

Kanton Graubünden

Gemeinde Davos

# Verbauung Bärentaler Bach Instandsetzung Gerinne Oberlauf

## Auflageprojekt Technischer Bericht

Beilage Nr. 340.27-C.001  
Davos, Januar 2024

Der Projektverfasser  
Herzog Ingenieure AG

**Verbauung Bärenaler Bach – Instandsetzung Gerinne Oberlauf**

Technischer Bericht

**Gewässernummer**

340.27

**Projektnummer**

340.27-C

**Auftraggeber**

Gemeinde Davos

**Verfasser**

Herzog Ingenieure AG, Promenade 75, 7270 Davos Platz

Tel. 0848 415 000, buero@herzog-ingenieure.ch

**Datum des Berichtes**

30.01.2024

**Revisionen**

--

**Dateiname**

b-1272-2-TB\_Auflage\_bh07022024.docx



## **INHALTSVERZEICHNIS**

---

<b>1. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>6</b>
<b>2. ALLGEMEINES UND PROJEKTUMFELD</b>	<b>7</b>
2.1. Auslösendes Ereignis	7
2.2. Perimeter	7
2.3. Projektorganisation	7
2.4. Planverfahren	8
<b>3. SITUATION</b>	<b>9</b>
3.1. Einzugsgebiet und Charakteristik	9
3.2. Geologie	9
3.3. Hydrologie	10
3.4. Ereigniskataster	10
3.5. Bestehende Schutzbauten	11
3.6. Hydraulik und Gerinnekapazität	13
3.7. Geschiebehalt	13
3.8. Schwemmholz	14
3.9. Instandsetzungsbedarf	15
<b>4. ZIELE</b>	<b>16</b>
<b>5. MASSNAHMEN</b>	<b>17</b>
5.1. Geprüfte und verworfene Varianten	17
5.2. Gewähltes Instandsetzungskonzept	17
5.3. Bauliche Massnahmen	18
5.4. Hydraulische und geschiebetechnische Nachweise	20
<b>6. RAUMPLANUNG UND UMWELT</b>	<b>21</b>
6.1. Allgemeines und Standortnachweis	21
6.2. Richtplanung	21
6.3. Nutzungsplanung	22
6.4. Inventar der natürlichen Lebensräume	22
6.5. Gewässerökologie und Gewässerschutz	23
6.6. Gewässerraum	24
6.7. Fischerei	25
6.8. Übrige Fauna	25
6.9. Vegetation und Wald	26
6.10. Boden	27
6.11. Altlasten	27
6.12. Landschaft	27



6.13.	Fuss- und Wanderwege	27
6.14.	Ökologische Bilanz	27
6.15.	Ausnahmebewilligungen	28
<b>7.</b>	<b>BAUAUSFÜHRUNG</b>	<b>29</b>
7.1.	Bauablauf und Installationen	29
7.2.	Qualität	31
7.3.	Baugrund	32
7.4.	Materialbewirtschaftung	32
<b>8.</b>	<b>KOSTEN</b>	<b>33</b>
8.1.	Grundlagen	33
8.2.	Kostenvoranschlag	33
8.3.	Kostenträger und Finanzierung	33
8.4.	Wirtschaftlichkeit	33
<b>9.</b>	<b>AUSWIRKUNGEN DES PROJEKTES AUF DRITTE</b>	<b>34</b>
9.1.	Landerwerb	34
9.2.	Gefahrenkarte	34
9.3.	Strassen und Wege	34
9.4.	Werkleitungen	34
9.5.	Langsamverkehr	34
<b>10.</b>	<b>ÜBERLASTFALL UND NOTFALLPLANUNG</b>	<b>36</b>



## GRUNDLAGEN

---

- [1] Gefahrenkarte Davos Wassergefahren, Herzog Ingenieure AG / tur GmbH, 2015
- [2] LIS Davos, Darnuzer Ingenieure AG, Bezug August 2023
- [3] LIDAR Daten, SwissAlti3D, Stand August 2022
- [4] Vermessung Herzog Ingenieure AG, Dezember 2022
- [5] Verbauung Bärenentaler Bach, Technischer Bericht, TBA Graubünden, Dezember 2001
- [6] Landeskarte der Schweiz mit verschiedenen Ebenen (u.a. Geocover), <https://www.map.geo.admin.ch>, August 2023
- [7] Bundesgesetz über den Wasserbau, Nr. 721.000, 21. Juni 1991
- [8] Verordnung zum Gewässerschutzgesetz, GschV, Nr. 814.201 vom 28. Oktober 1998
- [9] Gesetz über den Wasserbau im Kanton Graubünden, Nr. 807.700, Stand 01.01.2011
- [10] BR 920.150 - Verordnung zum Integralen Risikomanagement bei Naturgefahren (IRMV), 1.1.2021
- [11] Mündliche Auskunft Forstbetrieb Gde. Davos
- [12] Sofortmassnahmen Bärenentaler Bach, Technischer Bericht, Herzog Ingenieure, Juli 2023
- [13] G. R. Bezzola: Flussbau, Skript ETHZ, Stand 2020
- [14] PAW Verbauung 340.27-A, DIAG Davos, 2003/2004
- [15] Übersicht Verbauungen (Archivblatt), TBA Graubünden, Abt. Wasserbau
- [16] Geoportal der kantonalen Verwaltung, mehrere Layer, Abfrage am 10.1.2024
- [17] Wassergefahrenstudie Davos, Basler + Hofmann AG / DIAG, 2000
- [18] Auszug Achivinhalt zum Bärenentalerbach Nr. 340-27, TBA Graubünden, 2023



## **1. ZUSAMMENFASSUNG**

---

### **Auslöser des Projektes**

Am Abend des 5. August 2022 führte der Bärentalerbach in Davos Glaris Hochwasser. Es kam es zu Tiefen- und Seitenerosion des Bachgerinnes. Die Hangstabilität der Einhänge für weitere Hochwasserereignisse konnte nicht mehr gewährleistet werden. Im Bereich der Gebäude im 'Ortolfi' wurden daher Sofortmassnahmen bis im Frühling 2023 ausgeführt. Diese sind abgeschlossen und nicht Teil des vorliegenden Dossiers.

Auch im oberen Teil des Bachs zwischen den Geschiebesammlern Träjen und Ortolfi senkte sich die Sohle durch Erosion auf einigen Abschnitten um einen bis zwei Meter ab. Die Einhänge sind gefährdet für Nachrutschungen. Auf der rechten Seite befindet sich Schutzwald auf den Hängen. Es wurde daher entschieden, auch hier Massnahmen zu ergreifen. Diese sind im vorliegenden Dossier beschrieben.

### **Gewähltes Schutzkonzept**

Die Bachsohle soll wo erforderlich auf das alte Niveau angehoben werden. Die Stabilisierung erfolgt mittels Querriegeln. Der Fuss der Einhänge wird vorgeschüttet. Durch die Anhebung kann die Sohle durchgehend auf 4 m verbreitert werden, was die Belastungen verringert.

Das gewählte Nettogefälle von 8% ist mittel- bis langfristig nicht stabil. Ein Vollverbau wäre ein grosser Eingriff und sehr teuer. Es wird eine beschränkte Nutzungsdauer in Kauf genommen.

### **Kosten und Kostenträger**

Die gesamten Erstellungskosten werden zu Fr. 1.1 Mio. veranschlagt. Darin eingeschlossen sind alle Baunebenkosten (Planung, Landerwerb, etc.) sowie Reserven (Risikokosten) und 8.1% Mehrwertsteuer. Das Projekt ist bei Kanton und Bund subventionsberechtigt. Die Beträge werden erst mit dem RRB gesprochen. Sie betragen in der Regel 55%.

### **Raumplanung und Umwelt**

Das Projekt ist konform mit der Richt- und Nutzungsplanung.

Wichtigster Umweltbereich ist der Gewässerschutz während der Bauausführung. Dies ist in der Submission und Bauleitung zu berücksichtigen. Inventare oder rote Arten sind nicht betroffen.

Für die Instandsetzungsarbeiten ist gem. Rücksprache mit dem AWN GR kein Rodungsverfahren notwendig.

### **Termine**

Es ist vorgesehen, das Projekt im März 2024 aufzulegen und gleichzeitig die Submission durchzuführen. Die Ausführung erfolgt ab August 2024 bis Dezember 2024 mit Fertigstellungsarbeiten im Frühling 2025.

### **Landerwerb**

Der Bach ist ausparzelliert, fliesst aber auf vielen Strecken nicht innerhalb der Parzelle. Für die Erschliessungen und die baulichen Massnahmen ist ein temporärer Landerwerb erforderlich.

Da es sich um ein Instandsetzungsprojekt handelt, ist kein definitiver Landerwerb vorgesehen.

### **Werkleitungen**

Im Perimeter quert eine Hochspannungsleitung und eine Triebwasserleitung (Aquaedukt) des EWD den Bach. Weiter sind Meteorwasserleitungen vorhanden. Es sind keine Leitungen von den Massnahmen betroffen.



## 2. ALLGEMEINES UND PROJEKTUMFELD

### 2.1. Auslösendes Ereignis

*nota: zu den Lagen der Bauwerke siehe Abb. 4.*

Am 5. August 2022 kam es zu einem starken Gewitter im Einzugsgebiet des Bärentaler Bachs, welches zu Hochwasser führte.

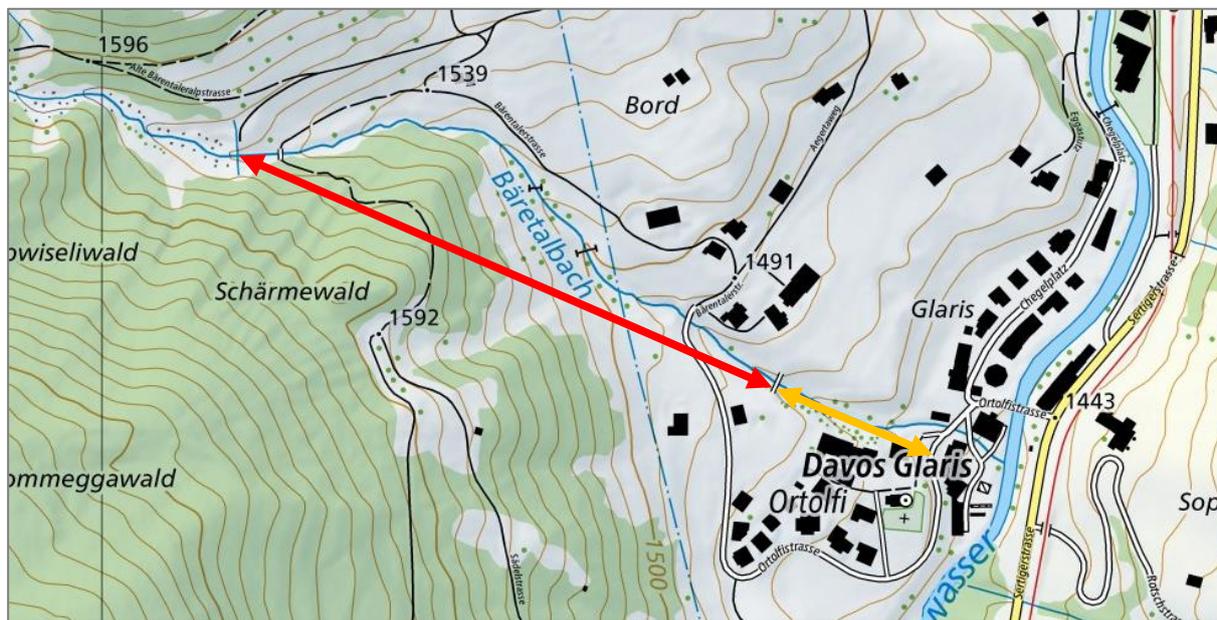
Der Geschiebesammler Träjen wurde mit fast 20'000 m<sup>3</sup> innert kurzer Zeit gefüllt. Die Sohle in der Folgestrecke bis zum Geschiebesammler Ortolfi tiefte sich um 0.5 bis 2.0 m ein. In der Folge kam es zu Nachböschungsvorgängen. Die Stabilität der Einhänge ist teilweise nicht mehr gewährleistet. Die Einhänge sind bewaldet. Es handelt sich um Schutzwald.

Das auf diesem Abschnitt erodierte Material wurde im Geschiebesammler Ortolfi zurück gehalten. Unterstrom davon kam es zu weiteren Erosionen, v.a. entlang des Schulhauses Glaris, wo das Gerinne sehr schmal war.

Im Mündungsbereich kam es zu Auflandungen und zeitweise zu einem Rückstau des Landwassers, aber zu keinen namhaften Überschwemmungen.

### 2.2. Perimeter

Der Perimeter des Instandsetzungsprojektes umfasst den Bärentaler Bach zwischen dem Geschiebesammler Träjen und dem Aquädukt EWD. Der Abschnitt entlang des Schulhauses in Glaris wurde bereits im Oktober 2022 bis Juni 2023 im Rahmen von Sofortmassnahmen verbaut.



**Abb. 1 PERIMETER, ORANGE: SOFORTMASSNAHMEN 2022, ROT: INSTANDSETZUNGSPROJEKT OBERLAUF 2024**

### 2.3. Projektorganisation

Erfüllungspflichtiger und damit Bauherrschaft ist die Gemeinde Davos, vertreten durch den Forstbetrieb [9]. Im Zuge der Projektbearbeitung wurden die direkt betroffenen Anstösser von der Gemeinde kontaktiert. Das Tiefbauamt Graubünden, Abt. Wasserbau, als Oberaufsichts- und Subventionsbehörde wurde in die Projektentwicklung involviert.



**Tab. 1 PROJEKTORGANISATION**

<b>Funktion</b>	<b>Organisation</b>
Bauherrschaft	Gemeinde Davos, Forstbetrieb
Fachbehörde Wasserbau	Tiefbauamt Graubünden, Wasserbau
Wald	Revierforstamt Davos Unterschnitt AWN Region 1 Herrschaft / Prättigau / Davos
Bauingenieure	Herzog Ingenieure AG

Die betroffenen Fachstellen des Kantons werden im Rahmen der Vernehmlassung durch die Leitbehörde begrüsst.

## **2.4. Planverfahren**

Das Projekt wird im Plangenehmigungsverfahren gemäss Wasserbaugesetz [9] aufgelegt und bewilligt. Leitbehörde ist das Tiefbauamt, vertreten durch das Amt für Wasserbau. Die Projektgenehmigung erfolgt durch den Regierungsrat.



## 3. SITUATION

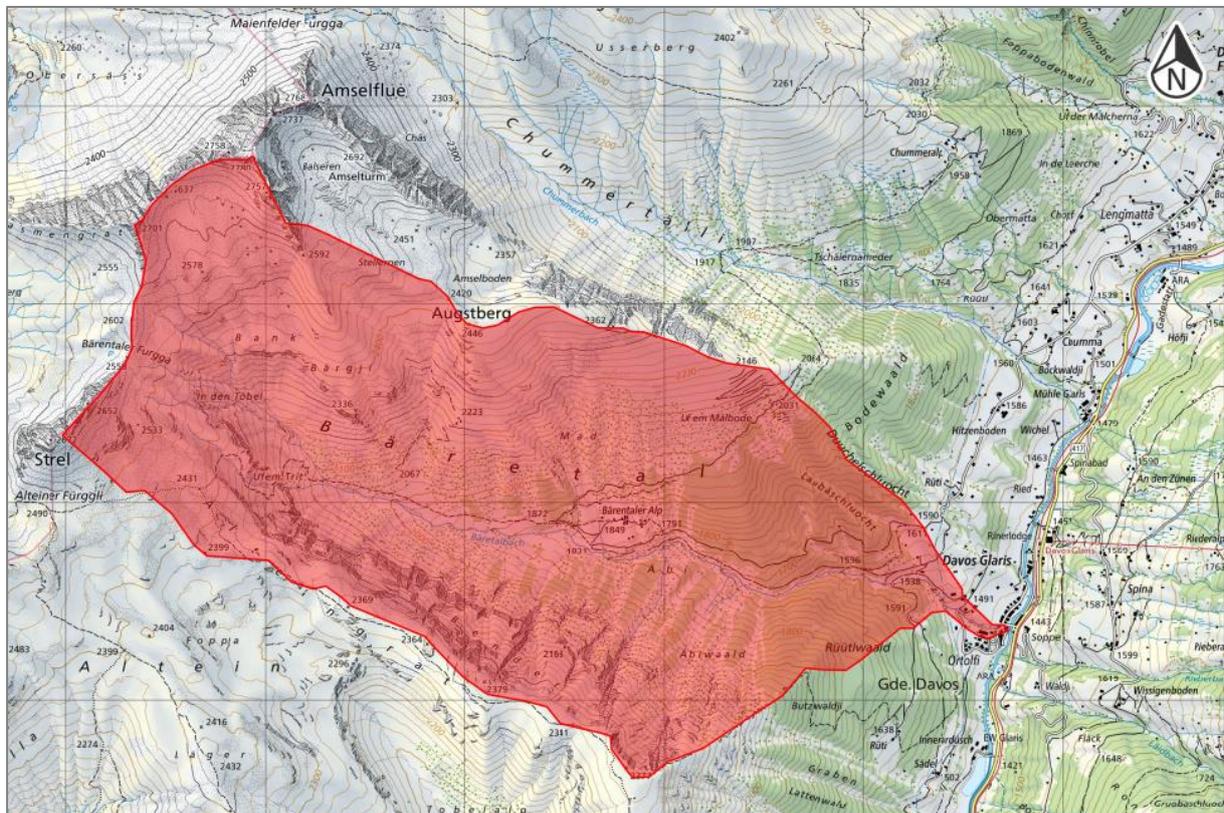
### 3.1. Einzugsgebiet und Charakteristik

Das Bärenal erstreckt sich über ca. 4 km bis zur Wasserscheide zwischen dem Schanfigg und der Landschaft Davos. Der Bach fließt anfangs steil mit bis zu rund 40 % Gefälle, bevor er flacher wird. auf dem letzte Kilometer oberhalb des Geschiebesammlers Träjen beträgt das Gefälle nur noch ca. 15%. Es handelt sich um eine Umlagerungsstrecke.

Innerhalb dieser Flachstrecke treten mehrere Quellen zutage, welche zu einem eher hohen Niederwasserabfluss führen [12].

Der Bach verläuft unterhalb des 'Trittes' durchwegs im Lockergestein. Von der rechten Talseite her münden etliche steile Runsen in den Bach, welche Jungschutt ins Gerinne liefern [6].

Das Einzugsgebiet hat eine Grösse von rund 7 km<sup>2</sup>.



**Abb. 2 EINZUGSGEBIET DES BÄRENTALER BACHES,, OHNE MASSTAB**

Der Bärenal reagiert aufgrund seiner Grösse auf kurzzeitige Starkniederschläge ('Gewitterbach'). Er kann im Ereignisfall rund 20'000 m<sup>3</sup> Geschiebe mit sich bringen [1], ist aber nicht murfähig.

Der Bach hat einen eher kleinen Schuttkegel.

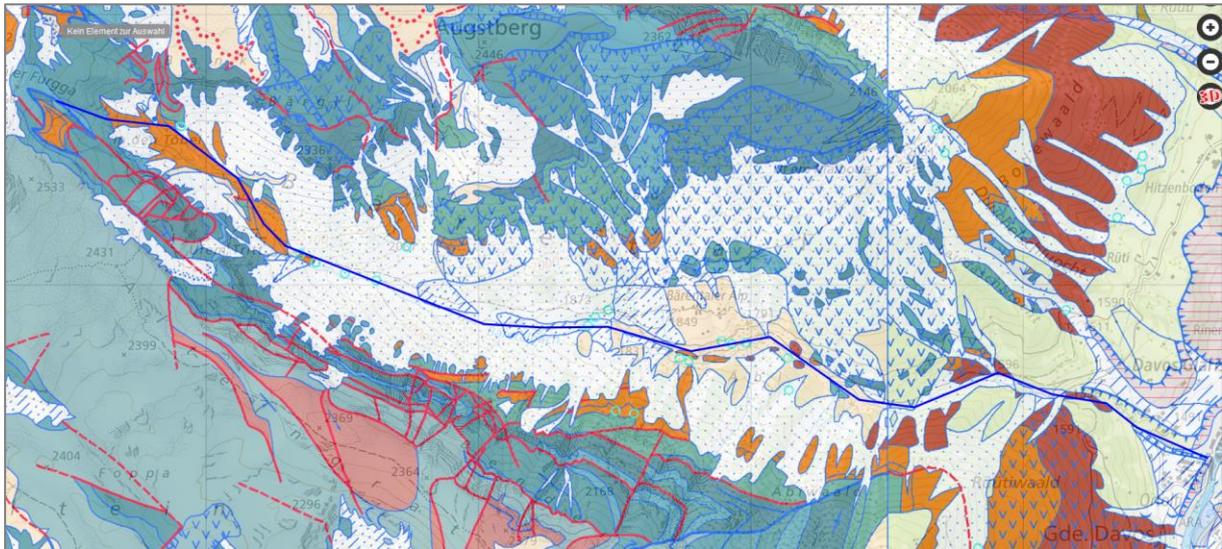
### 3.2. Geologie

Die westliche Talflanke der Landschaft Davos liegt grösstenteils in den sehr variablen Gesteinen der Aroscher Schuppenzone (Ober-Penninikum), welche teilweise von Hangschutt oder Moränen des Quartärs überlagert sind.

Die Geologie im Einzugsgebiet des Bärenal Bachs ist geprägt durch verschiedene Formationen der Silvrettedecke. Entlang der Gipfelzüge stehen Rauwacken und Dolomitgesteine an. Die Steilstufe 'Tritt'



verläuft in Sandsteinen. Der Bach verläuft bis zum Geschiebesammler 'Träjen' aber fast durchgehend im Hangschutt. Örtlich sind Überreste von Moränen sichtbar.



**Abb. 3** AUSZUG GEOCOVER [6], BLAUGRÜN: DOLOMITE, BRAUN UND ORANGE: PORPHYRE UND BUNDSANDSTEIN, BLAU GEPUNKTET: HANGSCHUTT, HELLBRAUN UND HELLGRÜN: MORÄNEN, OHNE MASSSTAB

Unterhalb des Geschiebesammlers Träjen finden sich v.a. Moränen bis zum Kegelhal auf Höhe des Geschiebesammlers Ortolfi. Der Bereich Glaris Ortolfi ist als Bachschutt kartiert. Es muss sich um eine sehr alte Formation handeln, da der Bach hier heute so tief eingeschnitten ist, dass der grösste Teil des Dorfes deutlich höher liegt als der Bach und nicht mehr übersart werden kann.

### 3.3. Hydrologie

Im Bärentaler Bach gibt es keine Abflussmessungen. Für das Projekt wurden die Spitzenabflüsse aus der Gefahrenkarte entnommen [1]. Diese Werte stammen ursprünglich aus der Wassergefahrenstudie Davos von 2000 [17] und sind methodengemäss mit grossen Unsicherheiten behaftet. Hochwasserabflüsse Bärentaler Bach [1]

Jährlichkeit	Spitzenabfluss
30	6 m <sup>3</sup> /s
100	11 m <sup>3</sup> /s
300	13 m <sup>3</sup> /s

Die Instandsetzungsmassnahmen sind nur wenig vom Spitzenabfluss abhängig. Die Anwendung dieser Abflüsse ist demgemäss zulässig. Die Sperren werden geometrisch auf ca. 13 m<sup>3</sup>/s ausgelegt. Für die Geschieberegnerungen wurde die Sensitivität im Bereich von 8 bis 15 m<sup>3</sup>/s betrachtet.

### 3.4. Ereigniskataster

In der Vergangenheit wurden mehrere Ereignisse verzeichnet, wobei der Bach jeweils im Mündungsbereich über die Ufer trat, unter anderem durch Brückenverlausungen. Diese Ereignisse können als ca. 20-jährlich eingestuft werden.



Tab. 2 EREIGNISSE AUS KATASTER [1]

Jahr	Art des Ereignisses
1879	Überschwemmung
1965	Hochwasser, Überschwemmung im Unterlauf
1991	Hochwasser, Geschiebe
1998	Hochwasser
2004	Unwetter während Bau des Geschiebesammlers Träjen, ein zweiter wird geplant (Ortolfstrasse)
2022	Geschiebesammler Träjen voll. Tiefen- und Seitenerosion unterstrom davon, sehr stark im Bereich des Schulhauses. Das Landwasser wird für kurze Zeit zurückgestaut.

### 3.5. Bestehende Schutzbauten

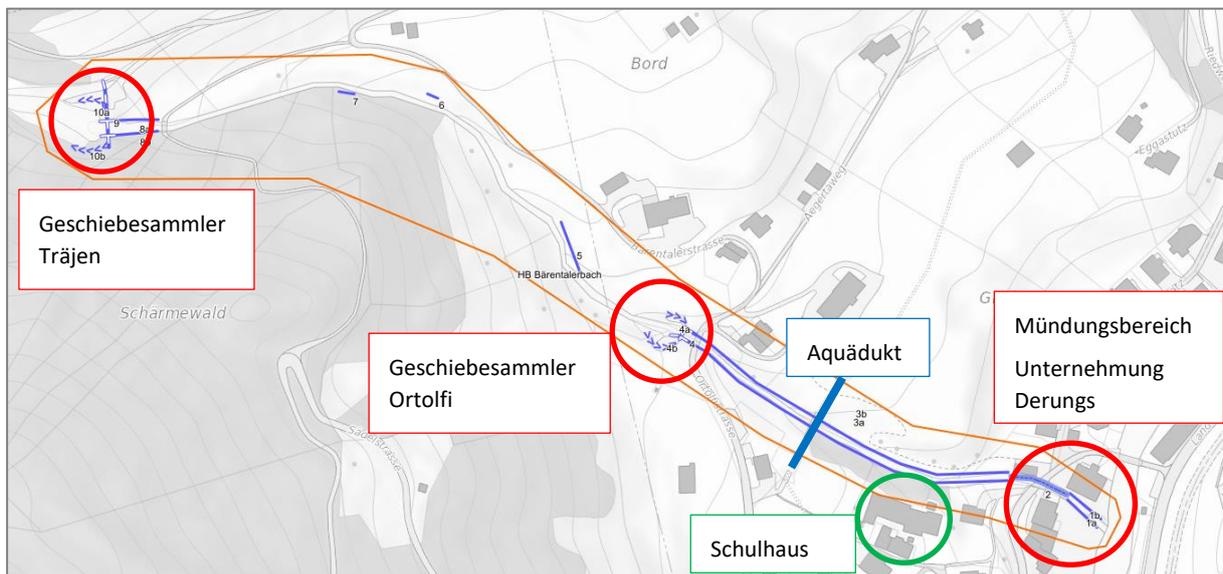
#### Baugeschichte

Bis 2003 wurde der Bach lokal mit Blocksteinen oder Holzkästen verbaut. Nur zuunterst im Bereich der Bauunternehmung Derungs (Brücke Ortolfstrasse bis Landwasser) war der Bach bereits zwischen Ufermauern kanalisiert und die Sohle gepflästert [14]. Diese Verbauungen sind beim TBA nicht dokumentiert

Nach dem Ereignis von 1998 wurde der Geschiebesammler Träjen (ca. Kote 1'560 m ü.M.) gebaut. Wenig später auch noch ein kleiner Sammler unmittelbar bei der Bärentalerstrasse (Geschiebesammler Ortolfi). Das Rückhaltevolumen im Sammler Träjen beträgt gemäss Projekt 7'000 bis 15'000 m<sup>3</sup> je nach Auflandungsgefälle. Im Ereignis 2022 wurde eher mehr Geschiebe entnommen. Im Sammler Ortolfi sind es ca. 3'000 m<sup>3</sup> [14].

Auf der Zwischenstrecke sind die Ufer nur örtlich mit Holzkästen oder Blocksteinen verbaut. Die Sohle wurden mit drei Blockriegeln gesichert, welche noch vorhanden sind.

Unterstrom des Geschiebesammlers Ortolfi befinden sich etliche Blockschwellen bis in den Bereich des Schulhauses. Der grösste Teil davon war ebenfalls Teil des Projektes von 2003 [14]. Im Bereich der Mündung - etwa von der Ortolfstrasse bis zum Landwasser - verläuft der Bach kanalisiert zwischen Ufermauern.





**Abb. 4 ÜBERSICHT SCHUTZBAUTEN UND GERINNEABSCHNITTE [16]**

**Aktueller Zustand**

Der Geschiebesammler Träjen wurde beim Ereignis 2022 voll gefüllt. Der Sammler funktioniert gut und alle Bauwerke sind in einem guten Zustand.

Auf der Zwischenstrecke bis zum Geschiebesammler Ortolfi hielten die drei Blockschwellen von 2003 dem Hochwasser stand. Ober- und unterstrom davon tiefte sich der Bach stark ein. Insgesamt sind in der Rechtskurve zwischen m 200 und m 280 noch fünf Blockriegel vorhanden.



**Abb. 5 LINKS: GESCHIEBESAMMLER TRÄJEN (SPERRE VON UNTERSTROM GESEHEN), RECHTS: ZWISCHENSTRECKE MIT TIEFENEROSION**

Der Geschiebesammler Ortolfi wurde ebenfalls voll gefüllt und in einem guten Zustand.

Auf der Folgestrecke bis zur Mündung wurden Blockriegel und seitliche Blocksätze unterspült und teilweise zerstört. Der Bach tiefte sich ebenfalls ein. Ab Aquädukt EWD bis zur Mündung sind die Massnahmen bereits ausgeführt [12]. Im vorliegenden Projekt verbleiben noch die Strecke oberstrom der Aquäduktes und die Sperre beim Aquädukt selbst.



**Abb. 6 LINKS: GESCHIEBESAMMLER ORTOLFI VON UNTERSTROM GESEHEN, RECHTS: ABSCHNITT OBERHALB AQUÄDUKT MIT KOLKLÖCHERN UND ZERSTÖRTEN RIEGELN**



### 3.6. Hydraulik und Gerinnekapazität

Das bestehende Gerinne ist bis auf den Mündungsbereich überall ausreichend für die abgeschätzten Hochwasserabflüsse (Kap. 3.3).

Sollte es zu Auflandungs- oder Verkläusungsprozessen kommen und der Bach ausufern, fliesst er - topographisch bedingt - fast überall ins Gerinne zurück. Nur zuunterst im Mündungsbereich kann es zu Überflutungen und Übersarungen kommen.

### 3.7. Geschiebehaushalt

#### Geschiebematerial

Der grösste Teil der Bachsohle und auch des gesamten Kegels besteht aus Dolomitgestein. Die eher weichen Gesteine werden durch den Transport im Gerinne stark gerundet.

Es wurden keine Analysen oder Beprobungen zur Kornverteilung gemacht. Für die Berechnungen zum Nettogefälle wurden die massgebenden Durchmesser im Feld wie folgt geschätzt:

$$d_{90} = 0.4 \text{ m}$$

$$d_m = 0.15 \text{ m}$$

#### Frachten

Die potenziellen Geschiebefrachten wurden im Rahmen der Gefahrenkarte bestimmt [1]. Auf die Instandsetzungsmassnahmen haben sie keinen Einfluss.

Tab. 3 GESCHIEBEFRACHTEN BÄRENTALER BACH

$G_{30}$	$G_{100}$	$G_{300}$
4'000 m <sup>3</sup>	15'000 m <sup>3</sup>	28'000 m <sup>3</sup>

Die Geschiebefrachten werden limitiert durch die Umlagerungsstrecke oberstrom des Geschiebesammlers.

#### Längenprofil

Vom Geschiebesammler Träjen bis Unterhalb des Schulhauses Glaris Ortolfi beträgt das Bruttogefälle 15% bis 22%. Erst auf Kote 1'440 m ü.M. - ca. 30 m vor der Brücke Ortolfistrasse neben der Unternehmung Derungs - nimmt es auf unter 10% ab. Hier beginnt der eigentliche Bachkegel mit Auflandungstendenz.

#### Prozesse

Der Geschiebetrieb im Gerinne ist fluvial.

Der Geschiebesammler Träjen weist an der Abschlussperre einen eher dichten Rechen auf. Der Rechen schlägt bei Ereignissen mit viel Geschiebe und Schwemholz zu und hält alles Geschiebe zurück (geschlossenes System). Dadurch entsteht in der Folgestrecke ein Geschiebedefizit. Da diese Strecke mit durchschnittlich 15 bis 20% steil ist, kommt es hier bei Anspringen des Sammlers zu starken Erosionen. Im Ereignis 2022 war v.a. Tiefenerosion bis über 2 m zu beobachten. In der Folge kommt es zu Nachböschungsvorgängen. Da das Gerinne so steil ist und eher gestreckt, kommt direkte Seitenerosion durch Anströmung wenig vor.

Die Tiefenerosion führt auch dazu, dass die rechtsufrigen Einhänge ihren Fuss verlieren und gefährdet werden. Dieses Gefährdungsbild muss verhindert werden.

Der Geschiebesammler Träjen liegt zu weit oben im System. Die Erosion der Folgestrecke ist unmittelbar durch den Sammler induziert.



**Abb. 7** LINKS: ABSCHLUSSPERRE TRÄJEN RECHTS: TIEFENEROSION IN DER FOLGESTRECKE

Im Geschiebesammler Ortolfi wird das erodierte Material aus der Zwischenstrecke abgelagert. In der Folge kommt es zu weiteren Erosionen entlang des Schulhauses bis zur Mündung.

Unterhalb 1'440 m ü.M. herrschen Auflandungsprozesse vor.

### **3.8. Schwemmholz**

Die Gerinneabhängige im Einzugsgebiet sind bis auf eine Höhe der Waldgrenze beidseitig bewaldet. Es kann Schwemmholz mobilisiert werden, welche im Geschiebesammler Träjten zurückgehalten wird, solange dieser nicht voll ist.



**Abb. 8** SCHWEMMHOLZ IM GESCHIEBESAMMLER TRÄJEN 2022

Unterstrom des Sammler befindet sich rechtsufrig ebenfalls Wald. Die Böschungen sind teilweise mit Stauden bewachsen. Dieses Material kann wiederum im Geschiebesammler Ortolfi zurück gehalten werden.



Für die Situation im Mündungsbereich ist es sehr wichtig, dass das Schwemmholt zurück gehalten wird, da die Brückenquerschnitte - topographisch bedingt - sehr klein sind. Der Bereich unterstrom Geschiebesammler Ortolfi sollte daher nicht zu stark einwachsen.

### **3.9. Instandsetzungsbedarf**

Der Bach befindet sich im Perimeter in Tiefenerosion. Verbauungen und Einhänge sind unterspült und teilweise nicht mehr fundiert.

Um weitere Tiefenerosion und Nachböschungsvorgänge zu verhindern, muss die Sohle angehoben und stabilisiert werden.



## **4. ZIELE**

---

### **Ziele der Instandsetzung**

Die Gerinnesohle im Perimeter muss soweit angehoben und gesichert werden, dass die Einhänge stabil sind.

### **Schutzziele**

Kein Schutzziel (Instandsetzungsprojekt).

Die Verbauungen werden geometrisch auf ein HQ<sub>100</sub> ausgelegt.

Das Zwischengefälle zwischen den Querriegeln ist mit 8 % mittelfristig nicht stabil. Ein Vollverbau wäre aber angesichts des limitierten Schadenpotenzials zu teuer. Eine begrenzte Lebensdauer wird in Kauf genommen.

Es muss innert ca. 20 Jahren oder bei grossen Ereignissen mit örtlichen Sanierungen gerechnet werden - welche v.a. auf eine Tiefenerosion zurück geführt werden - nicht aber mit einem kompletten Versagen des Verbaus.

### **Ökonomische Ziele**

Es wird ein gutes Kosten-/Nutzenverhältnis angestrebt.

### **Raumplanerische Ziele**

Da es sich um ein Instandsetzungsprojekt handelt, wird keine Rückstufung der Gefahrenzonen angestrebt.



## **5. MASSNAHMEN**

---

### **5.1. Geprüfte und verworfene Varianten**

#### **Nullvariante**

Trotz grossen Abflussereignis im Sommer 2022 waren keine Schäden an Gebäuden oder Infrastrukturen zu verzeichnen. Die Erosionen im Landwirtschaftsland und Wald sind gering.

Die Beurteilung im Feld und aufgrund der Topographie zeigt aber, dass v.a. der rechte Einhang abschnittsweise keinen Fuss mehr aufweist und unterspült ist. Auf dem Hang befindet sich Schutzwald. Eine weitere Eintiefung der Sohle muss verhindert werden.

Die Nullvariante wurde daher verworfen.

#### **Vollverbau**

Ein langfristig stabiler Zustand in einem Wildbach kann nur erreicht werden, wenn ein Vollverbau erstellt wird. Ein solcher ist im Bärenentalerbach aufgrund des limitierten Schadenpotenzials nicht kostenwirksam.

#### **Geschiebesammler**

Die vorhandenen Geschiebesammler fördern die Erosionskraft des Baches erheblich, da sie zu weit weg von der eigentlichen Auflandungsstrecke unterhalb 1'440 m ü.M. liegen.

Eine Aufgabe der Sammler würde zu vermehrten Auflandungen im Mündungsbereich führen, der mit Gewerbe- und Wohnhäusern überbaut ist.

Aus geschiebetechnischer Sicht ideal wäre eine Verschiebung des Sammlerstandortes in den Bereich des Schulhauses. Diese Option wurde aus politischen und finanziellen Gründen verworfen.

### **5.2. Gewähltes Instandsetzungskonzept**

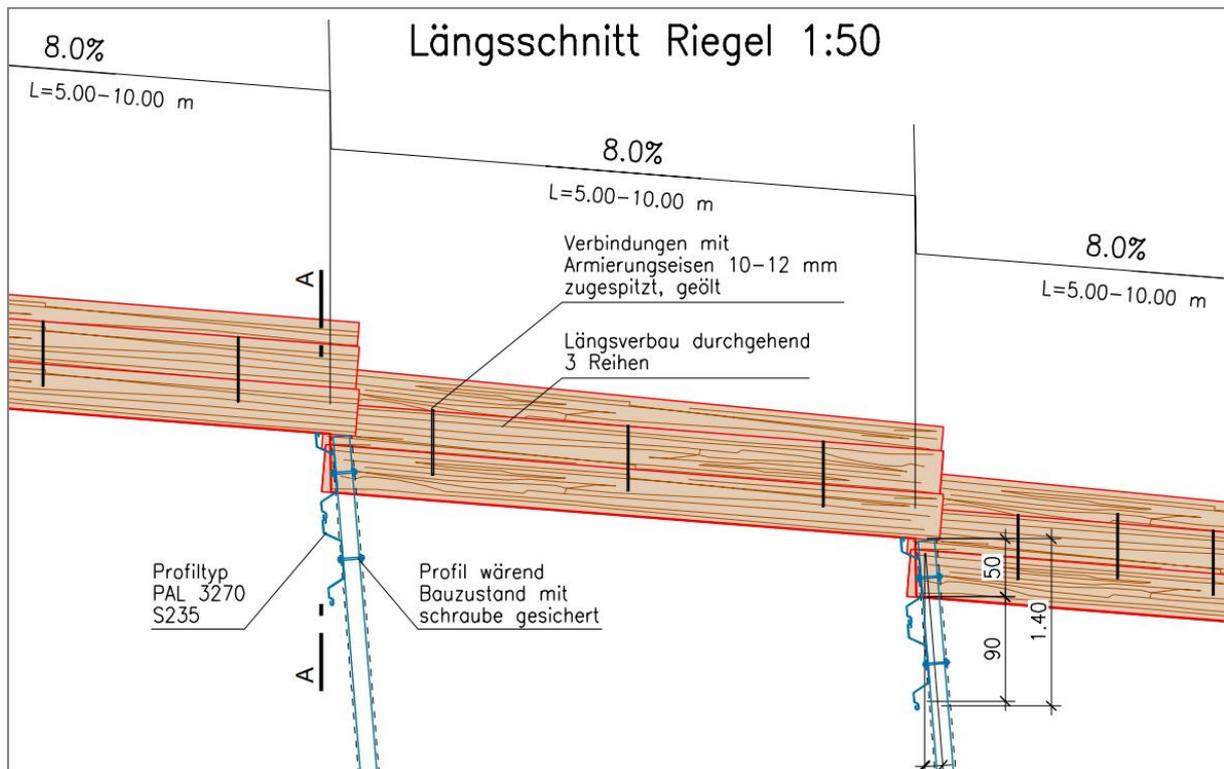
Die Sohle soll in den tief eingeschnittenen Bereichen wieder auf das Niveau vor dem Ereignis 2022 angehoben werden, um die Einhänge zu stützen. Die Sohle wird aufgeschüttet und auf der neuen Höhe mittels einer Folge von niedrigen Querriegeln stabilisiert. Die Riegel weisen Abstände von 5 bis 10 m auf und eine Absturzhöhe von 0.5 m. Gegen Unterkolkung werden sie mittels Stahlprofilen gehalten.

Zunächst waren Blockriegel geplant. Die Zufahrt zur Baustelle ist aber in der Tragfähigkeit derart limitiert (Kap. 7.1), dass die Transporte minimiert werden müssen. Daher wurde entschieden, Spundwandprofile einzusetzen. Dadurch sind nur ca. 10 Fahrten auf dem steilen Weg erforderlich statt 220 Fahrten. Dies ist entscheidend, damit der bestehende Weg erhalten werden kann und nicht neu gebaut werden muss. Ausserdem werden so rund 40 LKW-Fahrten nach Davos vermieden.

Die Ufer werden mittels Ingenieurbiologischen Massnahmen gesichert. Dort wo die Böschungen heute übersteil sind und gestützt werden müssen, werden durch den Forstbetrieb der Gemeinde Rauhbäume und Längshölzer versetzt. Das Holz kann praktisch vor Ort gewonnen werden. Die Konstruktion kann überschüttet werden und einwachsen. In einigen Jahren wird die aufkommende Vegetation die tragende Funktion übernehmen.

Das gewählte Nettogefälle von 8% entspricht den topographisch und finanziell limitierten Möglichkeiten. Die Höhe der Überfälle kann damit auf 0.5 m reduziert werden. Dies reduziert die Kolkiefen erheblich und führt zu eher kleinen Foundationstiefen.

Damit kann die Sohle bei den vorhandenen Korngrössen nicht vollständig stabilisiert werden, die Prozesse werden jedoch verlangsamt und Nachböschungsvorgänge vermindert. Durch die Verbreiterung der Sohle auf den verbauten Abschnitten nehmen ausserdem die Belastungen ab, verglichen mit dem Zustand der weiteren Eintiefung.



**Abb. 9 PRINZIP QUERRIEGEL IM LÄNGSSCHNITT, OHNE MASSSTAB**

Im mittleren Teil - wo die bestehenden Blocksperrern dem Hochwasser stand gehalten haben - wird der Bach im heutigen Zustand belassen. Die Höhen der unter- und oberstromseitig anschliessenden Abschnitte werden dem Bestand angepasst.

### **5.3. Bauliche Massnahmen**

#### **Geschiebesammler Trägen bis Brücke (m 0.0 bis m 45)**

Keine Massnahmen

#### **Brücke Richtung Schärmenwald (m 45)**

Örtliche Vorgrundregulierung mit Blöcken zum Schutz der Widerlager.

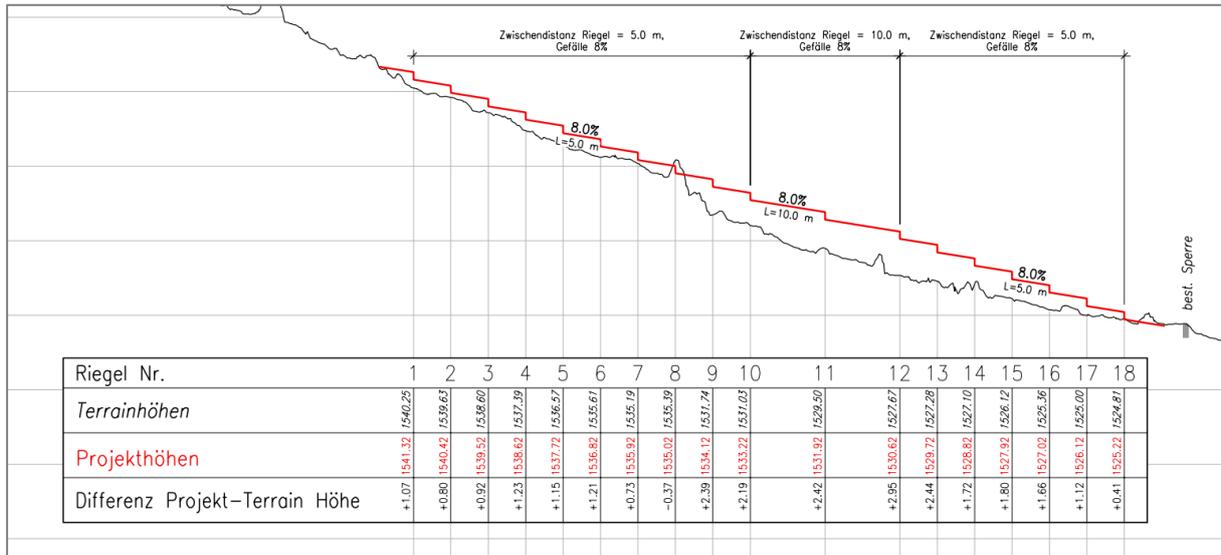
#### **Brücke Richtung Schärmenwald bis m 90**

Keine Massnahmen.

#### **m 90 bis m 190**

Anhebung der Sohle auf Niveau vor dem Ereignis 2022 durch Aufschüttung und Stabilisierung mit einer Querriegelfolge im Abstand von 5-10 m. Reduktion des Nettogefälles auf 8%.

Längsverbau wo erforderlich mittels Raubäusern und Längshölzern durch den Forstbetrieb.



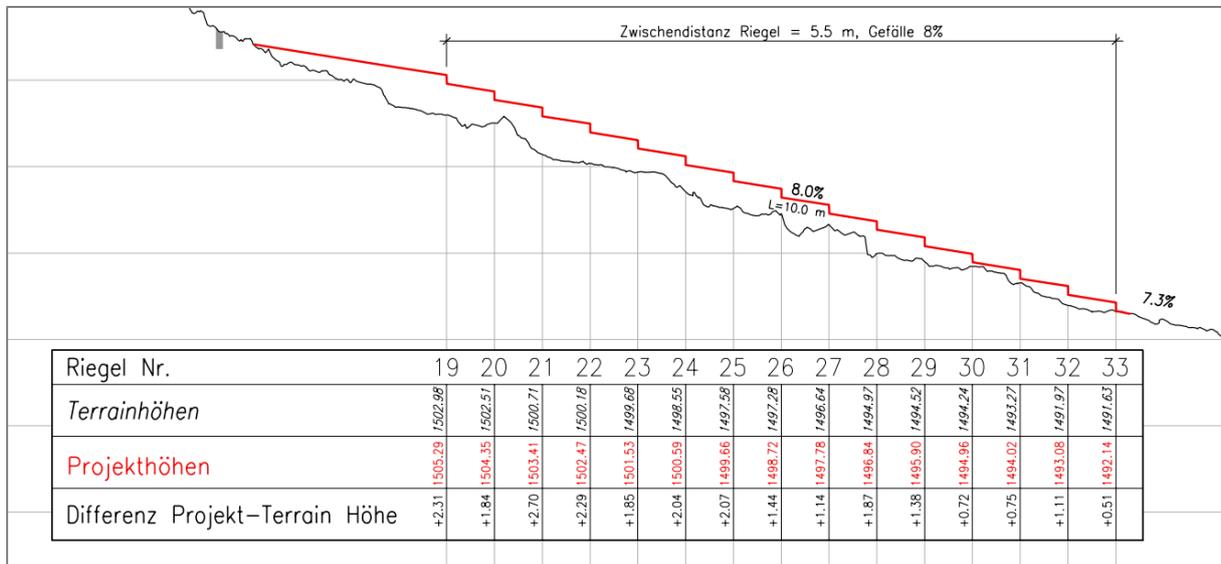
**Abb. 10 MASSNAHMEN M 90 BIS M 190 IM LÄNGENPROFIL, OHNE MASSTAB**

**m 190 bis m 285**

Auf diesem Abschnitt sind die bestehenden Blocksperrern noch intakt. Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

**m 285 bis m 390**

Gleiches Prinzip wie m 90 bis m 190. Riegelabstand 5-6 m.



**m 390 bis m 450 (Brücke Bärentalerstrasse)**

Keine Massnahmen.

**m 450 bis m 535 (Aquädukt EWD)**

Auf diesem Abschnitt werden die vorhandenen Blockverbauungen örtlich unterfangen und instand gestellt. Dazu gehört namentlich auch die Sperre unter dem Aquädukt EWD zur Sicherung desselben.

Es sind keine neuen Elemente vorgesehen.



## **5.4. Hydraulische und geschiebetechnische Nachweise**

### **Hydraulische Parameter**

Auf den Abschnitten mit Querriegeln, welche neu ein Nettogefälle von 8% und eine Sohlenbreite von ca. 4 m aufweisen, liegt der mittlere Wasserspiegel im Bemessungshochwasser von 11 m<sup>3</sup>/s bei 0.8 bis 1.0 m. Unter der Annahme, dass die Sohlenbreite von ca. 2 m bis 6 m variiert, ergibt sich eine Abflusshöhe von rund 0.8 m bis 1.1 m. Die mittlere Fliessgeschwindigkeit beträgt ca. 3 m/s, der Abfluss ist im kritischen Bereich.

Die Böschungen sollten bis auf eine Höhe von min. 0.5 m gegen Erosion gesichert werden.

### **Stabilität des Gefälles**

Mit der angenommenen Korngrösse vom  $d_m=0.15$  m ergibt sich ein rechnerisches Verlandungsgefälle von 7 bis 11% für  $HQ_{100}$ , auch wenn der Geschiebeanteil klein ist (Sammler). Bei mittleren Korndurchmessern von nur 0.1 m sinkt das Verlandungsgefälle rund 2 % ab.

Ein Nettogefälle von 8% ist also bei grösseren Ereignissen nicht vollständig stabil.

Die Deckschicht wird in jedem Fall aufgerissen. Ein flacheres Gefälle kann sich einstellen. Erreicht das Nettogefälle beispielsweise 6%, so wird der oben im Sperrenfeld liegende Riegel um 0.1 m zusätzlich unterspült. Die Grössenordnung liegt aber deutlich unter derjenigen der Kolkiefen.

### **Kolkiefen**

Die rechnerische Kolktiefe beträgt um 1.0 m. Dies bei geschiebelosem Abfluss. Die Ansätze sind äusserst sensitiv, v.a. auf den spezifischen Abfluss. Bei  $HQ_{300}$  steigt sie deutlich an.

Aus diesem Grund sollte die Sohlenbreite so gross als möglich gewählt werden.

Die Kolkiefen werden mittels Halterungen aus Stahlprofilen erstellt.



## 6. RAUMPLANUNG UND UMWELT

### 6.1. Allgemeines und Standortnachweis

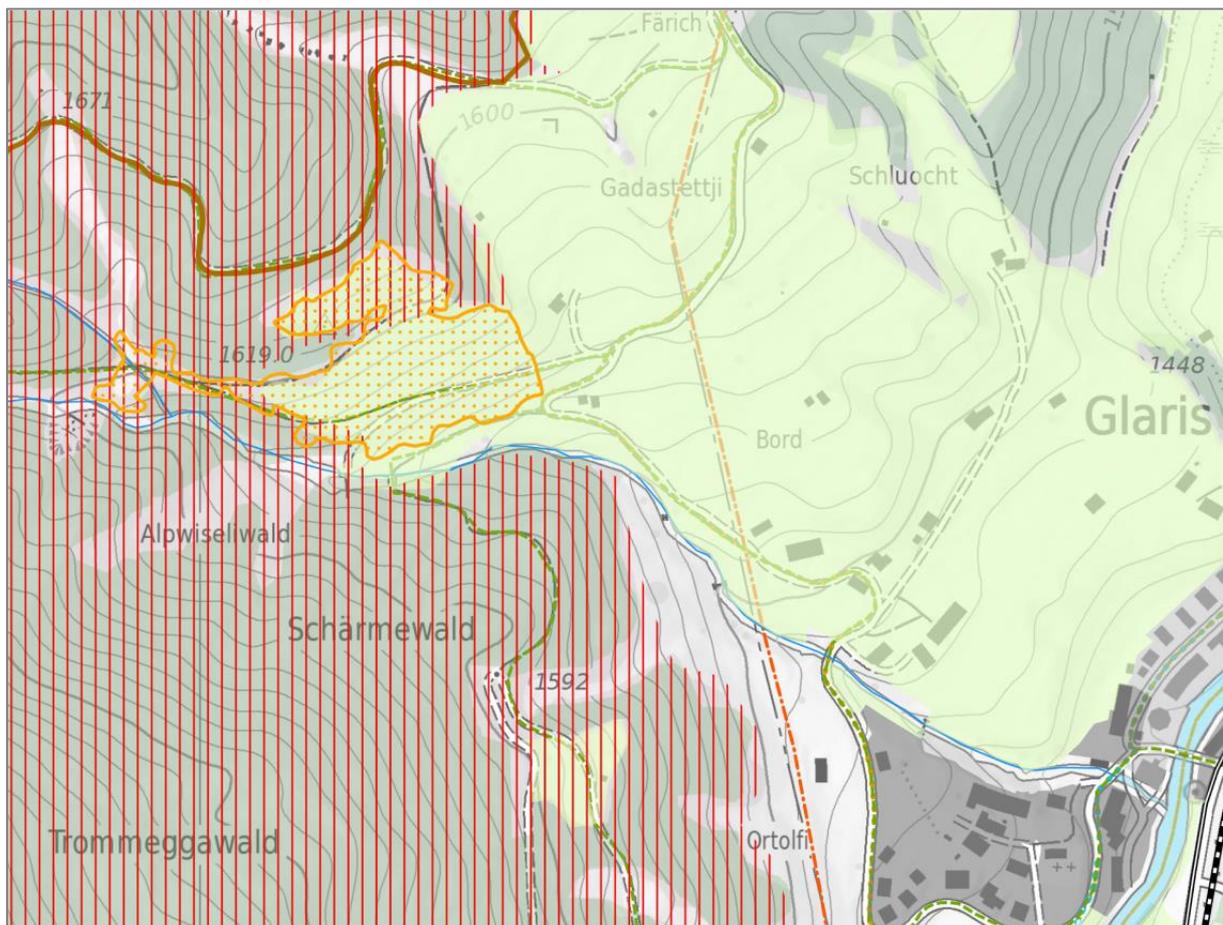
Das Projektvorhaben befindet sich ausserhalb der Bauzone. Demgemäss sind einerseits die Vorgaben der Richtplanung zu überprüfen, andererseits ist die Standortgebundenheit nachzuweisen.

Das vorliegende Wasserbauvorhaben ist aufgrund des natürlichen und historischen Verlaufs des Gewässers standortgebunden. Die Verwirklichung des Wasserbauvorhabens ist von öffentlichem Interesse. Die Massnahmen stützen sich auf die gültige Gefahrenkarte [1] sowie die Schutzzielvorgaben des Bundes und Kantons [10].

Im Rahmen der Projektentwicklung wurden mögliche Massnahmenvarianten verglichen und beurteilt. Die Interessensabwägung und Prüfung von Alternativen hat ergeben, dass die nachgewiesenen Defizite am Gewässer nicht ohne die Erstellung der geplanten Holzkastenschwellen behoben werden können.

### 6.2. Richtplanung

Im regionalen Richtplan der Region Davos sind im Perimeter ausser den Verkehrsanlagen und Wegen keine Objekte ausgeschieden. Der Richtplan zeigt im Wesentlichen die aktuellen Bestände (Gewässer, Landwirtschaftsgebiet, Wald, Trockenwiese) einschliesslich der bestehenden Strassen und Wege sowie die Hochspannungsleitung. Ausserdem ist das Siedlungsgebiet Glaris Ortolfi (grau in Abb. 11) ersichtlich.



**Abb. 11 AUSSCHNITT REGIONALER RICHTPLAN DAVOS [16], OHNE MASSSTAB**

Die Strassen und Wege werden im Projekt nicht beeinträchtigt, sondern nur temporär für den Baustellenverkehr genutzt, resp. gesperrt.



Durch die gewählte Anordnung der wasserbaulichen Massnahmen wird sichergestellt, dass das Gewässer seine verschiedenen Funktionen erfüllen kann. Das Vorhaben ist verhältnismässig und entspricht dem zeitgemässen Wasserbau. Es wurde nach den einschlägigen Richtlinien und Handlungsgrundsätzen des Kantons und Bundes dimensioniert und realisiert auf weiten Strecken den Gewässerraum baulich.

Demgemäss ist das Projekt richtplankonform.

### 6.3. Nutzungsplanung

Der Bach verläuft bis zur Ortofstrasse zwischen Wald (rechts) und Landwirtschaft (links). Diese wird im oberen Bereich als Weide genutzt, im unteren Bereich finden sich auf Mähwiesen. Hier befindet sich nur wenig Schadenpotenzial. Auch kann der Bach nicht ausbrechen, da die Einhänge sehr hoch sind.

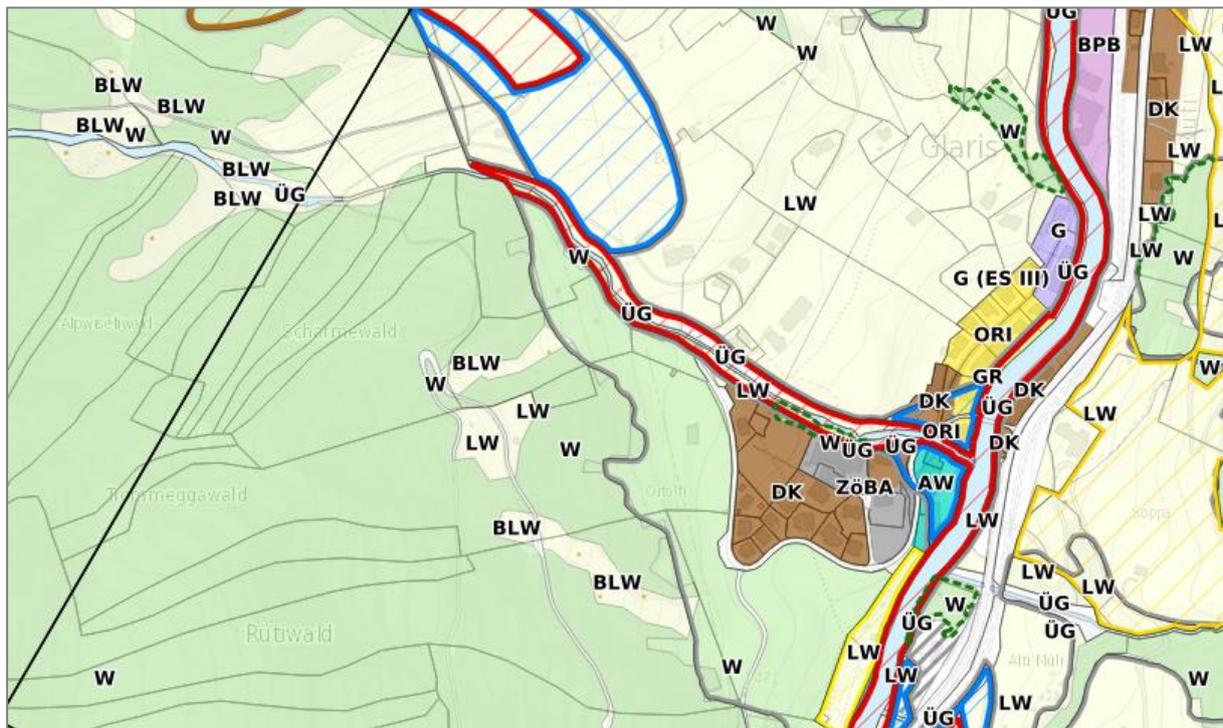


Abb. 12 AUSSCHNITT AUS DEM ZONENPLAN DER GEMEINDE DAVOS, OHNE MASSSTAB [16]

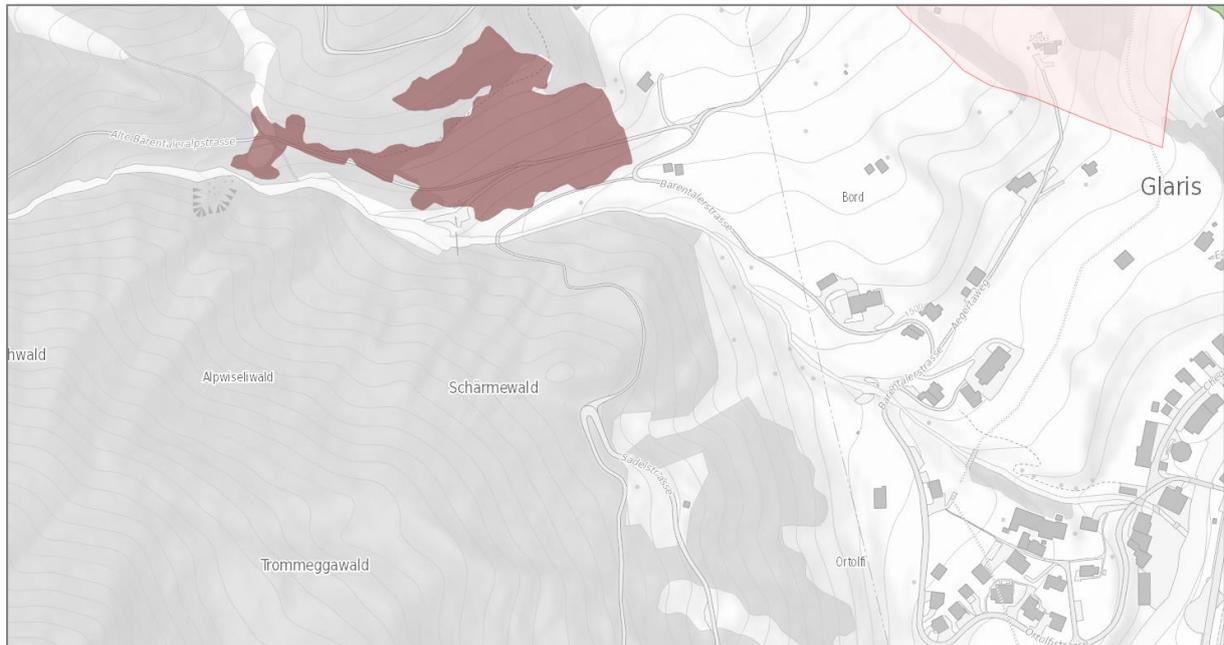
Tab. 4 LEGENDE ZONENPLAN

Farbe Zonenplan	Zone
hellgelbe Fläche	Landwirtschaft
grüne Fläche	Wald
rote und blaue Linien	Gefahrenzonen
braune, graue, gelbe, türkise Flächen	Bauzone

Der Bereich unterhalb Geschiebesammler Ortofli ist eingezont und überbaut. Am unteren Perimeterende quert eine Druckwasserleitung der Elektrizitätswerke Davos AG (EWD) den Bach auf einem Aquaedukt.

### 6.4. Inventar der natürlichen Lebensräume

Oberhalb des Perimeters am steilen Südhang auf Höhe Geschiebesammler Träjen ist eine Trockenwiese/-weide inventarisiert.



**Abb. 13 NATURSCHUTZINVENTAR "TROCKENWIESEN UND -WEIDEN" AUS [16] OHNE MASSSTAB**

Das erfasste Gebiet wird als Weide genutzt. Sie grenzt an die Zufahrt zur Baustelle auf dem vorhandenen Weg, ist jedoch von Massnahmen nicht betroffen.



**Abb. 14 DIE INVENTARISIERTEN WEIDEN**

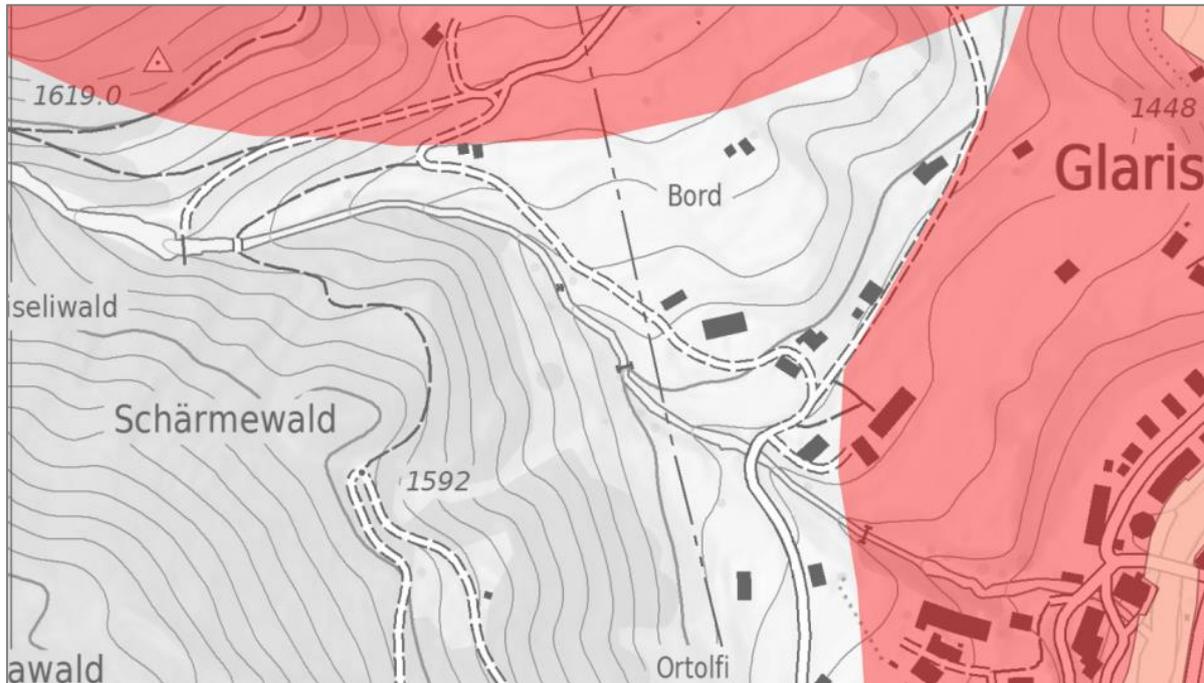
## **6.5. Gewässerökologie und Gewässerschutz**

### **Ökomorphologie**

Das Gewässer ist nicht kartiert [16].

### **Gewässerschutz**

Der unterste Bereich des Bärenentaler Bachs liegt im Gewässerschutzbereich  $A_u$ . Dieser Bereich ist nicht unmittelbar von Baumassnahmen betroffen.



**Abb. 15** SCHUTZBEREICH AU AUS [16] OHNE MASSSTAB

### **Wasserqualität**

Es gibt keine Einleitungen von geklärtem Wasser oder Kühlwasser, wodurch die Wasserqualität als nicht beeinträchtigt bezeichnet werden kann. Im Einzugsgebiet hat es bestossene Alpgebiete, wodurch das Bachwasser im Sommerhalbjahr leicht belastet sein dürfte.

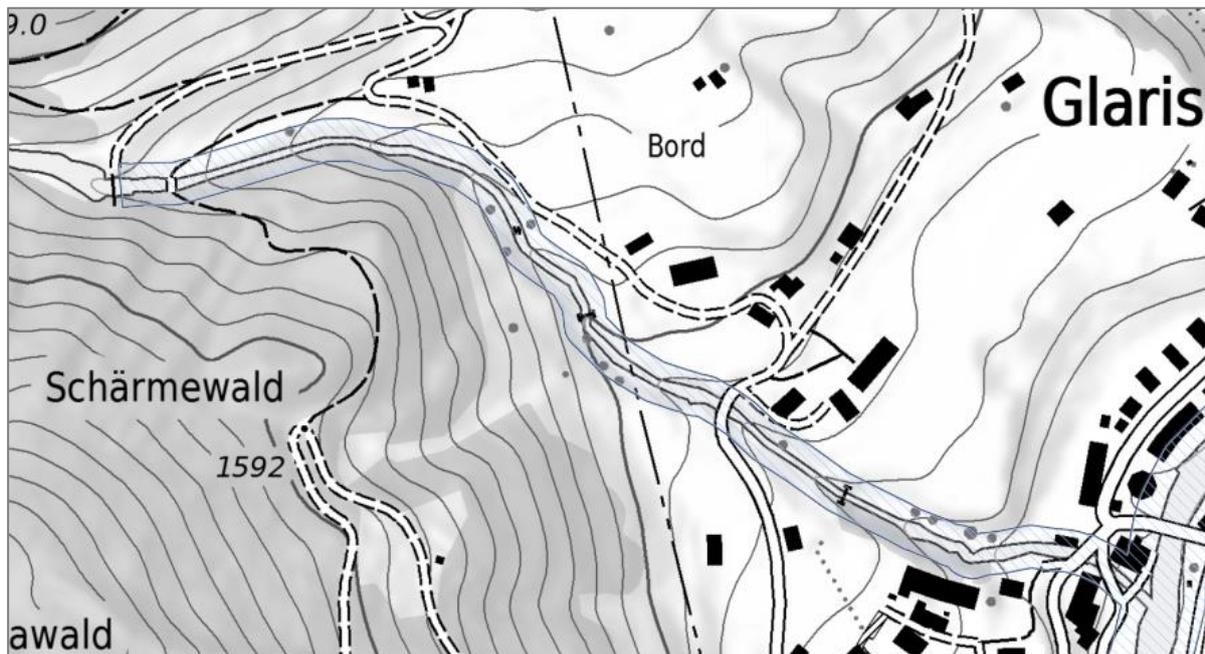
### **Quellen**

Bei ca. m 150 befindet sich rechtsufrig eine Quellfassung. Diese muss vor Baubeginn angezeichnet und geschützt werden. Es ist in diesem Bereich kein Aushub vorgesehen.

Eine weitere Quellfassung mit Reservoir befindet sich an der Zufahrt. Diese muss in der Submission erwähnt und geschützt werden, am besten durch eine Absperrung während der Bauzeit.

## **6.6. Gewässerraum**

Im Projektperimeter ist der Gewässerraum provisorisch ausgeschieden. Er erstreckt sich parallel zur Gewässerparzelle mit einer Breite von 10 m. Der GWR ist noch nicht rechtskräftig.



**Abb. 16** GEWÄSSERRAUM DES BÄRENTALER BACHS (BLAU), AUS [2] OHNE MASSSTAB

Die Verbauungen befinden sich ihrer Natur gemäss im Gewässerraum, was zulässig ist.

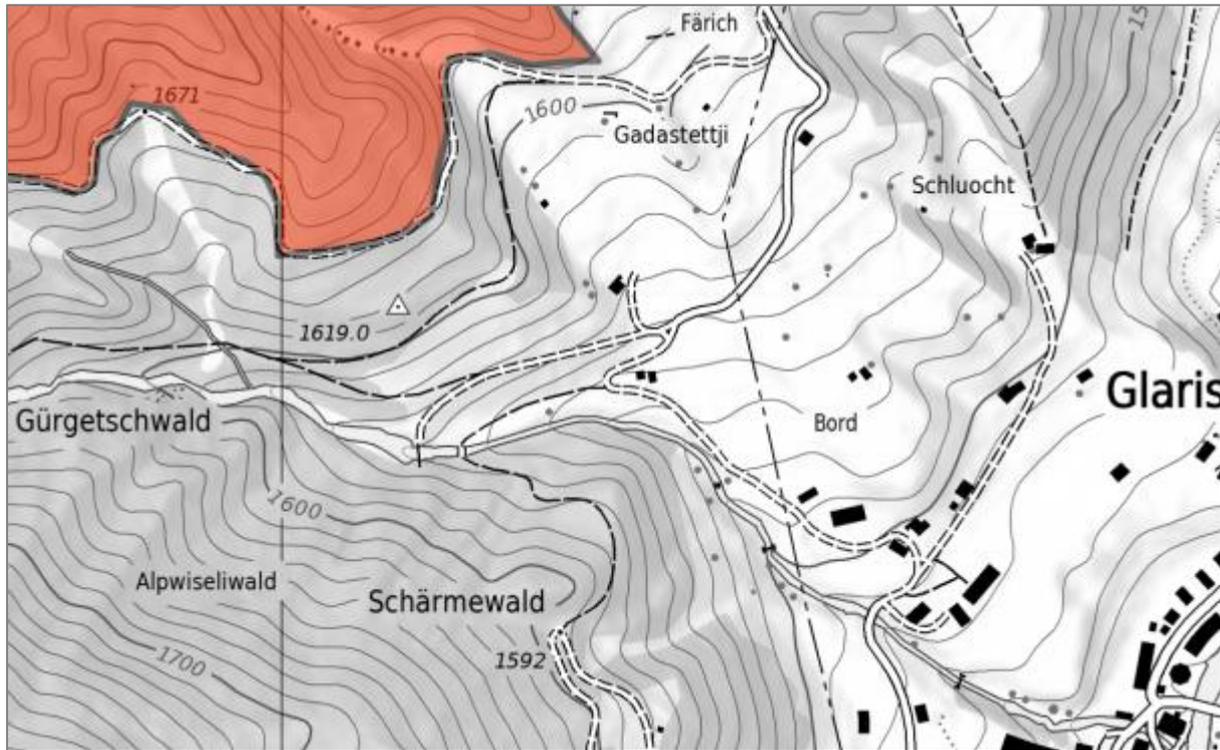
### **6.7. Fischerei**

Der Bärentaler Bach ist gemäss [16] kein Fischgewässer und aufgrund der zahlreichen Sperrern auch nicht durchgängig. Er mündet jedoch in das Landwasser, welches ein wichtiges Fischgewässer darstellt und Bachforelle, Bachsaibling und Groppe beheimatet. Trübungen sind soweit möglich zu vermeiden.

Während der Bauarbeiten im Gerinne wird eine Wasserhaltung eingerichtet.

### **6.8. Übrige Fauna**

Etwas oberhalb des Perimeters liegt eine Wildruhezone. Diese wird von den Massnahmen oder den Zufahrten nicht tangiert.



**Abb. 17 WILDRUHEZONE BODAWALD GEMÄSS [16], OHNE MASSSTAB**

## 6.9. Vegetation und Wald

Am rechten Bachufer befindet sich oberhalb des Geschiebesammlers Ortolfi Wald. Darunter sowie auf der gesamten linken Uferseite kommen auf Wiesen / Weiden vereinzelt Bäume vor. Der Baumbestand besteht mehrheitlich aus Fichten und Lärchen. Es handelt sich um Schutzwald [16].



**Abb. 18 WALDBESTAND AM RECHEN UFER (BLICK GEGEN DIE FLIESSRICHTUNG)**

Die Bachböschungen sind ausserdem durch natürliche Sukzession bewachsen. Es können Erlen, Weiden, verschiedene Gräser, Arten wie Pestwurz usw. sowie einzelne Birken beobachtet werden. Dazwischen finden sich auch Vogelbeeren und ähnliche Stauden. Die Ufervegetation muss für die Verbauungen temporär entfernt werden.

Es sind im Perimeter keine gesetzlich geschützten Arten gefunden worden. Hingegen ist die Ufervegetation von Gewässern durch das NHG grundsätzlich vor Eingriffen geschützt. Für die temporäre Entfernung im Rahmen der Bauarbeiten ist eine Ausnahmegewilligung nötig.



Es wurden keine Neophyten beobachtet.

Gemäss Abklärungen mit dem AWN ist für die Instandsetzungsarbeiten und die dafür erforderlichen temporären Holzereiarbeiten auch am rechten Ufer kein Rodungsverfahren notwendig.

## **6.10. Boden**

Die Installationsplätze liegen im Landwirtschaftsland. Oberboden und Unterboden werden abhumusiert, getrennt gelagert und nach Beendigung wieder eingebaut, geeggt und angesät. Die Lagerung erfolgt als Linienlager im Schwenkbereich, so dass keine Transporte erforderlich sind. Die Depots müssen den einschlägigen Vorschriften entsprechen. Sie werden entweder auf einem Geovlies oder direkt auf der Grasnarbe angelegt. Wegen der kurzen Schüttdauer ist eine Begrünung voraussichtlich kaum möglich (Höhenlage, Dauer von ca. September bis Juni), aber auch nicht erforderlich.

Das Anhumusieren erfolgt im folgenden Sommer bei trockenen Verhältnissen. Da es sich teilweise um Weideland handelt, muss die Folgebewirtschaftung mit dem Grundeigentümer geregelt werden (Weideverbot im ersten und evtl. zweiten Jahr, Pflegeschnitte).

Im der Submission müssen die einschlägigen Gesetze und Fachgrundlagen (USG, VBBO, etc.) und die daraus folgenden Massnahmen beschrieben werden. Die wichtigsten davon sind:

- Kulturerdearbeiten nur bei geeigneten Witterungsbedingungen (Bodenfeuchte)
- Geeigneter Geräteinsatz (Raupebagger mit Beschränkung von Flächenpressung und Gesamtgewicht oder Schreitbagger, Humuslöffel)
- Fachgerechtes Anlegen und Unterhalt der Humusdepots, Depots nicht befahren

Das anfallende Bodenmaterial wird vollumfänglich im Projekt vor Ort wiederverwendet.

## **6.11. Altlasten**

Im Projektperimeter ist gemäss dem kantonalen Kataster kein belasteter Standort vorhanden [16].

## **6.12. Landschaft**

Am Bachverlauf wird in der Lage nichts verändert. Das Projekt folgt in der Lage dem aktuellen Bestand (Achtung: entspricht nicht der Parzellengrenze!). Neu befinden sich im oberen Teil auf zwei Abschnitten von je ca. 100 Lfm niedrige Querriegel im Bach. In den Böschungen werden Raubbäume und Längshölzer verlegt, welche einwachsen werden.

Der solcherart instandgesetzte Abschnitt ist von den umgebenden Wegen kaum einsehbar. Nur wenn man dem Wanderweg in den Schärmenwald folgt, ist die Bachsohle sichtbar. Die Verbauungen beginnen erst rund 50 m unterstrom der Brücke und sind aufgrund der leichten Kurve nur teilweise sichtbar.

Vom Gegenhang aus werden die Verbauungen wegen der niedrigen Absturzhöhe von 0.5 m kaum wahrnehmbar sein.

Die Massnahmen unterstrom des Geschiebesammlers Ortolfi beschränken sich auf Unterfangungen bzw. Instandsetzungen von bestehenden Blocksätzen und sind nicht relevant für das Landschaftsbild.

## **6.13. Fuss- und Wanderwege**

Vgl. Kap. 9.2.

## **6.14. Ökologische Bilanz**

Da es sich um ein Instandsetzungsprojekt handelt, wird auf eine Bilanzierung der Lebensräume verzichtet.



### **6.15. Ausnahmewilligungen**

Die Genehmigung des Vorhabens erfordert im Rahmen des massgeblichen Verfahrens die Erteilung verschiedener spezialgesetzlicher Bewilligungen. Gemäss heutiger Kenntnis handelt es sich dabei um:

- Bewilligung für technische Eingriffe in Gewässer nach Art. 8 Abs. 1 des Bundesgesetzes über die Fischerei, BGF
- Bewilligung zur Beseitigung von Ufervegetation nach Art. 22 Abs. 2 NHG
- Bewilligung für die Erstellung von standortgebundenen, im öffentlichen Interesse liegenden Anlagen im Gewässerraum nach Art. 41c Abs. 1 der Gewässerschutz GSchV



## 7. BAUAUSFÜHRUNG

---

### 7.1. Bauablauf und Installationen

#### Etap pierung und Termine

Die Arbeiten könnten etappiert werden. Ziel ist aber, während einer Bausaison alle Arbeiten fertig zu stellen. Dazu ist es möglich, in verschiedenen Gerinneabschnitten parallel zu arbeiten. Die Unternehmung muss aufgrund des Bauprogrammes entscheiden, ob im Angebot eine oder zwei Gruppen vorgesehen werden. Im Ablauf ist der Unternehmer grundsätzlich frei. Die Schüttungen und der Einbau der Querriegel sollte von unten nach oben erfolgen.

Die Landbeanspruchung sollte nach der Heuernte (ca. anfangs Juli) erfolgen.

Die Arbeiten im Gerinne sollten möglichst ausserhalb der Hochwassersaison in Angriff genommen werden. Es wird vorgeschlagen, ab August zu installieren und Anfang September die Wasserhaltungen einzurichten. Die eigentlichen Bauarbeiten erfolgen dann ab Mitte September bis Anfangs Dezember oder bis zum Wintereinbruch.

Fertigstellungsarbeiten - insbesondere Humusarbeiten - sollten im Frühsommer 2025 gemacht werden, wenn wieder trockene Verhältnisse herrschen.

Für die Bewilligung und Ausschreibung gelten die unten aufgeführten Termine.

**Tab. 5 TERMINE**

Feb. / März 2024	Einholen der Beschlüsse
März-Mai 2024	Baumeistersubmission
März 2024	Auflage des Projektes
Juni 2024	RRB
August 2024	Beginn der Bauarbeiten
Dezember 2024	Abschluss der Hauptarbeiten
Frühling 2025	Fertigstellungsarbeiten

#### Erschliessung und Installationen

Die Bärenalerstrasse ist mit 15 % sehr steil und oberhalb des Geschiebesammlers Ortolfi nicht asphaltiert. Die Breiten beträgt nur knapp 2.5 m, auch in den Kurven. Die Gewichtsbeschränkung beträgt 9 to. Die Strasse ist nicht für Lastwagentransporte geeignet. Insbesondere führt sie in zwei engen und unübersichtlichen Kurven zwischen Wohngebäuden hindurch (Höfe Meisser und Ambühl).

Die Zufahrt soll über die Hitzenbodenstrasse erfolgen. Auf dem letzten Stück bis zum Installationsplatz beträgt die Gewichtsbeschränkung - wie von unten her - ebenfalls 9 to. Auch hier ist die Strasse steil, nicht asphaltiert und sehr eng.

Die Strasse muss abschnittsweise verbreitert werden. Ihre Tragfähigkeit ist ausserdem stark beschränkt, so dass sie vor Baubeginn aufgeköffert werden muss. Nach Bauende muss der Oberbau instand gesetzt werden.

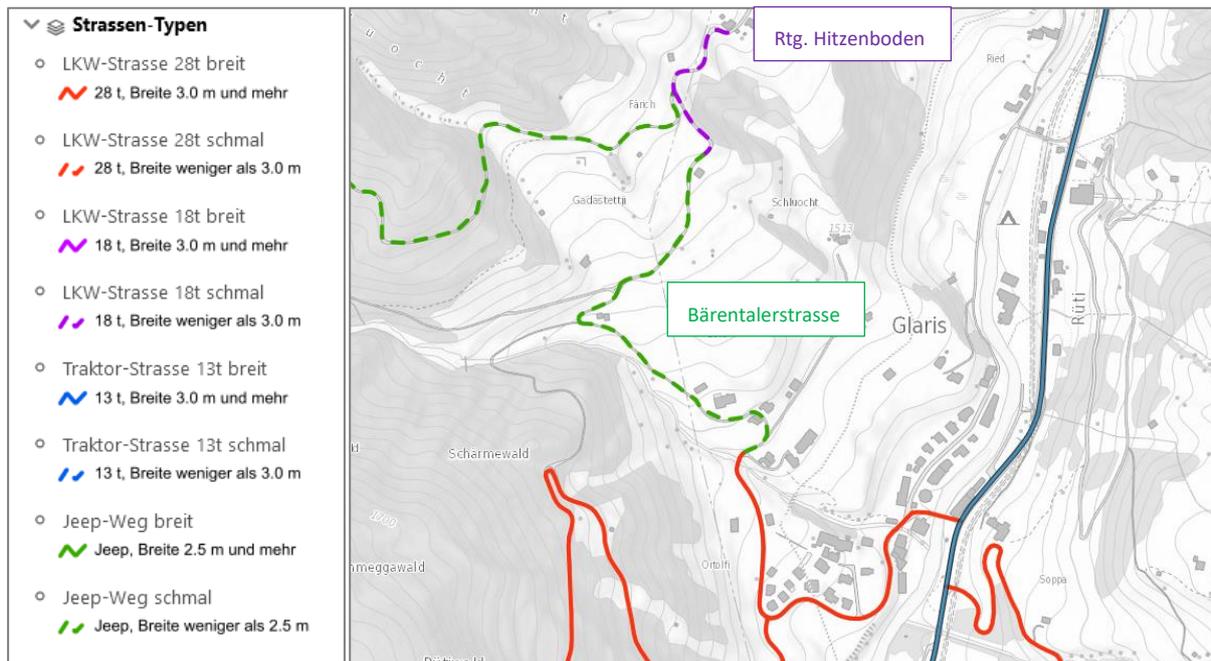


Abb. 19 STRASSENKLASSIERUNG AUS [16]

Die Kurve beim Installationsplatz wird verbreitert. Der Abzweiger vom Geschiebesammler her muss temporär ebenfalls verbreitert werden. Dabei sind die Quelfassung und das Reservoir zu schützen.

Es ist vorgesehen, unterhalb des Maschinenweges Richtung Schärmenwald (ca. Kote 1'540 m ü.M.) einen Installationsplatz zu erstellen. Hier kann auch Material umgeschlagen werden. Ab hier wird der obere Verbaungsabschnitt (m 90 bis m 190) über Pisten erschlossen.

Im mittleren Verbaungsabschnitt (m 285 bis 390) wird eine weitere Erschliessung mit Pisten erstellt. Eine weitere Piste führt von der Bärenentalerstrasse bis zum Aquädukt EWD. Hier hat es auf der Strassenparzelle auch Platz für einen weiteren kleinen Installationsplatz zum Abstellen der Maschinen und Fahrzeuge.

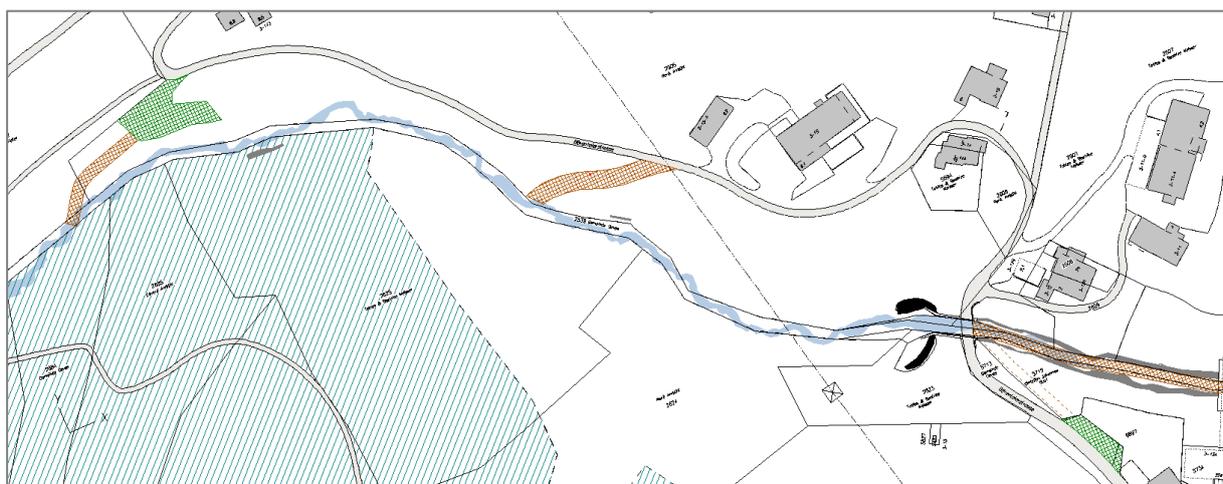


Abb. 20 PISTEN (BRAUN) UND INSTALLATIONSPLÄTZE (GRÜN)

Das Land wird temporär erworben. Die Ertragsausfälle werden nach den üblichen Ansätzen der Gemeinde entschädigt.



## Wasserhaltung

Das Wasser muss gehalten werden.

Es ist vorgesehen, das Wasser abschnittsweise in Rohren zu fassen und umzuleiten. Die Rohre können im linken Ufer verlegt und bei den Pistenquerungen überschüttet werden, oder sie werden in der rechten Böschung aufgehängt.

Der Bärentalerbach führt verhältnismässig viel Nieder- und Mittelwasserabfluss. Dies liegt an den zahlreichen Quellen im Einzugsgebiet, welche praktisch ganzjährig Wasser bringen. Im unteren Abschnitt hat sich gezeigt, dass auch im Hochwinter zwei 400-er Rohre mit 15% Gefälle erforderlich sind, um das Wasser abzuführen.



**Abb. 21 FASSUNG AUF SPERRE UND ABLEITUNG DES WASSERS IN ZWEI ROHREN IM HERBST 2022**

## 7.2. Qualität

Um eine gute Bauqualität zu erreichen, soll vor Baubeginn ein Kontrollplan erstellt werden. Mindestens die in Tab. 6 genannten Parameter sollten definiert und mit Prüfungen überwacht werden.

Das Baugrundmodell muss während der Arbeiten laufend überprüft werden. Bachkegel neigen zu wechsellagerigem Aufbau und es können Sand- oder Siltlinsen zutage treten. Unter Umständen ist örtlich ein Materialersatz nötig oder ein Teil des Aushubes muss auf Deponie abgeführt werden.

**Tab. 6 RASTER KONTROLLPLAN AUSFÜHRUNG**

Bereich	Prüfparameter
Humusarbeiten	Physikalischer Bodenschutz, Festlegen der Bodenparameter vor Ausführung (Feuchtigkeit, Maschinengewichte und dgl.).
Erdarbeiten	Materialqualität (Kornverteilung, Feinanteile, Sauberkeit) Wassergehalt beim Einbau Geeignete Entwässerungen von nässenden Bereichen, Ableitung von Oberflächenwasser
Holzverbau	Qualität des Ausgangsmaterials (Risse, Stammdurchmesser, Fäulnis) Qualität der Verbindungen
Blockverbauungen	Qualität der Blocksteine (Druckfestigkeit, Frostbeständigkeit, Form) Blockgewichte Anordnung und Einbauvorschriften



Fundationstiefen

Hochwasserrisiko	Alarmkonzept und Pikettdienst während der Baustelle
Gewässerschutz	Geeignete Geräte (doppelwandige Tanke und dgl.) Abstellen und Betanken ausserhalb Gewässer Ölbesteck und dgl. vorhanden, Alarmkonzept

### 7.3. Baugrund

Das anfallende Aushubmaterial besteht aus Bachschutt. Das Ausgangsgestein ist im Kapitel 3.2 beschrieben.

Es wurden keine Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Ausser auf die Kartengrundlagen kann nur auf die visuelle Beurteilung der Gerinnesohle abgestützt werden. Der Baugrund muss während der Bauausführung laufend beurteilt werden.

Das Material ist für die vorgesehenen Querriegel als Foundationsschicht insgesamt von genügender Qualität. Für die Sohlenaufschüttung wäre es ebenfalls geeignet, aber ggf. nicht in genügender Menge vorhanden (Kap. 7.3). Örtliches Aufkommen von schlechterem Material müsste ggf. ersetzt werden.

### 7.4. Materialbewirtschaftung

#### Aushubmaterial

Da die Sohle aufgebaut wird, gibt es für die Querriegel keinen Baugrubenaushub. Nur randlich für die Anpassung an die Topographie wird etwas Material ausgehoben. Für Hinterfüllungen und Schüttungen werden ca. 2'500 m<sup>3</sup> (fest) Material benötigt.

Das Schüttmaterial muss zugeführt werden. Es sollte möglichst grob sein und verdichtbar. Idealerweise wird Material aus dem Geschiebesammler Träjen verwendet, in dem dort eine Art 'Voraushub' (für das nächste Ereignis) gemacht wird. Für den Kostenvoranschlag wurde angenommen, dass das Material aus anderen Geschiebesammlern der Landschaft Davos angeliefert wird.

#### Holz

Der Holzbedarf beträgt je nach verwendeter Stammstärke 100-150 m<sup>3</sup> Festmeter (m<sup>3</sup>) und wird vom Forstbetrieb der Gemeinde geliefert und eingebaut. Der grösste Teil kann direkt vor Ort gewonnen werden.



## **8. KOSTEN**

---

### **8.1. Grundlagen**

Der Kostenvoranschlag basiert auf einem detaillierten Vorausmass. Im Projektperimeter besteht ein Geländemodell aus Photogrammetrie [3] so dass die Massen genügend genau ermittelt werden konnten.

Die Preisbasis ist 2024. Es wurde keine Teuerung aufgerechnet.

Für die Einheitspreise wurden langjährige Erfahrungswerte eingesetzt und mit aktuellen Bauvorhaben abgeglichen. Je nach Marktsituation können die Preise erfahrungsgemäss um bis zu 20% abweichen (Wettbewerbspreise).

Für den Holzverbau wurden die Kosten vom Forstbetrieb auf Basis der Massen geschätzt.

Die Baunebenkosten wurden aufgrund der Erfahrungen aus anderen Projekten, der zu erwerbenden Landfläche und der SIA LHO 103 berechnet.

### **8.2. Kostenvoranschlag**

Für die gesamten Erstellungskosten werden Fr. 1.1 Mio. inkl. 8.1% MwSt. veranschlagt (+/- 15%).

### **8.3. Kostenträger und Finanzierung**

Die Kosten der wasserbaulichen Massnahmen werden in erster Linie von der Gemeinde Davos getragen und von Bund und Kanton voraussichtlich subventioniert.

Die Gemeinde Davos beantragt beim Tiefbauamt Graubünden, Abteilung Wasserbau beziehungsweise dem Kanton Graubünden die Subventionierung des vorliegenden Wasserbauprojekts im üblichen Umfang (35% Bund, 20% Kanton KWBG).

Die Gemeinde finanziert die Bruttokosten vor.

### **8.4. Wirtschaftlichkeit**

Da es sich um ein Instandsetzungsprojekt zur Gerinnesicherung und Sicherung des Schutzwaldes handelt, wird keine Wirtschaftlichkeitsanalyse nach EconoMe durchgeführt.



## **9. AUSWIRKUNGEN DES PROJEKTES AUF DRITTE**

---

### **9.1. Landerwerb**

Der Bärenentaler Bach ist ausparzelliert (Gewässerparzelle Nr. 2539 im Eigentum der Gemeinde). Durch Ereignisse und die natürliche Gerinnedynamik verläuft er aber heute abschnittsweise ausserhalb 'seiner' Parzelle. In den Situationsplänen ist der aktuelle Gewässerlauf aufgrund der Terrinaufnahmen von 2022 dargestellt.

Für die Instandsetzungsmassnahmen wird kein Land definitiv erworben. Hingegen ist für den Bau und die Zufahrten und Installationsplätze ein temporärer Landerwerb erforderlich. Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen wird der Ertragsausfall entschädigt. Werkleitungen

#### **Elektroleitung EWD**

Bei m 385 quert eine Freileitung den Bach. Sie ist von den Massnahmen nicht betroffen.

#### **Druckleitung EWD**

Bei m 535 quert die Druckleitung des EWD über ein Aquädukt den Bach. Sie ist von den Massnahmen nicht betroffen.

#### **Einläufe Meteorwasser**

Auf Kote 1'525 m ü.M. münden zwei Meteorwasserleitungen in den Bach. Sie sind nicht von den Massnahmen betroffen.

### **9.2. Gefahrenkarte**

Da es sich um ein Instandsetzungsprojekt handelt, bleibt die Gefahrenkarte unverändert.

### **9.3. Strassen und Wege**

Siehe auch Kap. 7.1.

Die Zufahrten über die Hitzenbodenstrasse ab Ende des asphaltierten Teils und die Bärenentalerstrasse ab Sammler Ortolfi sollten vor Baubeginn aufgenommen werden (Zustand). Die (private) Bärenentalerstrasse wird für den Bau leicht verbreitert und nach Bauende instand gesetzt.

### **9.4. Werkleitungen**

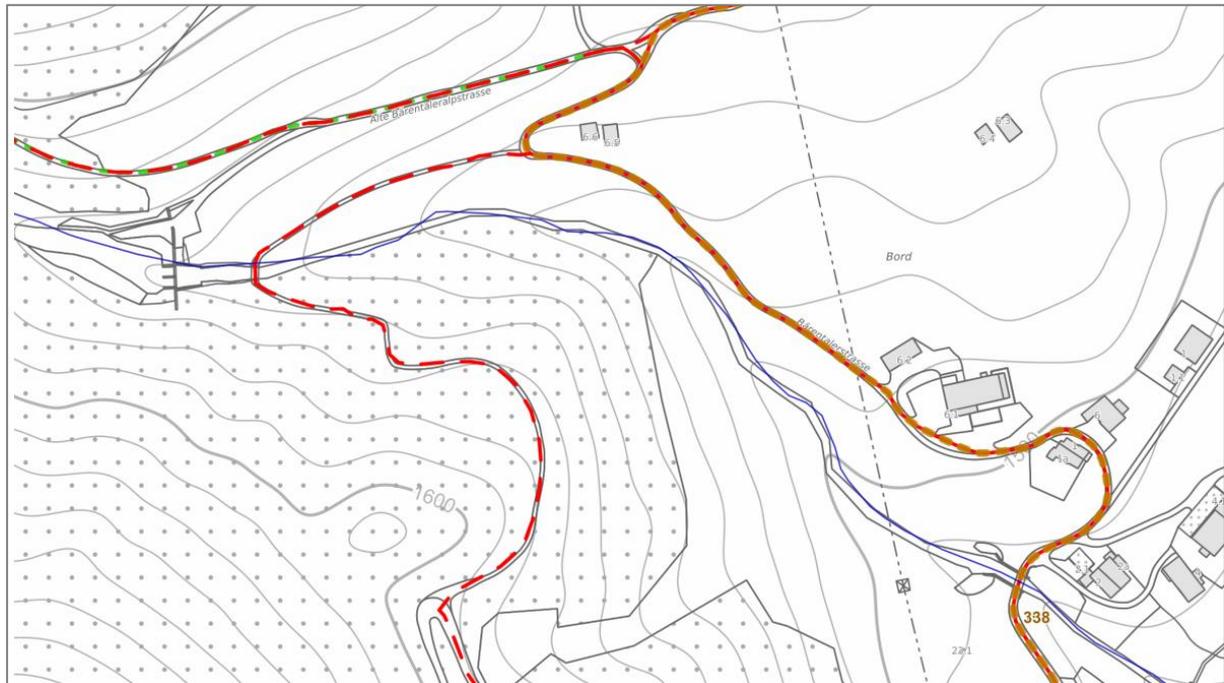
Unter der Bärenentalerstrasse hindurch führen zwei Meteorwasserleitungen. Sie müssen geortet und geschützt werden.

Die Quelfassungen (siehe Kap. 6.5) müssen angezeichnet und geschützt werden. Die Ableitungen der Fassungen sind nicht betroffen.

### **9.5. Langsamverkehr**

Die Bärenentalerstrasse dient sowohl als Wanderweg wie auch als Bikeroute (Nr. 338 Zügenschlucht). Zudem wird der Weideweg im oberen Teil des Perimeters, welcher über die Brücke unterhalb des Geschiebesammlers Träjen in den Schärmewald führt, als Wanderweg genutzt.

Diese Wege müssen während der Bauzeit teilweise gesperrt resp. umgeleitet werden.



**Abb. 22 LANGSAMVERKEHRSWEGE GEMÄSS [16], OHNE MASSSTAB, ROT & GRÜN STRICHLIERT: WANDERWEG, GELB STRICHLIERT: BIKEWEG**



## 10. ÜBERLASTFALL UND NOTFALLPLANUNG

---

### Prozesse

Bereits in der Gefahrenkarte [1] wurde festgehalten, dass die Geschiebefrachten im Bärentaler Bach noch deutlich grösser sein können als das Sammlervolumen.

Dies dürfte folgende Wirkungen zeitigen:

- Die Brücke Wanderweg auf Höhe ca. 1552 m ü. M. kann bei einer Verklausung oder starkem Geschiebetrieb weggerissen werden.
- Bei der Ortolfstrasse (Höhe Sammler Ortolfi) ist ein Wasseraustritt bei Verklausung möglich, durch die vorgelagerten Sammler aber nur in äusserst seltenen Fällen. Es kann etwas Wasser über die Strasse abfliessen.
- Im Mündungsbereich treten Auflandungen, Brückenverklausungen und Übersarungen auf.

### Überlastmassnahmen

Bis zum Mündungsbereich werden keine Massnahmen für den Überlastfall ergriffen.

Sekundärmassnahmen zur Lenkung des Abflusses bei Überlast sind im Mündungsbereich denkbar und sinnvoll. Zuständigkeit und mögliche Massnahmen werden in Ergänzung zum vorliegenden Projekt mit den Fachbehörden und der Gemeinde besprochen. Sie sind nicht Teil des vorliegenden Dossiers.

### Notfallplanung

Die Notfallplanung ist Sache der Gemeinden. Die Umsetzung wird durch die Wehrdienste wahrgenommen. Die Gemeinde Davos hat 2019 eine Interventionskarte ausarbeiten lassen, welche aber nur die Talflüsse umfasst.

Ausser der Beobachtung und Warnung können keine Interventionsmassnahmen empfohlen werden. Die Prozesse sind zu heftig und Menschen sollten sich im Ereignisfall vom Bach weghalten. Ggf. kann die Ortolfstrasse bei der Unternehmung Derungs gesperrt werden, sofern genügend Zeit dafür besteht.