (Wassergefahren)

Protect: Geschiebe-/ Schwemmholzurückhalt Ausschütte / W_BE_Guerbe	
Grundlagen	
Hauptprozessart	<input type="checkbox"/> Lawine <input type="checkbox"/> Rutsch <input type="checkbox"/> Sturz <input checked="" type="checkbox"/> Wasser
Prozessquelle / Prozessraum / Prozessart	W_BE_Guerge / Gürbestude - Usschütti / Hochwasser (Murgang)
Bauwerkstyp	Geschiebeablagerungsstrecke (Sammler)
Lage	2'606'145, 1'178'365 / 615 m ü. M.
Baujahr	2001/2002
Geometrie / Abmessung	<ul style="list-style-type: none"> - Aufgelöste Blocksteinrampe am oberen Ende der Ausschütte, Betonsperrre / Sohlenrippe oberhalb - Geschiebeablagerungsstrecke (Sammler) L x B ca. 550m x 40-80m - Abschlussbauwerk (Betonriegel) mit Schwemmholzrechen (nach oberstrom leicht gekrümmt) - Notüberlauf mit Tauchwand: B = 30 m (25 m Sohlenbereich) / h = 2.3m, lichte Höhe ca. 1.5 m - 2 Betonsperren unterhalb Auslaufbauwerk
Dimensionierungsgrösse inkl. Wiederkehrperiode	- Ablagerungsvolumen $V = 100'000 \text{ m}^3$
Materialien	<p>Grobholzrechen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 27 senkrecht angeordneten, ausbetonierte Stahlrohre - h 3.75 - 4.25 m, $\varnothing = 0.27 \text{ m}$ - lichter Stababstand 1.0 m - Betonsperrenflügel beidseits <p>Notüberlauf (Tauchwand) aus armiertem Beton Blockrampe / Blockteppich mit grossen Einzelblöcken (2-4to)</p>
Nutzungsanforderungen	keine Angabe
Dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> - Holzurückhalterechen Gürbe, Bericht über die hydr. Modellversuche zum Holzurückhalt Ausschütte bei Wattenwil, Bericht Nr. 4157. VAW ETH Zürich, 2002 - Sanierungsprojekt für die Verbauung der Gürbe im Gebirge Forstsägebrücke – Hohli 1993. Kissling + Zbinden AG, Juni 1997 - Gürbe Wattenwil, Kontrollaufnahmen Ausschütte 14.03.2018, Kurzbericht. Kissling + Zbinden AG, 14.03.2018.

Schwemmholzrechen Abschluss Sammlerbereich



Fotos

Tauchwand im Überlastsektion



Schritt 1: Grobbeurteilung

Massnahmenziel	Geschiebe- und Schwemmholzurückhalt zum Schutz des unterhalb liegenden Gebiete entlang der Gürbe (Siedlung, Gewerbe, int. LW).
Gesamtkonzept	<p>Durch den Höhenversatz bei der Einlauf Sperre wird das aufgeweitete Gerinne im Sammlerbereich abgeflacht, das Geschiebe kann sich über eine weite Strecke bis zum Auslaufbauwerk ablagern. Beidseitige Dämme erhöhen das Volumen des Ablagerungsraumes der Ausschütte. Das Abschlussbauwerk bildet der nach oberstrom leicht gekrümmte Schwemmholzrechen, welcher auch ein Fixpunkt in der Sohle darstellt. Linksseitig vom Schwemmholzrechen ist ein Notüberlauf mit einer Tauchwand angeordnet, wo das Wasser bei Verklausung / vollständigen Belegung des Schwemmholzrechens ablaufen kann, ohne dass die Dämme im Bereich der Ausschütte li/re überströmt werden und viel Schwemmholz über den Rechen in den Abschnitt unterhalb weitertransportiert / ausgeschwemmt wird.</p> <p>Für Geschiebeentnahmen ist ein Konzept mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsräumen (G1 G3) vorgesehen. Interventionen (Entnahmen) werden angeordnet, sobald die Interventionsgrenzen gem. LP / QP erreicht sind. Geschiebeentnahmen werden primär im obersten Bereich der Ausschütte vorgenommen.</p>
Erwartete Schutzwirkung	<ul style="list-style-type: none"> - bis HQ₃₀ etwas Austrag von Geschiebe (ca. 1'600 m³); Durchgang von Einzelkomponenten Schwemmholz - ab HQ₁₀₀ (bis EHQ) Austrag von rund 3'000 m³ Geschiebe, Schwemmholzaustrag nimmt etwas zu. Gemäss den Modellversuchen an der VAW ist auch bei Extremereignissen mit einem Durchgang von maximal 20-30 grossen Stämmen zu rechnen. Die Ausschütte beginnt sich von oben her zu füllen und die Geschiebefront bewegt sich langsam Richtung Schwemmholzrechen.
Verfügbarkeit Massnahme	Der Geschiebesammler ist permanent verfügbar, sofern eine rasche Leerung (Unterhalt) nach Ereignissen gewährleistet wird (Sicherstellung durch WBV Obere Gürbe).
Lebensdauer	80 Jahre
Fazit Schritt 1:	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung des Bauwerks am Übergang zum flacheren (kanalisiertem) Abschnitt im Gürbetal günstig. - Bis zu Extremereignissen mit extremen Geschiebefrachten (390'000 m³) wirksamer Rückhalt und relativ geringer Austrag in den Abschnitt unterhalb - Schwemmholzurückhalt nur z.T. wirksam, Durchgang Einzelstämme und (Teil-) Verklausungen der Brücken im Unterlauf ab HQ₃₀ wahrscheinlich - Tragsicherheit der Massnahme gegeben - Die Bauwerke der Ausschütte sind für die Gefahrenbeurteilung (Ausw. auf Prozessverlauf und -intensitäten unterhalb) relevant
Bearbeiter/in, Datum	Kissling+Zbinden AG, Bernhard Richli, 15.05.2021

Protect: Geschiebesammler (Schwachstelle 4.13) / W_4_Mettlibach	
Grundlagen	
Hauptprozessart	<input type="checkbox"/> Lawine <input type="checkbox"/> Rutsch <input type="checkbox"/> Sturz <input checked="" type="checkbox"/> Wasser
Prozessquelle / Prozessraum / Prozessart	W_4_Mettlibach / Mettlen / Hochwasser, Murgang
Bauwerkstyp	Geschiebesammler mit Schwemmholzurückhalt
Lage	Weiermoosweg: 2'605'045, 1'177'627 / 690 m ü. M.
Baujahr	2016 (Ausbau)
Geometrie / Abmessung	- Einlaufsperrre aus Blocksteinen, Kolkschutz - Geschiebeablagerungsplatz (Sammler) LxB ca. 30mx10m - Abschlussbauwerk mit Schwemmholzrechen, Seitliche Sicherung mit Blocksteinen; - Zufahrt Unterhalt ab Weiermoosweg
Dimensionierungsgrösse inkl. Wiederkehrperiode	- Sammlervolumen ca. 900 m ³ (entspr. ca. G ₁₀₀₋₃₀₀)
Materialien	Blocksteine ca. 1-2 t, Rechen aus Stahl-Profilen (H-Profile)
Nutzungsanforderungen	Keine Angabe
Dokumentation	Wasserbaubewilligung Seitenbäche Wattenwil, Herzog Ing. / Bühler + Dällenbach, Okt. 2007
Fotos	
Schritt 1: Grobbeurteilung	
Massnahmenziel	Geschiebe-/ Schwemmholzurückhalt zum Schutz des unterhalb liegenden Siedlungsgebiets (Verringerung Geschiebeablagerungen / Verklauungsrisiko unterhalb Sammler)
Gesamtkonzept	Durch Höhenversatz bei Einlaufsperrre wird das aufgeweitete Gerinne im Sammlerbereich abgeflacht, das Geschiebe kann sich ablagern. Schwemmholz wird durch den Schwemmholzrechen zurückgehalten.
Erwartete Schutzwirkung	- bis HQ ₁₀₀ vollständiger Rückhalt Geschiebefrachten - ab HQ ₃₀₀ Sammler vollständig gefüllt und überlastet; Geschiebeaustrag in Unterlauf - ab HQ ₁₀₀ Durchgang einzelner Schwemmholzkomponenten in Unterlauf, ab HQ ₃₀₀ grössere Schwemmholzfrachten
Verfügbarkeit Massnahme	Der Geschiebesammler ist permanent verfügbar, sofern eine rasche Leerung (Unterhalt) nach Ereignissen gewährleistet wird
Lebensdauer	80 Jahre
Fazit Schritt 1:	- Anordnung des Bauwerks unterhalb Zusammenfluss steiler Seitengerinne (oberhalb Weiermoosweg) und oberhalb Siedlung günstig. - Geschieberückhaltevolumen für grössere Ereignisse (ab HQ ₃₀₀) nicht ausreichend - Schwemmholzurückhalt nur z.T. wirksam, auch Mobilisierung einzelner Schwemmholzkomponenten aus Ufervegetation unterhalb. - Tragsicherheit der Massnahme gegeben - Der Geschiebesammler ist für die Gefahrenbeurteilung (Ausw. auf Prozessverlauf und -intensitäten unterhalb) relevant
Bearbeiter/in, Datum	Kissling+Zbinden AG, Bernhard Richli, 01.04.2021

Protect: Geschiebesammler (Schwachstelle 6.20) / W_6_Lienegggrabe	
Grundlagen	
Hauptprozessart	<input type="checkbox"/> Lawine <input type="checkbox"/> Rutsch <input type="checkbox"/> Sturz <input checked="" type="checkbox"/> Wasser
Prozessquelle / Prozessraum / Prozessart	W_6_Lienegggrabe / Gmeis / Hochwasser, Murgang
Bauwerkstyp	Geschiebesammler mit Schwemmholzurückhalt
Lage	Steinerenweg: 2'604'717, 1'178'564 / 671 m ü. M.
Baujahr	2015
Geometrie / Abmessung	- Sperre: h = 8.9 m / B = 28.5 m / d = 1.0 m - Abschlussperre (Beton-Flügelmauer) mit Öffnung im Grundablass (kann bei Bedarf durch ein Verschieben der Stahlprofile angepasst werden), seitliche Sicherung mit Blocksteinen - Zufahrt Unterhalt ab Steinerenweg
Dimensionierungsgrösse inkl. Wiederkehrperiode	- Sammlervolumen ca. 1'000 m ³ (entspr. ca. G ₃₀ - 100)
Materialien	Abschlussperre in Beton armiert, Stahlprofile Blocksteine ca. 1-2.5 t
Nutzungsanforderungen	Keine Angabe
Dokumentation	Wasserbaubewilligung Seitenbäche Wattenwil, Herzog Ing. / Bühler + Dällenbach, Okt. 2007. Geschiebesammler Lienegggrabe, Bauleiterbericht. Kissling + Zbinden AG, 2015.
Fotos	 <p>Steinerenweg 3a, 3665 Wattenwil, Schweiz 46,75802, 7,49981, 734,3m, 44° 03/03/2020 10:18:20</p>  <p>Steinerenweg 3a, 3665 Wattenwil, Schweiz 46,758, 7,49981, 728,9m, 104° 03/03/2020 10:23:32</p>

Schritt 1: Grobbeurteilung	
Massnahmenziel	Geschiebe-/ Schwemmholzurückhalt, Auffangen / Abbremsen von Murschüben / murgangartigen Abflüssen zum Schutz des unterhalb liegenden Siedlungsgebiets (Verringerung Prozessintensität unterhalb Sammler)
Gesamtkonzept	Im Ereignisfall sieht das Konzept einen Rückstau im Geschiebesammler vor (Verklausung Abschlussbauwerk durch Geschiebe/ Schwemmholz), welcher in Kombination mit der Aufweitung des Gerinnes zu einer Geschiebeablagerung führt. Anfallendes Schwemmholz wird mittels vorgelegter Tauchwand zurückgehalten
Erwartete Schutzwirkung	- bis HQ ₃₀ vollständiger Rückhalt Geschiebefrachten - ab HQ ₁₀₀ Sammler vollständig gefüllt und überlastet; Geschiebeaustrag und Durchgang einzelner Schwemmholzkomponenten in Unterlauf
Verfügbarkeit Massnahme	Der Geschiebesammler ist permanent verfügbar, sofern eine rasche Leerung (Unterhalt) nach Ereignissen gewährleistet wird
Lebensdauer	100 Jahre
Fazit Schritt 1:	- Anordnung des Bauwerks unterhalb des steilen Gerinnes oberhalb Siedlung günstig. - Geschieberückhaltevolumen für seltene Ereignisse (ab HQ ₁₀₀) nicht ausreichend - Schwemmholzurückhalt nur z.T. wirksam, v.a. ab HQ ₁₀₀ Austrag/ Weitertransport - Tragsicherheit der Massnahme gegeben - Der Geschiebesammler ist für die Gefahrenbeurteilung (Ausw. auf Prozessverlauf und -intensitäten unterhalb) relevant
Bearbeiter/in, Datum	Kissling+Zbinden AG, Bernhard Richli, 01.04.2021

Protect: Geschiebesammler (Schwachstelle 6.25) / W_6_Ryscheregrabe	
Grundlagen	
Hauptprozessart	<input type="checkbox"/> Lawine <input type="checkbox"/> Rutsch <input type="checkbox"/> Sturz <input checked="" type="checkbox"/> Wasser
Prozessquelle / Prozessraum / Prozessart	W_6_Ryscheregrabe / Ryscheren, Stockeren / Hochwasser, Murgang
Bauwerkstyp	Geschiebesammler mit Schwemmhölzrückhalt
Lage	Ryscherenweg: 2'604'568, 1'178'939 / 675 m ü. M.
Baujahr	2014
Geometrie / Abmessung	<ul style="list-style-type: none"> - Einlaufbauwerk (Blocksatzrampe) - Sperre: h = 5.7 m / B = 17.0 m / d = 0.8 m - Abschluss Sperre (Beton-Flügelmauer) mit Öffnung im Grundablass (kann bei Bedarf durch ein Verschieben der Stahlprofile angepasst werden), seitliche Sicherung mit Blocksteinen - Zufahrt Unterhalt ab Ryscherenweg
Dimensionierungsgrösse inkl. Wiederkehrperiode	- Sammlervolumen ca. 800 m ³ (entspr. ca. G ₁₀₀)
Materialien	Abschluss Sperre in Beton armiert, Stahlprofile Blocksteine ca. 1-2.5 t (teils in Hinterbeton)
Nutzungsanforderungen	Keine Angabe
Dokumentation	Wasserbaubewilligung Seitenbäche Wattenwil, Herzog Ing. / Bühler + Dällenbach, Okt. 2007. Geschiebesammler Ryscheregrabe, Bauleiterbericht Kissling + Zbinden AG, 2014.
Fotos	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Ryscherenweg 6, 3665 Wattenwil, Schweiz 46.76177, 7.49855, 712.6m, 276° 03/03/2020 09:39:03</p> 

Schritt 1: Grobbeurteilung	
Massnahmenziel	Geschiebe-/ Schwemmholzurückhalt, Auffangen / Abbremsen von Murschüben / murgangartigen Abflüssen zum Schutz des unterhalb liegenden Siedlungsgebiets (Verringerung Prozessintensität unterhalb Sammler)
Gesamtkonzept	Im Ereignisfall sieht das Konzept einen Rückstau im Geschiebesammler vor (Verklausung Abschlussbauwerk durch Geschiebe/ Schwemmholz), welcher in Kombination mit der Aufweitung des Gerinnes zu einer Geschiebeablagerung führt. Anfallendes Schwemmholz wird mittels vorgelegter Tauchwand zurückgehalten.
Erwartete Schutzwirkung	- bis HQ ₁₀₀ vollständiger Rückhalt Geschiebefrachten - ab HQ ₃₀₀ Sammler vollständig gefüllt und überlastet; Geschiebeaustrag und Durchgang einzelner Schwemmholzkomponenten in Unterlauf
Verfügbarkeit Massnahme	Der Geschiebesammler ist permanent verfügbar, sofern eine rasche Leerung (Unterhalt) nach Ereignissen gewährleistet wird
Lebensdauer	100 Jahre
Fazit Schritt 1:	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung des Bauwerks unterhalb Zusammenfluss steiler Seitengerinne und oberhalb Siedlung günstig, jedoch Mobilisierung möglicher Feststoffe (Geschiebe / Schwemmholz) im Abschnitt unterhalb Sammlerbauwerk - Geschieberückhaltevolumen für grosse Ereignisse (ab HQ₃₀₀) nicht ausreichend; - Schwemmholzurückhalt nur z.T. wirksam, auch Mobilisierung zus. Schwemmholz aus Ufervegetation unterhalb - Tragsicherheit der Massnahme gegeben - Der Geschiebesammler ist für die Gefahrenbeurteilung (Ausw. auf Prozessverlauf und -intensitäten unterhalb) relevant
Bearbeiter/in, Datum	Kissling+Zbinden AG, Bernhard Richli, 01.04.2021

Protect: Geschiebesammler (Schwachstelle 8.07.1) / W_8_Oeligrabe	
Grundlagen	
Hauptprozessart	<input type="checkbox"/> Lawine <input type="checkbox"/> Rutsch <input type="checkbox"/> Sturz <input checked="" type="checkbox"/> Wasser
Prozessquelle / Prozessraum / Prozessart	W_8_Öligrabe / Wattenwil Dorf / Hochwasser, Murgang
Bauwerkstyp	Geschiebesammler mit Schwemmhölzrückhalt
Lage	Dornereweg: 2'604'944, 1'179'955 / 623 m ü. M.
Baujahr	2010
Geometrie / Abmessung	<ul style="list-style-type: none"> - Einlauframpe, Kolkschutz und Vorsperre sowie Fussicherung der Böschung mit Natursteinblöcken im Sammlerbereich - Abschlussperre (Beton-Flügelmauer) mit 3 Metallelementen beim Durchlass - Umgehungsrohr PE 300 linksufrig mit Abdeckung (zur «Entleerung» des Sammlers) - Uferschutz mit Blocksatz (beidseitig) oberhalb und unterhalb Abschlussperre - Zufahrt Unterhalt ab Dornereweg
Dimensionierungsgrösse inkl. Wiederkehrperiode	- Sammlervolumen ca. 1'500 m ³ (entspr. ca. G _E ausreichend)
Materialien	Abschlussperre in Beton armiert, Stahlprofile Blocksteine ca. 1-2.5 t
Nutzungsanforderungen	Keine Angabe
Dokumentation	Wasserbaubewilligung Seitenbäche Wattenwil, Herzog Ing. / Bühler + Dällenbach, Okt. 2007 Geschiebesammler Oeligrabe, Bauleiterbericht. Bühler + Dällenbach, April 2012
Fotos	



Schritt 1: Grobbeurteilung	
Massnahmenziel	Geschiebe-/ Schwemmholzurückhalt, Auffangen / Abbremsen von Murschüben zum Schutz des unterhalb liegenden Siedlungsgebiets (Verringerung Prozessintensität unterhalb Sammler)
Gesamtkonzept	Im Ereignisfall sieht das Konzept einen Rückstau im Geschiebesammler vor (Verklausung Abschlussbauwerk durch Geschiebe/ Schwemmholz), welcher in Kombination mit der Aufweitung des Gerinnes zu einer Geschiebeablagerung führt. Anfallendes Schwemmholz wird mittels vorgelegter Tauchwand zurückgehalten
Erwartete Schutzwirkung	- bis EHQ vollständiger Rückhalt Geschiebefrachten - ab HQ ₁₀₀ Austrag einzelner Schwemmholzkomponenten aus Sammler
Verfügbarkeit Massnahme	Der Geschiebesammler ist permanent verfügbar, sofern eine rasche Leerung (Unterhalt) nach Ereignissen gewährleistet wird
Lebensdauer	100 Jahre
Fazit Schritt 1:	- Anordnung des Bauwerks oberhalb der Siedlung günstig. - Geschieberückhaltevolumen bis Extremereignisse ausreichend - Tragsicherheit der Massnahme gegeben - Der Geschiebesammler ist für die Gefahrenbeurteilung (Ausw. auf Prozessverlauf und -intensitäten unterhalb) relevant
Bearbeiter/in, Datum	Kissling+Zbinden AG, Bernhard Richli, 01.04.2021

ANHANG E

Datenblätter Prozessquellen Wassergefahren

Prozessquelle Wasserprozesse: W_BE_Guerbe			
Einzugsgebietsfläche	Nr.*	Kote / Standort	km ²
	BP 11	620 m ü.M., Ausschütte	12.1
	BP 12	615 m ü.M., nach Einm. Fallbach / Mettlibach	40.1
	BP 13	568 m ü.M. Pegel Burgistein	52.7
			* Bemessungspunkt gem. Scherrer Studie 2011
Charakteristik	Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte): Die Quelle der Gürbe liegt auf einer Höhe von 1685 m ü.M. an der Nordflanke der Stockhorn-Gantrisch-Kette (Höchster Punkt: Gantrisch (2175 m ü.M.)). In den obersten ca. 5 km durchfliesst die Gürbe ein erodiertes, steiles Tal. Zahlreiche steile Seitenbäche münden in diesem Bereich in die Gürbe. Ca. bei Kote 785 m ü.M tritt die Gürbe beim Hohli aus der Schluchtstrecke auf den Schuttkegel aus (Kegelhals). Der steile Oberlauf ist bis zur Ausschütte mit Sperren verbaut. Die ersten Querwerke wurden bereits um 1900 erstellt. Ab Hohli verläuft die Gürbe über rund 2.5 km in einem kanalisierten, mit Sperren abgestuften Gerinne auf dem Schuttkegel. Dieser Abschnitt wurde nach dem Hochwasserereignis von 1990 komplett saniert und verbaut (inkl. neue Blumensteinbrücke). Dabei wurden etappenweise beidseitig auch Murgangleitdämme zum Schutz der Siedlungsgebiete Mettlen (links) und Blumenstein (rechts) erstellt. Der grösste Teil des natürlichen Kegels ist heute bewaldet und die Gürbe bestreicht nur noch einen kleinen Teil davon. Eine Blockrampe am unteren Ende des Schuttkegels bildet den Übergang vom verbauten Gerinne in die «Ausschütte», eine flachere und breitere Geschiebeablagerungsfläche. Integriert in die 'Ausschütte' ist ein Abschlussbauwerk mit Holzrechen und linksseitig ein Notüberlaufbereich mit Tauchwand für den Überlastfall. Diese Stelle markiert den Übergang von der «Gürbe im Gebirge» in den «Oberlauf» der Gürbe.		
	Oberlauf Gürbe (ab Ausschütte) Unterhalb der Ausschütte bei der Forstsäge münden der Fallbach (rechts) und der Mettlinbach (links) in die Gürbe. Ab hier fliesst die Gürbe über ca. 20 km bis zu ihrer Einmündung in die Aare unterhalb von Kehrsatz (bei Belp) kanalisiert und im einfachen Trapezprofil mit beidseitigen Dämmen durch das flache Gürbetal. Seit der Korrektur wurde die Gürbe nur noch wenig verändert. Auch die Sperren in der Sohle sind bereits auf alten Karten ersichtlich und stammen aus der Zeit um 1900.		
	Längsgefälle Gürbefälle – Einm. Ambachgrabe (1'600 – 1'320 m ü.M.): ca. 25% Ambachgrabe – Schwändlibachgrabe (1'320 – 1'210 m ü.M.) ca. 10% Schwändlibachgrabe - Hohli (1'210 – 800 m ü.M.) ca. 17% Hohli – 1km oh Blumensteinbrücke (800 - 740 m ü.M.) ca. 11% - 9.5% 1km oh. Blumensteinbrücke – Blumensteinbr. (740 – 665 m ü.M.) ca. 6% Blumensteinbrücke - Ausschütte (665 - 620 m ü.M.) ca. 6% Ausschütte: Blockrampe (ca. 8%), Abflachung auf 2-3% Unterhalb Ausschütte (620 - 570 m ü.M.):. 1% - 2%.		
Ereigniskataster	16. Jahrh.	Viele Überschwemmungen durch rücksichtsloses Abholzen der Wälder	
	12. Aug. 1821	Gerinneausbruch	
	9. Aug. 1831	Überschwemmung von Wattenwil bis nach Matten	
	18. Nov. 1885	Austritt beim rechten Ufer mit erheblichen Schäden. Korrektur der Gürbe wurde geplant.	
	27. Juli 1916	Hochgewitter mit Hagelschlag. Anschoppungen bei der Einmündung drängten die Gürbe nach rechts ab. Ufer wurde stark beschädigt. Auch unterhalb Mühlebrücke trat Gürbe über die Ufer und beschädigte an vielen Stellen Uferschutzbauten. Ergänzungs-/ Wiederherstellungsarbeiten für den Hochwasserschutz in Wattenwil und Sicherungsbauten von der Geissbrunnen-Messbrunnstube bis Renggraben.	

	24. Juni 1930	Starkes Gewitter bewirkte ausserordentlich grosse Geschiebezufuhr und Überschwemmungen.
	9. Juli 1931	Starkes Gewitter mit erheblichen Schäden an bestehenden Verbauungen bis zur Einmündung
	29. Juli 1990	Jahrhundertgewitter, ca. 240 mm Niederschlag in 3-4 Stunden, sehr hohe Abflussspitze (deutlich über 100 m ³ /s) . Enorme Schäden im ganzen Gürbetal, vor allem im Oberlauf, die Mehrheit aller Bachsperrren wurde weggerissen. Im Tal wurden über 200'000 m ³ Material abgelagert, Strassen wurden zerstört und Brücken weggerissen.
	22. Aug. 2005,	Intensive Niederschläge über drei Tage, Die Gürbe erreichte beim Pegel Burgistein eine Abflussspitze von 41 m ³ /s. Trotz ergiebiger Niederschläge reagierte die Gürbe verhalten.
	8. Aug. 2007	Intensive Niederschläge über 24h. Die Gürbe erreichte beim Pegel Burgistein eine Abflussspitze von 40.1 m ³ /s. Trotz ergiebiger Niederschläge reagierte die Gürbe verhalten.
	29. Juni 2011	Ein heftiges Gewitter über dem EZG des Riedbachs liessen den Tannhölzigraben und den Riedbach anschwellen. Die Gürbe erreichte beim Pegel Burgistein eine Abflussspitze von 46.6 m ³ /s, den nach dem Hochwasser 1990 zweithöchsten Wert der Abflussmessreihe.
	Februar 2018	Aktivierung Meierisli Rutschung infolge starker Niederschläge resp. erhöhte Niederschläge von Nov. 2017 – Jan. 2018 kombiniert mit Schneeschmelze in wärmeren Perioden (Niederschläge nicht ausserordentlich, Station Untere Gantrischhütte: 770mm zw. Okt. '17- Feb.'18). Tiefgründige Rutschung mit Breite von 400-500m, Fläche ca. 53 ha, Volumen ca. 4.5 Mio. m ³ . Das Gürbegerinne wird t.w. zugestossen (nicht vollständig) und mehrere Sperrren werden z.T. massiv beschädigt (Verkipfung, Bruch, Abscherrung linker Sperrrenflügel; Sperrren 21-25, 30-39, 41, 48-49).
	21. Juni 2021	Heftige Gewitter (Superzellen) mit intensiven Niederschlägen über dem Gurnigelgebiet (etwas Vorfeuchte) führten zu rasch ansteigenden Abflüssen im Einzugsgebiet der Gürbe sowie sämtlichen Seitenbächen in Wattenwil. Bei der Messstation Burgistein führte die Gürbe einen Spitzenabfluss von 66.5 m ³ /s (2-höchster Messwert seit Messbeginn 1982). Im Bereich der Ausschütte wurde Geschiebe und Schwemholz am Rechen abgelagert. Bei Durchgang Spitzenabfluss ca. 0.6 – 0.7 m Freibord im Bereich Erlenhofbrücke (Abfluss in diesem Bereich ca. 60 m ³ /s). Keine Ausuferungen bis zur Gemeindegrenze von Wattenwil (Kapazität ca. 70 m ³ /s).
Sichtbare Phänomene	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte): Das Weideland/ Wald im Einzugsgebiet sind von Vernässungs- und Rutscherscheinungen geprägt. Die Topografie ist aufgrund der Erosion- und Rutschaktivität stark zerfurcht und in zahlreiche Teilräume gegliedert. Das Gelände linksufrig der Gürbe ist mehrheitlich Ost orientiert, die Einhänge der verschiedenen Seitengerinne sind von Nord bis Süd orientiert. Rechtsufrig der Gürbe ist das Gelände mehrheitlich Nord orientiert und etwas weniger stark gegliedert. Rutschbedingte Steilstufen und Flachböden wechseln sich auf beiden Seiten der Gürbe ab.</p> <p>Im Gürbebett ist der Fels (Gurnigel-Flysch) nur in einer ganz kurzen Teilstrecke aufgeschlossen, ansonsten verläuft das Gürbebett im Lockergestein. Die vorkommende Überdeckung mit Lockergestein im Gerinnebereich ist recht unterschiedlich und reicht von wenigen Metern bis abschnittsweise > 25m (mittlere Lockergesteinsmächtigkeit 12 m).</p> <p>Im Bereich der Sperrfelder und vor allem im Ablagerungsbereich der Ausschütte sind grössere Geschiebeablagerungen zu erkennen. Seit dem</p>	

Ereignis 1990 befindet sich die Gürbe aber eher noch in einem Auflandungszustand (keine Entnahmen seit 1990). Der Zustand der Sperren wird unter dem Punkt «Schwachstellen» beschrieben.

Beidseitig des Gürbegerinnes liegen mehr oder weniger aktive Rutschgebiete. Es können folgende Hauptaktivitätszentren für Rutschungen hervorgehoben werden (fett: Gebiete mit besonders hohem Materialeintrag / Grossrutschungen):

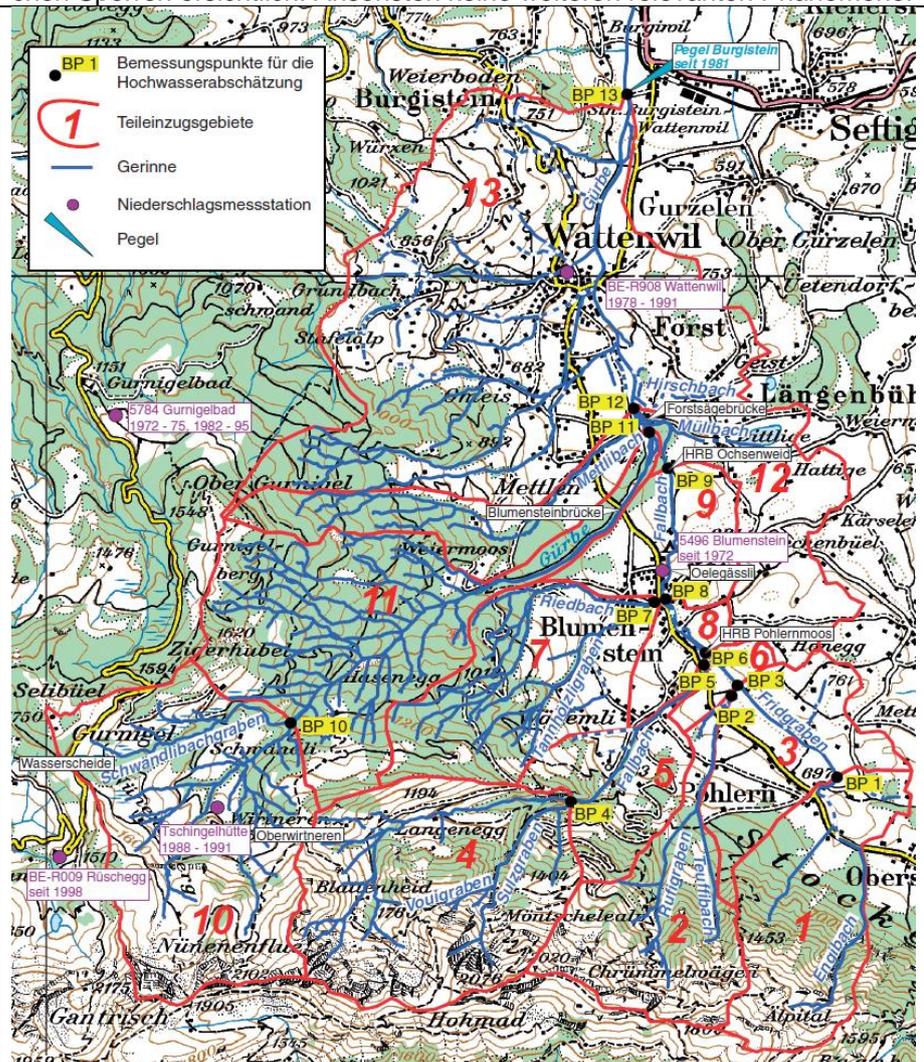
- links: Schwändlibachgraben, Rotbach, **Meierisli, Tiefegrabe**
- rechts: **Schwändli, Bärgli**

Das Gebiet Meierisli ist aufgrund der Reaktivierung im Feb. 2018 als besonders aktiv zu bezeichnen. Die Rutschung ist im Bereich zwischen den Sperren 17 – 50 abschnittsweise bis zur Gürbe vorgestossen (Abschnitt ca. 700m) und das bestehende Bachbett wurde teils stark eingengt. 16 Sperren (Nr. 21-25, Nr. 30-39, Nr. 41, Nr. 48-49) wurden in diesem Abschnitt beschädigt (Verkipfung, Bruch, Abscherung/Abknickung linker Sperrenflügel). Durch die Rutschung liegt hier linksseitig momentan mehr Material zur Disposition im Ereignisfall. Auch rechtsseitig sind lokal Rutschbewegungen erkennbar, welche im Ereignisfall ebenfalls Material in die Gürbe eintragen können (Unterspülung Böschung).

Gürbe Oberlauf (ab Ausschütte):

Unterhalb der Ausschütte befindet sich die Sohle in latenter Erosion (Erosionsspuren, Unterkolkungen). Dies ist insbesondere im Bereich der zahlreichen Sperren ersichtlich. Ansonsten keine weiteren relevanten Phänomene.

Kartenausschnitt



<p>Qualitative Beschreibung relevanter möglicher Ereignisabläufe (Szenarien)</p>	<p>Gürbe im Gebirge: Im Abschnitt der Gürbe im Gebirge sind bezüglich massgeblicher hydro-meteorologischer Lastfälle, Auslösemechanismen und massgeblicher Transportprozesse verschiedene Szenarien denkbar. Grundsätzlich können folgende 2 Szenarien differenziert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geschiebe aus Gerinne-Erosion ▪ Geschiebe aus «Gross»-Rutschungen (Mobilisierung von Rutschungen) <p>Das Szenario «Gerinne-Erosion» kann wie folgt charakterisiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hydro-meteorologische Auslösung durch kurzzeitige Gewitterereignisse (mehrständiger Starkniederschläge, ev. mit Hagel) ▪ abschnittsweise Erosionsprozesse wie Sohlenerosion (Tiefenerosion), Ufererosion (inkl. Material im Gerinne aus Rutschung Meierisli) und Böschungsrutschungen (nicht zu verwechseln mit den Grossrutschungen) ▪ Erosionsleistung unter Berücksichtigung des Zustands resp. der Wirkung des Sperrenverbaus während des Ereignisses <p>Das Szenario «Grossrutschung» aus den Gebieten Tiefengrabe, Meierisli und Schwändli berücksichtigt folgende Überlegungen (für HQ₃₀₀ / EHQ massgeblich):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hydro-meteorologische Auslösung bei langanhaltenden Niederschlägen, z.T. in Kombination mit eingelagerten Starkniederschlägen. Ebenso Vorflechte und Kombination mit Schneeschmelze relevant. ▪ Eintrag Rutschvolumen aus Grossrutschung Schwändli, Meierisli oder Tiefengrabe ▪ Entstehender Transportprozess im Hauptgerinne der Gürbe <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwändli, Meierisli: Propfenbildung resp. t.w. Pfropfbildung im Gerinne der Gürbe, Erosionsprozesse Rutschmaterial, mehrh. fluvialer Geschiebetransport, teils Hyperconcentrated Flow; bei Eintrag Rutschschollen mit höherer Geschwindigkeit auch Verflüssigung und Murgang-ähnlicher Transportprozess ▪ Tiefengrabe: Verflüssigung Rutschung und Eintrag in Gürbe als Murgang ▪ Erosionsleistung unter Berücksichtigung des Zustands resp. der Wirkung des Sperrenverbaus während des Ereignisses sowie der Erosionsleistung im Hautgerinne unterhalb der Rutschung ▪ Berücksichtigung gleichzeitige 2-Rutschung in den Gebieten Schwändli-bachgraben, Rotbach , Bärgli (bei HQ₃₀₀ / EHQ) <p>Gürbe Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschränkter Geschiebeeintrag aus Ausschütte ▪ Insgesamt sind keine massiven Auflandungen zu erwarten, kleinere Auflandungen im Bereich oberstrom Erlenhofbrücke sowie bei Verkläusungsereignissen ▪ Lokal sind je nach Geschiebeeintrag auch Erosionsschäden am Gerinne möglich ▪ Fluvialer Geschiebetransport ▪ Relevant sind hauptsächlich Kapazitätsüberschreitungen (Reinwasser) sowie Verkläusungsereignisse an Brücken und Dammbuchszszenarien.
	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nur Szenario Gerinneerosion massgeblich - Geschiebe aus Gerinneerosion/ Böschungsrutschungen, zusätzliches Material aufgr. Kollabieren einzelner, beschädigter Sperren - Mobilisierung gesamthaft rund 25'000 - 35'000m³ - Geschiebetransport fluvial. Das Geschiebe wird bis zur Ausschütte transportiert. - keine Aktivierung der Meierisli Rutschung / weiterer Rutschgebiete - keine (Teil-) Verkläusung Blumensteinbrücke <p>HQ₃₀</p>

	<p>Gürbe Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hauptsächlich Kapazitätsüberschreitung Reinwasser massgebend (Freibord auf mehreren Abschnitten unterschritten) - Ausbruch im Bereich Mündung Fallbach/ Mettlibach - Freibord an Erlenhof- und Rösslibrücke unterschritten: Wasseraustritt infolge Teilverklauungen
HQ ₁₀₀	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bei Szenario Gerinneerosion ähnliche Prozessabläufe wie bei 30-jährl. Gewitterereignis - Zus. Materialeintrag aufgr. Versagen mehrerer Sperren (alle beschädigten), vollständige Erosion des Materials im Bereich Rutschung Meierisli (zw. Sperren 17-50), kleinere Verschiebungen im Bereich Rutschung aufgr. Seitenerosion möglich - Mobilisierung gesamthaft rund 85'000 - 95'000m³, Geschiebetransport fluvial. Ein Grossteil des Geschiebes wird bis zur Ausschütte transportiert, teils Rückwärtsauflandungen Richtung Blumensteinbrücke (Erhöhung Verklauungsgefährdung). - Bei langanhaltenden Niederschlägen mit eingelagerten Starkniederschlägen zus. Eintrag durch Aktivität Rutschung Meierisli möglich; Propfenbildung durch langsamen/schnellen Einstau oder Eintrag Rutschschollen mit hoher Geschwindigkeit. Mobilisierung gesamthaft max. 100'000 m³ (inkl. Erosionsvolumen ober-/ unterhalb sowie aus kollabierten Sperren) - Transport je nach Prozessverlauf fluvial, Hyperconcentrated-Flow bis Murgang-ähnlich - Je nach Prozessverlauf und Transportvorgang können grosse Teile der Fracht bis in Ausschütte gelangen (fluvialer Geschiebetransport). V.a. im Zusammenhang mit eher schubartigem Eintrag (Rutschprozesse) Ablagerungen ab Kegelhals möglich. - Teil-Verklauung Blumensteinbrücke möglich (ca. 1/3 Querschnitt) <p>Gürbe Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ablauf grundsätzlich ähnlich 30-jährlichem Ereignis - Hauptsächlich Kapazitätsüberschreitung Reinwasser massgebend (Bordvolle Kapazität und Freibord auf mehreren Abschnitten unterschritten) - Ausbruch im Bereich Mündung Fallbach/ Mettlibach - Freibord an Erlenhof- und Rösslibrücke unterschritten: Wasseraustritt infolge Teilverklauungen
HQ ₃₀₀	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bei Szenario Gerinneerosion ähnliche Prozessabläufe wie bei 100-jährl. Gewitterereignis - Zus. Materialeintrag aufgr. Versagen sämtlicher beschädigten Sperren sowie zusätzlichen Sperren, Ausräumung Sperrenfelder bei intakten Sperren - Mobilisierung gesamthaft rund 130'000m³, Geschiebetransport mehrheitlich fluvial. - Viel Geschiebe wird bis zur Ausschütte transportiert, Rückwärtsauflandungen Richtung Blumensteinbrücke, Erhöhung Verklauungsgefährdung). - Bei langanhaltenden Niederschlägen mit eingelagerten Starkniederschlägen grosser Eintrag durch Rutschung im Gebiet Meierisli, Schwändli (Propfbildung, Verflüssigung) oder Tiefengrabe (Verflüssigung, Murgang) - Kombination mit Zweitrutschung in Gebieten Schwändlibachgraben, Rotbach, Bärgli - Mobilisierung gesamthaft bis max. 340'000 m³ (inkl. Erosionsvolumen ober-/ unterhalb sowie aus kollabierten Sperren) - Sehr zähflüssige Rutschung, fliesst auf Kegel bis ca. 8-10% Neigung (ca. Kote 720), unterhalb verschwemmt (Übersarung)

	<ul style="list-style-type: none"> - Im Gerinne / gerinnenah (Auwald) Transport je nach Prozessverlauf fluvial, Hyperconcentrated- Flow bis Murgang-ähnlich, es können auch grössere Frachten vom Kegelhals an abwärts abgelagert werden. - Teil-Verkläusung Blumensteinbrücke möglich (ca. 1/2 Querschnitt) <p>Gürbe Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ablauf grundsätzlich ähnlich 100-jährlichem Ereignis, zusätzlich Auflandungen im Bereich oberstrom Erlenhofbrücke - Hauptsächlich Kapazitätsüberschreitung Reinwasser massgebend (Bordvolle Kapazität und Freibord auf mehreren Abschnitten unterschritten) - Dammbrüche möglich, insbesondere Abschnitt Zusammenfluss Fallbach/ Mettlibach bis Erlenhofbrücke - Ausbruch im Bereich Mündung Fallbach/ Mettlibach - Freibord an Erlenhof- und Rösslibrücke unterschritten: Wasseraustritt infolge Teilverkläusungen 				
	<p>EHQ</p> <p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prozessabläufe ähnlich wie bei 300-jährl. Ereignis - Bei Szenario Gerinneerosion Mobilisierung gesamthaft rund 250'000m³, grosser zus. Materialeintrag aufgr. Vollversagen Sperrenverbau bis Kegelhals - Bei Szenario Grossrutschung Mobilisierung gesamthaft max. 390'000 m³ - Voll-Verkläusung Blumensteinbrücke möglich <p>Gürbe Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prozessabläufe ähnlich wie bei 300-jährl. Ereignis - Vollverkläusungen an sämtlichen Brückenquerschnitten möglich - Dammbrüche auf allen Abschnitten angenommen - Auflandungen > 1m grundsätzlich möglich, diese werden aber durch die Verkläusungsszenarien überlagert 				
Abflussspitzen	Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	620				
	BP11*	45 m ³ /s	65 m ³ /s	90 m ³ /s	110 m ³ /s
	615				
	BP12*	70 m ³ /s	100 m ³ /s	130 m ³ /s	160 m ³ /s
	* Bemessungspunkt gem. Scherrer Studie 2011 [35], vgl. Kartenausschnitt oben				
Murfähigkeit	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀	<input checked="" type="checkbox"/> HQ ₁₀₀	<input checked="" type="checkbox"/> HQ ₃₀₀	<input checked="" type="checkbox"/> EHQ	
Kommentar Murfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauptgerinne Gürbe grundsätzlich nur oberhalb Einm. Ambachgrabe murfähig (J ca. 25%), Perimeter B ▪ Mehrere steile, murfähige Seitenbäche oberhalb Kegelhals (bspw. Tiefengrabe) ▪ Im Hauptgerinne Murgänge oder murgangähnliche Prozesse v.a. in Wechselwirkung mit Rutschprozessen (Folgeprozess): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebiet Tiefengrabe: direkte Murgangentwicklung im Tiefengrabe bei Eintrag Rutschkörper, im Gürbegerinne reicht Murgang etwas über den Kegelhals hinaus ▪ Gebiet Schwändli / Meierisli: Propfbildung durch Rutschung ins Gürbegerinne, Aufstau im Hauptgerinne, teils Verflüssigung : Prozess «Hyperconcentrated Flow» oder «murgangähnlicher Transport» (kein eigentlicher Murgang) 				
relevante Geschiebefrachten am Kegelhals (Hohli)	Szenario	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀	GEHQ
	Gerinne-Erosion	35'000 m ³	95'000 m ³	130'000 m ³	250'000 m ³
	Rutschung		100'000 m ³	340'000 m ³	390'000 m ³

<p>Kommentar Geschiebe</p>	<p>Die aufgeführten Geschiebefrachten am Kegelhals der Gürbe berücksichtigen Material aus den Szenarien «Gerinneerosion» sowie «Rutschungen» (vgl. oben). Die Volumina wurden im Zuge verschiedener Studien detailliert erhoben («Plausibilisierung Studie Verbau Gürbe im Gebirge», Flussbau/K+H/Hunziker GM, 30.01.2018; «Geologischer Bericht Rutschung Meierisli 2018», K+H, 30.05.2018; «Meierisli-Rutschung: Prozesse und Gefahrensituation Gürbe» NDR/Hunziker GM, 01.06.2018). Die Ergebnisse wurden im Rahmen der vorliegenden Gesamtrevision der Gefahrenkarte Blumenstein/Wattenwil plausibilisiert und für richtig befunden. Die Abschätzung der Kubaturen berücksichtigt den Zustand der (Teil-) Gerinne sowie der Gerinneabhängigkeiten und Rutschgebiete zum Zeitpunkt der Erarbeitung obengenannter Studien im Sommer 2018 (nach Reaktivierung Meierisli-Rutschung). Dieser Zustand wird zum Zeitpunkt der Erarbeitung der vorliegenden Revision (Sept. 2019 – Dez. 2020) als massgebend betrachtet.</p>																									
<p>Geschiebebilanz (Maximum aus oben aufgeführten Szenarien)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kote</th> <th>HQ₃₀</th> <th>HQ₁₀₀</th> <th>HQ₃₀₀</th> <th>EHQ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>825</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hohli</td> <td>35'000 m³</td> <td>100'000 m³</td> <td>340'000 m³</td> <td>390'000 m³</td> </tr> <tr> <td>615</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ab Ausschütte</td> <td>1'600 m³</td> <td>3'000 m³</td> <td>3'200 m³</td> <td>3'200 m³</td> </tr> </tbody> </table>	Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ	825					Hohli	35'000 m ³	100'000 m ³	340'000 m ³	390'000 m ³	615					ab Ausschütte	1'600 m ³	3'000 m ³	3'200 m ³	3'200 m ³
Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ																						
825																										
Hohli	35'000 m ³	100'000 m ³	340'000 m ³	390'000 m ³																						
615																										
ab Ausschütte	1'600 m ³	3'000 m ³	3'200 m ³	3'200 m ³																						
<p>Schwemmholz</p>	<p>Trotz intensiver forstlicher Unterhalts-, Sanierungs- und Pflegearbeiten, können im bewaldeten Einzugsgebiet im Zusammenhang mit Hang-Gerinne-Interaktionen (Erosion, Böschungsrutsche, Hangrutschungen) sehr grosse Schwemmholzfrachten ins Gürbegerinne eingetragen und weitertransportiert werden. Ebenfalls befinden sich im Gerinne Stämme und Äste, welche mobilisiert werden können.</p> <p>Es muss somit auch bereits ab HQ₃₀ (Szenario Gerinne-Erosion) mit erheblichen, bei HQ₁₀₀ mit grossen Schwemmholzfrachten in grösseren Dimensionen gerechnet werden. Bei den Ereignissen HQ₃₀₀ / EHQ sind extreme Schwemmholzfrachten möglich (v.a. Szenarien «Rutschung»).</p> <p>Trotz des Schwemmholzrechens beim Abschlussbauwerk der Ausschütte können Einzelstämme weitertransportiert werden. Gemäss den Modellversuchen an der VAW ist auch bei Extremereignissen mit einem Durchgang von maximal 20-30 grossen Stämmen zu rechnen.</p> <p>Annahmen Abmessungen Schwemmholz:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einzelstämme: L = 2 – 8m ▪ Wurzelstöcke: d = 2 – 3m 																									
<p>Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)</p>	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte)</p> <p>Perimeter B (Einzugsgebiet und Schluchtstrecke bis Hohli)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbau der grösseren und mittleren Seitenbäche mittels Holzsperrern und Steinkörben ▪ Entwässerungsgräben und Wasserableitungen in der Fläche ▪ Rutschsanierungen mit Hangsicherungen, Entwässerungen und Aufforstungen ▪ Erschliessungen mittels Forststrassen ca. ab 1955 (Zugang zum Wald und den Gürbeverbauungen) ▪ Schutzwaldbewirtschaftung und Pflanzungen ▪ Hauptgerinne oberhalb Hohli mit 70 Sperren: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 40 Betonsperren vor 1990 erbaut, davon: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 2006 saniert (seitlich verankert) (Nr. 69) ▪ 1 mit Holzunterbau (Nr. 39) ▪ 23 Sperren nach 1990 erbaut, davon: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 Kastensperre (Nr. 8c) ▪ 1 Bergamaskersperre (Nr. 9) ▪ 7 Holzsperrern <p>Perimeter A (Kegelbereich unterhalb Hohli bis und mit Ausschütte):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 45 Betonsperren (gebaut zwischen 1960 und 2008) ▪ Blockrampe im Übergang zur Ausschütte ▪ Murgangleitdämme rechts- und linksufrig Hohli bis Blumensteinbrücke (gebaut 1993-1995, erweitert 2001), dazw. Geschiebeablagerungsfläche 																									

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hochwasserschutzdamm linksufrig zum Schutz Siedlung Mettlen (Sekundärdamm) ▪ Ausschütte (vgl. Datenblatt PROTECT; Anhang D): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geschiebeablagerungsplatz für Bewirtschaftung, Rückhaltevolumen $V \approx 100'000 \text{ m}^3$ ▪ Abschlussbauwerk mit Holzurückhalterechen, links seitlicher Notüberlauf-Bereich mit Tauchwand (Projekt 2002) <p>Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte) Perimeter A (ab Ausschütte bis Gemeindegrenze Burgistein):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Viele Sperren: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sperren seitlich in Dämme eingebunden ▪ zwischen 0.5 und 1.0 m hoch. ▪ früher teilweise aus Holz, mehrfach saniert. ▪ Sperren sind meist sehr wenig tief fundiert und häufig unterkolkt ▪ Alte Sperren mutmasslich nicht armierter Stampfbeton, teilweise noch Fallböden aus Holz ▪ heute teilweise Natursteinpflasterungen ▪ einzelne Sperren durch Blockrampen ersetzt. ▪ Schutzdämme (gesamte Strecke): <ul style="list-style-type: none"> ▪ wasserseitigen Böschungen teilweise gepflästert, meist stark überwachsen. ▪ luftseitige Böschungen unbefestigt. ▪ Untersuchung 2017: Aufgrund ihres Alters und der damals angewendeten Bauverfahren sind sie aus autochthonem Material geschüttet und nicht verdichtet.
Schwachstellen (vgl. Karte Beilage 2)	Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte)
	(G.01) Sperrenverbau oberhalb Hohli: 70 Sperren
	(G.02) Sperrenverbau unterhalb Hohli: 45 Sperren, Blockrampe
	(G.03) Murgangleitdämme links-/ rechtsufrig
	(G.04) Sekundärdamm links
	(G.05) Blumensteinbrücke
	(G.06) Wellstahldurchlässe Blumensteinstrasse (links von Blumensteinbrücke)
	(G.07) Ausschütte inkl. Abschlussbauwerke
	Gürbe Oberlauf (ab Ausschütte)
	(G.10) Gerinnekapazität versch. Abschnitte
	(G.11) Forstsägebrücke
	(G.12) Einmündung Mettlibach (zu geringe Dammhöhe links)
	(G.13) Erlenhofbrücke
	(G.14) Rösslibrücke

Fotos

(G.01) Sperre Nr. 41



(G.01) Sperre Nr. 36



(G.02)/(G.03) Gerinne mit Sperrenverbau / Murgangleitdämmen (li/re)



(G.04) Sekundärdamm links (Blickrichtung talwärts)



(G.05) Blumensteinbrücke



(G.06) 2 Wellstahldurchlässe



(G.07) Notüberlauf mit Tauchwand



(G.07) Schwemmholzrechen



	<p>(G.10) Gerinnekapazität div. Absch Foto Bereich oberstrom Erlenhofbrücke.</p> 	<p>(G.11) Forstsägebrücke</p> 
	<p>(G.12) Einmündung Mettlibach</p> 	<p>(G.13) Erlenhofbrücke</p> 
	<p>(G.14) Rösslibrücke</p> 	
<p>Verhalten der Schwachstellen (für Gürbe Oberlauf vgl. Anhang K, 2D-Überflutungsmodellierung Gürbe)</p>	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte)</p> <p>(G.01) Einzelne, bereits beschädigte Sperren können kollabieren, zus. Geschiebeeintrag</p> <p>(G.07) Belegung Schwemmholzrechen, Abfluss über Notüberlauf (keine Verklausung Tauchwand), Ablagerungsvolumen Ausschütte genügend</p> <p>HQ₃₀ Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <p>(G.10) Das Freibord ist bereits an diversen Stellen ungenügend, Wasseraustritt möglich (wenige m³/s)</p> <p>(G.12) Wasseraustritt im Mündungsbereich Mettlibach wegen ungenügender Dammhöhe</p> <p>(G.13) Teilverklausung 30% infolge Unterschreiten Freibord</p> <p>(G.14) Teilverklausung 10% infolge Unterschreiten Freibord</p>	

	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte)</p> <p>(G.01) Zerstörung praktisch aller beschädigten Sperren, übrige bleiben mehrh. intakt, kein Versagen Gesamtsystem</p> <p>(G.03) Überströmung linksseitiger Damm ca. ab Kote 690, lokal Erosion im Kronenbereich; keine Überströmung rechtsseitiger Damm.</p> <p>(G.05) Teilverklausung einseitig, ca. 1/3 des Brückenquerschnittes (links oder rechts) infolge Rückwärtsauflandung und grossem Schwemmh Holzpotenzial, Ausuferungen links und teils rechts</p> <p>(G.06) Durchlässe können verfüllt werden / verklausen; Rückstau</p> <p>(G.07) Belegung Schwemmh Holzrechen, Abfluss über Notüberlauf (keine Verklausung Tauchwand), Ablagerungsvolumen Ausschütte genügend</p> <p>Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <p>(G.10) Freibord auf weiten Strecken ungenügend, Wasseraustritt</p> <p>(G.12) Wasseraustritt im Mündungsbereich Mettlibach wegen ungenügender Dammhöhe</p> <p>(G.13) Teilverklausung 30% infolge Unterschreiten Freibord</p> <p>(G.14) Teilverklausung 10% infolge Unterschreiten Freibord</p>
<p>HQ₁₀₀</p> <p>HQ₃₀₀</p>	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte)</p> <p>(G.01) beschädigte Sperren sowie zusätzliche Sperren versagen, Versagen über längere Abschnitte, zus. Ausräumung Sperrenfelder bei intakten Sperren</p> <p>(G.02) lokal Schäden an einzelnen Sperren/ Blockrampe</p> <p>(G.03) Überströmung Leitdämme beidseitig ab Kegelhals, Erosion im Kronenbereich über längere Abschnitte</p> <p>(G.04) Sekundärdamm links kann je nach Ablagerungen über gesamten Abschnitt überströmt werden, vermehrt aber ab Kote 700, Erosion Damm im Überströmbereich möglich</p> <p>(G.05) Teilverklausung einseitig, ca. 1/2 des Brückenquerschnittes (links oder rechts) infolge Rückwärtsauflandung und extremem Schwemmh Holzpotenzial, Ausuferungen links und teils rechts</p> <p>(G.06) Durchlässe können verfüllt werden / verklausen</p> <p>(G.07) Belegung Schwemmh Holzrechen, Abfluss über Notüberlauf (Teil-Verklausung Tauchwand), Ablagerungsvolumen Ausschütte genügend, Austrag Geschiebe beschränkt, Ausbruch Wasser nach links</p> <p>Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <p>(G.10) Freibord auf weiten Strecken ungenügend, bordvolle Kapazität überschritten , lokal Breschen möglich, Auflandungen grundsätzlich <1 m</p> <p>(G.12) Wasseraustritt im Mündungsbereich Mettlibach wegen ungenügender Dammhöhe</p> <p>(G.13) Teilverklausung 80% infolge Unterschreiten Freibord</p> <p>(G.14) Teilverklausung 80% infolge Unterschreiten Freibord</p>

	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte)</p> <p>(G.01) Kollaps des gesamten Sperrensystems mit vielen beschädigten oder zerstörten Sperren (Dominoeffekt)</p> <p>(G.02) Schäden an mehreren Sperren / Blockrampe, einzelne Sperren stärker beschädigt (Unter Golkung), kein Vollversagen</p> <p>(G.03) Überströmung Leitdämme beidseitig ab Kegelhals, Erosion im Kronenbereich über längere Abschnitte</p> <p>(G.04) Sekundärdamm links kann je nach Ablagerungen über gesamten Abschnitt überströmt werden, Erosion Damm im Überströmbereich möglich</p> <p>(G.05) Vollverklauung infolge Rückwärtsauflandung / sehr grosses Schwemmholzpotenzial</p> <p>(G.06) Durchlässe können verfüllt werden / verklauen</p> <p>(G.07) Belegung Schwemmholzrechen, Abfluss über Notüberlauf (Verklauung Tauchwand), Ablagerungsvolumen Ausschütte genügend, Austrag Geschiebe beschränkt, Ausbruch Wasser nach links</p> <p>Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <p>(G.10) Freibord auf weiten Strecken ungenügend, bordvolle Kapazität überschritten, lokal Breschen möglich, Auflandungen >1 m</p> <p>(G.11) Vollverklauung</p> <p>(G.12) Wasseraustritt im Mündungsbereich Mettlibach wegen ungenügender Dammhöhe</p> <p>(G.13) Vollverklauung</p> <p>(G.14) Vollverklauung</p>
Wirkungsbeurteilung	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte)</p> <p>Die Prozesse laufen vollständig im Gürbegerinne ab (starke Intensitäten). Es kommt zu grösseren Ablagerungen im Bereich der Ausschütte.</p> <p>Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte):</p> <p>Das nötige Freibord ist bereits im 30-jährlichen Ereignis nicht mehr gegeben, die Energielinie liegt über den Ufern. Es kommt lokal zu Wasseraustritten, insbesondere im Bereich der Einmündung Mettlibach. In der Folge kommt es bereits zu grossflächigen Überflutungen im gesamten Talboden, die aber grösstenteils schwache Intensitäten aufweisen. Lokal werden im Siedlungsgebiet mittlere Intensitäten erreicht.</p>
	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte)</p> <p>Rückwärtsauflandungen ab der Ausschütte führen in Kombination mit Schwemmholz zur Teilverklauung der Blumensteinbrücke und zu weiteren Auflandungen im Abschnitt oberhalb. Zudem kann es je nach Transportprozessen zu weiteren Ablagerungen im Gerinne kommen. Dadurch sind oberhalb der Blumensteinbrücke ab Kote 690 Ausbrüche nach links möglich und es kommt zu Ablagerungen im Auwald zwischen Leitdamm und Hochwasserschutzdamm. Je nach Fliesswege werden starke Intensitäten erreicht (randlich mittlere). Rechts bleiben die Prozesse innerhalb des Leitdamms. Unterhalb der Blumensteinstrasse können linksseitig flüssige Teile sowie Wasser ausserhalb vom Sekundärdamm talwärts Richtung Forstsägebrücke / Mettlibach abfliessen, wobei die Intensitäten rasch abnehmen. Hier liegen 2 Gebäude (Mittlere Weite) im Bereich schwacher Prozessintensität. Innerhalb vom Sekundärdamm können direkt unterhalb der 2 Wellstahldurchlässe starke Prozessintensitäten erreicht werden, ansonsten sind im Bereich Gürbestude mittlere Intensitäten ausgewiesen. Hier sind auch die Gebäude im Bereich der Ausschütte betroffen.</p>

	<p>Je nach Auflandungs-/ Verkläusungssituation kann auch rechtsseitig der Blumensteinbrücke Wasser ausbrechen. Es kommt zu Übersarungen entlang der Fliesswege oberhalb vom Strassendamm, über die Blumensteinstrasse Richtung Fallbach.</p> <p>Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte): Beim 100-jährlichen Ereignis wird der Damm örtlich überströmt. Es kann lokal zu Damnbrüchen wegen Überströmen kommen. Ausserdem ist das Freibord an Erlenhof- und Rösslibrücke weit ungenügend. Die Folge sind grossflächige Überschwemmungen fast der ganzen Talbreite mit geringer und auch mittlerer Intensität. Vor allem der stark gewerblich genutzte Dorfkern links der Gürbe ist erheblich betroffen.</p> <p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte) Beim 300-jährlichen Ereignis sind aufgrund vom grossen Murgängen mit zähem Fliessverhalten (bei Szenarien «Rutschung») bereits am Kegelhals ab Kote 780 beidseitig Ausbrüche Richtung Auwald (links) und Richtung Au (rechts) möglich. Aufgrund der sehr grossen Frachten sind ca. bis Kote 720 grosse Ablagerungen (Übermurungen) starker Intensität möglich.</p> <p>Da Ausbrüche über den gesamten Schwemmkegel eher Richtung links zu erwarten sind, sind bis zur Blumensteinstrasse innerhalb vom Sekundärdamm ebenfalls flächig starke Intensitäten zu erwarten (gesamter Auwald). Da der Schutzdamm links vermehrt ca. ab Kote 700 überströmt wird, ist auch ausserhalb des Sekundärdammes mit Übermurungen mittlerer Intensität zu rechnen Richtung Siedlung handelt es sich vermehrt um Übersarungsprozesse. Im Übergangsbereich von den Prozessflächen Murgang (M) werden den Übersarungsflächen mit Index Ü4 der mittleren Gefahrenstufe (blau) zugewiesen. Im Gebiet Vordersti Witi sowie entlang der Fliesswege (Blumensteinstrasse, Weiermoosweg) sind zahlreiche Gebäude von mittleren Prozessintensitäten betroffen. Unterhalb Richtung Mettligasse, Mettligass, Stockeren und Dorf Wattenwil sind nur noch schwache Intensitäten zu erwarten. Im Waldgebiet Gürbestude nehmen die Flächen starker und mittlerer Prozessintensität etwas zu.</p> <p>HQ₃₀₀</p> <p>Ausbrüche am Kegelhals nach rechts führen ca. bis unterhalb Kote 700 sowie entlang des Leitdammes zu flächigen Übermurungen mittlerer Prozessintensität. Da der Leitdamm auch auf weiteren Abschnitten bis zur Blumensteinstrasse überströmt werden kann, sind zusätzliche Flächen entlang der Gürbe im Gebiet Au, Bi dä Brächhütte und Hinderi Witi von Übersarungen mittlerer intensität betroffen. Ebenso mittlere Intensitäten werden entlang von Fliesswegen wie Strassen (Austrasse, New York Weg, Kesslergasse) oder aufgrund der Gefälleverhältnisse vom Forsthaus Richtung Riedbachgerinne ausgeschieden (vgl. Ereignis 1990). Je nach Fliesswegen Richtung Hindere Allmittege, Rossweid oder Richtung Stockentalstrasse ist das Siedlungsgebiet von Blumenstein grossflächig von schwachen Intensitäten betroffen. Aufgrund der Auflandungen resp. einer Teilverkläusung bei der Blumensteinbrücke kann es zusätzlich beidseitig zu Abflusskonzentrationen entlang der Fliesswege kommen. Bis unterhalb der Blumensteinstrasse beidseitig sowie links entlang vom Damm im Gürbestude werden Ablagerungen / Übersarungen starker resp. mittlerer Intensität ausgewiesen. Unterhalb verteilt sich das Wasser links entlang der Blumensteinstrasse und übers Wiesland Richtung Gürbe, rechtsseitig Richtung Fallbach (schwache Intensität).</p>
--	--

	<p>Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte): Beim 300-jährlichen Ereignis wird der Damm grösstenteils überströmt. Es kommt zu Damnbrüchen wegen Überströmen. Ausserdem ist das Freibord an Erlenhof- und Rösslibrücke weit ungenügend. Die Folge sind grossflächige Überschwemmungen fast der ganzen Talbreite mit geringer und auch mittlerer Intensität. Die Intensitätskarte ähnelt derjenigen des 100-jährlichen Ereignis mit grundsätzlich grösserem Anteil an Flächen mit mittlerer Intensität. Entlang der Gürbe ist in Dammnähe mit starken Intensitäten zu rechnen.</p>
	<p>Gürbe im Gebirge (bis Ausschütte) Vom Kegelhals her beidseitig ähnliche Fliesswege über den gesamten Schwemmkegel Richtung Mettlen (links) und Blumenstein (rechts). Ähnliche Prozessabläufe wie bei einem 300-jährlichen Ereignis, lokal zunehmende Prozessintensitäten und geringe Zunahme der Prozessflächen. Aufgrund Vollverkläuerung Blumensteinbrücke vor allem auch in diesem Bereich grossflächiger starke Prozessintensitäten.</p> <p style="text-align: left;">EHQ</p> <p>Gürbe-Oberlauf (ab Ausschütte): Grundsätzlich ähnliche Prozessflächen und Intensitäten wie beim 300-jährlichen Ereignis. Durch die Vollverkläuerungen an allen Brückenquerschnitten werden insbesondere der Anteil an Flächen mit mittlerer Intensität höher. Entlang der Gürbe ist in Dammnähe mit starken Intensitäten zu rechnen.</p>
Auswirkungen auf Vorfluter	Beeinflussung Abflussregime Aare (Überlagerung Spitzenabflüsse), Feststoffeintrag (Feinmaterial, Schwemmholz). Auswirkungen auf Aare ausserhalb Perimeter Revision Gefahrenkarte Blumenstein / Wattenwil (Gemeinde Köniz).
Bearbeiter/in, Datum	Kissling + Zbinden AG, Bernhard Richli, 24.12.2020 (Gürbe im Gebirge) Herzog Ingenieure AG, Martin Bettler, 26.11.2020 (Gürbe Oberlauf)

Prozessquelle Wasserprozesse: W_4_Mettlibach			
Einzugsgebietsfläche	Nr.*	Kote / Standort	km ²
	W_4_1	730 m ü. M. Heubode	1.2
	W_4_2	616 m ü. M Mündung Gürbe	2.0
	* vgl. Kartenausschnitt unten		
Charakteristik	<p>Das Einzugsgebiet des Mettlibachs liegt am oberen Gurnigel und ist oberhalb vom Perimeter A grösstenteils bewaldet. Die obersten Gerinne des Schattenhalbgrabes (Lätt-/ Lehmbruchgrabe) entspringen im Gebiet Jordisbode auf einer Höhe von rund 1'200 m ü.M. Ab Zusammenfluss des Schattenhalbgrabes mit dem Ahörnli-grabe auf einer Höhe von rund 880 m ü.M. ist das Hauptgerinne mehrheitlich mit Holz- und Blockschwellen verbaut. Im Gebiet «Undere Schattenhalb» (Übergang zum Perimeter A) flacht das Gerinne von rund 17% auf 8% ab. Im bewaldeten Abschnitt entlang vom Weermoosweg findet sich auf Kote 690 m ü.M. eine Geschiebeablagerungsplatz (Sammler) mit Schwemmholzurückhalt. Der Mettlibach durchfliesst das Siedlungsgebiet von Mettlen im Abschnitt oberhalb des Schützenhauses bis zur Kantonsstrasse in einem Kanal. Unterhalb der Kantonsstrasse ist das Gerinne wieder natürlicher und mehrheitlich bestockt. Der Mettlibach mündet im Bereich unterhalb der Forstsägebrücke in die Gürbe.</p>		
Ereigniskataster	01.07.1982	Ausuferung aufgrund eines zu kleinen Durchlasses. Dies führte zu Erosionsschäden an einem Maschinenweg.	
	14.02.1990	Überschwemmung /Hochwasser	
	21.06.2021	Heftige Gewitter (Superzellen) mit intensiven Niederschlägen über dem Gurnigelgebiet (etwas Vorfeuchte) führten zu rasch ansteigenden Abflüssen. Geringe Ausuferungen oberhalb Brücke Schwachstelle 4.03.	
Sichtbare Phänomene	Anzeichen von aktiven Rutschbewegungen im Bereich Lehmbruchgrabe sowie aktive Böschungsrutschungen (Perimeter B). Unterhalb vom Gefälleknick Geschiebeablagerungen. Schwemmholz im Gerinne oberhalb vom Geschiebesammler (mehr. Perimeter B).		
Kartenausschnitt			
Qualitative Beschreibung relevanter möglicher Ereignisabläufe (Szenarien)	HQ ₃₀	Starke Gewitterregen massgeblich. Geschiebepotential mehrheitlich aus Gerinneerosionsprozessen und kleineren Böschungsrutschungen. In steilen Seitenrutschen im Einzugsgebiet teils kleinere Murgänge, im Perimeter A Materialumlagerung durch fluviale Transportprozesse. Vollständiger Rückhalt Geschiebe/Schwemmholz im Sammler. Lokale Gerinneaustritte v.a. aufgrund von Kapazitätsengpässen.	
	HQ ₁₀₀	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀ . Geschiebepotential durch grössere Hang-Eintritte massgeblich erhöht. Transportprozesse bis zum Sammler mehrheitlich fluvial. Grössere Schwemmholzeinträge bis in Perimeter A möglich (Austrag Sammler, Remobilisierung), was zu (Teil)-Verklauungen Brücken/ Durchlässen führt.	
	HQ ₃₀₀	Starker Gewitterregen auf vorfeuchten Boden massgebend. Es sind grosse Geschiebeeinträge aus Rutschungen zu erwarten, murgangartiger Transport bis zum Sammler. Kapazität Geschiebesammler knapp genügend, im Siedlungsgebiet jedoch vermehrt Gerinneausbrüche aufgrund von Verklauungen.	

	EHQ Sammler aufgrund grosse Geschiebefracht überlastet, Geschiebeaustrag und Ablagerungen im Gerinne, Kapazitätsengpässe und Verschärfung Verklauungsgefährdung im Siedlungsgebiet.				
Abflussspitzen	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ	
W_4_1 (Perimeter A)	3.6 m ³ /s	5.1 m ³ /s	7.2 m ³ /s	9.3 m ³ /s	
W_4_2 (Gürbe)	6.0 m³/s	8.5 m³/s	12.0 m³/s	15.5 m³/s	
Murfähigkeit	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀	<input checked="" type="checkbox"/> HQ ₁₀₀	<input checked="" type="checkbox"/> HQ ₃₀₀	<input checked="" type="checkbox"/> EHQ	
relevante Geschiebefrachten in Perimeter A (unterhalb Sammler)	G ₃₀ 0 m ³	G ₁₀₀ 0 m ³	G ₃₀₀ 100 m ³	G _{EHQ} 700 m ³	
Kommentar Geschiebe	<p>Vorgehen: Abschätzung der massgebenden Geschiebefrachten beruht auf einer detaillierten Betrachtungsweise der in einem Wildbach ablaufenden Prozesse. Die aufgeführten Feststofffrachten berücksichtigen Material aus möglichen Gerinneerosionsprozessen (Sohle, Böschungen) sowie aus Rutschungen (Gerinneabhängigkeiten). Die Volumina wurden im Zuge der Revision im Gelände erhoben; die Abschätzung der Kubaturen berücksichtigt somit den aktuellen Zustand der (Teil-) Gerinne sowie der Gerinneabhängigkeiten.</p> <p>Hinweise / Erkenntnisse Begehung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transportkapazität unterhalb Gefällsknick wirkt limitierend, Rückhalt Geschiebesammler bis HQ₃₀₀ genügend. - vor allem steile Runsen sind teils murfähig (Perimeter B), bei Rutschungen ins Gerinne auch bis zum Sammler murgangähnlicher Feststofftransport möglich - Lehmbruch im Oberlauf des EZG schon seit längerem sehr instabil (horizontale Verschiebung 15 m! (Angabe StorME) - weitere flachgründige (Böschungs-) Rutschungen / aktive Rutschbereiche unter Schattenhalb gem. Abschätzung im Gelände 				
Geschiebebilanz	Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	760 m ü. M.*	700 m ³	4'500 m ³	9'500 m ³	16'000 m ³
	760 m ü. M.	400 m ³	2'300 m ³	5'000 m ³	8'500 m ³
	690 m ü. M.	100 m ³	500 m ³	1'000 m ³	1'600 m ³
	→ Sammlervolumina ca. 900 m ³ (überlastet ab EHQ)				
* In den bilanzierten Mengen sind alle Fraktionen inkl. Feinmaterial berücksichtigt. Bei der Beurteilung der Sammler wird davon ausgegangen, dass sich ein Anteil des Feinmaterials nicht ablagert und problemlos durchtransportiert wird (ca. 50% aus Rutschungen / bis 90% aus Gerinneerosion).					
Schwemmholz	Im bewaldeten Einzugsgebiet wird im Zusammenhang mit Hang-Gerinne-Interaktionen (Erosion, Böschungsrutsche, Hangrutschungen) Schwemmholz ins Gerinne eingetragen und weitertransportiert. Ebenfalls befinden sich im Gerinne Stämme und Äste, welche mobilisiert werden können. Das Schwemmholzpotential im Einzugsgebiet des Mettlibachs ist ausgeprägt und es ist bereits ab einem HQ ₃₀ mit grösseren Schwemmholzeinträgen zu rechnen. Beim Geschiebesammler oberhalb der Siedlung wird Schwemmholz zurückgehalten. Ab 100-jährlichen Ereignissen ist aber mit einem Durchgang von einzelnen Schwemmholzkomponenten zu rechnen, ab HQ ₃₀₀ kann vermehrt Schwemmholz Richtung Siedlung ausgetragen werden. Zudem zus. Schwemmholz / Geschwemmsel aus Abschnitt unterhalb des Geschiebesammlers (Ufervegetation).				
Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	<p>Perimeter B:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Querbauwerke (Holzschwellen in steilen Runsen, Blockschwellen v.a. unterhalb Gefällknick <p>Perimeter A:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Querbauwerke: Blockschwellen ▪ Geschiebesammler mit Schwemmholzurückhalt (vgl. Datenblatt PROTECT; Anhang D) ▪ Erhöhung Ufer/ Brücken (Staukragen) im Abschnitt Brücke Vordere Weite - Brücke Kantonsstr. (oberster Abschnitt nur linksseitig, unterh. beidseitig) 				

Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Karte Beilage 2)	(4.01)-(4.12)	Brücken Mettlibach Siedlungsgebiet uh. Geschiebesammler		
	(4.13)	Geschiebesammler mit Schwemmholzrechen		
	(4.14)	Brücke Weiermoosweg oh. Geschiebesammler		
	(4.15)	Brücke Schattenhalbgrabe		
Fotos	4.01		4.02	
	4.03		4.04	
	4.05		4.06	
	4.07		4.08	

	<p>4.09</p> 	<p>4.10</p> 												
	<p>4.11</p> 	<p>4.12</p> 												
	<p>4.13</p> 													
	<p>4.14</p> 	<p>4.15</p> 												
<p>Verhalten der Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Kartenbeilage 2)</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="475 1574 558 1630">HQ₃₀</td> <td colspan="2" data-bbox="558 1574 1396 1630"> <p>(4.03) Teilverklausung (Schwemmholz, Kapazität) (4.14) (4.15) Teilverklausung (Geschiebe, Schwemmholz)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="475 1630 558 1753">HQ₁₀₀</td> <td colspan="2" data-bbox="558 1630 1396 1753"> <p>(4.03) (4.08)-(4.10) (4.12) Teilverklausung (4.13) Weitertransport einz. Schwemmholzkomponenten (4.14) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="475 1753 558 1910">HQ₃₀₀</td> <td colspan="2" data-bbox="558 1753 1396 1910"> <p>(4.03) (4.08)-(4.10) Vollverklausung (4.04)-(4.07) (4.11) Teilverklausung (4.13) Weitertransport Schwemmholz, wenig Geschiebe (4.12) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="475 1910 558 2056">EHQ</td> <td colspan="2" data-bbox="558 1910 1396 2056"> <p>(4.01) (4.02) keine Verklausung, Rückstau aus Gürbe (4.03)-(4.11) Vollverklausung (4.13) Überlast Sammler: Weitertransport Geschiebe/Schwemmholz (4.12) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p> </td> </tr> </tbody> </table>		HQ ₃₀	<p>(4.03) Teilverklausung (Schwemmholz, Kapazität) (4.14) (4.15) Teilverklausung (Geschiebe, Schwemmholz)</p>		HQ ₁₀₀	<p>(4.03) (4.08)-(4.10) (4.12) Teilverklausung (4.13) Weitertransport einz. Schwemmholzkomponenten (4.14) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p>		HQ ₃₀₀	<p>(4.03) (4.08)-(4.10) Vollverklausung (4.04)-(4.07) (4.11) Teilverklausung (4.13) Weitertransport Schwemmholz, wenig Geschiebe (4.12) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p>		EHQ	<p>(4.01) (4.02) keine Verklausung, Rückstau aus Gürbe (4.03)-(4.11) Vollverklausung (4.13) Überlast Sammler: Weitertransport Geschiebe/Schwemmholz (4.12) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p>	
HQ ₃₀	<p>(4.03) Teilverklausung (Schwemmholz, Kapazität) (4.14) (4.15) Teilverklausung (Geschiebe, Schwemmholz)</p>													
HQ ₁₀₀	<p>(4.03) (4.08)-(4.10) (4.12) Teilverklausung (4.13) Weitertransport einz. Schwemmholzkomponenten (4.14) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p>													
HQ ₃₀₀	<p>(4.03) (4.08)-(4.10) Vollverklausung (4.04)-(4.07) (4.11) Teilverklausung (4.13) Weitertransport Schwemmholz, wenig Geschiebe (4.12) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p>													
EHQ	<p>(4.01) (4.02) keine Verklausung, Rückstau aus Gürbe (4.03)-(4.11) Vollverklausung (4.13) Überlast Sammler: Weitertransport Geschiebe/Schwemmholz (4.12) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz) (4.15) Vollverklausung (Geschiebe/Schwemmholz)</p>													

Wirkungsbeurteilung	HQ ₃₀	Am Mettlibach führt eine Teilverklauung bei der Brücke (4.14) zu Ausuferungen, dass Wasser fliesst entlang dem Weiermoosweg (4.14) mit schwacher Intensität teils über das Gerinne des Heubodengraves, teils über andere Entwässerungsrinnen ins Gerinne zurück. Bei der Brücke (4.03) kann es aufgrund knapper Kapazität ebenfalls ab HQ ₃₀ zu einer Teilverklauung und zu Ausuferungen kommen. Das Wasser fliesst entlang der Mettlenbachstrasse ab, rechtsseitig liegt ein Gebäude im Gebiet «Mittlere Weite» im Prozessbereich schwacher Intensität.
	HQ ₁₀₀	Am Schattehalbgrabe kommt es aufgrund Teilverklauung bei der Brücke (4.15) zu linksseitigen Ausuferungen, das Wasser läuft mit schwacher Intensität entlang der Strasse und übers Wiesland Richtung Heuboden und Weiermoosweg. Bei der Brücke (4.14) tritt mehr Wasser aus, welches entlang vom Weiermoosweg Richtung Mettlen abfließt. s. Zudem führt die Verklauung der Brücke unterhalb vom Geschiebesammler (4.12) zu beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität und zur Gefährdung des Gebäudes am linken Bachufer. Teilverklauungen bei weiteren Brücken im Siedlungsgebiet (4.10, 4.09, 4.08) führen trotz der erhöhten Mauer zu Ausuferungen und zur Gefährdung zahlreicher Gebäude und Strassen, gerinnenah und entlang der Strassen werden mittlere Intensitäten ausgewiesen. Die Ausuferungen schwacher Intensität können auf der Blumensteinstrasse sowie Erlenstrasse abfließen und gelangen bis ins Gebiet Erlenhof. Linksseitig generell grossflächige Ausuferungen schwacher Intensität, weitere Abflusskorridore Richtung Mettligass / Breitmoos.
	HQ ₃₀₀	Ähnliche Prozessabläufe wie bei HQ ₁₀₀ , jedoch zunehmende Verklauungsproblematik bei weiteren Brücken im Siedlungsgebiet (4.14 bis 4.03). Linksseitig weitere Abflusskorridore Richtung Mettlibode, Mettliegende, Mettlimatten möglich. Auch Rechtsseitig grössere Prozessflächen schwacher Intensität. Aufgrund grösserer Wassermenge zunehmend Flächen mittlerer Intensität entlang Weiermoosweg, Türliweg, Traubengasse und Blumensteinstrasse.
	EHQ	Aufgrund grösserer Wassermengen und Geschiebe- sowie Schwemmholzaustrag aus dem Sammler, sind bei einem Extremereignis sämtliche Brücken verklauungsgefährdet. Es kommt im Perimeter A beidseitig zu grossflächigen Übersarungen. Es sind Gebiete rund um Mettlimatten, Mettligass, Breitmoos und Stockere betroffen und es kommt zu grossflächigen Überschwemmungen.
Auswirkungen auf Vorfluter	Bei Hochwasser in der Gürbe ist im untersten Abschnitt mit einem Rückstau von der Gürbe her ins Gerinne des Mettlibaches zu rechnen. Vom Mettlibach in die Gürbe eingetragenes Geschiebe (mehrheitlich Feinmaterial) sowie Schwemmholz kann durch die Gürbe auch bei mittleren Abflüssen in der Gürbe abtransportiert werden.	
Bearbeiter/in, Datum	Kissling + Zbinden AG, Bernhard Richli, 02.12.2020	

Prozessquelle Wasserprozesse: W_5_Spengelibach			
Einzugsgebietsfläche	Nr. *	Kote / Standort	km ²
	W_5_1	605 m ü. M. Breitmoosbach/Kanal	0.4
	W_5_2	740 m ü. M. Eggegrabe	0.7
	W_5_3	610 m ü. M. Kantonsstrasse	1.5
	W_5_4	602 m ü. M Mündung Gürbe	1.9
* vgl. Kartenausschnitt unten			
Charakteristik	<p>Der Spengelibach (im oberen Teil Eggegrabe) entspringt im Gebiet Würzeweg auf rund 1'050 m ü.M. Der oberste Bereich des Einzugsgebiets liegt vollständig im Wald. Unterhalb Chüenzischwand führt das Gerinne mit einem Waldstreifen steil und verbaut durch offenes Gelände der Underi Allmit. Im Bereich der Siedlung im Schyberain flacht das Gefälle ab. Am Gefälleknick auf Kote 655 m ü.M. ist ein Sammler angeordnet. Unterhalb mündet das Schyberainbächli (inkl. Allmendbächli) in den Spengelibach. Ab hier führt das Gerinne mehrheitlich mit etwas Ufervegetation Richtung Längmatt entlang der Stockerenstrasse und unterhalb der Blumensteinstrasse geradlinig Richtung Breitmoos. Im untersten Abschnitt münden der Breitmooskanal sowie das Breitmoosbächli rechtsseitig in den Spengelibach. Im Bereich des Weilers Erlenhof mündet der Spengelibach in die Gürbe.</p>		
Ereigniskataster	02.08.1927	Die Verklauung einer Brücke führte zu grossen Schuttablagerungen im Bereich eines Wohnhauses.	
	15.07.1938 1938-W-0012	Ausuferung von Spengelibach und Ryscheregraben nach heftigen Gewittern. Sachschäden an Landwirtschaftsland und mind. vier Wohnhäusern.	
	14.02.1990 1990-W-0160	Überschwemmung /Hochwasser	
	21.06.2021	Heftige Gewitter (Superzellen) mit intensiven Niederschlägen über dem Gurnigelgebiet (etwas Vorfeuchte) führten zu rasch ansteigenden Abflüssen. Grössere Ablagerungen im Sammler Eggegrabe (Mettleneggen). Ausuferungen vor allem am Schyberainbächli, unterhalb der Brücke Kantonsstrasse im Gebiet Stockere (Kapazitätsengpass) sowie im Gebiet Erlenhof (Kapazitätsengpässe, Rückstau von Gürber).	
Sichtbare Phänomene	Im bewaldeten Abschnitt oberhalb Chüenzischwand Schwemmholz im Gerinne. Im steilen Abschnitt Underi Allmit teilweise Erosionsspuren im Bereich Treppenverbau/ Uferböschung		
Kartenausschnitt			
Qualitative Beschreibung relevanter möglicher Ereignisabläufe (Szenarien)	HQ ₃₀	<p>Starke Gewitterregen massgeblich. Geringes Geschiebepotential aus Gerinneerosionsprozessen. Materialumlagerung fluvial. Vollständiger Rückhalt/ Deposition Geschiebe / Schwemmholz im Sammler resp. Abschnitt oberhalb Sammler. Nur wenige Schwachstellen.</p> <p>In kleinen Seitenbächen (Allmendbächli, Schyberainbächli, Breitmooskanal, Breitenmoosbächli) Verklauungen und Kapazitätsengpässe, Geschiebetransport nicht relevant.</p>	

	HQ ₁₀₀	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀ , Sammlervolumen genügend. Vermehrt Gerinneausbrüche aufgrund von Verklausungen und Kapazitätsengpässen bei Brücken.			
	HQ ₃₀₀	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₁₀₀ , aber deutlich erhöhtes Geschiebepotential aus Gerinneerosionsprozessen und lokale Böschungsrutschungen/ -anrisse. Sammlervolumen genügend. Vermehrt Schwachstellen.			
	EHQ	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀₀ , Volumen Sammler knapp ungenügend, nur wenig Geschiebeausstrag in Abschnitt unterhalb Sammler.			
Abflussspitzen	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ	
W_5_1	1.2 m ³ /s	1.7 m ³ /s	2.4 m ³ /s	3.1 m ³ /s	
W_5_2	2.0 m ³ /s	2.9 m ³ /s	4.2 m ³ /s	5.3 m ³ /s	
W_5_3	4.3 m ³ /s	6.3 m ³ /s	9.1 m ³ /s	11.4 m ³ /s	
W_5_4 (Gürbe)	5.5 m³/s	8.0 m³/s	11.5 m³/s	14.5 m³/s	
Murfähigkeit	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀	<input type="checkbox"/> HQ ₁₀₀	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀₀	<input type="checkbox"/> EHQ	
relevante Geschiebefrachten in Perimeter A (unterhalb Sammler)	G ₃₀ 0 m ³	G ₁₀₀ 0 m ³	G ₃₀₀ 0 m ³	G _{EHQ} 200 m ³	
Kommentar Geschiebe	<p>Vorgehen: Abschätzung der massgebenden Geschiebefrachten beruht auf einer detaillierten Betrachtungsweise der in einem Wildbach ablaufenden Prozesse. Die aufgeführten Feststofffrachten berücksichtigen Material aus möglichen Gerinneerosionsprozessen (Sohle, Böschungen) sowie aus Rutschungen (Gerinneabhängige). Die Volumina wurden im Zuge der Revision im Gelände erhoben; die Abschätzung der Kubaturen berücksichtigt somit den aktuellen Zustand der (Teil-) Gerinne sowie der Gerinneabhängige.</p> <p>Hinweise / Erkenntnisse Begehung: - fluvialer Feststofftransport, keine Murfähigkeit im eigentlichen Sinne - oberhalb Chüenzischwand rel. flach (< 20%), Geschiebepotenzial klein - Steilstrecke Eggegrabe (Underi Allmit) mit Treppenverbau, Erosionsstellen in den Zwischenbereichen vorhanden, jedoch geringmächtig - Deposition Geschiebe im Sammler / Abschnitt oberhalb Sammler - unterhalb Sammler Geschiebetransport unbedeutend (wenig Erosionsprozesse, kleine Böschungsanrisse).</p>				
Geschiebebilanz	Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	700 m ü.M.*	200 m ³	600 m ³	1'100 m ³	1'700 m ³
	655 m ü.M.	100 m ³	300 m ³	600 m ³	900 m ³
	650 m ü.M.	0 m ³	0 m ³	0 m ³	200 m ³
	➔ Sammlervolumen ca. 700 m ³ (knapp überlastet ab EHQ)				
* In den bilanzierten Mengen sind alle Fraktionen inkl. Feinmaterial berücksichtigt. Bei der Beurteilung der Sammler, wird davon ausgegangen, dass sich ein Anteil des Feinmaterials nicht ablagert und problemlos durchtransportiert wird.					
Schwemmholz	Im bewaldeten Einzugsgebiet oberhalb Chüenzischwand sowie im steilen Abschnitt des Eggegrabes wird im Zusammenhang mit Hang-Gerinne-Interaktionen (Erosion, Böschungsrutsche) Schwemmholz ins Gerinne eingetragen und weitertransportiert. Ebenfalls befinden sich im Gerinne Stämme und Äste, welche mobilisiert werden können. Im Abschnitt unterhalb Sammler zus. Schwemmholz / Geschwemmsel aus Ufervegetation (ab HQ ₁₀₀).				
Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Perimeter B: ▪ Einige Querbauwerke Perimeter A: ▪ Sperrenverbau Steilstrecke Kote 810 – 700 m ü.M.				
Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Karte Beilage 2)	(5.01)-(5.08)	Brücken Spengelibach			
	(5.09)	Durchlass bei Gebäude			
	(5.10)-(5.12)	Brücken Spengelibach			
	(5.13)	Geschiebesammler Eggegrabe mit Rechenbauwerk			

	(5.13)-(5.24) Brücken/Durchlässe Eggegrabe	
	(5.25)-(5.28) Durchlässe Breitenmoosbächli	
	(5.30) Einlauf Eindolung Breitmooskanal	
	(5.31)-(5.34) Einläufe/Durchlässe Schyberainbächli	
	(5.35)-(5.36) Einläufe/Durchlässe Allmendbächli	
	Spengelibach	
Fotos	5.01 	5.02 
	5.03 	5.04 
	5.05 	5.06 
	5.07 	5.08 

5.09



5.10



5.11



5.12



5.13



Eggegrabe

5.14



5.15



5.16



5.17



	<p>5.18</p> 	<p>5.19</p> 
	<p>5.20</p> 	<p>5.21</p> 
	<p>5.22</p> 	<p>5.23</p> 
	<p>5.24</p> 	
<p>Breitenmoosbächli</p>		
	<p>5.25</p> 	<p>5.26</p> 

5.27



5.28



Breitmooskanal

5.30



Schyberainbächli

5.31



5.32



5.33



5.34



Allmendbächli

5.35



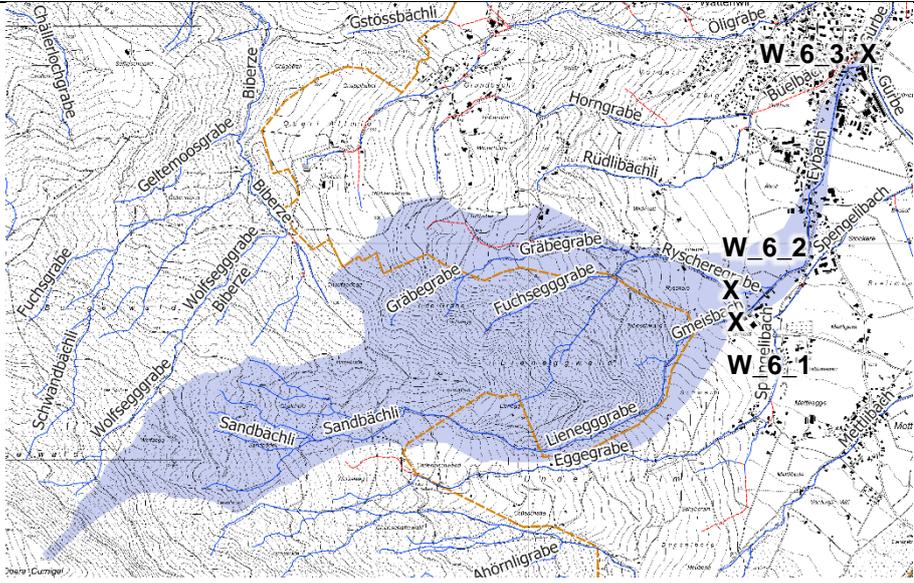
5.36



Verhalten der Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Kartenbeilage 2)	HQ ₃₀	(5.03) (5.04) (5.09) (5.10) (5.20) (5.21) Teilverklausung (5.14) Teilverklausung (Geschiebeablagerungen) (5.24)-(5.36) Vollverklausung kleine Durchlässe (< 1m)
	HQ ₁₀₀	(5.03)-(5.06) (5.08) (5.10) (5.15)-(5.17) (5.19) Teilverklausung (5.09) (5.20) (5.21) (5.24)-(5.36) Vollverklausung (5.13) Weitertransport Schwemmholz (5.14) Vollverklausung (Geschiebeablagerungen)
	HQ ₃₀₀	(5.05)-(5.08) (5.10) (5.12) (5.18) (5.22) (5.23) Teilverklausung (5.03) (5.04) (5.09) (5.17) (5.19)-(5.21) (5.24)-(5.36) Vollverklaus. (5.13) Weitertransport Schwemmholz (5.14)-(5.16) Vollverklausung, Geschiebeablagerungen
	EHQ	(5.01) (5.02) Rückstau aus Gürbe (keine Verklausung) (5.07) (5.12) Teilverklausung (5.03)-(5.06) (5.08)-(5.10) (5.17)-(5.36) Vollverklausung (5.13) Überlast Geschiebesammler, Weitertransport Geschiebe / Schwemmholz (5.14)-(5.16) Vollverklausung, Geschiebeablagerungen
Wirkungsbeurteilung	HQ ₃₀	Aufgrund von (Teil-) Verklausungen der Brücken (5.24, 5.21, 5.20), kommt es am Eggegrabe zu Ausuferungen schwacher Intensität. Oberhalb vom Geschiebesammler sind Ablagerungen zu erwarten (Teilverklausung Brücke 5.14), das Wasser ufer rechtsseitig auf die Mettleneggenstrasse aus, einzelne Gebäude sind von Übersarungen schwacher Intensität betroffen. Am Allmendbächli und Schybenrainbächli kommt es aufgrund zu geringer Kapazitäten und möglichen Verklausungen sämtliche Brücken / Einläufe zu Ausuferungen und Prozesse schwacher Intensität. Neben Wiesland sind Teile des Wegs Schybenrain und der Mettleneggenstrasse sowie ein Gebäude betroffen. Unterhalb vom Sammler führt der Durchlass unter dem Gebäude (5.09) aufgrund zu knapper Kapazität zu beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität. Das Wasser fliesst entlang der Stockerenstrasse und bis in die Blumensteinstrasse ab. Einzelne Gebäude sind durch Überschwemmungen schwacher Intensität betroffen. Im Gebiet Erlehof führen die Verklausungen der Brücken (5.04), (5.03) zu weiteren Prozessflächen schwacher Intensität. Sämtliche Durchlässe und Einläufe am Breitenmoosbächli (5.25 – 5.28) und der Einlauf am Breitemooskanal (5.30) können aufgrund von Geschwemmsel vollständig verklausen. Die Überflutungsflächen überlagern sich mit den Austritten vom Spengelibach, es kommt zu Überflutungen schwacher Intensität entlang der Strasse Breitemoos und der Erlenstrasse, diverse Gebäude sind gefährdet.
	HQ ₁₀₀	Aufgrund von (Teil-) Verklausungen weiterer Brücken (5.19, 5.17, 5.16, 5.15) kommt es am Eggegrabe im Abschnitt Underi Allmit bis Schyberain zu Ausuferungen, welche bachnah teils auch mittlere Intensitäten erreichen. Oberhalb vom Sammler führen Ablagerungen zu Austritten von Wasser und Geschiebe, vor allem rechtsseitig sind Übersarungen mittlerer Intensität zu erwarten. Gebäude sind mehrheitlich von schwacher Intensität betroffen. Am Allmendbächli und Schyberainbächli Unterhalb vom Sammler fliesst Wasser teils wieder ins Gerinne des Spengelibachs, teils rechtsseitig Richtung Längmattstrasse ab. Mehrere Gebäude liegen in diesem Abflusskorridor (schwache Intensität). Aufgrund weiterer Schwachstellen entlang der Stockerenstrasse (5.10, 5.09, 5.08) kommt es zu beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität. Das Wasser fliesst entlang der Stockerenstrasse sowie Blumensteinstrasse grossflächig talwärts Richtung Gewerbegebiet Erlenstrasse, Sägeweg ab. Mehrere Gebäude liegen im Bereich schwacher Intensität. Mittlere Intensitäten sind nur im Bereich des Kantonsstrassen-Durchlasses (5.06) zu erwarten. Am Breitemooskanal und Breitemoosbächli ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀ .

	<p>Zusätzliche Schwachstellen am Eggegraben (5.23, 5.22), wodurch weitere Abflusskorridore entlang vom Allmitweg Richtung Chüeschatte und Schattelhalbgrabe (Einzugsgebiet Mettlibach) möglich sind. Ebenfalls neue Fliesswege, grössere Ausdehnung der Prozessflächen und Zunahme der Prozessintensitäten bei Schwachstellen (5.20, 5.19, 5.18). Linksseitig liegen zusätzliche Gebäude im Prozessbereich schwacher Intensität (Mettleneggenstr.), rechtsseitig können Ausuferungen schwacher Intensität auf dem Allmitweg und schliesslich Richtung Schyberainbächli abfliessen. Aufgrund grösserer Geschiebefrachten entlang der Mettleneggenstrasse zunehmend Übersarungen mittlerer Intensität, wovon auch Gebäude betroffen sind.</p> <p>HQ₃₀₀ Auch unterhalb vom Sammler entlang der Längmattstrasse grössere Prozessflächen schwacher Intensität und zusätzliche Schwachstellen (Brücke 5.12).</p> <p>Ab der Schwachstelle (5.09) entlang vom Bachgerinne sowie entlang der Stockerenstrasse Prozesse mittlerer Intensität, mehrere Gebäude sind davon betroffen. Im Vergleich zum HQ₁₀₀ zusätzliche Ausdehnung Prozessflächen schwacher Intensität.</p> <p>Ab der Schwachstelle (5.04) ebenso Ausuferungen mittlerer Intensität entlang der Strasse Breitmoos und Erlenstrasse. Die Gebäude entlang der Erlenstrasse sind randlich von mittleren Intensitäten betroffen.</p> <p>EHQ Bei Extremereignissen kommt es im Perimeter A vor allem unterhalb der Schwachstellen (5.19) / (5.09) beidseitige zu grossflächigerer Übersarung.</p>
Auswirkungen auf Vorfluter	Bei Hochwasser in der Gürbe ist im untersten Abschnitt (Gebiet Erlenhof) mit einem Rückstau von der Gürbe her ins Gerinne des Spengelibachs zu rechnen. Vom Spengelibach in die Gürbe eingetragenes Geschiebe (mehrheitlich Feinmaterial) sowie Schwemmholz kann durch die Gürbe auch bei mittleren Abflüssen in der Gürbe abtransportiert werden.
Bearbeiter/in, Datum	Kissling + Zbinden AG, Bernhard Richli, 02.12.2020

Prozessquelle Wasserprozesse: W_6_Eybach (Lienegggrabe, Ryscheregrabe)		
Einzugsgebietsfläche	Nr.	Kote / Standort
	W_6_1	640 m ü. M. Lienegggrabe
	W_6_2	640 m ü. M. Ryscheregrabe
	W_6_3	592 m ü. M. Mündung Gürbe
	* vgl. Kartenausschnitt unten	
Charakteristik	<p>Lienegggrabe und Ryscheregrabe bilden ab ihrem Zusammenfluss an der Gmeisstrasse auf Kote 625 m ü.M. den Eybach.</p> <p>Der Lienegggrabe (ab Zusammenfluss mit Steineregrabe auch als Gmeisbach bezeichnet) entspringt im Gebiet Wolfsegg am Obere Gurnigel in einem verästelten Gerinnesystem. Das Hauptgerinne ist steil (ca. 25%) und führt bis oberhalb der Siedlung im Gmeis durch bewaldetes Gebiet. Aufgrund der hohen Geschiebeführung wurde direkt oberhalb der Siedlung ein Sammler erbaut (Perimeter B). Im Siedlungsbereich führt der Bach durch eine künstliche Bachschale.</p> <p>Der Ryscheregrabe entspringt im Gebiet I de Gräbe in verschiedenen Gerinnen (Lidibouchgrabe, Gräbegrabe, Tubeschwandgrabe, Fuchsegggrabe). Vor allem Gräbegrabe (25%) und Tubeschwandgrabe (bis 30%) sind sehr steile Gerinne. Das Einzugsgebiet ist mit Ausnahme von einzelnen Abschnitten am Lidibouch- und Gräbegrabe bewaldet. Unterhalb von Zusammenfluss von Lidibouchgrabe und Gräbegrabe auf Kote 720 m ü.M. und Einmündung von Tubeschwandgrabe auf Kote 690 m ü.M. befindet sich ein Geschiebesammler. Ab hier fliesst der Ryscheregrabe etwas flacher in einem Waldstreifen entlang des Ryscherenwegs bis zur Gmeisstrasse und weiter mit etwas Ufervegetation bis zur Einmündung in den Lienegggrabe (Gmeisbach).</p> <p>Der Eybach führt in einem stark und über viele Abschnitte mit Ufermauern verbauten Gerinne entlang der Gmeis-, Stockerenstrasse, Gerbeweg bis zur Querung der Kantonsstrasse. Zwischen Blumensteinstrasse und dem Gewerbegebiet an der Erlenstrasse ist etwas mehr Ufervegetation vorhanden. Nach den Brücken Erlenweg / Sägeweg mündet der Eybach oberhalb der Brücke Bernstrasse in die Gürbe ein.</p>	
Ereigniskataster	15.07.1938 1938-W-0012	Ausuferung von Spengelibach und Ryscheregraben nach heftigen Gewittern. Sachschäden an Landwirtschaftsland und mind. vier Wohnhäusern.
	14.02.1990 1990-W-0160	Überschwemmung/Hochwasser
	15.09.2014 2014-W-0212	Die bestehende Sperre beim Lienegggrabe wurde weggespült. Der Bach führte Geschiebe und es kam zu Verklausungen.
		Heftige Gewitter (Superzellen) mit intensiven Niederschlägen über dem Gurnigelgebiet (etwas Vorfeuchte) führten zu rasch ansteigenden Abflüssen. Ausuferungen am Eybach unterhalb vom Zusammenfluss Lienegg-/ Ryscheregrabe, am Gerbeweg sowie oberhalb Durchlass Kantonsstrasse (Kapazitätsengpässe). Bei der Brücke Erlenstrasse kam es zu einer Verklausung mit beidseitigen Ausuferungen, unterhalb vom Sägeweg tritt der Eybach rechts über das Ufer (Rückstau).
	21.06.2021	Starkes Gewitter; viel Geschiebe und Schwemmholz in Geschiebesammler Lienegggrabe (Verklausung Gitter).
Sichtbare Phänomene	<p>Entlang vom Lienegggrabe deuten vor allem linksseitig vom Gerinne Spuren auf grössere, flachgründige Rutschungen hin. Im Gerinne liegt viel Geschiebe und einzelne Gesteinsblöcke, was einen hohen Feststofftransport erahnen lässt. Das Geschiebe sieht etwas grobkörniger aus als in den meisten übrigen Gerinnen im Gebiet.</p> <p>Am Ryscheregrabe sind vor allem bei den Gerinnen Gräbegrabe und Tubeschwandgrabe Erosionsspuren im Gerinne sichtbar. Die</p>	

	<p>Gerinneböschungen sind eher feinkörnig. Vor allem am Gräbegrabe sind im Oberlauf Rutschungen zu erwarten. Ab Kote 800 weitere Rutschungen zu erwarten, Gerinneböschung teils bereits ins Gerinne abgerutscht. Es liegt viel Material zur Disposition. An praktisch allen Gerinne liegt Schwemmholz im Gerinne.</p>
<p>Kartenausschnitt</p>	
<p>Qualitative Beschreibung relevanter möglicher Ereignisabläufe (Szenarien)</p>	<p>HQ₃₀</p> <p>Starke Gewitterregen massgeblich. Geschiebepotential mehrheitlich aus Gerinneerosionsprozessen, aber vor allem im Lienegggrabe und Gräbegrabe auch kleinere (Böschungs-) Rutschungen. In steilen Seitenrutschen im Einzugsgebiet teils kleinere Murgänge bereits ab HQ₃₀ (Lienegggrabe, Gräbegrabe, Tubeschwandgrabe). Unterhalb der Sammler vor allem im Ryscheregrabe lokal etwas Geschiebe aus Erosionsprozessen, hier Materialumlagerung durch fluviale Transportprozesse. Vollständiger Rückhalt Geschiebe im Sammler. Lokale Gerinneaustritte v.a. am Ryscheregrabe oberhalb Geschiebesammler und am Eybach aufgrund von Kapazitätsengpässen und Teilverkläusungen.</p>
	<p>HQ₁₀₀</p> <p>Ähnliche Mobilisierungs- und Transportprozesse wie bei HQ₃₀. Geschiebepotential wird durch grössere Hang-Eintrutsche massgeblich erhöht. Am Lienegggrabe wird der Sammler teils überlastet: Murgänge werden abgebremst, es gelangt aber Geschiebe in den Unterlauf. Dieses wird mehrheitlich oberhalb vom Zusammenfluss mit Ryscheregrabe abgelagert. Am Ryscheregrabe genügt das Sammlervolumen den anfallenden Geschiebefrachten, jedoch wird im Abschnitt unterhalb wieder etwas Geschiebe mobilisiert. Am Eybach vermehrt Engpässe, (Teil-) Verkläusungen und grössere Wasseraustritte.</p>
	<p>HQ₃₀₀</p> <p>Starker Gewitterregen auf vorgefeuchten Boden massgebend. Es sind grosse Geschiebeeinträge aus Rutschungen zu erwarten. Auch am Ryscheregrabe wird der Sammler überlastet. Unterhalb vermehrt Verkläusungen und Übersarungen. Am Eybach nehmen die Prozessflächen nur wenig zu, lokal höhere Prozessintensitäten.</p>
	<p>EHQ</p> <p>Sammler aufgrund sehr grosser Geschiebefrachten überlastet, vor allem am Lienegggraben Übermürungen bis ins Siedlungsgebiet, Geschiebeaustrag in Abschnitte unterhalb und Ablagerungen im Gerinne, Kapazitätsengpässe und weitere Verschärfung Verkläusungsgefährdung im Siedlungsgebiet.</p>

Abflussspitzen	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ	
W_6_1	4.1 m ³ /s	5.9 m ³ /s	8.3 m ³ /s	10.7 m ³ /s	
W_6_2	3.6 m ³ /s	5.1 m ³ /s	7.2 m ³ /s	9.3 m ³ /s	
W_6_3 (Gürbe)	8.5 m³/s	12.0 m³/s	17.0 m³/s	22.0 m³/s	
Murfähigkeit	<input checked="" type="checkbox"/> HQ ₃₀	<input checked="" type="checkbox"/> HQ ₁₀₀	<input checked="" type="checkbox"/> HQ ₃₀₀	<input checked="" type="checkbox"/> EHQ	
relevante Geschiebefrachten in Perimeter A (unterhalb Sammler)	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀	G _{EHQ}	
Eybach Ryscheren	0 m ³	100 m ³	1'000 m ³	1'900 m ³	
Eybach Lienegg	0 m ³	300 m ³	1'500 m ³	2'800 m ³	
Kommentar Geschiebe	<p>Vorgehen: Abschätzung der massgebenden Geschiebefrachten beruht auf einer detaillierten Betrachtungsweise der in einem Wildbach ablaufenden Prozesse. Die aufgeführten Feststofffrachten berücksichtigen Material aus möglichen Gerinneerosionsprozessen (Sohle, Böschungen) sowie aus Rutschungen (Gerinneabhängungen). Die Volumina wurden im Zuge der Revision im Gelände erhoben; die Abschätzung der Kubaturen berücksichtigt somit den aktuellen Zustand der (Teil-) Gerinne sowie der Gerinneabhängungen.</p> <p>Hinweise / Erkenntnisse Begehung Einzugsgebiet Ryscherengrabe: - Gräbegrabe und Tubeschwandgrabe rel. hohe Erosionsleistung, da Gerinneabhängungen sehr weich und feinkörnig. Im Tubeschwandgrabe auch etwas gröberes Geschiebe (dm25) - Gräbegrabe und Tubeschwandgrabe murfähig (steile Gerinne), Lidibouchgrabe Geschiebetransport nur fluvial. Im Gräbegrabe teils Deposition im flachen und unbewaldeten Zwischenstück zwischen den Koten 840-800. - Rutschungen vor allem im Gräbegrabe Oberlauf (oberhalb Kote 840), ab Kote 800 bis 715, mittelgründige Rutsche (ca. 1.5 m), die teilweise bereits ins Gerinne abgerutscht sind.</p> <p>Hinweise / Erkenntnisse Begehung Lienegggrabe: - hohe Erosionsleistung möglich, auch grössere Geschiebekörnungen zu erkennen - grossflächige, flachgründige Rutschungen linksseitig möglich bzw. wahrscheinlich, viele Spuren - Hauptgerinne oberhalb Sammler murfähig</p>				
Geschiebebilanz	Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	680 m ü.M.*	700 m ³	1'600 m ³	3'200 m ³	4'800 m ³
Ryscherengrabe	680 m ü.M.	400 m ³	900 m ³	1'800 m ³	2'700 m ³
		➔ Sammlervolumina Ryscheregrabe ca. 800 m ³ (überlastet ab HQ ₃₀₀)			
	675 m ü.M.*	800 m ³	2'100 m ³	4'200 m ³	6'200 m ³
Lienegggrabe	675 m ü.M.	500 m ³	1'300 m ³	2'500 m ³	3'800 m ³
		➔ Sammlervolumina Lienegggrabe ca. 1'000 m ³ (überlastet ab HQ ₁₀₀)			
* In den bilanzierten Mengen sind alle Fraktionen inkl. Feinmaterial berücksichtigt. Bei der Beurteilung der Sammler, wird davon ausgegangen, dass sich ein Anteil des Feinmaterials nicht ablagert und problemlos durchtransportiert wird.					
Schwemmholz	Im bewaldeten Einzugsgebiet wird im Zusammenhang mit Hang-Gerinne-Interaktionen (Erosion, Böschungsrutsche, teils Hangrutschungen) Schwemmholz ins Gerinne eingetragen und weitertransportiert. Ebenfalls befinden sich im Gerinne Stämme und Äste, welche mobilisiert werden können. Das Schwemmholzpotential im Einzugsgebiet der einzelnen Gräben im Einzugsgebiet sowohl des Lienegggrabes als auch des Ryscheregrabes ist ausgeprägt. Bereits ab einem HQ ₃₀ ist mit grösseren Schwemmholzeinträgen zu rechnen. In den Sammlerbauwerken kann wohl einiges an Schwemmholz zurückgehalten werden, jedoch kann teils auch Schwemmholz weitertransportiert werden. Vor allem im Ryscheregrabe kann auch unterhalb des Sammlers zusätzliches Schwemmholz aus der Ufervegetation mobilisiert werden.				

Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Perimeter B: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Holzsperrerverbau in diversen Seitenbächen ▪ Geschiebesammler Lienegggrabe (Gmeisbach) Perimeter A: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geschiebesammler Ryscheregrabe ▪ Bachschale / Uferverbau Ryscheregrabe ▪ Bachschale / Uferverbau Lienegggrabe ▪ Bachschale / Uferverbau Eybach 	
Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Karte Beilage 2)	(6.01)-(6.14) Brücken Eybach (6.15)-(6.19) Brücken Gmeisbach (Lienegggrabe) (6.20) Geschiebesammler Gmeisbach (Lienegggrabe) (6.21)-(6.24) Brücken Ryscheregrabe unterhalb Geschiebesammler (6.25) Geschiebesammler Ryscheregrabe (6.26) Brücke Ryscheregrabe oberhalb Geschiebesammler (6.27) Durchlass Tubeschwandgrabe (6.28) Durchlass Gräbegrabe	
Fotos	Eybach	
	6.01 	6.02 
	6.03 	6.04 
	6.05 	6.06 

6.07



6.08



6.09



6.10



6.11



6.12



6.13



6.14



Lienegggrabe (Gmeisbach)

6.15



6.16



6.17



6.18



6.19



6.20



Ryscheregrabe

6.21



6.22



6.23



6.24



6.25



6.26



	Tubeschwandgrabe 6.27 	Gräbegrabe 6.28 
Verhalten der Schwachstellen	HQ ₃₀ (6.01)-(6.03) (6.05) (6.07)-(6.10) (6.12)-(6.14) (6.26) Teilverklau- sung (6.27) (6.28) Vollverklau- sung	
	HQ ₁₀₀ (6.04) (6.06) (6.11) (6.15) (6.17)-(6.19) Teilverklau- sung (6.01)-(6.03) (6.05) (6.07)-(6.10) (6.12)-(6.14) (6.27) (6.28) Vollver- klau- sung (6.20) Überlast Sammler, Weitertransport Schwemmholz (6.26) Vollverklau- sung, Geschiebeablagerungen	
	HQ ₃₀₀ (6.16) (6.21)-(6.24) Teilverklau- sung (6.01)-(6.15) (6.18) (6.19) (6.27) (6.28) Vollverklau- sung (6.17) (6.26) Vollverklau- sung, Geschiebeablagerungen (6.20) (6.25) Überlast Sammler, Weitertransport Schwemmholz	
	EHQ (6.01)-(6.16) (6.18)-(6.19) (6.21)-(6.24) (6.27) (6.28) Vollverklau- sung (6.17) (6.26) Vollverklau- sung, Geschiebeablagerungen (6.20) (6.25) Überlast Sammler, Weitertransport Schwemmholz	
Wirkungsbeurteilung	HQ ₃₀ <p>Teilverklau- sungen bei Brücken am Gräbegrabe (6.28) und am Tu- beschwandgrabe (6.27) mit Ausuferungen. Am Ryscheregrabe kommt es zur Verklau- sung der Brücke (6.26) und zu beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität, die auf dem Bruchweg und schliesslich auf dem Ryscherenweg abfliessen.</p> <p>Am Eybach kommt es aufgrund von Kapazitätsengpässen und Ver- klau- sungen bei diversen Brücken (6.14, 6.13, 6.12, 6.10, 6.09, 6.08, 6.07, 6.05) zu meist beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität, welche auf dem Gerbeweg und auf der Blumenstein- strasse abfliessen können und mehrere Gebäude gefährden.</p> <p>Bei den Brücken (6.03, 6.02 und 6.01) kommt es ebenfalls zu beid- seitigen Ausuferungen schwacher Intensität, welche mehrere Strassen und Gebäude gefährden (teils Rückstauproblematik vom Gürbe her).</p>	
	HQ ₁₀₀ <p>Bei den Brücken (6.27, 6.26) lokal auch mittlere Intensitäten. Auf dem gesamten Ryscherenweg können Ausuferungen schwacher Intensität bis in die Gmeisstrasse abfliessen, wodurch mehrere Ge- bäude gefährdet werden.</p> <p>Aufgrund der Überlast des Sammlers am Lienegggrabe (6.20) kommt es zu grossem Schwemmholz- und teils Geschiebeeintrag in Perimeter A. Bei den Brücken (6.19, 6.18, 6.17 und 6.15) kommt es zu links- (6.19 und 6.17) bzw. beidseitigen (6.18 und 6.15) Aus- uferungen und Prozessflächen schwacher und lokal mittlerer Inten- sität entlang vom Steinerenweg, Hübeliweg und der Gmeisstrasse. Mehrere Gebäude sind durch Übersarungen betroffen.</p> <p>Bei der Brücke (6.15) können rechtsseitige Ausuferungen mittlerer Intensität auf der Gmeisstrasse und bis in die Stockerenstrasse ab- fliesen.</p> <p>Auf dem ganzen Bachabschnitt zwischen der Brücke (6.13) und der Mündung des Eybachs in die Gürbe sind beidseitig grosse Flä- chen von Überschwemmungen schwacher Intensität betroffen. Dadurch werden diverse Gebäude und Strassen im und rund um das Gebiet Ey gefährdet. Zudem sind mehrere Gebäude und</p>	

	<p>Strassen durch Überschwemmungen mittlerer Intensität betroffen. Die Ausuferungen können bis in den Bachweg (Gebiet Aftermoos) abfließen.</p>
	<p>Im Bereich der Brücke (2.26) kommt es zu linksseitigen Ausuferungen mittlerer Intensität. Diese können auf dem Ryscherenweg abfließen. Der ganze Ryscherenweg ist betroffen. Zudem können Ausuferungen schwacher Intensität über den Wydimattweg bis ins Rüdibächli und via Höstettli der Gmeisstrasse, der Hagenstasse und der Fröschgasse bis ins Gebiet Salzhus abfließen. Dadurch werden mehrere Gebäude gefährdet.</p> <p>Aufgrund der Überlast der Sammler sowohl am Lieneggrabe (6.20) als auch am Ryscheregrabe (6.25) kommt es zu grossen Schwemmholz- und Geschiebeausuferungen in den Unterlauf. Am Lieneggraben werden Flächen unterhalb vom Sammler mit mittlerer Intensität übermurt, hier sind auch Gebäude betroffen.</p> <p>Bei der Brücke (6.22) kommt es linksseitig zu einer grossflächigen Ausuferung schwacher Intensität.</p> <p>Im Bereich der Brücken (6.19, 6.18, 6.17) führen Ausuferungen mittlerer und Schwacher Intensität zur Gefährdung mehrere Gebäude und Strassen.</p> <p>Auf dem ganzen Bachabschnitt zwischen der Brücke (6.13) und der Mündung des Eybachs in die Gürbe kommt es beidseitig an diversen Stellen zu Wasseraustritten. Dadurch sind grosse Teile der Stockerenstrasse, der Blumensteinstrasse, der gesamte Gerbeweg sowie Gebäude entlang dieser Strassen durch Überschwemmungen mittlerer Intensität gefährdet. Linksseitige Ausuferungen mittlerer Intensität bei der Brücke (6.02) fliessen zudem auf der Blumensteinstrasse bis in die Bernstrasse ab und gefährden mehrere Gebäude.</p>
	<p>Ähnliche Prozessflächen wie bei HQ₃₀₀, jedoch vermehrt Flächen mittlerer Prozessintensität. Aufgrund der extremen Geschiebefrachten gelangt viel Geschiebe in die Gerinneabschnitte unterhalb der Sammlerbauwerke. Am Lieneggrabe werden grössere Flächen der Siedlung Gmeis übermurt, randlich können auch starke Intensitäten auftreten.</p>
Auswirkungen auf Vorfluter	<p>Bei Hochwasser in der Gürbe ist im untersten Abschnitt mit einem Rückstau von der Gürbe her ins Gerinne des Eybachs zu rechnen. Vom Eybach in die Gürbe eingetragenes Geschiebe (mehrheitlich Feinmaterial) sowie Schwemmholz kann durch die Gürbe auch bei mittleren Abflüssen in der Gürbe abtransportiert werden.</p>
Bearbeiter/in, Datum	<p>Kissling + Zbinden AG, Bernhard Richli, 02.12.2020</p>

Prozessquelle Wasserprozesse: W_7_Büelbächli			
Einzugsgebietsfläche	Nr. *	Kote / Standort	km ²
	W_7_1	603 m ü. M. Rüdibächli (oh. Zusammenfluss)	0.7
	W_7_2	603 m ü. M. Horngrabe (oh. Zusammenfluss)	0.6
	W_7_3	600 m ü. M. Büelbächli (Eindolung)	1.3
	W_7_4	592 m ü. M. Mündung Gürbe	1.6
	* vgl. Kartenausschnitt unten		
Charakteristik	<p>Das Einzugsgebiet des Büelbächlis liegt südöstlich der Siedlung Grundbach vollständig im Perimeter A der Gefahrenkarte. Als eigentliches Büelbächli wird nur die eingedolte Strecke ab Zusammenfluss des Horngrabes und des Rüdlibächlis oberhalb der Fröschgasse (Kote 600) als solches bezeichnet. Das Gruebebächli entwässert bis auf eine Höhe von rund 950 m ü.M. die Flanken vom Rüttannebode her und fliesst als Wiesenbächlein durch das besiedelte Gebiet bei Höheschür. Unterhalb des Grubenwegs fliesst es als Hornbach erst mit einem Ufervegetationsstreifen, ab Hubelgasse eher in einem Waldstreifen steil talwärts (ca. 25%). Ca. auf Kote 660 flacht das Gefälle etwas ab (ca. 17%) und der Horngrabe fliesst übers Wiesland bis in einen grösseren Sandfang direkt oberhalb des Wydimattwegs. Unterhalb vom Sammler führt er in einer Bachschale bis zum Einlauf in die Eindolung des Büelbächlis.</p> <p>Das Rüdlibächli entspringt am Tuffhubel und fliesst als Wiesenbächlein mit nur wenig Ufervegetation talwärts Richtung Höstettli und bis zum Zusammenfluss mit dem Horngrabe. Das Gerinne ist im Bereich von Durchlässen und im untersten Abschnitt verbaut resp. als Bachschale ausgebildet.</p>		
Ereigniskataster	01.08.1990 1990-W-0167	Ausuferung beim Sammler. Bachabwärts führte Wasserrückstau zu einer Seebildung und bei einem Wohnhaus zu Wasserschäden im Keller.	
	21.09.2014 2014-W-0161	Das Rüdlibächli überflutete teilweise die Zufahrtsstrasse und einen Teil der Landwirtschaftsfläche.	
Sichtbare Phänomene	Im Einzugsgebiet des Büelbächlis deuten vor allem im bewaldeten Abschnitt des Horngrabes (ca. 775 – 660 m ü.M.) lokale Böschungsrutsche und Uferanrisse auf wesentliche Erosionsprozesse hin. Auf den übrigen Abschnitten des Horngrabes wie auch des Rüdlibächlis sind nur sehr lokal kleine Erosionsstellen sichtbar.		
Kartenausschnitt			
Qualitative Beschreibung relevanter möglicher Ereignisabläufe (Szenarien)	HQ ₃₀	<p>Starke Gewitterregen massgeblich. Oberhalb Waldabschnitt Horngrabe nur sehr wenig Feststoffe. Im Waldabschnitt Geschiebepotential mehrheitlich aus Gerinneerosionsprozessen und kleineren Böschungsrutschungen. Fluvialer Geschiebetransport. Vollständiger Rückhalt Geschiebe/ Schwemmholz im Sandfang/ Abschnitt oberhalb (abnehmende Transportkapazität). Lokale Gerinneaustritte v.a. aufgrund von kleinen Durchlässen.</p>	

	HQ ₁₀₀	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀ . Geschiebepotential in Steilstrecke wird durch Böschungsrutschungen etwas erhöht. Sandfang / Sammler genügend. Grössere Prozessflächen vor allem aufgrund höherer Wassermenge.			
	HQ ₃₀₀	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₁₀₀ , Sandfang Horngrabe aufgrund erhöhter Feststofffracht etwas überlastet. Nur geringe Austräge in Unterlauf, vermehrt Übersarungen.			
	EHQ	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀₀ , zusätzliche Prozessflächen, Zunahme Intensitäten.			
Abflussspitzen	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ	
W_7_1	2.8 m ³ /s	3.9 m ³ /s	5.5 m ³ /s	7.0 m ³ /s	
W_7_2	2.4 m ³ /s	3.4 m ³ /s	4.7 m ³ /s	6.0 m ³ /s	
W_7_3	5.5 m ³ /s	7.5 m ³ /s	10.0 m ³ /s	13.0 m ³ /s	
W_7_4 (Mündung Gürbe)	6.5 m³/s	9.0 m³/s	12.5 m³/s	16.0 m³/s	
Murfähigkeit	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀	<input type="checkbox"/> HQ ₁₀₀	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀₀	<input type="checkbox"/> EHQ	
relevante Geschiebefrachten in Perimeter A (unterh. Sammler)	G ₃₀ 0 m ³	G ₁₀₀ 0 m ³	G ₃₀₀ 150 m ³	G _{EHQ} 250 m ³	
Kommentar Geschiebe	<p>Vorgehen: Abschätzung der massgebenden Geschiebefrachten beruht auf einer detaillierten Betrachtungsweise der in einem Wildbach ablaufenden Prozesse. Die aufgeführten Feststofffrachten berücksichtigen Material aus möglichen Gerinneerosionsprozessen (Sohle, Böschungen) sowie aus Rutschungen (Gerinneabhängigkeiten). Die Volumina wurden im Zuge der Revision im Gelände erhoben; die Abschätzung der Kubaturen berücksichtigt somit den aktuellen Zustand der (Teil-) Gerinne sowie der Gerinneabhängigkeiten.</p> <p>Hinweise / Erkenntnisse Begehung: - Geschiebetransport nur im Horngrabe massgebend. - im Horngrabe nur im bewaldeten Abschnitt Kote 775 – 660 Geschiebe aus Erosionsprozessen, zudem mehrere Rutsche und Anrisse auf diesem Abschnitt.</p>				
Geschiebebilanz * (Horngrabe)	Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	660 m ü.M.*	300 m ³	600 m ³	1'100 m ³	1'300 m ³
	660 m ü.M.	170 m ³	300 m ³	550 m ³	700 m ³
	615 m ü.M.	90 m ³	150 m ³	300 m ³	400 m ³
		➔ Sammlervolumina ca. 150 m ³ (überlastet ab HQ ₃₀₀)			
* In den bilanzierten Mengen sind alle Fraktionen inkl. Feinmaterial berücksichtigt. Bei der Beurteilung der Sammler, wird davon ausgegangen, dass sich ein Anteil des Feinmaterials nicht ablagert und problemlos durchtransportiert wird.					
Schwemmh Holz	Im Einzugsgebiet des Büelbächlis herrscht kein ausgeprägtes Schwemmh Holzpotenzial vor. Es ist nur aus dem Horngrabe (bewaldeter Abschnitt) mit etwas Schwemmh Holz zu rechnen. Auf übrigen Abschnitten ist eher Geschwemmsel wie Gras, Zweige und Laub für Verkläuerungen bei kleinen Durchlässen / Einläufen mit Gittern zu berücksichtigen.				
Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Perimeter A: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sperrenverbau Horngrabe ▪ Sandfang / Sammlerbauwerk Horngrabe oh. Wydimattweg, V = 150 m³ ▪ Einlaufbauwerk Eindolung Büelbächli mit Sandfang / Rechenbauwerk 				
Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Karte Beilage 2)	(7.01) Einlaufbauwerk Eindolung Büelbächli				
	(7.02)-(7.08) Durchlässe Rüdlibächli				
	(7.09) Sandfang / Sammlerbauwerk Horngrabe				
	(7.10)-(7.23) Durchlässe / Brücken Horngrabe / Gruebebächli				

Fotos

7.01



7.02



7.03



7.04



7.05



7.06



7.07



7.08



7.09



7.10



7.11



7.12



7.13



7.14



7.15



7.16



7.17



7.18



7.19



7.20



	<p>7.21</p> 	<p>7.22</p> 
	<p>7.23</p> 	
<p>Verhalten der Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Kartenbeilage 2)</p>	<p>HQ₃₀ (7.01)-(7.09) (7.11) (7.12) (7.14)-(7.23) Vollverkläusung (7.10) (7.13) Teilverkläusung</p>	
	<p>HQ₁₀₀ (7.01)-(7.09) (7.11) (7.12) (7.14)-(7.23) Vollverkläusung (7.10) (7.13) Teilverkläusung</p>	
	<p>HQ₃₀₀ (7.01)-(7.23) Vollverkläusung (7.09) Überlast Sandfang</p>	
	<p>EHQ (7.01)-(7.23) Vollverkläusung (7.09) Überlast Sandfang</p>	
<p>Wirkungsbeurteilung</p>	<p>HQ₃₀ Am Gruebebächli / Horngrabe kommt es aufgrund ungenügender Gerinnekapazitäten sowie von (Teil-) Verkläusungen bei sämtlichen Durchlässen / Brücken zu mehrheitlich beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität entlang vom Gerinne. Die beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität, fliessen auf dem Grubenweg, auf dem Raineggen sowie auf der Grundbachstrasse ab und gefährden einzelne Häuser. Beim Sandfang (7.09) können linksseitige Ausuferungen schwacher Intensität auf dem Wydimattweg und bis ins Gebiet Salzhüs abfliessen. Zwischen Fröschgasse und Bodenacker sind einzelne Gebäude betroffen. Am Rüdlibächli kommt es ebenfalls aufgrund ungenügender Gerinnekapazität und Verkläusungen / Verstopfungen bei den Durchlässen auf der gesamten Strecke zu Ausuferungen entlang vom Gerinne (schwache Intensitäten). Das Wasser fliesst teils entlang von Rüdliweg, Wydimattweg und Höstettli über die Strassenflächen ab. Im Bereich der Gmeisstrasse / Friedhof fliesst das Wasser mit schwachen Intensitäten etwas grossflächiger ab Richtung der Senke bei Salzhüs. Die Prozessflächen sind aufgrund der beschränkten Wassermengen begrenzt.</p>	
	<p>HQ₁₀₀ Ähnliche Prozesse wie bei HQ₃₀. Am Horngrabe können rechtsseitige Ausuferungen bei der Schwachstelle (7.15) über die Hubelgasse, die Grundbachstrasse, den Rüdliweg und schliesslich den Wydimattweg abfliessen. Bei der Brücke (7.13) fliessen die linksseitigen Ausuferungen schwacher Intensität weiter auf der Grundbachstrasse und im Gebiet Zälg zurück Richtung Horngrabe. Mehrere Häuser und Strassen sind von Überschwemmungen schwacher Intensität betroffen. Unterhalb vom Sandfang werden entlang vom Wydimattweg mittlere Intensitäten erreicht. Zwischen Fröschgasse und Bodenacker kommt es zu einem Einstau, hier sind mehrere Gebäude von</p>	

	<p>schwachen Intensitäten betroffen. Aufgrund der grösseren Wassermenge von Hornbach und Rüdlibächli weiten sich die Prozessflächen Richtung Postgasse, Musterplatz und via Blumensteinstrasse/ Bernstrasse weiter talwärts. Diverse Häuser und Strassenzüge sind von schwachen Intensitäten betroffen.</p>
	<p>HQ₃₀₀</p> <p>Ähnliche Prozesse wie bei HQ₃₀. Erhöhter Abfluss entlang der Strassenzüge. Am Hornbach ab Schwachstelle 7.17 rechtsseitig Ausweitung Prozessflächen entlang Grundbachstrasse und schliesslich über den ganzen Hang Richtung Rüdlibächli ab, auch einzelne Gebäude sind betroffen. Linksseitig tritt bei der Brücke (7.13) linksseitige mehr Wasser aus, es kommt zu mittleren Intensitäten entlang der Grundbachstrasse, zusätzliche Übersarungsflächen schwacher Intensität Gebiet Zälg und Richtung Kirche / Dorf bis in die Burgsteinstrasse/ Bernstrasse.</p> <p>Entlang vom Wydimattweg, der Gmeisstrasse und der Fröschgasse sowie im Bereich zwischen Fröschgasse und Bodenacker (Rückstaubereich) kommt es im Bereich der Durchässe (7.05, 7.03, 7.02 und 7.01) zu Übersarungen mittlerer Intensität, wovon auch einzelne Gebäude betroffen sind.</p>
	<p>EHQ</p> <p>Ähnliche Prozesse wie bei HQ₃₀₀. Bei Extremereignissen sind weitere Fliesswege und Prozessflächen denkbar. Am Hornbach linksseitig entlang der Grundbachstrasse Richtung Kilchweg sowie rechtsseitig vom Rüdlibächli via Bruchweg ins Gebiet Widimatt bis Äbnit. Hier sind weitgehend schwache Prozessintensitäten zu erwarten.</p>
Auswirkungen auf Vorfluter	<p>Die Eindolung des Büelbächlis mündet direkt oberhalb der Gürbe in den Eybach. Aufgrund der begrenzten Kapazität der Eindolung ist die zusätzliche Wassermenge aus dem Büelbächli in den Eybach begrenzt. Dennoch verschärft die zusätzliche Wassermenge vom Büelbächli her die Gefährdungssituation am Eybach aufgrund der ohnehin schon ungenügenden Kapazitäten zusätzlich. Bei Hochwasser in der Gürbe sind Rückstauprozesse Richtung Eybach und somit Richtung Eindolung des Büelbächlis zu erwarten.</p>
Bearbeiter/in, Datum	Kissling + Zbinden AG, Bernhard Richli, 02.12.2020

Prozessquelle Wasserprozesse: W_8_Öligraben			
Einzugsgebietsfläche	Nr. *	Kote / Standort	km ²
	W_8_1	850 m ü. M. Hofmatt	1.1
	W_8_2	620 m ü. M. Kirche	1.8
	W_8_3	600 m ü. M. Dornerebächli	0.4
	W_8_4	588 m ü. M Mündung Gürbe	2.2
* vgl. Kartenausschnitt unten			
Charakteristik	<p>Das nur zum kleinen Teil bewaldete Einzugsgebiet des Öligrabens erstreckt sich vom Gebiet Oberi Allmid über die Siedlung Grundbach bis an die süd-östlich Richtung Wattenwil abfallenden Hänge des Würzgrats (mehrheitlich im Perimeter A). Im oberen, eher flacheren Einzugsgebiet durchfließt das Staffetalpbächli (inkl. Sagibächli) die Siedlung Grundbach. Unterhalb der Siedlung münden die Eindolungen des Gstösbächlis und Moosbächlis ein und ab hier wird das Gewässer als Öligrabe bezeichnet. Der Öligrabe durchfließt eine bewaldete, eingeschnittenen Steilstrecke (bis 25%), welche mehrheitlich verbaut ist. Das Guggehürlibächli und das Rainbächli entwässern die Flächen im Gebiet Rohrmoos und fließen im Bereich der Steilstrecke in den Öligrabe. Oberhalb der Siedlung flacht das Gefälle auf rund 13% ab. Hier befindet sich ein grosses Sammlerbauwerk. Unterhalb ist der Öligrabe stark verbaut und führt geradlinig Richtung Aftermoos, wo er in die Gürbe mündet.</p>		
Ereigniskataster	07.06.1959	Erhebliche Sachschäden im Dorf durch Überflutungen und Übersarungen.	
	1959-W-0010		
	29.06.1990	Murgang (Gerinne)	
	1990-W-0182		
	21.09.2014	Überschwemmung/Hochwasser	
	2014-W-0143		
	21.09.2014	Das Guggehürlibächli überflutete die Landwirtschaftsfläche oberhalb der Liegenschaft Rohrmoosweg 6 und unterspülte die Werkleitungen. Das Wasser floss über die darunterliegende Landwirtschaftsfläche.	
	2014-W-0159		
	21.09.2014	Verklausung des Durchlasses bei der Wasserschwelle im Rohrmoos.	
2014-W-0162			
21.09.2014	Das Staffetalpbächli überflutete die Zufahrtsstrasse zur Liegenschaft Rainsägweg 1 und die darunterliegende Landwirtschaftsfläche.		
2014-W-0163			
21.09.2014	Der Öligraben, das Gstösbächli und das Staffetalpbächli traten jeweils rund 100-300 m oberhalb der gemeinsamen Einmündung über die Ufer und überfluteten die Landwirtschaftsfläche oberhalb der Liegenschaft Käseriweg 4. Unterhalb der Liegenschaft sammelte sich das Wasser auf der Zufahrtsstrasse und spülte die talseitige Böschung aus. Zudem wurde durch den hohen Wasserzufluss eine Hangmure in der talseitigen Böschung ausgelöst.		
2014-W-0164			
21.09.2014	Bei der Liegenschaft Stafelalp 1 wurde durch die grossen Wassermengen die Zufahrtsstrasse überflutet.		
2014-W-0166			
21.09.2014	Aufgrund der grossen Wassermenge wurde der Feldweg und Teile der angrenzenden Landwirtschaftsfläche südlich der Liegenschaft Kühboden 1 überflutet.		
2014-W-0167			
Sichtbare Phänomene	<p>Im Einzugsgebiet oberhalb der Steilstrecke sind nur lokal Geschiebeherde auszumachen. Es ist eher mit Feinmaterial aus lokalen Erosionsstellen und Sohlenerosion zu rechnen. Im Bereich der Steilstrecke sind (Böschungs-) Rutschungen wahrscheinlich, hier liegen einige v.a. Feinmaterialablagerungen sowie Schwemmholz zur Disposition.</p>		

Kartenausschnitt				
Qualitative Beschreibung relevanter möglicher Ereignisabläufe (Szenarien)	HQ ₃₀	Starke Gewitterregen massgeblich. Oberh. Grundbach nur wenig Feststoffe. Im Öligrabe Geschiebepotential mehrh. aus Gerinneerosionsprozessen/kleineren Böschungs-rutschungen. Eher fluvialer Transport, murgangartige Transportprozesse bei lokalen Rutschungen mit Aufstau im Gerinne möglich. Vollständiger Rückhalt Geschiebe/Schwemmholz im Sammler/Abschnitt oberhalb (abnehmende Transportkapazität). Lokale Austritte an kleinen Bächen v.a. aufgr. kleiner Durchlässe.		
	HQ ₁₀₀	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀ . Im oberen Abschnitt vollständige Ablagerung Feststoffe (Feinmaterial) im Sammler oberhalb Grundbach. Geschiebepotential in Steilstrecke wird durch grössere Hang-Einrutsche massgeblich erhöht. Transportprozesse bis zum Sammler murgangartig, auch kleinere Murgänge möglich. Grössere Schwemmholzeinträge bis in Perimeter A möglich (Austrag Sammler, Remobilisierung), was zu (Teil)-Verklauungen von Brücken/ Durchlässen führt.		
	HQ ₃₀₀	Starker Gewitterregen auf vorfeuchten Boden massgebend. Überlast Sammler oberhalb Grundbach, etwas Feststoffeintrag in Abschnitte unterhalb (Feinmaterial). Im Öligrabe sind grosse Geschiebeeinträge aus Rutschungen zu erwarten, was zu grösseren Murgängen führen kann. Kapazität Geschiebesammler genügend, im Siedlungsgebiet jedoch vermehrt Gerinneausbrüche aufgrund von Verklauungen.		
	EHQ	Vermehrt Feststoffe in kleinen Seitenbächen. Im Öligrabe grössere Murgänge möglich, Sammler jedoch auch bei Extremereignissen genügend. Grossflächige Ausuferungen aufgrund von Kapazitätsengpässen und Verschärfung Verklauungsgefährdung im Siedlungsgebiet.		
Abflussspitzen	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
W_8_1	4.0 m ³ /s	5.5 m ³ /s	7.8 m ³ /s	10.0 m ³ /s
W_8_2	6.5 m ³ /s	9.0 m ³ /s	12.7 m ³ /s	16.4 m ³ /s
W_8_3	1.5 m ³ /s	2.0 m ³ /s	2.8 m ³ /s	3.6 m ³ /s
W_8_4 (Gürbe)	8.0 m³/s	11.0 m³/s	15.5 m³/s	20.0 m³/s
Murfähigkeit	☒ HQ ₃₀	☒ HQ ₁₀₀	☒ HQ ₃₀₀	☒ EHQ
relevante Geschiebefrachten in Perimeter A (unterhalb Sammler)	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀	GEHQ
Oberhalb Grundbach	0 m ³	0 m ³	100 m ³	200 m ³
Unterhalb Sammler	0 m ³	0 m ³	0 m ³	0 m ³

Kommentar Geschiebe	<p>Vorgehen: Abschätzung der massgebenden Geschiebefrachten beruht auf einer detaillierten Betrachtungsweise der in einem Wildbach ablaufenden Prozesse. Die aufgeführten Feststofffrachten berücksichtigen Material aus möglichen Gerinneerosionsprozessen (Sohle, Böschungen) sowie aus Rutschungen (Gerinneabhängigkeiten). Die Volumina wurden im Zuge der Revision im Gelände erhoben; die Abschätzung der Kubaturen berücksichtigt somit den aktuellen Zustand der (Teil-) Gerinne sowie der Gerinneabhängigkeiten.</p> <p>Hinweise/ Erkenntnisse Begehung Staffelalpbächli oh. Grundbach: - Staffelalpbächli / Gstössbächli: eher geringer Geschiebetransport, kaum Schwemmholz, nicht murfähig - Sagibächli / Moosbächli, Rainbächli, Guggehürlibächli: kein Geschiebetrieb, eher Geschwemmsel (kein Schwemmholz)</p> <p>Hinweise / Erkenntnisse Begehung Öligrabe uh. Grundbach: - grossflächige, steile Gerinneabhängigkeiten unterschiedlicher Mächtigkeit (v.a. rechtsufrig). Rutschungen und Sackungen, welche das Gerinne erreichen und stauen können sehr wahrscheinlich. Einige Feinmaterialablagerungen liegen bereits in Gerinnenähe und sind dem Erosionsprozess ausgesetzt. - Schwemmholzpotenzial hoch, auch durch Eintrag aus Rutschungen - nicht nur Sammler für Geschieberückhalt, Transportkapazität unterhalb Gefällsknick (oberhalb. Sammler) wirkt limitierend</p>																																			
Geschiebebilanz * Oberhalb Grundbach Unterhalb Grundbach	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kote</th> <th>HQ₃₀</th> <th>HQ₁₀₀</th> <th>HQ₃₀₀</th> <th>EHQ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>895 m ü.M.*</td> <td>100 m³</td> <td>150 m³</td> <td>300 m³</td> <td>500 m³</td> </tr> <tr> <td>895 m ü.M.</td> <td>30 m³</td> <td>80 m³</td> <td>170 m³</td> <td>250 m³</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4">→ Sammlervolumina Staffelalpbächli ca. 80 m³ (überlastet ab HQ₃₀₀)</td> </tr> <tr> <td>625 m ü.M.*</td> <td>800 m³</td> <td>2'000 m³</td> <td>4'000 m³</td> <td>6'100 m³</td> </tr> <tr> <td>625 m ü.M.</td> <td>500 m³</td> <td>1'100 m³</td> <td>2'200 m³</td> <td>3'200 m³</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4">→ Sammlervolumina ca. 1'500 m³ (keine Überlastung dank Sperrenverbau und Flachstrecke oberhalb Sammler).</td> </tr> </tbody> </table>	Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ	895 m ü.M.*	100 m ³	150 m ³	300 m ³	500 m ³	895 m ü.M.	30 m ³	80 m ³	170 m ³	250 m ³		→ Sammlervolumina Staffelalpbächli ca. 80 m ³ (überlastet ab HQ ₃₀₀)				625 m ü.M.*	800 m ³	2'000 m ³	4'000 m ³	6'100 m ³	625 m ü.M.	500 m ³	1'100 m ³	2'200 m ³	3'200 m ³		→ Sammlervolumina ca. 1'500 m ³ (keine Überlastung dank Sperrenverbau und Flachstrecke oberhalb Sammler).			
Kote	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ																																
895 m ü.M.*	100 m ³	150 m ³	300 m ³	500 m ³																																
895 m ü.M.	30 m ³	80 m ³	170 m ³	250 m ³																																
	→ Sammlervolumina Staffelalpbächli ca. 80 m ³ (überlastet ab HQ ₃₀₀)																																			
625 m ü.M.*	800 m ³	2'000 m ³	4'000 m ³	6'100 m ³																																
625 m ü.M.	500 m ³	1'100 m ³	2'200 m ³	3'200 m ³																																
	→ Sammlervolumina ca. 1'500 m ³ (keine Überlastung dank Sperrenverbau und Flachstrecke oberhalb Sammler).																																			
* In den bilanzierten Mengen sind alle Fraktionen inkl. Feinmaterial berücksichtigt. Bei der Beurteilung der Sammler, wird davon ausgegangen, dass sich ein Anteil des Feinmaterials nicht ablagert und problemlos durchtransportiert wird.																																				
Schwemmholz	Oberhalb Grundbach ist grundsätzlich kein grösseres Schwemmholzpotenzial zu vorhanden. Hier wird die Verklausungsproblematik vor allem durch Geschwemmsel bestimmt. Im bewaldeten Einzugsgebiet im Bereich der Steilstrecke wird im Zusammenhang mit Hang-Gerinne-Interaktionen (Erosion, Böschungsrutsche, Hangrutschungen) Schwemmholz ins Gerinne eingetragen und weitertransportiert. Ebenfalls befinden sich im Gerinne Stämme und Äste, welche mobilisiert werden können. So sind bereits bei einem < HQ ₃₀ grössere Schwemmholzeinträge möglich. Unterhalb des Geschiebesammler ist erst ab HQ ₁₀₀ mit Schwemmholz zu rechnen.																																			
Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	<p>Perimeter B:</p> <ul style="list-style-type: none"> Einlauf Eindolung Moosbächli <p>Perimeter A:</p> <ul style="list-style-type: none"> in Seitenbächen teils Holzverbau (Längs-, Querbauwerke) Sandfang/kleiner Sammler Staffelalpbächli oberhalb Grundbach (80 m³) Sperrenverbau Öligrabe (Blockmauersperren) Geschiebesammler Öligrabe (1'500 m³) 																																			
Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Karte Beilage 2)	<table border="1"> <tr> <td>(8.01)-(8.06) (8.07.2)</td> <td>Brücken/Durchlässe Öligrabe unterhalb Geschiebesammler</td> </tr> <tr> <td>(8.07.1)</td> <td>Geschiebesammler Öligrabe</td> </tr> <tr> <td>(8.08)</td> <td>Einlauf Öligrabe oberhalb Geschiebesammler</td> </tr> <tr> <td>(8.09)-(8.11)</td> <td>Einläufe/Durchlässe Rainbächli</td> </tr> <tr> <td>(8.12.1)- (8.12.2)</td> <td>Einlauf/Durchlass Guggehürlibächli</td> </tr> <tr> <td>(8.13)</td> <td>Einlauf Gstössbächli</td> </tr> <tr> <td>(8.14)-(8.26)</td> <td>Einläufe/ Durchlässe Staffelalpbächli</td> </tr> <tr> <td>(8.20.2)</td> <td>Sandfang / Sammler Staffelalpbächli</td> </tr> <tr> <td>(8.27)</td> <td>Einlauf Sagibächli</td> </tr> </table>	(8.01)-(8.06) (8.07.2)	Brücken/Durchlässe Öligrabe unterhalb Geschiebesammler	(8.07.1)	Geschiebesammler Öligrabe	(8.08)	Einlauf Öligrabe oberhalb Geschiebesammler	(8.09)-(8.11)	Einläufe/Durchlässe Rainbächli	(8.12.1)- (8.12.2)	Einlauf/Durchlass Guggehürlibächli	(8.13)	Einlauf Gstössbächli	(8.14)-(8.26)	Einläufe/ Durchlässe Staffelalpbächli	(8.20.2)	Sandfang / Sammler Staffelalpbächli	(8.27)	Einlauf Sagibächli																	
(8.01)-(8.06) (8.07.2)	Brücken/Durchlässe Öligrabe unterhalb Geschiebesammler																																			
(8.07.1)	Geschiebesammler Öligrabe																																			
(8.08)	Einlauf Öligrabe oberhalb Geschiebesammler																																			
(8.09)-(8.11)	Einläufe/Durchlässe Rainbächli																																			
(8.12.1)- (8.12.2)	Einlauf/Durchlass Guggehürlibächli																																			
(8.13)	Einlauf Gstössbächli																																			
(8.14)-(8.26)	Einläufe/ Durchlässe Staffelalpbächli																																			
(8.20.2)	Sandfang / Sammler Staffelalpbächli																																			
(8.27)	Einlauf Sagibächli																																			

Fotos

Öligrabe

8.01



8.02



8.03



08.04



8.05



8.06



8.07.1



8.07.2



	<p>Moosbächli 8.08</p> 
	<p>Rainbächli</p>
<p>8.09</p> 	<p>8.10</p> 
<p>8.11</p> 	
	<p>Guggehürlibächli</p>
<p>8.12.1</p> 	<p>8.12.2</p> 

Gstössbächli

8.13



Staffelalpbächli

8.14



8.15



8.16



8.17



8.18



8.19



8.20.1



8.21



8.20.2



8.22



8.23



8.24



8.25



8.26



Sagibächli

8.27



Verhalten der Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Kartenbeilage 2)	HQ ₃₀	(8.02) Teilverkläusung (8.08)-(8.27) Vollverkläusung
	HQ ₁₀₀	(8.03)-(8.06) (8.07.2) Teilverkläusung (8.02) (8.08)-(8.27) Vollverkläusung (8.07.1) Austrag Schwemmholz aus Sammler
	HQ ₃₀₀	(8.02)-(8.06) (8.07.2) (8.08)-(8.27) Vollverkläusung (8.20.2) Überlast Sandfang/Sammler (8.07.1) Austrag Schwemmholz aus Sammler
	EHQ	(8.01) keine Verkläusung, Rückstau aus Gürbe (8.02)-(8.06) (8.07.2) (8.08)-(8.27) Vollverkläusung (8.20.2) Überlast Sandfang/Sammler (8.07.1) Austrag Schwemmholz aus Sammler
Wirkungsbeurteilung	HQ ₃₀	<p>Im Bereich der Schwachstellen (8.25 – 8.21) können Ausuferungen schwacher Intensität auf der Stafelalpstrasse Richtung Läger / Grubenweg abfliessen, einzelne Häuser sind gefährdet. Oberhalb des Einlaufes (8.20.1) kommt es zu einem Rückstau und somit mittleren Intensitäten. Aufgrund möglicher Verkläusungen sämtlicher Durchlässe/ Brücken (8.19 - 8.14) werden Flächen beidseitig des Gerinne mit schwacher Prozessintensität überflutet. Diverse Häuser und Strassen sind betroffen, v. a. entlang des Wegs Flühli und des Hofmattwegs.</p> <p>Am Moosbächli und Gstössbächli kommt es bereits ausserhalb Perimeter A zu beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität (ungenügender Gerinnekapazität, Einlauf Eindolung am Moosbächli) und auch unterhalb der Durchlässe (8.08 und 8.13) zur Gefährdung mehrerer Gebäude und Strassen.</p> <p>Am Guggehürlibächli und am Rainbächli kommt es bei sämtlichen Durchlässen (8.12.2 – 8.9) zu beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität, die teilweise auf dem Rohrmoosweg und schliesslich bis in den Öligrabe abfliessen können.</p> <p>Im Siedlungsgebiet von Wattenwil ist am Öligrabe lediglich bei der Brücke (8.02) mit beidseitigen Überschwemmungen schwacher Intensität zu rechnen, die mehrere Häuser und Strassen (u. a. den Moosweg und Teile der Schmittenstrasse) sowie den Fussballplatz gefährden. Die linksseitigen Ausuferungen können dem Talweg entlang bis zur Gemeindegrenze fliesen.</p>
	HQ ₁₀₀	<p>An den Seitenbächen im Gebiet Grundbach ähnliche Prozessabläufe wie bei HQ₃₀. Zusätzlich ist unterhalb des Einlaufes (8.27) mit Überschwemmungen mittlerer Intensität zu rechnen, ein einzelnes Gebäude ist gefährdet. Zudem auch unterhalb des Durchlasses (8.22) sowie ab (8.20.1) Ausuferungen mittlerer Intensität. Dadurch werden mehrere Häuser gefährdet. Überschwemmungen schwacher Intensität können im Bereich (8.20.1 - 8.17) rechts auf der Stafelalpstrasse, t.w. auf der Grundbachstrasse Richtung Horngrabe, entlang vom Bärgliweg bis ins Gebiet Vorderi Zälg abfliessen.</p> <p>Am Öligrabe kommt es aufgrund Teilverkläusungen der Brücken (8.07.2, 8.06) unterhalb grossflächig zu Ausuferungen und Überschwemmungen schwacher, und vor allem entlang der Strassenzüge Dornereweg, Grundbachstrasse bis in die Burgisteinstrasse auch mittlerer Intensität. Auch bei den Durchlässen / Brücken (8.05 – 8.03) kommt es aufgrund der Teilverkläusungen beidseitig zu mittleren Prozessintensitäten entlang der Uferwege (Bälliz / Mösli) bis zur Brücke Schmittenstrasse / Stützligasse. Die Überflutungsflächen können rechtsseitig vom Öligrabe je nach Fliesswegen praktisch das gesamte Siedlungsgebiet zwischen Bach und Burgisteinstrasse bis zum Bären-Kreisel und Bernstrasse mit schwacher Intensität überfluten. Linksseitig sind die Gebäude entlang vom Bälliz betroffen. In der Talsohle im Aftermoos sind ähnliche Prozessflächen wie beim HQ₃₀ betroffen, lediglich in Geländevertiefungen kommt es links entlang des Gürbewegs zu einzelnen Stellen mittlerer Intensität.</p>

	<p>HQ₃₀₀</p> <p>An den Seitenbächen im Gebiet Grundbach ähnliche Prozessflächen wie bei HQ₁₀₀. Am Staffelalpächli kommt es im Bereich der Schwachstellen (8.30.2 - 8.17) rechtsseitig zu Ausuferungen mittlerer Intensität, die auf der Stafelalpstrasse bis in die Grundbachstrasse abfließen können. Zudem rechtsseitig oberhalb des Durchlasses (8.14) zunehmende Prozessflächen mittlere Intensität, wovon auch ein Gebäude betroffen ist.</p> <p>Im Dorfbereich von Wattenwil nehmen die Ausdehnungen der Prozessflächen ebenfalls nur unwesentlich zu, hingegen werden in mehreren Bereichen entlang vom Gerinne und der kanalisierten Fließwege zunehmend mittlere Prozessintensitäten erreicht.</p>
	<p>EHQ</p> <p>Ähnliche Prozessflächen wie bei HQ₃₀₀. Im Vergleich zum HQ₃₀₀ zusätzliche Prozessflächen entlang vom Bärgliweg Richtung Einschnitt des Öligrabes und Richtung Grundbachstrasse. Hier sind zusätzliche Gebäude gefährdet. Im Siedlungsgebiet von Wattenwil Ausdehnung der Überflutungsflächen von der Grundbachstrasse über die Vorgasse und Postgasse möglich. Zudem weitere Ausweitung der Prozessflächen mittlerer Intensität. Im Bereich der Brücken sind ganz lokal auch starke Intensitäten möglich.</p>
Auswirkungen auf Vorfluter	Bei Hochwasser in der Gürbe ist im untersten Abschnitt mit einem Rückstau von der Gürbe her ins Gerinne des Öligrabes zu rechnen. Vom Öligrabe in die Gürbe eingetragenes Feinmaterial und Schwemmholz kann durch die Gürbe auch bei mittleren Abflüssen in der Gürbe abtransportiert werden.
Bearbeiter/in, Datum	Kissling + Zbinden AG, Bernhard Richli, 02.12.2020

Prozessquelle Wasserprozesse: W_9_Dornerebächli		
Einzugsgebietsfläche	Nr. * W_9	Kote / Standort 600 m ü. M. * vgl. Kartenausschnitt unten
		km ² 0.4
Charakteristik	Das Einzugsgebiet des Dornerebächlis ist mehrheitlich unbewaldetes Weideland mit einzelnen Gehölzstreifen. Aus den relative steilen Hängen des «Hindere Rain» verläuft das Dornerebächli in der ersten Hälfte (bis Beginn des Siedlungsgebiets) als naturnahes, wenig beeinträchtigtes Kleingewässer auf einer relativ stabilem Moränenmaterial. Bis zum Siedlungsrand (Kote 647 m ü. M.) ist das Gerinne nur vereinzelt mit Schutzbauten (Schwellenhölzer) verbaut. Dies vor allem im Bereich von Strassendurchlässen. Unterhalb der Kote 647 mündet ein kleines, namenloses Seitengerinne in den Hauptlauf. Unterhalb der Kantonsstrasse mündet das Dornerebächli nach einer kurzen, eingedolten Strecke in den Öligrabe ein.	
Ereigniskataster	21.09.2014 2014-W-0158	Durch den hohen Wasserzufluss und Geschiebetransport des Dornerbachs wurde der zu gering dimensionierte Durchlass oberhalb der Kantonsstrasse Nr. 230, Riggisberg - Wattenwil - Reutigen, überflutet. Das Wasser floss über die Kantonsstrasse und überflutete die Liegenschaften der Burgisteinstrasse 30 und 32.
	21.09.2014 2014-W-0169	Um der Liegenschaft Dornereweg 4 überflutete und unter-spülte das Dornerebächli die Zufahrtsstrasse und umliegende Landwirtschaftsflächen.
Sichtbare Phänomene	Abschnitt Dornere – Unterquerung Kantonsstrasse: Geschwemmsel im Gerinne, stellenweise leicht erodierte Ufer.	
Kartenausschnitt		
Qualitative Beschreibung relevanter möglicher Ereignisabläufe (Szenarien)	HQ ₃₀	Starke Gewitterregen massgeblich. Feststofffrachten fast ausschliesslich aus Gerinneerosionsprozessen. Materialumlagerung durch fluviatile Transportprozesse. Ablagerungen in den Sandfängen und Geschwemmselrechen. Verklauungsgefahr bei allen Schwachstellen, daraus folgen Ausuferungen aufgrund zu geringer Gerinnekapazität. Schwemmholtzpotenzial gering.
	HQ ₁₀₀	Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀ . Es treten jedoch grössere Wassermengen aus, was zu breiteren Abflusskorridoren ausserhalb des Gerinnes führt.
	HQ ₃₀₀	Starker Gewitterregen auf vorgefeuchte Böden massgebend. Böschungen werden durch die höheren Abflüsse stärker erodiert, der fluviatile Feststofftransport nimmt zu. Gerinnenahe

	Bereiche werden übersart. Über die Strasse von Schwachstelle 09.04 Richtung Reservoir eröffnet sich ein neuer Fliessweg in Richtung «Muriacker» und «Hinterem Bach».				
	EHQ Ähnliche Prozesse wie bei HQ ₃₀₀ . Erneute Verbreiterung der Fliesswege. Die Abflüsse verteilen sich breitflächig über den ganzen Hang. Sekundärprozesse wie Spontanrutschungen kleinen Ausmass können auftreten und zu Feststoffverlagerungen führen.				
Abflussspitzen W_9	HQ ₃₀ 1.5 m³/s	HQ ₁₀₀ 2.0 m³/s	HQ ₃₀₀ 2.8 m³/s	EHQ 3.6 m³/s	
Murfähigkeit	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀	<input type="checkbox"/> HQ ₁₀₀	<input type="checkbox"/> HQ ₃₀₀	<input type="checkbox"/> EHQ	
relevante Geschiebefrachten in Perimeter A	G ₃₀ 10 m ³	G ₁₀₀ 20 m ³	G ₃₀₀ 40 m ³	GEHQ 60 m ³	
Kommentar Geschiebe	<p>Vorgehen: Abschätzung der massgebenden Geschiebefrachten beruht auf einer detaillierten Betrachtungsweise der in einem Wildbach ablaufenden Prozesse. Die aufgeführten Feststofffrachten berücksichtigen Material aus möglichen Gerinneerosionsprozessen (Sohle, Böschungen) sowie aus Rutschungen (Gerinneabhängungen). Die Volumina wurden im Zuge der Revision im Gelände erhoben; die Abschätzung der Kubaturen berücksichtigt somit den aktuellen Zustand der (Teil-) Gerinne sowie der Gerinneabhängungen.</p> <p>Hinweise / Erkenntnisse Begehung: - leichte bis mittelstarke Erosion möglich, vornehmlich fluvialer Transport - nicht murfähig</p>				
Geschiebebilanz *	Kote 597 m ü. M.	HQ ₃₀ 15 m ³	HQ ₁₀₀ 40 m ³	HQ ₃₀₀ 75 m ³	EHQ 115 m ³
* In den bilanzierten Mengen sind alle Fraktionen inkl. Feinmaterial berücksichtigt. Bei der Beurteilung der Sammler, wird davon ausgegangen, dass sich ein Anteil des Feinmaterials nicht ablagert und problemlos durchtransportiert wird.					
Schwemmholtz	Im Einzugsgebiet des Dornerebächli ist mit geringen Schwemmholtzeinträgen zu rechnen, jedoch sind Laub- und Geschwemmselanteile relativ hoch. Bei den Durchlässen sind Verklausungen durch Geschwemmsel wahrscheinlich.				
Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Perimeter A: <ul style="list-style-type: none"> ▪ diverse kleine Rechen zur Verklausungsminderung vor Durchlässen ▪ Sandfang bei Kote 598 m ü. M. 				
Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Karte Beilage 2)	(9.01)-(9.07) Durchlässe/Einläufe/Brücken Dornerebächli				
	(9.08)-(9.09) Einläufe Nebenbach Dornerebächli				
Fotos	9.01 	9.02 			

	<p>9.03</p> 	<p>9.04</p> 
	<p>9.05</p> 	<p>9.06</p> 
	<p>9.07</p> 	<p>9.08</p> 
	<p>9.09</p> 	
Verhalten der Schwachstellen (vgl. Tabelle Anhang H und Kartenbeilage 2)	HQ ₃₀ (9.01)-(9.09) Vollverkläusung	
	HQ ₁₀₀ (9.01)-(9.09) Vollverkläusung	
	HQ ₃₀₀ (9.01)-(9.09) Vollverkläusung	
	EHQ (9.01)-(9.09) Vollverkläusung	
Wirkungsbeurteilung	HQ ₃₀ Entlang der ganzen Gerinnestrecke kann es bei allen Schwachstellen zu beidseitigen Ausuferungen schwacher Intensität kommen, die auf Teilen des Dornerewegs und der Burgisteinstrasse (im Falle, dass 9.02 verkläust) abfließen und über Letztere weiter Richtung Siedlungsgebiet von Wattenwil (Bereich der Strassen «Bälliz» und «Mösli») gelangen. Mehrere Wohn- und Nutzgebäude, die Stützligasse und der Moosweg sind betroffen.	

	<p>HQ₁₀₀ Ähnlich wie beim HQ₃₀ fliessen die Ausuferungen schwacher Intensität über den Dornerweg und der Burgisteinstrasse ab. Die grösseren Wassermassen führen zu breitflächigeren Abflüssen über die Weiden mit einer Ausdehnung in Richtung «Gärnistal». Dadurch sind mehrere Gebäude gefährdet. Die aus dem Gerinne ausgetretenen Wassermassen treffen bei 9.02 auf die Burgisteinstrasse, welche als Abflussvektor Richtung Siedlungsgebiet Wattenwil wirkt. Neu sind zusätzliche Gebäude am Blumen-, Garten- und Matteweg durch Einwirkungen schwacher Intensität betroffen.</p>
	<p>HQ₃₀₀ Ähnliche Prozessflächen wie bei einem HQ₁₀₀, jedoch mit mehr Übersarungsflächen. Unterhalb eröffnet sich von 9.04 über den Dornerweg ein neuer Fliessweg in Richtung «Hinderem Bach». Ohne die Strasse als Fliessweg würden die Wassermassen nördlich der orographisch rechten Geländeerhebung des «Gärnistals» abfliessen. Der Dornerweg wirkt bis zur Einmündung des Rohrmooswegs als Abflussvektor, wobei es zu breitflächigen Abflüssen über die Fahrbahnschulter kommt.</p>
	<p>EHQ Ähnlich HQ₃₀₀. Bei Extremereignissen kommt es zu grossflächigen Überschwemmungen, der ganze Hangbereich des «Hindere Rains» wird grossflächig übersart.</p>
Auswirkungen auf Vorfluter	Führen beide Gewässer Hochwasser, kann es im Zusammenflussbereich zu Rückstauwirkungen führen, die jedoch auf die Gesamtsituation keinen nennbaren Einfluss haben.
Bearbeiter/in, Datum	Kissling + Zbinden AG, Samuel Burkhalter, 27.11.2020

ANHANG F

Datenblätter Prozessquellen Rutschungen und Hangmuren

1. Prozessquellen Hangmuren Gemeinde Wattenwil

1.1. PQ Engi – Steimatt – Schwarzmoos

Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: Engi – Stützli - Steimatt – Schwarzmoos (PQ1; Gemeinde Wattenwil)

Prozessquelle

Die Prozessquelle umfasst die grösstenteils unbewaldeten steilen Hangpartien bei Engi – Stützli - Steimatt - Schwarzmoos.

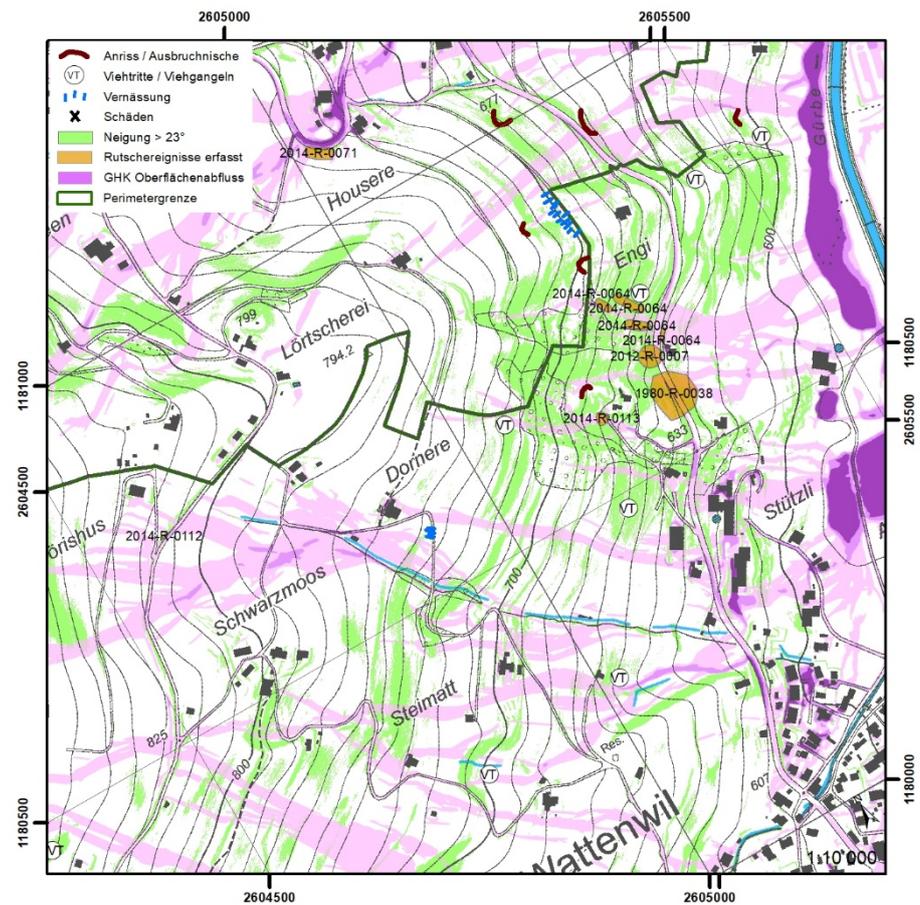


Abb. 1: Ausschnitt Karte der Phänomene

Charakteristik

Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen insbesondere die über 23° steilen grossflächigen Hangbereiche im Gebiet Engi – Steimatt dar. Es können jedoch auch in kleineren Hangbereichen wie im Gebiet Stützli oder Schwarzmoos Hangmuren auftreten.

Der Felsuntergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellaagerung von Sandsteinen, Nagelfluhbändern und untergeordnet Mergeln) aufgebaut und ist stellenweise aufgeschlossen. Er fällt mehr oder weniger hangparallel mit ca. 30° nach SE ein. Der Fels wird von einer geringmächtigen Lockergesteinsschicht (Gehängelehm, schätzungsweise einige Meter mächtig; teils auch unter 0.5 m wie im Gebiet Stützli) überdeckt.

Die unbewaldeten Hangbereiche werden beweidet und weisen teils ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist jedoch nicht

	<p>aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf die Hangstabilität auswirken kann.</p> <p>Im Weiteren reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. Die Geländeform (teils ausgeprägte Runsen) kann zudem zu einer Konzentration von Wasser führen. Wie in Abb. 1 ersichtlich, sind teils klare Oberflächenabflussrinnen erkennbar (vermutlich handelt es sich dabei teils auch um alte Bachläufe).</p> <p>Im Weiteren ist der Fels untief und kann so als Wasserstauer wirken. Bei starken Regenfällen ist stellenweise zusätzlich mit Kluftwasseraustritten zu rechnen, was zu einer weiteren Durchnässung der Lockergesteinsbedeckung führen kann.</p> <p>In den Hangbereichen wurden verschiedenenorts Vernässungen beobachtet (vgl. Abb. 1). Insbesondere der Hang bei Engi weist – wie bereits in der Ereignisaufnahme von 2014 festgehalten – starke Vernässungen auf. In den flacheren Hangbereichen oberhalb von Geländekanten kann entlang der Fels – Lockergesteinsgrenze und entlang von Makroporen (Mauslöcher, Wurzeln usw.) Wasser in die steilen Hangbereiche fließen und lokal zu starken Vernässungen führen (→ hoher Wasser- und Strömungsdruck führt zu Entfestigung des Lockergesteins).</p> <p>Hinweise auf permanente Rutschbewegungen wurden in diesem Gebiet nicht beobachtet, so dass lediglich von einer Gefährdung durch Hangmuren und spontane flachgründige Rutschungen auszugehen ist.</p>
<p>Ereigniskataster (vgl. Abb. 1)</p>	<p><u>1980-R-0038</u>: Im Gebiet Louenen seit ca. 20 Jahren periodische Setzungs- und Rutschungserscheinungen.</p> <p><u>2012-R-0007</u>: Es lösten sich am 14. April 2012 über 80 m³ Gestein aus der Böschung. Dabei glitt die mächtige Sandsteinbank zusammen mit der darunterliegenden Mergelschicht ab und wurde bei der Betonmauer knapp aufgehalten. Ohne sofortige Räumungsmassnahmen des Strasseninspektorats wäre das Material des nächsten Schubes auf die Strasse gelangt. Keine Wasseraustritte; jedoch ist zu vermuten, dass Regenwasser in die Anrisspalte drang und das Ereignis auslöste (längere niederschlagsreiche Periode im April).</p> <p><u>2014-R-0113</u>: Im September 2014 wurde im Gebiet Louenen durch den hohen Wasserzufluss des darüberliegenden Gebietes in der steilen Böschung eine Hangmure (flachgründig, Kubatur: 20 m³) ausgelöst. Diese glitt mehrere Meter auf die Zufahrtsstrasse.</p> <p><u>2014-R-0064</u>: Rutschereignis (flachgründig, Kubatur: 20 m³) im Juli 2014. Starke langanhaltende Niederschläge. Der Hang führte angeblich immer viel Wasser (mehrere Leitungen für Wasserfassungen, Viehtränken und vermutlich auch Drainageröhre befinden sich im Hang). Am Tag des Rutschereignisses führte der Hang jedoch so viel Wasser, wie vorher noch nie beobachtet wurde. Wasser floss durch eine Rinne oberhalb der Rutschung oberflächlich ab und trat auch an mehreren Stellen im Rutschhang an die Oberfläche (entlang Fels-Lockergesteinsgrenze, durch Makroporen).</p> <p>Im Jahre 1939 soll der Hang an derselben Stelle bereits einmal ins Rutschen geraten sein: damalige Sanierungsmassnahmen (Holzbretter und Eisenstäbe) wurden durch die aktuellen Bewegungen freigelegt.</p> <p>Weiterer beteiligter Prozess: Unterhalb der Strasse ist ebenfalls am Donnerstagmorgen, 24. Juli 2014, über eine Strecke von rund 15 m die Böschung abgerutscht.</p>

	<p>Die Gemeinde ergriff Sofortmassnahmen, um das Wasser aus dem Rutschhang abzuleiten (Drainagegräben und Rohre zum Ableiten des Wassers). So konnten weitere Hangbewegungen verhindert werden. Unterhalb der Strasse ist zudem über eine Länge von rund 15 m die Böschung abgerutscht. In diesem Bereich war keine Stützmauer vorhanden.</p>
<p>Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 1)</p>	<p><i>Destabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Weidebereich sind ausgeprägte Viehtritte / Viehgangeln vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Runsenförmige Vertiefungen: konzentrierter Abfluss von Hang- und Oberflächenwasser möglich. - Untiefer Fels (stellenweise aufgeschlossen): wirkt als Stauhorizont. - Fels fällt mehr oder weniger hangpararell ein. - Terrassenkante (Übergang flach zu steil) kann die Disposition zur Auslösung eines Ereignisses leicht erhöhen (Geländekante → Sickerströmung; Hangfuss → Anstieg Wasserspiegel, Rückstau). - Teils starke Vernässungen beobachtet. - Zahlreiche Ereignisse bekannt; zudem mehrere verwachsene Ausbruchnissen beobachtet. - Meist reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. <p><i>Stabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kleinflächig bewaldet (eher stabilisierend).
<p>Fotos</p>	 <p>Foto 1: Blick in den steilen Hangbereich bei Engi. Ersichtlich sind die ausgeprägten Viehtritte und die rinnenförmige Vertiefung, welche zu einer Hang- und Oberflächenwasserkonzentration führen kann.</p>



Foto 2: Blick hangabwärts bei Engi. Ein Gebäude wird durch eine Rippe vor allfälligen Hangmuren geschützt.



Foto 3: Verwachsene Ausbruchsnische nördlich Gebiet Engi.



Foto 4: Vernässtes Gebiet bei Engi. In diesem Gebiet sind mehrere Ereignisse bekannt.



Foto 5: Blick in das Gebiet Engi. Gemäss der Landeskarte wird dieses Gebiet auch Louenen genannt.



Foto 6: Steile, eher kurze Hangpartie bei Steimatt.



Foto 7: Hangbereich bei Steimatt: ersichtlich sind Vernässungen und eine Wasserfassung.

Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.
Fotos	-

<p>Gefahrenbeurteilung</p>	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: ja → <i>Hangmuren wahrscheinlich</i> Einfluss Förderfaktoren: vorhanden - kaum → Wahrscheinlichkeit: mittel - gering</p>
<p>Wirkungsbeurteilung</p>	<p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel oder: Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 0.5m → Intensität: schwach</p> <p>In den Bereichen, wo Ereignisse bekannt sind oder Förderfaktoren vorhanden sind (Weide / Viehtritte, Vernässungen, Runsen / Mulden, weit hinaufreichende Hangbereiche), ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM5).</p> <p>In den kleineren und teils eher weniger steilen Hangbereichen (geringer Einfluss von Förderfaktoren) ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und geringer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM4) resp. unterhalb des Altersheimes einem gelben Gefahrenbereich (HM4; aufgrund des fehlenden Einflusses eines Förderfaktors wird die geringere Gefährdung des geteilten Feldes gewählt).</p> <p>Nördlich von Stützli ist in zwei Hangbereichen aufgrund des sehr untief anstehenden Felsens im Ereignisfall von einer geringen Intensität auszugehen (→ beschränkte Anrissmächtigkeit aufgrund der geringmächtigen Lockergesteinsbedeckung). Dies entspricht einem gelben Gefahrenbereich (HM1).</p> <p>In flacheren Hangbereichen (→ Auslaufbereich) schliesst oft ein gelber Gefahrenbereich (HM2 / HM1; geringe Intensität) an. Hier ist lediglich mit Wasser und Geschwemmsel zu rechnen.</p> <p>Es liegen einzelne Gebäude und Strassenabschnitte im Einflussbereich potenzieller Hangmuren (gelbe und blaue Gefahrenzone).</p>
<p>Bearbeiterin, Datum</p>	<p>Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021</p>

1.2. PQ Rohrmoos

Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: Rohrmoos (PQ2; Gemeinde Wattenwil)	
<p>Prozessquelle</p>	<p>Die Prozessquelle umfasst die bei Rohrmoos zu einem grossen Teil bewaldeten und im nordöstlichen Bereich unbewaldeten steilen Hangpartien. Es handelt sich meist um grossflächig zusammenhängende steile Hangpartien, nur im Bereich nordöstlich des Dorfes sind einzelne lediglich kleine Hangpartien vorhanden.</p> <p>Abb. 2: Ausschnitt Karte der Phänomene</p>
<p>Charakteristik</p>	<p>Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen insbesondere die meist bewaldeten und deutlich über 23° steilen Hangbereiche im Gebiet Rohrmoos dar. Es können jedoch auch in den kleinflächigeren unbewaldeten Hängen Hangmuren anrissen.</p> <p>Der Felsuntergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellaagerung von Sandsteinen, Nagelfluhbändern und untergeordnet Mergeln) und kleinflächig durch Quelltuff aufgebaut und ist im Öligrabe entlang des Baches teils aufgeschlossen. Der Fels fällt mehr oder weniger hangpararell nach SE ein. Die grösstenteils geringmächtige (schätzungsweise bis einige wenige Meter mächtig) Lockergesteinsbedeckung besteht hauptsächlich aus feinkörnigen Sedimenten, die aus den Verwitterungsprodukten der anstehenden Molasse und der aufliegenden Moräne resultieren (stark siltiges, tonig – sandiges Material mit geringem Kiesanteil).</p>

	<p>Die unbewaldeten Hangbereiche werden beweidet und weisen teils ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist jedoch nicht aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf die Hangstabilität auswirken kann.</p> <p>Im Weiteren reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. Die Geländeform (teils ausgeprägte Runsen) kann zudem zu einer Konzentration von Wasser führen. Im Weiteren ist auch der Fels untief und kann so als Wasserstauer wirken. Vermutlich tritt bei starken Regenfällen zusätzlich Kluftwasser aus, so dass die auf dem Fels aufliegende Lockergesteinsbedeckung bevorzugt abrutschen kann.</p> <p>In den Hangbereichen wurden verschiedenenorts starke Vernässungen beobachtet (vgl. Abb. 2). In den flacheren Hangbereichen oberhalb der Geländekante bei Büel kann entlang der Fels – Lockergesteinsgrenze und entlang von Makroporen (Mauslöcher, Wurzeln usw.) Wasser in die steilen Hangbereiche fließen und lokal zu Vernässungen führen (→ hoher Wasser- und Strömungsdruck führt zu Entfestigung des Lockergesteins). Wie auf der Oberflächenabflusskarte zu sehen ist (vgl. Abb. 2), fließt jedoch ein Grossteil des Oberflächenwassers aus dem Gebiet Heimeried in Richtung Chalchhüsi ab und gelangt nicht in den Hangbereich bei Rohrmoos (→ durchziehender Moränenwall von Dörishus bis Grund). Im nördlichen Bereich bei Büel kann aber ein bedeutender Oberflächenwasserabfluss in die Hangpartie Rohrmoos – Büel beobachtet werden. Im Gebiet Rohrmoos sind mehrere Quellen vorhanden.</p> <p>Im Weiteren sind die Hangpartien auch permanent verrutscht (unruhige, gewellte Topographie).</p>
Ereigniskataster (vgl. Abb. 2)	2014-R-0108: Im September 2014 wurde unterhalb Rohrmoos in einer steilen Böschung durch den hohen Wasserzufluss der darüber liegenden Wiese eine Hangmure ausgelöst.
Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 2)	<p><i>Destabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Weidebereich sind ausgeprägte Viehtritte / Viehgangeln vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Runsenförmige Vertiefungen: konzentrierter Abfluss von Hang- und Oberflächenwasser möglich. - Strassenwasser: kann konzentriert in den Hang gelangen. - Untiefer Fels (stellenweise aufgeschlossen): wirkt als Stauhorizont. - Fels fällt mehr oder weniger hangpararell ein. - Terrassenkante (Übergang flach zu steil) kann die Disposition zur Auslösung eines Ereignisses leicht erhöhen (Geländekante → Sickerströmung; Hangfuss → Anstieg Wasserspiegel, Rückstau). - Zahlreiche starke Vernässungen beobachtet. - Meist reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. - Es ist ein Ereignis bekannt; zudem konnten mehrere Ausbruchsrisiken beobachtet werden. - Wechselwirkung mit Ölibach (Erosion des Hangfusses). - Überlagerung mit permanentem Rutschgebiet: bekannte Hanginstabilität. <p><i>Stabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Teils bewaldet (eher stabilisierend).

Fotos



Foto 1: Blick in eine sehr steile, bewaldete Hangpartie.



Foto 2: Blick in die sehr steile Hangpartie im Bereich des Ölibaches: Rutschereignisse entlang des Baches sind erkennbar (→ Hang-Gerinne-Interaktion).



Foto 3: Starke Vernässungen im Bereich des im Untergrund vorhandenen Quelltuffs.

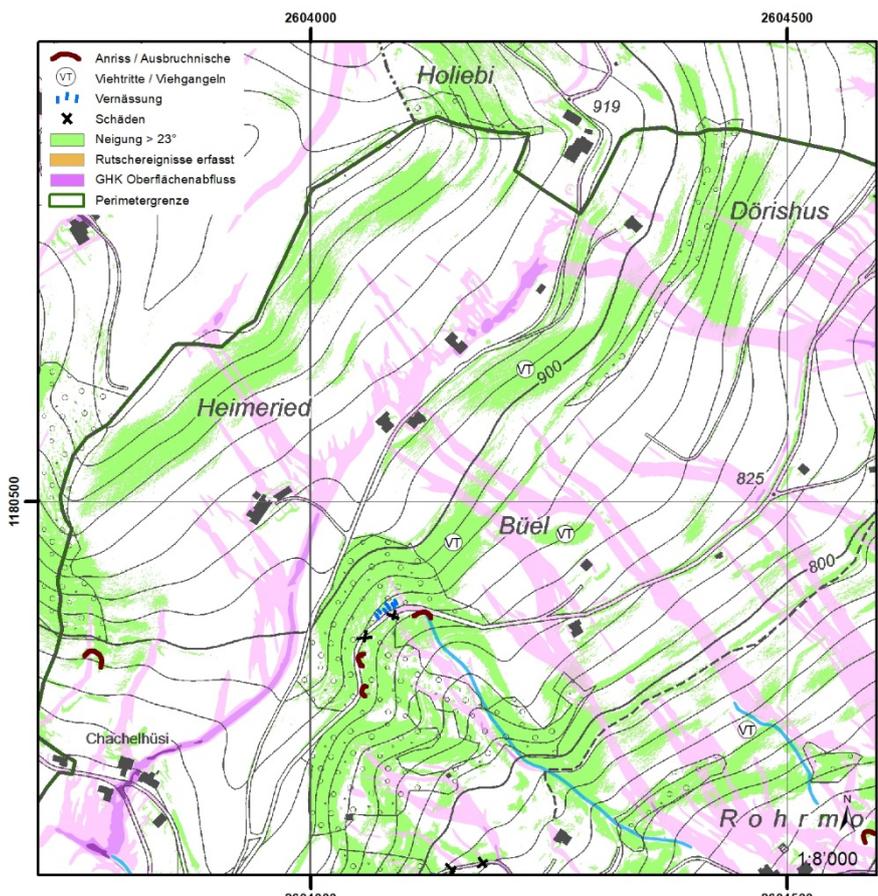


Foto 4: Steile Hangpartie im Wiesenbereich. Es ist eine verwachsene Ausbruchnische (siehe roten Pfeil) erkennbar.

Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.
Fotos	-

Gefahrenbeurteilung	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: ja → <i>Hangmuren wahrscheinlich</i> Einfluss Förderfaktoren: vorhanden → Wahrscheinlichkeit: mittel</p>
Wirkungsbeurteilung	<p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel</p> <p>Es ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM5). In flacheren Hangbereichen (→ Auslaufbereich) schliesst ein gelber Gefahrenbereich (HM2; geringe Intensität) an. Hier ist lediglich mit Wasser und Geschwemmel zu rechnen.</p> <p>Es liegen einzelne Gebäude im Einflussbereich potenzieller Hangmuren (gelbe und blaue Gefahrenzone).</p>
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.3. PQ Büel – Dörishus / Hohliebi - Heimeried – Chachelhüsi

<p>Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: Büel – Dörishus und Hohliebi - Heimeried - Chalchelhüsi (PQ3; Gemeinde Wattenwil)</p>	
<p>Prozessquelle</p>	<p>Die Prozessquelle umfasst die unbewaldeten steilen Hangbereiche bei Büel – Dörishus und Heimeried – Holiebi und den teils bewaldeten Hang oberhalb Chachelhüsi.</p>  <p>Abb. 3: Ausschnitt Karte der Phänomene</p>
<p>Charakteristik</p>	<p>Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen die grösstenteils unbewaldeten und rund 26 – 29° steilen Hangbereiche im Gebiet Büel – Dörishus und Hohliebi – Heimeried - Chachelhüsi dar.</p> <p>Der Felsuntergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellaagerung von Sandsteinen, Nagelfluhbändern und untergeordnet Mergeln) aufgebaut und ist nicht aufgeschlossen. Der Fels fällt mehr oder weniger hangparallel gegen SE ein. Die Lockergesteinsbedeckung (schätzungsweise einige wenige Meter mächtig) besteht hauptsächlich aus feinkörnigen Sedimenten, die aus den Verwitterungsprodukten der anstehenden Molasse und der aufliegenden Moräne resultieren.</p> <p>Die unbewaldeten Hangbereiche werden beweidet und weisen teils ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist jedoch nicht aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf die Hangstabilität auswirken kann.</p>

	<p>Im Weiteren reichen die Hänge relativ weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. Gerade in der Hangpartie Heimeried ist der Wasserzufluss jedoch beschränkt, da es sich um einen Moränenwall handelt und somit keine oberhalb liegenden Hangbereiche vorhanden sind (→ Hügel). In den Hangbereichen wurden keine Vernässungen beobachtet (vgl. Abb. 3). In den flacheren Hangbereichen oberhalb der Geländekante bei Büel - Dörishus kann entlang der Fels – Lockergesteinsgrenze und entlang von Makroporen (Mauslöcher, Wurzeln usw.) Wasser in die steilen Hangbereiche fließen und lokal zu Vernässungen führen (→ hoher Wasser- und Strömungsdruck führt zu Entfestigung des Lockergesteins).</p> <p>Vermutlich ist der Fels in den steileren Hangbereichen eher untief und kann so als Wasserstauer wirken. Daher muss bei starken Regenfällen damit gerechnet werden, dass die Lockergesteinsbedeckung bevorzugt abrutschen kann.</p>
Ereigniskataster	In diesem Gebiet ist kein Hangmuren – Ereignis erfasst.
Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 3)	<p><i>Destabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Grösstenteils Nutzung als Weide / Wiese. - Im Weidebereich sind Viehtritte / Viehgangeln vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Teils runsenförmige Vertiefungen: konzentrierter Abfluss von Hang- und Oberflächenwasser möglich. - Vermutlich eher untiefer Fels: wirkt als Stauhorizont. - Fels fällt mehr oder weniger hangpararell ein. - Terrassenkante (Übergang flach zu steil) kann die Disposition zur Auslösung eines Ereignisses leicht erhöhen (Geländekante → Sickerströmung; Hangfuss → Anstieg Wasserspiegel, Rückstau). - Meist reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. - Vereinzelt kann Strassenwasser in den Hang gelangen. <p><i>Stabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kleinflächig bewaldet (eher stabilisierend). - Keine Vernässungen beobachtet - Keine Ereignisse bekannt; zudem keine verwachsene Ausbruchsrischen beobachtet → das Gebiet ist jedoch stark landwirtschaftlich überprägt und somit wurden evtl. Spuren verwischt.

Fotos



Foto 1: Ersichtlich ist die steile Hangpartie bei Heimeried. Der Hang flacht gegen unten zunehmend ab.



Foto 2: Ersichtlich ist die steile Hangpartie bei Heimeried. Der Hang flacht gegen unten zunehmend ab. Im flacheren Hangbereich befinden sich die Häuser.



Foto 3: Ersichtlich ist die steile Hangpartie bei Dörishus.



Foto 4: Steile Hangpartie bei Chachelhüsi. Die Gebäude befinden sich am unmittelbaren Hangfuss.

Schutzmassnahmen
(inkl. Schutzwald)

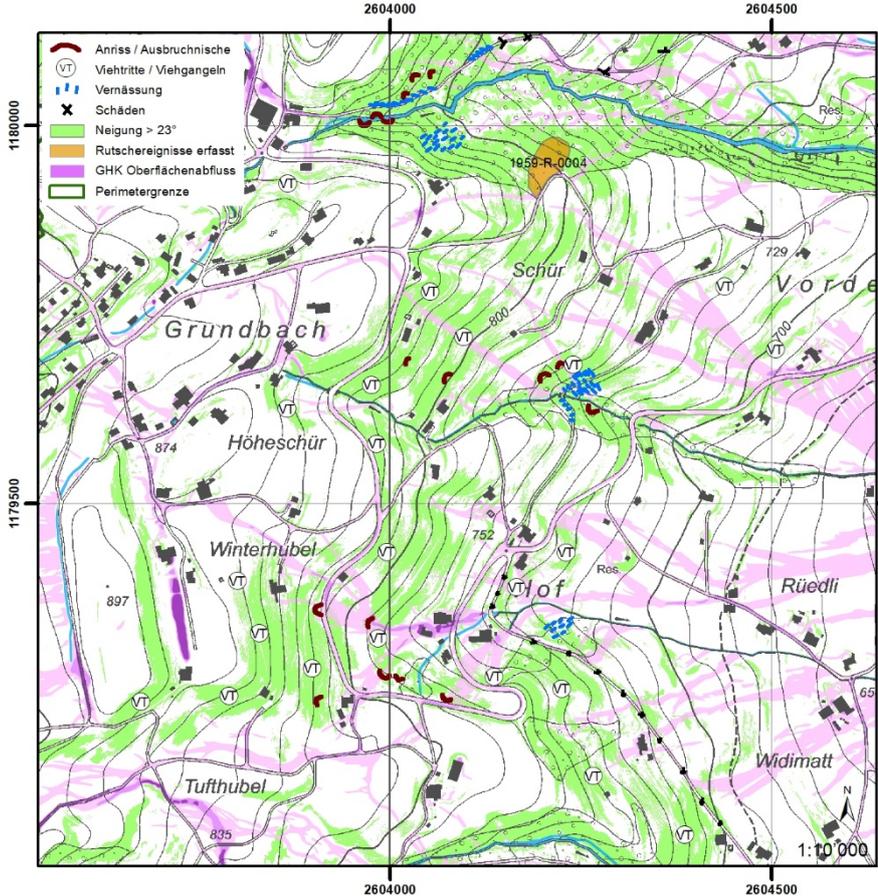
Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.

Fotos

-

Gefahrenbeurteilung	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: nein (Ausnahme Hangpartie Büel) → <i>Hangmuren wenig wahrscheinlich (Hang bei Büel: HM wahrscheinlich)</i> Einfluss Förderfaktoren: vorhanden → Wahrscheinlichkeit: gering; Hang bei Büel: mittel</p>
Wirkungsbeurteilung	<p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel</p> <p>Es ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und geringer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM4).</p> <p>In der bis ins Gebiet Rohrmoos reichenden Hangpartie bei Büel ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen, was einem blauen Gefahrenbereich (HM5) entspricht.</p> <p>In flacheren Hangbereichen (→ Auslaufbereich) schliesst ein gelber Gefahrenbereich (HM2/1; geringe Intensität) an. Hier ist lediglich mit Wasser und Geschwemmsel zu rechnen.</p> <p>Es liegen einzelne Gebäude im Einflussbereich potenzieller Hangmuren (gelbe Gefahrenzone, 1 Gebäude in blauer Gefahrenzone).</p>
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.4. PQ Vorderer Zälg – Schür – Hof - Winterhubel

Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: Vorderer Zälg – Schür - Hof - Winterhubel (PQ4; Gemeinde Wattenwil)	
Prozessquelle	<p>Die Prozessquelle umfasst die steilen, grösstenteils unbewaldeten Hangbereiche bei Vorderer Zälg – Schür – Hof – Winterhubel.</p>  <p><i>Abb. 4: Ausschnitt Karte der Phänomene</i></p>
Charakteristik	<p>Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen insbesondere die 26 bis 30° steilen grossflächigen Hangbereiche im Gebiet Schür – Hof – Winterhubel dar.</p> <p>Der Felsuntergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellaagerung von Sandsteinen, Nagelfluhbändern und untergeordnet Mergeln) aufgebaut und ist im vorliegenden Gebiet nicht aufgeschlossen. Der Fels fällt mehr oder weniger hangpararell nach SE ein. Der Fels wird von einer geringmächtigen Lockergesteinsschicht (verschwemmte Moräne und Verwitterungsprodukte der anstehenden Molasse: Gehängelehm; schätzungsweise einige wenige Meter mächtig) überdeckt.</p> <p>Die unbewaldeten Hangbereiche werden beweidet und weisen teils ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist jedoch nicht aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf die Hangstabilität auswirken kann.</p>

	<p>Im Weiteren reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. Die Geländeform (teils ausgeprägte Runsen) kann zudem zu einer Konzentration von Wasser führen. Wie in Abb. 4 ersichtlich, sind teils klare Oberflächenabflussrinnen erkennbar.</p> <p>Im Weiteren ist der Fels untief und kann so als Wasserstauer wirken. Bei starken Regenfällen ist vermutlich stellenweise zusätzlich mit Kluftwasseraustritten zu rechnen, was zu einer weiteren Durchnässung der Lockergesteinsbedeckung führen kann.</p> <p>In den Hangbereichen wurden verschiedenenorts Vernässungen beobachtet (vgl. Abb. 4). In den flacheren Hangbereichen oberhalb der Geländekante bei Grundbach – Höheschür kann entlang der Fels – Lockergesteinsgrenze und entlang von Makroporen (Mauslöcher, Wurzeln usw.) Wasser in die steilen Hangbereiche fließen und lokal zu Vernässungen führen (→ hoher Wasser- und Strömungsdruck führt zu Entfestigung des Lockergesteins).</p> <p>Hinweise auf permanente Rutschbewegungen wurden nicht beobachtet, so dass in diesen Hängen lediglich von einer Gefährdung durch Hangmuren und spontanen flachgründigen Rutschungen auszugehen ist.</p>
Ereigniskataster (vgl. Abb. 4)	1959-R-0004: Rutschung im Juni 1959 bei Schür. Schäden am Wald.
Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 4)	<p><i>Destabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nutzung als Weide / Wiese. - Im Weidebereich sind ausgeprägte Viehtritte / Viehgangeln vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Runsenförmige Vertiefungen: konzentrierter Abfluss von Hang- und Oberflächenwasser möglich. - Strassenwasser: kann konzentriert in den Hang gelangen. - Untiefer Fels (stellenweise aufgeschlossen): wirkt als Stauhorizont. - Fels fällt mehr oder weniger hangpararell ein. - Terrassenkante (Übergang flach zu steil) kann die Disposition zur Auslösung eines Ereignisses leicht erhöhen (Geländekante → Sickerströmung; Hangfuss → Anstieg Wasserspiegel, Rückstau). - Zahlreiche starke Vernässungen beobachtet. - Meist reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. - Es ist ein Ereignis bekannt; zudem konnten mehrere verwachsene Ausbruchsnischen beobachtet / vermutet werden. <p><i>Stabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Teils bewaldet (eher stabilisierend).

Fotos



Foto 1: Blick in den steilen Hang bei Winterhubel. Ersichtlich sind die ausgeprägten Viehtritte / Viehgangeln.



Foto 2: Blick in den steilen Hangbereich bei Höheschür.



Foto 3: Blick in den steilen Hang bei Winterhubel – Hof. Ersichtlich ist die oberhalb der Strasse verwachsene Ausbruchnische (roter Pfeil). Im Weiteren sind Viehgangeln und Viehtritte erkennbar wie auch eine Wasserfassung.



Foto 4: Flachgründiger Anriss entlang des Hornbaches (zwischen Schür und Hof).



Foto 5: Die Strasse durchquert die steile Hangpartie bei Grundbach. Im Ereignisfall kann die Strasse verschüttet werden.

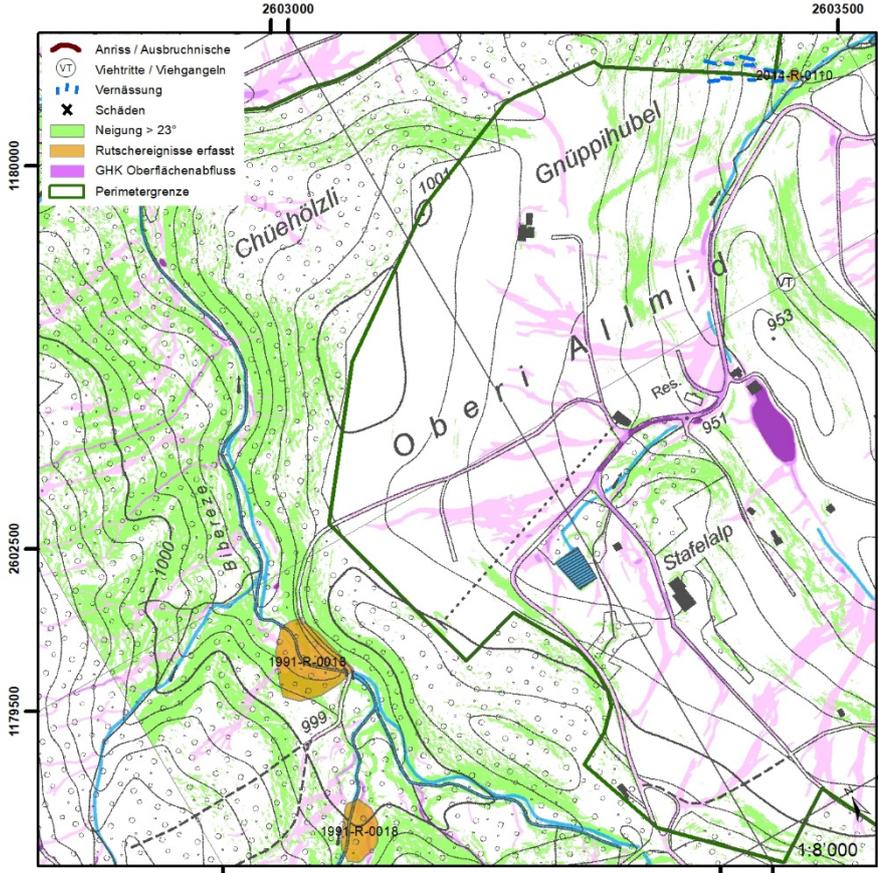


Foto 6: Blick in den steilen Hangbereich bei Hof. Ersichtlich sind die ausgeprägten Viehgangeln.

Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.
Fotos	-

Gefahrenbeurteilung	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: ja → <i>Hangmuren wahrscheinlich</i> Einfluss Förderfaktoren: vorhanden - kaum → Wahrscheinlichkeit: mittel - gering</p>
Wirkungsbeurteilung	<p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel</p> <p>In den Bereichen, wo Ereignisse bekannt oder Förderfaktoren vorhanden sind (Weide / Viehtritte, Vernässungen, Runsen / Mulden, weit hinaufreichende Hangbereiche), ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM5).</p> <p>In den kleineren kurzen Hangbereichen oder auf Rippen (geringer Einfluss von Förderfaktoren) ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und geringer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM4) resp. oberhalb Winterhubel einem gelben Gefahrenbereich (HM4; sehr geringer Einfluss der Förderfaktoren: sehr kurzer Hangbereich bei Moränenwall → daher wurde die geringere Gefährdung des geteilten Feldes HM4 ausgeschlossen).</p> <p>In flacheren Hangbereichen (→ Auslaufbereich) schliesst oft ein gelber Gefahrenbereich (HM2 / HM1; geringe Intensität) an. Hier ist lediglich mit Wasser und Geschwemmsel zu rechnen.</p> <p>Es liegen mehrere Gebäude und Strassenabschnitte im Einflussbereich potenzieller Hangmuren (gelbe und blaue Gefahrenzone).</p>
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.5. PQ Gnüppihubel – Stafelalp

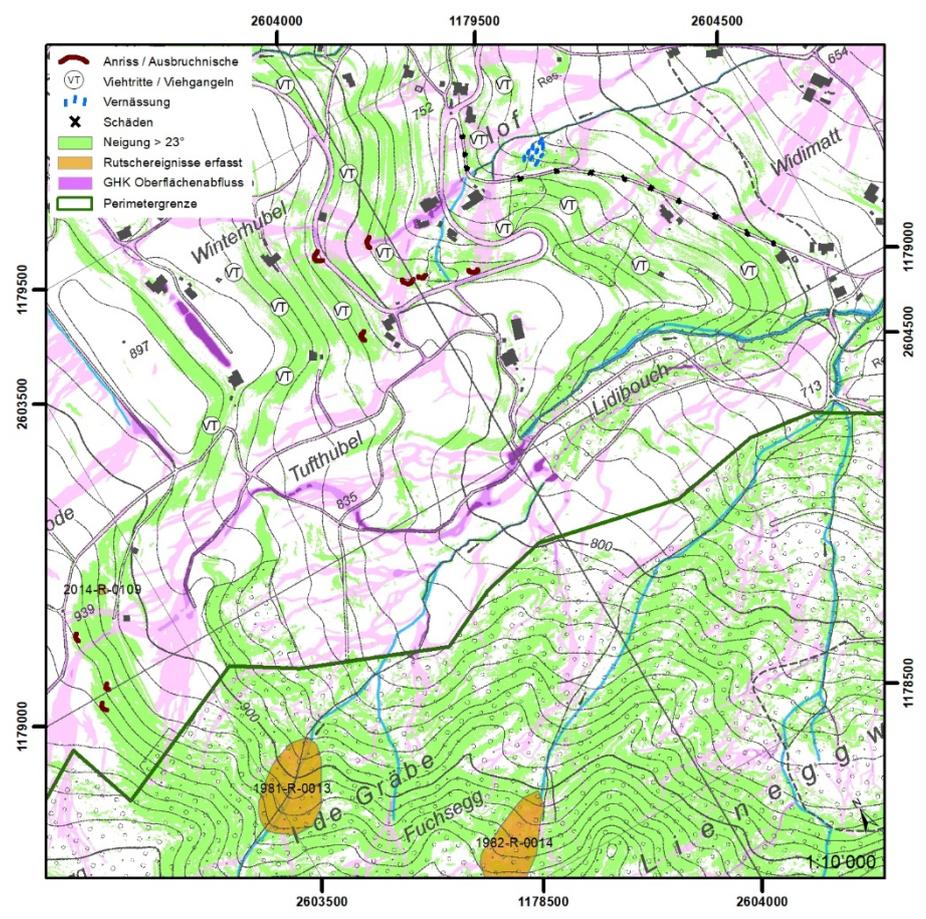
<p>Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: Gnüppihubel – Stafelalp (PQ5; Gemeinde Wattenwil)</p>	
<p>Prozessquelle</p>	<p>Die Prozessquelle umfasst die relativ steilen Hangbereiche im Gebiet Oberi Allmid (Gnüppihubel – Stafelalp).</p>  <p>Abb. 5: Ausschnitt Karte der Phänomene</p>
<p>Charakteristik</p>	<p>Die Stafelalp wird aus Moränenablagerungen aufgebaut. Dafür kennzeichnend sind die N-S verlaufenden Moränenwälle. Bei den Moränen handelt es sich um Ablagerungen der Lokalgletscher. Dementsprechend werden sie zu einem grossen Teil aus Komponenten mit Herkunft aus Flyschgebieten aufgebaut, was sich denn auch verbreitet in lehmigem schlecht durchlässigem Feinmaterial manifestiert. Wegen der relativ schlechten Durchlässigkeit des lehmigen Moränenmaterials ist das Gebiet allgemein etwas vernässt. Insbesondere die zwischen den Moränenwällen liegenden Mulden sind nass und enthalten örtlich torfig-moorige Ablagerungen. In etwas feinanteilärmeren Lagen oder Linsen ist der Kies wasserführend, was zu einer relativ starken Durchnässung der oberflächennahen Lockergesteinsschichten beiträgt.</p> <p>Im Bereich des Reservoirs Stafelalp konnte bei Sondierungen ein erheblicher Hangwasserzufluss beobachtet werden. Dass die oberflächennahen Schichten im Gebiet der Stafelalp verbreitet durchnässt sind, ist auch aus Schilderungen von Ortskundigen und Feststellungen im Zusammenhang mit Grabarbeiten auf der Stafelalp bekannt. Ebenso dürfte das der Fassung Stafelalp</p>

	<p>(ca. 60 m SW des alten Reservoirs) zufließende Wasser aus dieser Schicht alimentiert werden.</p> <p>Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen die mit 23 – 25° steileren Flanken der Moränenwälle dar. Infolge der Vernässungen sind diese Flanken zusätzlich stellenweise verrutscht bzw. verschwemmt (so im Gebiet Gnüppihubel).</p> <p>Der Felsuntergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellaagerung von Sandsteinen, Nagelfluhbändern und untergeordnet Mergeln) aufgebaut und ist im vorliegenden Gebiet nicht aufgeschlossen. Der Fels fällt mehr oder weniger hangpararell nach SE ein. Im vorliegenden Gebiet ist die aufliegende Moränenbedeckung vermutlich relativ mächtig (mehrere Meter).</p> <p>Die unbewaldeten Hangbereiche werden beweidet und weisen teils ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist jedoch nicht aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf die Hangstabilität auswirken kann.</p> <p>Im vorliegenden Gebiet handelt es sich grösstenteils um eher kleine Hangbereiche (reichen nicht weit hinauf), so dass nicht mit grossen Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss.</p> <p>Im Weiteren ist das Gebiet – wie bereits erwähnt – im Gebiet Gnüppihubel zusätzlich permanent verrutscht.</p>
<p>Ereigniskataster (vgl. Abb. 5)</p>	<p><u>1991-R-0018</u>: Seit ca. 1991/92 starke Erosion der Bacheinhänge im Fuchs- und Biberzegraben. Mehrere akute Rutschflächen von insgesamt ca. 3 ha Wald.</p> <p><u>2014-R-0111</u>: Im September 2014 wurde im Gebiet Geltenmoos durch den hohen Wasserzufluss des darüber liegenden Gebietes in der steilen Böschung eine Hangmure ausgelöst. Diese glitt mehrere Meter dem Chramloubegrabe entlang und beschädigte die Waldstrasse Grundbach – Gurnigebad.</p> <p><u>2014-R-0110</u>: Im September 2014 wurde in der steilen Böschung durch erhöhten Wasserzufluss eine Hangmure (flachgründig, Kubatur: 10 m³) ausgelöst. Diese glitt wenige Meter Richtung Staffelalpbächli.</p>
<p>Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 5)</p>	<p><i>Destabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Weidebereich sind Viehtritte vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Ausgeprägte Geländekante (Übergang flach zu steil) kann die Disposition zur Auslösung eines Ereignisses leicht erhöhen (Geländekante → Sickerströmung; Hangfuss → Anstieg Wasserspiegel, Rückstau). - Hangbereich bei Gnüppihubel: Überlagerung mit permanentem Rutschgebiet (Hinweis auf Hanginstabilität). <p><i>Stabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine Vernässungen oder stumme Zeugen (ausser bei Hangbereich entlang Bächli) beobachtet. - Kurze Hangbereiche, keine rinnenförmigen Vertiefungen: kaum Oberflächenwasserzufluss.

<p>Fotos</p>	
	<p>Foto 1: Relativ steile Hangpartie bei Gnüppihubel. Dieser Hang ist zudem permanent verrutscht.</p>
	
<p>Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)</p>	<p>Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.</p>
<p>Fotos</p>	<p>-</p>

Gefahrenbeurteilung	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: nein (Ausnahme: entlang Staffelalpbächli: ja) → <i>Hangmuren wenig wahrscheinlich</i> Einfluss Förderfaktoren: vorhanden → Wahrscheinlichkeit: gering (- mittel)</p>
Wirkungsbeurteilung	<p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel</p> <p>In den Hangbereichen, wo Ereignisse bekannt sind (entlang Staffalalpbächli), ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM5).</p> <p>In den kleineren und teils eher weniger steilen Hangbereichen (geringer Einfluss von Förderfaktoren) ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und geringer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM4) resp. bei den kurzen Hangbereichen bei Staffalalp einem gelben Gefahrenbereich (HM4; aufgrund des fehlenden Einflusses eines Förderfaktors wird die geringere Gefährdung des geteilten Feldes gewählt).</p> <p>In flacheren Hangbereichen (→ Auslaufbereich) schliesst in einem Bereich ein gelber Gefahrenbereich (HM1; geringe Intensität) an. Hier ist lediglich mit Wasser und Geschwemmsel zu rechnen.</p> <p>Es liegen keine Gebäude und nur einzelne Weg-/Strassenabschnitte im Einflussbereich potenzieller Hangmuren (gelbe und blaue Gefahrenzone).</p>
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.6. PQ SO Rüttitannebode – Lidibauch – Widimatt - Ryschere

<p>Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: Rüttitannebode – Lidibauch – Widimatt - Ryschere (PQ6; Gemeinde Wattenwil)</p>	
<p>Prozessquelle</p>	<p>Die Prozessquelle umfasst die steilen Hangbereiche bei Rüttitannebode – Tufthübel und Lidibauch – Widimatt - Ryschere.</p>  <p><i>Abb. 6: Ausschnitt Karte der Phänomene</i></p>
<p>Charakteristik</p>	<p>Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen die rund 26 bis 32° steilen Hangbereiche im Gebiet Rüttitannebode – Tufthübel und Lidibauch – Widimatt - Ryschere dar.</p> <p>Der Felsuntergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellaagerung von Sandsteinen, Nagelfluhbändern und untergeordnet Mergeln) aufgebaut und ist innerhalb des Detailperimeters nicht aufgeschlossen. Er fällt gegen SE ein und ist somit nur in den SE-orientierten Hanglagen mehr oder weniger hangparallel. Der Fels wird von einer geringmächtigen, feinkörnigen und somit eher schlecht durchlässigen Lockergesteinsschicht (Gehängelehm, schätzungsweise einige Meter mächtig) überdeckt.</p> <p>Die unbewaldeten Hangbereiche werden beweidet und weisen teils ausgeprägte Viehgänge und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist jedoch nicht aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf die Hangstabilität auswirken kann.</p>

	<p>Im Weiteren reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. Die Geländeform (teils ausgeprägte Runsen) kann zudem zu einer Konzentration von Wasser führen. Wie in Abb. 6 ersichtlich, sind teils klare Oberflächenabflussrinnen erkennbar. Im Weiteren ist der Fels untief und kann so als Wasserstauer wirken. Bei starken Regenfällen ist möglicherweise teils zusätzlich mit Kluftwasseraustritten zu rechnen, was zu einer weiteren Durchnässung der Lockergesteinsbedeckung führen kann.</p> <p>In den Hangbereichen wurden verschiedenenorts Vernässungen beobachtet (vgl. Abb. 6). In den flacheren Hangbereichen oberhalb der Geländekanten kann entlang der Fels – Lockergesteinsgrenze resp. entlang Durchlässigkeitsdiskontinuitäten in der Moräne Wasser in die steilen Hangbereiche fließen und lokal zu Vernässungen führen (→ hoher Wasser- und Strömungsdruck führt zu Entfestigung des Lockergesteins).</p> <p>Im Weiteren ist das Gebiet zusätzlich verrutscht (→ Hinweis auf Hanginstabilitäten).</p>
Ereigniskataster (vgl. Abb. 6)	<p><u>2014-R-0109</u>: In der steilen Böschung bei Rüttitannebode wurde im September 2014 durch den hohen Wasserzufluss der darüber liegenden Wiese eine Hangmure (flachgründig, Kubatur 15 m³) ausgelöst.</p>
Sichtbare Phänomene	<p><i>Destabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Weidebereich sind Viehtritte / Viehgangeln vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Runsenförmige Vertiefungen: konzentrierter Abfluss von Hang- und Oberflächenwasser möglich. - Vermutlich untiefer Fels (stellenweise aufgeschlossen): wirkt als StauhORIZONT. - Terrassenkante (Übergang flach zu steil) kann die Disposition zur Auslösung eines Ereignisses leicht erhöhen (Geländekante → Sickerströmung; Hangfuss → Anstieg Wasserspiegel, Rückstau). - Teils Vernässungen beobachtet (in den flacheren Hangpartien). - Es ist ein Ereignis bekannt; zudem mehrere verwachsene Ausbruchnischen beobachtet. - Meist reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. <p><i>Stabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kleinflächig bewaldet (eher stabilisierend).

Fotos



Foto 1: Steiler weit hinaufreichender Hangbereich bei Rüttitannebode. Es konnten verwachsene Ausbruchnischen beobachtet werden.



Foto 2: Blick von der Seite in den steilen Hang bei Rüttitannebode.

	
	<p>Foto 3: Blick in den steilen Hangbereich entlang des Ryscheregrabe.</p>
Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	<p>Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.</p>
Fotos	<p>-</p>
Gefahrenbeurteilung	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: ja → <i>Hangmuren wahrscheinlich</i> Einfluss Förderfaktoren: vorhanden → Wahrscheinlichkeit: mittel</p> <p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel</p>
Wirkungsbeurteilung	<p>Es ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM5). In den flacheren Hangbereichen (→ Auslaufbereich) schliesst ein gelber Gefahrenbereich (HM2; geringe Intensität) an. Hier ist lediglich mit Wasser und Gschwemmsel zu rechnen.</p> <p>Es liegen vereinzelt Gebäude im Einflussbereich potenzieller Hangmuren (blaue Gefahrenzone).</p>
Bearbeiterin, Datum	<p>Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021</p>

1.7. PQ Underi Allmit – Lienegg

Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: **Underi Allmit – Lienegg** (PQ7; Gemeinde Wattenwil)

Prozessquelle Die Prozessquelle umfasst die steilen Hangbereiche auf der Grossrutschung Underi Allmit.

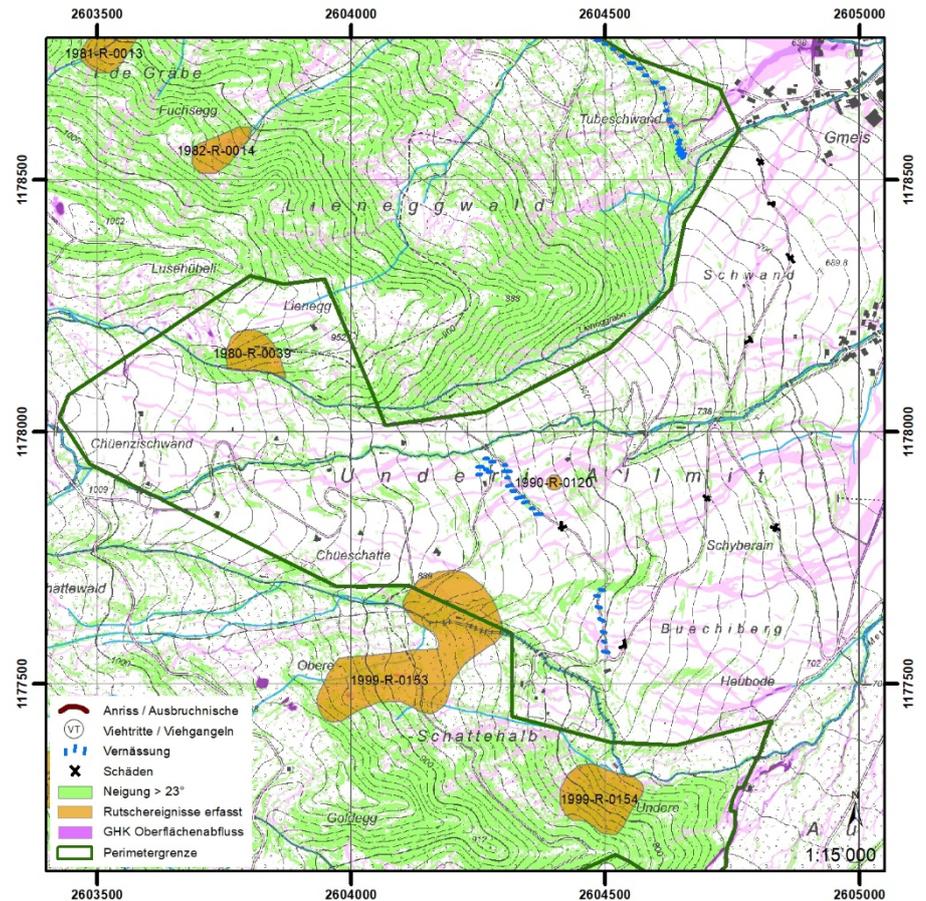


Abb. 7: Ausschnitt Karte der Phänomene

Charakteristik

Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen die eher kleinflächigen (Ausnahme Lienegg: relativ grossflächige linksseitige Bachflanke), rund 25 bis 35° steilen Hangbereiche im Gebiet Underi Allmit – Lienegg dar. Es handelt sich dabei um übersteilte Hangabschnitte im Bereich der grossflächigen permanenten Rutschung Underi Allmit.

Der Felsuntergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellaagerung von Sandsteinen, Nagelfluhbändern und untergeordnet Mergeln) aufgebaut und ist innerhalb des Detailperimeters nicht aufgeschlossen. Er fällt gegen SE ein. Der Fels wird von einer feinkörnigen und somit eher schlecht durchlässigen Lockergesteinsschicht (Gehängelehm, schätzungsweise mehrere Meter mächtig) überdeckt.

Die unbewaldeten Hangbereiche werden teils beweidet und weisen schwach ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist nicht aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf die Hangstabilität auswirken kann.

	<p>Im Weiteren reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. Die Geländeform (teils Runsen vorhanden) kann zudem zu einer Konzentration von Wasser führen. Wie in Abb. 7 ersichtlich, ist ein verästelttes Muster des Oberflächenabflusses erkennbar. Im Bereich der Grossrutschung Underi Allmit wurden verschiedenorts Vernässungen beobachtet. Es ist davon auszugehen, dass die feinkörnige Lockergesteinsbedeckung relativ stark durchnässt ist und so in den steileren Hangbereichen bevorzugt abrutschen kann.</p> <p>Wie bereits erwähnt, ist das Gebiet zusätzlich permanent verrutscht. Dies kann als Hinweis auf eher instabile Verhältnisse in diesem Hangbereich ge- deutet werden.</p>
<p>Ereigniskataster (vgl. Abb. 7)</p>	<p>2014-R-0114: Durch den hohen Wasserzufluss der darüber liegenden Wiese wurde in der Böschung bei Gmeis im September 2014 eine Hangmure (flachgründig, Kubatur: 1 m³) ausgelöst. Diese glitt auf die Zufahrtsstrasse der Liegenschaft Gmeisstrasse 8c.</p>
<p>Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 7)</p>	<p><i>Destabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Weidebereich sind Viehtritte vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Teils runsenförmige Vertiefungen → konzentrierter Abfluss von Hang- und Oberflächenwasser möglich. - Teils starke Vernässungen beobachtet. - Überlagerung mit permanentem Rutschgebiet. - In den Einhängen des Lienegggrabens finden sich ältere und jüngere Anrisse von spontanen flachgründigen Rutschungen (Hang-Gerinne Interaktion). - Es sind mehrere Ereignisse in der nahen Umgebung bekannt. <p><i>Stabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Teils bewaldet → es ist mit einer gewissen Stabilisierung zu rechnen.
<p>Fotos</p>	 <p>Foto 1: Übersteilter Hangbereich auf der Grossrutschung Underi Allmit.</p>



Foto 2: Übersteilter Hangbereich auf der Grossrutschung Uderi Allmit. Die gewellte Morphologie weist auf permanente Rutschbewegungen hin.

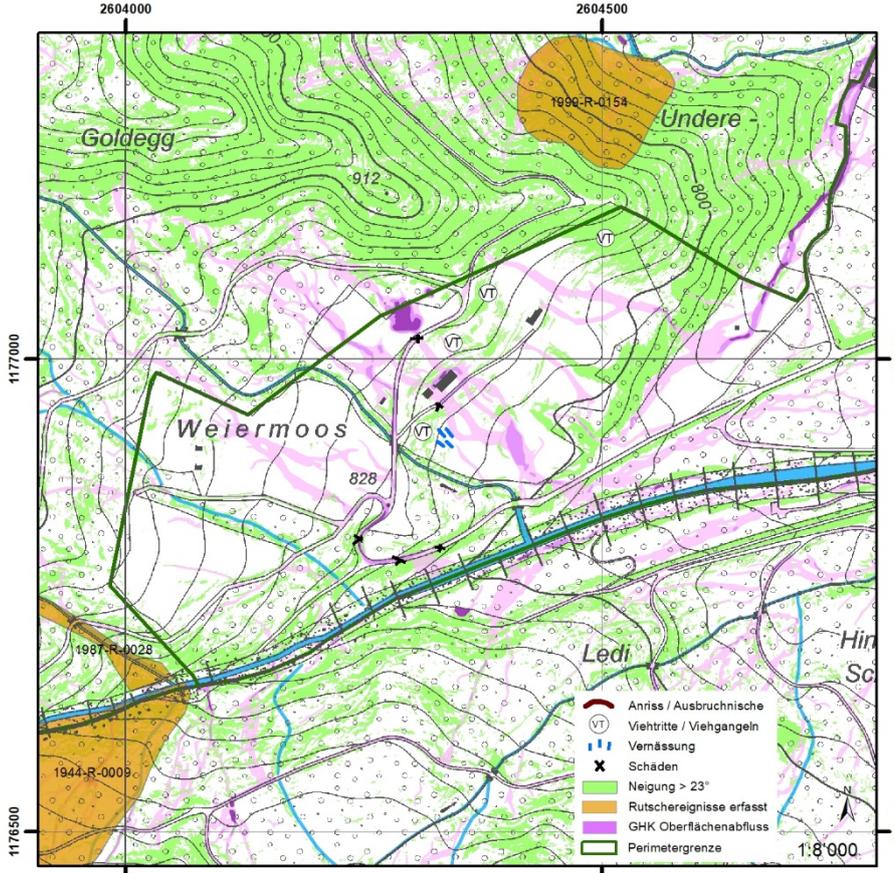


Foto 3: Blick in den verrutschten Hangbereich bei Chüeschatte, welcher infolge starker Niederschläge aktiviert worden ist. Der unterhalb anschliessende teils bewaldete Hangbereich ist bedeutend steiler, so dass mit spontanen flachgründigen Rutschungen resp. Hangmuren gerechnet werden muss.

Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.
Fotos	-

Gefahrenbeurteilung	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: ja → <i>Hangmuren wahrscheinlich</i> Einfluss Förderfaktoren: vorhanden → Wahrscheinlichkeit: mittel</p>
	<p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel</p>
Wirkungsbeurteilung	<p>Es ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM5). In den flacheren Hangbereichen (→ Auslaufbereich) schliesst ein gelber Gefahrenbereich (HM2; geringe Intensität) an. Hier ist lediglich mit Wasser und Gschwemmsel zu rechnen. Es liegen keine Gebäude im Einflussbereich potenzieller Hangmuren.</p>
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.8. PQ Weiermoos - Auwald

<p>Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: Weiermoos - Auwald (PQ8; Gemeinde Watwil)</p>	
<p>Prozessquelle</p>	<p>Die Prozessquelle umfasst die steilen Hangbereiche bei Weiermoos – Auwald.</p>  <p>Abb. 8: Ausschnitt Karte der Phänomene</p>
<p>Charakteristik</p>	<p>Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen die im nordöstlichen Hangbereich von Weiermoos grossflächigen und im übrigen Gebiet von Weiermoos eher kleinflächigen rund 25 bis 32° steilen Hangbereiche dar.</p> <p>Der Felsuntergrund wird durch die Subalpine Molasse (Wechselagerung von Sandsteinen und Mergeln) aufgebaut und ist innerhalb des Detailperimeters nicht aufgeschlossen. Er fällt gegen S - SE ein und verläuft somit teils mehr oder weniger hangpararell. Der Fels wird von einer feinkörnigen und somit eher schlecht durchlässigen Lockergesteinsschicht (Gehängelehm, schätzungsweise einige Meter mächtig) überdeckt.</p> <p>Die unbewaldeten Hangbereiche werden beweidet und weisen ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist aber nicht aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf die Hangstabilität auswirken kann.</p>

	<p>Im Weiteren reichen die Hänge weit hinauf, so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss. Die Geländeform (teils Runsen vorhanden) kann zudem zu einer Konzentration von Wasser führen. Wie in Abb. 8 ersichtlich, sind teils klare Oberflächenabflussrinnen erkennbar. In den Rippenbereichen ist jedoch nur mit einem geringen Wasseraufkommen zu rechnen, so dass hier nur in sehr seltenen Fällen ein Anriss möglich sein wird.</p> <p>Das Gebiet ist zusätzlich permanent verrutscht. Dies kann als Hinweis auf eher instabile Verhältnisse in diesem Hangbereich gedeutet werden.</p>
<p>Ereigniskataster (vgl. Abb. 8)</p>	<p>Im Gebiet Weiermoos ist kein Hangmuren - Ereignis erfasst. Permanente Rutschungen sind in diesem Gebiet jedoch bekannt.</p>
<p>Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 8)</p>	<p>Destabilisierende Wirkung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Weidebereich sind Viehtritte vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Teils runsenförmige Vertiefungen → konzentrierter Abfluss von Hang- und Oberflächenwasser möglich. - Vernässungen beobachtet. - Überlagerung mit permanentem Rutschgebiet. <p>Stabilisierende Wirkung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teils bewaldet → es ist mit einer gewissen Stabilisierung zu rechnen.
<p>Fotos</p>	 <p>Foto 1: Blick in den steilen Hang bei Weiermoos. Ersichtlich sind die ausgeprägten Viehgangeln und die runsenförmige Vertiefung.</p>



Foto 2: Blick in den nordöstlichen Hangbereich bei Weiermoos, welcher teils bewaldet ist.

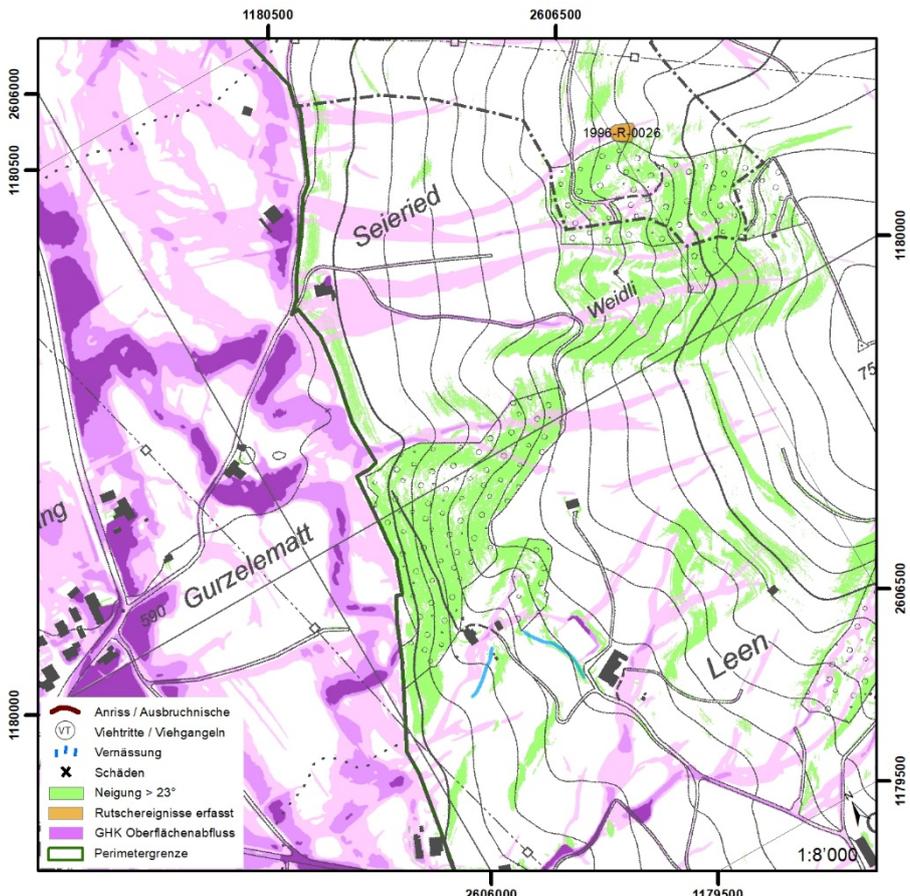


Foto 3: Blick in die bewaldete steile Hangpartie bei Auwald.

Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.
Fotos	-

Gefahrenbeurteilung	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: ja → <i>Hangmuren wahrscheinlich</i> Einfluss Förderfaktoren: vorhanden → Wahrscheinlichkeit: mittel</p>
Wirkungsbeurteilung	<p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel</p> <p>Es ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM5). In den flacheren Hangbereichen (→ Auslaufbereich) schliesst ein gelber Gefahrenbereich (HM2; geringe Intensität) an. Hier ist lediglich mit Wasser und Gschwemmsel zu rechnen.</p> <p>In der kurzen Hangpartie im Bereich der bewaldeten Rippe (nördlicher Perimeterrad) wurde ein gelber Gefahrenbereich ausgeschieden (HM4; aufgrund des fehlenden Einflusses eines Förderfaktors wird die geringere Gefährdung des geteilten Feldes gewählt).</p> <p>Es liegt ein Gebäude im Einflussbereich potenzieller Hangmuren (blaue Gefahrenzone).</p>
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.9. PQ Gurzelematt - Seieried

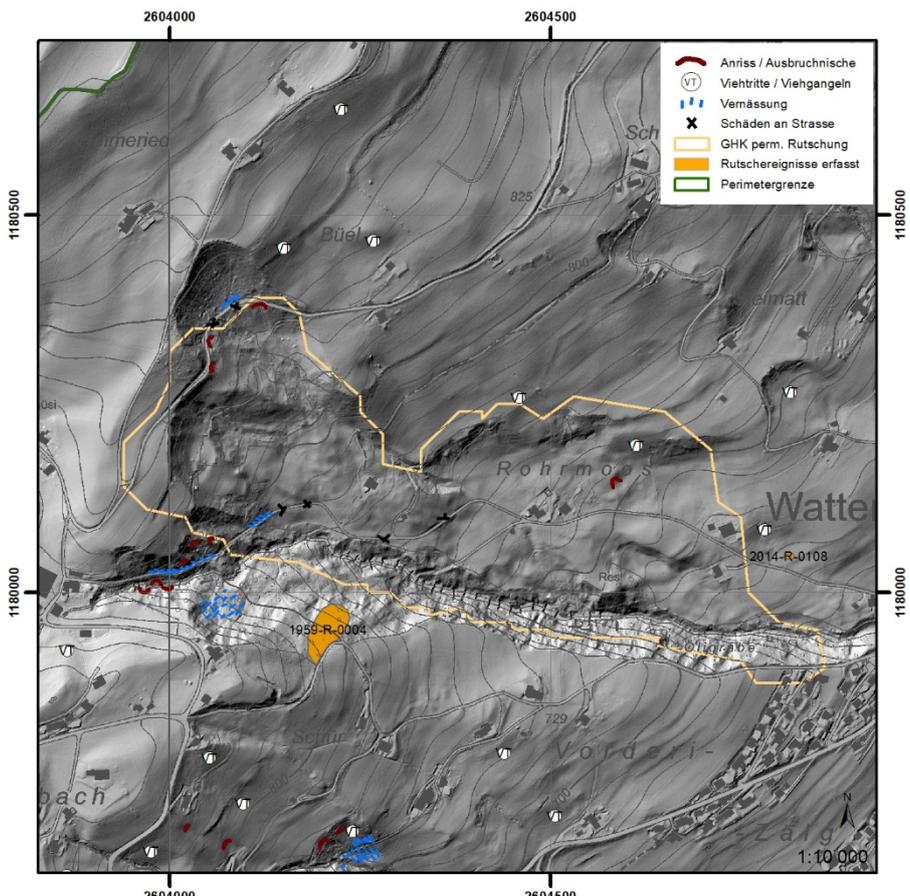
Prozessquelle Hangmuren / spontane Rutschungen: Gurzelematt (PQ9; Gemeinde Wattenwil)	
Prozessquelle	<p>Die Prozessquelle umfasst die langgezogenen und steilen Hangpartien bei Gurzelematt - Seieried (entlang Perimetergrenze). Allfällige Ereignisse im oberen Hangbereich bei Weidli reichen nicht bis auf Gemeindegebiet Wattenwil.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Abb. 9: Ausschnitt Karte der Phänomene</i></p>
Charakteristik	<p>Potenzielle Anrissgebiete für Hangmuren stellen insbesondere die unbewaldeten, rund 29° steilen Hangbereiche im Gebiet Seieried dar. Jedoch können auch in den bewaldeten und mit rund 33° steileren Hangbereichen bei Gurzelematt Hangmuren anreissen.</p> <p>Der Untergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechselagerungen von Fein- und Grobsandsteinen, Nagelfluhbändern sowie untergeordnet bunten Mergeln) aufgebaut. Das Gebiet wird durch eine mehr oder weniger mächtige Lockergesteinsbedeckung (Moräne) überlagert. Die Lockergesteinsbedeckung besteht aus eher schlecht durchlässigem Feimaterial (→ Verwitterungsprodukte der unterliegenden Molassegesteine, Gehängelehm / verschwemmtes Moränenmaterial).</p> <p>Die unbewaldeten Hangbereiche werden beweidet und weisen teils ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte auf. Die Vegetationsdecke ist jedoch nicht aufgerissen. Dennoch kann durch Trittschäden die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund leicht erhöht werden, was sich ungünstig auf</p>

	<p>die Hangstabilität auswirken kann. Bei Seieried ist oberhalb des kurzen Hanges eine aufgeprägte Geländekante vorhanden.</p> <p>Bei Gurzelematt reichen die bewaldeten Hänge jedoch weit hinauf (zwischen 100 und 200 m), so dass mit Hang- und Oberflächenwasserzuflüssen gerechnet werden muss (→ durch die grosse Hangoberfläche kann eine beträchtliche Menge an Oberflächenwasser in den Hang infiltrieren und somit die Hangwassermenge erhöhen). Zudem kann der Fels als Wasserstauer wirken. Daher muss bei starken Regenfällen damit gerechnet werden, dass die Lockergesteinsbedeckung bevorzugt abrutschen kann.</p> <p>Es konnten keine stummen Zeugen (verwachsene Ausbrüchnischen) in den Hängen beobachtet werden. In der näheren Umgebung sind jedoch mehrere Ereignisse bekannt.</p> <p>Im Weiteren sind die steileren Hangpartien permanent verrutscht (unruhige, gewellte Topographie).</p>
<p>Ereigniskataster (vgl. Abb. 9)</p>	<p>1996-R-0026: Im August 1996 ereignet sich eine kleine Rutschung im Gebiet Weidli (Gemeinde Forst-Längenbühl).</p>
<p>Sichtbare Phänomene</p>	<p><i>Destabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Weidebereich sind ausgeprägte Viehtritte vorhanden → leicht erhöhte Infiltration von Wasser in den Untergrund möglich. - Runsenförmige Vertiefungen: konzentrierter Abfluss von Hang- und Oberflächenwasser möglich. - Untiefer Fels: wirkt als Stauhorizont. - Terrassenkante (Übergang flach zu steil) kann die Disposition zur Auslösung eines Ereignisses leicht erhöhen (Geländekante → Sickerströmung; Hangfuss → Anstieg Wasserspiegel, Rückstau). - Einzelne Vernässungen beobachtet. - Überlagerung mit permanentem Rutschgebiet. <p><i>Stabilisierende Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Teils grossflächig bewaldet.
<p>Fotos</p>	 <p>Foto 1: Blick in die steile langgezogene Hangpartie bei Gurzelematt – Seieried. Er-sichtlich ist der kurze steile und mit Viehtritten versehene Hangbereich am Hangfuss.</p>

	 <p>Foto 2: Detailansicht der kurzen, steilen Hangpartie bei Seieried. Es sind ausgeprägte Viehgangeln und Viehtritte ersichtlich.</p>
Schutzmassnahmen (inkl. Schutzwald)	Es sind keine baulichen Schutzmassnahmen vorhanden. In den bewaldeten Bereichen ist mit einer Stabilisierung durch die Wurzeln zu rechnen.
Fotos	-
Gefahrenbeurteilung	<p><u>Beurteilung Wahrscheinlichkeit:</u> Anrissbereich: Hangneigung > Hangneigung_{krit} (23°): ja Stumme Zeugen in Region vorhanden: ja bei Seieried; nein bei Gurzelematt - Leen → <i>Hangmuren wahrscheinlich bis wenig wahrscheinlich</i></p> <p>Einfluss Förderfaktoren: vorhanden bis kaum vorhanden → Wahrscheinlichkeit: mittel - gering</p> <p><u>Beurteilung Intensität:</u> 0.5m < Mächtigkeit mobilisierbare Schicht < 2m → Intensität: mittel</p>
Wirkungsbeurteilung	<p>Bei Seieried ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und mittlerer Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Dies entspricht einem blauen Gefahrenbereich (HM5).</p> <p>Bei Gurzelematt ist mit Hangmuren von mittlerer Intensität und geringer Wahrscheinlichkeit zu rechnen, was einem gelben Gefahrenbereich entspricht (HM4; sehr geringer Einfluss der Förderfaktoren: bewaldet → daher wurde die geringere Gefährdung des geteilten Feldes HM4 ausgeschieden).</p> <p>Es liegen auf Gemeindegebiet Wattenwil keine Gebäude im Einflussbereich potenzieller Hangmuren.</p>
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1. Prozessquellen permanente Rutschungen Gemeinde Wattenwil

1.1. PQ Rohrmoos

Prozessquelle permanente Rutschungen: Rohrmoos (PQ1; Gemeinde Wattenwil)	
Prozessquelle	<p>Die grosse permanente Rutschung befindet sich im Hangbereich Rohrmoos und erstreckt sich entlang des Ölibaches bis oberhalb des dicht besiedelten Gebietes Wattenwil.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Abb. 1: Reliefschattierung mit kartierten Phänomenen und Gefahrenhinweiskarte RP.</i></p>
Charakteristik	<p>Das Gebiet Rohrmoos liegt auf einer alten langgezogenen Rutschmasse und ist mittelgründig verrutscht. Der Untergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechselagerungen von Fein- und Grobsandsteinen, Nagelfluhbändern sowie untergeordnet bunten Mergeln) aufgebaut. Kleinflächig ist im oberen Hangbereich Quelltuff anzutreffen. Der Fels fällt mehr oder weniger hangparallel nach SE ein. Das Gebiet wird durch eine mehr oder weniger mächtige Lockergesteinsbedeckung (Moräne; schätzungsweise einige wenige bis mehrere Meter mächtig) überlagert. Bei der Moräne handelt es sich um Ablagerungen von Lokalgletschern, welche zu einem grossen Teil aus Komponenten mit Herkunft aus Flyschgebieten aufgebaut werden. Die verrutschte Lockergesteinsbedeckung besteht daher eher aus schlecht durchlässigem Feimaterial (→ Verwitterungsprodukte des unterliegenden Molassegesteins und verrutschtes / verschwemmtes Moränenmaterial: Gehängelehm).</p>

	<p>Die steile und markante Anrisskante der permanenten Rutschung verläuft entlang der Terrassenkante Hofmatt bis Bruchwäldli (→ entlang Moränenwall) und weist eine Breite von rund 450 m auf (vgl. Abb. 1). Die Rutschmasse erstreckt sich bis an den Hangfuss oberhalb des Dorfes Wattenwil (Länge ca. 1 km).</p> <p>Das verrutschte Gebiet weist zudem eine Disposition für Hangmuren auf. Diese flachgründigen Prozesse können spontan eintreten und relativ schnell abfliessen.</p>
Ereigniskataster	Im Ereigniskataster ist keine permanente Rutschung eingetragen.
Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 1)	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgeprägte Geländekante im Anrissbereich - Coupierete / hügelige Morphologie - Wasserfassungen (Quellen) und vielerorts starke Vernässungen weisen auf Wasservorkommen im Hang hin - Risse / Schäden in den Strassen - Krummwuchs der Bäume - Überlagerung durch flachgründige spontane Rutschungen / Hangmuren - In der geologischen Karte (teils) als Rutschgebiet erfasst
Fotos	 <p>Foto 1: Strasse mit Schäden im oberen Bereich des Anrisses.</p>



Foto 2: Dito Foto 2. Mit einem Teerwulst wird verhindert, dass Oberflächenwasser in den steilen Hangbereich gelangt.



Foto 3: Verrutschter Hangbereich mit Krummwuchs und teils schief gestellten Bäumen.



Foto 4: Starke Vernässungen konnten verschiedenenorts beobachtet werden.

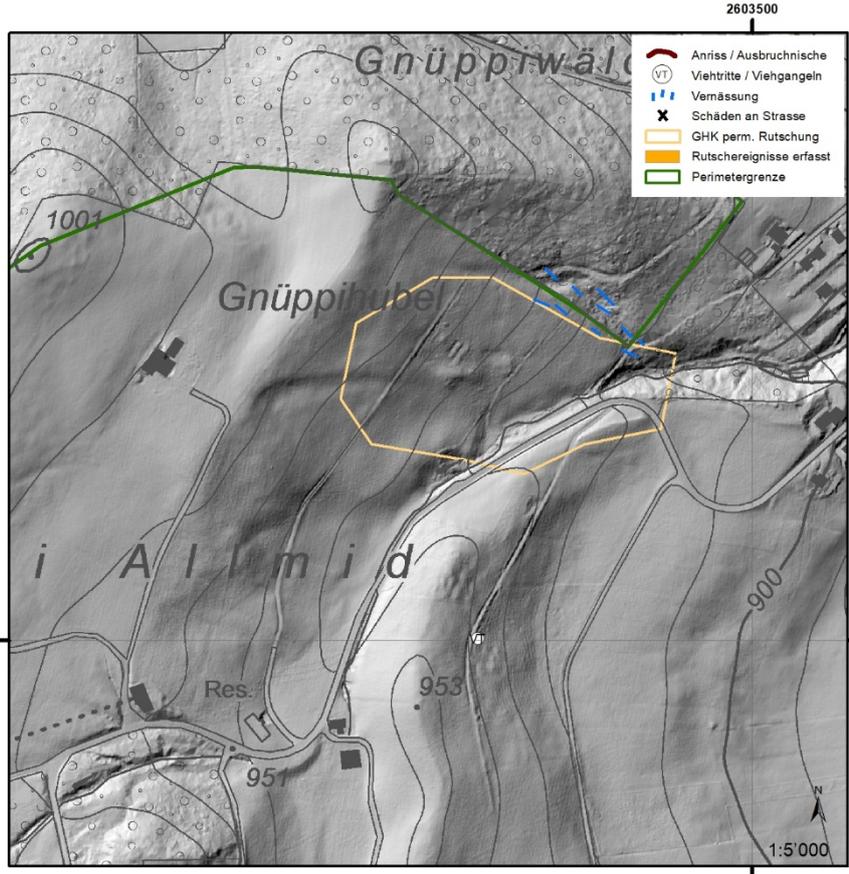


Foto 5: Unbewaldeter Rutschbereich: erkennbar ist die stark coupierte Oberflächenmorphologie (vgl. auch Reliefschattierung in Abb. 1).

Rutschgeschwindigkeit	Aufgrund der beobachteten Phänomene wird die durchschnittliche Bewegungsintensität des mittelgründigen Rutschprozesses als gering eingestuft (< 2 cm/Jahr; langsame, substabile Rutschung).
Reaktivierungspotential	Das (Re)Aktivierungspotenzial wird auf Grund der Feldbeobachtungen im grossflächigen Rutschbereich entlang des Ölibaches als vorhanden angenommen (Wechselwirkung mit Fliessgewässer, starke Vernässungen im

	Rutschbereich, teils relativ grosse Schäden an Strassen und Krummwuchs beobachtet). Im nördlich angrenzenden Hangbereich wird das (Re)Aktivierungspotenzials jedoch als gering eingeschätzt (keine Wechselwirkung mit Fliessgewässer, geringere Schäden).
Differentialbewegungen	Es konnten keine für Differenzialbewegungen offensichtlich disponierten Zonen ausgedehnt werden.
Tiefgang	Aufgrund der beobachteten Phänomene ist von einer mittelgründigen Rutschung auszugehen (Gründigkeit: 2 – 10 m).
Schutzmassnahmen	Es sind keine Schutzmassnahmen vorhanden.
Fotos	-
Gefahrenbeurteilung	Basierend auf den obigen Erläuterungen wird das Gebiet in die blaue (Rutschbereich entlang Ölibach: RM1_R) und die gelbe (nördlich angrenzender Rutschbereich: RM1) Gefahrenstufe eingeteilt.
Wirkungsbeurteilung	Es sind einzelne Gebäude und mehrere Strassen durch die permanente Rutschung betroffen. Insbesondere im Bereich der mittleren Gefährdung (blau) muss mit Rissbildungen, Setzungen und leichten Verkippungen gerechnet werden (→ Schäden beeinträchtigen Wohnqualität). Bei baulichen Eingriffen ist auf alle Fälle besondere Vorsicht geboten, da sich das Gebiet in einem labilen Gleichgewicht befindet.
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.2. PQ Gnüppihubel

Prozessquelle permanente Rutschungen: Gnüppihubel (PQ2; Gemeinde Wattenwil)	
Prozessquelle	<p>Die permanente Rutschung befindet sich im Hangbereich Gnüppihubel im Gebiet Oberer Allmit.</p>  <p style="text-align: center;">Abb. 2: Reliefschattierung mit kartierten Phänomenen und Gefahrenhinweiskarte RP.</p>
Charakteristik	<p>Der Untergrund im Gebiet Gnüppihubel wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellagerungen von Fein- und Grobsandsteinen, Nagelfluhbändern sowie untergeordnet bunten Mergeln) aufgebaut. Das Gebiet wird jedoch durch eine mehr oder weniger mächtige Lockergesteinsbedeckung (Moräne; schätzungsweise einige Meter mächtig) überlagert. Dafür kennzeichnend sind die N-S verlaufenden Moränenwälle. Bei den Moränen handelt es sich um Ablagerungen von Lokalgletschern. Dementsprechend werden sie zu einem grossen Teil aus Komponenten mit Herkunft aus Flyschgebieten aufgebaut, was sich denn auch verbreitet in lehmigem schlecht durchlässigem Feinmaterial manifestiert. Wegen der relativ schlechten Durchlässigkeit des lehmigen Moränenmaterials ist das Gebiet allgemein etwas vernässt. Insbesondere die zwischen den Moränenwällen liegenden Mulden sind nass und enthalten örtlich torfig-moorige Ablagerungen. In etwas feinteilärmeren Lagen oder Linsen ist der Kies wasserführend, was zu einer relativ starken Durchnässung des Materials beiträgt.</p>

	<p>Im Bereich des Reservoirs Stafelalp konnte bei Sondierungen ein erheblicher Hangwasserzufluss beobachtet werden. Dass die oberflächennahen Schichten im Gebiet der Stafelalp verbreitet durchnässt sind, ist auch aus Schilderungen von Ortskundigen und Feststellungen im Zusammenhang mit Grabarbeiten auf der Stafelalp bekannt. Ebenso dürfte das der Fassung Stafelalp (ca. 60 m SW des alten Reservoirs) zufließende Wasser aus den oberflächennahen Schichten alimentiert werden.</p> <p>Infolge der Vernässungen ist die Flanke des Moränenwalls bei Gnüppihubel flachgründig verrutscht. Der Anrissbereich der Rutschung verläuft entlang des Moränenwalls und weist eine Breite von 350 m auf. Die Rutschmasse erstreckt sich bis an den Hangfuss zum Sagibächli (Länge ca. 130 m).</p> <p>Das verrutschte Gebiet weist zudem in den steileren Hangbereichen eine Disposition für Hangmuren auf. Diese flachgründigen Prozesse können spontan eintreten und relativ schnell abfließen.</p>
Ereigniskataster	Im Ereigniskataster ist keine permanente Rutschung eingetragen.
Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Leicht ausgeprägte Geländekante im Anrissbereich - Leicht coupierte / unruhige Morphologie - Wasserfassungen (Quellen) und einzelne Vernässungen weisen auf Wasservorkommen im Hang hin.
Fotos	 <p>Foto 1: Blick in den leicht coupierten Hangbereich (vgl. auch Reliefschattierung in Abb. 2).</p>

	
	<p>Foto 2: Blick in einen leicht vernässten Hangbereich der Rutschung Gnüppihubel.</p>
<p>Rutschgeschwindigkeit</p>	<p>Aufgrund der beobachteten Phänomene wird die durchschnittliche Bewegungsintensität des oberflächlichen Rutschprozesses als gering eingestuft (< 2 cm/Jahr; langsame, substabile Rutschung).</p>
<p>Reaktivierungspotential</p>	<p>Das (Re)Aktivierungspotenzial wird auf Grund von Feldbeobachtungen als gering eingeschätzt (keine ausreichende Wechselwirkung mit Fliessgewässer, keine angrenzende Rutschung höherer Aktivität oder mit grösserem Reaktivierungspotenzial [→ Ausweitung auf andere Rutschung]).</p>
<p>Differentialbewegungen</p>	<p>Es konnten keine für Differenzialbewegungen offensichtlich disponierte Zonen ausgeschieden werden.</p>
<p>Tiefgang</p>	<p>Aufgrund der beobachteten Phänomene ist von einer flachgründigen Rutschung auszugehen (Gründigkeit bis 2 m).</p>
<p>Schutzmassnahmen</p>	<p>Es sind keine Schutzmassnahmen vorhanden.</p>
<p>Fotos</p>	<p>-</p>
<p>Gefahrenbeurteilung</p>	<p>Basierend auf den obigen Erläuterungen wird das Gebiet in die gelbe Gefahrenstufe eingeteilt (RO1).</p>
<p>Wirkungsbeurteilung</p>	<p>Es sind keine Gebäude durch die permanente Rutschung betroffen. Bei baulichen Eingriffen ist aber besondere Vorsicht geboten, da sich das Gebiet in einem labilen Gleichgewicht befindet.</p>
<p>Bearbeiterin, Datum</p>	<p>Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021</p>

1.3. PQ Tufthubel – Lidibouch – Widimatt - Ryschere

Prozessquelle permanente Rutschungen: Tufthubel – Lidibouch – Widimatt - Ryschere (PQ3; Gemeinde Wattenwil)	
Prozessquelle	<p>Die grosse permanente Rutschung befindet sich im Gebiet I de Gräbe – Lieneggwald. Innerhalb des Detailperimeters sind die Bereiche Tufthubel – Lidibouch – Widimatt – Ryschere betroffen.</p>
Charakteristik	<p>Das Gebiet nördlich des Lieneggwaldes von I de Gräbe bis Widimatt – Ryschere ist Teil einer alten, prähistorischen Sackung. Morphologisch fällt diese durch die abrupte, halbkreisförmige Anrisskante bei Kote 960 auf. Heute wird die Sackung südlich des Lidibouchs durch tiefgründige Rutschungen aus dem Gebiet I de Gräbe bis Ryschere überlagert. Nördlich des Lidibouchs schliesst ein mittelgründiges Rutschgebiet an.</p> <p>Der Untergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechselagerungen von Fein- und Grobsandsteinen, Nagelfluhbändern sowie untergeordnet bunten Mergeln) aufgebaut. Das Gebiet wird durch eine mehr oder weniger mächtige Lockergesteinsbedeckung (Moräne) überlagert. Bei den Moränen handelt es sich um Ablagerungen der Lokalgletscher, welche zu einem grossen Teil aus Komponenten mit Herkunft aus Flyschgebieten aufgebaut werden. Die verrutschte Lockergesteinsbedeckung besteht daher eher aus schlecht durchlässigem Feinmaterial (→ Verwitterungsprodukte der unterliegenden Molassegesteine und verschwemmtes Moränenmaterial: Gehängelehm).</p>

Abb. 3: Reliefschattierung mit kartierten Phänomenen und Gefahrenhinweiskarte RP.

	<p>Das verrutschte Gebiet weist zudem eine Disposition für Hangmuren auf. Diese flachgründigen Prozesse können spontan eintreten und relativ schnell abfliessen.</p>
<p>Ereigniskataster (vgl. Abb. 3)</p>	<p><u>1981-R-0013</u>: Im Gebiet I de Gräbe sind anfangs der 80er Jahre ca. 1.5 ha Wald abgerutscht.</p> <p><u>1982-R-0014</u>: Im Jahre 1982 sind rund 1.5 ha Wald abgerutscht.</p>
<p>Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgeprägte Geländekante mit Anrissbereich - Coupierete / hügelige Morphologie - Wasserfassungen und verschiedenenorts vorhandene Vernässungen weisen auf Wasservorkommen im Hang hin - Risse / Schäden in den Strassen - Überlagerung in den steilen Hangbereichen durch spontane, flachgründige Rutschungen / Hangmuren
<p>Fotos</p>	 <p>Foto 1: Ausgeprägte halbkreisförmige Anrisskante.</p>



Foto 2: Coupierte, unruhige Morphologie.



Foto 3: Coupierte, unruhige Morphologie. Im Weiteren ist dieses Gebiet stark durchnässt und weist mehrere kleine Bächlein auf (rechte Bildseite).

	
	<p>Foto 4: Schäden in den quer zum Hang verlaufenden Strassen.</p>
<p>Rutschgeschwindigkeit</p>	<p>Aufgrund der beobachteten Phänomene wird die durchschnittliche Bewegungsintensität des Rutschprozesses als gering eingestuft (< 2 cm/Jahr; langsame, substabile Rutschung).</p>
<p>Reaktivierungspotential</p>	<p>Das (Re)Aktivierungspotenzial wird auf Grund von Feldbeobachtungen als eher gering eingeschätzt (keine Wechselwirkung mit grösseren Fließgewässern, keine angrenzende Rutschung höherer Aktivität oder mit grösserem Reaktivierungspotenzial [→ Ausweitung auf andere Rutschung], Entwässerung der Rutschung durch zahlreiche kleine Bächlein scheint relativ gut zu funktionieren).</p>
<p>Differentialbewegungen</p>	<p>Es konnten keine für Differenzialbewegungen offensichtlich disponierte Zonen ausgeschieden werden.</p>
<p>Tiefgang</p>	<p>Aufgrund der beobachteten Phänomene ist im Gebiet bei I de Gräbe – Ryschere von einer tiefgründigen und im nördlichen Bereich bei Tufthubel – Lidibouch – Widimatt von einer mittelgründigen Rutschung auszugehen (Gründigkeit > 10 m resp. 2- 10 m).</p>
<p>Schutzmassnahmen</p>	<p>Es sind keine Schutzmassnahmen vorhanden.</p>
<p>Fotos</p>	<p>-</p>
<p>Gefahrenbeurteilung</p>	<p>Basierend auf den obigen Erläuterungen wird das Gebiet in die gelbe Gefahrenstufe eingeteilt (RT1 [südlicher Bereich bei I de Gräbe – Ryschere] / RM1 [nördlicher Bereich bei Tufthubel - Lidibouch – Widimatt]).</p>
<p>Wirkungsbeurteilung</p>	<p>Es sind einige Gebäude und zahlreiche Strassen durch die permanente Rutschung betroffen. Aufgrund der geringen Bewegungen ist nur mit leichten Schäden zu rechnen. Bei baulichen Eingriffen ist aber besondere Vorsicht geboten, da sich das Gebiet in einem labilen Gleichgewicht befindet.</p>
<p>Bearbeiterin, Datum</p>	<p>Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021</p>

1.4. PQ Underi Allmit

Prozessquelle permanente Rutschungen: **Underi Allmit** (PQ4; Gemeinde Wattenwil)

Prozessquelle Die grosse permanente Rutschung befindet sich im Gebiet Underi Allmit und betrifft die Bereiche Chünzischwand – Schwand – Gmeis - Buechiberg.

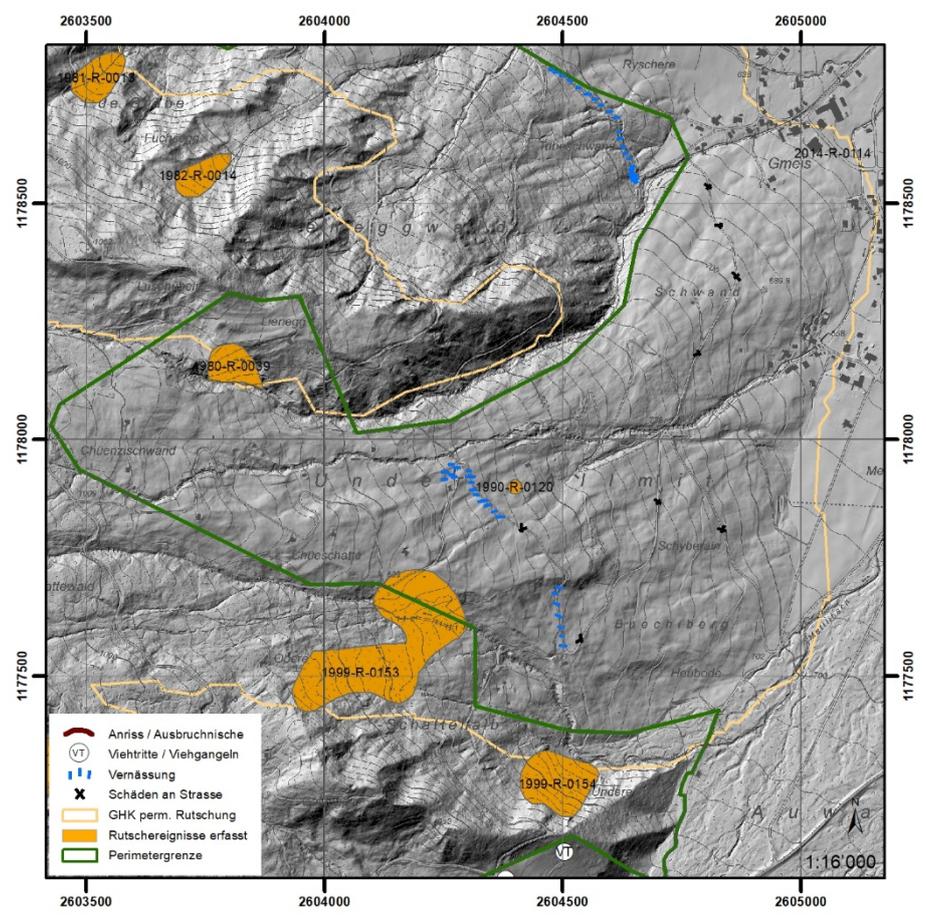


Abb. 4: Reliefschattierung mit kartierten Phänomenen

Charakteristik Das Gebiet Underi Allmit ist das flächenmässig grösste Rutschgebiet im Perimeter A der Gemeinde Wattenwil. Es handelt sich um ein altes tiefgründiges Rutschgebiet, welches sich von Chalchofe – Leimbruch bis in die Ebene bei Gmeis – Mettle erstreckt. Seitlich wird die Rutschung durch die beiden West-Ost gerichteten, von Lockergestein bedeckten Molassefelsriegeln im Lieneggwald im Norden und demjenigen der Goldegg im Süden begrenzt. Seitliche Zuschübe im Oberteil der Rutschung sind innerhalb des Perimeters A aus dem Hangbereich bei Lienegg bekannt (vgl. Abb. 4). Dieser Hangbereich ist mittelgründig verrutscht.

Der Untergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechsellagerungen von Fein- und Grobsandsteinen, Nagelfluhbändern sowie untergeordnet bunten Mergeln) aufgebaut. Das Gebiet wird durch eine mehr oder weniger mächtige Lockergesteinsbedeckung (Moräne) überlagert. Bei den Moränen handelt es sich um Ablagerungen von Lokalgletschern, welche zu einem grossen Teil aus Komponenten mit Herkunft aus Flyschgebieten aufgebaut werden. Die Lockergesteinsbedeckung besteht daher eher aus schlecht

	<p>durchlässigem Feinmaterial (→ Verwitterungsprodukte der unterliegenden Molassegesteine und verschwemmtes Moränenmaterial: Gehängelehm).</p> <p>Das verrutschte Gebiet weist zudem in den steileren Hangbereichen eine Disposition für Hangmuren auf. Diese flachgründigen Prozesse können spontan eintreten und relativ schnell abfließen.</p>
<p>Ereigniskataster (vgl. Abb. 4)</p>	<p><u>1980-R-0039</u>: Im Gebiet Lienegg ist ca. im Jahre 1980 der Bacheinhang und etwas Weide abgerutscht. Ein Rückstau des Baches erfolgte nicht. Anrissbreite rund 100 m, Gleitfläche auf Fels. Keine Angabe zur Gründigkeit.</p> <p><u>1990-R-0120</u>: Die untere Allmit ist ein altes Rutschgebiet mit periodischen Rutschungsaktivitäten. Die Bewegungen liegen im Zenti- bis Dezimeterbereich. Im Gelände können immer wieder kleine Risse festgestellt werden. Keine Angabe zur Gründigkeit.</p> <p><u>1998-R-0024</u>: Innerhalb des Rutschgebietes Lehbruch, das immer mehr oder weniger aktiv war, setzte sich im Sommer / Herbst 1998 eine Rutschmasse von rund 4 ha in Bewegung. Die horizontale Verschiebung betrug 15 m. 500 m³ Holz mussten geschlagen werden.</p> <p><u>1999-R-0153</u>: Ca. 3 ha grosses Rutschgebiet auf Flysch bei Obere Schattenhalb. Im 1999 / 2000 war das Gebiet beidseits des Mettlebachs aktiv.</p> <p><u>1999-R-0154</u>: Oberflächliches Rutschgebiet auf Felsuntergrund im Gebiet Obere Schattenhalb, das sich in letzter Zeit (1999 / 2000) vergrösserte. Anrissbreite rund 100 m.</p>
<p>Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Geländekante im Anrissbereich (ausserhalb Perimeter A) - Coupierete / hügelige Morphologie - Wasserfassungen (Quellen) und vielerorts starke Vernässungen weisen auf Wasservorkommen im Hang hin - Risse / Schäden in den Strassen - Hinweis von Bewohnern: Gebiet (auch unmittelbar oberhalb der Häuser) verändert sich ständig / ist in Bewegung - Krümmwuchs der Bäume - Überlagerung durch flachgründige spontane Rutschungen / Hangmuren - In der geologischen Karte als Rutschgebiet erfasst
<p>Fotos</p>	 <p>Foto 1: Coupierete Morphologie weist auf Rutschbewegungen hin (vgl. auch Reliefschattierung in Abb. 4). Aufnahme vom Gebiet Schwand mit Blick Richtung Mettle.</p>



Foto 2: Coupierte Morphologie weist auf Rutschbewegungen hin. Blick Richtung Mettle.



Foto 3: Coupierte Morphologie weist auf Rutschbewegungen hin. Es sind Risse in der Strasse zu erkennen.



Foto 4: Stark coupierte Morphologie weist auf Rutschbewegungen hin.



Foto 5: In den bewaldeten Bereichen weisen Krümmwuchs oder schiefgestellte Bäume auf Rutschbewegungen hin.

	 <p>Foto 6: Vereinzelt konnten bei Gebäuden Risse beobachtet werden, welche möglicherweise aufgrund von Rutschbewegungen entstanden sind.</p>
Rutschgeschwindigkeit	Aufgrund der beobachteten Phänomene wird die durchschnittliche Bewegungsintensität des tiefgründigen Rutschprozesses als gering eingestuft (< 2 cm/Jahr; langsame, substabile Rutschung).
Reaktivierungspotential	Das (Re)Aktivierungspotenzial wird auf Grund von Feldbeobachtungen als vorhanden angenommen (Wechselwirkung mit Fliessgewässer, starke Verlässungen im Rutschbereich beobachtet, teils relativ grosse Schäden / Krummwuchs beobachtet, mehrere Ereignisse mit aktiven Rutschphasen sind bekannt).
Differentialbewegungen	Es konnten keine für Differenzialbewegungen offensichtlich disponierten Zonen ausgeschieden werden.
Tiefgang	Aufgrund der beobachteten Phänomene ist von einer tiefgründigen Rutschung auszugehen (Gründigkeit > 10 m).
Schutzmassnahmen	Es sind keine Schutzmassnahmen vorhanden.
Fotos	-
Gefahrenbeurteilung	Basierend auf den obigen Erläuterungen wird das Gebiet in die blaue Gefahrenstufe (RT_{1R}) eingeteilt.
Wirkungsbeurteilung	Es sind mehrere Gebäude und Strassen durch die permanente Rutschung betroffen. Es muss mit Rissbildungen, Setzungen und leichten Verkippungen gerechnet werden (→ Schäden beeinträchtigen Wohnqualität). Bei baulichen Eingriffen ist auf alle Fälle besondere Vorsicht geboten, da sich das Gebiet in einem labilen Gleichgewicht befindet.
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.5. PQ Weiermoos

<p>Prozessquelle permanente Rutschungen: Weiermoos (PQ5; Gemeinde Wattenwil)</p>	
<p>Prozessquelle</p>	<p>Die permanente Rutschung befindet sich im Gebiet Weiermoos.</p> <p><i>Abb. 5: Reliefschattierung mit kartierten Phänomenen</i></p>
<p>Charakteristik</p>	<p>Das Gebiet Weiermoos gehört zum seitlichen Stirnbereich einer Rutschung aus dem Bereich Obere Gurnigel – Honeggwald – Tiefgrabe - Wiutschatte. Die Mächtigkeit der Rutschung liegt im tiefgründigen Bereich und keilt gegen Norden zum Molassefelsriegel bei Goldegg zunehmend aus. Die Hauptschubrichtung der Rutschung weist nach Südosten.</p> <p>Der Untergrund wird durch die subalpine Molasse (Mergel, Sandstein) aufgebaut. Das Gebiet wird durch eine mehr oder weniger mächtige Lockergesteinsbedeckung (Moräne) überlagert. Bei den Moränen handelt es sich um Ablagerungen von Lokalgletschern, welche zu einem grossen Teil aus Komponenten mit Herkunft aus Flyschgebieten aufgebaut werden. Die verrutschte Lockergesteinsbedeckung besteht daher eher aus schlecht durchlässigem Feinmaterial (→ Verwitterungsprodukte der unterliegenden Molassegesteine, verschwemmtes Moränenmaterial: Gehängelehm).</p> <p>Das verrutschte Gebiet weist zudem eine Disposition für Hangmuren auf. Diese flachgründigen Prozesse können spontan eintreten und relativ schnell abfliessen.</p>

<p>Ereigniskataster (vgl. Abb. 5)</p>	<p><u>1987-R-0027</u>: Am 21. April 1987 rutschte das ganze Schmidebruchgebiet um einige Meter ab. Der vorderste Teil der Rutschmasse löste sich ab und stürzte den Tiefengraben hinunter. Die gesamte Rutschfläche misst gut 6 ha. Keine Angabe zur Gründigkeit oder Meteo.</p> <p><u>1987-R-0028</u>: In der Nacht vom 21. April 1987 setzte sich im Gebiet Tiefengraben eine grössere Erdmasse Richtung Gürbe in Bewegung. Die schlammige Erdmasse von 40'000 – 50'000 m³ räumte sämtliche Holzsperrn auf seiner Strecke von ungefähr einem Kilometer weg. Die Forststrassen wurden meterhoch überführt. Bei der Einmündung in die Gürbe konnte der Verklauungsgefahr knapp entgangen werden.</p> <p><u>1987-R-0029</u>: Rutschung im Honeggwald im April 1987; Schäden am Wald.</p> <p><u>1988-R-0018</u>: Im Zentrum des Rutschgebietes Hasenholz setzte sich im Mai 1988 eine Rutschmasse von rund 4 ha in Bewegung. Die horizontale Verschiebung betrug bis 20 m. Keine Angabe zur Gründigkeit oder Meteo.</p> <p><u>1990-R-0118</u>: Der Jordibruch ist ein alter, tiefgründiger Rutsch, welcher trotz aufwendigen Entwässerungsmassnahmen immer wieder aktiv ist. Über die Jahre entstanden rutschbedingte Schäden am Wegnetz und Waldbestand in beträchtlicher Höhe.</p> <p><u>1990-R-0119</u>: Im Dezember 1990 ist im Gebiet Ahörnler ein ca. 2 ha grosses Waldstück abgerutscht. Keine Angabe zur Gründigkeit oder Meteo.</p> <p><u>1999-R-0152</u>: Im Juli 1999 ist im Gebiet Steinegg rund 1 ha Wald (mit Maschinenweg abgerutscht. Keine Angabe zur Gründigkeit oder Meteo.</p> <p><u>1999-R-0173</u>: Rutschung Meierisli im Mai 1999 in Bewegung; Schäden an Strasse und Wald.</p> <p><u>2007-R-0078</u>: Reaktivierte alte Rutschung im Gebiet Lattenegg. Grosse Aktivität ab März 2007 bis September 2007. Es handelt sich um eine mittelgründige Rutschung von rund 45'000 m³.</p> <p><u>2018-R-0042</u>: Reaktivierung Rutschung Meierisli im Januar 2018 nach ergiebigen Regenfällen im Dez. und Jan. Rutsch dringt in Bereich der Gürbe ins Bachbett vor und verengt dieses. Schäden: 17 – 20 Sperren beschädigt oder zerstört, Bachverbauungen beschädigt, Waldstrassen an diversen Stellen mit Abständen und Spalten.</p>
<p>Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Geländekante im Anrissbereich (ausserhalb Perimeter A) - Coupierete / hügelige Morphologie - Wasserfassungen (Quellen) und vielerorts starke Vernässungen weisen auf Wasservorkommen im Hang hin - Risse / Schäden in den Strassen; Zerrspalten / Absenkungen bei Vorplatz eines Hauses (vgl. Foto 5) - Krümmwuchs der Bäume - Überlagerung durch flachgründige spontane Rutschungen / Hangmuren - In der geologischen Karte als Rutschgebiet erfasst - Verschiebungen sind aufgrund der amtlichen Vermessung bekannt (keine Angabe zur Grösse der Verschiebung)

Fotos



Foto 1: Blick in die coupierte Oberfläche des Hanges (nordwestlicher Hangbereich im Perimeter A; vgl. auch Reliefschattierung in Abb. 5).



Foto 2: Blick in die coupierte Oberfläche des Hanges (Hangbereich unterhalb des verrutschten Gebäudes ca. bei Kote 828).



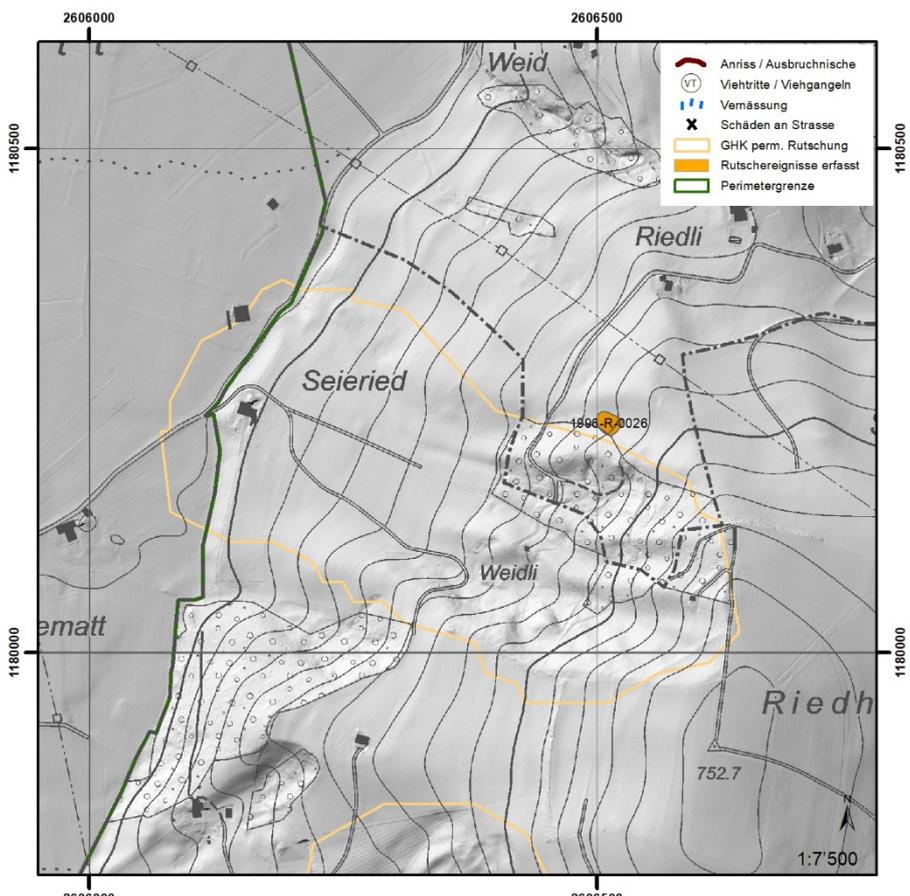
Foto 3: Drainage entlang der Strasse weist auf Wasservorkommen im Hang hin.



Foto 4: Schäden in der Strasse verursacht durch Hanginstabilitäten.

	 <p>Foto 5: Absenkungen / Verschiebungen beim Vorplatz des Hauses nordöstlich Punkt 828. Bei diesem Gebäude sind zudem Verschiebungen durch die amtliche Vermessung bekannt.</p>
Rutschgeschwindigkeit	Aufgrund der beobachteten Phänomene wird die durchschnittliche Bewegungsintensität des tiefgründigen Rutschprozesses als gering eingestuft (< 2 cm/Jahr; langsame, substabile Rutschung).
Reaktivierungspotential	Das (Re)Aktivierungspotenzial resp. aktivere Phasen wird auf Grund von Feldbeobachtungen im grossflächigen Rutschbereich als vorhanden angenommen (Vernässungen im Rutschbereich beobachtet, einzelne Schäden bekannt [z.B. Setzungen bei Vorplatz], Krummwuchs beobachtet). Im nordöstlich angrenzenden Hangbereich wird das (Re)Aktivierungspotenzial jedoch als gering eingeschätzt (keine Wechselwirkung mit Fliessgewässer, keine Schäden, keine Vernässungen).
Differentialbewegungen	Es konnten keine für Differenzialbewegungen offensichtlich disponierten Zonen ausgeschieden werden.
Tiefgang	Aufgrund der beobachteten Phänomene ist von einer tiefgründigen Rutschung auszugehen (Gründigkeit > 10 m).
Schutzmassnahmen	Es sind keine Schutzmassnahmen vorhanden.
Fotos	-
Gefahrenbeurteilung	Basierend auf den obigen Erläuterungen wird das Gebiet in die blaue (grossflächiges Rutschgebiet: RT1_R) und die gelbe (nordöstlich angrenzender Rutschbereich: RT1 – RM1) Gefahrenstufe eingeteilt.
Wirkungsbeurteilung	Es sind einzelne Gebäude und mehrere Strassen durch die permanente Rutschung betroffen. Insbesondere im Bereich der mittleren Gefährdung (blau) muss mit Rissbildungen, Setzungen und leichten Verkippungen gerechnet werden (→ Schäden beeinträchtigen Wohnqualität, wie dies bereits ersichtlich ist). Bei baulichen Eingriffen ist auf alle Fälle besondere Vorsicht geboten, da sich das Gebiet in einem labilen Gleichgewicht befindet.
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

1.6. PQ Seieried

Prozessquelle permanente Rutschungen: Seieried (PQ6; Wattenwil)	
Prozessquelle	<p>Die permanente Rutschung befindet sich im Gebiet Seieried (Gemeindegebiet Forst) und reicht nur am Hangfuss noch auf das Gemeindegebiet Wattenwil.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Abb. 6: Reliefschattierung mit kartierten Phänomenen</i></p>
Charakteristik	<p>Das Gebiet Seieried ist flachgründig verrutscht. Der Untergrund wird durch die Untere Süsswassermolasse (Wechselagerungen von Fein- und Grobsandsteinen, Nagelfluhbändern sowie untergeordnet bunten Mergeln) aufgebaut. Das Gebiet wird durch eine mehr oder weniger mächtige Lockergesteinsbedeckung (Moräne) überlagert. Bei den Moränen handelt es sich um Ablagerungen der Lokalgletscher, welche zu einem grossen Teil aus Komponenten mit Herkunft aus Flyschgebieten aufgebaut werden. Die verrutschte Lockergesteinsbedeckung besteht daher eher aus schlecht durchlässigem Feinmaterial (→ Verwitterungsprodukte der unterliegenden Molassegesteine, Gehängelehm / verschwemmtes Moränenmaterial).</p> <p>Morphologisch fällt die Rutschung durch einen deutlich ausgebildeten, eher steilen Anrissbereich im Gebiet Weidli und den unterhalb anschliessenden relativ flachen Rutschkörper auf. Die Rutschung bewegt sich hangabwärts Richtung Nordwesten und beisst in der Ebene bei Seieried aus.</p>

	<p>Das verrutschte Gebiet weist zudem eine Disposition zu Hangmuren auf. Diese flachgründigen Prozesse können spontan eintreten und relativ schnell abfließen.</p>
<p>Ereigniskataster</p>	<p>Im Ereigniskataster ist keine permanente Rutschung eingetragen.</p>
<p>Sichtbare Phänomene (vgl. Abb. 6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Leicht coupierte / hügelige Morphologie - Leicht ausgeprägte Geländekante im Anrissbereich - Keine Quellen vorhanden, nur sehr lokal und kleinflächig geringe Vernässungen beobachtet - Keine Risse / Schäden in der Strasse - In geologischer Karte als Rutschgebiet ausgeschieden
<p>Fotos</p>	 <p>Foto 1: Blick vom Gegenhang aus in die leicht verrutschte Hangpartie bei Seieried.</p>

	 <p>Foto 2: Ersichtlich ist die leicht coupierte Oberflächenmorphologie, welche auf Hanginstabilitäten hinweist.</p>
Rutschgeschwindigkeit	Aufgrund der beobachteten Phänomene wird die durchschnittliche Bewegungsintensität des flachgründigen Rutschprozesses als gering eingestuft (< 2 cm/Jahr; langsame, substabile Rutschung).
Reaktivierungspotential	Das (Re)Aktivierungspotenzial wird auf Grund von Feldbeobachtungen als gering eingeschätzt (keine Wechselwirkung mit Fliessgewässern, keine angrenzende Rutschung höherer Aktivität oder mit grösserem Reaktivierungspotenzial [→ Ausweitung auf andere Rutschung]).
Differentialbewegungen	Es konnten keine für Differenzialbewegungen offensichtlich disponierten Zonen ausgeschieden werden.
Tiefgang	Aufgrund der beobachteten Phänomene ist von einer flachgründigen Rutschung auszugehen (Gründigkeit < 2 m).
Schutzmassnahmen	Es sind keine Schutzmassnahmen vorhanden.
Fotos	-
Gefahrenbeurteilung	Basierend auf den obigen Erläuterungen wird das Gebiet in die gelbe Gefahrenstufe eingeteilt (RO1).
Wirkungsbeurteilung	Auf Gemeindegebiet Wattenwil ist ein Gebäude randlich durch die permanente Rutschung betroffen. Bei baulichen Eingriffen ist aber besondere Vorsicht geboten, da sich das Gebiet in einem labilen Gleichgewicht befindet.
Bearbeiterin, Datum	Kellerhals+Haefeli AG, Ursina Zesiger, Februar 2021

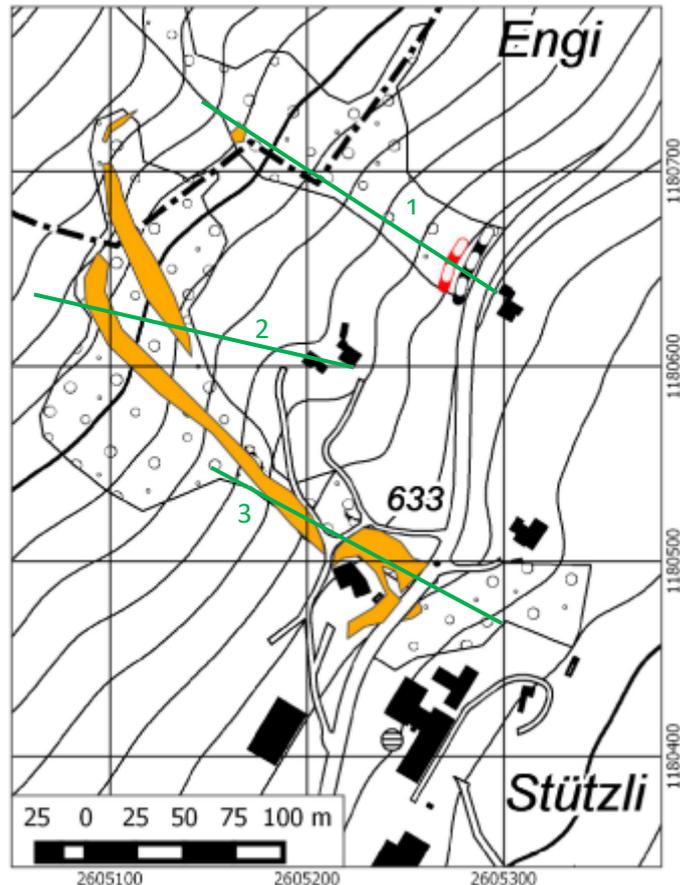
ANHANG G

Datenblätter Prozessquellen Sturzprozesse

PQ 01: Engi - Stützli

Prozessquelle

Die Prozessquelle besteht aus aufgeschlossenen Sandsteinrippen mit Lagen von Konglomeraten, die hangaufwärts verlaufen. Die markanteste Rippe zieht sich bis hinunter zur Kantonsstrasse und wurde für deren Bau angeschnitten. Die höchste aufgeschlossene Rippe weist eine Höhe von ca. 3 m auf (vgl. Abbildung 1).



Schutzbauten

Blocksatz

Stützmauer

Prozessquelle

PQ01 Engi - Stützli

Repräsentative Profilinie
(Pauschalgefälle)

Abbildung 1: Liefergebiete und Schutzbauten

Charakteristik

Das **Liefergebiet** besteht aus drei markanten Schichten, die mit rund 30° nach Osten einfallen. Alle sind mehr oder weniger stark von einem Klufsystem durchzogen, welches nahezu vertikal steht und von Norden nach Süden verläuft. Die oberste Schicht weist eine Bankung von einigen Zentimetern bis Dezimetern auf. Sie ist stark zerrüttet und bietet eine Disposition für Sturzkörperausbildung. Die mittlere Schicht ist ebenfalls im Dezimeterbereich gebankt und weist eine Wechsellagerung mit Sandstein und Konglomeratlagen auf. Die Klüftung ist hier ebenfalls ausgeprägt, der Fels jedoch weniger zerrüttet, was zur Disposition für Sturzkörperbildung von plattiger Form führt. Die untere Schicht besteht aus massigem Sandstein mit einer mehrere Meter mächtigen Bankung. Dazwischen finden sich zurückgewitterte Lagen von Konglomeraten und Mergelstein. Diese sind einige Dezimeter mächtig und stark zurückgewittert. Am Überhang zu der darüber liegenden Sandsteinlage sind einige Konglomeratkomponenten, die sich daraus lösen können. Ansonsten ist der Sandstein so massiv und nicht durch das Klufsystem überprägt, dass nicht davon auszugehen ist, dass sich daraus Sturzkörper lösen können.

	<p>Der Transit- und Ablagerungsbereich besteht aus einem bestockten und bewaldeten Hang mit Verflachungen. Der Untergrund ist aus verwittertem Sandstein und Hanglehm aufgebaut. Dieser weist eine hohe Dämpfung gegenüber Sturzkörper auf. Zwischen den Rippen haben sich Runsen ausgebildet, in denen sich die Sturzkörper ablagern. Die Reichweite ist mit wenigen Metern eher gering, da die Bermenwirkung der Runsen und Verebnungen genügt um die Sturzenergie (von wenigen Metern Höhe ausgehend) abzubremesen.</p>
Ereigniskataster	Im Ereigniskataster sind keine Ereignisse erfasst.
Sichtbare Phänomene	Im Bereich des Wandfusses, den Runsen und den Verflachungen im Gelände sind einzelne Sturzkörper abgelagert. Einschlagspuren an Bäumen sind nicht festzustellen.
Fotos	 <p>Foto 1: Oberste, zerklüftete und zerrüttete Sandsteinschicht.</p>  <p>Foto 2: Mittlere Sandsteinschicht, aus der plattigere Sturzkomponenten ausbrechen können als aus der obersten Schicht.</p>



Foto 3: Untere Sandsteinschicht mit zurückgewitterten Konglomerat- und Mergellagen. Hier besteht keine Disposition für Sturzkörper aus dem Sandstein.



Foto 4: Bewaldete Runsen zwischen den Sandsteinrippen.



Foto 5: Abgelagerte Sturzkomponenten (0.3 x 0.2 x 0.2 m) liegen in den Runsen unweit vom Wandfuss entfernt.

Annahmen	<p><i>P30</i>: Ablösen von kleinen Felsschuppen oder einzelnen Komponenten.</p> <p><i>P100</i>: Ausbrechen aus der Oberkante der Felsrippen</p> <p><i>P300</i>: Abbrechen der Oberkante der Felsrippe.</p>				
Szenarien	Obere Schicht	P ₃₀	P ₁₀₀	P ₃₀₀	PE _{extr}
	Ausbruchvolumen	Einzelkomp	1 m ³	3 m ³	Wird nicht definiert, da die Aufschlüsse zu klein sind.
	Abmessung und Volumen massgebender Block	0.3 x 0.2 x 0.2 m	0.4 x 0.4 x 0.3 m	0.7 x 0.5 x 0.5 m	
		0.012 m ³	0.05 m ³	0.18 m ³	
	Blockform	Quader	Quader	Quader	
	Mittlere Schicht	P ₃₀	P ₁₀₀	P ₃₀₀	PE _{extr}
	Ausbruchvolumen	Einzelkomp	1 m ³	4 m ³	Wird nicht definiert, da die Aufschlüsse zu klein sind.
	Abmessung und Volumen massgebender Block	0.3 x 0.3 x 0.1 m	0.5 x 0.3 x 0.1 m	1.0 x 0.7 x 0.2 m	
		0.01 m ³	0.015 m ³	0.14 m ³	
	Blockform	plattig	plattig	plattig	
Schutzmassnahmen	<p>Im Transit- und Ablagerungsbereich bestehen keine Schutzmassnahmen. Bergseitig der Kantonsstrasse ist eine Runse mit einer Stützmauer und einem aufliegenden Blocksatz verbauen (vgl. Foto 6).</p>				
Schutzwald	<p>Das Transitgebiet ist bewaldet und bestockt. Die Bäume stehen jedoch mit einem grossen Abstand zueinander (ca. 300 Bäume/ha) und sind nicht sehr dick (MBH: 20 cm ±10 cm).</p>				

Fotos



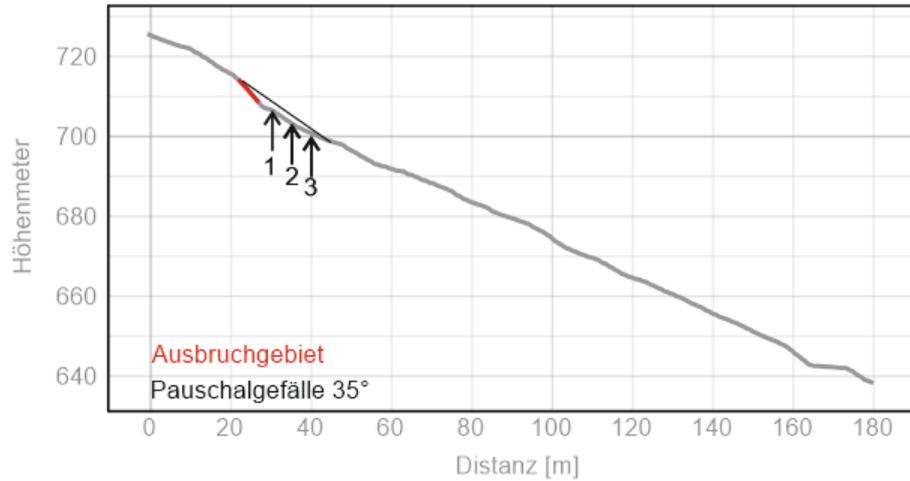
Foto 6: Stützmauer mit aufliegendem Blocksatz in einer Runse nordöstlich des Prozessgebietes.



Foto 7: Wald im Transit- und Ablagerungsbereich.

Prozessablauf /
Ergebnisse der
Modellierung

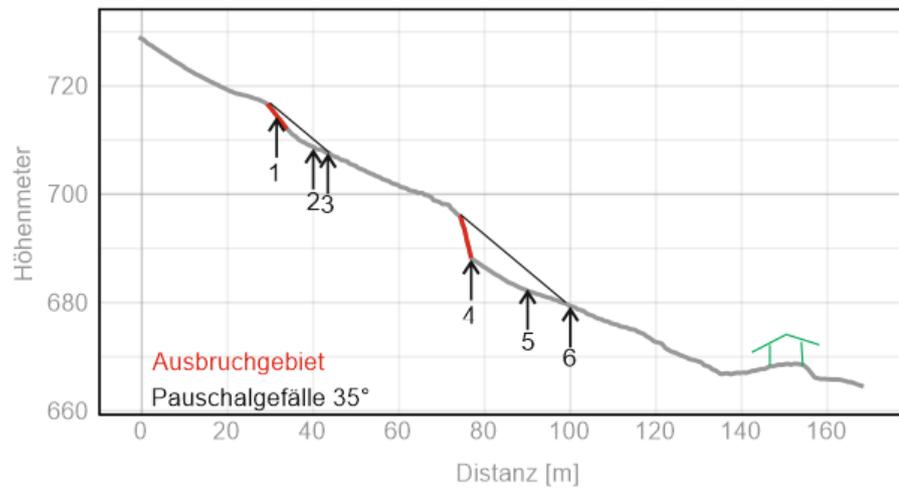
Profil 1



Profil 1

Punkt Nr (↑)	Energie der Sturzkörper [kJ]		
	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich
1	0.5	1.9	6.9
2	0.5	2.0	7.3
3	0.0	0.0	0.0

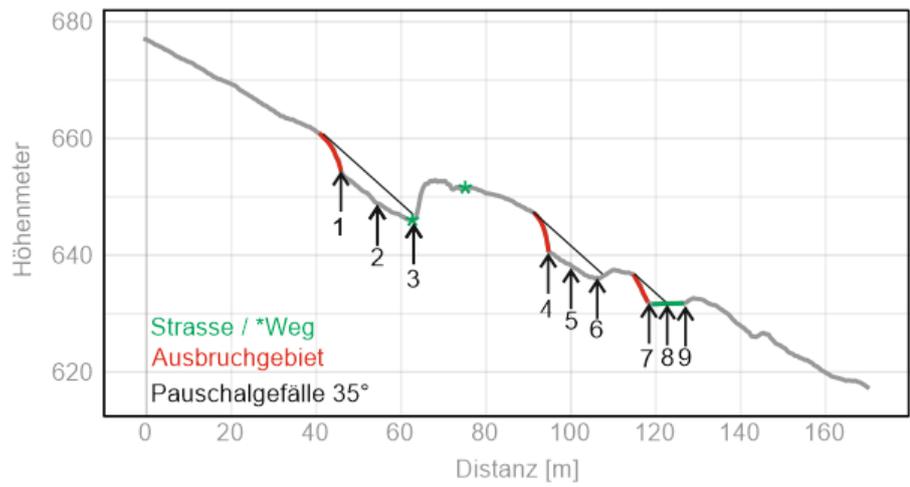
Profil 2



Profil 2

Punkt Nr (↑)	Energie der Sturzkörper [kJ]		
	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich
1	0.2	0.4	3.8
2	0.7	1.1	10.2
3	0.0	0.2	1.7
4	1.4	2.4	22.1
5	0.4	0.7	6.1
6	0.0	0.2	1.4

Profil 3



Profil 3

Punkt Nr (↑)	Energie der Sturzkörper [kJ]		
	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich
1	0.7	1.1	10.2
2	0.5	0.8	7.3
3	0.4	0.6	5.8
4	0.9	1.5	14.2
5	0.6	1.1	9.9
6	0.5	0.8	7.6
7	0.5	0.8	7.6
8	0.2	0.4	3.5
9	0.0	0.0	0.3

P ₃₀	Die Sturzkomponenten lagern sich im Bereich vom Wandfuss ab. Nur einzelne erreichen Verebnungen weiter hangabwärts.
P ₁₀₀	Die Sturzkomponenten lagern sich auf Verebnungen und in den Geländerunsen im Bereich von ca. 10 m Entfernung zum Wandfuss ab.
P ₃₀₀	
P _{extr}	Nicht definiert.

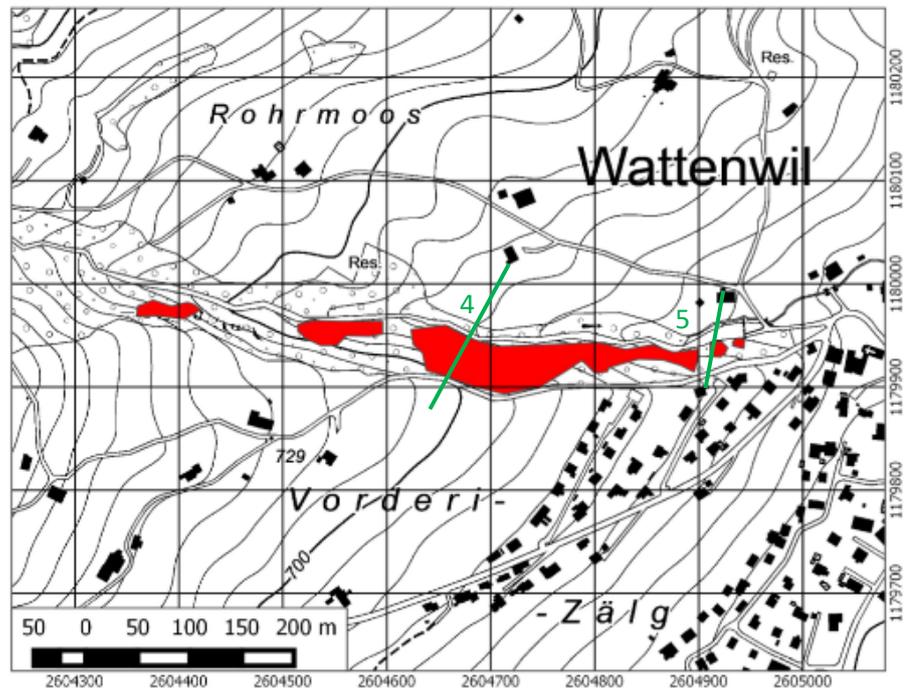
Gefahrenkarte

Im Bereich wo die Sandsteinrippe von der Kantonsstrasse durchquert wird (Strassenanschnitt) lagern sich die Sturzkörper auf der Strasse ab. Dies führt aufgrund der geringen Sturzhöhe und der Komponentengrösse zu geringer Energie und daher zu einer blauen Gefahrenstufe SS3.

PQ 02: Öligraben

Prozessquelle

Die Prozessquelle besteht aus einer Felswand aus Mergelstein mit Konglomeratlagen, die max. eine Höhe von 15-20 m aufweist. Sie zieht sich entlang des Öligrabens (vgl. Abbildung 2).



Prozessquelle

■ PQ02 Öligraben

— Repräsentative Profillinie (Pauschalgefälle)

Abbildung 2: Prozessquelle Ö

Charakteristik

Das **Liefergebiet** besteht aus Mergelstein mit Konglomerat und Sandsteinlagen der Unteren Süsswassermolasse (subalpine Molasse). Die einzelnen Lagen weisen jeweils eine Mächtigkeit im Meterbereich auf, wobei die Schichtung nahezu horizontal verläuft. Der Fels ist sehr massiv und kompakt, nur an wenigen Stellen ist eine Klüftung deutlich auszumachen. Diese fällt mit rund 15° nach Osten ein und streicht Nord/Süd. Die Oberkante der Felswand ist teilweise bestockt mit Büschen und Jungwuchs.

Der **Transit- und Ablagerungsbereich** besteht aus dem eingeschnittenen Bachbett des Öligrabens.

Ereigniskataster

Es sind keine Ereignisse im Kataster erfasst.

Sichtbare Phänomene

In der Felswand sind einige Abplattungen zu erkennen. Steine und Blöcke liegen im Bachbett, wobei schwer einzuschätzen ist, welche wirklich aus dem Liefergebiet stammen und welche durch Wasserprozesse remobilisiert und dort abgelagert wurden.

Fotos



Foto 8: rund 15 m hohe Felswand aus Mergelstein. Es sind Abplattungen zu erkennen.



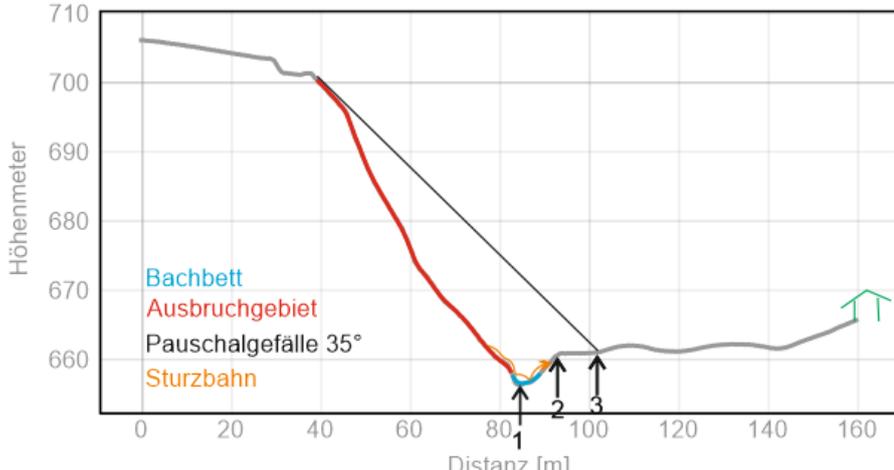
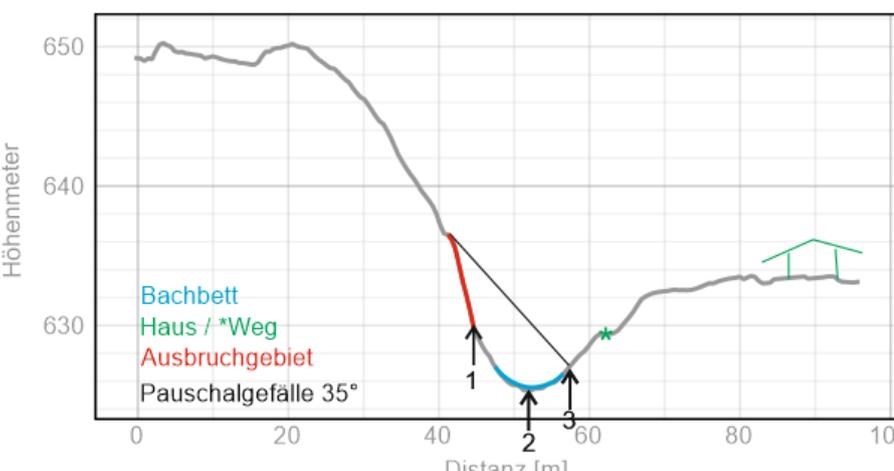
Foto 9: Am Wand fuss liegen Steine und Blöcke, wobei nicht immer sicher zu definieren ist, ob sie durch Wasserprozesse an dieser Stelle abgelagert wurden oder aus dem Liefergebiet stammen.

Annahmen

P30: Abplatten von Einzelkomponenten

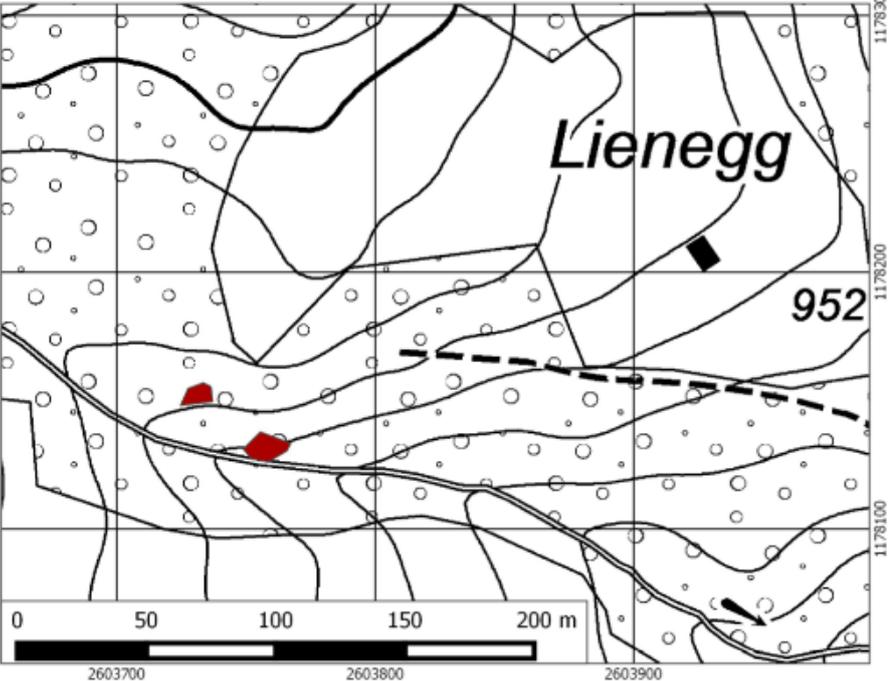
P100: Ausbruch aus der Wandoberkante

P300: Abbruch der Wandoberkante

Szenarien		P ₃₀	P ₁₀₀	P ₃₀₀	PE _{extr}																																						
	Ausbruchvolumen	Einzelkomp	1-2 m ³	7 m ³	20 m ³																																						
	Abmessung und Volumen massgebender Block	0.3 x 0.2 x 0.05 m	0.5 x 0.4 x 0.3 m	0.7 x 0.6 x 0.3 m	1.5 x 1.3 x 0.9 m																																						
		0.003 m ³	0.06 m ³	0.13 m ³	1.7 m ³																																						
Blockform	Quader	Quader	Quader	Quader																																							
Schutzmassnahmen	Im Prozessquellgebiet bestehen keine Schutzmassnahmen.																																										
Schutzwald	Das Prozessquellgebiet ist nicht bewaldet.																																										
Prozessablauf / Ergebnisse der Modellierung	<p>Profil 4</p>  <p>Höhenmeter</p> <p>Bachbett Ausbruchgebiet Pauschalgefälle 35° Sturzbahn</p> <p>Distanz [m]</p> <p>Profil 4</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Punkt Nr (↑)</th> <th colspan="3">Energie der Sturzkörper [kJ]</th> </tr> <tr> <th>30-jährlich</th> <th>100-jährlich</th> <th>300-jährlich</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.8</td> <td>16.8</td> <td>35.3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.2</td> <td>4.1</td> <td>8.6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.1</td> <td>1.5</td> <td>3.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Profil 5</p>  <p>Höhenmeter</p> <p>Bachbett Haus / *Weg Ausbruchgebiet Pauschalgefälle 35°</p> <p>Distanz [m]</p> <p>Profil 5</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Punkt Nr (↑)</th> <th colspan="3">Energie der Sturzkörper [kJ]</th> </tr> <tr> <th>30-jährlich</th> <th>100-jährlich</th> <th>300-jährlich</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.3</td> <td>5.7</td> <td>12.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.1</td> <td>2.9</td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.0</td> <td>0.7</td> <td>1.6</td> </tr> </tbody> </table>					Punkt Nr (↑)	Energie der Sturzkörper [kJ]			30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich	1	0.8	16.8	35.3	2	0.2	4.1	8.6	3	0.1	1.5	3.1	Punkt Nr (↑)	Energie der Sturzkörper [kJ]			30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich	1	0.3	5.7	12.0	2	0.1	2.9	6.0	3	0.0	0.7	1.6
	Punkt Nr (↑)	Energie der Sturzkörper [kJ]																																									
		30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich																																							
	1	0.8	16.8	35.3																																							
2	0.2	4.1	8.6																																								
3	0.1	1.5	3.1																																								
Punkt Nr (↑)	Energie der Sturzkörper [kJ]																																										
	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich																																								
1	0.3	5.7	12.0																																								
2	0.1	2.9	6.0																																								
3	0.0	0.7	1.6																																								
P ₃₀	Die Sturzkomponenten stürzen in das Bachbett des Öligrabens, das unmittelbar am Fusse der Felswand durchführt. Da dieses in das Gelände eingeschnitten ist, kommen die Sturzkörper kurz nach dem ersten Aufschlagen zum Stillstand.																																										
P ₁₀₀																																											
P ₃₀₀																																											
P _{extr}																																											

Gefahrenkarte	Aufgrund der Höhe der Felswand erreichen die Sturzkörper im 300-jährlichen Ereignisfall eine mittlere Intensität, was zu einer blauen Gefahrenstufe SS4 führt. Diese erstreckt sich das Liefergebiet bis über das Bachbett des Öligrabens. Die Sturzkörper erreichen weder besiedeltes Gebiet noch Infrastrukturen wie Strasse oder Brücken.
---------------	--

PQ 03: Kleinstaufschlüsse im Hangbereich

Prozessquelle	<p>An diversen Stellen sind Gewässergräben in das Gelände eingeschnitten. Diese weisen sehr steile Seitenwände auf. Der Fels ist nur stellenweise (ca. 1 m hoch und 2-3 m breit) aufgeschlossen. Im übrigen Hangbereich dürfte der Fels nur mit einer geringmächtigen Lockergesteinsschicht bedeckt sein.</p>  <p>Prozessquelle ■ PQ03 Kleinstaufschlüsse im Hangbereich</p> <p>Abbildung 3: Prozessquelle Kleinstaufschlüsse im Hangbereich (beispielhaft).</p>
Charakteristik	<p>Das Liefergebiet besteht aus Mergelstein, Moräne, Sandstein und Konglomeratlagen. Die Aufschlüsse sind jeweils wie Abschürfungen an den Seitenwänden von Gewässergräben zu finden. Durch Windwurf oder Rutschprozesse wurde der Fels freigelegt.</p> <p>Das Transit- und Ablagerungsgebiet besteht aus den Bachbetten, in welchen die Hänge enden. Meist sind diese Gebiete bewaldet.</p>
Ereigniskataster	Es sind keine Ereignisse im Kataster erfasst.
Sichtbare Phänomene	Der Fels weist eine flache Oberfläche auf, selten sind Abplattungen zu erkennen oder Einzelkomponenten des Konglomerates, die herauswittern. Abgelagerte Sturzkörper können nicht ausgemacht werden, da diese im Bachbett abgelagert sind.

Fotos

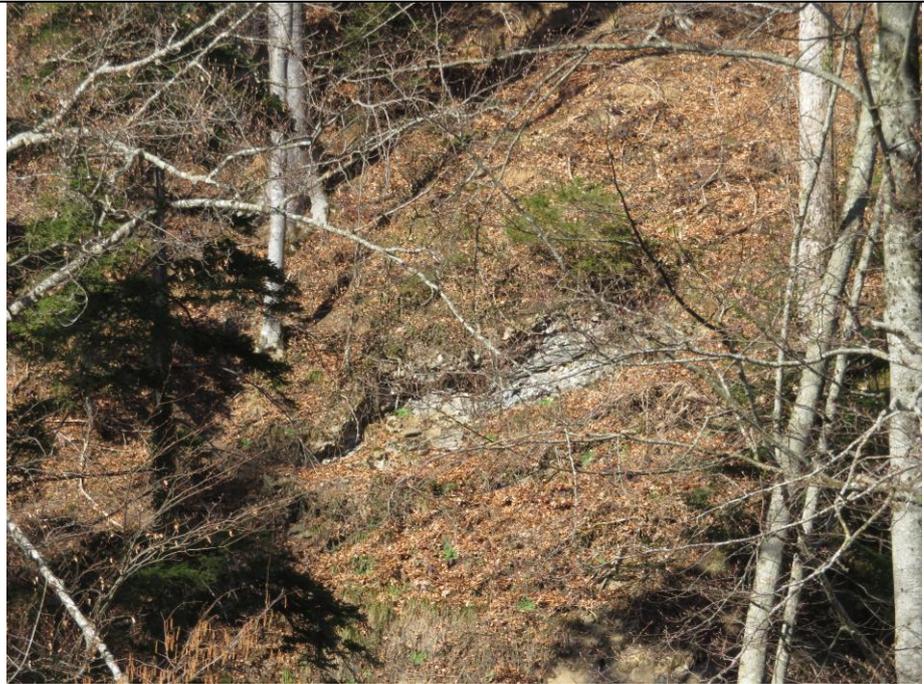


Foto 10: Aufgeschlossener Fels aus Konglomerat in einer steilen Hangpartie beim Lienegggraben.



Foto 11: Durch Rutschprozesse freigelegte Moräne beim Öligraben.

Annahmen /
Gefahrenkarte

Aufgrund des geringen Gefahrenpotenzials sind diese Aufschlüsse für die Gefahrenkarte nicht relevant.

ANHANG H

**Tabelle Schwachstellen Prozessquellen Wassergefahren
(Übersicht Vgl. Schwachstellenkarte, Beilage 2)**

6.399 Revision NGK Blumenstein / Wattenwil
Beschreibung Schwachstellen Seltenbäche

Schwachstellen- resp. Gefahrenbeurteilung bei kleineren Seitengerinnen direkt im Gelände (keine vollst. Erhebung HW-Mengen, Kapazitäten)

Angaben Schwachstelle				Abflusskapazitäten (Reinwasserabfluss)		Hochwassermengen				Beurteilung Schwachstelle					
Nr.	Bemerkung	Geometrie	Abmessung b x h / D [m]	Offenes Gerinne (oh Brücke/ Durchlass)		Spitzenabfluss				Brücke				massgebliches Gefährdungsbild	Schwachstelle ab [HQx]
				Freibord (fe) [m]	Kapazität (inkl. fe) [m³/s]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	grössere Schwemmholtzenträger ab [HQx]	vorhandenes Freibord bei Reinwasserabfluss HQ30 [m]	HQ100 [m]	HQ300 [m]		
W_4 Mettlibach				Geschiebe: Sammler Mettlibach (Peirmeter A, Kote 690) mit genügend Kapazität zum Rückhalt von sämtlichem Geschiebe (Grob- und Feinkomponenten) bis HQ300, ab EHQ teilweise Ablagerungen unterhalb.											
4.01	Brücke	Rechteck	7,5 x 1,7	0,3	64,0	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,4	1,3	1,2	1,1 keine Verkl., Rückstau aus Gürbe (für Abschnitt oberhalb massgeblich)	keine
4.02	Brücke	Rechteck	4,5 x 2,3	0,3	52,0	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,8	1,7	1,6	1,4 keine Verkl., Rückstau aus Gürbe (für Abschnitt oberhalb massgeblich)	keine
4.03	Brücke	Rechteck	2,0 x 1,3	0,3	7,6	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	0,5	0,2	-0,1	-0,4 TV ab HQ30, VV ab HQ300	HQ30
4.04	Strassenquerung	Rechteck	2,5 x 2,0	0,3	30,5	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,5	1,3	1,2	1,0 TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
4.05	Brücke	Trapez	2,2 bis 3,0 x 2,0	0,3	29,5	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,4	1,3	1,1	0,9 TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
4.06	Brücke	Trapez	2,2 bis 3,2 x 1,8	0,3	30,0	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,3	1,1	1,0	0,8 TV ab HQ300, VV ab EHQ; Kapazitätseingpass aufgr. Staukragen erst ab HQ300)	HQ300
4.07	Brücke	Trapez	2,2 bis 3,2 x 2,2	0,3	41,1	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,7	1,5	1,4	1,2 TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
4.08	Brücke / Terrasse	Trapez	2,2 bis 3,0 x 2,2	0,3	34,1	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,6	1,5	1,3	1,1 TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
4.09	Brücke	Trapez	3,0 bis 3,5 x 1,8	0,3	36,2	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,3	1,2	1,1	1,0 TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
4.10	Brücke	Trapez	2,5 bis 3,2 x 1,9	0,3	33,3	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,4	1,3	1,1	0,9 TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
4.11	Brücke	Trapez	3,0 bis 3,3 x 2,2	0,3	50,9	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	1,8	1,6	1,5	1,4 TV ab HQ300, VV EHQ	HQ300
4.12	Brücke	Trapez	2,5 bis 3,0 x 1,4	0,3	17,8	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ100	0,9	0,7	0,6	0,4 TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
4.13	Geschiebesammler / Rechen (vgl. Datenblatt PROTECT Anhang D)					6,0	8,5	12,0	15,5	HQ30				Überlast Sammler ab EHQ. Weitertransport Schwemmholtz ab HQ100	EHQ
4.14	Brücke	Rechteck	3-0 x 1,4	0,3	16,5	6,0	8,5	12,0	15,5	HQ30	0,8	0,7	0,5	0,3 TV ab HQ30, VV ab HQ100 (Geschiebe/Schwemmholtz)	HQ30
Schattenhalbgrabe															
4.15	Brücke	Trapez				3,6	5,1	7,2	9,3	HQ30				TV ab HQ30, VV ab HQ100 (Geschiebe/Schwemmholtz)	HQ30
W_5 Spengelbach				Geschiebe: Sammler (Perimeter A, Kote 655) mit genügend Kapazität zum Rückhalt von sämtlichem Geschiebe (mehrheitlich Feinmaterial) bis HQ300. Ablagerungen von Geschiebe im Perimeter A bereits im Gerinneabschnitt oberhalb Sammler.											
5.01	Brücke	Rechteck	2,5 x 2,5	0,3	17,9	5,5	8,0	11,5	14,5	HQ100	1,6	1,3	0,9	0,6 keine Verkl., Rückstau aus Gürbe (für Abschnitt oberhalb massgeblich)	keine
5.02	Brücke	Rechteck	2,4 x 1,2	0,3	5,5	5,5	8,0	11,5	14,5	HQ100	0,3	0,0	-0,3	-0,6 keine Verkl., Rückstau aus Gürbe (für Abschnitt oberhalb massgeblich)	keine
5.03	Brücke	Rechteck	2,4 x 1,2	0,3	4,7	5,5	8,0	11,5	14,5	HQ100	0,3	0,0	-0,4	-0,7 TV ab HQ30, VV ab HQ300	HQ30
5.04	Brücke	Rechteck	2,0 x 1,2	0,3	5,2	5,5	8,0	11,5	14,5	HQ100	0,3	0,0	-0,4	-0,7 TV ab HQ30, VV ab HQ300	HQ30
5.05	Brücke	Rechteck	2,0 x 1,5	0,3	9,5	5,5	8,0	11,5	14,5	HQ100	0,7	0,4	0,1	-0,2 TV ab HQ100, VV ab EHQ	HQ100
5.06	Brücke	Trapez	2,0 bis 2,5 x 1,3	0,3	7,9	4,3	6,3	9,1	11,4	HQ100	0,6	0,4	0,2	0,0 TV ab HQ100, VV ab EHQ	HQ100
5.07	Brücke	Rechteck	2,5 x 1,3	0,3	11,7	4,3	6,3	9,1	11,4	HQ100	0,8	0,7	0,5	0,3 TV ab HQ300	HQ300
5.08	Brücke	Rechteck	2,6 x 1,3	0,3	9,3	4,3	6,3	9,1	11,4	HQ100	0,6	0,3	-0,1	-0,7 TV ab HQ100, VV ab EHQ	HQ100
5.09	Haus über Bach	Rechteck	1,5 x 1,3	0,3	6,0	4,3	6,3	9,1	11,4	HQ100	0,4	0,1	-0,4	-0,7 TV ab HQ30, VV ab HQ100	HQ30
5.10	Brücke	Rechteck	2,0 x 1,6	0,3	13,3	4,3	6,3	9,1	11,4	HQ100	0,9	0,7	0,4	0,2 TV ab HQ100, VV ab EHQ	HQ100
5.11	Brücke	Trapez	3,0 bis 4,0 x 2,0	0,3	44,3	4,3	6,3	9,1	11,4	HQ100	1,6	1,4	1,3	1,2 keine Verkl. ausung	keine
5.12	Brücke	Rechteck	2,5 x 1,5	0,3	17,7	4,3	6,3	9,1	11,4	HQ100	1,0	0,8	0,6	0,5 TV ab HQ300	HQ300
Eggegrabe															
5.13	Geschiebesammler					2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30				Überlast Sammler ab EHQ. Weitertransport Schwemmholtz ab HQ100 möglich.	EHQ
5.14	Brücke	Rechteck	2,6 x 1,6	0,3	35,9	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30	1,4	1,4	1,3	1,2 TV ab HQ30, VV ab HQ100 (Geschiebeablagerungen)	HQ30
5.15	Brücke	Rechteck	3,4 x 1,8	0,3	60,7	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30	1,6	1,6	1,6	1,5 TV ab HQ100, VV ab HQ300 (Geschiebeablagerungen)	HQ100
5.16	Brücke	Rechteck	4,0 x 2,4	0,3	95,6	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30	2,2	2,2	2,1	2,1 TV ab HQ100, VV ab HQ300 (Geschiebeablagerungen)	HQ100
5.17	Brücke	Rechteck	2,8 x 1,8	0,3	49,0	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30	1,6	1,6	1,5	1,5 TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
5.18	Brücke	Rechteck	6,0 x 2,0	0,3	158,0	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30	1,9	1,9	1,8	1,8 TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
5.19	Brücke	Rechteck	2,8 x 1,3	0,3	32,2	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30	1,1	1,1	1,0	1,0 TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
5.20	Durchlass	Rund	2	0,3	10,0	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30				TV ab HQ30, VV ab HQ100	keine
5.21	Durchlass	Rund	1,2	0,3	2,5	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30				TV ab HQ30, VV ab HQ100	HQ100
5.22	Brücke	Rechteck	3,0 x 2,0	0,3	35,6	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30	1,8	1,8	1,7	1,7 TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
5.23	Brücke	Rechteck	3,0 x 1,8	0,3	25,3	2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30	1,6	1,6	1,5	1,5 TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
5.24	Durchlass	Rund	0,7			2,0	2,9	4,2	5,3	HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
Breitmoosbächli															
5.25	Durchlass	Rund	0,4			1,2	1,7	2,4	3,1	HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
5.26	Durchlass	Rund	0,4			1,2	1,7	2,4	3,1	HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
5.27	Durchlass	Rund	0,3			1,2	1,7	2,4	3,1	HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
5.28	Durchlass	Rund	0,4			1,2	1,7	2,4	3,1	HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
Breitmooskanal															
5.30	Einlauf	Rund	0,3			1,2	1,7	2,4	3,1	HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
Schyberainbächli															
5.31	Einlauf	Rund	0,6							HQ30					
5.32	Durchlass	Rund	0,6							HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
5.33	Einlauf Eindolung	Rund	0,5							HQ30					
5.34	Einlauf Eindolung	Rund	0,6							HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
Allmendbächli															
5.35	Eindolung	Rund	0,6							HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30
5.36	Durchlass Strasse	Rund	0,4							HQ30				d < 1,0m: VV ab HQ30	HQ30

Schwachstellen- resp. Gefahrenbeurteilung bei kleineren Seitengerinnen direkt im Gelände (keine vollst. Erhebung HW-Mengen, Kapazitäten)

Angaben Schwachstelle				Abflusskapazitäten (Reinwasserabfluss)		Hochwassermengen				Beurteilung Schwachstelle						
Nr.	Bemerkung	Geometrie	Abmessung b x h / D [m]	Offenes Gerinne (oh Brücke/ Durchlass)		Spitzenabfluss				grössere Schwemmholz eintrage ab [HQx]	Brücke vorhandenes Freibord bei Reinwasserabfluss				massgebliches Gefährdungsbild	Schwachstelle ab [HQx]
				Freibord (fe) [m]	Kapazität (inkl. fe) [m³/s]	HQ30 m³/s	HQ100 m³/s	HQ300 m³/s	EHQ m³/s		HQ30 [m]	HQ100 [m]	HQ300 [m]	EHQ [m]		
W_6_Eybach																
Geschiebe: Sammler Ryscheregrabe (Perimeter A) mit genügend Kapazität zum Rückhalt von sämtlichen Geschiebe bis und mit HQ100, ab HQ300 weitertransport/ Ablagerungen unterhalb. Sammler Lienegggrabe (Perimeter B) ab HQ100 überlastet, Ablagerungen Perimeter A ab HQ100.																
6.01	Brücke	Rechteck	2.0 x 1.3	0.3	6.1	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.0	-0.4	-0.9	-1.4	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.02	Brücke	Rechteck	2.0 x 1.3	0.3	6.1	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.0	-0.4	-0.9	-1.4	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.03	Brücke	Rechteck	2.0 x 1.3	0.3	6.1	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.0	-0.4	-0.9	-1.4	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.04	Brücke	Rechteck	2.5 x 2.0	0.3	16.7	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	1.0	0.7	0.3	-0.1	TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
6.05	Brücke	Rechteck	2.4 x 1.4	0.3	10.7	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.5	0.2	-0.1	-0.5	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.06	Brücke	Rechteck	2.8 x 1.6	0.3	16.4	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.8	0.6	0.3	0.0	TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
6.07	Steg aus Leitern	Rechteck	2.5 x 1.2	0.3	8.5	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.3	0.1	-0.3	-0.6	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.08	Steg aus Leiter	Rechteck	2.5 x 1.2	0.3	8.5	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.3	0.1	-0.3	-0.6	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.09	Brücke	Rechteck	3.0 x 1.2	0.3	12.1	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.5	0.3	0.1	-0.2	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.10	Brücke	Rechteck	3.0 x 1.2	0.3	10.4	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.4	0.2	-0.1	-0.4	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.11	Brücke	Rechteck	3.0 x 1.4	0.3	15.5	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.7	0.5	0.2	0.0	TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
6.12	Brücke	Rechteck	2.5 x 1.2	0.3	9.7	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.4	0.2	-0.1	-0.4	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.13	Brücke	Rechteck	2.5 x 1.4	0.3	12.3	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.6	0.3	0.0	-0.3	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
6.14	Brücke	Rechteck	2.8 x 1.4	0.3	13.5	8.5	12.0	17.0	22.0	HQ100	0.6	0.4	0.1	-0.2	TV HQ30, VV ab HQ100	HQ30
Gmeisbach (Lienegggrabe)																
6.15	Brücke	Rechteck	2.3 x 1.3	0.3	17.4	4.1	5.9	8.3	10.7	HQ100	0.9	0.8	0.7	0.6	TV HQ100, VV ab HQ300	HQ100
6.16	Brücke	Rechteck	3.6 x 2.0	0.3	65.0	4.1	5.9	8.3	10.7	HQ100	1.7	1.7	1.6	1.5	TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
6.17	Brücke	Rechteck	2.0 x 1.5	0.3	18.6	4.1	5.9	8.3	10.7	HQ100	1.1	1.0	0.8	0.7	TV ab HQ100, VV ab HQ300 (Geschiebeablagernungen)	HQ100
6.18	Brücke	Rechteck	2.5 x 1.5	0.3	26.0	4.1	5.9	8.3	10.7	HQ100	1.8	1.7	1.6	1.6	TV ab HQ100, VV ab HQ300 (Geschiebeablagernungen)	HQ100
6.19	Brücke	Rechteck	3.0 x 2.1	0.3	58.8	4.1	5.9	8.3	10.7	HQ100	1.8	1.7	1.6	1.6	TV ab HQ100, VV ab HQ300 (Geschiebeablagernungen)	HQ100
6.20	Geschiebesammler (vgl. Datenblatt PROTECT Anhang D)									HQ30					Überlast Sammler ab HQ100. Weitertransport Schwemmholz ab HQ100	HQ100
Ryscheregrabe																
6.21	Brücke	Rechteck	2.2 x 1.8	0.3	28.4	3.6	5.1	7.2	9.3	HQ300	1.4	1.3	1.2	1.1	TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
6.22	Garage auf Kanal	Rechteck	1.8 x 1.0	0.3	7.6	3.6	5.1	7.2	9.3	HQ300	0.6	0.5	0.3	0.2	TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
6.23	Brücke	Rechteck	2.0 x 1.5	0.3	9.5	3.6	5.1	7.2	9.3	HQ300	0.9	0.7	0.5	0.3	TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
6.24	Brücke	Rechteck	2.7 x 0.9	0.3	5.4	3.6	5.1	7.2	9.3	HQ300	0.4	0.3	0.2	0.0	TV ab HQ300, VV ab EHQ	HQ300
6.25	Geschiebesammler (vgl. Datenblatt PROTECT Anhang D)					3.6	5.1	7.2	9.3	HQ30					Überlast Sammler ab HQ300. Weitertransport Schwemmholz ab HQ300	HQ300
06.26	Brücke	Rund	2			3.6	5.1	7.2	9.3	HQ30					TV ab HQ30, VV ab HQ100 (Geschiebeablagernungen)	HQ30
Tubeschwandgrabe																
06.27	Durchlass	Rund	0.8							HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Gräbgrabe																
06.28	Durchlass	Rund	0.8							HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
W_7_Büelbächli																
Geschiebe: Sammler (Sandfang, Perimeter A) mit genügend Kapazität zum Rückhalt von Feinmaterial bis und mit EHQ. Ablagerungen eher bei lokalen Ausuferungen.																
7.01	Einlauf Eindolung	Rund	0.8			5.5	7.5	10.0	13.0	-					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Rüdlbächli																
7.02	Zufahrt	Trapez	<1.0			2.8	3.9	5.5	7.0	-					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.03	Einlauf Eindolung mit Rechen	Rund	0.5			2.8	3.9	5.5	7.0	-					d < 1.0m: VV ab HQ30 (Einlauf verstopft)	HQ30
7.04	Durchlass	Rund	<1.0			2.8	3.9	5.5	7.0	-					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.05	Durchlass	Rund	0.6			2.8	3.9	5.5	7.0	-					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.06	Durchlass	Rund	<1.0			2.8	3.9	5.5	7.0	-					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.07	Durchlass	Rund	<1.0			2.8	3.9	5.5	7.0	-					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.08	Durchlass	Rund	<1.0			2.8	3.9	5.5	7.0	-					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Horngrabe / Gruebebächli																
7.09	Sammler mit Rechen	Rund	1			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30 (Einlauf verstopft)	HQ30
7.10	Durchlass	Rechteck	1.2 x 0.7			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					TV ab HQ30, VV ab HQ300	HQ30
7.11	Durchlass	Rechteck	0.8 x 0.7			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.12	Durchlass Wanderweg	Rechteck	0.8 x 0.8			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.13	Brücke	Rechteck	1.3 x 0.8			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					TV ab HQ30, VV ab HQ300	HQ30
7.14	Durchlass	Rund	<1.0			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.15	Durchlass	Rund	<1.0			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.16	Durchlass	Rund	1			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.17	Durchlass	Rund	0.9			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.18	Durchlass	Rund	0.5			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.19	Durchlass	Rund	<1.0			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
7.20	Durchlass	Rund	<1.0			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30, Wasser gelangt unterhalb direkt wieder ins Gerinne	keine
7.21	Durchlass	Rund	<1.0			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30, Wasser gelangt unterhalb direkt wieder ins Gerinne	keine
7.22	Durchlass	Rund	<1.0			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30, Wasser gelangt unterhalb direkt wieder ins Gerinne	keine
7.23	Durchlass	Rund	<1.0			2.4	3.4	4.7	6.0	HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30, Wasser gelangt unterhalb direkt wieder ins Gerinne	keine

Schwachstellen- resp. Gefahrenbeurteilung bei kleineren Seitengerinnen direkt im Gelände (keine vollst. Erhebung HW-Mengen, Kapazitäten)

Angaben Schwachstelle				Abflusskapazitäten (Reinwasserabfluss)		Hochwassermengen				Beurteilung Schwachstelle						
Nr.	Bemerkung	Geometrie	Abmessung b x h / D [m]	Offenes Gerinne (oh Brücke/ Durchlass)		Spitzenabfluss				grössere Schwemmholz- einträge ab [HQx]	Brücke vorhandenes Freibord bei Reinwasserabfluss				massgebliches Gefährdungsbild	Schwach- stelle ab [HQx]
				Freibord (fe) [m]	Kapazität (inkl. fe) [m³/s]	HQ30 m³/s	HQ100 m³/s	HQ300 m³/s	EHQ m³/s		HQ30 [m]	HQ100 [m]	HQ300 [m]	EHQ [m]		
W_8 Öligrabe																
Geschiebe: Oberhalb Grundbach Geschiebesammler (Sandfang) am Staffelpäbächli, Austragung Feinmaterial ab HQ300. Sammler am Öligrabe (Perimeter A, Kote 625) und Abschnitt oberhalb Sammler mit genügend Kapazität zum Rückhalt von Geschiebe bis und mit EHQ.																
8.01	Brücke	Rechteck	2.1 x 1.9	0.3	15.4	8.0	11.0	15.5	20.0	HQ100	0.9	0.7	0.3	-0.1	keine Verkl., Rückstau aus Gürbe (für Abschnitt oberhalb massgeblich)	keine
8.02	Brücke	Rechteck	2.0 x 1.0	0.3	4.4	8.0	11.0	15.5	20.0	HQ100	-0.1	-0.4	-0.8	-1.2	TV ab HQ30, VV ab HQ100	HQ30
8.03	2 Holzstege	Trapez	1.8 bis 3.3 x 1.5	0.3	15.1	8.0	11.0	15.5	20.0	HQ100	0.7	0.5	0.3	0.1	TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
8.04	Brücke	Trapez	2.0 bis 2.5 x 1.8	0.3	23.2	6.5	9.0	12.7	16.4	HQ100	1.2	1.0	0.8	0.6	TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
8.05	Durchlass	Trapez	1.8 bis 3.0 x 2.0	0.3	19.8	6.5	9.0	12.7	16.4	HQ100	0.9	0.7	0.6	0.4	TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
8.06	Brücke	Rechteck	3.0 x 1.4	0.3	24.0	6.5	9.0	12.7	16.4	HQ100	1.0	0.8	0.7	0.6	TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
8.07.2	Brücke	Rechteck	2.5 x 1.8	0.3	28.9	6.5	9.0	12.7	16.4	HQ100	1.3	1.2	1.0	0.8	TV ab HQ100, VV ab HQ300	HQ100
8.07.1	Geschiebesammler (vgl. Datenblatt PROTECT Anhang D)															
Moosbächli																
8.08	Einlauf	Rund	0.5			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Rainbächli																
8.09	Einlauf	Rund	<1.0												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.10	Durchlass	Rund	<1.0												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.11	Einlauf	Rund	<1.0												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Guggehürlibächli																
8.12.1	Einlauf mit Rechen	Rechteck	0.5 x 0.4												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.12.2	Durchlass mit Holzrechen	Rund	0.2												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Gstössbächli																
8.13	Einlauf	Rund	0.3			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Staffelpäbächli																
8.14	Einlauf	Rund	0.5			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.15	Einlauf	Rund	0.5			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.16	Durchlass mit Rechen	Rund	0.8			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.18	Einlauf	Rechteck	0.8 x 0.8			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.17	Holzstege	Rechteck	1 x 0.5			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.19	Durchlass	Rund	<1.0			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.20	Einlauf	Rund	0.5			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.21	Einlauf	Rund	<1.0			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.22	Durchlass	Rund	<1.0			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.23	Durchlass	Rund	0.6			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.24	Einlauf	Rund	<1.0			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.25	Durchlass	Rund	<1.0			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
8.26	Durchlass	Rund	<1.0			4.0	5.5	7.8	10.0						d < 1.0m, aber aufgrund geringem Schwemmholzaufkommen Verkläusung unwahrscheinlich	keine
Sagibächli																
8.27	Einlauf	Rund	<1.0												d < 1.0m, VV ab HQ100	HQ100
W_9 Dornerebächli																
Geschiebe: nur wenig Geschiebe (v.a. Feinmaterial) im Perimeter A.																
9.01	Durchlass mit Kiesfang	Rund	0.45			1.5	2.0	2.8	3.6						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
9.02	Durchlass mit Sammler	Rund	0.4 (2x)			1.5	2.0	2.8	3.6						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
9.03	Durchlass mit Rechen	Rund	0.4			1.5	2.0	2.8	3.6						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
9.04	Einlauf mit Rechen	Rund	0.4			1.5	2.0	2.8	3.6						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
9.05	Brücke mit Rechen	Rund	0.5			1.5	2.0	2.8	3.6						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
9.06	Durchlass	Rund	0.3			1.5	2.0	2.8	3.6						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
9.07	Einlauf	Rund	0.2			1.5	2.0	2.8	3.6						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Nebenbach Dornerebächli																
9.08	Einlauf mit Gitter	Rund	0.1												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
9.09	Einlauf	Rund	0.1												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
W_10 Mülibach																
Geschiebe: Geschiebetransport nicht relevant (wenig Feinmaterial)																
10.01	Brücke mit Wehr & Rechen	Rechteck	3.0 x 2.0													keine
10.02	Durchlass	Rund	1												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
Muelerekanal																
10.04	Durchlass	Rund	1												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
10.05	Durchlass	Rund	0.7												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
10.06	Einlass	Rund	0.9												d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
W_11 Chriegsriedbächli																
Geschiebe: Geschiebetransport nicht relevant (wenig Feinmaterial)																
11.01	Durchlass	Rund	1			0.5	1.0	1.4	1.8						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
W_12 Riedbächli																
Geschiebe: Geschiebetransport nicht relevant (wenig Feinmaterial)																
12.01	Einlauf Eindolung	Rund	0.7			0.2	0.4	0.5	0.7						d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
W_14 Chirschmattgrabe Steigggrabe																
Geschiebe: Geschiebetransport ab HQ30 relevant; murgängliche Prozesse führen hauptsächlich zu Ablagerungen und Verkläusungen bei den Querungen im Perimeter A.																
Steigggrabe																
14.01	Brücke	Rechteck	2.0 x 2.5							HQ30					TV ab HQ30, VV ab HQ100 (Auflandungen)	HQ30
14.02	Durchlass	Wellstahl (Maul)	1.5 x 2.5							HQ30					TV ab EHQ	EHQ
Chirschmattgrabe																
14.03	Durchlass	Rund	1.0							HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
14.04	Durchlass	Rund	1.0							HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30
14.05	Durchlass	Rund	1.0							HQ30					d < 1.0m: VV ab HQ30	HQ30

ANHANG I

Bestimmung Feststofffrachten Prozessquellen Wasser- gefahren

Feststofffrachten Bäche Revision NGK Wattenwil

W_4_Mettli graben

Geschiebetransport / Murfähigkeit:

- Im Hauptlauf stabil mittels Sperrtreppen verbaut. Erosion wird gebremst, jedoch in den Zwischenbereichen weiterhin möglich.
- Geschiebesammler auf Kote 690 (uh. Gefälleknick),
- Transportkapazität nach Gefälleknick als limitierender Faktor in der Geschiebe Betrachtung
- murfähig im Sinne eines mehrheitlich murgangähnlichen Feststofftransports, sollten Rutsche einen Aufstau und eine Gerinneverkläusung bewirken.
- Schwemmholz

Rutschungen im Gerinnebereich:

- Jordbruch im Oberlauf des Ahörnli grabens --> tiefgründig, wird nicht berücksichtigt
- Lehmbruch im Oberlauf des EZG schon seit längerem auf einer Fläche von 4 ha sehr instabil (StorME). Horizontale Verschiebung 15 m! Transportkapazität für weite Verfrachtungen höchstwahrscheinlich ungenügend.
- unter Schattenhalb. Abschätzung im Gelände + mögliche Disposition gem EK (1999) --> 2ha*0.5 m Mächtigkeit
- aktive Rutschbereiche in der Grössenordnung 250m*0.6 und 150m*0.6 (Höhe Forsthaus BG) --> Gefahr durch Aufstau bei Abgang bis ins Gerinne
- Rutschungen ins Gerinne ab HQ100

Abschnitt	Kote		Gefälle J	Abschnittslänge	Max. Erosion Sohle / Böschung	Feinanteil	Grobanteil	Max. Erosion Feinanteil	Max. Erosion Grobanteil	Max. Erosion Total	Max. Geschiebe aus Hang (Rutschungen), = Feinmaterial				Berücksichtigter Anteil Rutschmaterial	Berücksichtigter Feinanteil Erosion	Ablagerung / Rückhalt				massgebende Geschiebefracht	Potenzial ohne Ablagerung
	[m ü. M.]										[m3]						[m3]					
	von	bis	[%]	m	m3/m'	[%]	[%]	m3	m3	m3	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[50%]	[50%]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[m3]	[m3]
Lehmbruchgrabe	1170	1020	19%	800	0.25	90	10	180	20	200					90.0							
Nebenarm	1175	1085	23%	390	0.25	90	10	88	10	98					43.9							
Schattehalbgrabe bis Karrweg	1230	1130	36%	275	0.25	90	10	62	7	69			3'500.0		30.9							
	1130	1020	23%	475	0.25	90	10	107	12	119					53.4							
Zusammenfluss mit Chüehschattegrabe	1020	905	18%	635	0.25	90	10	143	16	159					71.4							
Chüehschattegrabe	1035	905	19%	685	0.50	80	20	274	69	343					137.0							
Ahörnligrabe	1050	865	20%	925	0.50	80	20	370	93	463		3'000	3'500		185.0							
Mettlibach ab Chüehschattegrabe	905	865	21%	190	1.00	80	20	152	38	190					76.0							
bis Brücke Forstwerkhof	865	725	17%	835	1.00	80	20	668	167	835		2'500	3'000	3'500	334.0							
bis Durchlass Mettlen	725	668	8%	750	1.50	90	10	1013	113	1'125					506.3	335	1'851	4'107	6'769			
Geschiebesammler Kote 690	690	690													900	900	900	900				
Total Siedlungsgebiet bis Sammler					5'960	0.60			3'056	543	3'599	0	2'500	6'000	10'500	1'528	1'235	2'751	5'007	7'669		
	30-jährl. 3)					20%			109	720			0	0	306					1'235	-821	720
	100-jährl. 2)					50%			271	1'799			2'500	1'250	764					2'751	-466	4'299
	300-jährl. 1)					100%			543	3'599			6'000	3'000	1'528					5'007	63	9'599
	EHQ. 4)					150%			814	5'398			10'500	5'250	2'292					7'669	688	15'898

- 1) = Geschiebe entspricht max. Frachten
- 2) = Geschiebe: 50 % von max. Geschiebe
- 3) = Geschiebe: 20 % von max. Geschiebe
- 4) = Geschiebe: 150% von max. Geschiebe

Feststofffrachten Bäche Revision NGK Wattenwil

W_5_Spengelibach

Geschiebetransport / Murfähigkeit:

- Aus dem EZG Spengelbach ist alleinig der Eggraben als nennenswertes Gewässer mit leichtem Geschiebetrieb und mässigem Erosionspotenzial aus den Gerinneabhängen auszumachen.
- oberster Bereich rel. flach (<20%) mit wenig Erosions- resp. Geschiebepotenzial.
- vornehmlich fluvialer Feststofftransport mit einzelnen grösseren Konrdurchmessern aus Nagelfluh und Gerinneabhängen, **keine murfähigkeit** im eigentlichen Sinne
- oberhalb Chüenzischwand einiges an Schwemholzpotenzial
- Steilstrecke mit Treppenverbau, Erosionstellen in den Zwischenbereich vorhanden, jedoch geringmächtig
- Sammler bei Kote 655 auf Feinmaterial ausgelegt, wenig Erosionsaktivität feststellbar, verlandet
- '- keine grösseren Schwachstellen/Ausbrüche/Überlasten bez. eines erhöhten Geschiebetriebes nach dem Sammler

Abschnitt	Kote		Gefälle J	Abschnittslänge	Max. Erosion Sohle / Böschung	Feinanteil	Grobanteil	Max. Erosion Feinanteil	Max. Erosion Grobanteil	Max. Erosion Total	Max. Geschiebe aus Hang (Rutschungen), = Feinmaterial				Berücksichtigter Anteil Rutschmaterial	Berücksichtigter Feinanteil Erosion	Ablagerung / Rückhalt				massgebende Geschiebe-fracht	Potenzial ohne Ablagerung	
	von	bis									[m3]						[m3]						
	[m ü. M.]	[%]	m	m3/m'	[%]	[%]	m3	m3	m3	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[50%]	[50%]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[m3]	[m3]		
Eggrabe oh Chüenzischwand	1050	1000	15%	330	0.25	90	10	74	8	83													
	1060	1000	17%	345	0.25	90	10	78	9	86													
Chüenzischwand bis Verbauungsstart	1000	810	19%	1'000	0.50	90	10	450	50	500													
verbaute Strecke	810	700	26%	430	1.00	90	10	387	43	430													
Verbauungsende bis Sammler	700	655	16%	280	0.00	90	10	0	0	0													
Total Siedlungsgebiet bis Sammler	2'385				0.46			989	110	1'099	0	0	0	0	494	680	680	680	680				
	30-jährl. 3)				20%				22	220			0	0	99				680	-559	220		
	100-jährl. 2)				50%				55	549			0	0	247				680	-378	549		
	300-jährl. 1)				100%				110	1'099			0	0	494				680	-76	1'099		
	EHQ. 4)				150%				165	1'648			0	0	742				680	226	1'648		

- 1) = Geschiebe entspricht max. Frachten
- 2) = Geschiebe: 50 % von max. Geschiebe
- 3) = Geschiebe: 20 % von max. Geschiebe
- 4) = Geschiebe: 150% von max. Geschiebe

Feststofffrachten Bäche Revision NGK Wattenwil

W_6_Eybach_Ryscheren

Geschiebetransport / Murfähigkeit:

- Gräbegrabe und Tubeschwandgrabe rel. hohe Erosionsleistung möglich, da Gerinneabhängigkeit sehr weich und feinkörnig.
- Gräbegrabe durch **viel Schwemmholz** und starke Erosion murgangfähig, Lidibouch kaum murgangfähig
- Schwemmholzpotezial auch beim Tubeschwandgrabe hoch (Gerinneabhängigkeit empfohlen (Entlastung und Verkläusungsvorbeugung)
- Tubeschwandgraben auch mit etwas grösserem Geschiebe (dm25)

Rutschungen im Gerinnebereich:

- Gräbegrabe Oberlauf: Rutschungen möglich, zudem auch Ereignis kartiert. Jedoch aufgrund des eher flachen und unbewaldeten Zwischenstücks zwischen den Koten 840-800 Transportkapazität zu gering für namhaften Weitertransport. Ab Kote 800 bis 715, mittelgründige Rutsche (ca. 1.5 m), die teilweise bereits ins Gerinne abgerutscht sind.

Abschnitt	Kote		Gefälle J	Abschnitts-länge	Max. Erosion Sohle / Böschung	Fein-anteil	Grob-anteil	Max. Erosion Fein-anteil	Max. Erosion Grob-anteil	Max. Erosion Total	Max. Geschiebe aus Hang (Rutschungen), = Feinmaterial				Berücksichtigter Anteil Rutschmaterial	Berücksichtigter Anteil Erosion	Ablagerung / Rückhalt				massgebende Geschiebefracht	Potenzial ohne Ablagerung
	von	bis									[m3]						[m3]					
	[m ü. M.]	[%]	m	m3/m'	[%]	[%]	m3	m3	m3	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[50%]	[50%]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[m3]	[m3]	
Gräbegrabe (ab Kote 800)	800	715	25%	335	2.50	90	10	754	84	838	165	413	825	1'238		376.9						
Lidibouchgrabe	780	715	19%	340	1.00	90	10	306	34	340						153.0						
Ryscheregrabe	715	685	19%	160	1.00	90	10	144	16	160						72.0						
Tubeschwandgrabe (ab Kote 849)	849	790	30%	195	2.00	70	30	273	117	390						136.5						
	790	715	26%	290	1.50	70	30	305	131	435						152.3						
	715	685	23%	130	1.00	70	30	91	39	130						45.5						
Zusammenfluss Ryschere- und Tubeschwandgrabe, GS	685	675	12%	84	1.00	70	30	59	25	84						29.4	800	800	800	800		
Total Siedlungsgebiet bis Sammler				1'534	1.55			1'931	445	2'377	165	413	825	1'238		966	800	800	800	800		
				30-jährl. 3)	20%				89	475				165	83	193				800	-435	640
				100-jährl. 2)	50%				223	1'188				413	206	483				800	112	1'601
				300-jährl. 1)	100%				445	2'377				825	413	966				800	1'023	3'202
				EHQ. 4)	150%				668	3'565				1'238	619	1'448				800	1'935	4'802

- 1) = Geschiebe entspricht max. Frachten
- 2) = Geschiebe: 50 % von max. Geschiebe
- 3) = Geschiebe: 20 % von max. Geschiebe
- 4) = Geschiebe: 150% von max. Geschiebe

Feststofffrachten Bäche Revision NGK Wattenwil

W_6_Eybach_Lienegg

Geschiebetransport / Murfähigkeit:

- grossfläche, flachgründige Rutschungen linksseitig möglich bzw. wahrscheinlich, viele Spuren
- **murfähig, Schwemmholzanteil hoch**, auch grössere Geschiebekörnungen (im Vergleich zu den anderen Bächen einmal "richtiges" Geschiebe^^)
- hohe Erosionsleistung möglich, in Kombination mit "normalem" Geschiebe.

Abschnitt	Kote		Gefälle J	Abschnittslänge	Max. Erosion Sohle / Böschung	Feinanteil	Grobanteil	Max. Erosion Feinanteil	Max. Erosion Grobanteil	Max. Erosion Total	Max. Geschiebe aus Hang (Rutschungen), = Feinmaterial				Berücksichtigter Anteil Rutschmaterial	Berücksichtigter Feinanteil Erosion	Ablagerung / Rückhalt				massgebende Geschiebefracht	Potenzial ohne Ablagerung
	[m ü. M.]										[m3]						[m3]					
	von	bis	[%]	m	m3/m'	[%]	[%]	m3	m3	m3	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[50%]	[50%]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[m3]	[m3]
Lienegggrabe (ab Kote 980)	980	920	27%	225	1.50	90	10	304	34	338						151.9						
<i>Geschiebe</i>	920	730	23%	825	1.00	0	100	0	825	825	350	875	1'750	2'625		0.0						
<i>Erosion</i>	920	730	23%	825	1.50	100	0	1238	0	1'238						618.8						
Geschiebesammler																1'000	1'000	1'000	1'000			
Total Siedlungsgebiet bis Sammler				1'050	2.29			1'541	859	2'400	350	875	1'750	2'625		771	1'000	1'000	1'000	1'000		
				30-jährl. 3)	20%				172	480				350	175	154				1'000	-499	830
				100-jährl. 2)	50%				429	1'200				875	438	385				1'000	252	2'075
				300-jährl. 1)	100%				859	2'400				1'750	875	771				1'000	1'504	4'150
				EHQ. 4)	150%				1288	3'600				2'625	1'313	1'156				1'000	2'757	6'225

- 1) = Geschiebe entspricht max. Frachten
- 2) = Geschiebe: 50 % von max. Geschiebe
- 3) = Geschiebe: 20 % von max. Geschiebe
- 4) = Geschiebe: 150% von max. Geschiebe

Feststofffrachten Bäche Revision NGK Wattenwil

W_7_Büelbächli

Geschiebetransport / Murfähigkeit:

- bis Kote 775 nur unwesentlicher Feinstofftransport --> Horngrabe massgebend
- mehrere Rutsche und Anrisse im Horngrabe-Gerinne, mehrheitlich Feinstoffe
- nicht speziell murfähig, Schwemmholzgefahr klein
- Sandfang Wydimattweg mit ca. 150 m³ eher knapp bemessen, da anschliessend direkt in Eindolung verlaufend.

Abschnitt	Kote		Gefälle J	Abschnittslänge	Max. Erosion Sohle / Böschung	Feinanteil	Grobanteil	Max. Erosion Feinanteil	Max. Erosion Grobanteil	Max. Erosion Total	Max. Geschiebe aus Hang (Rutschungen), = Feinmaterial				Berücksichtigter Anteil Rutschmaterial	Berücksichtigter Feinanteil Erosion	Ablagerung / Rückhalt				massgebende Geschiebefracht	Potenzial ohne Ablagerung
	[m ü. M.]										[m ³]						[m ³]					
	von	bis	[%]	m	m ³ /m'	[%]	[%]	m ³	m ³	m ³	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[%]	[%]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[m ³]	[m ³]
Horngrabe ab Sportplatz Grundbac	860	800	32%	185	0.50	80	20	74	19	93						37.0						
	800	775	25%	100	0.00	80	20	0	0	0						0.0						
bewaldete Strecke	775	660	24%	480	1.00	90	10	432	48	480	210.0	300.0	450.0	450.0		216.0						
	660	615	17%	270	0.00	90	10									78	142	250	324			
Geschiebesammler								0	0	0						0.0	150	150	150	150		
Total Siedlungsgebiet bis Sammler	1'035				0.55			506	67	573	210	300	450	450		253	228	292	400	474		
	30-jährl. 3)				20%				13	115				210	105	51				228	-59	325
	100-jährl. 2)				50%				33	286				300	150	127				292	17	586
	300-jährl. 1)				100%				67	573				450	225	253				400	144	1'023
	EHQ. 4)				150%				100	859				450	225	380				474	230	1'309

- 1) = Geschiebe entspricht max. Frachten
 2) = Geschiebe: 50 % von max. Geschiebe
 3) = Geschiebe: 20 % von max. Geschiebe
 4) = Geschiebe: 150% von max. Geschiebe

Feststofffrachten Bäche Revision NGK Wattenwil

W_8_Öligraben oberhalb Grundbach

Geschiebetransport / Murfähigkeit:

- Sagibach im Bereich der Stafelalp wird in der bis anhin gültigen GK als murfähig angeschaut. Topografie und Geomorphologie im Feld können dies nicht bestätigen.
- Rainbächli, Guggelühlbächli kein Geschiebetrieb, jedoch Geschwemmsel, Laub
- Sandfang/kleiner GS oberhalb Grundbach (80m3)
- eher geringer Geschiebetransport, kaum Schwemmholz. Nicht murfähig
- Eindolung Gstössbächli als Schwachstelle! Geschiebe und Wasser können zur Verklausung führen. Siehe auch EK mit Ereignis 2014
- Staffelalp bächli, Wassermengen bei GS problematisch, Ereignis 2014

Abschnitt	Kote		Gefälle J	Abschnittslänge	Max. Erosion Sohle / Böschung	Feinanteil	Grobanteil	Max. Erosion Feinanteil	Max. Erosion Grobanteil	Max. Erosion Total	Max. Geschiebe aus Hang (Rutschungen), = Feinmaterial				Berücksichtigter Anteil Rutschmaterial	Berücksichtigter Feinanteil Erosion	Ablagerung / Rückhalt				massgebende Geschiebefracht	Potenzial ohne Ablagerung
	[m ü. M.]										[m3]						[m3]					
	von	bis	[%]	m	m3/m'	[%]	[%]	m3	m3	m3	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[50%]	[50%]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[m3]	[m3]
Sagibächli	960	940	8%	250	0.00	90	10	0	0	0					0.0							
Stafelalpbächli	920	895	15%	165	1.00	90	10	149	17	165					74.3	80	80.0	80.0	80.0			
Gstössbächli	950	860	20%	450	0.30	90	10	122	14	135					60.8							
Total Siedlungsgebiet bis Sammler				865	0.35			270	30	300	0	0	0	0	135	80	80	80	80			
				30-jährl. 3)	20%				6	60				0	0	27				80	-47	60
				100-jährl. 2)	50%				15	150				0	0	68				80	3	150
				300-jährl. 1)	100%				30	300				0	0	135				80	85	300
				EHQ. 4)	150%				45	450				0	0	203				80	168	450

- 1) = Geschiebe entspricht max. Frachten
 2) = Geschiebe: 50 % von max. Geschiebe
 3) = Geschiebe: 20 % von max. Geschiebe
 4) = Geschiebe: 150% von max. Geschiebe

Feststofffrachten Bäche Revision NGK Wattenwil

W_8_2_Öligrabe unterhalb Grundbach

Geschiebetransport / Murfähigkeit:

- grossflächige, steile Gerinneabhängige unterschiedlicher Mächtigkeit. Rutschungen und Sackungen, welche das Gerinne erreichen und stauen können sehr wahrscheinlich. Einige Feinmaterialablagerungen liegen bereits in Gerinnenähe und sind dem Erosionsprozess ausgesetzt.
- Schwemholztransport ziemlich hoch, auch durch Eintrag aus Rutschungen. Murgangfähig, verklausungsanfällig.
- nur geringe Massenanteil an erodiertem aus den beiden Seitenbächen Guggehürlibächli und Rainbächli (eher Gerinnekap. bez. Wasser knapp)

Abschnitt	Kote		Gefälle J	Abschnittslänge	Max. Erosion Sohle / Böschung	Feinanteil	Grobanteil	Max. Erosion Feinanteil	Max. Erosion Grobanteil	Max. Erosion Total	Max. Geschiebe aus Hang (Rutschungen), = Feinmaterial				Berücksichtigter Anteil Rutschmaterial	Berücksichtigter Feinanteil Erosion	Ablagerung / Rückhalt				massgebende Geschiebefracht	Potenzial ohne Ablagerung	
	[m ü. M.]										[m3]						[m3]						
	von	bis	[%]	m	m3/m'	[%]	[%]	m3	m3	m3	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[%]	[%]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[m3]	[m3]	
Öligrabe oberster Bereich nach Hofmatt	845	800	25%	180	2.00	90	10	324	36	360	61.0	152.5	305.0	457.5		162.0							
	800	765	23%	155	4.00	80	20	496	124	620	270.0	675.0	1'350	2'025		248.0							
verbauter Bereich	765	675	23%	400	2.00	90	10	720	80	800						360.0							
Abnahme Transportkapazität nach Geländeknick																	273	890	1'363	2'670			
unterster Abschnitt bis GS	675	625	13%	395	1.50	90	10	533	59	593						266.6	1'500	1'500	1'500	1'500			
Total Siedlungsgebiet bis Sammler				1'130	2.10			2'073	299	2'373	331	828	1'655	2'483		1'037	1'773	2'390	2'863	4'170			
				30-jährl. 3)	20%				60	475				331	166	207					1'773	-1'340	806
				100-jährl. 2)	50%				150	1'186				828	414	518					2'390	-1'308	2'014
				300-jährl. 1)	100%				299	2'373				1'655	828	1'037					2'863	-700	4'028
				EHQ. 4)	150%				449	3'559				2'483	1'241	1'555					4'170	-925	6'041

- 1) = Geschiebe entspricht max. Frachten
- 2) = Geschiebe: 50 % von max. Geschiebe
- 3) = Geschiebe: 20 % von max. Geschiebe
- 4) = Geschiebe: 150% von max. Geschiebe

Feststofffrachten Bäche Revision NGK Wattenwil

W_9_Dornerebächli

Geschiebetransport / Murfähigkeit:

- leichte Erosion und Transport möglich
- nicht murfähig, kein Schwemmholz, Laub und Geschwemmselanteil relativ hoch.
- Verklausung der Durchlässe und Einläufe von Eindolungen

Abschnitt	Kote		Gefälle J	Abschnittslänge	Max. Erosion Sohle / Böschung	Feinanteil	Grobanteil	Max. Erosion Feinanteil	Max. Erosion Grobanteil	Max. Erosion Total	Max. Geschiebe aus Hang (Rutschungen), = Feinmaterial				Berücksichtigter Anteil Rutschmaterial	Berücksichtigter Feinanteil Erosion	Ablagerung / Rückhalt				massgebende Geschiebefracht	Potenzial ohne Ablagerung
	[m ü. M.]										[m3]						[m3]					
	von	bis	[%]	m	m3/m'	[%]	[%]	m3	m3	m3	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[50%]	[50%]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	[m3]	[m3]
Dornerebächli	760	730	20%	150	0.40	90	10	54	6	60						27.0						
	730	705	36%	70	0.20	90	10	13	1	14					6.3							
Total Siedlungsgebiet bis Sammler					220	0.34		67	7	74	0	0	0	0		33	0	0	0	0		
					30-jährl. 3)	20%			1	15			0	0		7				0	8	15
					100-jährl. 2)	50%			4	37			0	0		17				0	20	37
					300-jährl. 1)	100%			7	74			0	0		33				0	41	74
					EHQ. 4)	150%			11	111			0	0		50				0	61	111

- 1) = Geschiebe entspricht max. Frachten
 2) = Geschiebe: 50 % von max. Geschiebe
 3) = Geschiebe: 20 % von max. Geschiebe
 4) = Geschiebe: 150% von max. Geschiebe

ANHANG K

Gürbe: 2D-Überflutungsmodellierung (Oberlauf)

2D - ÜBERFLUTUNGSMODELLIERUNG GÜRBE: OBERLAUF AB AUSSCHÜTTE

1 SOFTWARE UND RECHENMODELL

1.1 Software

Für die Überflutungsmodellierung wurde die Software Flumen in der Version 3 verwendet. Die 2D-Modellierung basiert auf tiefengemittelten Strömungsgleichungen für Reinwasserabfluss. Geschiebetransport wurde nicht modelliert, das Flussbett wurde als fixe Sohle implementiert.

Das Preprocessing (Erstellung Rechenmodell inkl. Vermaschung) und das Postprocessing (Visualisierung und Interpretierung der Modellresultate) erfolgte in Fluviz Version 2.

1.2 Modellrechenetz

Grundlage Rechenmodell

Für die Erstellung des Rechenmodells (Dreiecksvermaschung) und die Bestimmung der Hochwasserszenarien wurden folgende Grundlagen genutzt:

- LIDAR-Daten Kanton Bern, 50x50 cm Raster, Flugjahr 2015/2016
- Sohlenvermessung Gürbe, Herzog Ingenieure 2017
- Daten der amtlichen Vermessung (MOPUBE), Kanton Bern, 2019
- HWS Gürbe Wattenwil, Projekt in Erarbeitung, Herzog Ingenieure AG

Die Gebäude gemäss der amtlichen Vermessung werden in den Rechenmodellen ausgespart, also als nicht durchflossen angenommen.

Das Rechenmodell besteht aus ca. 243'000 Punkten. Das Rechengitter wurde mittels verschiedener Ausdünnungsalgorithmen so optimiert, dass die Geometrie (Gerinne, Bruchkanten etc.) möglichst detailliert wiedergegeben wird und gleichzeitig die Punktdichte reduziert werden kann.

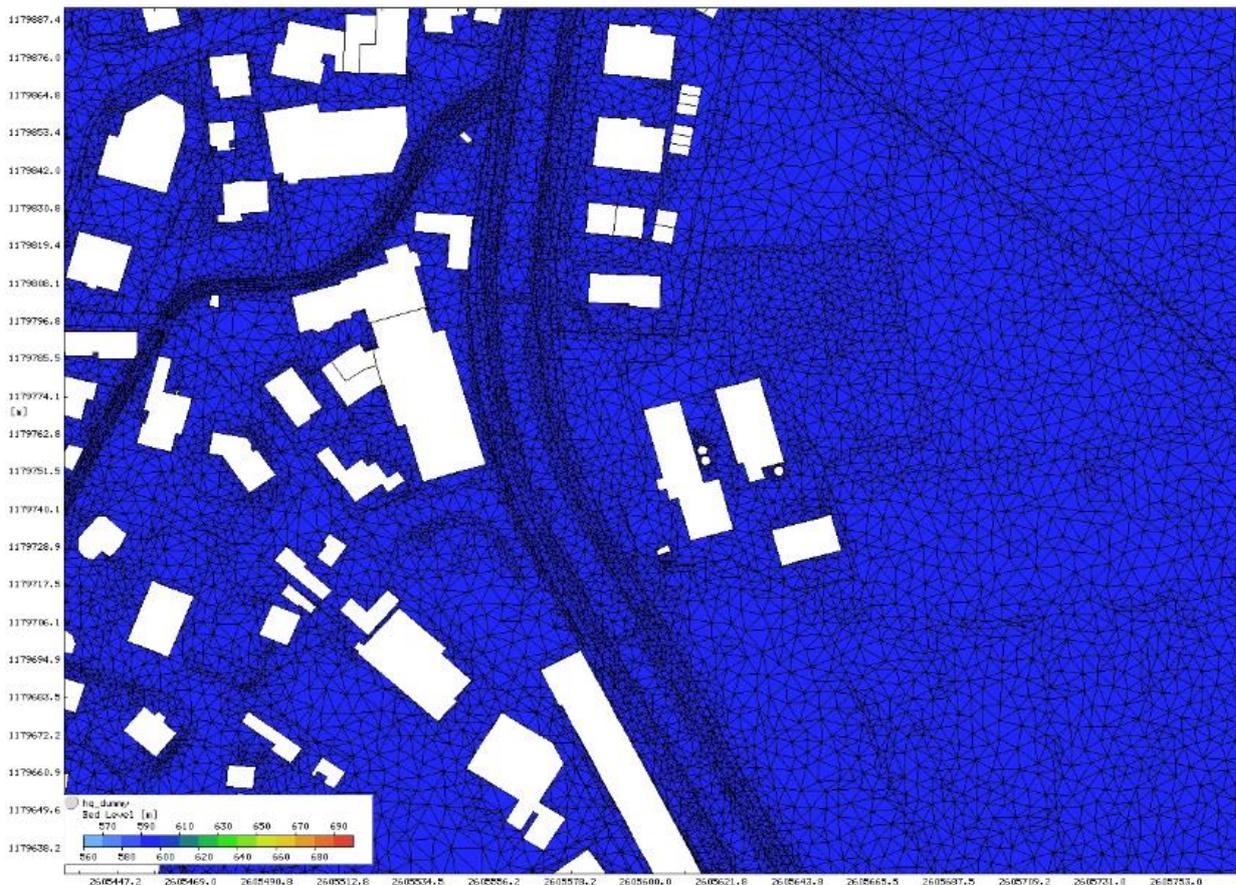


Abbildung 1: Ausschnitt Modellrechnetz

2 RANDBEDINGUNGEN UND RECHENLÄUFE

- Grundsätzlich überdecken im vorliegenden Perimeter die Brückenverkläuerungen die restlichen Szenarien (Freie Strecke, Auflandungen) weitestgehend. Sie dominieren damit das Bild der IK/GK sowie der FTK.
- Die Ausbrüche auf offener Strecke wurden als Punktquellen modelliert. Dabei wurden entlang der Schwachstelle mehrere Punktquellen gesetzt, welche jeweils die gesamte Ausbruchsmenge an Wasser in das Modell laufen lassen. Die einzelnen Modellierungen wurden danach überlagert (keine Kumulation der Abflussmengen).
- Damnbrüche wurden modelliert, indem der Damm jeweils auf einer Länge von 50 m aus dem Modell entfernt wurde. Anschliessend wurde im Gerinne der entsprechende Hochwasserabfluss modelliert. Es wurden jeweils mehrere Damnbrüche modelliert und die Resultate überlagert. Lage der Damnbrüche siehe PQ-Blatt Gürbe.
- Die Ausbrüche im Bereich der Brücken wurden modelliert, indem der Brückenquerschnitt vollständig geschlossen wurde. Anschliessend wurde die definierte Ausbruchsmenge als Punktquelle gesetzt.
- Untere Randbedingung: Auslass mit vorgegebenem Gefälle. Dieser ist im Modell genügend weit unterstrom platziert, damit keine Rückwirkungen auf den Modellperimeter auftreten.
- Berücksichtigung Freibord (ungenügende Gerinnekapazität): Das Freibord nach KOHS ist in allen Szenarien berücksichtigt, siehe die entsprechenden Szenarien im PQ-Blatt Gürbe.

- Geschiebetransport (Ablagerungen / Erosion): Der Geschiebetransport wurde in den Szenarien (Ausbruchsmengen und -stellen) berücksichtigt. Siehe entsprechendes PQ-Blatt Gürbe.

2.1 Modellrauhigkeiten / Modelleichung

Die Rauigkeitsbeiwerte nach Strickler wurden in folgende Hauptklassen unterteilt:

- Gerinne Gürbe: $31 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Uferbereich und Umgebung: $32 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Die Rauigkeitsbeiwerte im Gerinne der Gürbe wurden im Rahmen der Erarbeitung des HWS-Projekts detailliert kalibriert. Dabei zeigte sich, dass ein Stricklerwert von $31 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ die Fließtiefen am besten darzustellen vermag.

3 SZENARIENBILDUNG

3.1 Freibord

Grundsätzlich wurde die Kapazität als ausgeschöpft betrachtet, wenn die Energiehöhe die Uferhöhe übersteigt. Ausserdem wurde das Freibord nach KOHS überprüft.

Brücken

Das nach KOHS erforderliche Freibord bei den Brücken hängt von den Annahmen zum Holztrieb ab. Aus der Ausschütte resp. dem Holzrechen kann auch bei häufigeren Ereignissen Holz ausgetragen werden.

Demgemäss beträgt das Freibord bei den Brücken 0.7 m bei rauher, 0.6 m bei glatter Unterseite.

- | | |
|--|-------|
| ▪ F_{erf} Erlenhofbrücke | 0.7 m |
| ▪ F_{erf} Rösslibrücke | 0.6 m |
| ▪ F_{erf} Brücke bei Gürbmatt | 0.7 m |

Freie Strecke

Mit den gleichen Annahmen wie oben beträgt das Freibord auf freier Strecke $F_{\text{erf}} = 0.5 \text{ m}$

3.2 Gerinnegeometrie

Das Gerinne der Gürbe weist seit der Korrektur anfangs des 20. Jahrhunderts ein einfaches Trapezprofil mit ca. 2:3 bis 3:4 steilen Böschungen auf. Die Sohlenbreite beträgt durchschnittlich 6 bis 8 m. Die Uferhöhe misst ca. 2.5 m ab der Sohle und ist beidseitig gleich hoch. Das Sohlgefälle beträgt 1 bis 2 %.

3.3 Abflusskapazität

Die aktuelle Abflusskapazität für Reinwasser wurde mittels Staukurvenberechnung wie folgt berechnet:

Abschnitt	km Projektaxe	GEWISS-Adresse	Kapazität bordvoll	Kapazität mit Freibord nach KOHS ¹
Forstsäge bis Erlenhofbrücke	0 - 840	20.700 - 19.800	95 m ³ /s	65 m ³ /s
Erlenhofbrücke	840	19.800	100 m ³ /s	58 m ³ /s
Erlenhofbrücke bis Sperre 11	840 - 1200	19.800 - 19.440	90 m ³ /s	50 m ³ /s
Sperre 11 bis Rösslibrücke	1200 - 1530	19.440 – 19.100	95 m ³ /s	65 m ³ /s
Rösslibrücke	1530	19.100	100 m ³ /s	70 m ³ /s
Rösslibrücke bis BKW-Unterwerk (Sperre 18)	1530 - 2500	19.100 – 18.140	65 m ³ /s	40 m ³ /s
BKW-Unterwerk bis Brücke Gougglere,	2500 - 2850	18.140 – 17.800	80 m ³ /s	55 m ³ /s
Brücke Gougglere, (Rückführung ÜLK)	2850	17.800	90 m ³ /s	50 m ³ /s

3.4 Geschiebe und Schwemmholz

Ausschütte und Holzrechen

Der Rückhalt von Feststoffen vor dem Eintritt der Gürbe in den Talboden wurde mit früher realisierten Massnahmen im Oberlauf, der Ausschütte und dem Holzrechen bereits bestmöglichst abgedeckt.

Für den Holzrechen und die Ausschütte wurde bei der Projektierung der Ausschütte ein Modellversuch an der VAW durchgeführt. Gemäss diesem Versuch kann bei grossen Hochwasserereignissen Geschiebe und Holz durch die Ausschütte hindurch transportiert werden. Dies ist relevant für die Beurteilung der Prozesse im Ausleitungsbereich.

¹ Berechnung des erforderlichen Freibordes auf Basis HQ₁₀₀

Geschiebe

Die aus der Ausschütte ausgetragenen Geschiebefrachten betragen wie folgt:

- HQ₃₀ 1'600 m³
- HQ₁₀₀ 3'000 m³
- HQ₃₀₀ 3'200 m³
- EHQ 3'200 m³

Grundsätzlich sind bei diesen Kubaturen keine die Gefährdungsanalyse signifikant beeinflussenden Auflandungen zu erwarten. Am ehesten sind Auflandungen im Bereich von Verklausungen an Brücken oder bei Damnbrüchen zu erwarten. Es handelt sich dabei aber um einen nachgelagerten Prozess, welcher in der Wirkungsbeurteilung vom primären Prozess übersteuert wird.

Schwemmholz

Der gesamte Oberlauf ist stark bewaldet und weist etliche Rutschgebiete auf. Die erwarteten Holzfrachten sind gross. Gemäss den Berichten der VAW kann auch bei häufigen Ereignissen Holz aus dem Rückhalt ausgetragen werden.

Folgende Abmessungen wurden für Schwemmholz festgelegt:

- Einzelstämme: Länge L = 2 bis 8 m
- Wurzelstöcke: d = 2 bis 3 m

Auch in Überlastversuchen an der VAW wurden nie mehr als 20-30 Stämme weiter transportiert. Diese genügen jedoch vollauf, um eine oder mehrere Brücken zu verklausen.

Die theoretische Verklausungswahrscheinlichkeit für die Brücken im Perimeter beträgt demnach wie folgt:

Brücke	Holzart	Verklausungswahrscheinlichkeit
Erlenhofbrücke	Stammholz	5 %
Erlenhofbrücke	Wurzelstöcke	80-100 %
Rösslibrücke	Stammholz	5 %
Rösslibrücke	Wurzelstöcke	80-100 %

3.5 Szenarien HQ₃₀

Das nötige Freibord ist bereits im 30-jährlichen Ereignis auf allen Strecken nicht mehr gegeben, die Energielinie liegt ebenfalls über den Ufern.

Schwachstelle	Prozess	Ausuferung links	Ausuferung rechts
ganze Strecke	Kapazitätsüberschreitung	x	x
Einmündung Mettlibach	Kapazitätsüberschreitung / Rückstau	x	
Erlenhofbrücke	Teilverklauung 30%	x	x
Rösslibrücke	Teilverklauung 10%	x	x

3.6 Szenarien HQ₁₀₀

Beim 100-jährlichen Ereignis wird der Damm örtlich überströmt. Ausserdem ist das Freibord an beiden Brücken weit ungenügend.

Schwachstelle	Prozess	Ausuferung links	Ausuferung rechts
ganze Strecke	Kapazitätsüberschreitung	x	x
Einmündung Mettlibach	Kapazitätsüberschreitung / Rückstau	x	
Erlenhofbrücke	Teilverklauung 30%	x	x
Rösslibrücke	Teilverklauung 10%	x	x

3.7 Szenarien HQ₃₀₀

Im 300-jährlichen Ereignis ist mit grossflächigen, vielerorts mit mittleren Intensitäten verbundenen Überschwemmungen zu rechnen. Es kann an sämtlichen Dammstrecken zu Dammbrüchen wegen Überströmen kommen

Schwachstelle	Prozess	Ausuferung links	Ausuferung rechts
ganze Strecke	Kapazitätsüberschreitung Dammbrüche	x	x
Einmündung Mettlibach	Kapazitätsüberschreitung / Rückstau	x	
Erlenhofbrücke	Teilverklauung 80%	x	x
Rösslibrücke	Teilverklauung 80%	x	x

3.8 Szenarien EHQ

Im EHQ ist analog zum HQ₃₀₀ mit grossflächigen, vielerorts mit mittleren Intensitäten verbundenen Überschwemmungen zu rechnen. Es kann an sämtlichen Dammstrecken zu Dammbrüchen wegen Überströmen kommen. Zusätzlich wurde für das EHQ an allen Brückenquerschnitten eine Vollverklauung angenommen.

Schwachstelle	Prozess	Ausuferung links	Ausuferung rechts
ganze Strecke	Kapazitätsüberschreitung Dammbrüche	x	x
Einmündung Mettlibach	Kapazitätsüberschreitung / Rückstau	x	
Erlenhofbrücke	Vollverklauung	x	x
Rösslibrücke	Vollverklauung	x	x

4 RESULTATE

Die aus den 2D-Modellierungen resultierenden Intensitätskarten wurden bei einer Feldbegehung vor Ort plausibilisiert und wo notwendig ergänzt/korrigiert. Zusätzlich werden die aufgrund der Dreiecksvermaschung in den Rohdaten der 2D-Modellierung betroffenen eckigen Flächen für die Intensitätskarten arrondiert und Kleinstflächen eliminiert.

Der Perimeter wurde bereits im Rahmen der Erarbeitung des HWS-Projekts Wattenwil mehrmals begangen (Modellierungen IK vor / nach Massnahmen). Die Erfahrungen aus diesen Begehungen sind in die Beurteilung eingeflossen.

Abbildung 2 zeigt beispielhaft das Vorgehen von der Rohmodellierung zur fertigen IK (Vergleich IK modelliert roh / IK ergänzt / arrondiert und geglättet).

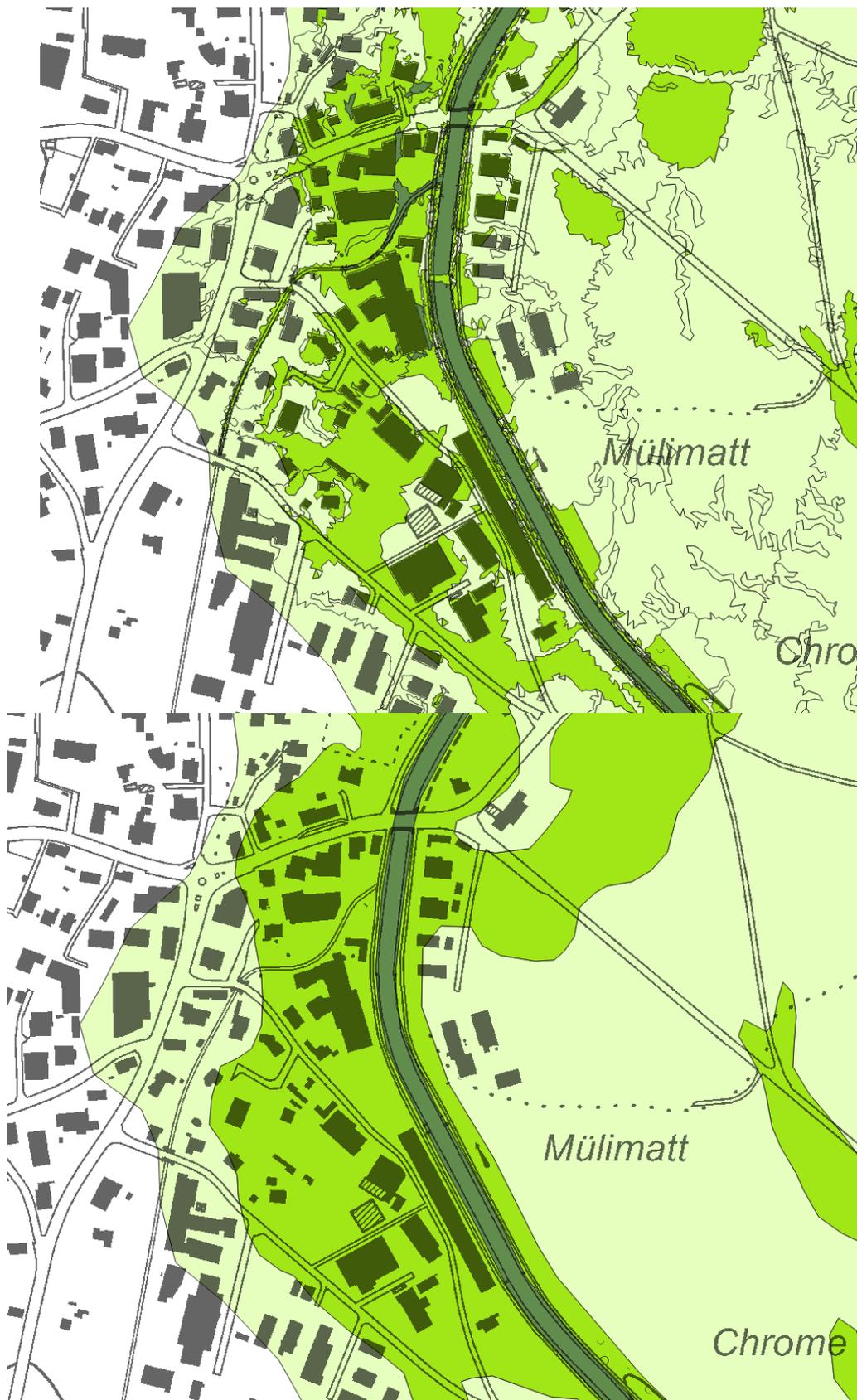


Abbildung 2: Ausschnitt Intensitätskarte HQ300 roh aus 2D-Modell (oben), ergänzt / arrondiert / geglättet (unten).

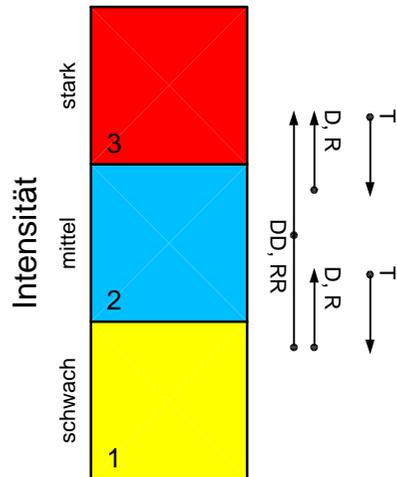
ANHANG L

Kriterien zur Beurteilung von permanenten Rutschungen

Intensitäts-Diagramm

kontinuierliche Prozesse

kontinuierliche Rutschungen
Hangkriechen



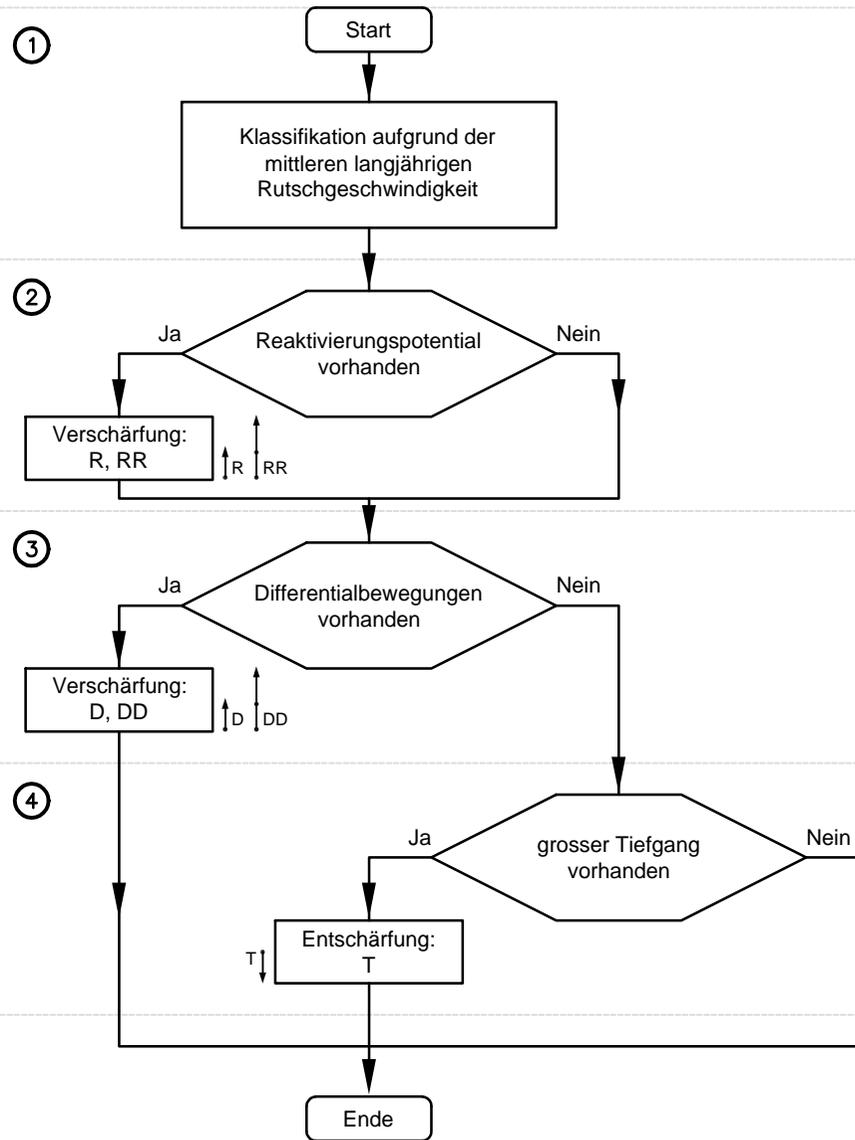
Ver- / Entschärfungen

↑ DD, RR ↑ D, R ↑ T

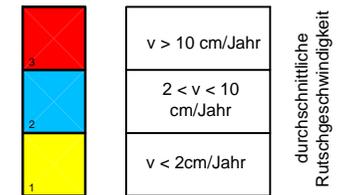
Potential zur Reaktivierung (R) und/oder
Differenzialbewegungen (D)
stark (DD, RR), mittel (D,R)

↓ T mögliche Entschärfung bei grossem Tiefgang
der Rutschung, gem. Flussdiagramm

Flussdiagramm



Kriterien



↑ RR: Reaktivierung starken Ausmasses
 $dv > 10v$ [cm/Jahr]

↑ R: Reaktivierung mittleren Ausmasses
 $2v < dv < 10v$ [cm/Jahr]

↑ DD: starke differenzielle Bewegungen
 $dl > 2$ [cm/m und Jahr]

↑ D: mittlere differenzielle Bewegung
 $1 < dl < 2$ [cm/m und Jahr]

anwendbar für:

- grössere, zusammenhängende Rutschmassen (z.B. > 10 ha)
- phänomenologisch homogene Bereiche
- durch Messungen dokumentierte gleiche Bewegungsdynamik

↓ T: Tiefgang der Rutschung
i.d.R.: $t > 20$ bis 30 m

Flussdiagramm und Kriterien zur
Beurteilung von **permanenten** Rutschungen

Erst. Datum: 17.07.2003

gez.: rh

kontr.: -

freig.: -

Rev. Datum: -

-

-

-

files: z\Agn\Rutschungen\gefdiagr_20030717

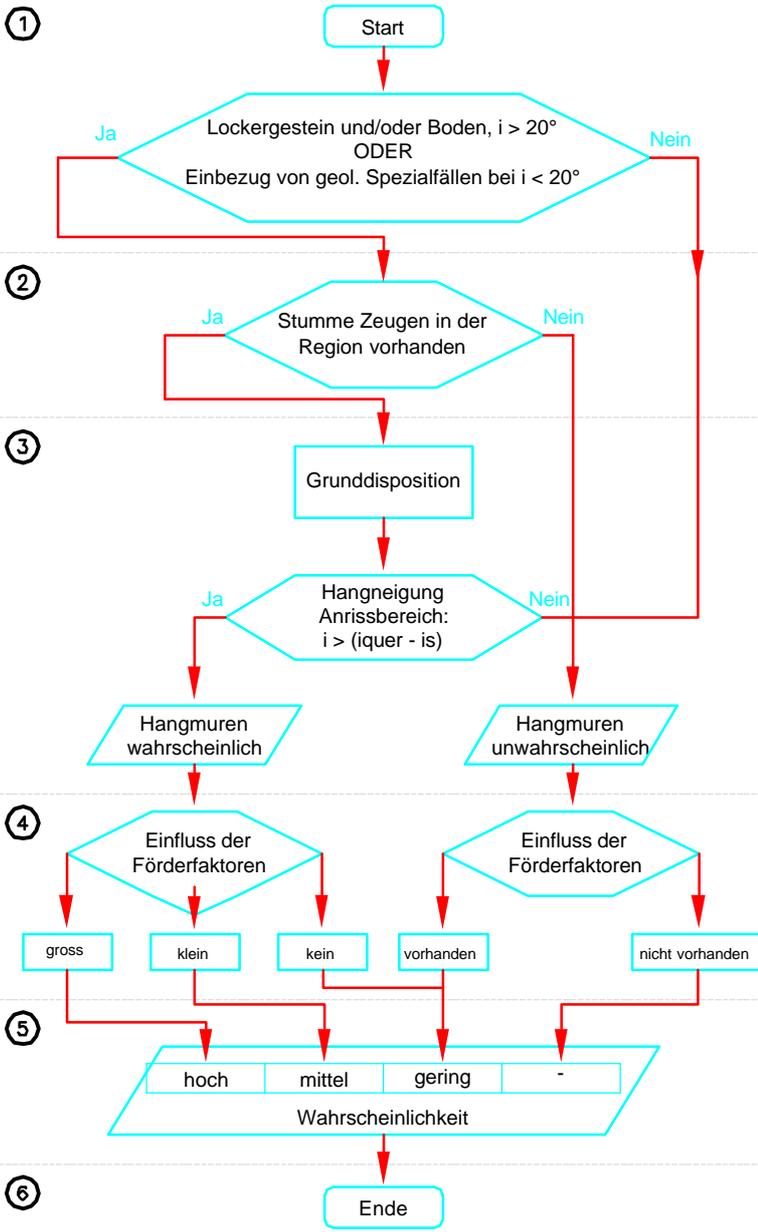
Bem.:

ANHANG M

Flussdiagramm und Kriterien zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit von Hangmuren

Flussdiagramm

Kommentar



Einschränkung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet wird festgelegt. Einbezogen werden Lockergesteinsböschungen und Bodenschichten mit folgenden Kriterien:

- Hänge mit einer Hangneigung > 20°
- geologische Spezialfälle, wo Hangmuren bei kleineren Hangneigungen vorkommen können (Gebiete mit geringer Scherfestigkeit, oder mit markanten Gleitflächen, etc.)

i.d.R. treten Hangmuren nur bei Hangflächen > 0.5 ha auf

Kartierung und Beurteilung der stummen Zeugen

Die stummen Zeugen im Untersuchungsgebiet werden aufgenommen und beurteilt. U.a. wird die kritische Hangneigung (für den Abgang einer Hangmure) und deren Streubreite erfasst.

Einbezug und Beurteilung der Grunddisposition

Anhand eines statistischen Ansatzes wird die Grunddisposition eines topographisch und geologisch/geotechnischen Bereiches beurteilt und die kritische Hangneigung für den Abgang einer Hangmure bestimmt. Als Bemessungswert der Hangneigung wird die mittlere kritische Hangneigung (iquer) minus eine Standardabweichung (is) vorgeschlagen.

Als Kriterium wird eine vorhandene Hangneigung mit den in der Region anhand der stummen Zeugen bestimmten kritischen Hangneigung für den Abgang einer Hangmure verglichen.

Als Schwellenwert für die Ausscheidung potentieller Bereiche mit Hangmureaktivität wird die mittlere kritische Hangneigung minus eine Standardabweichung vorgeschlagen.

Einbezug und Beurteilung der Förderfaktoren

Die Anzahl der vorhandenen Förderfaktoren (Durchlässigkeitskontraste, Oberflächenbeschaffenheit, Geländeform, etc.) wird einbezogen und beurteilt.

Bestimmung der Wahrscheinlichkeit

Entsprechend der Beurteilung der Förderfaktoren ergibt sich dann die Eintretenswahrscheinlichkeit der Hangmuren.