KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC
Bern | Spiez | Thun | Biel

Revision NGK
Blumenstein Wattenwil

Szenariensitzung 16.03.2020

Agenda

- Begrüssung
- Perimeter
- Vorstellung Szenarien Massenbewegungen, Diskussion
- **Vorstellung Szenarien Wassergefahren, Diskussion**
  - Vorgehen allgemein, Abgrenzung Szenarien / Wirkungsanalyse
  - Szenarien Gürbe
  - Szenarien Fallbach
  - Szenarien Seitenbäche
- Weiteres Vorgehen / Termine

Wassergefahren Vorgehen

Vorgehen Wassergefahren

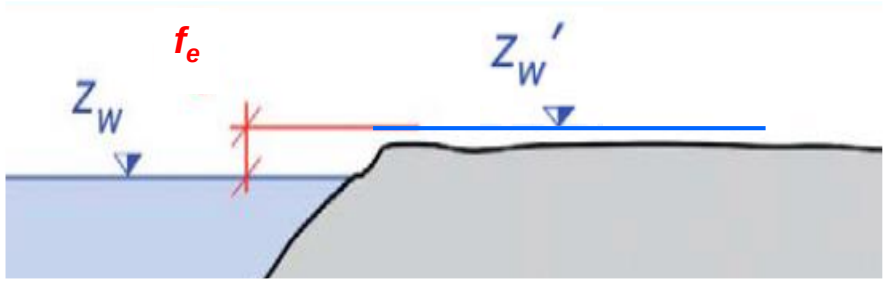
- Grundlagen: GK, Ereigniskataster, Projekte, Gutachten, Studien
- 1. Feldbegehung (erfolgt)
  - Gerinne- / Geländebeschaffenheit
  - Schutzbauten (Zustand)
  - Weitere Neu-Erkenntnisse (Bebauung, akt. Situation)
- Definition der Prozessquellen «Seitenbäche» (erfolgt)
- Bestimmung der Kenngrössen HQ_{30} / HQ_{100} / HQ_{300} / EHQ (erfolgt)
  - Hochwassermengen (quantitativ)
  - Geschiebepotenzial (quantitativ)
  - Schwemmholz / Schwemmgut (qualitativ)

Vorgehen Wassergefahren

- Festlegung massgebliche Prozesse (erfolgt)
  - Erkennen Prozessabläufe und Gefahrenprozesse
  - Massgebliche Transportprozesse (Murgang, fluvialer Geschiebetransport)
  - Erosions- / Auflandungsprozesse, Seitenerosion
  - Wechselwirkungen mit Seitenbächen / Massenbewegungsprozessen
- Ermittlung potenzieller Schwachstellen (teils erfolgt)
  - Ungenügende Abflusskapazität (fehlendes Freibord)
  - Verklausungen (Brücken, Wehranlagen)
  - Wirksamkeit / Versagen von Schutzbauten (inkl. Ungenügende Rückhaltewirkung von Sammlerbauwerken)
- Dokumentation der Szenarien in den PQ-Datenblätter (folgt)

Vorgehen Wassergefahren: Freibord

- Berücksichtigung Freibord nach KOHS (2013) (Wirkungsbeurteilung)
  - $f_{min} \leq f_e = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2} \leq f_{max}$ mit f_{min} = 0.3 m und f_{max} = 1.5 m
  - Wasseraustritt, falls Wasserspiegel z_w' Uferhöhe übersteigt



  - Berücksichtigung Freibord nach KOHS für Bestimmung Kapazität / Engpässe offene Gerinneabschnitte
  - Brücken / Durchlässe: meist Verklausungswahrscheinlichkeit massgeblich

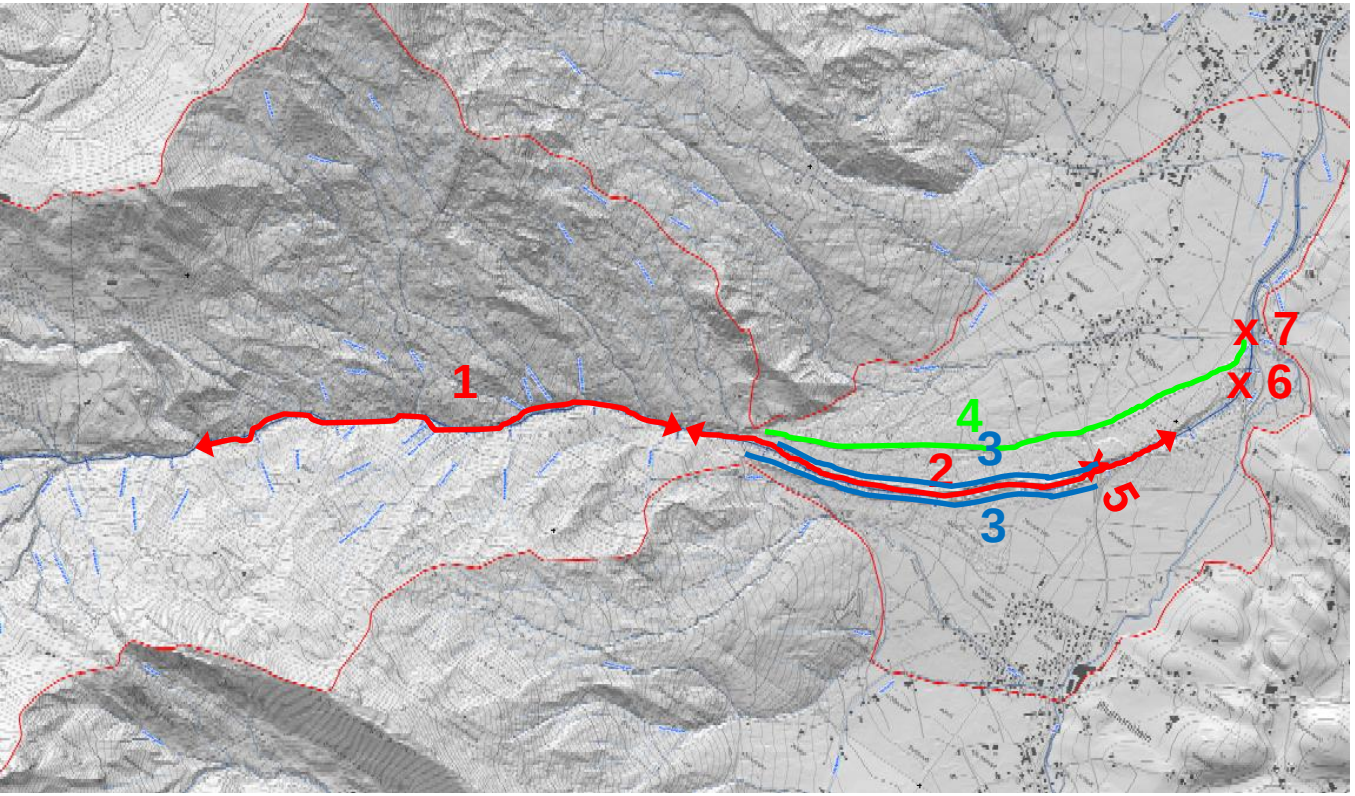
Vorgehen Wassergefahren: Verklausung

- Potenzielle Verklausungsstellen (erfolgt)
  - Gutachterliche Beurteilung Gefährdungspotential: Schwemmholz (gr. Abmessungen) vs. Kleineres Schwemmgut (Geschwemmsel, Siedlungsabfälle etc.)
- Verklausungswahrscheinlichkeit (Wirkungsanalyse)
  - Kleine Durchlasse, Brücken (Ø/h < 1m): Vollständige Verklausung bereits ab HQ30
  - Grössere Durchlässe, Brücken: Beurteilung nach Methode Schmocker

Wassergefahren Gürbe

(Gürbe bis Ausschütte)

Gürbe – Einzugsgebiet (bis Fallbach)



1. Sperrenverbau bis Kegelhals (Hohli)
2. Sperrenverbau ab Hohli
3. Murgangleitdämme
4. Sekundärdamm links
5. Blumensteinbrücke
6. Ausschütte mit Abschluss-bauwerk (Schwemmholzrechen, Tauchwand, Notüberlauf) (12.1 km^2)
7. Mündung Fallbach / Mettlibach (40.1 km^2)

Gürbe - Schutzbauten

- Schutzbauten
  - Forstliche Rutschsanierungen / Entwässerungen / Aufforstung, Pflege
  - Hauptgerinne oberhalb Hohli:
    - 70 Sperren: 63 Beton, 7 Holzsperren
    - Zustand: 15 beschädigt (teils Meierisli-Rutschung ‘18), einige tolerierbar, übrige gut
  - Kegelbereich Hohli – Ausschütte
    - 45 Betonsperren
    - HWS-Leitdamm rechts
    - Murgangleitdämme re/li (Hohli – Blumensteinbrücke)
  - Ausschütte (Geschiebeablagerungsstrecke):
    - Abschlussbauwerk mit Holzrückhalterechen, seitlicher Tauchwand und Notüberlauf

Gürbe – Hochwassermengen

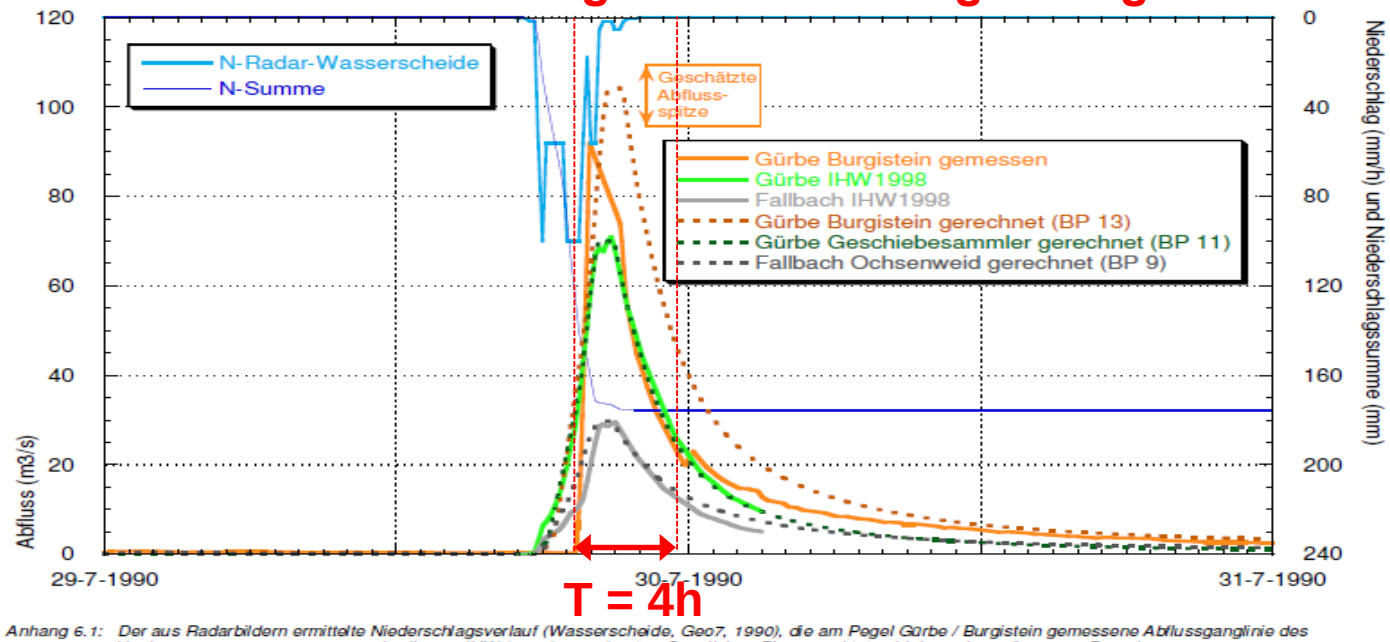
- Hochwassermengen
  - Studie Scherrer (2008) werden als plausibel beurteilt (Obere Grenzwerte)
  - Werte Abschnitt ab Einm. Fallbach / Mettlibach entspr. Werte HWS-Projekt HWS Obere Gürbe
  - HW 1990: 96 – 109 m^3/s (Pegel Burgistein) ca. HQ_{100}

HQx [m3/s]	EZG [km2]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ
Gürbe Ausschütte	12.1	45	65	90	110
Gürbe nach Einm. Fallbach / Mettlibach	40.1	70	100	130	160

Gürbe – Hochwassermengen

- Ganglinie
  - Ursache für hohe Spitzenabflüsse in der Gürbe sind intensive Gewitterereignisse mit Hagelschlag
  - Annahme
    - Ereignisdauer = 4h
    - Abflussspitze nach 1/3 der Ereignisdauer

Ganglinie HW'90: Pegel Burgistein



Anhang 6.1: Der aus Radarbildern ermittelte Niederschlagsverlauf (Wasserscheide, Geo7, 1990), die am Pegel Gürbe / Burgistein gemessene Abflussganglinie des Hochwassers vom 29.7.1990 sowie die von IHW (1998) gerechneten Ganglinien. Die gepunkteten Linien zeigen die neuen Berechnungen mit dem Modell QArea.

Gürbe - Geschiebe

- Mobilisierung und Transportprozesse
  - Gerinneerosion und fluvialer Geschiebetransport
    - Sohlenerosion: => Berücksichtigung mögl. Tiefenerosion (Wirkung Sperren im Ereignisfall vgl. Schwachstellen)
    - Seitenerosion
    - Geschiebebeiträge aus Böschungsrutschungen

    =>Einfluss der 2018 reaktivierten Meierisli – Rutschung berücksichtigt
  - Murgang
    - Hauptgerinne Gürbe nur oberhalb Einm. Ambachgrabe murfähig (J ca. 25%)
    - Zahlreiche steile, murfähige Seitenbäche (bspw. Tiefengrabe)
    - Murgänge od. murgangängliche Prozesse (Hyperconcentrated Flow) v.a. auch im Zusammenhang mit Rutschprozessen (vgl. folgende Folie)

Gürbe - Geschiebe

- Rutschungen
  - Beurteilung basiert u.a. auf den neuen Erkenntnissen nach Reaktivierung der Meierisli-Rutschung (Bericht K+H AG, 30. Mai 2018)
  - Grosse Rutschungen ins Gürbegerinne 100- / 300j-Ereignis / Extremereignis
  - Auslösung: langanhaltende Ereignisse / Verbindung mit Schneeschmelze
  - Ermittlung max. Geschiebefrachten / Transportprozesse
    - Gebiet Tiefengrabe (li): Material gelang verflüssigt in Gürbe (Murgang)
    - Gebiete Meierisli (li)/ Schwändli (re): Eintrag «Rutschscholle», Pfropfbildung / Rückstau im Hauptgerinne, Verflüssigung / Dammbruch => murgangähnliche Prozesse / Hyperconcentrated flow
    - Überlagerung mit mögl. «Zweitrutschung» in weiterem Hot-Spot Gebiet: Rotbach (li), Bärgli (re), Schwändlibachgraben (li)
    - Erosionsleistung Hauptgerinne unterhalb Eintrag Rutschung
  - Geschiebevolumen am Kegelhals aus Rutschprozessen bedeutend höher als durch Erosionsprozesse (HQ_{300} / EHQ)

Gürbe - Geschiebe

- Geschiebefrachten am Kegelhals (Hohli)
  - Szenarien Geschiebe aus Gerinneerosion / Rutschungen
  - Verschiedene Auslösemechanismen, keine Überlagerung
  - Geschiebefrachten aus best. Studien:
    - Plausibilisierung Studie Verbau GiG (Flussbau, K+H, Hunziker GM, 30.01.2018)
    - Meierisli-Rutschung: Gefahrensituation (NDR / Hunziker GM., 01.06.2018, Basis Bericht K+H, 30.05.2018)

Gx [m3]	G30	G100	G300	EHQ
Gerinneerosion	30'000 eher dünnflüssig	100'000* dünn - zähflüssig	130'000 eher zähflüssig	250'000 zähflüssig
Rutschungen	-		340'000 sehr zähflüssig	390'000 sehr zähflüssig

*Massgebendes Szenario sind langanhaltende Niederschläge mit Pfropfenbildung, bei Gewitterereignissen werden 95'000 m^3 mobilisiert

Gürbe - Geschiebe

- Geschiebefrachten unterhalb Ausschütte
  - Gemäss Modellversuchen VAW Austrag auch bei EHQ vergleichsweise gering

Gx [m3]	G30	G100	G300	EHQ
Gerinneerosion	1'600*	3'200	3'100	3'100

* Austrag bei HQ_{20} (50 m3/s)

  - Ermittlung Geschiebeaustrag im Rahmen Wirkungsbeurteilung anh. RAMMS-Modellierungen
  - Annahme: akt. Füllstand Ausschütte gem. Aufnahmen März 2018 (keine Intervention / Entnahmen erforderlich)

Gürbe - Schwemmholz

- Schwemmholz
  - Trotz Unterhalt grosses Potenzial:
    - Steile, bewaldete Einhänge im Hauptgerinne / in Seitengerinnen
    - Eintrag aus Böschungsrutschungen / Totholz im Gerinne
    - sehr grosses Potenzial bei Rutschungen
  - Erkenntnis aus Modellversuchen:
    - Trotz Rechenbauwerk bei Ausschütte kann Schwemmholz ausgetragen werden
    - auch bei Überlastszenarien nicht mehr als 20 – 30 Stämme weitertransportiert
  - Annahmen Abmessungen Schwemmholz:
    - Einzelstämme: L = 2 – 8m
    - Wurzelstöcke: d = 2 – 3m

Gürbe – Schwachstellen

Sperrenverbau

Blumensteinbrücke

Leitdämme

Gürbe - Schwachstellen

- Sperrenverbau:
  - Grundsätze zur Stabilität:
    - Die Stabilität der Sperren ist stark abgängig vom Geschiebeszenario
    - Eine Reaktivierung der Meierislirutschung im Umfang eines G30 kann bereits zu massiven Schäden an den Sperren führen (vgl. Ereignisse Ereignisse 1951, 1987, 1999 und 2018)
  - 30j-Ereignis
    - Einzelne beschädigte Sperren können kollabieren, jedoch nur wenig zusätzliches Material aus Erosion
  - 100j-Ereignis
    - Beschädigte Sperren sowie einzelne Sperrenflügel intakter Sperren können kollabieren
    - Versagen mehrerer Sperren bei Rutsch-Ereignissen (Bruch, Verkippung)
    - Teils Erosion / Ausräumen Sperrenfelder
  - 300j-Ereignis
    - Versagen weiterer Sperren (Bruch, Verkippung)
    - Ausräumen / Erosion zwischen Sperren, Ufer-/ Böschungsrutschungen.
  - Extremereignis
    - Kollaps des Sperrensystems mit vielen gekippten, gebrochenen oder ausgeräumten Sperren und erhöhter Tiefenerosion

Gürbe - Schwachstellen

- Kegelhals: Ausbruch beidseitig (ab HQ300, Gross-Rutschung)
- ca. 500m oberh. Blumensteinbrücke Ausbruch links (ca. HQ300)
- Verklausung Blumensteinbrücke
  - Teilverklausung ab HQ100 möglich, Vollverklausung ab HQ_{300}
  - Gerinneausbruch linksseitig
- Auflandung / Überströmung Leitdämme linksufrig
- Auflandung / Überströmung Leitdämme rechts

=> noch auf Basis Resultate RAMMS-Modell. zu verifizieren

Gürbe - Wirkungsanalyse

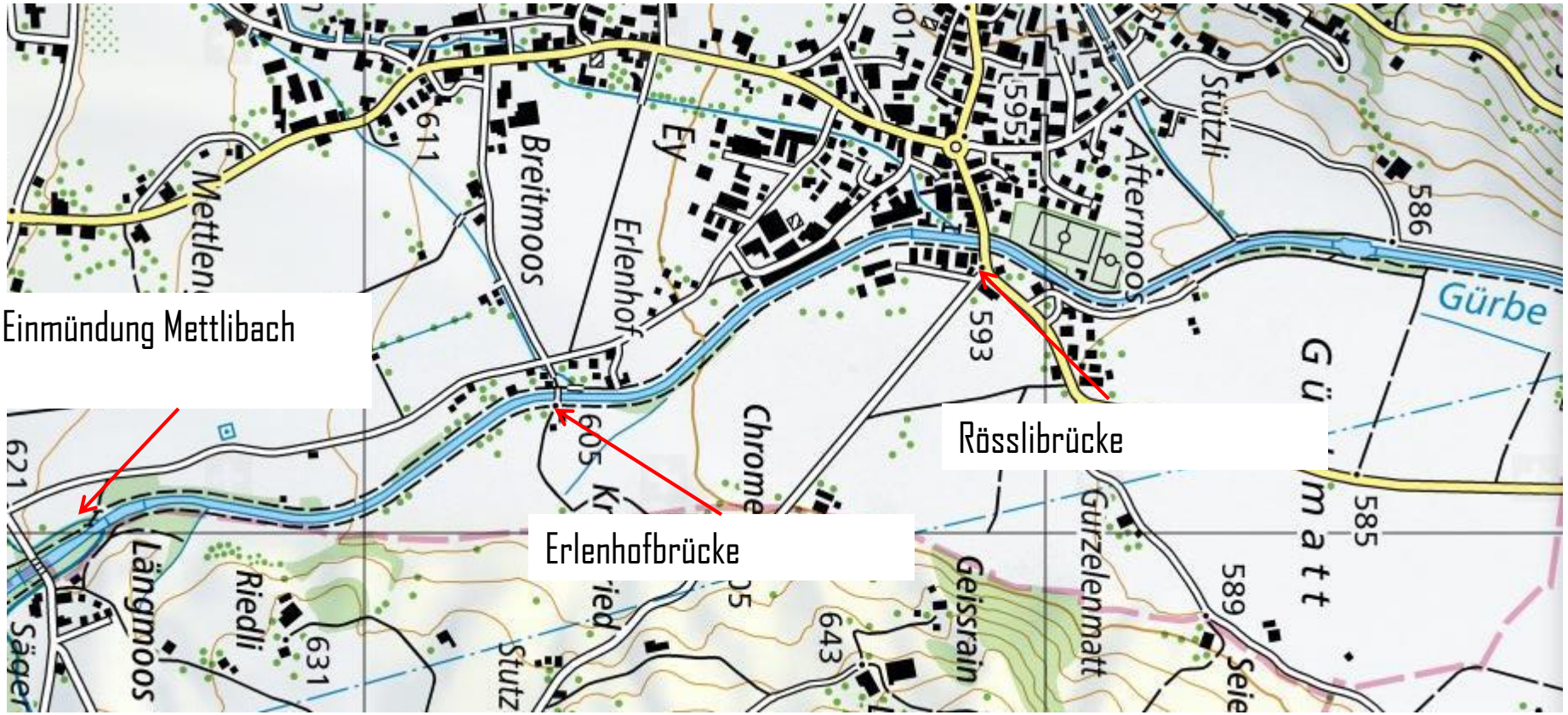
- Murgang-Modellierung RAMMS:
  - v.a. Szenarien «Rutsch» (HQ300 / EHQ)
  - Höhenmodell Lidar, im Bereich Ausschütte ergänzt mit Drohnenaufnahmen K+Z AG (2018)
- Beurteilung Auswirkungen Murgang-Szenarien
  - Ablagerungen Gebiet Hohli bis Ausschütte
  - Wirkung bezüglich Schwachstellen (Überströmung Dämme, Dammbruch)
  - Geschiebeaustrag Sammler => Inputgrösse für Abschnitt unterhalb Ausschütte (2D-Überflutungmodellierung)

Gürbe - unterhalb Ausschütte

- Basis für Szenarien: HWS-Projekt Wattenwil (Herzog Ing.)
- Szenarien werden, basierend auf Erkenntnissen aus Prozessen im Gürbeoberlauf, noch überarbeitet
  - 2D-Modellierung unter Berücksichtigung der Geschiebeszenarien gem. Gürbe-Oberlauf (Austrag)
  - Beurteilung Verklausungswahrscheinlichkeit gem. Gürbe-Oberlauf

Gürbe unterhalb Ausschütte: Schwachstellen

Schwachstellen gem. HWS-Projekt Wattenwil (Herzog-Ing.)



Gürbe unterhalb Ausschütte: Schwachstellen

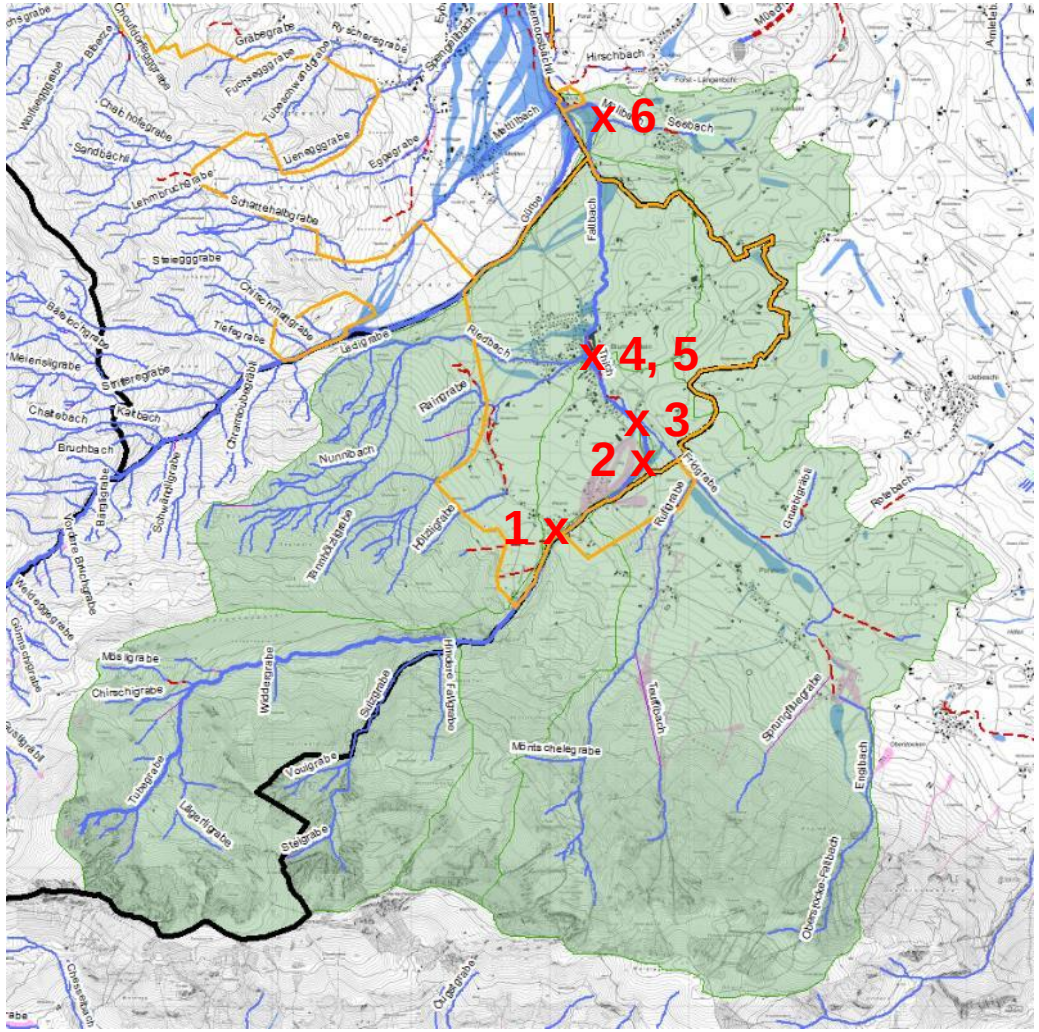
- Gerinne: beidseitige Ausuferung aufgrund Kapazitätsüberschreitung
  - HQ30: Freibord nicht gewährleistet
  - HQ100: örtliche Dammüberströmungen
  - HQ300 / EHQ: grossflächige Ausuferungen mittlerer Int.
- Zusammenfluss Gürbe/Fallbach/Mettlibach: hydr. ungünstig, linksseitige Ausuferung (Rückstau in Mettlibach) ab HQ30
- Erlenhofbrücke: beidseitige Ausuferung aufgrund Teilverklausung (HQ30: 30%, HQ100: 30%, HQ300: 80%, EHQ: 100%)
- Rösslibrücke: beidseitige Ausuferung Teilverklausung (HQ30: 10%, HQ100: 10%, HQ300: 80%, EHQ: 100%)

Wassergefahren Fallbach

Fallbach

- Grundlagen Fallbach
  - (1) Best. NGK (2001)
  - (2) Risikoanalyse HWS Wasserfall-Kantonsstrasse (Herzog Ing., 2010)
  - (3) Hydrologische Untersuchung (Scherrer AG, 2011)
  - (4) HWS Fallbach Geschiebesammler – Kantonsstrasse (Bührer Dällenbach AG, 2015, PAW)
  - (5) Geschiebebeurteilung Riedbach (Hunziker GM, 2018)
  - (6) Geschiebebeurteilung Fallbach (Dr. Ch. Lehmann, 2008)

Fallbach – Einzugsgebiet



1. Sammler Kirche (7.4 km^2)
2. Kantonsstrasse
3. Mündung Fridgraben (16.7 km^2)
4. Kreise Dorf
5. Mündung Riedbach (21.1 km^2)
6. Mündung Mülibach (26.1 km^2)

Fallbach - Schutzbauwerke

- Sammler Kirche: G100 = 15’000 m^3 (4) (neu gegenüber alter GK)
- Ablagerungsraum Kantonsstrasse: G300 = 6’000 m^3 (4)
- Gerinneverbauung (Querbauwerke) Wasserfall – Kantonsstrasse: guter Zustand (saniert, neu erstellt gem. HWS Projekt 2015)
- Gerinneverbauung (Blockmauer) Dorf Blumenstein: guter Zustand
- Gerinneverbauung Sulzgraben (Querbauwerke): guter Zustand
- Gesamtheitliches HWS-Konzept noch nicht realisiert, i.B.:
  - HRB Pohlern und Riedbach
  - Hochwasserschutzmassnahmen im Dorf Blumenstein

Fallbach – Hochwassermengen

- Angaben gem. Studie Scherrer (3) werden als plausibel beurteilt
  - Für die Gefahrenkarte wird jeweils oberer Grenzwert übernommen (HQ30 / HQ100 / HQ300)
- Maximal möglicher Abfluss (EHQ)
  - gem. Faktor Gebietsanalyse für Seitenbäche: 1.8 x HQ100 (gerundet)

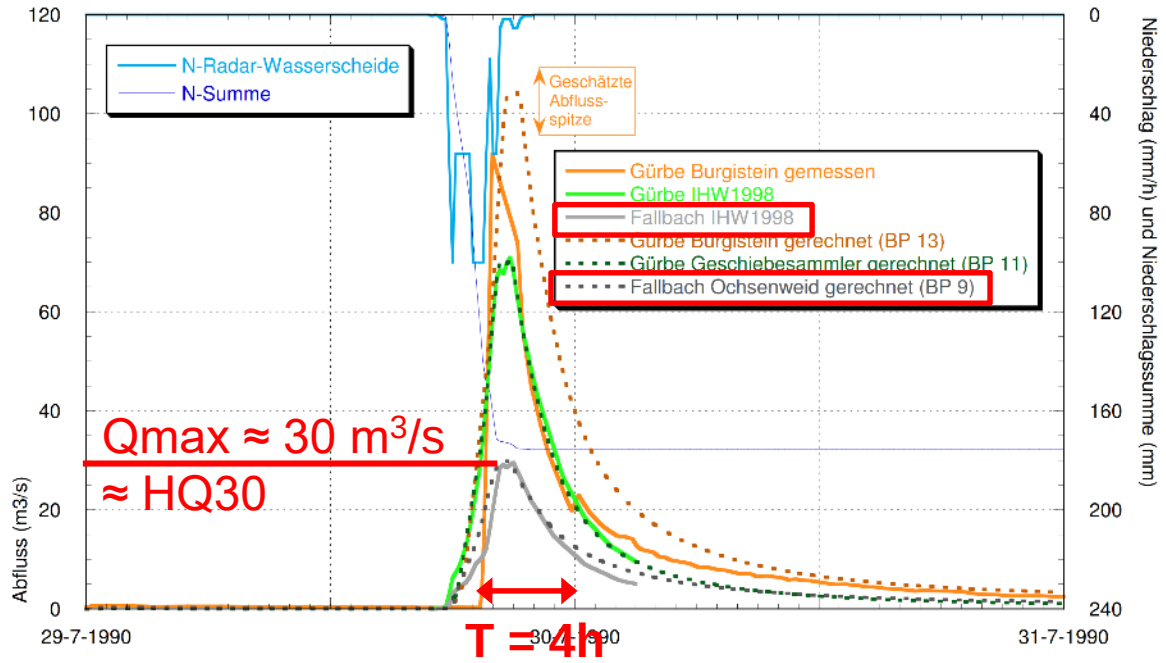
HQx [m3/s]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ (1.8xHQ100)
Wasserfall	**29** (29)	**37** (40)	**54** (60)	**70**
Unterhalb Fridgraben	**37** (32)	**46** (46)	**68** (70)	**85**
Unterhalb Riedbach	**40**	**51**	**75**	**95**

*() Werte gem. best. GK (2001)

Fallbach - Hochwassermengen

- Ganglinie
  - Ursache für die hohen Spitzenabflüsse am Fallbach sind intensive Gewitterereignisse (3)
  - Dauer: 4 h
    Abflussspitze nach 1/3 der Ereignisdauer (3)

Ganglinie aus (3), basierend Ereignis 29.7.1990



Anhang 6.1: Der aus Radarbildern ermittelte Niederschlagsverlauf (Wasserscheide, Geo7, 1990), die am Pegel Gürbe / Burgistein gemessene Abflussganglinie des Hochwassers vom 29.7.1990 sowie die von IHW (1998) gerechneten Ganglinien. Die gepunkteten Linien zeigen die neuen Berechnungen mit dem Modell QArea.

Fallbach – Geschiebeprozesse

- bis Sammler Kantonsstrasse
  - Murfähige Teilgerinne oberhalb Langenegg (Ablagerungsstrecke) (2,6)
  - Hoher Geschiebeeintrag durch Murgänge im Sulzgraben ab HQ100 (2, 6)
  - Unterhalb Wasserfall Geschiebetransport mehrheitliche fluvial: Limitierend ist Transportkapazität (6)

- unterhalb Sammler Kantonsstrasse
  - Mehrheitlich Transport von Feinmaterial (Transportkapazität Geschiebesammler Kantonsstrasse << Gerinne Fallbach)
  - ➢ Keine Mehrgefährdung durch Geschiebetrieb unterhalb Kantonsstrasse
  - ➢ Keine Hinweise auf Erhöhte Gefährdung durch Sohlenerosion (best. Geschiebebeigabe unterhalb Sammler Kantonsstrasse)

Fallbach - Geschiebepotential

- Übernahme Szenarien gem. Risikoanalyse 2010 (2)
  - Basis Studie von Lehmann 2008 (nur Teilberücksichtigung Feinmaterial)
  - Szenarien bezüglich Eintrag sind plausibel und werden übernommen
  - Neubeurteilung der Ablagerungen / Überlast anhand Transportkapazität
- Geschiebepotential EHQ wird auf 120'000 m^3 geschätzt (obere Grenze gem. (2))

Gx [m3]	G30	G100	G300	EHQ
Gem. NGK 2001 (Kantonsstrasse)		11'000		
Studie Lehmann 2008 (Wasserfall)*	6'000	28'000	74'000	k.A.
Risikoanalyse 2010 (Wasserfall)	6'000-12'000	20'000-25'000	55'000-60'000	k.A.
HWS Fallbach 2015 (Sammler)	k.A.	22'500	57'500	k.A.
Szenarien rev. NGK (Wasserfall)	**12'000**	**25'000**	**60'000**	**120'000**

*Die angegebenen Mengen umfassen Geschiebe und Feinmaterial.

Fallbach – Geschiebeablagerungen

Gx [m3]	G30	G100	G300	EHQ
Eintrag (Geschiebe)	12'000	25'000	60'000	120'000
Ablagerung Gerinne Wasserfall	3'000	10'000	35'000	88'000
Ablagerung Sammler Kirche	8'000	11'000	15'000	17'000
Ablagerung Gerinne bis Kantonsstrasse	0	1'000	5'000	9'000
Ablagerung Sammler Kantonsstrasse	1'000	3'000	5'000	6'000

- unterhalb Wasserfall: Ablagerungen (ab HQ30, in best. Studien unterschätzt)
  Gefährdung verstärkt durch Murgang im Sulzgraben
  (rechtsufrige) Übersarung ab HQ100, ab HQ300 beidseitig (wie best. Studien)
- Sammler Kirche: Ablagerungsstrecke (maximales Volumen ca. 15'000-20'000 m^3)
  Austrag aus Sammler führt ab HQ100 zu Ablagerungen im Gerinne
  (Transportkapazität Sammler < Gerinne auf Flachstrecke)
- Sammler Kantonsstrasse: Kapazität Sammler knapp ausreichend bis EHQ
  Transportkapazität Sammler << Gerinne unterhalb

Fallbach - Schwemmholz

- Schwemmholz
  - Bedeutsames Potenzial: Bewaldete steile Einhänge, Vorkommen von Totholz im Oberlauf
  - Schwemmholzrückhalt GS Kirche (Überlast gem. (4) ab HQ300)
  - Verklausung Büel- und Eschlibrücke (gem. (4) ab HQ300)
  - Schwemmholzrechen Sammler Kantonsstrasse: Sammlerfüllungsgrad hoch ab HQ300 (5000 von 6000 m3 gefüllt) → Überlast V-Rechen und Eintrag von grossem Schwemmholz in den Unterlauf
  - Bis und mit HQ100 im Unterlauf: Treibgut mit kleineren Abmessungen (Schwemmgut aus Uferbestockung, Siedlungsabfällen, Biberdamm am Fridgraben)
  - Eintrag von Schwemmholz (verkleinert) durch Riedbach ab HQ30
  - ➢ Verklausungswahrscheinlichkeiten werden basierend auf den Resultaten der 2D-Modellierung geprüft.

Fallbach – Schwachstellen

Geschiebesammler Kirche

Oberhalb Kantonsstrasse

Dorf - Kreisel

Fallbach – bekannte Schwachstellen

- Gerinne unterhalb Wasserfall (Auflandung und Übersarung)
- Brücken Kirche – Kantonsstrasse (Verklausungen)
- Gerinne Kantonsstrasse (Auflandung)
- Gerinne Dorf (Kapazität (3)&(1): 18-22 m3/s, Freibord)
- Durchlass Kreisel (Kapazität, Freibord)
- Gerinne Längmoos unterhalb Forstbrücke (Kapazität, (4) 15-50 m3/s)
- Weitere gem. Wirkungsanalyse (2D-Modellierung)

Fallbach - Wirkungsanalyse

- 2D-Modellierung
- Höhenmodell anhand Lidar, im Gerinne ergänzt mit Querprofilvermessungen (Bührer + Dällenbach AG)
- Verklausungsbeurteilung
- Ablagerungen:
  - Vollständig verfülltes Gerinne Wasserfall und Sammler ab HQ300
  - Voller Geschiebesammler Kirche und Voller Geschiebesammler Kantonsstrasse (ab HQ300)
  - Erhöhte Sohlenlage Kanal Kantonsstrasse – Eschlibrücke (400 m): Bei HQ100 ca. 50 cm Ablagerungen, ab HQ300 Kanal zwischen Eschlibrücke und Kantonsstrasse vollständig verfüllt.

Wassergefahren Seitenbäche

Seitenbäche – Hochwassermengen, Methodik

- Übernahme Hochwassermengen aus hydr. Studie Scherrer AG:
  - Riedbach, Tannhölzligrabe, Fridgrabe, Rufigrabe
- Neubeurteilung Seitenbäche Wattenwil:
  - Ermittlung HQ30 und HQ100 mit HAKESCH
    - Niederschlagswerte gem. HADES und Messstation Blumenstein und Thun
      1h-Werte: 21 mm (2.33j), 49 mm (100j)
      24h-Werte: 56 mm (2.33j), 111 mm (100j)
    - Spezifische Abflüsse [$m^3/s/km^2$]: hq30 = 1.5-4.1 hq100 = 3.3- 5.6
  - Bestimmung HQ300 und EHQ über Faktoren
    - HQ300 = 1.4*HQ100
    - EHQ = 1.8*HQ100 (ca. 1.4*HQ300)
  - Plausibilisierung
    - Spezifische Abflüsse [$m^3/s/km^2$]
      Alte GK und Studie Scherrer AG (Median): hq30=3.9-4.4 , hq100=5.0-5.9
    - Herleitung HQ300
      Alte GK und Studie Scherrer AG: HQ300 ca. 1.3-1.5*HQ100

Prozessquellen Seitenbäche Blumenstein

Perimeter A

W2 Tannhölzligrabe

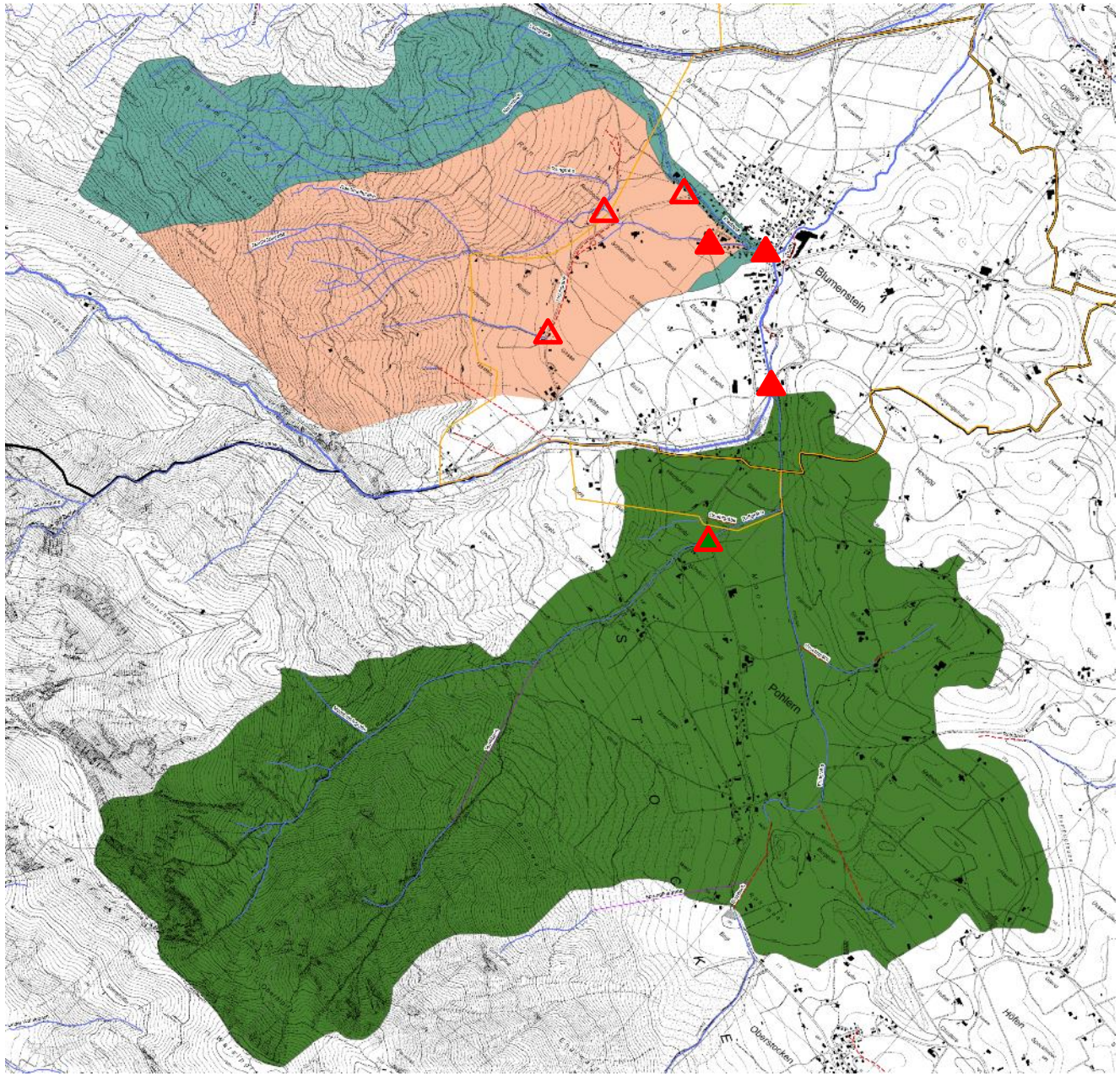
W3 Riedbach

W13 Fridgraben

Angaben zu HQ-Mengen

▲ **Vor Mündung in Vorfluter**

△ Zusätzliche Standorte



Hochwassermengen Seitenbäche Blumenstein

PQ	Standort (EZG)	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	Quelle HQ30/HQ100
Tannhölzligrabe	**W2_1 Dorf (2.4 km²)**	**9.5**	**12.0**	**17**	**22**	Scherrer AG 2011, EZG-Grösse
	W2_2 Schitermatt (1.2 km²)	5	6.0	8.5	11.0	
	W2_3 Hölzligrabe (0.4 km²)	1.5 (1.1)	2.0 (1.6)	3.0 (2.4)	3.5	
Riedbach	**W3_1 Zusammenfluss Dorf (3.8 km²)**	**15** (11)	**19** (16)	**27** (24)	**34**	Scherrer AG, 2011 Über EZG-Grösse
	W3_2 Riedbach (1.4 km²)	5.5	7.0	10	12	
Fridgrabe	**W13_1 Steinmoos (8.9 km²)**	**24** (13)	**31** (20)	**44** (30)	**56**	Scherrer AG 2011
	W13_2 Rufigraben (3.1 km²)	19	23	32	41	
	W13_3 Thych (regulierter Abfluss)	0.6	0.8	1.1	1.3	hydr. Schätzung

() = Angaben gem. alter Gefahrenkarte

Prozessquellen Seitenbäche Wattenwil

W4 Mettlibach

W5 Spengelibach

W6 Eybach

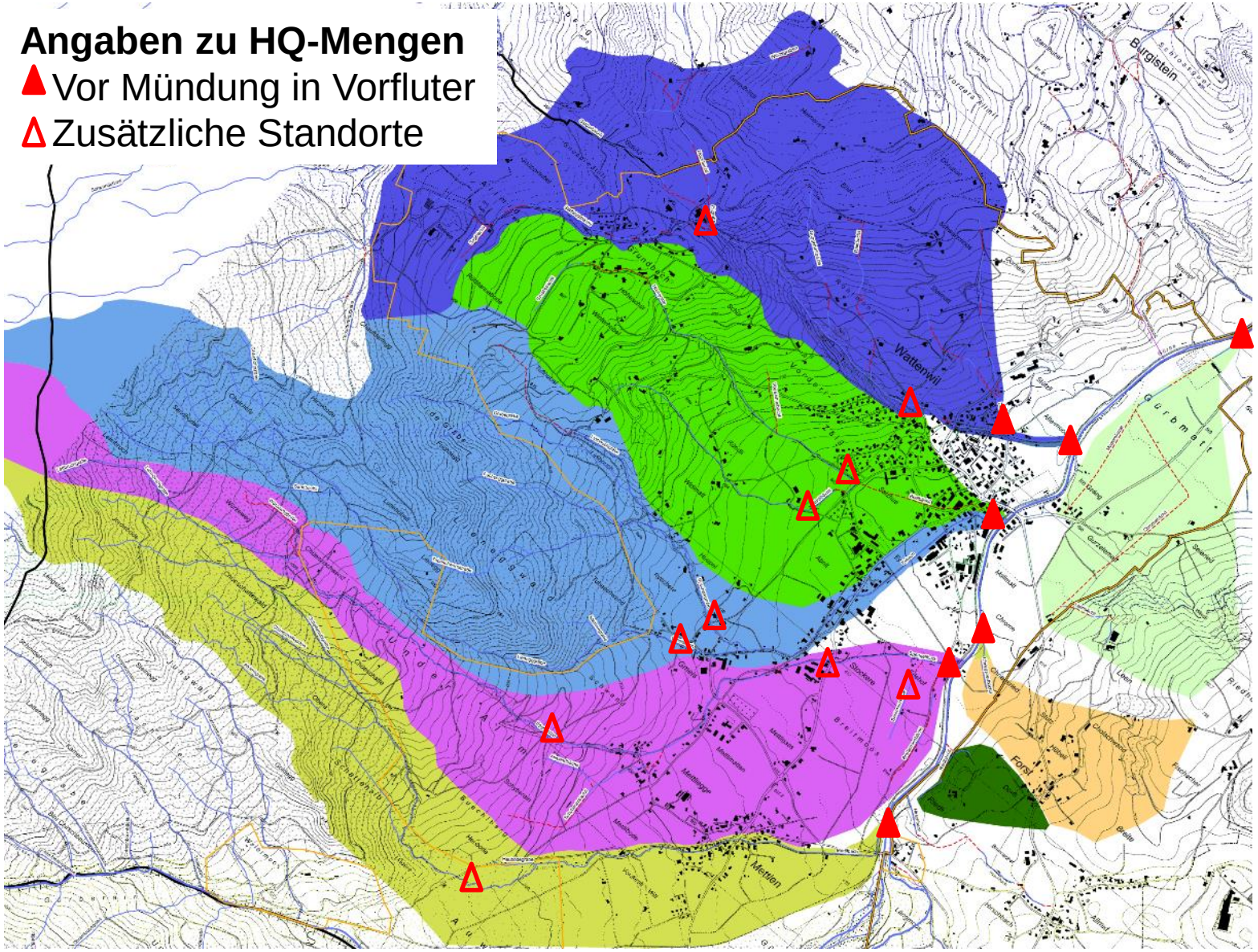
W7 Büelebächli

W8,9 Öligrabe, Dornerebächli

W10 Muelerekanal

W11 Chriegsriedbächli

W12 Riedbächli



Hochwassermengen Seitenbäche Wattenwil

PQ	Standort (EZG)	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	Quelle HQ30/HQ100
Mettlibach	**W4_1 Gürbe (2.0 km²)**	**6.0**	**8.5** (6-8)	**12.0**	**15.5**	HAKESCH, EZG-Grösse
	W4_2 Heubode (1.2 km²)	3.6	5.1	7.2	9.3	
Spengelibach	**W5_1 Gürbe(1.9 km²)**	**5.5**	**8.0**	**11.5**	**14.5**	HAKESCH, EZG-Grösse
	W5_2 Kantonsstrasse (1.5 km²)	4.3	6.3	9.1	11.4	
	W5_3 Egggrabe (0.7)	2.0	2.9	4.2	5.3	
	W5_4_Breitmoosbach / Kanal (0.4)	1.2	1.7	2.4	3.1	
Eybach	**W6_1 Gürbe (2.5 km²)**	**8.5**	**12.0**	**17.0**	**22.0**	HAKESCH, EZG-Grösse
	W6_2 Ryscheregrabe (1.06 km²)	3.6	5.1 (5-7)	7.2	9.3	
	W6_3_Lienegggrabe (1.22 km²)	4.1	5.9 (4-7)	8.3	10.7	

() = Angaben gem. alter Gefahrenkarte

Hochwassermengen Seitenbäche Wattenwil

PQ	Standort (EZG)	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	Quelle HQ30/HQ100
Büelbächli	**W7_Gürbe (1.6 km²)**	**6.5**	**9.0**	**12.5**	**16.0**	HAKESCH, EZG-Grösse
	W7_2_Horngrabe (0.6 km²)	2.4	3.4 (2-3)	4.7	6.0	
	W7_3_Rüdibächli (0.7 km²)	2.8	3.9	5.5	7.0	
Öligrabe	**W8_1_Gürbe (2.2 km²)**	**8.0**	**11.0**	**15.5**	**20.0**	HAKESCH, EZG-Grösse
	W8_2_Kirche (1.8 km²)	6.5	9.0	12.7	16.4	
	W8_3_Hofmatt (1.1 km²)	4.0	5.5 (4-6)	7.8	10.0	
	W9_1_Dornerebächli (0.4 km²)	1.5	2.0	2.8	3.6	
Muelerekanal	**W10_1_Gürbe (0.46 km²)**	**1.2**	**1.8**	**2.5**	**3.5**	HAEKSCH
Chriegsriedgräbli	**W11_1_Gürbe (0.25 km²)**	**0.5**	**1.0**	**1.4**	**1.8**	HAEKSCH
Riedbächli	**W12_1_Eindolung (0.11 km²))**	**0.2**	**0.35**	**0.5**	**0.7**	HAKESCH

() = Angaben gem. alter Gefahrenkarte

Seitenbäche – Feststofftransport, Methodik

- Grundlagen
  - Vorhandene Gutachten (Lehmann 2008, Hunziker 2018, K+H 2018, bestehende GK)
  - Ereignisspuren, Ereignisdokumentation, Bodeneigenschaften (Geoportal)
  - Erkenntnisse aus Feldbegehungen
- Murgang
  - Beurteilung der Murfähigkeit der Gerinne im Feld unter Berücksichtigung Längsgefälle
  - Angaben zu Murfrachten nur für murfähige Gerinne mit Auswirkungen in den Perimeter A
  - Murgänge sind v. a. in Kombination mit Rutschungen und langandauernden Niederschlagsereignissen zu erwarten

Seitenbäche – Feststofftransport, Methodik

- Geschiebepotenzial
  - Einträge aus Gerinneerosion:
    - gutachterliche Abschätzung der Erosionsleistung (m^3/m') im Feld (Sohlen-/ Seitenerosion)
  - Einträge aus Hangrutschungen:
    - gutachterliche Abschätzung des Materialeintrags aus Hangrutschen (m^3) im Feld
    - Beurteilung der gleichzeitigen Auftretenswahrscheinlichkeit eines Hangrutsches und Hochwassers
      - HQ_{30}: geringer bis kein Eintrag aus Hangrutschen
      - HQ_{100}: massgebender Eintrag aus Hangrutsch
      - HQ_{300}, EHQ: grosser Eintrag aus Hangrutsch
  - Anteil Feinmaterial
    - EZG weist grossflächig sehr hohe Feinstmaterialanteile (sandig-schluffig) auf.
    - gutachterliche Beurteilung des Anteils an Feinmaterial im Feld
    - Annahme bei fluvialem Transport: 50% des Feinmaterials wird nicht als Geschiebe sondern als Schwebstoffe transportiert (keine Berücksichtigung im Geschiebepotenzial, ähnlich Risikoanalyse Fallbach)

Seitenbäche – Feststofftransport, Methodik

- Reduktion Geschiebefracht
  - Ablagerungen in Sammler (Voluminaschätzung gem. Ist-Zustand)
  - Ablagerung auf flachen Gerinneabschnitten (Abschätzung über Transportkapazität auf Schlüsselstrecken)
- Wirkungsbeurteilung *(ausstehend)*
  - gutachterliche Beurteilung der Murgangreichweite (Ereignisse, Gefälle)
  - Beurteilung der Überlast von Schutzbauten (Sammler)
  - Abschätzung von Sohlenauflandungen bei erheblichem Geschiebeeintrag in Perimeter A

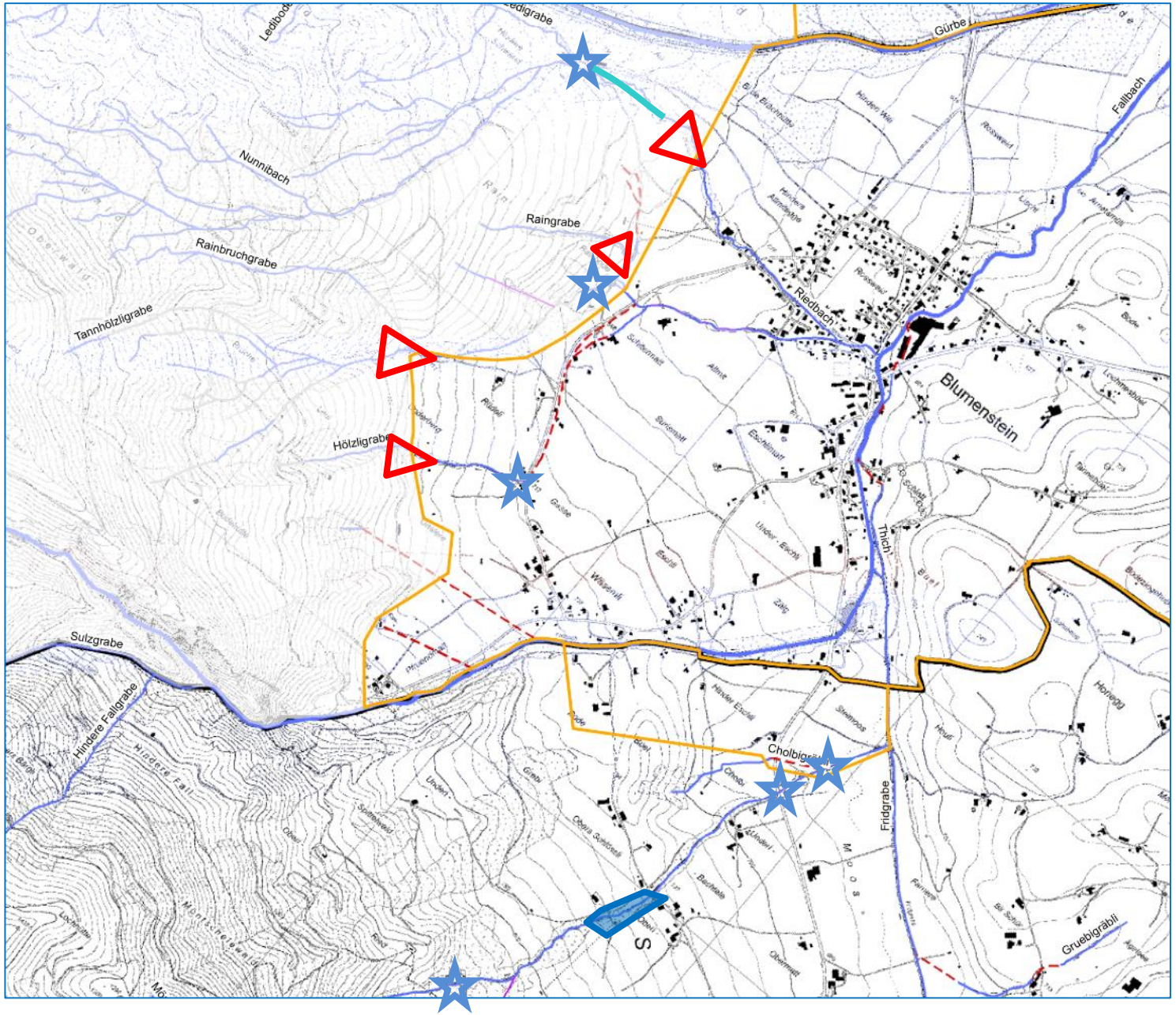
Geschiebeprozesse Seitenbäche Blumenstein

Grosse Sammler

Ablagerungen

murfähig mit Auswirkung in Peri. A

Eintrag Perimeter A



Geschiebemengen Seitenbäche Blumenstein

PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W2_1	**Tannhölzligrabe**	Geschiebepotenzial [m^3]	500	1300	2500	4000
		Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]	**0**	**0**	**1‘000**	**2‘400**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Rainbode (Kote 686), Volumen ca. 1‘600 m^3, überlastet ab G_{300}.				
		Transportart: fluvialer Transport, keine murfähiges Gerinne				
		Schwemmholz: diverse kleine Schwemmholz- und Geschieberechen im Oberlauf reduzieren Eintrag, grössere Schwemmholzeinträge ab HQ_{100}				
W2_2	**Hölzligrabe**	Geschiebepotenzial [m^3]	75	200	360	550
		Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]	**0**	**0**	**90**	**200**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Gasse (Kote 720) Volumen ca. 120 m^3, überlastet ab G_{300}.				
		Transportart: fluvialer Transport, kein murfähiges Gerinne				
		Schwemmholz: diverse kleine Schwemmholz- und Geschieberechen im Oberlauf reduzieren Eintrag, grössere Schwemmholzeinträge ab HQ_{100}				

Geschiebemengen Seitenbäche Blumenstein

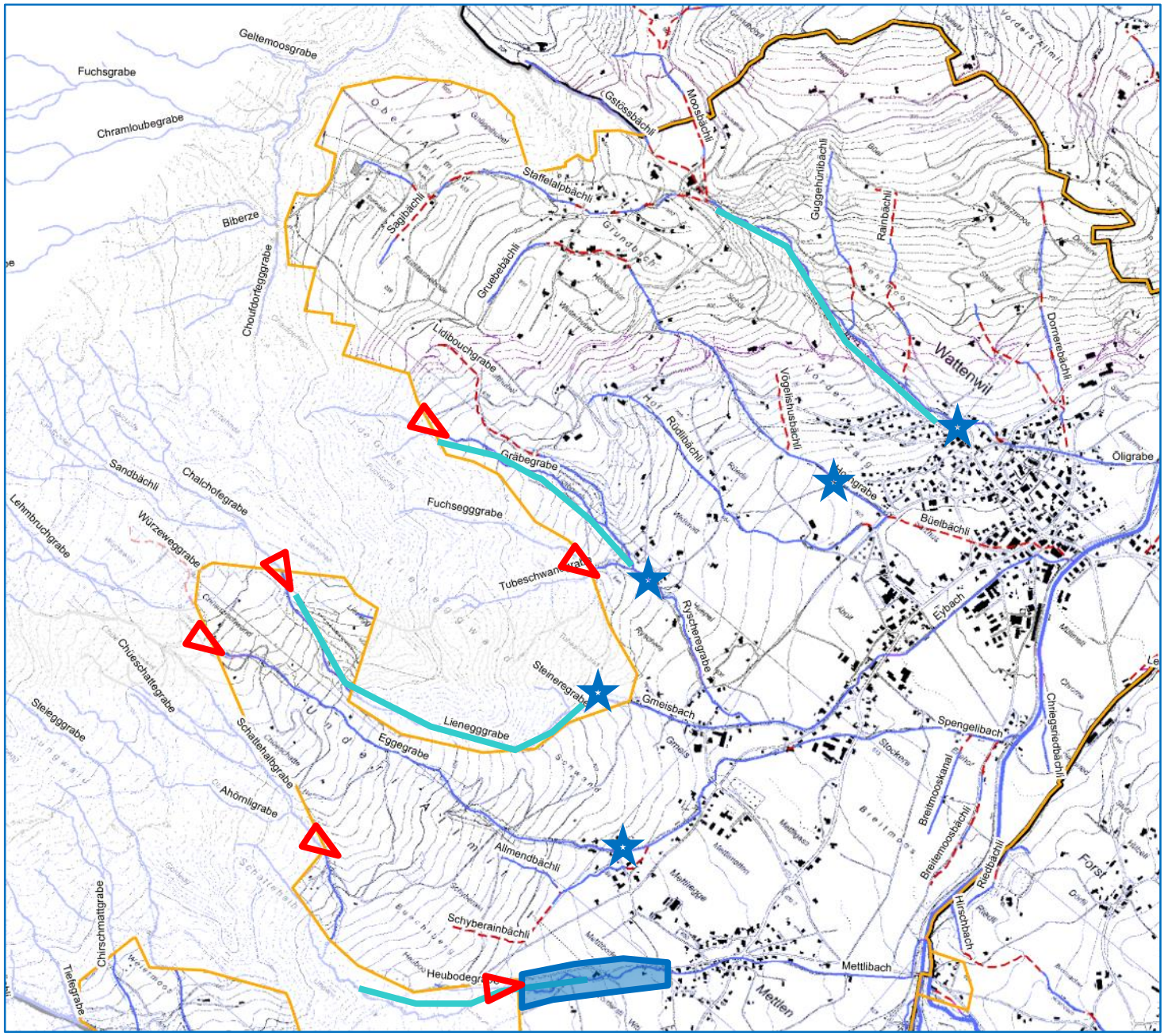
PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W3	**Riedbach**	Geschiebepotenzial [m^3]	1‘900	4‘700	9‘500	14‘000
Quellen: Geschiebeabschätzung G. Hunziker; Vorprojekt B+D **alte GK: G_{100} = ~8’000 m^3**		**Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]**	**0**	**0**	**3‘500**	**8‘200**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Forsthaus, Volumen ca. 4‘800 m^3, überlastet ab G_{300}. Geplant: neuer Geschiebesammler mit 3‘600 m^3 Fassungsvermögen				
		Transportart: mehrheitlich fluvialer Geschiebetransport, bei grösseren Ereignissen (ab HQ_{100}) ist mit murgangähnlichem Geschiebetransport bis in Perimeter A zu rechnen				
		Schwemmholz: ausgeprägtes Schwemmholzpotenzial, grössere Schwemmholzeinträge bereits < HQ_{30} möglich.				

Geschiebemengen Seitenbäche Blumenstein

PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W13	**Rufigrabe** (unterhalb GS Kote 837)	Geschiebepotenzial [m^3]	400	1‘100	2‘100	3‘100
		Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]	**0**	**0**	**0**	**0**
		Ablagerungen / Sammler: Geschiebeentnahmestrecke Höhe Schiessstand max. 800 m^3, Ablagerungsstrecke aufgrund flachem Gefälle max. 1‘600 m^3, Kiesfang Hölzlibach (bei Kantonsstrasse) ca. 170 m^3				
		Transportart: mehrheitlich fluvialer Transport, murartiger Feststofftransport unterhalb grosser Geschiebesammler in seltenen Fällen (> HQ_{100} möglich)				
		Schwemmholz: kein ausgeprägtes Schwemmholzpotenzial uh grosser Geschiebesammler				

Geschiebeprozesse Seitenbäche Wattenwil

- Grosse Sammler
- Ablagerungen
- murfähig mit Auswirkung in Peri. A
- **Eintrag Perimeter A**



Geschiebemengen Seitenbäche Wattenwil

PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W4	**Mettlibach**	Geschiebepotenzial [m^3]	750	1‘800	3‘600	5‘400
alte GK (Peri. A): G_{100} = ~500 m^3		Potenzial Rutschungen in Gerinne [m^3]	0	1‘300	3‘000	5‘300
		Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]	**100**	**500**	**1‘000**	**1‘600**
		Ablagerungen: Flache Ablagerungsstrecke nach Gefällsknick unterhalb Schattenhalb (-80% Transportkapazität)				
		Transportart: mehrheitlich fluvialer Geschiebetransport, bei grösseren (> HQ_{30})Ereignissen ist mit murgangähnlichem Geschiebetransport zu rechnen (bspw. bei Aufstau durch Rutsche)				
		Schwemmholz: ausgeprägtes Schwemmholzpotenzial, grössere Schwemmholzeinträge bereits < HQ_{30} möglich.				

Geschiebemengen Seitenbäche Wattenwil

PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W5	**Spengelibach Egggraben**	Geschiebepotenzial [m^3]	200	600	1‘100	1‘700
alte GK (Peri. A): G_{100} = ~500 m^3		**Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]**	**0**	**0**	**0**	**300**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Kote 655, Volumen ca. 680 m^3.				
		Transportart: fluvialer Feststofftransport, keine murfähiges Gerinne				
		Schwemmholz: oberhalb Chüenzischwand mässiges Schwemmholzpotenzial, ab HQ_{100} ist mit erheblichem Schwemmholzeintrag zu rechnen				

Geschiebemengen Seitenbäche Wattenwil

PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W6_1	**Eybach Ryscheren**	Geschiebepotenzial [m^3]	700	1‘600	3‘200	4‘800
alte GK (Peri. A): G_{100} = ~800 m^3		**Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]**	**0**	**0**	**1‘100**	**2‘000**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Ryschere-, Tubeschwandgrabe Volumen ca. 800 m^3, überlastet ab G_{300}.				
		Transportart: fluvialer Transport, bei grösseren Ereignissen (> HQ_{30}) murfähig				
		Schwemmholz: ausgeprägtes Schwemmholzpotenzial, grössere Schwemmholzeinträge bereits < HQ_{30} möglich.				
W6_2	**Eybach Lienegg**	Geschiebepotenzial [m^3]	1‘100	2‘700	5‘400	8‘100
alte GK (Peri. A): G_{100} = ~1’500 m^3		Potenzial Rutschungen in Gerinne [m^3]	400	900	1‘800	2‘600
		Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]	**0**	**700**	**2‘400**	**4‘000**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Lienegg Volumen ca. 1‘000 m^3, überlastet ab G_{100}.				
		Transportart: fluvialer Transport, bei grösseren (> HQ_{30}) Ereignissen murfähig				
		Schwemmholz: ausgeprägtes Schwemmholzpotenzial, grössere Schwemmholzeinträge bereits < HQ_{30} möglich.				

Geschiebemengen Seitenbäche Wattenwil

PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W7	**Büelbächli Horngrabe**	Geschiebepotenzial [m^3]	300	600	1‘100	1‘300
alte GK (Peri. A): G_{100} = ~600 m^3		**Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]**	**0**	**0**	**150**	**250**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Volumen ca. 150 m^3, überlastet ab G_{300}.				
		Transportart: fluvialer Transport, nicht murfähig				
		Schwemmholz: geringe Schwemmholzeinträge, geringe Verklausungsgefahr → kein ausgeprägtes Schwemmholzpotenzial				
W8_1	**(Öligrabe), Sagi-, Stafelalp- und Gstössbächli**	Geschiebepotenzial [m^3]	100	150	300	500
		Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]	**0**	**0**	**100**	**200**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Stafelalp Volumen ca. 80 m^3, überlastet ab G_{300}.				
		Transportart: fluvialer Transport, keine Murfähigkeit				
		Schwemmholz: kein ausgeprägtes Schwemmholzpotenzial				

Geschiebemengen Seitenbäche Wattenwil

PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W8_2	**Öligrabe**	Geschiebepotenzial [m^3]	800	2‘000	4‘000	6‘100
		Potenzial Rutschungen in Gerinne [m^3]	200	500	900	2‘600
		Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]	**0**	**0**	**0**	**0**
		Ablagerungen / Sammler: Sammler Volumen ca. 1‘500 m^3. Keine Überlastung dank Sperrenverbau (guter Zustand) und langer Flachstrecke vor Sammler (Transportkapazität – 60%, Murgangablagerung).				
		Transportart: mehrheitlich fluvialer Geschiebetransport, bei grösseren Ereignissen (>HQ_{30}) ist mit murgangähnlichem Geschiebetransport resp. Murgängen zu rechnen, diese reichen aber nicht über die Flachstrecke vor dem Sammler.				
		Schwemmholz: ausgeprägtes Schwemmholzpotenzial, grössere Schwemmholzeinträge bereits < HQ_{30} möglich (nur oberhalb Geschiebesammler), unterhalb Geschiebesammler ab HQ_{100}.				

Geschiebemengen Seitenbäche Wattenwil

PQ	Bachname		G30	G100	G300	Extrem
W9	**Dornerebächli**	Geschiebepotenzial [m^3]	15	40	75	115
		Massgebende Geschiebefracht (Peri. A) [m^3]	**10**	**20**	**40**	**60**
		Ablagerungen / Sammler: Kleinsammler oberhalb Altersheim (Geschwemmsel)				
		Transportart: fluvialer Transport, nicht murfähig				
		Schwemmholz: geringe Schwemmholzeinträge, Verklausung durch Geschwemmsel bei Durchlässen wahrscheinlich.				

Seitenbäche: Schwachstellen

- Ermittlung der Schwachstellen im Rahmen der Wirkungsanalyse
- Erstellen von Schwachstellenübersichtskarten (inkl. Dokumentation)
- Generelle Grundsätze zu den Gefährdungsbilder:
  - Verklausung
    - kleinen Durchlässen (bereits ab HQ30 vollständig verklaust)
    - Brücken (Siedlungsgebiet, v.a. an Bächen mit erheblichem Schwemmholzeintrag)
  - Kapazitätsengpässe
    - Ungenügender Querschnitt für Reinwasserabfluss
    - Ablagerungen führen zu reduziertem Abflussquerschnitt
  - Ufererosion
    - v.a. auf steilen Abschnitten ohne Uferverbauungen
  - Versagen von Schutzbauwerken (Berücksichtigung bei Geschiebeszenarien)
    - Überlast Geschiebesammler: Übermurung, Übersarung, Ablagerungen im Unterlauf
    - Erosion Sperrenverbau: Gerinneerosion (meist Perimeter B) und Erhöhter Geschiebetrieb

Seitenbäche – Gefährdungspotenzial

Schwemmholzpotenzial im Zusammenhang mit Rutschungen in Gerinnenähe: Öligrabe und Ryscheregrabe

Seitenbäche – Verklausungsgefahr

Geschwemmsel (Biberdamm am Fridgraben W13)

Kleine Durchlässe (Rüdlibächli W7)

Brücke, Gefahr v.a. bei viel Schwemmholz (Eybach W6)

Seitenbäche – Bauwerke

Beispiel zweier Geschiebesammler: Ryscheregrabe und Öligrabe

Seitenbäche – Bauwerke

Kiesfang
(Dornerebächli W9)

Sandfang
(Zusammenfluss
Büelebächli W7)

Regulierbauwerk Thych
(W13)

Weiteres Vorgehen

Wassergefahren: Nächste Schritte

- Rückmeldung Szenarien, gegebenfalls Anpassung
- Wirkungsanalyse (Gefahrenbeurteilung):
  - Erstellung Höhenmodell für Gürbe und Fallbach
  - Murgang-Modellierung Gürbe Oberlauf → Definition Input / Szenarien für Gürbe unterhalb Ausschütte
  - 2D-Modellierung Gürbe ab Ausschütte (vorgängige Konsolidierung mit OIK)
  - 2D-Modellierung Fallbach
  - Hydraulische Berechnungen / Festlegung Verklausungen Seitenbäche,
- 2. Feldbegehung (Erarbeitung Intensitätskarten)
  - Verifizierung Resultate Modellierungen im Feld (Fallbach, Gürbe)
  - Gefahrenbeurteilung übrige Seitenbäche «Methode der Fliesswege
- Dokumentation: Technischer Bericht, Anhänge

Termine

Startsitzung	Sept. 2019
Grundlagenstudium (Gutachten, Ereigniskataster…)	Okt. 2019
Feldarbeit	Nov. 2019 – Jan. 2020
Erarbeitung Szenarien, Vorbesprechung mit Fachstelle	Febr. 2020
Szenarien-Sitzung mit Gemeinde und Fachstellen	März 2020
Feldarbeit	April – Mai 2020
Erarbeitung Gefahrenkartenentwurf und Vorbesprechung mit Fachstelle	Juni – Juli 2020
Entwurfssitzung mit Gemeinde und Fachstellen	Aug. 2020
Verfassen Techn. Bericht und Abgabe an Gemeinde + Fachstellen	Sept. 2020
Kontrolle GK Entwurf durch Gemeinde + Fachstelle (inkl. Rückmeldung)	Sept. – Okt. 2020
Schlusssitzung	Nov. 2020
Abgabe definitives Dossier / Endtermin	Dez. 2020

KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC
Bern | Spiez | Thun | Biel

KISSLING + ZBINDEN AG

kreativ I kompetent I effizient