



# Hochwasserschutz 2019 – Massnahmenkonzept

Wolfsbach und angrenzende Gewässer

## Technischer Bericht

---



*Bestehendes Gerinne des Wolfsbaches (links), Objektschutzmassnahmen in Balgach (rechts)*

---

*Adresse Auftraggeber*

Gemeinde Balgach  
Gemeindeverwaltung  
Turnhallestrasse 1  
9436 Balgach

*Ansprechpartner*

Silvia Troxler (Gemeindepräsidentin)

Telefon: +41 (0)58 228 80 65  
Mail: [silvia.troxler@balgach.ch](mailto:silvia.troxler@balgach.ch)

*Adresse Auftragnehmer*

Hunziker, Zarn & Partner AG  
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau  
Schachenallee 29  
5000 Aarau

*Ansprechpartner*

Andreas Niedermayr, Philippe Schenkel

Telefon: +41 (0)62 823 94 61  
Fax: +41 (0)62 823 94 66  
Mail: [info@hzp.ch](mailto:info@hzp.ch)

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Ausgangslage und Auftrag</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Grundlagen</b>   | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Schwachstellenanalyse, Risikobeurteilung und Definition des Handlungsbedarfs</b> | <b>6</b>  |
| 3.1      | Gefährdung laut der Gefahrenkarte   | 6         |
| 3.2      | Massgebende Schwachstellen  | 7         |
| 3.3      | Festlegung des Handlungsbedarfs   | 10        |
| <b>4</b> | <b>Planerische Rahmenbedingungen</b>  | <b>12</b> |
| 4.1      | Ausbauabfluss   | 12        |
| 4.2      | Freibord  | 12        |
| 4.3      | Gewässerraum  | 13        |
| 4.4      | Abgrenzung Untersuchungsbereich   | 13        |
| <b>5</b> | <b>Prüfung des Hochwasserrückhalts</b>  | <b>14</b> |
| 5.1      | Prinzip   | 14        |
| 5.2      | Hydrologische Abklärungen   | 14        |
| 5.3      | Diskussion möglicher Beckenstandorte  | 17        |
| 5.4      | Wirkung der Beckenkaskade   | 18        |
| 5.5      | Bewertung des Rückhalts   | 19        |
| <b>6</b> | <b>Prüfung Konzept Ableiten</b>   | <b>21</b> |
| 6.1      | Prinzip   | 21        |
| 6.2      | Diskussion von Möglichkeiten zur Ableitung  | 21        |
| 6.3      | Beschreibung Variante 3   | 21        |
| 6.4      | Weiterer Abklärungsbedarf   | 24        |
| 6.5      | Fazit Entlastung Variante 3   | 24        |
| <b>7</b> | <b>Prüfung Konzept Durchleiten</b>  | <b>26</b> |
| 7.1      | Prinzip   | 26        |
| 7.2      | Beschrieb Leitungersatz Variante 2  | 27        |
| 7.3      | Fazit Leitungersatz Variante 2  | 28        |
| 7.4      | Beschreibung Gerinneumlegung Variante 1   | 29        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 7.5       | Fazit zur Gerinneumlegung Variante 1                  | 31        |
| <b>8</b>  | <b>Variantenübersicht und -bewertung</b>              | <b>32</b> |
| 8.1       | Übersicht über die Varianten                          | 32        |
| 8.2       | Variantenbewertung                                    | 32        |
| 8.3       | Kostenschätzung                                       | 32        |
| 8.4       | Zusammenfassung                                       | 33        |
| 8.5       | Nutzen-Kosten-Bilanz                                  | 35        |
| <b>9</b>  | <b>Kurzstellungnahme zur Studie Bart</b>              | <b>35</b> |
| <b>10</b> | <b>Schlussfolgerung und Empfehlung</b>                | <b>36</b> |
|           | <b>Anhang 1 – Übersichtsplan Gerinneumlegung (V1)</b> | <b>37</b> |
|           | <b>Anhang 2 – Übersichtsplan Leitungersatz (V2)</b>   | <b>39</b> |
|           | <b>Anhang 3 – Übersichtsplan Entlastung (V3)</b>      | <b>41</b> |
|           | <b>Anhang 4 – Übersichtsplan Rückhalt (V4)</b>        | <b>43</b> |
|           | <b>Anhang 5 – Variantenbewertung</b>                  | <b>45</b> |



## 1 Ausgangslage und Auftrag

### *Ausgangslage*

In der Gemeinde Balgach geht vom Wolfsbach ein deutliches Hochwasserrisiko für das Siedlungsgebiet aus. In der Machbarkeitsstudie der Ingenieure Bart AG aus dem Jahr 2016 werden Lösungen für eine Verbesserung der Hochwassersicherheit aufgezeigt.

Bei der Machbarkeitsstudie von 2016 wird berücksichtigt, dass der Dorfbach, welcher derzeit in die Kanalisation eingeleitet wird, mittelfristig umgelegt werden soll und dann in den Wolfsbach mündet. Es wurden zur Verbesserung der Hochwassersicherheit vier Hauptvarianten, teils mit Untervarianten, untersucht. Die Varianten decken das Spektrum des technischen Hochwasserschutzes ab und berücksichtigen die Konzepte „Durchleiten“, „Ableiten“ und „Rückhalt“. Die Variante 4 „Hochwasserrückhalt“ wurde verworfen.

In der Machbarkeitsstudie wurde schliesslich allen drei verbleibenden Hauptvarianten bestätigt, dass sie die Hauptziele zum grossen Teil erfüllen. Allerdings sind bei allen Varianten gemäss dem Berichtverfasser noch Fragen offen, die v.a. die bautechnische Machbarkeit (Überdeckungshöhe der Leitungen, Pressvortrieb) betreffen.

### *Auftrag*

Die Hunziker, Zarn & Partner AG wurde am 27.09.2018 von der Gemeinde Balgach beauftragt, im Sinne einer Zweitmeinung die Grundlagen, Überlegungen, Szenarien und Ergebnisse zu prüfen und bei Bedarf Vorschläge für eine Optimierung oder ergänzende Abklärungen, insbesondere den Hochwasserrückhalt in Kaskaden, einzubringen.

## 2 Grundlagen

- [1] Gefahrenabklärung in den Teilgebieten Rheintal und Werdenberg, Technischer Bericht, Ingenieure Bart AG, St. Gallen, Mai 2011
- [2] Machbarkeitsstudie Wolfsbach Balgach, Technischer Bericht, Ingenieure Bart AG, St. Gallen, Oktober 2016
- [3] Machbarkeitsstudie Wolfsbach Balgach, Teilbericht Hydrologie, Ingenieure Bart AG, St. Gallen, Oktober 2016
- [4] Machbarkeitsstudie Wolfsbach Balgach, Teilbericht Szenarien, Ingenieure Bart AG, St. Gallen, Oktober 2016
- [5] Auswirkungen von Massnahmen auf die Ländereenaach, Ergänzende Studie zum Hochwasserschutz Wolfsbach, Technischer Bericht, Ingenieure Bart AG, St. Gallen, Juli 2017
- [6] Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge, Merkblatt Kanton St. Gallen, Amt für Wasser und Energie, St. Gallen, Juli 2017

### 3 Schwachstellenanalyse, Risikobeurteilung und Definition des Handlungsbedarfs

#### 3.1 Gefährdung laut der Gefahrenkarte

Die Gefahrenkartierung [1] zeigte, dass für das Gemeindegebiet von Balgach eine grossflächige Hochwassergefährdung besteht (vgl. Abb. 1). Diese geht von den folgenden Gewässern aus:

- Wolfsbach
- Länderenaach
- Widenbach
- Dorfbach Balgach
- Eberliswisbach
- Dorfaach

#### *Gefahrenstufen*

Der Grad der Gefährdung ist, gemäss den Empfehlungen des Bundes, durch die Intensität und die Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit oder Wiederkehrdauer) eines Ereignisses definiert. Die Einteilung der Intensitäten ist abhängig von der Überschwemmungstiefe (h) und der Fliessgeschwindigkeit (v) des Wassers.

Die Überflutung breitet sich insbesondere in der flachen Talebene aus und betrifft in der Fläche nahezu das ganze Siedlungsgebiet. In den Gebieten Dorf und Mühlacker ist eine mittlere Gefährdung vorhanden (blaue Fläche). In den übrigen Gebieten besteht eine geringe Gefährdung (gelbe Fläche) oder eine verbleibende Restgefährdung.

#### *Überflutungstiefen und Intensitäten*

Bei den untersuchten Hochwasserereignissen unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit (häufig = 30-jährlich, mittel = 100-jährlich und selten = 300-jährlich) sind folgende Gebiete betroffen:

#### *HQ<sub>30</sub>*

Ab einem HQ<sub>30</sub> führen Austritte am Eberliswisbach und insbesondere am Wolfsbach zu Überflutungen im Siedlungsgebiet, u.a. in die Gebiete Dorf und Mühlacker sowie im Nahbereich des Gerbewegs bis zur Kugelstrasse. Es ist eine Vielzahl an Wohn- und Gewerbegebäuden betroffen. Austritte an der Länderenaach überschwemmen hauptsächlich Landwirtschaftsflächen. Grösstenteils treten bei einem HQ<sub>30</sub> Fliesstiefen kleiner 25 cm auf. In Geländesenken können sich lokal erhöhte Fliesstiefen einstellen.

#### *HQ<sub>100</sub>*

Ab einem HQ<sub>100</sub> erfolgen auch am Dorfbach Austritte. Die davon ausgehende Gefährdung beschränkt sich dabei auf den Nahbereich weniger Strassenzüge. Durch verstärkte Austritte am Wolfsbach dehnt sich die Überflutung weiter aus und betrifft zusätzliche Gebiete. In wenigen Gebieten wird eine mittlere Intensitätsstufe erreicht.

Durch die Länderenaach nimmt die Betroffenheit zu. So erfolgt auch eine Überschwemmung des Gewerbegebiets Neugrütt, des Flurhofs und des Sportplatzes Obere Wägen.

*HQ<sub>300</sub>*

Bei einem HQ<sub>300</sub> dehnen sich die Überschwemmungsgebiete überall weiter aus, wobei jedoch nur wenige zusätzliche Gebiete davon betroffen sind. Die Fliesstiefen und Intensitäten in den betroffenen Gebieten verändern sich bei einem HQ<sub>300</sub> im Vergleich zu einem HQ<sub>100</sub> nur gering. Entlang der Länderenaach steigen die Fliesstiefen in der Fläche doch deutlich an, wobei dies auch durch Austritte am Rheintaler Binnenkanal (RBK) resultiert.

### **3.2 Massgebende Schwachstellen**

*Massgebende  
Schwachstellen*

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie Hochwasserschutz am Wolfsbach wurden die massgebenden Schwachstellen im Untersuchungsbereich im Teilbericht Szenarien [4] aufgelistet (vgl. Abb. 2):

|                  |                                    |             |
|------------------|------------------------------------|-------------|
| Dorfbach Balgach | Einlauf Eindolung Mischwasser      | Nr. 1041001 |
| Wolfsbach        | Einlauf Eindolung Gernweg          | Nr. 1043001 |
|                  | Durchlass Laurenz-Sondereggerstr.  | Nr. 1043002 |
|                  | Brücke Wanderweg                   | Nr. 1043003 |
| Eberliswisbach   | Einlauf Eindolung Weierseggstrasse | Nr. 1044003 |
| Dorfaach         | Durchlass Sinkernstrasse           | Nr. 1042002 |
|                  | Durchlass Mühlackerstrasse         | Nr. 1042004 |
|                  | Durchlass Eisenbahn-Trasse         | Nr. 1042005 |

Die Schwachstellen wurden durch uns im Rahmen einer Begehung am 07.11.2018 besichtigt. Die Aussagen aus der Machbarkeitsstudie wurden gutachterlich geprüft und als weiterhin gültig angesehen.



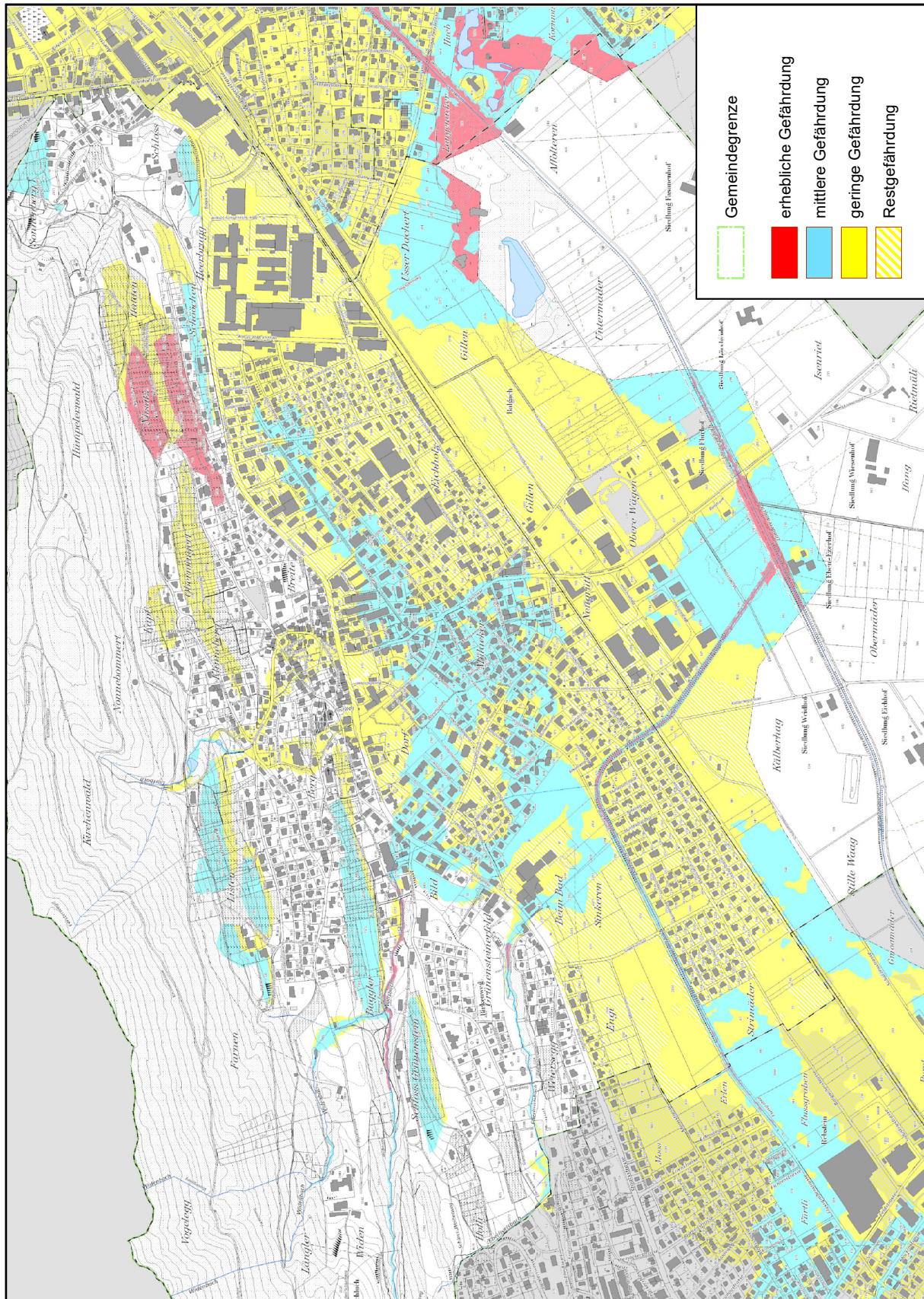


Abb. 1: Ausschnitt aus der synoptischen Gefahrenkarte [1] für das Gemeindegebiet von Balgach.



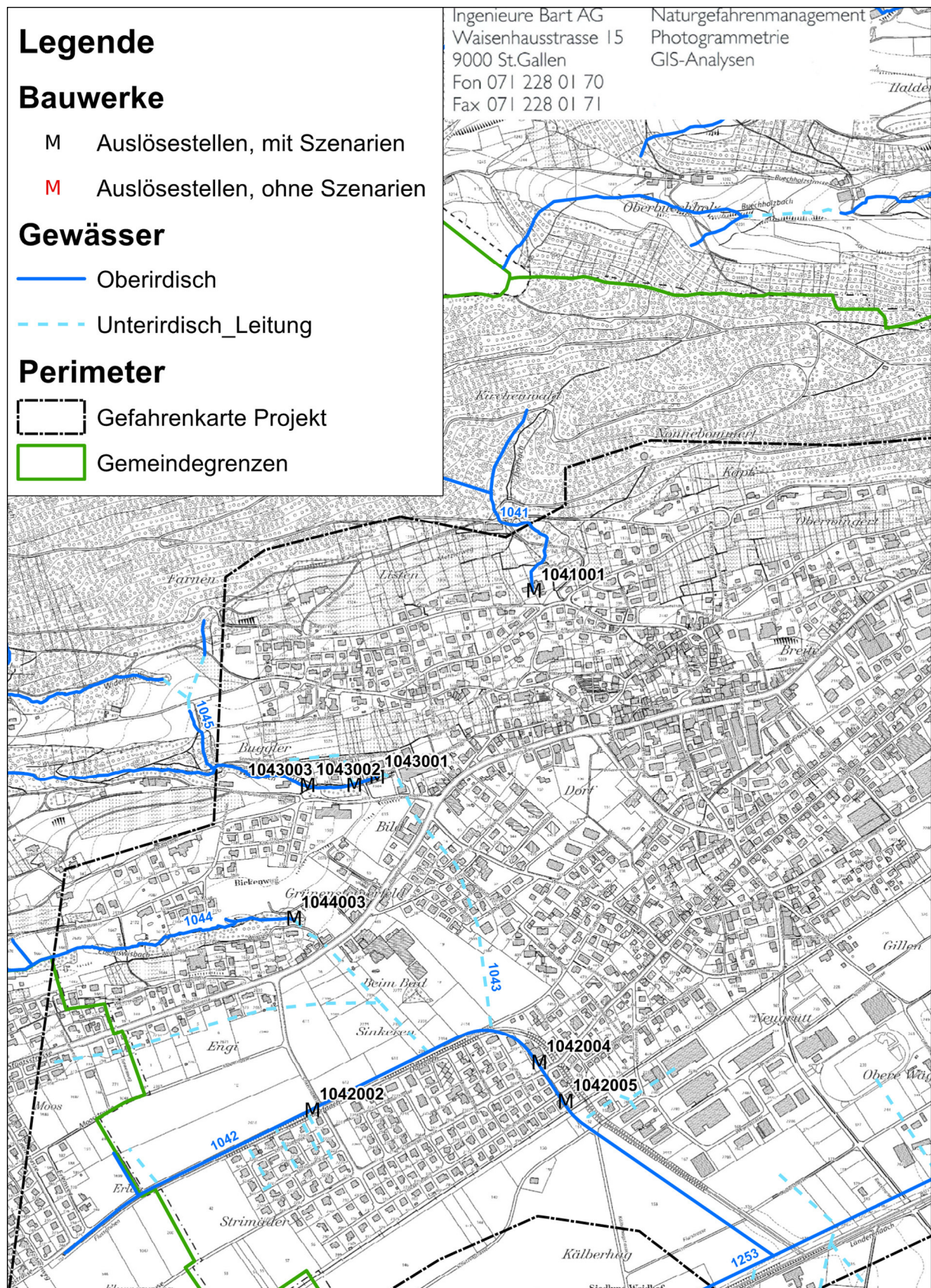


Abb. 2: Massgebende Schwachstellen im Untersuchungsperimeter (aus [4]).

### 3.3 Festlegung des Handlungsbedarfs

#### *Definition Notwendigkeit*

Bei der Abschätzung der Notwendigkeit von Hochwasserschutzmassnahmen sind generell folgende zwei Aspekte zu berücksichtigen:

1) **Vorhandenes Schutzdefizit:**

Für Gebiete, in denen gemäss der kantonalen Schutzzielmatrix ein Hochwasserschutzdefizit vorliegt, sind Massnahmen zur Behebung des Schutzdefizits vorzusehen.

2) **Risiko:**

Gefährdete Gebiete, in denen ein grosses Risiko<sup>1</sup> besteht, sind zu schützen. Dabei ist insbesondere auch zu berücksichtigen, dass das Schadenpotential bei seltenen, aber grossflächigen Überflutungen (d.h. ausserhalb des eigentlichen Schutzziels) stark zunehmen kann.

Für den Entscheid, ob und wann Massnahmen umgesetzt werden, ist auch das Verhältnis von Nutzen (verhindertes Risiko pro Jahr) und Aufwendungen (Kosten pro Jahr) zu berücksichtigen.

#### *Schutzzielmatrix*

Die kantonale Schutzzielmatrix (vgl. Tab. 1) gibt das Schutzziel vor, welches durch Hochwasserschutzmassnahmen mindestens erreicht werden soll. So wird für Siedlungsgebiete die Sicherheit vor einem hundertjährigen Hochwasser (HQ<sub>100</sub>) mit Reserve (Freibord) angestrebt. Bei einem HQ<sub>300</sub> wird nur ein begrenzter Schutz gefordert, bei dem gewisse Schäden akzeptiert werden.

Auf dem Gemeindegebiet von Balgach liegt grossflächig ein Schutzdefizit vor. Grosse Gebiete des Siedlungsgebietes mit Wohn-, Gewerbe- und Industriegebiete sind bereits durch Ausuferungen bei einem HQ<sub>30</sub> betroffen.

#### *Sonderrisiken*

Zu den Sonderrisiken gehören unter anderem der Störfallverordnung unterstellte Betriebe, Spitäler, Kunst- und Kulturzentren, Einrichtungen der Armee, grosse Industriebetriebe, etc. Laut dem kantonalen Risikokataster Industrie, Gewerbe und Transport (RK IGT) ist einzig das Areal der Polymeca AG als gefährdet eingestuft.

#### *Risiko*

Das jährliche Schadenpotential in der Gemeinde Balgach wurde abgeschätzt. Bei einem Ereignis am Wolfsbach sind Schäden in zweistelliger Millionenhöhe zu erwarten [5].

---

<sup>1</sup> Das Risiko ist das Produkt aus dem Schadenpotential bei Hochwasserereignissen und deren Eintretenswahrscheinlichkeit.



**Fazit**

**Fazit Handlungsbedarf:** Die Notwendigkeit zur Prüfung von Massnahmen ist auch aus unserer Sicht aufgrund des vorhandenen Schutzdefizits und des hohen resultierenden Risikos gegeben. In den folgenden Kapiteln werden die Möglichkeiten von Massnahmen aus den Konzepten des technischen Hochwasserschutzes, hierzu gehören der Rückhalt, das Ableiten und das Durchleiten, geprüft.

Tab. 1: Kantonale Schutzzielmatrix St. Gallen.

| Objektkategorie |  |  |   | Schutzziele<br>Wiederkehrperiode [Jahre] |                    |                          |
|-----------------|--|--|---|--|--------------------|--------------------------|
| Nr.             | Sachwerte  | Infrastrukturanlagen   | Naturwerte  | 1 30<br>(häufig)                         | 30 100<br>(selten) | 100 300<br>(sehr selten) |
| 1               | Standortgebundene Anlagen, exkl. Sonderobjekte   | Skitouren-, Bergtourenrouten (gemäss Karten SAC u.a.)  | Ödland, Naturlandschaften   | 3  | 3                  | 3                        |
| 2.1             |  | Wanderwege und Loipen von kantonalen Bedeutung, Flurwege, Leitungen von kommunaler Bedeutung   | Alpweiden   | 2  | 3                  | 3                        |
| 2.2             | Unbewohnte Gebäude (Remisen, Weidescheunen u. Ä.)  | Verkehrswege von kommunaler Bedeutung, Leitungen von kommunaler Bedeutung  | Wald mit Schutzfunktion (Waldbau B+C), landwirtschaftlich genutzter Boden | 2  | 2                  | 3                        |
| 2.3             | Zeitweise oder dauernd bewohnte Einzelgebäude und Weiler, Ställe, Schrebergärten   | Verkehrswege von kantonalen oder grosser kommunaler Bedeutung, Leitungen von nationaler Bedeutung, Bergbahnen, Zonen für Skiabfahrts- und -übungsgelände |   | 1  | 1                  | 2                        |
| 3.1             |  | Verkehrswege von nationaler oder grosser kommunaler Bedeutung, Ski- und Sessellifte  |   | 0  | 1                  | 2                        |
| 3.2             | Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industrie, Bauzonen, Campingplätze, Freizeit- und Sportanlagen sowie andere grosse Menschenansammlungen mit geringem Schutz gegen Gefahreineinwirkung | Stationen diverser Beförderungsmittel  |   | 0  | 1                  | 1                        |
| 3.3             | Sonderrisiken bezüglich besonderer Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden  | Sonderrisiken bezüglich besonderer Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden  |   | Festlegung fallweise                     |                    |                          |

|  |   |                                |     |
|--|---|--------------------------------|-----|
|  | vollständiger Schutz                          | = keine Intensität zulässig    | = 0 |
|  | Schutz vor mittleren und starken Intensitäten | = schwache Intensität zulässig | = 1 |
|  | Schutz vor starken Intensitäten               | = mittlere Intensität zulässig | = 2 |
|  | fehlender Schutz                              | = starke Intensität zulässig   | = 3 |

schwache Intensität

keine Gefährdung für Menschen im Freien; i. d. R. geringer Schadengrad bezüglich Sachschäden

mittlere Intensität

keine Gefährdung für Menschen in Gebäuden, jedoch Gefährdung im Freien; mittlerer bis hoher Schadengrad bezüglich Sachschäden

starke Intensität

Menschen sind sowohl im Freien wie auch in Gebäuden gefährdet; hoher Schadengrad bezüglich Sachschäden

## 4 Planerische Rahmenbedingungen

### 4.1 Ausbauabfluss

#### Dimensionierungs- abflüsse

Wasserbauliche Massnahmen werden i.d.R. auf das hundertjährige Hochwasser  $HQ_{100}$  mit Freibord ausgelegt, insofern dies baulich möglich ist und das vorhandene Risiko dies erfordert. Für Balgach ist ein Ausbau auf das  $HQ_{100}$  auf jeden Fall anzustreben.

Im Rahmen der vorliegenden Prüfung von Massnahmen wird das anzustrebende Schutzziel auf (mindestens) ein  $HQ_{100}$  festgesetzt. Varianten, welche dieses Schutzziel nicht erreichen, werden nicht weiterverfolgt.

Die  $HQ_{100}$ -Abflüsse am Wolfsbach wurden in der Machbarkeitsstudie von 2016 im Teilbericht Hydrologie [3] für verschiedene Standorte definiert und betragen:

Tab. 2 Hochwasserabflüsse am Wolfsbach, aus [3].

| Standort Bemessungspunkt gemäss [3] |  | Abfluss $HQ_{100}$ [ $m^3/s$ ] |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|
| 752                                 | Wolfsbach, nach Einmündung Widenbach                                 | 7.5                            |
| 749                                 | Wolfsbach, Einlauf Eindolung Gernweg                                 | 8.0                            |
| 9998                                | Wolfsbach, Sandgrueb mit Einleitung Dorfbach                         | 10                             |
| 9997                                | Wolfsbach, Mündung Dorfaach mit Einleitung Dorfbach                  | 10                             |
| 9999                                | Eberliswisbach, an der Mündung zur Dorfaach mit Entlastung Wolfsbach | 12                             |

### 4.2 Freibord

#### Definition Freibord

Bei Schutzmassnahmen berücksichtigt die Dimensionierung auch ein Freibord, mit dem u.a. die Wellenbildung und weitere Unsicherheiten erfasst werden. Zur Bestimmung des Freibords gibt es den gängigen Ansatz der KOHS (Kommission Hochwasserschutz, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband).

#### Ansatz nach KOHS

Nach dem Ansatz der KOHS setzt sich das erforderliche Freibord  $f_e$  aus verschiedenen Teil-Freiborden zusammen, welche entsprechend dem Fehlerfortpflanzungsgesetz miteinander verknüpft werden:

$$f_e = 0.3 \text{ m} \leq \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_s^2} \leq 1.5 \text{ m}$$

mit folgenden Unschärfen

$$f_w = \sigma_w = \sqrt{\sigma_s^2 + \sigma_h^2}: \text{Wasserspiegellagen (Sohlenlage und Abflusstiefe)}$$



$$f_v = \frac{u^2}{2g} : \text{Wellenbildung und Rückstau}$$

$f_s$  : Berücksichtigung von Schwemmholz (hier max. 0.3 m) bei Brücken

*Berücksichtigtes  
Freibord*

Es gelten nach der KOHS folgende Richtwerte als Mindestgrössen für das Freibord (i.d.R. gegenüber dem Abfluss beim HQ<sub>100</sub>):

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Offenes Gerinne | 0.3 m |
| Brücken         | 0.5 m |

Der Kanton St. Gallen strebt generell ein minimales Freibord von 0.5 m an [6]. Dieser Wert wird auch in der vorliegenden Arbeit übernommen. In diesem Bericht angegebene Freibordwerte dienen als Orientierungsgrössen und sind nicht verbindlich. Freibordwerte werden bei konkreten Projekten in Absprache mit den verantwortlichen Projektleitern Wasserbau des Kantons St. Gallen definiert.

#### 4.3 Gewässerraum

*Gewässerraum*

Laut der Grundlagenkarte Gewässerraum Kanton SG sind folgende Gewässerraumbreiten für die offenen Abschnitte definiert:

- Wolfsbach 11 m
- Eberliswisbach 11 – 13 m

Für die Eindolungen wurde bis anhin auf eine Gewässerraumausscheidung verzichtet.

Die oben angegebenen Werte stellen Orientierungsgrössen für die vorliegende Konzeptstudie dar. Der laut GSchG kleinste Wert für den Gewässerraum beträgt 11 m. Der Gewässerraum, insbesondere bei Offen- und Umliegungen, ist im Rahmen weiterführender Planungen zu definieren und im Rahmen des Bauprojektes auszuscheiden.

#### 4.4 Abgrenzung Untersuchungsbereich

Das nachfolgende Konzeptstudium beschränkt sich auf die Gefährdungsreduktion am Wolfsbach. Synergieeffekte, z.B. mit dem Dorfbach und dem Eberliswisbach, werden bei Möglichkeit aufgezeigt. Auf die konkrete Ausarbeitung von Massnahmen an der Dorfaach und am Dorfbach wird verzichtet.

Wir empfehlen jedoch dringend und unabhängig vom Wolfsbach, die Durchlässe und Brücken an der Dorfaach bezüglich der Hochwassersicherheit zu ertüchtigen.

## 5 Prüfung des Hochwasserrückhalts

### 5.1 Prinzip

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <i>Ziel des Rückhalts</i> | Bei Retentionsmassnahmen wird ein definiertes Gebiet im Hochwasserfall gezielt geflutet, das Wasser dort zeitlich begrenzt zurückgehalten und gedrosselt resp. zeitlich verzögert wieder in den Vorfluter abgegeben. Ziel von Retentionsmassnahmen ist die Dämpfung der Hochwasserspitze. Aus dem Rückhaltebereich wird nur soviel Wasser in den Bachunterlauf abgegeben, wie dieser abführen kann.  |
| <i>Volumen</i>            | Für den Rückhalt eignen sich idealerweise natürliche Geländekammern oder grössere Flächen, welche mit Dämmen oder Mauern bis auf eine gewünschte Kote abgegrenzt werden. Für die Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens sind nicht nur die in der Gefahrenkarte ermittelten Spitzenabflüsse von Bedeutung, sondern vor allem das anfallende Abflussvolumen, welches sich als Fülle der Ganglinie ablesen lässt.                                     |
| <i>Ganglinie</i>          | Die Ganglinie ist der zeitliche Verlauf des Abflusses. Diese hängt u.a. von der zeitlichen und räumlichen Niederschlagsverteilung und Intensität ab. Da Niederschläge in verschiedener Ausprägung auftreten können, z.B. als sehr kurze intensive Ereignisse, als mässig intensiver aber längerer Regen oder auch mit einer vorhergehenden sehr langen Nässeperiode, können die Abflussganglinien bezüglich Form, Volumen und Abflussspitzen sehr variieren. |

### 5.2 Hydrologische Abklärungen

|                        |   |
|------------------------|---|
| <i>Einzugsgebiet</i>   | Die Ganglinie eines Hochwasserereignisses ist stark von den Eigenschaften des Einzugsgebiets abhängig. Das Einzugsgebiet des Wolfsbaches ist mit rund 1 km <sup>2</sup> Fläche relativ klein, mehrheitlich bewaldet und weist eine Neigung von durchschnittlich ca. 45% auf. Die Bodeneigenschaften weisen auf einen normal durchlässigen Bodentyp hin.                                 |
| <i>NA-Modellierung</i> | Zur Bestimmung der anfallenden Abflussvolumina und möglicher Ganglinien wurde durch uns ein vereinfachtes Niederschlag-Abfluss-Modell <sup>2</sup> eingesetzt. Bei hydrologischen Betrachtungen mit Niederschlag-Abfluss-Modellen werden die Abflussreaktionen analysiert, welche sich aus einem Blockniederschlag mit einer bestimmten Zeitdauer, Intensität und Jährlichkeit ergeben. |
| <i>Resultate</i>       | Das Modell wurde soweit kalibriert, dass der maximal ermittelte Spitzenabfluss dem HQ <sub>100</sub> -Abfluss aus der Gefahrenkarte resp. den ergänzenden hyd-  |

---

<sup>2</sup> basierend auf den Verfahren der SCS-Curve Number und des Unit-Hydrograph-Ansatzes

rologischen Untersuchungen [3] entspricht. Die Modellierungsergebnisse (vgl. Abb. 3) lassen folgende Schlüsse zu:

- Die grössten Spitzenabflüsse treten bei kurzen und intensiven Ereignissen mit Dauern von ca. 40 – 70 Minuten auf.
- Mit zunehmender Niederschlagszeit nimmt sowohl die Intensität des Niederschlagsereignisses als auch die Abflussspitze ab. Im Unterschied zu den Ereignissen kurzer Dauer ergeben sich aber bei länger andauernden Niederschlägen insgesamt grössere Abflussvolumina. Bei einem hundertjährigen Niederschlagsereignis, welches 600 Minuten (also 10h) andauert, beträgt der Spitzenabfluss nur noch  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , also gerade mal  $1/3$  des maximalen  $HQ_{100}$ -Abflusses.
- Ein Hochwasserrückhaltebecken muss nur denjenigen Abflussanteil zurückhalten, welcher die Abflusskapazität im Unterlauf des Gewässers übersteigt. Je grösser die Abflusskapazität im weiteren Gewässerlauf ist, umso geringer kann das benötigte Retentionsvolumen ausfallen. Aufgrund der Kapazitäten im Unterlauf, der Zuflüsse aus dem Zwischeneinzugsgebiet und der Einleitung des Dorfbaches wurde eine Drosselabflussmenge von  $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$  berücksichtigt. Dieser Wert ist relativ klein; auch bei einem mehrstündigen Niederschlagsereignis mit eigentlich kleiner Abflussspitze muss deshalb noch Wasser zurückgehalten werden.
- Das dabei notwendige Rückhaltevolumen beträgt mindestens  $35'000$  bis  $40'000 \text{ m}^3$ . Für dieses Rückhaltevolumen sind Ereignisse mit Niederschlagsdauern von 3 bis ca. 15 h entscheidend.

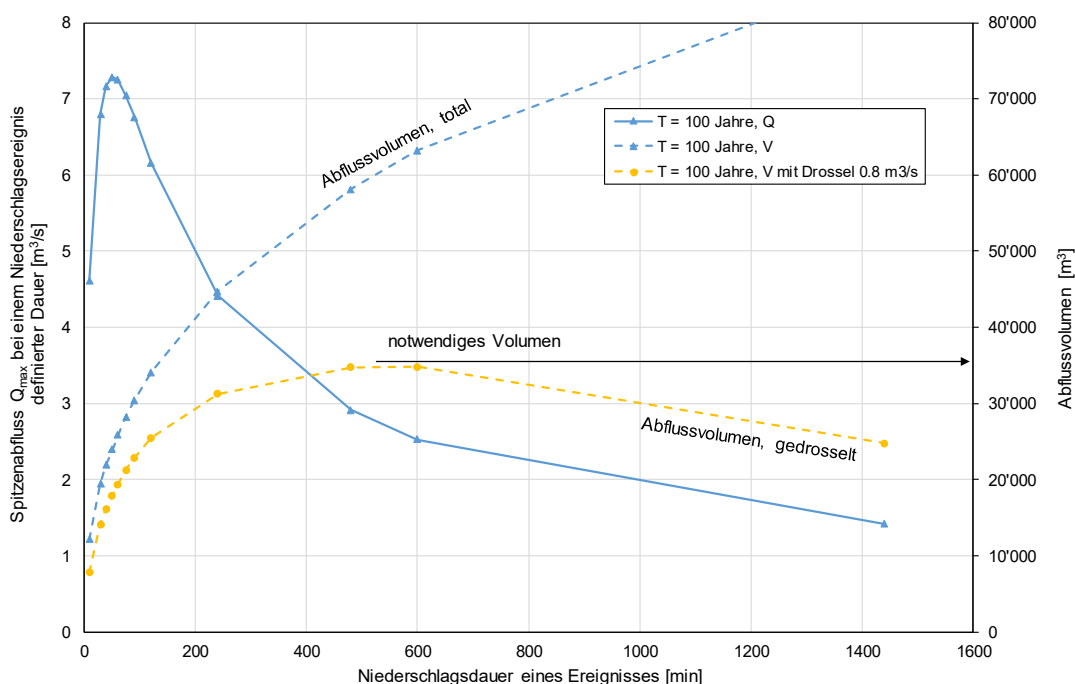


Abb. 3: Spitzenabfluss und Fülle der Ganglinie bei hundertjährigen Niederschlagsereignissen unterschiedlicher Dauer

*Weitere Rahmenbedingungen*

Das Einzugsgebiet des Wolfsbaches kann in die beiden Teileinzugsgebiete des oberen Wolfsbaches (Fläche ca. 0.58 km<sup>2</sup>) und des Widenbaches (ca. 0.41 km<sup>2</sup>) unterteilt werden (vgl. Anhang 4). Der Zusammenfluss der beiden Gewässer erfolgt erst kurz vor dem Siedlungsgebiet von Balgach, oberhalb der Laurenz-Sonderegger-Strasse. Es sind daher folgende Rahmenbedingungen zu berücksichtigen:

- Die zulässige<sup>3</sup> Drosselwassermenge von 0.8 m<sup>3</sup>/s ist relativ klein und liegt tendenziell unter dem Abfluss eines mittleren jährlichen Hochwassers (MHQ). Der Hochwasserrückhalt wird demnach mehrmals jährlich anspringen und bereits bei kleinen Ereignissen aktiv werden.
- Der Widenbach kann für sich bei Starkniederschlägen einen Abfluss führen, der 0.8 m<sup>3</sup>/s übersteigt. Der Rückhalteraum muss deshalb sowohl den Wolfs- als auch den Widenbach erfassen.
- Verschiedene Niederschlagsereignisse im Einzugsgebiet können zu Hochwasserereignissen führen, welche über der Drosselabgabe von 0.8 m<sup>3</sup>/s liegen. Das Beckenvolumen muss so gross gewählt werden, dass viele verschiedene und wahrscheinliche Szenarien abgedeckt werden. Auch grössere Vorregenereignisse sind zu berücksichtigen.
- Ein Rückhaltebecken muss daher zwingend beide Teileinzugsgebiete erfassen, um das Siedlungsgebiet von Balgach wirksam schützen zu können.
- Eigentlich wäre eine Erhöhung der Drosselabgabe sinnvoll, um die Wirksamkeit des Rückhalts steigern zu können und den Einfluss eines Vorregens abzuschwächen. Je grösser die Drosselabgabe ist, umso später und seltener muss das Becken anspringen. Die Drosselabgabe könnte aber nur erhöht werden, in dem die Bachleitung des Wolfsbachs ausgebaut wird oder auf die Einleitung des Dorfbachs verzichtet wird.

---

<sup>3</sup> Die vorgesehene Einleitung des Dorfbachs in den Wolfsbach ist bei diesem Wert berücksichtigt.

### 5.3 Diskussion möglicher Beckenstandorte

#### Charakteristik Beckenstandorte

Optimale Beckenstandorte zeigen sich durch ein grosses Rückhaltevolumen bei einer geringen Sperrenhöhe und -länge aus. Idealerweise ist das Gelände im Einstaubereich flach, so dass sich der Rückhalteraum über eine grosse Fläche erstreckt.

Am Wolfsbach liegen diese Bedingungen nicht vor. Das Einzugsgebiet ist von der steilen Topographie und den engen Kerbtälern geprägt. Das Rückhaltevolumen wird daher hauptsächlich durch ein hohes, schlankes Abschlussbauwerk (= Mauer) bereitgestellt werden müssen.

Es wurden folgende Möglichkeiten evaluiert (vgl. Anhang 4):

- Beckenstandort an der Laurenz-Sonderegger-Strasse und
- eine Kaskade im Kerbtal des Wolfsbachs, bestehend aus mehreren hintereinander liegenden Becken .

#### Becken Laurenz-Sonderegger-Strasse

Nach der Einmündung des Widenbachs in den Wolfsbach bietet das Gelände Platz für ein Becken. Bei dort maximal möglichen 8 – 10 m Stauhöhe ist ein Rückhaltevolumen von ca. 10'000 – 15'000 m<sup>3</sup> vorhanden (vgl. Abb. 4).

Der Standort an der Laurenz-Sonderegger-Strasse erfüllt die Bedingung, dass auch der Widenbach erfasst wird. Es kann damit aus beiden Einzugsgebieten Wasser zurückhalten werden. Das Volumen reicht jedoch bei weitem nicht aus, um Hochwasserabflüsse aus dem ganzen Einzugsgebiet mit Sicherheit auf 0.8 m<sup>3</sup>/s zu dämpfen.

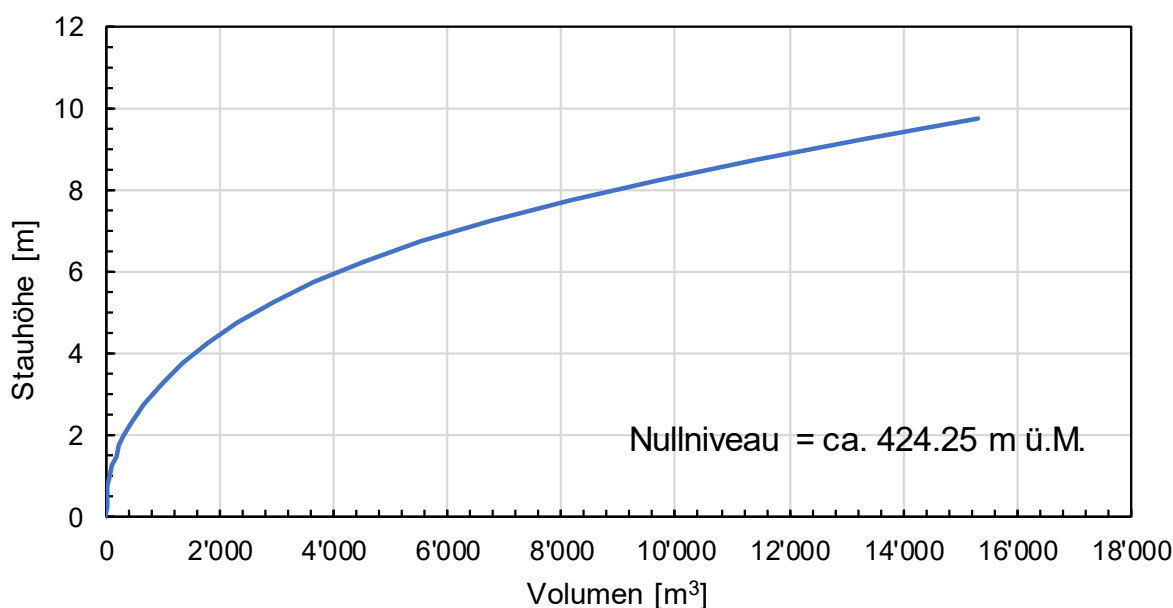


Abb. 4: Beckeninhaltskurve für den Standort Laurenz-Sonderegger-Strasse.

*Beckenkaskade  
Wolfsbach*

Ergänzend muss daher am Wolfsbach weiterer Rückhalteraum bereitgestellt werden. Im engen Kerbtal des Wolfsbachs ergibt sich jedoch nur ein beschränktes Rückhaltevolumen (vgl. Abb. 5).

Statt eines weiteren Beckens wären also in Ergänzung zum Standort Laurenz-Sonderegger-Strasse mehrere zusätzliche Einzelbecken erforderlich. Um das rechnerisch notwendige Rückhaltevolumen bereitzustellen, sind mindestens vier zusätzliche Becken mit je 8 bis 10 m Höhe erforderlich, welche in einer Kaskade hintereinander liegen.

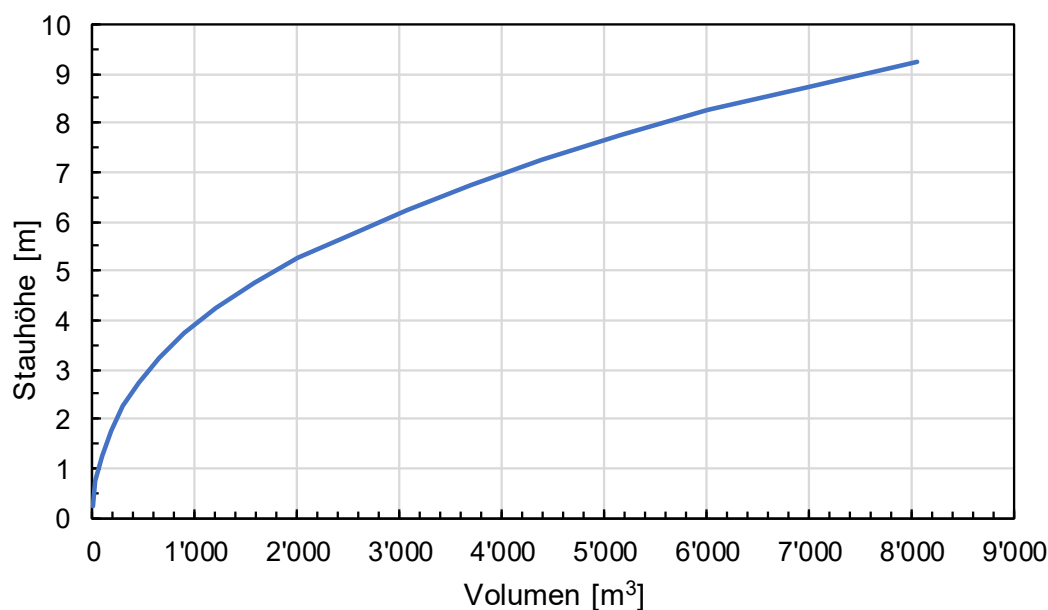


Abb. 5: Beispiel der Inhaltskurve eines Beckens einer möglichen Kaskade.

#### 5.4 Wirkung der Beckenkaskade

Bei einer Beckenkaskade teilt sich das Rückhaltevolumen auf mehrere, in Reihe hintereinander liegende, Becken auf.

Am Widenbach kann aufgrund der Topographie kein eigener Rückhalteraum erstellt werden. In das unterste Becken der Kaskade gelangt also immer der Gesamtabfluss vom Widenbach. Da das unterste Becken ein beschränktes Volumen hat, welches höchstens für die Dämpfung der Abflussspitzen des Widenbachs ausreicht, müssen die davor liegenden Becken die Abflussdrosselung des Wolfsbachs übernehmen.

Im Normalfall werden die Becken ohne Stau durchflossen. Jedes Becken definiert über eine feste Einstellung, wieviel Abfluss ins anschliessende Becken abgegeben wird und bei welchem Abfluss der dortige Rückhalt beginnt.

Bei ansteigender Hochwasserganglinie werdend zunächst die beiden untersten Becken (an der Laurenz-Sonderegger-Strasse) mit dem Rückhalt begin-

nen. Bei weiter steigenden Abflüssen wird dann das drittunterste Becken sich langsam einstauen. Als nächstes folgt das viertunterste Becken usw.

Das in Fliessrichtung erste Becken ist erst für die Drosselung der grössten Zuflüsse zuständig. Es wird als letztes gefüllt und als erstes wieder entleert.

Eigentlich wäre es sinnvoll, das Kaskadensystem mit einer Steuerung auszustatten. Die Beckenabgabe könnte dann situationsgerecht angepasst und das vorhandene Volumen im Ereignisfall optimal genutzt werden. In der Praxis wird dies aber vermutlich nicht funktionieren, da u.a. verlässliche Vorhersagen über die zeitliche Entwicklung der tatsächlichen Zuflussganglinie fehlen. Die Einstellungen an allen Becken müssen deshalb vorgängig definiert werden.

Da bei einer Beckenkaskade an mehreren Stellen Drosselemente eingestellt werden müssen, ist in der Summe von einer gewissen Ungenauigkeit bezüglich der Rückhaltewirkung auszugehen. Auch die mögliche Bandbreite an Zuflussganglinien kann dazu beitragen, dass schlussendlich bei einer Kaskade insgesamt mehr Rückhalteraum als nur bei einem einzelnen grossen Becken benötigt wird. Eine entsprechende Reserve bei der Bereitstellung des Retentionsvolumens ist deshalb vorzusehen. Das zuvor genannte theoretisch Rückhaltevolumen von 35'000 bis 40'000 m<sup>3</sup> wäre deshalb im Zuge weiterer Planungen zu erhöhen.

Die Entleerung der Kaskade dauert eine gewisse Zeitspanne. Treten zwei Niederschlagsereignisse kurz hintereinander auf, so kann es sein, dass das zweite Ereignis auf einzelne, noch fast vollständig gefüllte Becken trifft.

## **5.5 Bewertung des Rückhalts**

### *Schutzwirkung*

Die Standortanalyse hat gezeigt, dass das rechnerisch notwendige Rückhaltevolumen durch die Anordnung von fünf Becken theoretisch nur knapp bereitgestellt werden kann.

### *Stauanlagenverordnung*

Die einzelnen Sperrenbauwerke sind mit Höhen von jeweils mindestens 8 bis 10 m sehr gross. Von den Anlagen geht aufgrund der Nähe zum Siedlungsgebiet im Fall eines plötzlichen Sperrenbruchs eine wesentliche Gefährdung aus. Eine Unterstellung der Beckenkaskade unter die Stauanlagenverordnung kann u.E. nicht ausgeschlossen werden. Dies hätte hohe Auflagen an die bauliche und betriebliche Ausbildung der Staubecken zur Folge.

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <i>Landschaftseingriff</i> | Die hohen Staumauern werden das heutige Landschaftsbild im sensiblen Naturraum deutlich beeinträchtigen und eine Umlegung der vorhandenen bachnahen Wanderwege erfordern.  |
| <i>Unterhalt</i>           | Der Unterhalt der Becken wird aufgrund der schlechten Zugänglichkeit erschwert sein.   |
| <i>Herausforderungen</i>   | Die Becken mit den Abschlussbauwerken sind eine bautechnisch aufwendige Lösung. Die Standorte sind teils nur schwer zugänglich, wodurch im Bau ein erhöhter Aufwand entsteht. Die zu erwartenden Auswirkungen auf die Geologie (Infiltration, Hang- und Baugrundstabilität) erfordern umfangreiche Abklärungen.  |
| <i>Fazit</i>               | <b>Fazit zum Rückhalt:</b> Die aufwändigen baulichen Eingriffe und die Unsicherheiten bei der tatsächlichen Rückhaltewirkung sprechen gegen den Hochwasserrückhalt. Das gewünschte Schutzziel, d.h. die Vermeidung von Überflutungen im Siedlungsgebiet bis zu einem hundertjährlichen Hochwasser, kann nicht mit Sicherheit gewährleistet werden. <b>Das Konzept Rückhalt wird deshalb verworfen.</b> |



## 6 Prüfung Konzept Ableiten

### 6.1 Prinzip

#### *Ziel Ableiten*

Massnahmen mittels Ableitung haben zum Ziel, eine Überflutung kontrolliert an sensiblen Gebieten bzw. Objekten vorbeizuleiten und weiter stromabwärts in einen grösseren Vorfluter zu führen. Dazu können Entlastungsgerinne oder -stollen erstellt werden, welche erst bei Hochwasser beaufschlagt werden. Zur Abflusstrennung ist ein Trennbauwerk vorzusehen, welches den Abfluss im bestehenden Gerinne dämpft und in die Entlastung ableitet.

Bei der Dimensionierung einer Entlastung ist die ankommende Hochwasserspitze, die Drosselabgabe in den Unterlauf und die Trenncharakteristik entscheidend. Dem Überlastfall ist auch hier Rechnung zu tragen, da der Unterlauf nicht ausgebaut wird.

### 6.2 Diskussion von Möglichkeiten zur Ableitung

#### *Ausleitung und Anschluss Vorfluter*

Wir haben geprüft, an welchen Stellen ausgeleitet werden und in welche Vorfluter die Ableitung einmünden kann. Wir sehen einzig die folgende Möglichkeit vor (vgl. Anhang 3):

- Trennbauwerk oberhalb der Laurenz-Sonderegger-Strasse
- Entlastungsstollen mit Anschluss an den Eberliswisbach (verschiedene Linienführungen möglich)
- Offenlegung Eberliswisbach mit Anschluss Dorfaach

#### *Dimensionierungsabflüsse*

Die Auslegung der Hochwasserentlastung ist gemäss dem Bemessungspunkt 752 in [3] auf einen Spitzenabfluss von  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$  vorzusehen. Die im Bach verbleibende, gedrosselte Wassermenge soll  $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$  nicht überschreiten. Der Entlastungsstollen ist demnach auf eine Abflussmenge von ca.  $7 \text{ m}^3/\text{s}$  zu dimensionieren.

Die anschliessende Offenlegung des Eberliswisbach wird auf einen Gesamtabfluss von  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  ausgelegt (Bemessungspunkt 9999 in [3]).

### 6.3 Beschreibung Variante 3<sup>4</sup>

#### *Trennbauwerk mit Schwemmholz-sammler*

Für eine wirksame Abflusstrennung ist oberhalb der Laurenz-Sonderegger-Strasse ein robustes Trennbauwerk bereitzustellen. Vorgelagert soll ein Schwemmholz- und Geschieberückhalt vorgesehen werden, um die Verkläusunganfälligkeit des Trennbauwerks zu reduzieren und damit die Funkti-

---

<sup>4</sup> Die Variantenummerierung orientiert sich an der Studie Bart [2]

onsfähigkeit zu gewährleisten. Als Beispiel kann das Entlastungsbauwerk am Würzenbach in der Stadt Luzern zugezogen werden. Dort wurde kürzlich ein robuster Schwemmholtzrechen angeordnet (vgl. Abb. 6). Das nachfolgende Trennbauwerk (vgl. Beispiel in Abb. 7) dient dazu, den Abfluss im Ereignisfall in den Unterlauf zu drosseln und dem Stollen zuzuführen. Bei Niedrigwasser wird nur das bestehende Hauptgerinne beaufschlagt.



Abb. 6: Beispiel Schwemmholtzrechen am Würzenbach, Stadt Luzern. Vor Massnahmen (links, 2015), nach Massnahmen (rechts, 2017), Fotos: HZP.



Abb. 7: Beispiel Trennbauwerk am Würzenbach, Stadt Luzern. Links: Der Entlastungsstollen wird durch einen Rechen abgeschlossen, rechts (gegen Fliessrichtung): bei Niedrigwasser wird nur das Hauptgerinne beaufschlagt. Fotos: HZP.

#### *Entlastungsstollen*

Der Stollen weist einen Mindestdurchmesser NW 1800 auf. Die Länge beträgt je nach Linienführung zwischen 230 und 270 m. Aufgrund der Länge und der Überdeckung im Schlosshügel bietet sich die Umsetzung im grabenlosen Verfahren<sup>5</sup> mit Microtunneling an. Der Anschluss an den Eberliswischbach ist mittels Sicherungsmassnahmen zu verstärken.

<sup>5</sup> Diese Verfahren sind erst ab einer Länge von 100 m wirtschaftlich.

Es sind folgende Linienführungen möglich (vgl. Anhang 3):

- Direkte Linienführung V3a:  
Der Stollen wird direkt zum Erberliswisbach geführt. Dies verkürzt die Rohrlänge. Im Mittelabschnitt werden zahlreiche Privatparzellen unterquert. Im untersten Abschnitt ist der Stollen aufgrund der geringen Überdeckung offenzulegen.
- Linienführung in Föhrenstrasse V3b:  
Der Stollen wird mehrheitlich in der Föhrenstrasse geführt. Dadurch wird weniger Privatgrund beansprucht, im Gegenzug nimmt die Stollenlänge zu.

#### Offenlegung Eberliswisbach

Der Eberliswisbach ist bis zur Dorfaach auf einer Länge von ca. 370 m auszubauen. Die Offenlegung umfasst ca. 310 m. Der neue Bach soll ab der Hauptstrasse als Wiesenbach ausgestaltet werden (vgl. Normalprofil in Abb. 8), oberhalb sind aufgrund des erhöhten Gefälles noch verschiedene Sohl- und Böschungssicherungen vorzusehen.

Der ursprünglich vorgesehene Gewässerraum von 11 m (eingedolter Abschnitt) ist aufgrund der vorzusehenden Sohlenbreite von mehr als 2 m vermutlich zu erhöhen. Die Gerinnebreite beträgt knapp 10 m.

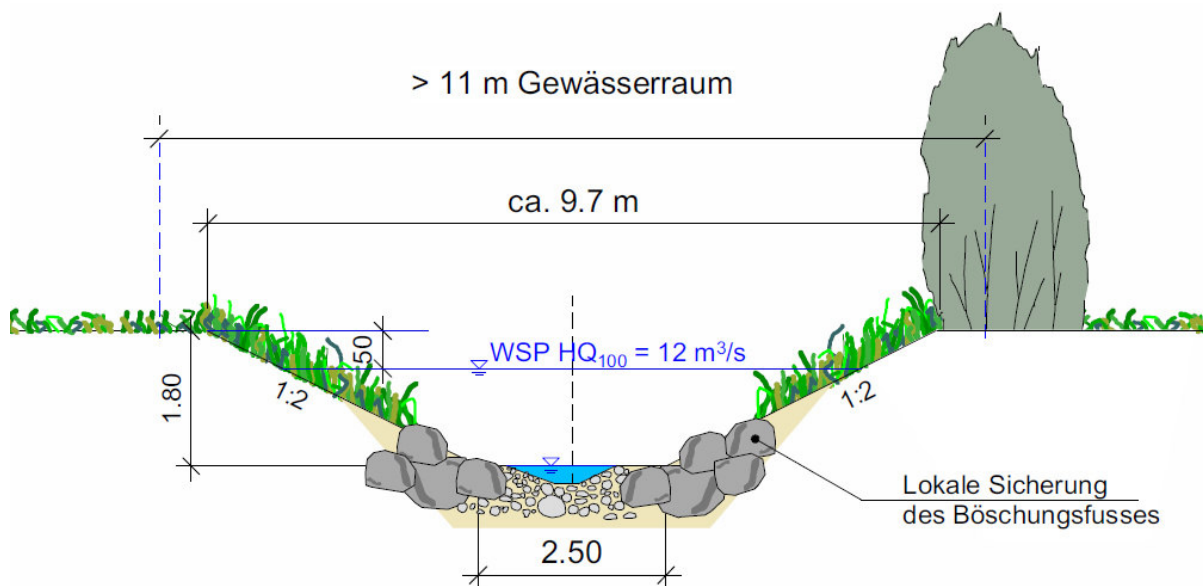


Abb. 8: Beispiel Normalprofil Offenlegung Eberliswisbach.

Bei der Um- und Offenlegung des Eberliswisbaches sind verschiedene Werkleitungen zu queren. Unter anderem sind Freispiegelleitungen in der Hauptstrasse und im Abschnitt ab der Hauptstrasse bis zur Dorfaach vorhanden. Diese sind bei der Wahl der Linienführung zu berücksichtigen und bei Bedarf anzupassen.

*Einleitung Dorfbach*

Der Dorfbach kann in die bestehende Bachleitung des Wolfsbaches angeschlossen werden. Die Bachleitung des Wolfsbaches bleibt dadurch, mit den baurechtlichen Einschränkungen wie Gewässerraum und Abstandslinien, bestehen.

#### **6.4 Weiterer Abklärungsbedarf**

*Weitere Abklärungen  
Stollen*

Durch uns wurden Abklärungen und Anfragen bei verschiedenen Planern und Baufirmen vorgenommen, welche über Erfahrung im grabenlosen Rohrbau verfügen. Für die Projektierung und Umsetzung des Entlastungsstollens sind u.a. folgende Abklärungen vorgängig noch vorzusehen:

- Geologische Analyse des Baugrundes
- bodenmechanische Kennwerte
- Grundwasserverhältnisse
- Schichtverlauf
- Findlinge
- Linienführung des Stollens mit Krümmungsradien und Überdeckung
- Installationsmöglichkeiten / Bauplatz

Diese Punkte beeinflussen das grabenlose Verfahren und sind daher massgebend, ob die Realisierung eines Entlastungsstollens überhaupt erfolgreich sein kann. Eine Kostenschätzung ohne detaillierte geologische Abklärungen ist daher auch mit Vorsicht zu geniessen. Die vorliegende Variante ist prinzipiell machbar, bietet aber ein gewisses Risiko bautechnischer Art.

#### **6.5 Fazit Entlastung Variante 3**

*Schutzwirkung*

Durch die Anordnung einer Entlastung kann das Hochwasser am Wolfsbach aus dem Siedlungsraum abgeleitet werden. Das Trennbauwerk muss sicher und robust ausgeführt werden, so dass auch bei Hochwasser mit Schwemmholz und Geschiebetransport eine kontrollierte Ausleitung stattfinden kann. Falls die Ausleitung nicht ausreichend funktioniert, wäre das Siedlungsgebiet wie bisher betroffen.

Durch den notwendigen Ausbau resp. Offenlegung des Eberliswibaches wird dadurch gleichzeitig das dort vorhandene Schutzdefizit behoben. Das Gesamtrisiko nimmt dadurch weiter ab.

*Weitere Vorteile*

An eine Entlastung werden nicht dieselben Anforderungen gestellt, wie an einen Gewässerlauf<sup>6</sup>. Die Anordnung einer überdeckten Entlastungsleitung im Sinne des Hochwasserschutzes ist möglich und stellt keinen Konfliktpunkt mit den gesetzlichen Grundlagen (Verbot der Überdeckung/Eindolung von Gewässern) dar.

Mit der Offenlegung des Eberliswisbaches entsteht dort ein ökologischer Mehrwert. Zudem wird die Situation durch die Aufhebung der Bachleitung bezüglich Gewässerraum, Abstandslinien etc. bereinigt.

Es liegen nur wenige Konflikte mit Werkleitungen vor, so nur bei der Querung der Hauptstrasse und im Gebiet «Beim Bad».

*Herausforderungen*

Eine Herausforderung wird die Eruierung der Linienführung für das grabenlose Verfahren sein. Einsprachen durch Private sind zu erwarten.

*Fazit*

**Fazit Entlastung:** Durch die Anordnung einer Entlastung kann die gewünschte Schutzwirkung erreicht werden. Die Entlastungsvariante stellt eine einfache Lösung dar, Konflikten mit Werkleitungen im Siedlungskern zu entgehen. Umfangreiche Abklärungen, vor allem zum grabenlosen Verfahren, sind jedoch notwendig. Es entstehen dadurch Unsicherheiten bezüglich der zu erwartenden Kosten und des Zeitplans der Realisierung.

---

<sup>6</sup> Gemäss Art. 4 WBG resp. Art. 37 GSchG muss bei Eingriffen in das Gewässer dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden.

## 7 Prüfung Konzept Durchleiten

### 7.1 Prinzip

#### *Ziel Durchleiten*

Durch den Ausbau des bestehenden Gerinnes oder der Anlegung eines neuen Gerinnes wird die ungenügende Abflusskapazität gesteigert und das schadlose Durchleiten eines Hochwassers ermöglicht.

Für die Dimensionierung des Gewässerprofils ist die anfallende Hochwasserspitze von Bedeutung. Prozesse wie Verklausungen durch Schwemmholtz oder Auflandungen durch Geschiebe sind im Rahmen der Freibordwahl zu berücksichtigen.

Ursprünglich führte das Gerinne des Wolfsbaches offen der heutigen Wiesenstrasse entlang in südöstlicher Richtung. Dies war bis in die 1950er Jahren unverändert (vgl. Abb. 9). Danach erfolgte ab der Bugglerstrasse die Eindolung des Bachlaufes und der Anschluss der Leitung an den ebenfalls neu erstellten Kanal der Dorfaach. Das Konzept Durchleiten bietet daher noch die beiden folgenden Möglichkeiten:

- **Ausbau des bestehenden Gerinnes resp. Leitung:**

Die bestehende Leitung weist durchgehend eine ungenügende Abflusskapazität auf. Wird daher an der bestehenden Linienführung festgehalten, ist ein Neubau der Leitung mit deutlich grösserem Durchmesser notwendig.

- **Umlegung resp. Neuanlegung des Gerinnes:**

In Balgach hat seit ca. 15 Jahren die Bautätigkeit stark zugenommen, wodurch die Möglichkeiten zur Gerinneum- und -offenlegung aufgrund der fehlenden Platzverhältnisse und Einschränkungen durch Werkleitungen etc. stark abgenommen hat. Eine Um- und Offenlegung ist jedoch weiterhin möglich. Die Zunahme an zu berücksichtigenden Rahmenbedingungen zeigt sich in einem erhöhten baulichen und planerischen Aufwand.



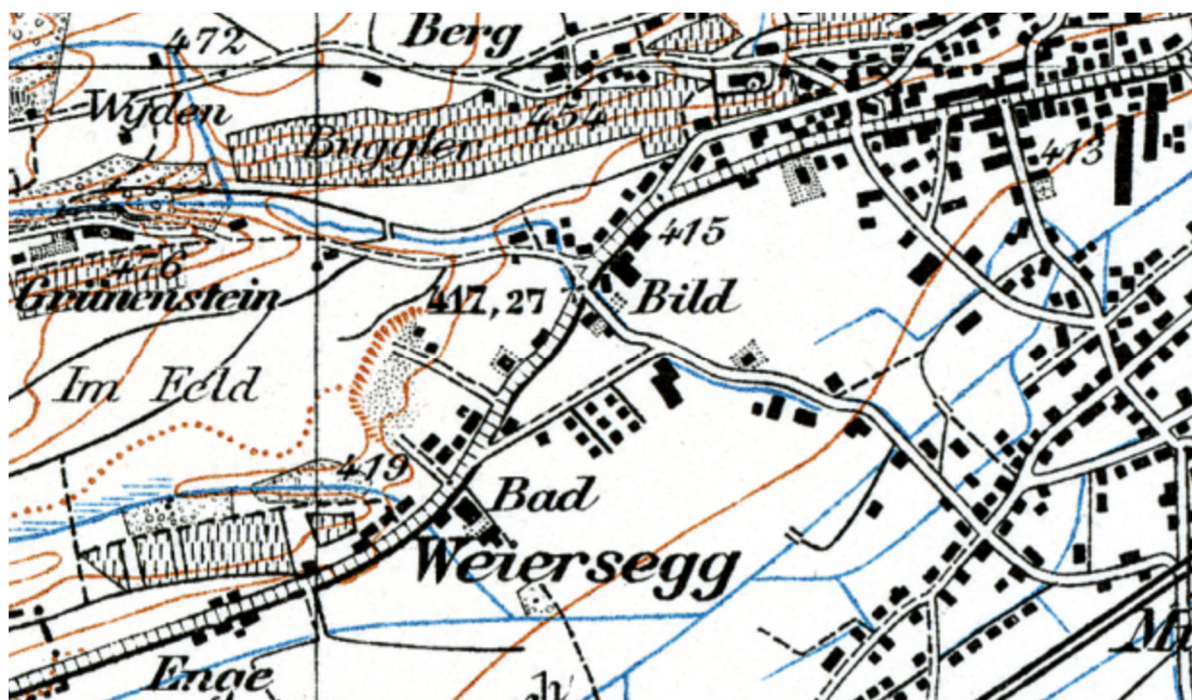


Abb. 9: Ausschnitt Landeskarte, ca. 1950 Quelle: Swisstopo

## 7.2 Beschrieb Leitungsersatz Variante 2

Dem Anhang 2 ist ein Übersichtsplan mit den vorzusehenden Elementen für den Leitungsersatz zu entnehmen.

### *Schwemmholz- und Geschiebesammler*

Oberhalb des heutigen Einlaufbauwerks, z.B. an der Laurenz-Sonderegger-Strasse, soll ein Schwemmholz- und Geschieberückhalt vorgesehen werden. Somit kann die Verklauungsanfälligkeit der nachfolgenden Durchlässe und Einlaufbauwerke reduziert und damit die Funktionsfähigkeit gewährleistet werden (vgl. Beispiel in Kapitel 6.3).

### *Leitungsersatz*

Die bestehende Leitung wird analog der bestehenden Linienführung ersetzt. Die Leitung soll als Rechteckkanal H 2000 / B 2500 und aufgrund der geringen Überdeckungen im konventionellen Grabenbau ausgeführt werden. Die Länge der neuen Eindolung beträgt ca. 350 m. Die Querung von verschiedenen Werkleitungen und der Platzbedarf in der Haupt- und Wiesenstrasse stellen die Hauptherausforderungen bei der Ausarbeitung der Linienführung dar.

### *Offenlegung*

Ab der Alpsteinstrasse bis zur Dorfaach ist eine Offenlegung auf einer Länge von ca. 200 m möglich und aufgrund der flachen Terrainverhältnisse mit der resultierenden geringen Überdeckung auch notwendig.

*Flankierende Massnahmen*

Der Rückstau der Dorfaach am Durchlass Mühllackerstrasse führt zu einer Überflutung der angrenzenden Parzellen. Daher ist seitlich an die Offenlegung resp. entlang der Parzelle 19 zusätzlich zur Offenlegung ein Damm<sup>7</sup> anzuordnen, um die Überflutung zu verhindern. Der Damm wird auf einer Länge von ca. 500 m benötigt.

### 7.3 Fazit Leitungersatz Variante 2

*Schutzwirkung*

Durch den Leitungersatz kann die Hochwassersicherheit für Balgach verbessert werden. Der Betriebssicherheit ist auch bei dieser Variante Rechnung zu tragen, da bei einer Verklausung des Einlaufbauwerks das Siedlungsgebiet weiterhin, nahezu in der gleichen Intensität wie bisher, betroffen sein wird. Der vorgelagerte Schwemmholtzrechen ist daher zwingend vorzusehen.

*Weitere Vorteile*

Bei einem Leitungersatz muss im untersten Abschnitt ab der Alpsteinstrasse auf eine Eindolung verzichtet werden. Es ist also auch bei dieser Variante eine naturnahe Gestaltung zumindest auf kurzer Strecke möglich.

*Herausforderungen*

Ein Ersatz der Bachleitung wäre gemäss Art. 38 GSchG nur möglich, falls keine alternativen Lösungsmöglichkeiten vorhanden sind. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für einen Leitungersatz sind daher vorzeitig abzuklären. Diese Variante wäre also aus gesetzlicher Sicht nur dann bewilligungsfähig, wenn andere Varianten nachweislich nicht machbar sind.

Die gesetzlichen resp. baurechtlichen Konsequenzen und Einschränkungen wie der Gewässerraum und weitere Abstandslinien bleiben bestehen. Davon sind verschiedene private Eigentümer betroffen, da keine eigene Bachparzelle ausgeschieden wurde.

Ein Leitungersatz auf grosser Länge ist mit hohen baulichen Kosten bei einer beschränkten Lebensdauer verbunden. Die Wasserhaltung während der Bauzeit ist zudem aufwendig. Bei einer späteren Anpassung der Leitung werden die gleichen Problemstellungen wie heute auftreten.

Eine Einleitung des Eberliswisbach ist auch zu einem späteren Zeitpunkt nicht möglich. Die Massnahmen sind daher unabhängig voneinander vorzusehen, wodurch Synergieeffekte wegfallen. Der Dorfbach kann jedoch wie in der Planung vorgesehen in die neue Bachleitung eingeleitet werden.

---

<sup>7</sup> Dammkote = 406.30 m ü.M (gemäss [2])



*Fazit*

**Fazit Leitungersatz:** Die Hochwassersicherheit kann durch den Leitungersatz verbessert werden. Rechtliche Rahmenbedingungen müssen vor der Weiterbearbeitung eindeutig geklärt werden. Unseres Erachtens bietet die Variante bei sehr hohen Kosten keinen Mehrwert über eine verbesserte Schutzwirkung hinaus.

#### 7.4 Beschreibung Gerinneumlegung Variante 1

Unseres Erachtens ist die folgende Variante der Um- und Offenlegung (vgl. Anhang 1) zielführend:

- Neues Einlaufbauwerk an der Bugglerstrasse
- Eindolung bis Grünensteinstrasse
- Offenes Gerinne entlang «Sandgrueb», mit Anschluss Dorfbach
- Eindolung ab Parzelle 59 via Haupstrasse zur Bildstrasse
- Offenes Gerinne entlang Parzelle 19 mit Anschluss Dorfaach
- (Anschluss Eberliswisbach möglich)

Diese Linienführung entspricht der Variante 1 aus der Studie Bart [2]. Andere Linienführungen beinhalten länger eingedolte Abschnitte oder weisen zahlreiche Konflikte mit Werkleitungen auf. Zur Umsetzung der Variante sind folgende Elemente erforderlich:

*Schwemmholz- und  
Geschiebesammler*

Auch bei der Gerinneumlegung ist ein Schwemmholz- und Geschieberückhalt vorzusehen, um die Verklausungsanfälligkeit der nachfolgenden Durchlässe und Einlaufbauwerke zu reduzieren und damit die Betriebssicherheit zu gewährleisten (vgl. Beispiel in Kapitel 6.3).

*Einlaufbauwerk und  
Rechteckkanal*

Das bisherige Einlaufbauwerk wird durch einen neuen Einlauf mit Einlaufrechen ersetzt, an der nachfolgend der Rechteckkanal mit H 2000 / B 2000 anschliesst.

*Offenlegung Sand-  
grueb*

Ab der Grünensteinstrasse wird der Bach in der Sandgrueb oberflächennah als Wiesenbach geführt (vgl. Beispielfoto und Normalprofil in Abb. 10). Lokale Sicherungsmassnahmen sind an der Sohle resp. der Böschung vorzusehen. Die spätere Nutzung der Parzelle 615, momentan in einer Zone für öffentliche Bauten und Anlagen, ist bei der Gestaltung und Wahl der Bachsohlenlage zu berücksichtigen.

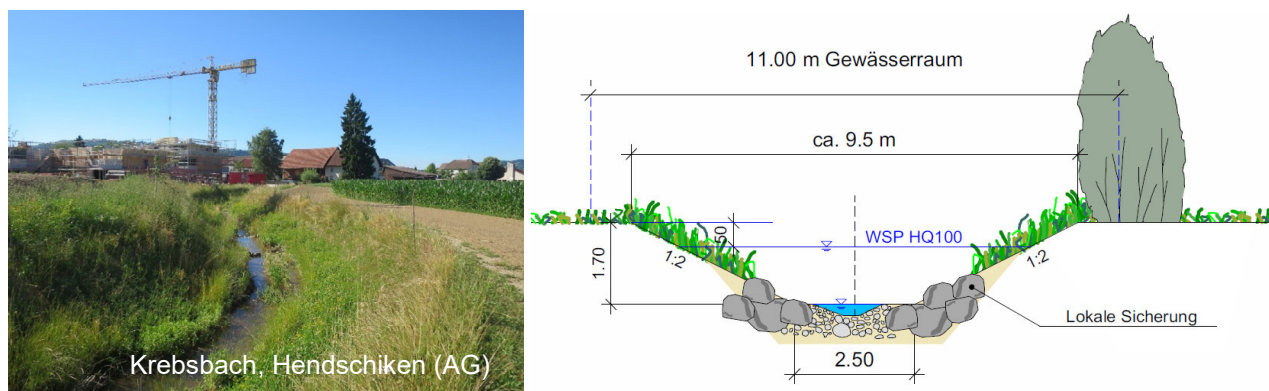


Abb. 10: Beispielfoto und mögliches Normalprofil Offenlegung Wolfsbach im Bereich Sandgrueb und entlang der Parzelle 19.

#### *Einleitung Dorfbach*

Die Einleitung des Dorfbaches erfolgt in das offen geführte Gerinne in der Sandgrueb. Die Höhenlage der vorzusehenden Leitung ist dabei mit der Sohlenlage des Gerinnes abzustimmen.

#### *Einlaufbauwerk und Rechteckkanal*

Die Parzelle 57, die Hauptstrasse und die Parzelle 2667 müssen aufgrund von zahlreich vorhandenen Werkleitungen in der Hauptstrasse sowie bestehenden Einbauten untertags mit einer grossen Überdeckung unterquert werden. Dazu ist der Höhenunterschied aus der Sandgrueb in die nachfolgende Leitung mit einem Einlauf- und Absturzbauwerk vorzusehen. Der nachfolgende Rechteckkanal weist Mindestabmessungen von H 2000 / B 2500 auf und reicht bis nach der Bildstrasse.

#### *Offenlegung auf der Parzelle 19*

Ab Höhe der Bildstrasse bis zur Mündung in die Dorfaach erfolgt wiederum eine Offenlegung als Wiesenbach (vgl. Abb. 10). Hier sind nur noch vereinzelte, lokale Sicherungsmassnahmen notwendig, wodurch eine gefällige Gestaltung und Einbindung des Baches in die bestehende Landschaft vorgesehen werden kann.

#### *Anschluss Eberliswibach*

Der Eberliswibach kann bei dieser Linienführung des Wolfsbachs eingeleitet werden. Dazu sind der bestehende Einlauf und die nachfolgende Rohrleitung am Eberliswibach aufzuheben und durch ein offenes Gerinne zu ersetzen.

Die Bachquerung der Hauptstrasse muss tief liegen, um vorhandene Werkleitungen passieren zu können. Auf der Parzelle 19 kann der Anschluss des Eberliswibaches an das offene Gerinne des Wolfsbachs vorgesehen werden. Die dadurch erhöhten Abflüsse sind bei der Dimensionierung des offenen Gerinnes zu berücksichtigen.

Anmerkung zur Dimensionierung: Mit Anschluss des Eberliswibach muss das Gerinne nach dem Zusammenschluss auf einen Abfluss von  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  ausgelegt werden (Bemessungspunkt 9999 in [3]).

*Querung Sän-  
tisstrasse und An-  
schluss Dorfaach*

Die Querung der Sän-tisstrasse und der Anschluss an die Dorfaach erfolgt durch einen Rechteckkanal H 2500 / B 3000, einem Wellstahldurchlass oder dem Vorsehen eines Brückenbauwerks über das offene Bachprofil. Seitlich des Bachlaufs erfolgen im Vergleich zur Variante «Leitungersatz» keine rückwärtigen Dämme notwendig. Allenfalls sind die Uferbereiche geringfügig anzuheben.

## **7.5 Fazit zur Gerinneumlegung Variante 1**

*Schutzwirkung*

Eine Gerinneoffenlegung bietet bezüglich der Schutzwirkung auch bei einer erhöhten Beaufschlagung durch die Berücksichtigung eines Freibords im Gewässerprofil am meisten Reserven. Tritt Wasser trotzdem an einer Engstelle aus, so kann dieses durch temporäre Massnahmen im Ereignisfall dem nächst offenen Gerinneabschnitt zugeleitet werden.

Durch den (späteren) Ausbau und Anschluss des Erberliswibaches kann die Gefahrensituation für Balgach weiter deutlich reduziert werden.

*Weitere Vorteile*

Die Umlegung des Gerinnes führt zu einem neuen Bachlauf mit rechtlichen Ansprüchen, u.a. Gewässerraum sowie Abstandslinien. Diese können bei der Linienführung und Gestaltung des Gerinnes berücksichtigt werden. Bestehende Linien und deren Einschränkungen im Siedlungsgebiet fallen dadurch mehrheitlich weg.

Mit der Umlegung wird eine naturnahe und gefällige Gestaltung des Baches möglich. Die Wahrnehmbarkeit des Gerinnes wertet das Orts- und Landschaftsbild deutlich auf.

Die Gerinneoffenlegung bietet unter bestimmten Voraussetzungen die Möglichkeit, Dachwasser über das Gerinne abzuleiten und die Siedlungsentwässerung zu entlasten. Allfällig notwendige Retentionsmassnahmen an den Liegenschaften sind zu prüfen.

*Haupt Herausforde-  
rung*

Erhöhte bauliche Aufwände sind bei der Querung der Parzelle 59, der Hauptstrasse und der Parzelle 2667 aufgrund der tiefen Lage zu erwarten.

*Fazit*

**Fazit Gerinneumlegung:** Die Variante 1 bietet neben der grössten Risikoreduktion für die Gemeinde auch deutlich positive Aspekte bezüglich des Naturschutzes und der Ökologie sowie für das Orts- und Landschaftsbild.

## 8 Variantenübersicht und -bewertung

### 8.1 Übersicht über die Varianten

#### *Variantenübersicht*

Aus den vorgängig beschriebenen Konzepten sehen wir drei Varianten als zielführend (Nummerierung erfolgt analog der Studie Bart [2]):

- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| • Variante 1: Gerinneumlegung | Konzept «Durchleiten» |
| • Variante 2: Leitungersatz   | Konzept «Durchleiten» |
| • Variante 3: Entlastung      | Konzept «Ableiten»    |

Bei der Variante 3 «Entlastung» sehen wir zwei Linienführungen vor (vgl. Übersichtsplan in Anhang 3):

- Variante 3a - Entlastung kurz:  
Der Entlastungsstollen wird direkt geführt und fällt dadurch kürzer aus. Dafür ist mehr Privatgrund betroffen.
- Variante 3b - Entlastung lang:  
Der Entlastungsstollen wird über die Föhrenstrasse geführt und liegt daher hauptsächlich innerhalb des Strassenkörpers. Die Linienführung bedarf eines längeren Stollenbauwerks.

Für einen Vergleich der Varianten wurde auch das verworfene Konzept «Rückhalt» als Variante 4 berücksichtigt.

Eine Übersicht über die Varianten geben die jeweiligen Situationspläne in den Anhängen 1 bis 4.

### 8.2 Variantenbewertung

Die Varianten wurden bezüglich verschiedener Kriterien aus den Themengebieten Hochwasserschutz, Kosten, Ökologie, Landbedarf und Mensch und Umwelt bewertet. Die Variantenbewertung ist im Anhang 5 ersichtlich.

### 8.3 Kostenschätzung

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die zu erwartenden Bau- und Projektierungskosten auf Stufe Grobkostenschätzung mit einer Genauigkeit von +/-30%.

Die angegebenen Positionen berücksichtigen nur die Massnahmen / Elemente der beschriebenen Varianten. Weiterführende Massnahmen wie z.B. an der Dorfaach oder die Einleitung am Dorfbach wurden dabei nicht berücksichtigt.

Tab. 3 Grobkostenschätzung (+/-30%) für die Varianten, exkl. Werkleitungsanpassungen.

|  | V1 - Umlegung        | V2 - Leitungsersatz  | V3a - Entlastung kurz* | V3b - Entlastung Lang* |
|--|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Position                                     | Kosten               | Menge                | Menge                  | Menge                  |
| Spezialbauwerke (Rechen, Entlastung etc.)    | CHF 83'000           | CHF 58'000           | CHF 364'000            | CHF 364'000            |
| Neuerstellung offenes Gerinne                | CHF 880'000          | CHF 234'000          | CHF 442'000            | CHF 403'000            |
| Eindolungen (Kanal, Brücken)                 | CHF 1'505'000        | CHF 3'056'000        | CHF 300'000            | CHF 300'000            |
| Entlastungstollen                            | CHF -                | CHF -                | CHF 1'840'000          | CHF 2'160'000          |
| Wasserhaltung                                | CHF 25'000           | CHF 80'000           | CHF 25'000             | CHF 25'000             |
| Flankierende Massnahmen wie Dämme            | CHF -                | CHF 110'000          | CHF -                  | CHF -                  |
| Ausbau und Anschluss Eberliswisbach          | CHF 342'000          | CHF -                | CHF -                  | CHF -                  |
| <b>Total Baukosten</b>                       | <b>CHF 2'835'000</b> | <b>CHF 3'538'000</b> | <b>CHF 2'971'000</b>   | <b>CHF 3'252'000</b>   |
| Installation (8%)                            | CHF 227'000          | CHF 283'000          | CHF 238'000            | CHF 260'000            |
| Regie (2%)                                   | CHF 57'000           | CHF 71'000           | CHF 59'000             | CHF 65'000             |
| Planung (15 bzw. *20%, Schätzung)            | CHF 425'000          | CHF 531'000          | CHF 594'000            | CHF 650'000            |
| Unvorhergesehenes (10%)                      | CHF 354'000          | CHF 442'000          | CHF 386'000            | CHF 423'000            |
| <b>Total Zwischensumme</b>                   | <b>CHF 3'898'000</b> | <b>CHF 4'865'000</b> | <b>CHF 4'248'000</b>   | <b>CHF 4'650'000</b>   |
| MwSt (7.7%, gerundet)                        | CHF 300'000          | CHF 375'000          | CHF 327'000            | CHF 358'000            |
| <b>Total (gerundet)</b>                      | <b>CHF 4'200'000</b> | <b>CHF 5'200'000</b> | <b>CHF 4'600'000</b>   | <b>CHF 5'000'000</b>   |
| Landerwerb (Groschätzung, nur Offenlegung)   |                      |                      |                        |                        |
| Bauzone à 500 Fr. / m <sup>2</sup>           | CHF 688'000          | CHF 275'000          | CHF 390'000            | CHF 390'000            |
| davon in Gemeindebesitz [%]                  | 100%                 | 0%                   | 0%                     | 0%                     |
| Landwirtschaftszone à 8 Fr. / m <sup>2</sup> | CHF 31'000           | CHF 13'000           | CHF 30'000             | CHF 27'000             |
| <b>Total Landerwerb (gerundet)</b>           | <b>CHF 720'000</b>   | <b>CHF 290'000</b>   | <b>CHF 420'000</b>     | <b>CHF 420'000</b>     |

#### Kostenteiler Hochwasserschutz

Der Kanton und der Bund beteiligen sich in der Regel an den Kosten für Hochwasserschutzmassnahmen am Gewässer. Erst mit konkreten Projekten werden verbindlich Kostenteiler definiert. Üblicherweise kann von dem folgenden Verteilschlüssel ausgegangen werden:

Der Bund übernimmt 35%, der Kanton bis zu 30% der Gesamtkosten. Für die Gemeinde fallen bei subventionierten Hochwasserschutzprojekten daher ca. 35 - 55% der Gesamtkosten an.

#### Erhöhte Subventionsbeiträge

Bei Revitalisierungsprojekten (rein ökologisches Defizit) oder Hochwasserschutzprojekten mit Überbreite<sup>8</sup> oder Überlänge<sup>9</sup> kann der Bund bis zu 80% der Kosten übernehmen. Dies trifft auf keine der beschriebenen Varianten zu.

## 8.4 Zusammenfassung

Die folgende Tabelle fasst den Variantenvergleich zusammen.

<sup>8</sup> Der gewährte Gewässerraum ist breiter, als er zur naturnahen Gestaltung gemäss Art. 4 Abs. 2 Bundesgesetz über den Wasserbau im Minimum nötig sein müsste

<sup>9</sup> Der Projektperimeter ist deutlich länger als jener Bereich, der für den Hochwasserschutz nötig wäre.

Tab. 4 Zusammenfassung und Übersicht über die Varianten.

|  | V1 – Gerinneumlegung  | V2 – Leitungersatz   | V3a – Entlastung<br>Stollen kurz   | V3b – Entlastung<br>Stollen lang  | V4 – Rückhalt  |
|--|---|--|--|---|--|
| Hauptvorteile  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikoreduktion</li> <li>• Beherrschbarkeit des Überlastfall</li> <li>• Betriebssicherheit</li> <li>• Entflechtung Bach und Siedlung (Baurechtliche Konsequenzen)</li> <li>• Ökologie</li> <li>• Einfache Wasserhaltung</li> <li>• Keine flankierende Massnahmen</li> <li>• Langlebige Lösung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landbedarf</li> <li>• Akzeptanz (=Status quo)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikoreduktion</li> <li>• Siedlungsgebiet</li> <li>• Landbedarf</li> <li>• Einfache Wasserhaltung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikoreduktion</li> <li>• Siedlungsgebiet</li> <li>• Landbedarf</li> <li>• Einfache Wasserhaltung</li> <li>• Zeithorizont Umsetzung</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landbedarf</li> <li>• Ausserhalb Siedlungsgebiet</li> </ul> |
| Hauptherausforderungen   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Land- und Platzbedarf</li> <li>• Querungen von Werkleitungen</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtliches (GSchG, baurechtliche Konsequenzen)</li> <li>• Überlast</li> <li>• Werkleitungen</li> <li>• Wasserhaltung</li> <li>• Flankierende Massnahmen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebssicherheit</li> <li>• Technische Umsetzung</li> <li>• Diskussion Privatparzellen</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebssicherheit</li> <li>• Technische Umsetzung</li> <li>• Landschaftsbild</li> <li>• Unterhalt</li> <li>• Steuerung / Einstellung</li> </ul> |  |
| Flächenbedarf <sup>1</sup> permanent [m <sup>2</sup> ]         | 5'220<br>(für Verlegung Eberliswisbach sind 880 m <sup>2</sup> enthalten)   | 1'900  | 4'550  | 4'150   | -  |
| Fläche Bauzone<br>Fläche Landwirtschaftszone [m <sup>2</sup> ] | 1'370 (Gemeindebesitz <sup>2</sup> )<br>3'850   | 550<br>1'650   | 650<br>3'900   | 650<br>3'500  | -  |
| Bau- und Projektierungskosten [Mio CHF]                        | 4.2   | 5.2  | 4.6  | 5.0   | Keine Kostenschätzung  |
| Landerwerb [CHF]   | 720'000 <sup>3</sup>  | 290'000  | 420'000  | 420'000   | -  |
| Total Bewertung (vgl. Anhang 5)                                | 4.18<br>(Bestbewertung)   | 3.05   | 3.49   | 3.59  | 2.43   |

<sup>1</sup> Flächenbedarf zur Erstellung des neuen Gerinnes (inkl. Gewässerraum)

<sup>2</sup> Gebiet Sandgrueb, Parzelle 619 (Zone für öffentliche Bauten und Anlagen)

<sup>3</sup> Inklusive Ersatzerwerb für Flächenbedarf Parzelle 619

## 8.5 Nutzen-Kosten-Bilanz

Für den Entscheid, ob und wann Massnahmen umgesetzt werden, ist auch das Verhältnis von Nutzen (verhindertes Risiko pro Jahr) und Aufwendungen (Kosten pro Jahr) zu berücksichtigen. Je höher der Wert, desto wirtschaftlicher ist die Lösung.

Alle Varianten weisen ein deutlich positives Nutzen-Kosten-Verhältnis von über 3 auf.

## 9 Kurzstellungnahme zur Studie Bart

### *Vorgeschlagene Varianten*

Die Studie der Bart Ingenieure [2] zeigt die wesentlichen Möglichkeiten am Wolfsbach zur Verbesserung der Hochwassersicherheit und Risikoreduktion für die Gemeinde Balgach auf.

Unseres Erachtens wurde die Variante 4 «Rückhalt» zu Recht verworfen. Ein Rückhalt, speziell in Kaskaden, weist zu viele Unsicherheiten bezüglich der Dimensionierung und des Betriebs auf.

Die von Bart Ingenieure vorgeschlagene Varianten 1 «Gerinneumlegung» wurde zur Weiterbearbeitung empfohlen. Dies deckt sich mit der vorliegenden Einschätzung und stellt unseres Erachtens die Bestvariante dar. Zielführende Alternativen zur gewählten Linienführung bieten sich aus unserer Sicht nicht an.

### *Vorhandene Unterlagen*

In der Studie wurden die Varianten 1, 2 und 3 bereits relativ detailliert ausgearbeitet. Die Abmessungen der Massnahmen wurden definiert und in Längenprofilen die Höhenlagen und kritische Werkleitungen aufgezeigt. Unsere Untersuchungen haben die Gültigkeit der Unterlagen bestätigt. Diese können als Grundlage zur weiteren Ausarbeitung auf Stufe Vorprojekt verwendet werden.

### *Wirkungsanalyse*

Ein Hauptaugenmerk der Studie Bart Ingenieure liegt auf der Wirkungsanalyse. Dabei wurden verschiedene Szenarien berücksichtigt und die Auswirkungen, sowie allfällig negative Veränderungen auf die Gefahrenkarte, beschrieben. Die Analyse zeigte die Reduktion der Gefährdung für die verschiedenen Varianten auf.

Den Varianten wurde eine leichte Gefährdungsverlagerung in das Gebiet nördlich der Mühlackerstrasse bescheinigt, denn nach Umsetzung der Massnahmen wird deutlich mehr Abfluss in die Dorfaach gelangen können. Unseres Erachtens steht die lokale Zunahme der Gefährdung nicht im Verhältnis zur generellen Gefährdungsreduktion. Die Gefährdung ausgehend von

der Dorfaach kann durch lokale Massnahmen an den Durchlässen der Dorfaach, verringert werden. Diese sind unabhängig der Umsetzung der Varianten am Wolfsbach auf jeden Fall vorzusehen.

## **10 Schlussfolgerung und Empfehlung**

### *Variantenstudium*

Am Wolfsbach wurden die Konzepte «Rückhalt», «Ableiten» und «Durchleiten» des technischen Hochwasserschutzes zur Reduktion der Gefährdung in Balgach geprüft.

Im Rahmen des Variantenstudiums wurden vier Hauptvarianten ausgearbeitet. Die unterschiedlichen Ansätze verbessern die Hochwassersicherheit und stellen das Schutzziel sicher. Die weiteren Vor- resp. Nachteile wurden im Rahmen einer Variantenbewertung aufgezeigt, wobei die Variante 1 «Gerinneumlegung» als Bestvariante, auch bezüglich der Kosten, heraussticht.

### *Empfehlung*

Wir schlagen daher die Umsetzung der Variante 1 «Gerinneumlegung» vor. Diese weist die grösste Risikoreduktion, das gutmütigste Verhalten im Überlastfall auf (hohe Betriebssicherheit), bereinigt resp. harmonisiert die Gewässerabstände, entlastet Privatgrundstücke, bietet einen ökologischen Mehrwert und stellt daher eine langfristig sinnvolle Lösung dar. Diese Variante soll auf Stufe Vorprojekt weiter ausgearbeitet werden.

Aarau, im Februar 2019

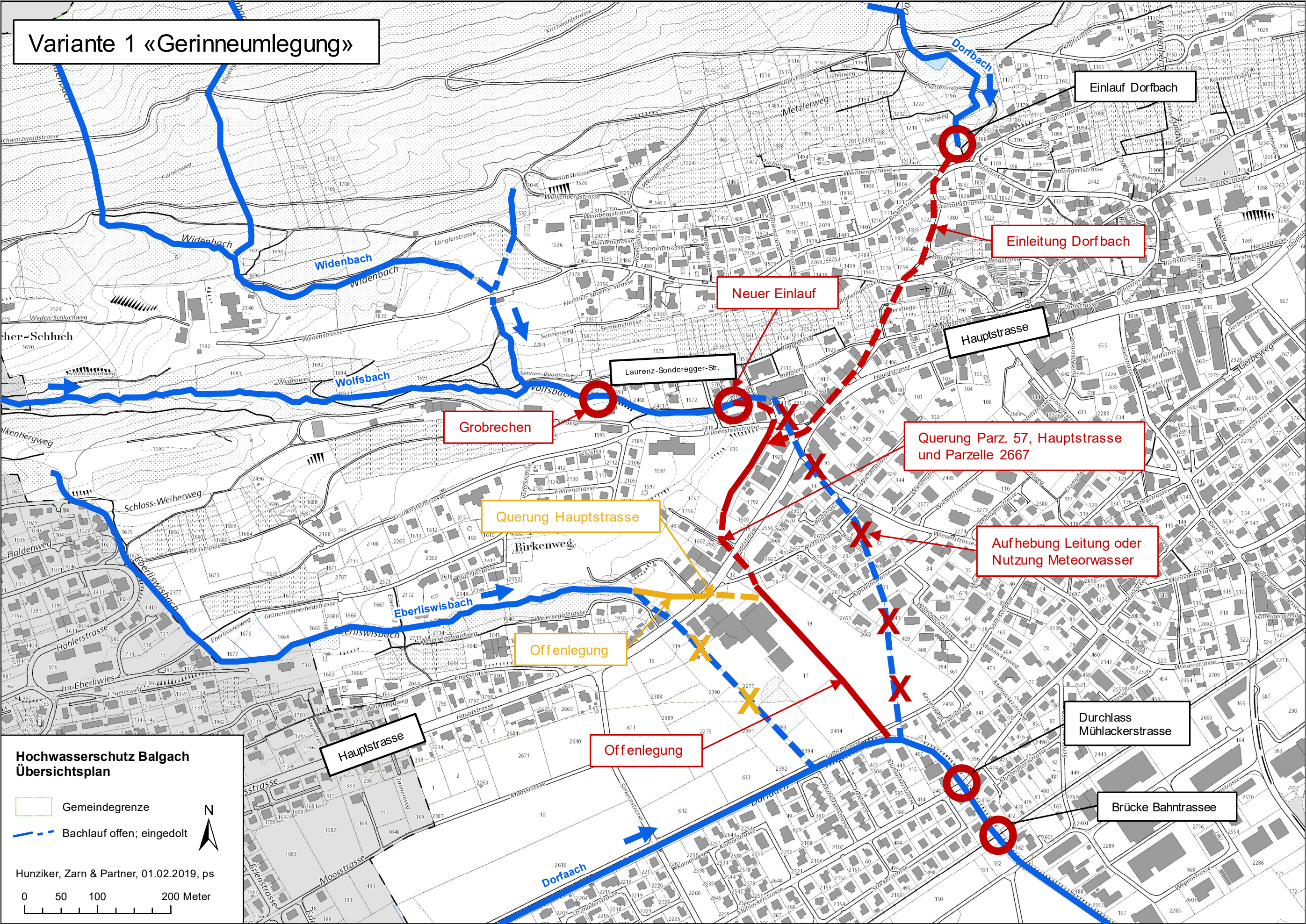
Hunziker, Zarn & Partner AG  
Ingenieurbüro für Fluss- und Wasserbau

Dr. Andreas Niedermayr, Dipl.-Ing. TU München  
Philippe Schenkel, MSc Umwelting. ETH



## **Anhang 1 – Übersichtsplan Gerinneumlegung (V1)**

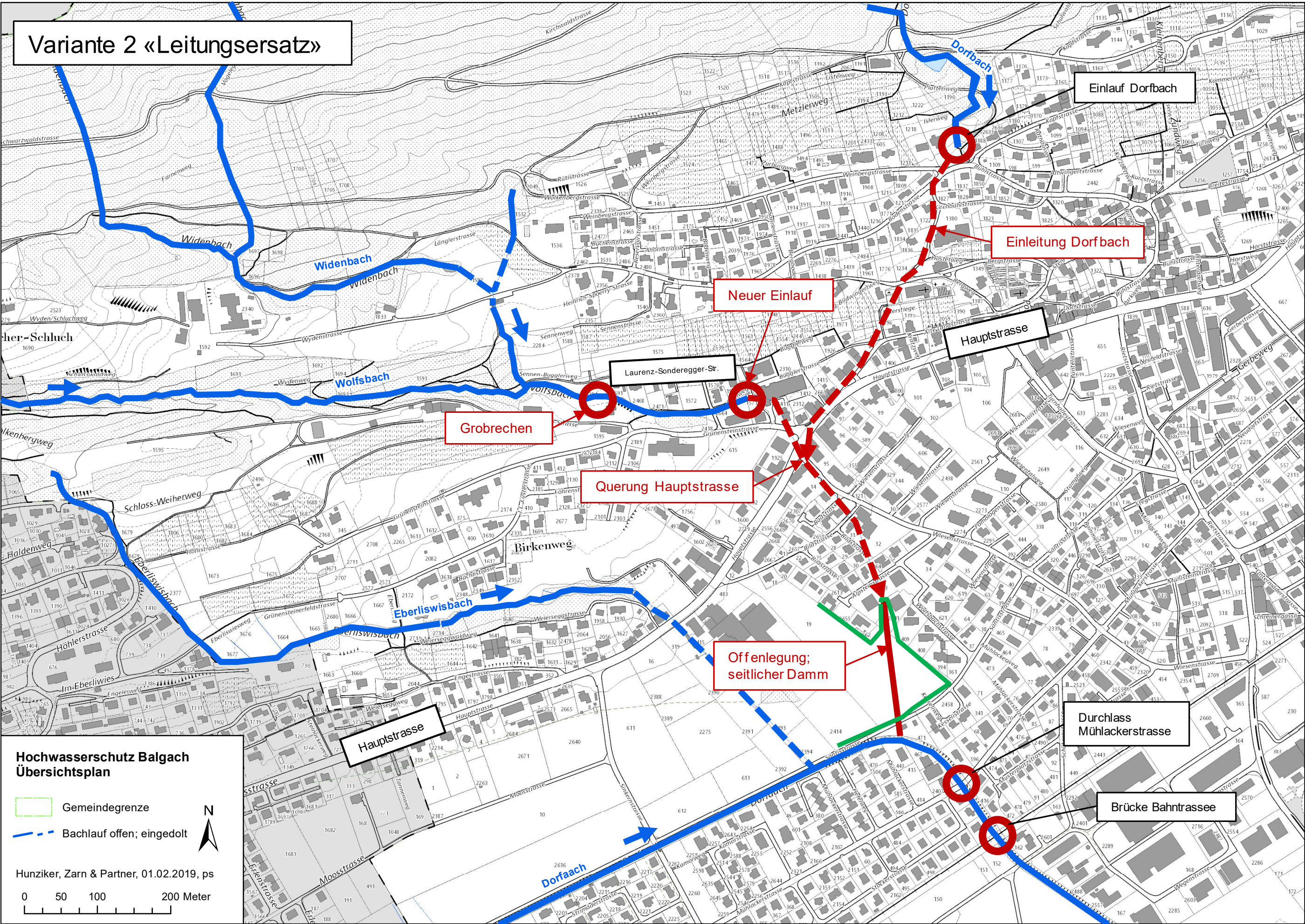






## **Anhang 2 – Übersichtsplan Leitungersatz (V2)**

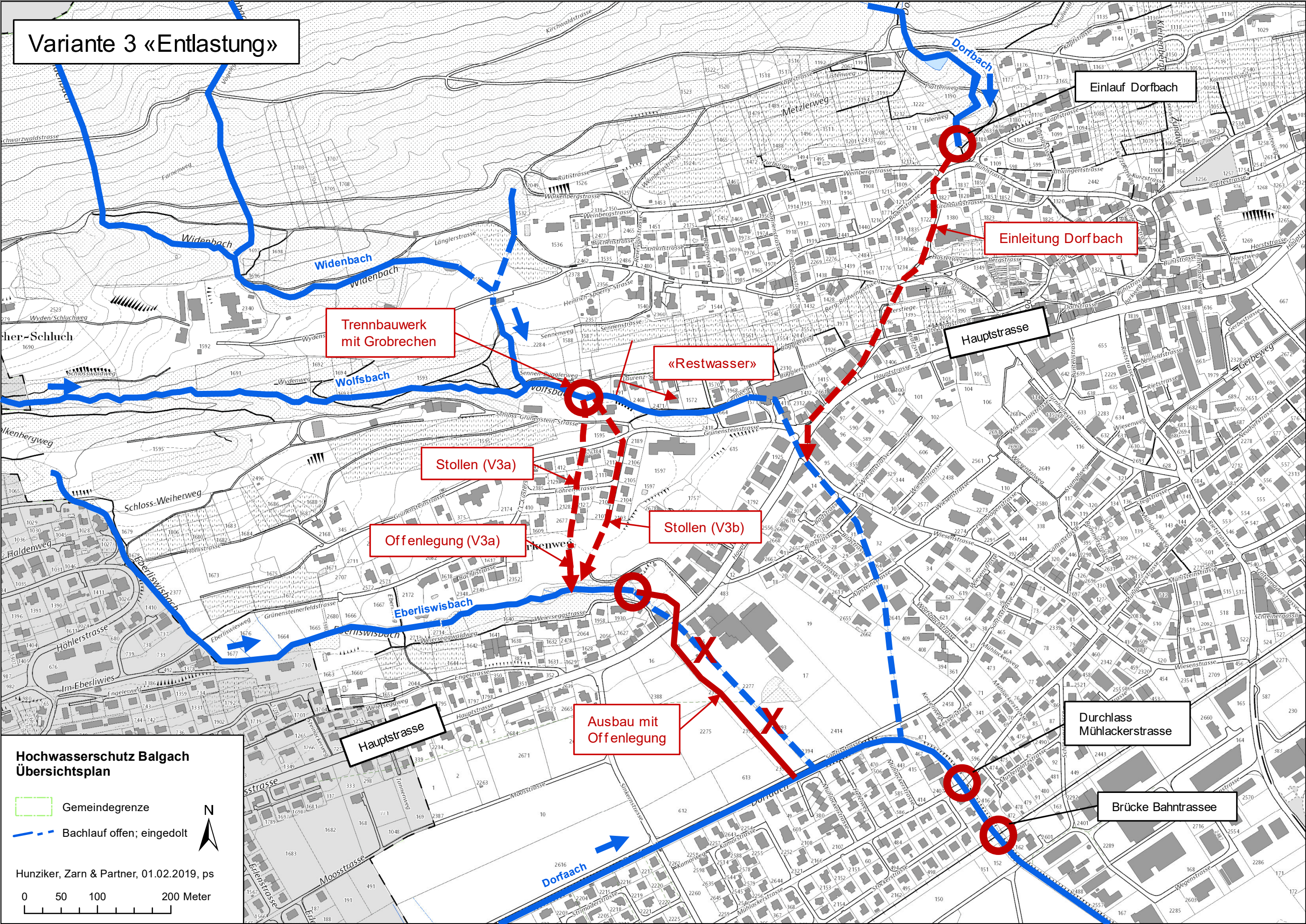






### **Anhang 3 – Übersichtsplan Entlastung (V3)**

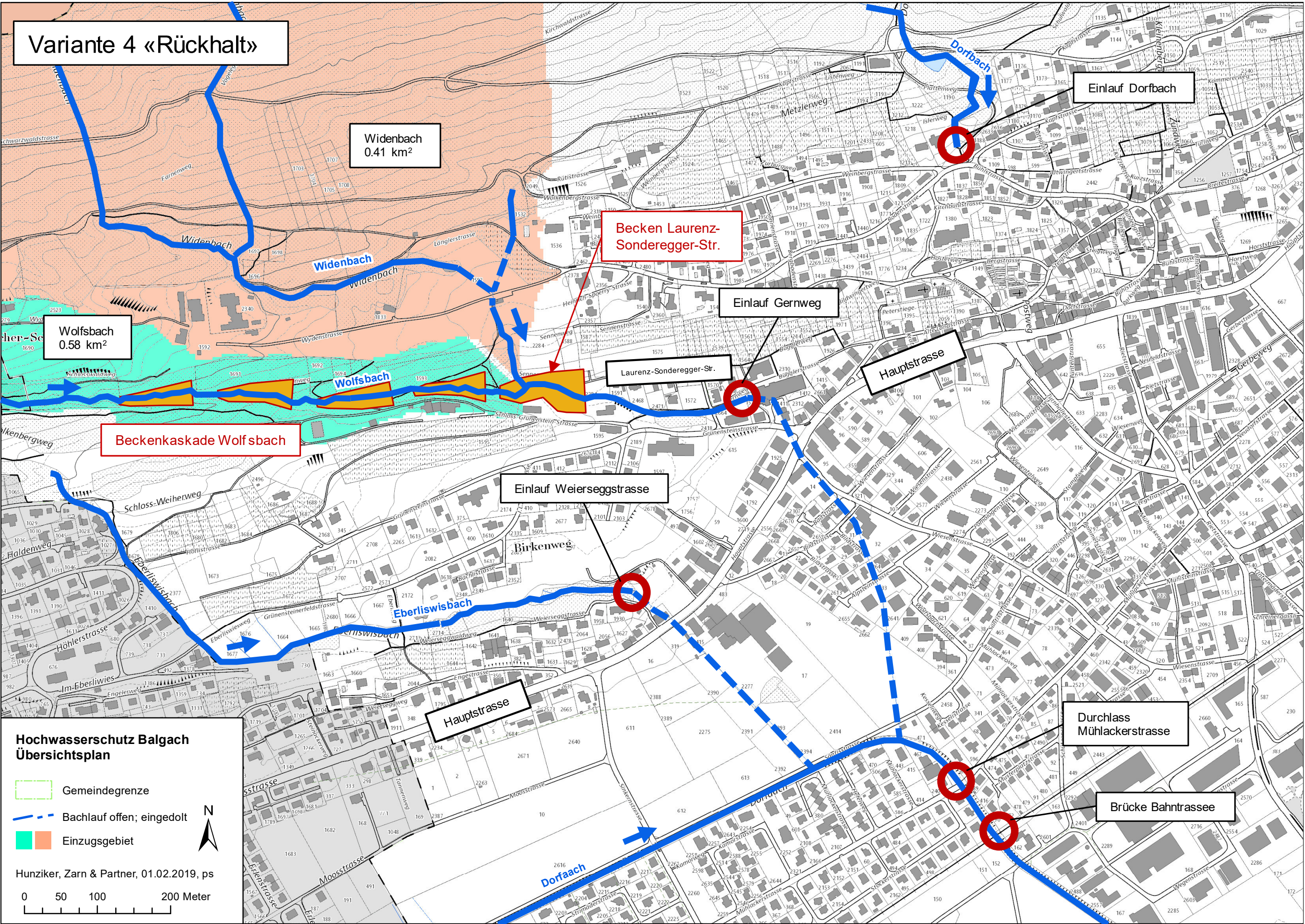






## **Anhang 4 – Übersichtsplan Rückhalt (V4)**







## **Anhang 5 – Variantenbewertung**

| Themengebiet                  | Gewicht<br>des Themas | Kriterien                  |   | Gewichtung   |                               |                   | Varianten      |                     |                          |                          |               |                            |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|---|--|-------------------------------|-------------------|----------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|----------------------------|
|                               |                       |                            |   | Kriteriengewicht<br>innerhalb des<br>Themengebiets | Gesamtgewicht<br>je Kriterium |                   | V1 - Umliegung | V2 - Leitungsersatz | V3a - Entlastung<br>Kurz | V3b - Entlastung<br>Lang | V4 - Rückhalt | Nulllösung<br>(Status quo) |
| Hochwasser-<br>schutz         | 20%                   | Schadenreduktion           | Wie gross ist die Reduktion des Schadenpotentials (mit Berücksichtigung verbleibender Schäden im Überlastfall)?   | 30%  | 6.0%                          |                   | 5              | 5                   | 5                        | 5                        | 4             | 1                          |
|                               |                       | Betriebssicherheit         | Ist das System im Betrieb robust und sicher?  | 25%  | 5.0%                          |                   | 5              | 4                   | 3                        | 3                        | 2             | 1                          |
|                               |                       | Organisation               | Benötigen Betrieb und Unterhalt der Schutzmassnahmen, im Vergleich zu heute, zusätzliche Organisationseinheiten resp. eine eigene Notfallorganisation?      | 10%  | 2.0%                          |                   | 5              | 4                   | 3                        | 3                        | 2             | 5                          |
|                               |                       | Komplexität                | Sind die Massnahmen in Planung und Umsetzung technisch einfach oder kompliziert?  | 15%  | 3.0%                          |                   | 4              | 3                   | 3                        | 3                        | 1             | 5                          |
|                               |                       | Zeithorizont               | Können die Massnahmen in Etappen und innerhalb einer nützlichen Zeitspanne umgesetzt werden?  | 20%  | 4.0%                          |                   | 4              | 2                   | 2                        | 3                        | 2             | 1                          |
|                               |                       | Kontrollsumme (Soll: 100%) |   | 100%   |                               | Zwischenresultat: | 4.65           | 3.75                | 3.40                     | 3.60                     | 2.45          | 2.00                       |
| Kosten                        | 35%                   | -                          | Wie hoch sind die Investitionskosten und sind Betriebs- und Unterhaltskosten relevant?  | 100%   | 35.0%                         |                   | 5              | 3                   | 4                        | 4                        | 2             | 1                          |
| Kontrollsumme (Soll: 100%)    |                       |                            |   | 100%   |                               | Zwischenresultat: | 5.00           | 3.00                | 4.00                     | 4.00                     | 2.00          | 1.00                       |
| Ökologie                      | 15%                   | -                          | Gutachterliche Einschätzung der zu erwartenden positiven und negativen Auswirkungen auf die Ökologie.   | 100%   | 15.0%                         |                   | 4              | 2                   | 3                        | 3                        | 1             | 1                          |
| Kontrollsumme (Soll: 100%)    |                       |                            |   | 100%   |                               | Zwischenresultat: | 4.00           | 2.00                | 3.00                     | 3.00                     | 1.00          | 1.00                       |
| Landbedarf                    | 20%                   | Landbedarf                 | Wie gross ist der permanent in Anspruch genommene Landbedarf?   | 70%  | 12.0%                         |                   | 2              | 4                   | 3                        | 3                        | 4             | 5                          |
|                               |                       | Betroffenheit Bauzone      | Werden der Bauzone zugeordnete Gebiete durch die Massnahmen beeinträchtigt?   | 30%  | 6.0%                          |                   | 3              | 2                   | 4                        | 4                        | 4             | 2                          |
|                               |                       | Kontrollsumme (Soll: 100%) |   | 100%   |                               | Zwischenresultat: | 2.30           | 3.40                | 3.30                     | 3.30                     | 4.00          | 4.10                       |
| Mensch und<br>Umwelt          | 10%                   | Landschaftsbild            | Ist die Variante landschaftsverträglich?  | 40%  | 4.0%                          |                   | 5              | 3                   | 3                        | 3                        | 2             | 2                          |
|                               |                       | Ortsbild                   | Wird das Ortsbild aufgewertet oder beeinträchtigt?  | 30%  | 3.0%                          |                   | 4              | 3                   | 4                        | 4                        | 3             | 3                          |
|                               |                       | Akzeptanz                  | Kann Verständnis für die Notwendigkeit der Variante erwartet werden und ist eine «Opfersymmetrie» vorhanden? Ergreifen möglicherweise Private Rechtsmittel? | 30%  | 3.0%                          |                   | 4              | 2                   | 2                        | 4                        | 4             | 2                          |
|                               |                       | Kontrollsumme (Soll: 100%) |   | 100%   |                               | Zwischenresultat: | 4.40           | 2.70                | 3.00                     | 3.60                     | 2.90          | 2.30                       |
| Kontrollsumme<br>(Soll: 100%) | 100%                  |                            |   |  |                               | Endnote           | 4.18           | 3.05                | 3.49                     | 3.59                     | 2.43          | 1.95                       |

|            |   |
|------------|---|
| Anleitung: | Punktevergabe erfolgt i.d.R. ganzzahlig von 1 bis 5 |
| 1:         | sehr schlecht                                       |
| 2:         | schlecht  |
| 3:         | mittel  |
| 4:         | gut   |
| 5:         | sehr gut  |