



**GEMEINDE
ALPTHAL**

Hochwasserschutz Dorf Alpthal

Vorprojekt

Technischer Bericht

Auftraggeber: Wuhrkorporation Alp
 vertr. durch Urs Birchler
 Binzenweg 4
 8840 Einsiedeln

beffa tognacca gmbh

bpp
INGENIEURE AG

F:\daten\1495 HWS Dorf Alpthal\2_berichte_termine\2_berichte_bppi\20230728_HWS_Dorf_Alpthal_TB_VP_endversion_rev.doc

bpp Ingenieure AG

–

Hochbau–Tiefbau–Umwelt–Energie

Hauptsitz Industriestrasse 10
Filiale Kobiboden 63
Filiale Neuland 3
Filiale Rainstrasse 37

6440 Brunnen
8840 Einsiedeln
6460 Altdorf
6314 Unterägeri

Fon 041 818 50 20
Fon 055 412 36 25
Fon 041 500 50 95
Fon 041 811 20 44

www.bpp-ing.ch

Version	Änderung	verfasst	kontrolliert	Datum	Bemerkungen
0	Vorabzug	bir/mast	beffa	20.04.2023	
1	Endversion	bir	beffa	28.07.2023	

INHALT

- 1 Zusammenfassung4
- 2 Anlass und Auftrag 5
 - 2.1 Überblick..... 5
 - 2.2 Planungsauftrag 5
 - 2.3 Ziel des Vorprojekts 5
 - 2.4 Partizipation und Information..... 5
 - 2.5 Projektperimeter 6
- 3 Ausgangssituation..... 7
 - 3.1 Historische Ereignisse 7
 - 3.2 Übergeordnete Planungen 7
 - 3.3 Aktuelle Nutzungen 7
 - 3.4 Charakteristik des Einzugsgebiets 8
 - 3.5 Hydrologische Verhältnisse, Hochwasserabflussmengen 8
 - 3.6 Bestehende Gerinnekapazität 9
 - 3.7 Geschiebefracht und Geschiebetransportvermögen..... 11
 - 3.8 Gewässerzustand (Ökomorphologie Stufe F)..... 12
 - 3.9 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse 12
 - 3.10 Mögliche Gefahrenarten (Prozesse)..... 14
 - 3.11 Beurteilung der bestehenden Schutzbauten..... 15
 - 3.12 Analyse der Schwachstellen entlang der Gewässer 16
 - 3.13 Beurteilung der bestehenden Kunstbauten / Durchlässe..... 17
- 4 Projektannahmen 18
 - 4.1 Haupt- und Entwicklungsziele 18
 - 4.2 Gewählte Schutzziele..... 19
 - 4.3 Dimensionierungsgrößen 20
 - 4.4 Hydraulische Dimensionierung 20
 - 4.5 Ökologische Defizite und Ökologische Entwicklungsziele 23
- 5 Schadenpotenzial / Risiko 24
- 6 Massnahmenplanung 25
 - 6.1 Variantenstudien 25
 - 6.2 Beschrieb Bestvarianten..... 26
 - 6.3 Unterhaltsmassnahmen 29
 - 6.4 Raumplanerische Massnahmen 29
 - 6.5 Bauliche Massnahmen 31
 - 6.6 Ökologische Massnahmen 32
- 7 Auswirkungen der Massnahmen 33
 - 7.1 Siedlung und Nutzflächen 33
 - 7.2 Ökologie, Natur und Landschaft..... 33
 - 7.3 Gewässerökologie und Fischerei 33
 - 7.4 Grundwasser..... 33
 - 7.5 Landwirtschaft..... 33

8 Verbleibende Gefahren und Risiken33

9 Umsetzung der verbleibenden Gefahren in die Richt- und Nutzungsplanung34

10 Kostenschätzung34

11 Kosten-Nutzen-Analyse34

12 Erfolgskontrolle36

13 Weiterer Projektablauf36

 13.1 Weiteres Vorgehen36

 13.2 Pflichtenheft36

14 Grundlagen37

PLANVERZEICHNIS

Plan-Nr.	Inhalt	Datum
1495-0100	Situation 1:1'000 Übersicht Bestand	28.07.2023
1495-0101	Situation 1:1'000 Übersicht Projekt	28.07.2023
1495-1200	Längenprofil 1:500 Karlismattbach	28.07.2023
1495-2200	Längenprofil 1:500 Mattlibach	28.07.2023
1495-3200	Längenprofil 1:500 Geissbergbach	28.07.2023

Beilagen: Fotodokumentation vom 28.07.2023
 Variantenstudie vom 09.12.2022

1 ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Vorprojekt für den Hochwasserschutz des Dorfes Alpthal wurden die Massnahmen ermittelt, welche nötig werden für die 3 Bäche Karlismattbach, Mattlibach und Geissbergbach, um das Schutzziel zu erreichen.

Schutzziel:

- Das Siedlungsgebiet Dorf Alpthal ist gemäss kant. Naturgefahrenstrategie vor einem **30-jährlichen** Hochwasser vollständig zu schützen. Bei einem 100- bis 300-jährlichen Ereignis dürfen nur schwache Intensitäten auftreten.

Unter Berücksichtigung der definierten Haupt- und Entwicklungsziele wurden mittels Variantenvergleich zusammen mit der Projektgruppe die Bestvarianten je Seitenbach ermittelt. Folgende Massnahmen stellten sich als Bestvarianten heraus.

Bach	Massnahmenbeschrieb
Karlismattbach Sanierung/Ausbau Altlauf	<ul style="list-style-type: none"> • Neuer Geschiebesammler oberhalb Haggeneggweg • Instandsetzung/Ersatz Schwellen im Oberlauf (bei Bedarf) • Ausbau/Bachverbau mit Raugerinne im Oberlauf • Neues Durchlassbauwerk unter Dorfstrasse • Ausbau best. Gerinne im Unterlauf mit ökologischen Aufwertungen (Gerinnesohle, NW-Rinne, zusätzliche Strukturen) • Einmündung in Alp mit abgetreppter Beckenstruktur
Mattlibach Sanierung/Ausbau Altlauf	<ul style="list-style-type: none"> • Neuer Geschiebesammler im Oberlauf • Vergrösserung Eindolung um Stall Karlismatt • Neues, offenes Bachgerinne (Ausdolung) im Ober- und Unterlauf bis zum Schulhaus • Neues Durchlassbauwerk unter Dorfstrasse
Geissbergbach Sanierung/Ausbau Altlauf	<ul style="list-style-type: none"> • Neuer Geschiebesammler mit Sperren oberhalb Hochweidstrasse • Erhöhung/Anpassung Freibord/Uferböschung oberhalb Geschiebesammler (Ablenkdam) (Ablenkdam) • Ausbau/Bachverbau mit Raugerinne im Oberlauf • Neues Durchlassbauwerk unter Dorfstrasse • Neues, offenes Bachgerinne (Ausdolung) bei Sägerei • Ökologische Aufwertungen (Gerinnesohle, NW-Rinne, zusätzliche Strukturen) bestehender Bachlauf insbesondere im Unterlauf • Einmündung in Alp mit abgetreppter Beckenstruktur

Kosten

Die Gesamtkosten liegen bei rund 4.236 Mio Fr. inkl. MWST (Genauigkeit der Kostenschätzung im Vorprojekt +/- 20%)
 Davon sind rund 80'000 Fr. durch die Eigentümer der Brücken/Durchlässe zu übernehmen.

2 ANLASS UND AUFTRAG

2.1 Überblick

Die Naturgefahrenkarte /1/2/ weist im Siedlungsgebiet von Alpthal verbreitet mittlere Gefährdungen infolge Überschwemmungen (blaue Gefahrenzonen) aus. Auslöser sind die Alp sowie die Seitenbäche.

Im Juli 2021 ereignete sich im Alpthal ein Unwetter, bei welchem v.a. die Seitenbäche auf der orographisch linken Talseite oberhalb des Dorfes ausufernten und zu Schäden im Dorf führten.

Es sind dies der Karlismattbach (im Wuhrperimeter Alp enthalten), sowie der Mattlibach und Geissbergbach (nicht im Wuhrperimeter der Alp enthalten).

2.2 Planungsauftrag

Im Auftrag der Wuhrkorporation Alp, Einsiedeln, hat bpp Ingenieure AG in Zusammenarbeit mit der beffa tognacca GmbH das Vorprojekt für die Hochwasserschutzmassnahmen der linken Seitenbäche Karlismattbach, Mattlibach und Geissbergbach in Alpthal erarbeitet.

2.3 Ziel des Vorprojekts

Für den Projektperimeter ist ein Vorprojekt zur Verbesserung der Hochwassersicherheit und zur ökologischen Aufwertung zu erarbeiten. Dabei sind folgende Ziele zu erreichen:

- Konsens über Wirkung, Gestaltung und Wirtschaftlichkeit
- Projekte sind bezüglich des Nutzens und der Wirtschaftlichkeit optimiert
- Variantenentscheide sind begründet und gefällt.

2.4 Partizipation und Information

2.4.1 Projektgruppe

Auftraggeber ist die Wuhrkorporation Alp Einsiedeln. Das Hochwasserschutzprojekt wurde in einer Projektgruppe mit verschiedenen Vertretern seitens Fachstellen, Gemeinde, Wuhrkorporationen, und Planern entwickelt. Die Projektgruppe setzt sich wie folgt zusammen:

Funktion	Person/en	Firma/Dienststelle
Auftraggeber	Urs Birchler	Wuhrkorporation Alp Einsiedeln
Bezirk	Thomas Reichmuth	Bezirk Schwyz, Abt. Wasserbau
Fachstelle	Nadja Schläpfer, Andrea Lampietti	Amt für Gewässer, Kt. Schwyz
Gemeindevertreter	Yvonne Müller /Marcel Bachmann	Gemeinderäte Alpthal
Gemeindevertreter	Luzia Bühner	Gemeindepräsidentin Alpthal
Wuhrmeister	Peter Steiner	Wuhrkorporation Alp
Wuhrrat	Alois Steiner	Wuhrkorporation Alp
Planer	Max Birchler, Marc Styger	bpp Ingenieure AG
Fachplaner	Cornel Beffa	beffa tognacca GmbH

2.4.2 Information

Information Gemeinderat

Am 19. Dezember 2022 wurde der gesamte Gemeinderat von Alpthal über das Hochwasserschutzprojekt und die geplanten Massnahmen informiert.

Informationsanlass für Grundeigentümer

Am 26. Januar 2023 wurde ein Informationsanlass für alle betroffenen Grundeigentümer durchgeführt. Der Einladung folgten rund 40 Personen. Sie wurden umfassend über die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen informiert.

Im Nachgang an die Veranstaltung wurden mit verschiedenen Grundeigentümer Begehungen /Besprechungen auf ihrer Liegenschaft durchgeführt. Deren Wissen und Anliegen konnten somit ins Projekt miteinfließen.

2.5 Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst die orographisch linken Seitenbäche im Dorfbereich Alpthal, nämlich den Karlismattbach, den Mattlibach und den Geissbergbach, bis zur Einmündung in die Alp.

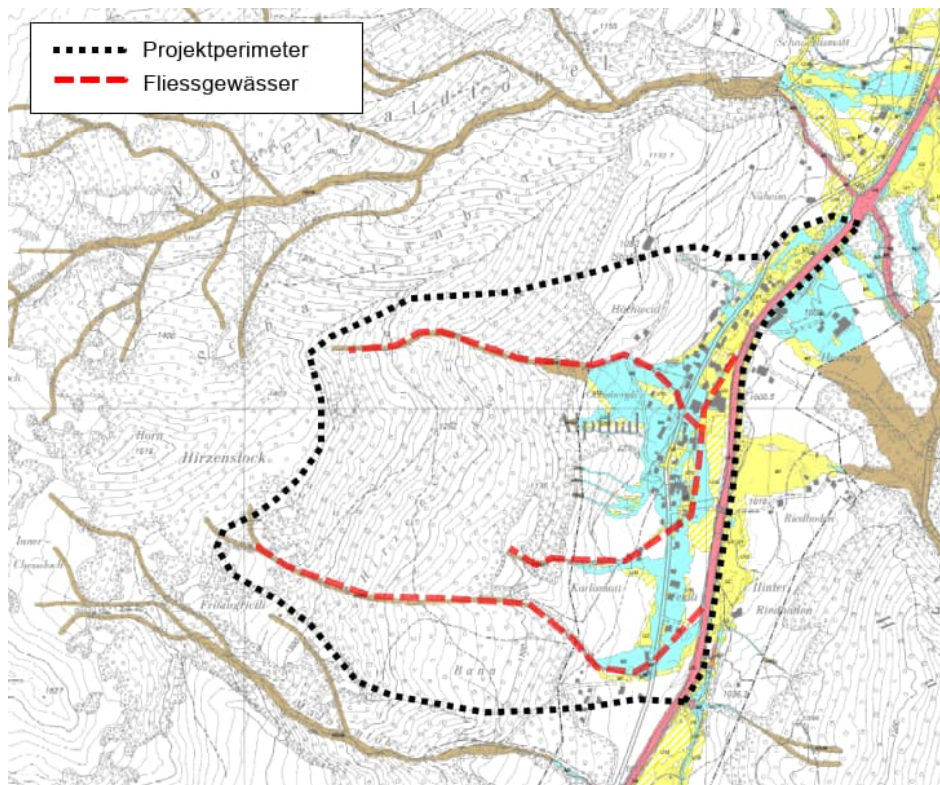


Abbildung 1: Projektperimeter

3 AUSGANGSSITUATION

3.1 Historische Ereignisse

Der Ereigniskataster des Amtes für Wald und Naturgefahren (AWN) enthält nur sehr wenige Angaben. Das jüngste Hochwasserereignis ereignete sich im Juli 2021, als der Grossteil des Dorfes Alpthal unter Wasser gesetzt wurde. In früheren Jahren kam es immer wieder zu kleineren Ausuferungen, im speziellen im Bereich der Durchlässe.

Datum	Beschreibung	Quelle
29. Juli 1897	Heftiges Gewitter über Alpthal mit Hochwasser in Alp	Einsiedler Anzeiger
25. Juli 1984	Grosses Hochwasser an der Alp mit Schäden von Brunni bis Biberbrugg	Wuhrkorp. Alp
Juli 2021	Hochwasserereignis im Dorf Alpthal, vorwiegend aus den linken Seitenbächen	

Tabelle 1: Angaben zu historischen Hochwassern

3.2 Übergeordnete Planungen

3.2.1 Kantonale Revitalisierungsplanung

Im Projektperimeter keine solche Planungen im Gang.

3.2.2 Nutzungsplanungen

Der Projektperimeter liegt auf Gemeindegebiet Alpthal, innerhalb des Bezirks Schwyz.

Folgende übergeordnete kommunalen und kantonalen Nutzungsplanungen (Sach-, Richt- und Zonenplan) überlagern den Projektperimeter.

- Zonenplan Gemeinde Alpthal
- Landwirtschafts- und Schutzzonenplan, Bezirk Schwyz
- Richtplan des Kanton Schwyz

3.3 Aktuelle Nutzungen

Innerhalb des Projektperimeters, bzw. des potentiellen Überflutungsperrimeters finden sich zahlreiche verschiedene Nutzungen. Im Dorf Alpthal sind dies vor allem Wohn- und Gewerbegebäude, sowie Wohnhäuser und Ställe von Landwirtschaftsbetrieben. Im Dorfkern stehen Kirche, Schulhaus sowie das Gemeindegebäude mit Feuerwehrlokal, welche beim Hochwasserereignis 2021 stark betroffen waren.

3.4 Charakteristik des Einzugsgebiets

Die drei Bäche (Geissbergbach, Mattlibach und Karlismattbach) entspringen an den Süd- und Osthängen des Hirzenstock (1'467 m.ü.M.) und Horn (1'517 m.ü.M.). Bei den betrachteten drei Bächen handelt sich um kleine, steile bis mittelsteile Fließgewässer der montanen karbonatischen Alpennordflanke (Fließgewässertypisierung, BAFU 2013,). Die Einzugsgebiete wurden mittels digitalem Höhenmodell bestimmt. Sie lassen sich grob einteilen in einen steilen Oberlauf (Quellbereich bis Dorfstrasse) und einen flachen Unterlauf (Dorfstrasse bis Einmündung in die Alp).

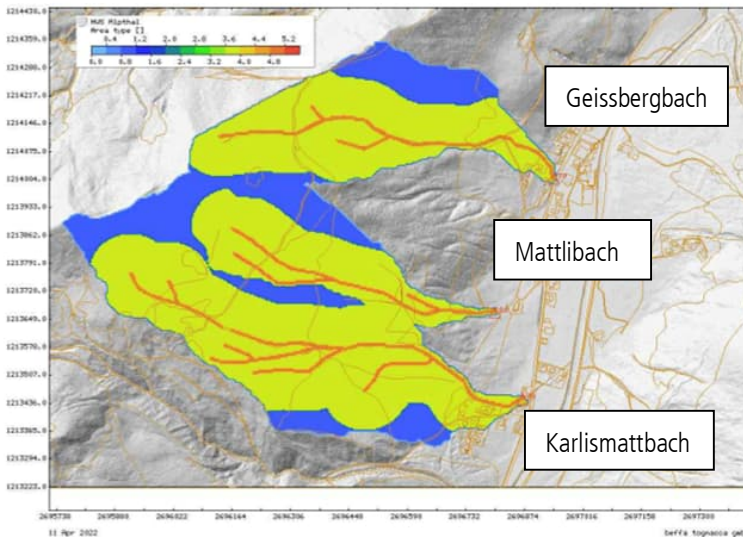


Abbildung 2: Gewässernetz (orange) und topografisches Einzugsgebiete der drei Bäche mit zur Hochwasserspitze beitragenden Flächen (gelb) und nicht-beitragenden Flächen (blau)

3.5 Hydrologische Verhältnisse, Hochwasserabflussmengen

Üblicherweise werden für die Festlegung der Bemessungsabflüsse die Angaben aus vorhandenen Gefahrenabklärungen verwendet, i.d.R. die Angaben aus der Naturgefahrenkarte (2/). Die dort ausgewiesenen Flächen der Einzugsgebiete sind jedoch um rund einen Faktor 3 zu gering.

Die Hochwasserabflussmengen wurden deshalb im Rahmen des Vorprojekts nochmals unabhängig mit dem Laufzeitverfahren von **Kölla** /6/ und der Formel von Kürsteiner/Melli (in /7/) an insgesamt fünf Standorten ermittelt:

- Karlismattbach bei der Dorfstrasse
- Mattlibach beim Einlauf in die bestehende Eindolung und bei der Querung der Dorfstrasse (inkl. Zuflüsse aus den Runsen)
- Geissbergbach bei der Dorfstrasse und nach dem Zufluss des Mattlibaches.

Die massgebenden Niederschlagsintensitäten wurden dem Hydrologischen Atlas entnommen und die zur Hochwasserspitze beitragenden Flächen mittels DTM-Analyse bestimmt. Das erforderliche Regenvolumen wird aufgrund der Landschaftscharakteristik (Flyschlandschaft, starkes Relief) auf 25 mm festgelegt. Die Unterschiede zwischen dem HQ100 aus dem Laufzeitenverfahren und der empirischen Formel von Kürsteiner/Melli (C-Wert 10) liegen unter 10%. Für die Bemessungsabflüsse wird das geometrische Mittel der beiden Verfahren verwendet. Es resultieren folgende Werte:

Bach	Standort	EZG [km ²]	HQ30 [m ³ /s]	HQ100 [m ³ /s]	HQ300 [m ³ /s]
Karlismattbach	Dorfstrasse	0.30	2.9	4.7	6.2
Mattlibach	Eindolung	0.10	1.2	2.0	2.6
	Dorfstrasse (inkl. Runsen)	0.34	3.2	5.1	6.7
Geissbergbach	Dorfstrasse	0.19	2.0	3.2	4.2
	Inkl. Mattlibach	0.54	4.6	7.2	9.5

Tabelle 2: Hochwasserabflüsse als Projektgrundlage

3.6 Bestehende Gerinnekapazität

Die Kapazität der bestehenden Gerinne lässt sich auf dem Talboden mittels Normalabflussbetrachtung abschätzen.

		Freibord [m] 0.3								
Gewässer	Ort	Typ	B [m]	H [m]	n [-]	J [%]	Kst	Qred [m ³ /s]	HQ30 [m ³ /s]	Bemerkungen
Karlismattbach	Unterauf	Normalabfluss	1.0	1.1	1.0	1.2	35	3.2	2.9	
Mattlibach	Sägerei	Normalabfluss	1.0	0.7	0.0	1.0	45	0.7	3.2	teilweise eingedolt; Abfluss inkl. Runsen
Geissbergbach	bei Kirche / Mündung	Normalabfluss	1.6	0.9	0.0	1.2	40	2.1	4.6	Abfluss inkl. Mattlibach

Tabelle 3: Gerinnekapazität mittels Normalabflussberechnung

In den Berechnungen ist ein minimales Freibord von 0.3 m eingerechnet. Für die einzelnen Bäche ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Karlismattbach: Die Kapazität ist für ein HQ30 knapp ausreichend unter der Voraussetzung eines Energieliniengefälles von 1.2%. Bei gleichzeitigem Hochwasser im Vorfluter (Alp) kann ein Rückstau nicht ausgeschlossen werden.
- Mattlibach: Die Kapazität ist bei weitem zu gering zur Aufnahme des gesamten Abflusses (inkl. Zufluss aus den Runsen).
- Geissbergbach: Die Kapazität ist ebenfalls wesentlich zu gering.

Das Schluckvermögen der Eindolungen und Durchlässe kann aufgrund der Einlaufgeometrie und der Einstauhöhe abgeschätzt werden.

<p>B Sohlenbreite H Höhe Gerinne/Durchlass Hs Einstauhöhe (ab Scheitel) Htot Gesamtstauhöhe Qinlet Abflusskapazität (inlet controlled) HQ100 100jähriger Abfluss</p>											
Einschnürung [-] 0.62											
Nr.	Bez.	Standort	Typ	Ø [cm]	B [cm]	H [cm]	Hs [cm]	Htot [m]	Qinlet [m³/s]	HQ30 [m³/s]	Bemerkungen
78	Karlismattbach	G-Sammler	Einlauf	100	0	0	25	1.3	2.3	2.9	Zementrohr
		Dorfstrasse	Einlauf	80	0	0	10	0.9	1.3	2.9	Zementrohr
79	Geissbergbach	Höchweidstr.	Durchlass	150			70	2.2	7.0	2.0	Zementrohr
		Dorfstrasse	Einlauf	0	100	70	40	1.1	2.0	2.0	Betonkastenprofil mit Grobrechen
80	Mattlibach	bei Stall	Einlauf	37			50.0	0.9	0.27	1.2	mit Rostabdeckung
		Dorfstrasse	Schacht	50			50	1.0	0.5	3.2	mit Rostabdeckung

Tabelle 4: Schluckvermögen vorhandener Durchlässe

Ein Vergleich mit dem 30jährigen Hochwasserabfluss führt zu folgenden Schlüssen:

- Karlismattbach: Die Kapazität ist bei der Eindolung unterhalb des best. Geschiebesammlers zu knapp und bei der Eindolung unter der Dorfstrasse wesentlich zu knapp bemessen.
- Mattlibach: Die Kapazität ist für beide Einläufe wesentlich zu gering. Insbesondere sind die bestehenden Rohrdurchmesser der Eindolungen zwischen Stall Karlismatt und der Dorfstrasse zu klein.
- Geissbergbach: Der Durchlass bei der Höchweidstrasse ist hydraulisch ausreichend; der Einlauf zum Durchlass der Dorfstrasse weist keine Reserve auf.

Diese Angaben gelten für Reinwasserabfluss. Während Hochwasser können zudem enge Einläufe durch Schwemmholz und Geschiebe teilweise oder vollständig verstopfen. Vorgesaltete Rechen können dies u. U. verhindern oder verzögern. Im ungünstigen Fall können aber Rechen auch zu einer zusätzlichen Verstopfung führen.

3.7 Geschiebefracht und Geschiebetransportvermögen

Es sind keine Angaben über die Ablagerungskubaturen von früheren Ereignissen bekannt, und auch die Naturgefahrenkarte liefert keine Informationen dazu. Für die zu beurteilenden Gewässer werden die Geschiebefrachten GF100 mittels der Praxishilfe /8/ abgeschätzt. Berücksichtigt werden dabei das Gefälle, die Murfähigkeit, vorhandene Geschiebeherde, die Existenz von Felsstrecken und Retentionsmöglichkeiten. Die spezifische Feststofffracht für kleine Gewässer in Flyschgebieten wird auf zwischen 1'500 m³/km² (klein) bis 10'000 m³/km² (gross) eingeschätzt /8/.

Geländeaufnahmen belegen für den Karlismatt- und den Geissbergbach abschnittsweise grössere Geschiebeherde und Ablagerungen früherer Ereignisse in Gerinnenähe, welche bei einem künftigen Hochwasser (re-)mobilisiert werden können. Die wenigen auffälligen Holzsperrern weisen nur noch eine begrenzte Schutzwirkung auf. Die Geschiebefracht wird deshalb als mittel eingestuft. Das Einzugsgebiet des Mattlibaches weist geringere Anzeichen von instabilen Hängen auf; die hydraulische Belastung ist ebenfalls geringer, weshalb die spezifische Fracht als klein eingestuft wird (vgl. Tabelle unten).

Geschiebefracht GF (spez. Frachten nach GHO 1996)

Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie (GHO). Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Mitteilung Nr. 4, Bern 1996.

ID	Gewässer	EG [km²]	Jm [%]	L [m]	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Flysch			Bemerkungen	
											spez. Fracht Bewertung [m³/km²]	GF100 [m³]	GF30 [m³]		
78	Karlismattbach	0.281	25%	400	J	J	N	N	N	N	klein-mittel	3'500	980	550	GF30=0.56*GF100
79	Geissbergbach	0.192	25%	500	J	J	N	N	N	N	klein-mittel	3'500	670	380	
80	Mattlibach	0.122	33%	300	N	J	N	N	N	N	klein	1'500	180	100	Einzugsgebiet eher klein für Murgangentstehung; keine Murgangspuren im Gelände erkennbar

- EG Einzugsgebietsfläche
- Jm Bruttogefälle
- L Gerinnelänge (Hauptstrang der Steilstrecke)

Kriterien:

- (1) Murgangentstehung möglich J/N
- (2) Hauptgerinne mit S > 20% J/N
- (3) Gerinneabschnitt mit S < 20% J/N
- (4) Grössere Geschiebeherde in Gerinnennähe J/N
- (5) Längere Felsstrecken vorhanden J/N
- (6) Grössere Retentionsmöglichkeiten für Feststoffe J/N

Tabelle 5: Geschiebefrachten

Eingabeparameter

Feststoffdichte	2650 kg/m ³
Lagerungsdichte	0.7 [-]
Wiederkehrperiode	100 Jahre

	Gewässer	Q	S	T	Qb	Ge	Ge	Gpot	Gpot/Ge
		[m ³ /s]	[%]	[h]	[kg/s]	[T]	[m ³]	[m ³]	
78	Karlismattbach	4.3	25%	0.5	3'561	6'400	3'500	980	28%
79	Geissbergbach	3.2	25%	0.5	2'650	4'800	2'600	670	26%
80	Mattlibach	2.3	25%	0.3	1'905	2'100	1'100	180	16%

Bezeichnungen:

Q	massgebender Abfluss	Qb	Geschiebetransportrate
S	Sohlegefälle	Ge	Geschiebefracht
T	Ereignisdauer	Gpot	Geschiebepotential

Quelle:

Rickenmann D. 2005. Geschiebetransport bei steilen Gefällen. In: Festkolloquium "VAW 75 Jahre". VAW Mitteilung Nr. 190.

Tabelle 6: Geschiebetransportvermögen

3.8 Gewässerzustand (Ökomorphologie Stufe F)

Der ökomorphologische Zustand der Bäche in Alpthal (Modul Stufe F) wurde im Jahre 2004 erhoben. In den Unterläufen der drei Bäche wird das Gerinne mehrheitlich als «stark beeinträchtigt» oder «naturfremd/künstlich» beurteilt. Dies entspricht den tiefsten Klassierungen, welche für das offene Gerinne möglich sind. Die Oberläufe in den Wäldern und Wiesen sind als naturnah und wenig beeinträchtigt klassifiziert.

(Weitere Details siehe separater ökologischer Bericht).

3.9 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

3.9.1 Geologische Verhältnisse

Gemäss Bericht zur Naturgefahrenkarte /1/2/ können im Alpthal von Norden nach Süden unterschieden werden:

- Subalpine Molasse
- Einsiedler Schuppenzone
- Wägitaler Flysch
- Tektonische Melange (Wildflysch)
- Mythen Klippen

Die Hangbereiche im Projektperimeter gehören zum Wägitaler Flysch. Dieser besteht aus den für Flysch typischen, rhythmischen Ablagerungen: mehrere Meter mächtige Bänke gradierter Brekzien; einige Centimeter bis zu einem Meter mächtige, braungraue Sandsteine; feinkörnige, helle Kalksteine; dunkelgraue bis braune Tonsteine und Mergel.

Während den Eiszeiten wurde der Felsuntergrund im Talboden durch den Gletscher ausgehobelt. Die nacheiszeitlich abgelagerte Talfüllung besteht aus feinkörnigen *Verlandungssedimenten* und *Seeablagerungen* sowie aus sandig-kiesigen *Flussablagerungen* der Alp. Am Talrand verzahnen sich diese Ablagerungen mit *Gehängeschutt* und *Bachschutt* der Seitengerinne.

3.9.2 Grundwasserverhältnisse

Im Talboden zirkuliert ein lokales Grundwasservorkommen.

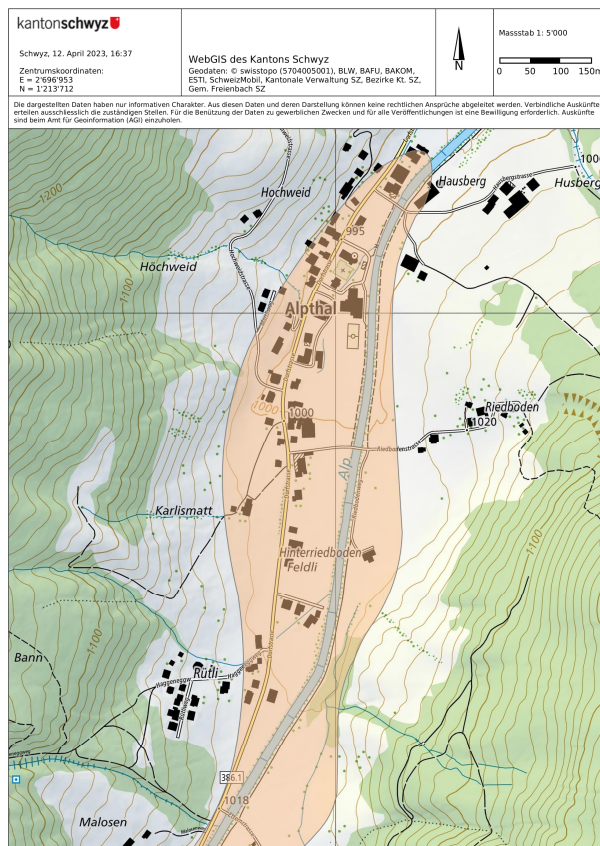


Abbildung 3: Ausschnitt aus webGIS Kt SZ Grundwasserkarte 1:25'000

3.9.3 Grundwasserspiegel

Zur Lage des Grundwasserspiegels liegen keine Messungen vor.

Es ist davon auszugehen, dass der maximale Grundwasserspiegel auf dem Niveau der Alp liegt.

3.9.4 Durchlässigkeit

Grundsätzlich ist im Projektabschnitt in sandig-kiesigen Schichten (Bachschutt, Flussablagerungen) von einer mässigen Durchlässigkeit und in den feinkörnigen Schichten (Verlandungssedimente, Seeablagerungen) von einer schlechten, bis sehr schlechten Durchlässigkeit auszugehen.

3.9.5 Grundwassernutzung

Das Grundwasser im Projektperimeter wird nicht genutzt.

3.10 Mögliche Gefahrenarten (Prozesse)

Die Gefahrenszenarien im Projektperimeter werden im Bericht zur Gefahrenkarte /1/ behandelt. Die wesentlichen Aussagen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Prozess	Beschreibung
Hochwassergefahr /Murgang	Erhebliche Gefährdung bei Karlismattbach Mittlere Gefährdung bei Geissbergbach und Mattlibach
Rutschung/ Hangmuren	Die linksseitigen Steilhänge weisen generell eine mittlere Gefährdung bezüglich Rutschungen und Hangmuren auf.

Tabelle 7: Gefahrenszenarien gemäss Naturgefahrenkarte



Abbildung 4: Naturgefahrenkarte aus webGIS Kt. SZ

Die Karte des Oberflächenabflusses (webGIS) zeigt, dass aus den linken Hangbereichen auch zwischen den Bächen Mattlibach (Karlismatt) und dem Geissbergbach bei Regenereignissen grössere Mengen anfallen, welche nicht von den Bachläufen aufgefangen werden und so direkt auf die Dorfstrasse fließen.

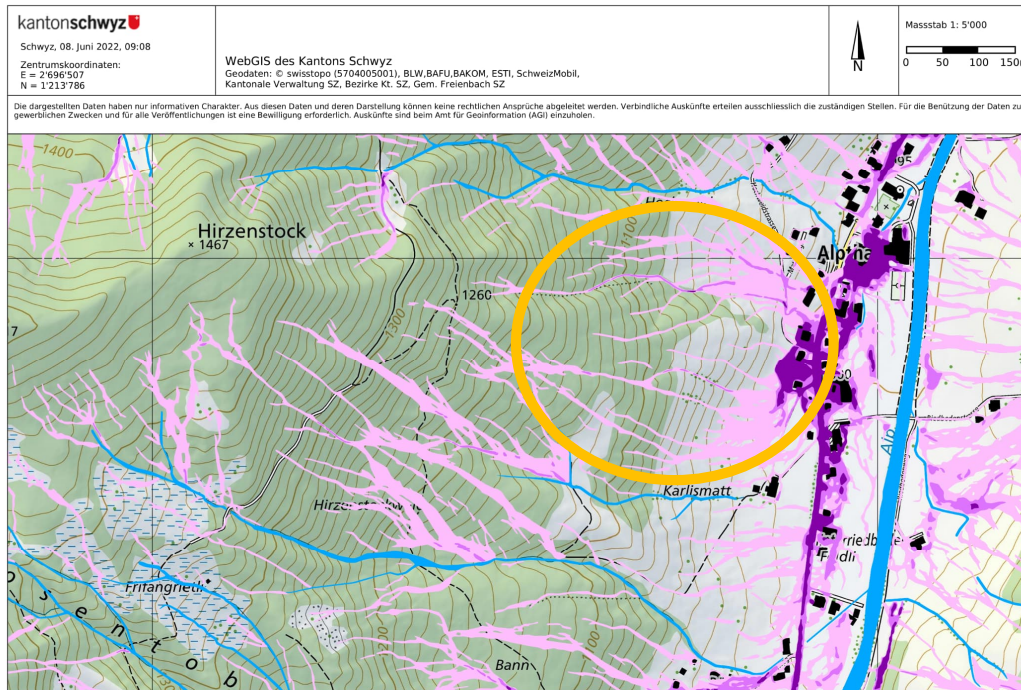


Abbildung 5: Ausschnitt aus webGIS Oberflächenabflusskarte

3.11 Beurteilung der bestehenden Schutzbauten

Siehe Plan 1495-0100 Situation Bestand

3.11.1 Karlismattbach

Der Karlismattbach weist im Oberlauf einige Holzsperrn (-treppen) auf. Diese sind teilweise noch in einem akzeptablen Zustand. Teilweise sind sie vom letzten Hochwasser noch mit Geschiebe überdeckt und können momentan nicht beurteilt werden. In einem Abschnitt sind die Holzsperrn zerstört worden.

3.11.2 Mattlibach

Beim Mattlibach sind eigentlich keine Schutzbauten wie Sperrn etc. vorhanden. Einige Relikte von alten Holzsperrn sind noch sichtbar.

3.11.3 Geissbergbach

Beim Geissbergbach sind von der Dorfstrasse aufwärts bis zum Wald eigentlich keine Schutzbauten wie Sperrn etc. vorhanden. Einige Relikte von alten Holzsperrn sind noch sichtbar. Der Bach ist dadurch auch relativ tief eingeschnitten.

Weiter oben im Waldbereich gibt es einzelne z.T. sehr grosse Holzsperrn, welche in einem schadhafte Zustand sind.

3.12 Analyse der Schwachstellen entlang der Gewässer

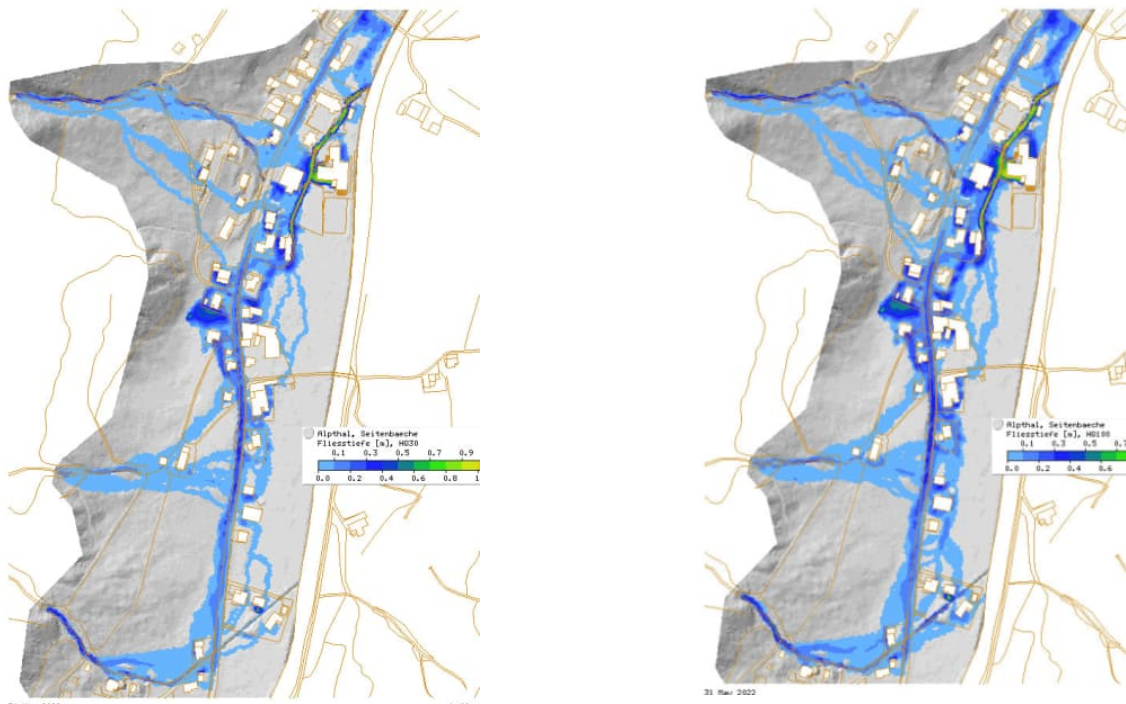


Abbildung 6: Überprüfung /Plausibilisierung der Intensitätskarten mit Hydr. Modell für HQ30 links und HQ100 rechts

Die Haupt-Schwachstellen bei allen 3 Bächen bilden die fehlenden Geschiebesammler. Aus den bewaldeten Steilbereichen kommt relativ viel Geschiebe, das im Übergang zum flacheren Unterlauf liegen bleibt und die Gerinne mit Kies füllt, was zu folgenden Ausuferungen führt.

Wie die Nachrechnung der Eindolungen und Durchlässe zeigt, weisen diese praktisch alle zu geringe Kapazitäten auf.

Karlismattbach Istzustand

- Sehr steiles Einzugsgebiet
- Kann Murgänge mobilisieren, aktuelles Beispiel eines Murgangs liegt in Wald auf 1200 m
- Kann zu HW-Schäden an Liegenschaften führen, aktuelles Beispiel 2011. (siehe Gefahrenkarte)
- Bestehender Geschiebesammler zu klein dimensioniert.
- Eindolung unter Dorfstrasse zu klein (D=80 cm)
- Ökologische Defizite: siehe Karte ökologische. Zustand.
- Unterlauf stark beeinträchtigt. Sohlenbündige Anbindung an Alp fehlt.

Mattlibach Istzustand

- Sehr steiles aber eher kleines Einzugsgebiet.
- Praktisch keine Verbauungen.
- Ab Stall Karlismatt eingedolt. Leitungen zu klein dimensioniert. Einlass verklebt sofort. Geschiebesammler fehlt.
- Eindolung folgt parallel zum Hang und entwässert drainiertes Gebiet. Das drainierte Gebiet wird von 3 oberliegenden Runsen gespiesen, deren Fassungen in einem schlechten bis desolaten Zustand sind. Diese Eindolung weist zu geringe Kapazität auf für ein HQ30.

- Ab alter Sägerei ist Bach offen und folgt in Betongerinne bis zum Gemeindehaus, wo er in Geissbergbach mündet.
- Kann zu HW-Schäden an Liegenschaften führen, aktuelles Beispiel 2011. (siehe Gefahrenkarte)
- Eindolung unter Dorfstrasse unbekannt (wahrscheinlich zu klein)
- Ökologische Defizite: siehe Karte ökologische Zustand.

Geissbergbach Istzustand

- Sehr steiles Einzugsgebiet
- Kann Murgänge mobilisieren
- Kann zu HW-Schäden an Liegenschaften führen, aktuelles Beispiel 2011. (siehe Gefahrenkarte)
- Kein Geschiebesammler vorhanden
- Einlaufbauwerk und Eindolung unter Dorfstrasse = Problemstelle, stark verklauungsanfällig, zu klein dimensioniert
- Nach Dorfstrasse fliesst Geissbergbach unter Sägereigebäude durch.
- Danach verläuft er in offenem Gerinne bis zur Alp
- Ökologische Defizite: siehe Karte ökolog. Zustand.
- Unterlauf stark beeinträchtigt. Sohlenbündige Anbindung an Alp fehlt.

3.13 Beurteilung der bestehenden Kunstbauten / Durchlässe

Karlismattbach	Bild (siehe Fotodokumentation)	Zustand	Massnahme
Durchlass Dorfstrasse	8	zu kleine Dimension, ansonsten intakt.	Muss ersetzt werden
Holzsteg privat	9	Annehmbar	Muss ersetzt werden
Betonbrücke Privatzufahrt Fornasiero	10	Gut	Bleibt bestehen
Brücke Landwirtschaft	11	Annehmbar	Bleibt bestehen

Mattlibach	Bild	Zustand	Massnahme
Durchlass Dorfstrasse	13	Unbekannt, Kapazität wahrscheinlich zu gering.	Muss voraussichtlich ersetzt werden

Geissbergbach	Bild	Zustand	Massnahme
Durchlass Hochweidstrasse	16	Gut	Kann bestehen bleiben
Bruchsteinbrücke	17	Schlecht	Muss abgebrochen werden
Durchlass Dorfstrasse	19	zu kleine Dimension, ansonsten intakt.	Muss ersetzt werden
Durchlass südl. v. Schulhaus	23	Wellstahlrohr. Gut, aber zu kleine Dimension	Muss ersetzt werden
Metallsteg aus Friedhof	-	Gut, kann belassen werden	Kann bestehen bleiben
Brücke Zufahrt nördl. Kirche	24	Annehmbar, zu kl. Dimension	Muss ersetzt werden
Fussgängerbrücke (Holzsteg)	25	Annehmbar	Muss ersetzt werden, mit grösserer Spannweite.

Tabelle 8: Bestehende Kunstbauten / Durchlässe

4 PROJEKTANNAHMEN

4.1 Haupt- und Entwicklungsziele

Mit dem Projekt werden nebst dem Hauptziel der Hochwassersicherheit noch drei weitere Entwicklungsziele verfolgt.

Hauptziel	Hochwassersicherheit	<ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung der Hochwasserschutzdefizite (Geschiebe, Abfluss) • Erreichung Schutzziel (Stabilität des Systems, Sicherheit) • Instandstellung der bestehenden Schutzbauten • Minimierung Risiko Rückstau Alp
Weitere Ziele	Ökologie	<ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung der ökologischen Defizite • Ökologische Aufwertung
	Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Einpassung in die Landschaft • Landschaftliche Aufwertung • Aufwertung Naherholungsraum
	Kosten	<ul style="list-style-type: none"> • Haushälterischer Umgang bei Landbedarf • Ausgewogenes Verhältnis Baukosten gegenüber Nutzen/Massnahmen • Gesellschaftliche Akzeptanz

Tabelle 9: Haupt- und Entwicklungsziele

4.2 Gewählte Schutzziele

Schutzziele sind Teil der kantonalen Naturgefahrenstrategie (/3/). Sie definieren die tolerierbaren Gefahrenintensitäten in Abhängigkeit der vorhandenen oder künftigen Nutzungen. So gilt für die Objektkategorie Nr. 1.2 (Geschlossene Siedlungen; Gewerbe- und Industriegebiete; Bauzonen), dass für seltene Ereignisse (Wiederkehrperiode 100-300 Jahre) höchstens eine schwache Intensität auftreten darf. Bei Weiler (Obj. Nr. 2.1) sind auch mittlere Intensitäten zulässig. In der Gefahrenkarte entspricht dies im Wesentlichen einer geringen Gefährdung (gelbe Zone). Für Wiederkehrperioden bis 30 Jahren gilt für beide Kategorien das Schutzziel „Intensität Null“, d.h. keine Überflutung. Für wichtige kantonale Verkehrswege (Obj. Nr. 3.1) sind bereits für regelmässig auftretende Hochwasser (Wiederkehrperiode < 3 Jahre) schwache Intensitäten tolerierbar. Für Flächen mit intensiver Landwirtschaft (Obj. Nr. 3.1) sind bei häufigen Ereignissen (Wiederkehrperiode 30 Jahre) mittlere Intensitäten zulässig (blaue Zonen).

Objektkategorien bei Punkt- und Flächennutzungen	Wiederkehrperiode eines nennenswerten Naturgefahrenereignisses (in Jahren)		
	< 30	30-100	100-300
1.1 Sonderobjekte	Schutzziel fallweise festlegen		
1.2 Geschlossene Siedlungen			
Gewerbe- und Industriegebiete			
Bauzonen			
Freizeit- und Sportanlagen (grosse Menschenansammlungen)			
Stationen von Beförderungsmitteln			
Campingplätze			
2.1 Mehrere Einzelgebäude, Weiler			
Freizeit- und Sportanlagen			
2.2 Einzelgebäude permanent/zeitweise bewohnt			
Ställe, Scheunen			
Unbewohnte Gebäude (Sachwert > ca. Fr. 100'000)			
3.1 Unbewohnte Gebäude (Sachwert < ca. Fr. 100'000)			
Schuppen, Schöpfe, Remisen			
Intensive Landwirtschaft			
3.2 Wander- und Fusswege (gelb)			
Flurwege			
Alpweiden mit grossen Viehbeständen			
Extensive Landwirtschaft			
3.3 Berg- und Wanderwege (rot-weiss, blau-weiss)			
Standortgebundene Bauten (Objektschutz erforderlich)			
Naturlandschaften			
Alpweiden			

Intensität	keine Einwirkung	schwach	mittel	stark
------------	------------------	---------	--------	-------

Tabelle 10: Schutzzielmatrix des Kantons Schwyz

Im Rahmen des Vorprojekts wurden folgende Schutzziele definiert:

Objektkategorie	Gewähltes Schutzziel	Präzisierung
Landwirtschaft / Wald	Kein Schutzziel	
Bewohnte Einzelgebäude	HQ30	Vollständiger Schutz vor 30-jährlichem Hochwasser. Bei einem 100- bis 300-jährlichen Ereignis dürfen nur schwache Intensitäten auftreten.
Geschlossenes Siedlungsgebiet (Dorf Alpthal)	HQ30	Vollständiger Schutz vor 30-jährlichem Hochwasser. Bei einem 100- bis 300-jährlichen Ereignis dürfen nur schwache Intensitäten auftreten.

Tabelle 11: gewählte Schutzziele

4.3 Dimensionierungsgrössen

Die Dimensionierung der wasserbaulichen Schutzmassnahmen stützt sich auf die **Abflussmengen HQ30** gemäss Tabelle 1 ab. Die Bemessung des Geschieberückhalts orientiert sich an den Geschiebefrachten G30 gemäss Tabelle 4.

4.4 Hydraulische Dimensionierung

Durch die variable Gerinnegeometrie und die wechselnden Sohlengefälle stellt sich entlang des Projektperimeters mehrheitlich ein ungleichförmiger Abfluss ein.

Für die Wahl der Uferhöhe wird grundsätzlich ein Mindestfreibord von 0.3 m angenommen. In Abschnitten mit ungleichförmigem Abfluss (starke Geometrieänderungen; Kurveneffekte) wird das Freibord bis maximal auf die Höhe der Energielinie erhöht.

Die erforderlichen Gerinneabmessungen zur Erreichung der Projektziele lassen sich mittels Normalabflussbetrachtung abschätzen

Gerinnebemessung

EZG	Einzugsgebietsfläche
HQ30	30jähriger Abfluss
B	Sohlenbreite
H	Höhe Gerinne/Durchlass
n	Böschungsneigung 1:n
J	Gefälle
kst	Strickler-Beiwert
Qred	reduzierte Abfluss (mit Freibordbedingung)

Freibord [m] 0.3

Gewässer	Ort	Typ	EZG [km²]	HQ30 [m³/s]	J [%]	B [m]	n [-]	H [m]	Kst	Qred [m³/s]	Bemerkungen
Karlismattbach	Hang	Raugerinne	0.30	2.9	15.0	0.6	1.0	0.9	26	3.3	
	Unterlauf	Kiessohle	0.30	2.9	1.2	0.8	1.5	1.1	32	3.2	
Mattlibach	Hang	Raugerinne	0.10	1.2	15.0	0.5	1.0	0.7	26	1.3	
	Unterlauf	Kiessohle	0.34	3.2	1.0	1.0	1.5	1.1	32	3.3	inkl. Seitenbäche
Geissbergbach	Hang	Raugerinne	0.19	2.0	15.0	0.6	1.0	0.8	26	2.3	
	Mündung	Kiessohle	0.54	4.6	1.2	1.0	1.5	1.2	32	4.7	inkl. Mattlibach

Tabelle 12: Bemessung Gerinneprofile

Es sind folgende Punkte zu beachten:

- Es sind jeweils zwei Bemessungen für den steilen Hangbereich und den flachen Talboden ausgeführt worden.
- Der Abfluss auf dem Talboden für Mattlibach und den Geissbergbach ist inkl. der Seitenbäche / Runsen.
- Die Bemessung erfolgt als Normalabfluss mit Reibungsverlusten nach Formel von Strickler, maximale Böschungsneigung 1:1 (Hang) resp. 2:3 (Tal) und Freibord 0.30 m.
- Im Hangbereich muss die Sohle gesichert werden, aufgrund der Steilheit (20%) als Raugerinne (Typ Blockrampe, Blöcke kraftschlüssig verlegt); Böschungssicherung mit Blocksatz
- Im Unterlauf kann die Sohle mit Bachkies gestaltet werden; Ufersicherung ev. ingenieurbologisch (Fussstein, Faschinen, o. ä.)
- Aufgrund hoher Geschwindigkeiten auf möglichst gestreckte Linienführung achten; in Krümmungen sollten Aussenufer erhöht werden.

Die Abmessungen der Durchlässe werden anhand der erforderlichen Einlaufquerschnitte bestimmt:

EZG	Einzugsgebietsfläche
HQ30	30jähriger Abfluss
J	Längsgefälle
Ø	Kreisprofil Innendurchmesser
B	Kastenprofil Breite
H	Kastenprofil Höhe

Gewässer	Ort	Typ	EZG [km²]	HQ30 [m³/s]	J [%]	Ø [m]	B [m]	H [m]	Bemerkungen
Karlismattbach	Dorfstrasse	Kreisprofil	0.30	2.9	1.2	1.2			Alternativlösung
		Kastenprofil	0.30	2.9	1.2		1.60	0.80	
Mattlibach	Hang	Kreisprofil	0.10	1.2	15.0	0.8			inkl. Rursen
	Dorfstrasse	Kreisprofil	0.34	3.2	1.0	1.2			
Geissbergbach	Dorfstrasse	Kreisprofil	0.19	2.0	1.2	1.0			Alternativlösung
		Kastenprofil	0.19	2.0	1.2		1.30	0.65	
	Schulhaus	Kreisprofil	0.54	4.6	1.2	1.5			inkl. Mattlibach
		Kastenprofil	0.54	4.6	1.2		1.90	0.95	

Tabelle 13: Bemessung Durchlässe

Dazu werden folgende Annahmen getroffen:

- Im Durchlass herrscht freier Abfluss (kein Rückstau)
- Beim Einlauf kann Druckabfluss bis 0.5 m (ab Rohrscheitel) herrschen.
- Bei einem Kastenprofil beträgt das Verhältnis maximal $B/H = 2$; höhere Breitenverhältnisse sind hydraulisch ungünstig.

4.5 Ökologische Defizite und Ökologische Entwicklungsziele

4.5.1 Ökologische Defizite

Die meisten ökologischen Defizite bei den Prozessen, Strukturen, Lebensräume/Arten und Beeinträchtigungen weisen bei den drei Bächen jeweils die Unterläufe (unterhalb Dorfstrasse) auf. Die Unterläufe bieten daher das grösste Aufwertungspotenzial für eine Verbesserung der Gewässerdynamik, -strukturen, Lebensräume, Fauna und Vernetzung.

4.5.2 Ökologische Entwicklungsziele

Mit geeigneten Revitalisierungsmassnahmen sollen die Unterläufe aufgewertet werden, damit möglicher Lebensraum für die Bachforelle geschaffen werden kann. Die für die Bachforelle unüberwindbaren Abstürze in die Alp beim Geissbergbach und Karlismattbach sollen in eine fischgängige, abgetreppte Beckenstruktur umgewandelt werden.

Die unten aufgeführten Entwicklungsziele richten sich grundsätzlich primär auf die Unterläufe der drei Bäche.

- Aufwertung und Verbesserung der Gewässerdynamik, -strukturen, Lebensräume, Fauna und Vernetzung mit unterschiedlichen Revitalisierungsmassnahmen.
- Ermöglichen der Fischgängigkeit für die Bachforelle. Verbesserung der Fischwanderung bis maximal zu den Geschiebesammlern im Oberlauf, wo Gerinne natürlicherweise fischgängig bzw. nicht zu steil ist.
- Die für die Bachforelle unüberwindbaren Abstürze in die Alp sollen in eine fischgängige, abgetreppte Beckenstruktur umgewandelt werden.
- Schaffung von potenziellen Lebensräumen für die Bachforelle sowie für weitere Tiere (Amphibien, etc.) und Pflanzen.

5 SCHADENPOTENZIAL / RISIKO

Innerhalb des potentiellen Überflutungsperimeters finden sich öffentliche Bauten (Schule, Gemeindeverwaltung), Wohngebäude, Gewerbebetriebe, landwirtschaftliche Gewerbe und Strassen.

Für die Quantifizierung des bestehenden Schadenpotentials wurden rund 35 Einzelobjekte (Gebäude) sowie die Dorfstrasse erfasst und deren Betroffenheit anhand der Intensitätskarten klassiert. Die übrigen Linien- und Flächennutzungen (Erschliessungsstrassen, Landwirtschaft) wurden - da schadenmässig untergeordnet - nicht erfasst. Die Auswertung mittels EconoMe light /10/ ergibt für die Ist-Situation ein Gesamtrisiko von 96'000 CHF pro Jahr.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Schadenausmass [Mio. CHF]	Risikobetrag [CHF/a]
30	2.4	57'000
100	3.5	23'000
300	4.7	16'000
Summe		96'000

Table 14: Schadenausmass Hochwasser (EconoMe light /10/)

Der grösste Beitrag zur Schadensumme liefert das Gebäude der Gemeindeverwaltung aufgrund des Gebäudewertes und der erhöhten Betroffenheit.

6 MASSNAHMENPLANUNG

6.1 Variantenstudien

Im Rahmen des Vorprojekts wurden für alle 3 Bäche verschiedene Varianten für die Lage der Geschiebesammler sowie verschiedene Varianten von Bachführungen untersucht.

Die Kriterien und Teilkriterien sowie deren Bewertung des Variantenvergleichs stützten sich auf die definierten Hauptziele und Entwicklungsziele: Hochwassersicherheit, Ökologie, Landschaft und Gesellschaft und Kosten. Die Varianten wurden unter Berücksichtigung der bestehenden Restriktionen/Beeinträchtigungen evaluiert und bewertet. Um eine ausgewogene Bestvariante zu erzielen (vgl. Spinnendiagramme) werden die Hauptziele/Hauptkriterien gleichmässig gewichtet. Untenstehend ist das Bewertungsschema ersichtlich.

Kriterium	Teilkriterium	Teilgewichtung	Gewichtung	Gesamtgewichtung Pmax	Pmax	Bewertung*
Hochwassersicherheit	Stabilität des Systems, Sicherheit	40%	100%	40%	6	1 bis 3 = ungenügend/nicht erreicht, 4 = genügend/erreicht, 5 = gut, 6 = sehr gut
	Erreichung Schutzziel	30%				
	Geschiebehaushalt	20%				
	Risiko HWS Alp	10%				
Ökologie	Erreichung der ökologischen Ziele	50%	100%	20%	6	1 bis 3 = ungenügend/nicht erreicht, 4 = genügend/erreicht, 5 = gut, 6 = sehr gut
	Auswirkungen der ökologischen Aufwertung	50%				
Landschaft und Gesellschaft	Einpassung in die Landschaft/Landschaftsbild	30%	100%	20%	6	1 bis 3 = ungenügend/keine Qualität, 4 = genügend, 5 = gut, 6 = sehr gut
	Naherholungswert	10%				
	Landbedarf	30%				
	Akzeptanz	30%				
Kosten	Baukosten	100%	100%	20%	6	1 = hohe, 4 = mittel, 6 = keine
*Punktevergabe Bewertung: Nur ganze Punkte, keine halben Punkte.						

Tabelle 15: Bewertungsschema Variantenvergleich

Der durchgeführte Variantenvergleich ist im Bericht Variantenstudie vom 9.12.2022 ausführlich dargelegt. Dieser liegt dem Vorprojektdossier separat bei.

6.2 Beschrieb Bestvarianten

6.2.1 Karlismattbach (ID78)

Bestvariante	Beschrieb
K1 Sanierung /Ausbau Altlauf	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierung der bestehenden Schutzbauten, wo nötig ergänzen • Neubau Geschiebesammler oberhalb Siedlung Haggeneggweg • Ausbau Profil • Neubau grösserer Durchlass unter Dorfstrasse • Ökologische Aufwertung Dorfstrasse bis Alp (Einnündung in Alp tiefer legen)

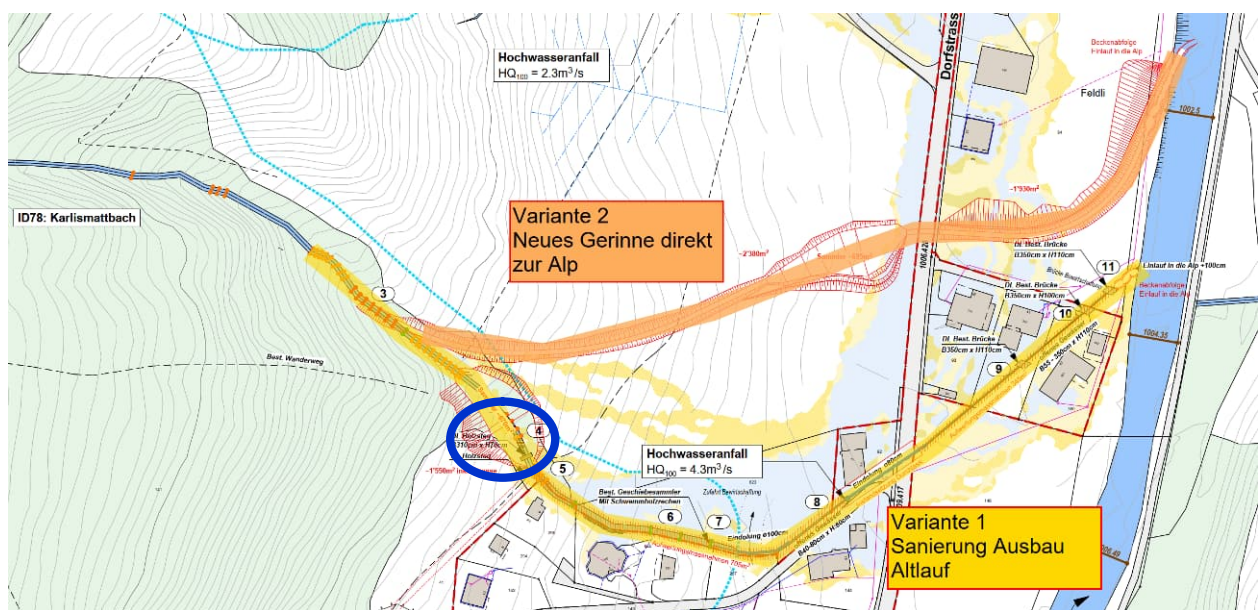




Abbildung 7: Bestvariante Karlismattbach (Bestvariante für Kiessammler )

Die Gerinneverlegung gemäss Variante 2 wäre hydraulisch vorteilhaft; es werden jedoch grössere Flächen neu betroffen, weshalb die Variante 2 im Vergleich schlechter abschnitt und nicht weiterverfolgt wird.

6.2.2 Mattlibach (ID80)

Bestvariante	Beschrieb
Variante 2 Sanierung Ausbau best. Altlauf	<ul style="list-style-type: none"> • Neuer Geschiebesammler im Oberlauf • Ausdolung zu offenem Gerinne/Bachlauf für Hangwasserfassung zw. Stall Karlismatt und Dorfstrasse • Ausbau best. Gerinne mit ökologischen Aufwertungen • Neuer Durchlass unter Dorfstrasse • Neues, offenes Bachgerinne (teilweise Ausdolung) im Unterlauf bis zum Schulhaus



Abbildung 8: Bestvariante Mattlibach (Bestvariante für Kiessammler )

Entgegen der Bestvariante 4 aus der Variantenstudie wurde im Vorprojekt nun die zweitplatzierte Variante M2 «Sanierung/Ausbau best. Altlauf» ausgearbeitet.

Die damalige Bestvariante M4 «Sanierung Ausbau best. Altlauf reduziert» musste nach genaueren Ermittlungen der vorhandenen Rohrdurchflusskapazitäten als nicht realisierbar verworfen werden. Damit wären die erforderlichen Schutzziele nicht erreichbar.

6.2.3 Geissbergbach

Bestvariante	Beschrieb Massnahmen
<p>Variante 1 Sanierung Ausbau Altlauf</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Neuer Geschiebesammler mit Sperren bei Hochweidstrasse • Erhöhung/Anpassung Freibord/Uferböschung oberhalb Geschiebesammler /Ablenkdam • Ausbau/Bachverbau Sohlensicherung mit Schwellen im Oberlauf. • Neues, offenes Bachgerinne (Ausdolung) bei Sägerei • Neues Durchlassbauwerk unter Dorfstrasse • Ökologische Aufwertungen (Gerinnesohle u. zusätzliche Strukturen) bestehender Bachlauf insbesondere im Unterlauf • Einmündung in Alp mit abgetrepter Beckenstruktur

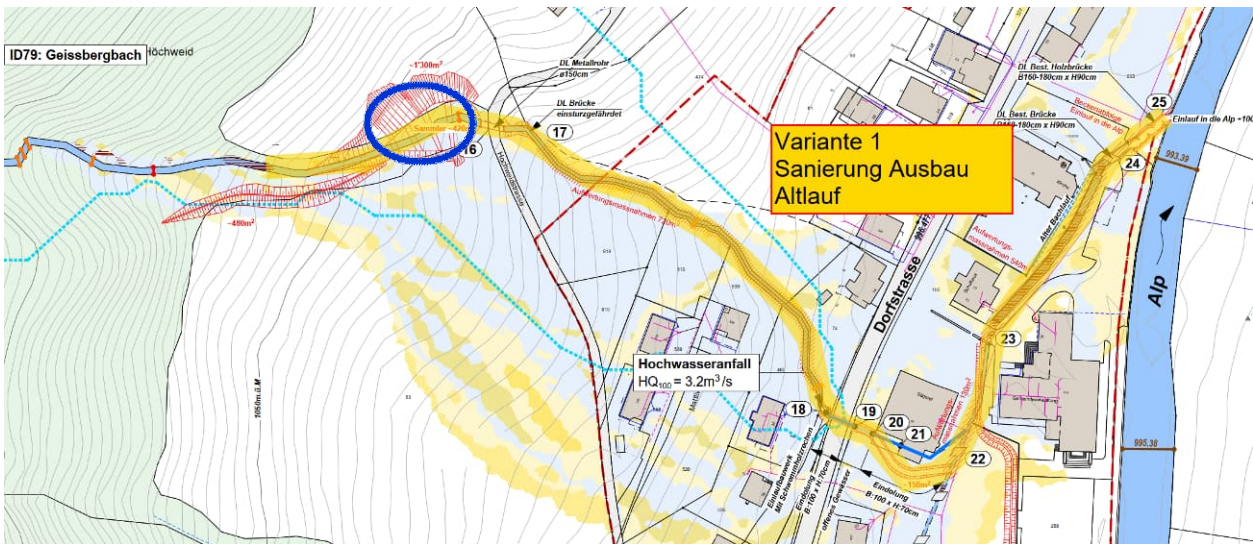



Abbildung 9: Bestvariante Geissbergbach (Bestvariante für Kiessammler )

Im Variantenvergleich wurde noch die Variante G2 mit neuem, direktem Gerinne als Bestvariante geführt. Aufgrund von Grundeigentümergegesprächen musste diese jedoch verworfen werden, sodass nun die zweitrangierte Variante G1 «Sanierung Ausbau Altlauf» Aufnahme ins Vorprojekt fand.

6.3 Unterhaltsmassnahmen

Der Unterhalt der Bäche ist eine Daueraufgabe. Periodische Unterhaltsmassnahmen sind bei der Bewirtschaftung der Geschiebesammler nötig, insbesondere nach HW-Ereignissen. Die Einlassbauwerke der Durchlässe sind von anfallendem Kies/Geäst regelmässig zu reinigen.

Der Zustand der Schutzbauten ist ebenfalls periodisch zu erheben und die nötigen Sanierungen sind auszuführen. Uferbewuchs sollte regelmässig zurückgeschnitten bzw. ausgeforstet werden, damit die Bestockung flexibel bleibt.

Die Zuständigkeit des Unterhalts:

Gemäss Wuhreglement des Bezirks Schwyz obliegt der Unterhalt an den Wuhrbächen beim Bezirk. Mit der Umsetzung der projektierten baulichen Hochwasserschutzmassnahmen durch den Bezirk werden der Mattlibach und der Geissbergbach zu Wuhrbächen in der Zuständigkeit des Bezirks. Ohne bauliche Hochwasserschutzmassnahmen bleibt die Zuständigkeit wie bisher bei den privaten Grundeigentümern resp. Bachanstössern.

6.4 Raumplanerische Massnahmen

6.4.1 Gewässerraum

Die durch die Gewässerschutzgesetzgebung erforderliche Ausscheidung der Gewässerräume ist im vorliegenden Projektperimeter noch nicht erfolgt. Die Gewässerräume werden deshalb im Rahmen des vorliegenden Hochwasserschutzprojektes festgelegt und ausgeschieden.

Grundlagen:

Gemäss Wasserbauverordnung Art. 21 legen die Kantone den Gewässerraum fest, welcher für den Schutz vor Hochwasser und für die Erfüllung der ökologischen Funktionen eines Gewässers erforderlich ist. Der Gewässerraum ist bei der Raum- und Nutzungsplanung zu berücksichtigen.

Die Festlegung ist in der Gewässerschutzverordnung (GschV Art. 41a) festgelegt, wobei zwischen (gewässerbezogenen) Schutzgebieten unterschieden wird.

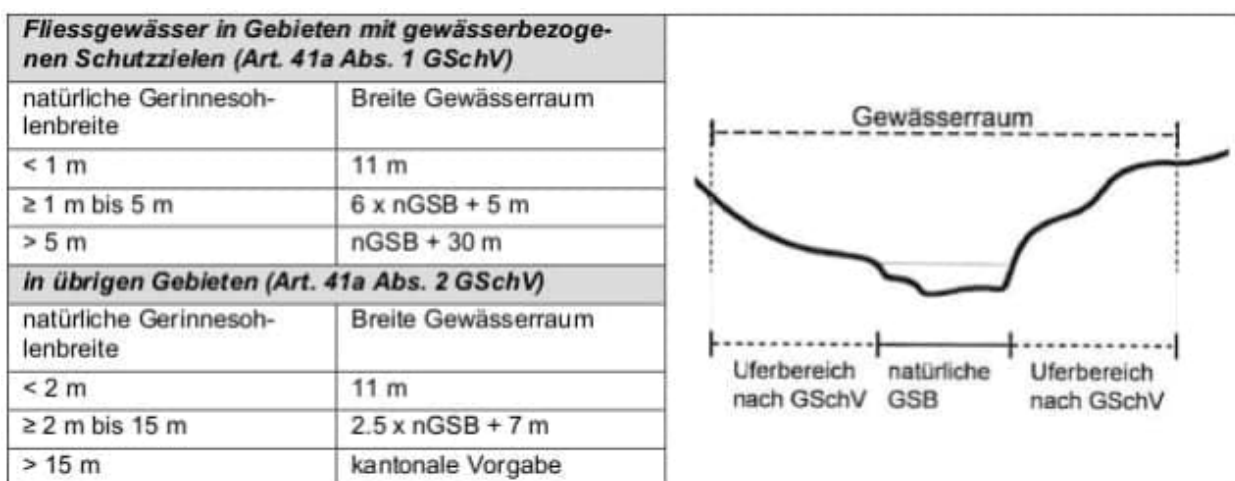


Abbildung 10: Festlegung Gewässerraum gemäss GSchV Art. 41 a

Die Vorgehensweise richtet sich nach dem kantonalen Merkblatt zur Festlegung der Gewässerräume (Umweltdepartement, 29.3.2018). Ausgangspunkt für die Bemessung ist die aktuelle Gerinnesohlenbreite (aGSB) gemäss den ökomorphologischen Erhebungen.

Je nach bestehender Breitenvariabilität des Gerinnes wird dieser Wert mit einem Faktor erhöht und daraus auf die natürliche Gerinnesohlenbreite (nGSB) geschlossen:

- grosse Breitenvariabilität (nicht eingeschränkt): Faktor x 1.0
- eingeschränkte Breitenvariabilität: Faktor x 1.5
- fehlende Breitenvariabilität: Faktor x 2.0

Sind differierende Erhebungen innerhalb eines Abschnittes vorhanden, wird diejenige mit der höheren Breitenvariabilität resp. mit der geringeren Sohlenbreite massgebend.

Gemäss ökomorphologischer Bewertung werden die Gerinne überwiegend als «naturfremd, künstlich» klassiert; die Breitenvariabilität fehlt fast in allen Gewässerabschnitten. Für die Gewässer im Projektperimeter lassen sich daraus folgende Breiten für die Gewässerräume ableiten:

Gewässer	Abschnitt	aGSB	Faktor	nGSB	Gewässerraum
		[m]	[-]	[m]	[m]
Karlismattbach	Oberlauf	0.6	1.5	0.9	11
	Unterlauf	0.4	2	0.8	11
Mattlibach	Unterlauf	0.6	2	1.2	11
Geissbergbach	Oberlauf	0.8	1.5	1.2	11
	Unterlauf mit Mattlibach	1.0	2	2.0	11

Tabelle 16: Gewässerräume

Für die Gewässer innerhalb des Projektperimeters entspricht die Gewässerraumbreite somit **dem Mindestwert von 11m**.

6.5 Bauliche Massnahmen

Hier ist die Schilderung der baulichen Massnahmen, welche nach erfolgten Variantenstudie und verschiedenen Rückmeldungen von Grundeigentümern ins Vorprojekt eingeflossen sind.

Sie sind im Plan 1495-0101 in Situation und Querprofilen dargestellt.

6.5.1 Karlismattbach

Oberhalb des Siedlungsrandes am Haggeneggweg wird ein neuer Geschiebesammler erstellt. Als Unterhaltszugang zu diesem wird eine neue Kiesstrasse erstellt.

Oberhalb des Kiessammlers sind die zerstörten Holzsperrren bei Bedarf zu ersetzen. Diese Massnahme ist angezeigt zur Sicherung der oberliegenden Sperrentreppen, damit diese intakt bleiben. Die Notwendigkeit der Instandsetzung/Ersatz der Schwellen ist in der Bauprojektphase zu prüfen.

Unterhalb des Kiessammlers wird das Gerinne in Trapezform auf den nötigen HW-Querschnitt ausgebaut. Der Querschnitt wird als Raugerinne ausgebildet und mit Blocksatz gesichert.

Der kleine, bereits vorhandene Kiessammler bleibt unverändert bestehen und stellt so die zweite Stufe des oberliegenden Sammlers dar.

Der Durchlass unter der Dorfstrasse muss erneuert und vergrössert werden; vorgeschaltet ist ein neues Einlaufbauwerk mit Rechen zu erstellen.

Der Unterlauf ab der Dorfstrasse bis zur Mündung in die Alp wird ökologisch aufgewertet. Trapezquerschnitt mit Kiessohle. Böschungssicherung mit Faschinen und Blöcken. Vor dem Einlauf in die Alp wird die Sohle mittels fischgängiger Beckenabfolge auf das Niveau der Sohle Alp abgesenkt.

Im Unterlauf wird infolge geringem Gefälle immer noch Unterhalt nötig sein, jedoch bedeutend weniger als heute, werden doch künftig zwei Kiessammler oberhalb das Geschiebe zurückhalten.

Für den Kiessammler ist eine Waldrodung nötig. Eine Ersatzfläche ist im Rahmen des Bauprojekts zu eruieren.

6.5.2 Mattlibach

Oberhalb des Stallgebäudes (Nr.77) vor der Eindolung wird eine neuer Geschiebesammler erstellt. Die Auslaufsperrre wird mit einem Rechen versehen.

Ein Unterhaltszugang zum Kiessammler kann ab dem Stall über das offene Wiesland erstellt werden.

Bei den vorhandenen Eindolungen quer über die Wiese bis zur Dorfstrasse ist eine Offenlegung des Baches auszuführen, da die bestehenden Rohrquerschnitte für HQ30 deutlich unterdimensioniert sind. Im Bereich der Vorplätze rund um den Landwirtschaftsbetrieb ist der Bach in ein grösseres Rohr zu verlegen.

Die Offenlegung hat den wichtigen Vorteil, dass damit auch das Oberflächenwasser aus den obenliegenden Runsen kontrolliert in den Mattlibach geleitet werden und abgeführt werden kann. Ansonsten fliesst dies wie bisher über die Wiesen direkt hinunter bis zur Dorfstrasse. Die vorhandenen Hangdrainageleitungen können in das offene Gerinne eingeführt werden, teilweise unter leichter Anpassung der Höhenlage.

Nach der Offenlegung wird der Mattlibach vor der Dorfstrassenquerung in die bestehende Eindolung durch das Grundstück Nr. 380 und 517 geführt. Dieser Abschnitt ist im Bauprojekt noch detailliert mittels Kanal-TV-Aufnahmen zu dokumentieren. Sollte die Abflusskapazität der bestehenden Leitung nicht ausreichend sein, so ist hier eine grössere Leitung neu zu verlegen. Eine offene Bachführung ist hier aufgrund der Gebäudezufahrten nicht möglich.

Der Durchlass unter der Dorfstrasse muss erneuert und vergrössert werden.

Im Bereich der Strassenquerung kann eine leichte Strassenanhebung realisiert werden, um im Ueberlastfall das Wasser von der Dorfstrasse in den Mattlibach abzuleiten.

Der Unterlauf ab der Dorfstrasse bis zum Zusammenfluss mit dem Geissbergbach wird in neuer Linienführung neu gebaut, offen geführt und ökologisch aufgewertet. Trapezquerschnitt mit Kiessohle. Böschungssicherung mit Faschinen und Blöcken.

6.5.3 Geissbergbach

Oberhalb der Hochweidstrasse wird ein neuer Geschiebesammler erstellt. Der Unterhaltszugang zu diesem kann direkt ab der Hochweidstrasse erfolgen.

Oberhalb des Kiessammlers ist das Gerinne mittels Holzsperrern zu sichern, da die Hänge sehr steil einfallen. Weiter oben, ausgangs des Waldes ist mit einer kleinen Terrainanpassung ein Ablenkdamms zu erstellen, welcher ein Ausufer des Geissbergbaches verhindert.

Der Durchlass Hochweidstrasse ist gross genug und kann bestehen bleiben. Die weiter untenliegende Bruchsteinbrücke ist defekt und muss abgebrochen werden.

Unter der Hochweidstrasse bis zur Dorfstrasse wird das Gerinne in Trapezform auf den nötigen HW-Querschnitt ausgebaut. Der Querschnitt wird als Raugerinne ausgebildet und mit Blocksatz gesichert.

Der Durchlass unter der Dorfstrasse muss erneuert und vergrössert werden; vorgeschaltet ist ein neues Einlaufbauwerk mit Rechen zu erstellen.

Der Unterlauf ab der Dorfstrasse bis zur Mündung in die Alp wird offen geführt und ökologisch aufgewertet. Trapezquerschnitt mit Kiessohle. Böschungssicherung mit Faschinen und Blöcken. Die alte Mauer entlang Schulhaus und Kirche bleibt bestehen. Vor dem Einlauf in die Alp wird die Sohle mittels fischgängiger Beckenabfolge auf das Niveau der Sohle Alp abgesenkt.

Die beiden Brücken (Zufahrten südl. Schulhaus und nördl. Kirche) weisen zu geringe Querschnitte auf und sind zu erneuern. Die Fussgängerbrücke ist ebenfalls neu über das aufgewerte Bachstück zu bauen.

Für den Kiessammler ist eine Waldrodung nötig. Eine Ersatzfläche ist im Rahmen des Bauprojekts zu eruieren.

6.5.4 Werkleitungen

Allfällige Werkleitungsumlegungen sowie die Erstellung zusätzlicher Werkleitungen sind gemäss den entsprechenden Normen durch die verantwortlichen Werke und Betriebe durchzuführen und sind in der nächsten Projektphase genauer detaillierter abzuklären.

Betroffen werden sein:

- Quellwasserleitungen im Oberlauf Karlismattbach
- Schmutzwasserleitungen der Gemeinde beim Unterlauf Karlismattbach und Geissbergbach
- Fernwärmeleitung (Im Bereich der Querung Geissbergbach wurde die Leitung im Juli 2023 neu verlegt. Mittels eines Dükers ist diese bereits so tief gelegt, dass ein künftiger Durchlass darüber möglich ist.)
- Andere Werkeigentümer (Strom, Tel. etc.) im Strassenbereich.

6.6 Ökologische Massnahmen

Für die Ausführung der ökologischen Massnahmen wird auf den ökologischen Bericht verwiesen, welcher dem Vorprojektdossier beiliegt.

7 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

7.1 Siedlung und Nutzflächen

Mit den im Projekt umgesetzten baulichen Massnahmen wird der Hochwasserschutz für das Dorf Alpthal längerfristig massgeblich verbessert. Dank den neuen Geschiebesammlern wird die Gefahr von Ausuferungen gebannt.

Der Verbrauch an zusätzlichen Landflächen ist sehr gering und beschränkt sich praktisch nur auf die Flächen der Geschiebesammler und die Ausdolungen.

7.2 Ökologie, Natur und Landschaft

Die ökologischen Defizite in den Unterläufen der Bäche werden mit Aufwertungsmassnahmen behoben und es kann sich längerfristig ein ökologisch vielfältiges und dynamisches Gewässer entfalten und einstellen. Die Aufwertungsmassnahmen werden eine wichtige vernetzende Rolle für die Fauna übernehmen. Die Längs- und Quervernetzung wird deutlich verbessert.

7.3 Gewässerökologie und Fischerei

Mit den umgesetzten Aufwertungsmassnahmen wird das oberste Ziel der Gewässerökologie, die aquatische Längsvernetzung und damit die Fischgängigkeit in den Unterläufen von Geissbergbach/Mattlibach und Karlismattbach hergestellt. Zudem werden neue Habitate geschaffen, welche längerfristig eine positive Wirkung auf die Gewässerökologie und Fischerei für die gesamte Alp im Projektperimeter haben.

7.4 Grundwasser

Durch die geplanten Massnahmen wird das Grundwasser nicht tangiert.

7.5 Landwirtschaft

Mit den geplanten Massnahmen werden landwirtschaftliche Flächen nur in sehr geringem Ausmass betroffen.

- Beim Karlismattbach für die Unterhaltszufahrt zum Kiessammler.
- Beim Mattlibach für den Neubau des Kiessammlers, die Offenlegung der Eindolung und die Aufwertung des Unterlaufs.
- Beim Geissbergbach für den Neubau des Kiessammlers.

8 VERBLEIBENDE GEFAHREN UND RISIKEN

Hochwasser, welche den Bemessungsabfluss HQ 30 übersteigen, werden als sogenannter Überlastfall bezeichnet. Da die Gerinnekapazitäten für ein solches Ereignis nicht mehr ausreichen, ist mit Ausuferungen entlang des Gerinnes zu rechnen.

Massnahmen für Umgang mit dem Ueberlastfall

Karlismattbach Oberlauf zwischen Kiessammler und Dorfstrasse: rechtes Ufer auf Siedlungsseite ist immer höher als linkes Ufer.

Mattlibach: Auf Höhe Querung Dorfstrasse: Strassenanhebung und Geländeanpassung, damit Hochwasser ab Dorfstrasse in Mattlibach Unterlauf eingeleitet werden kann

Geissbergbach: Oberlauf zwischen Kiessammler und Dorfstrasse: linkes Ufer ist immer höher als rechtes Ufer, womit austretendes Wasser zurück ins Gerinne laufen kann. Ablenkdammb oberhalb Siedlung.

9 UMSETZUNG DER VERBLEIBENDEN GEFAHREN IN DIE RICHT- UND NUTZUNGSPLANUNG

Das verbleibende Risiko erfordert keine Massnahmen in der Richt- und Nutzungsplanung.

Der Gewässerraum der drei Bäche ist in den Nutzungsplänen der Gemeinden entsprechend umzusetzen.

10 KOSTENSCHÄTZUNG

Die Kostenschätzung zum Vorprojekt liegt dem Vorprojekt als separates Dokument bei.

Die Gesamtkosten liegen bei rund 4.236 Mio Fr. inkl. MWST (Genauigkeit der Kostenschätzung im Vorprojekt +/- 20%)

Davon sind rund 80'000 Fr. durch die Eigentümer der Brücken/Durchlässe zu übernehmen.

Grundsatz der Kostenbeteiligung durch die Eigentümer der Brücken/Durchlässe:

«Der Unterhalt und die Erneuerung von Brücken inkl. Widerlager sowie Durchlässen obliegen gemäss kantonalem Wasserrechtsgesetz dem jeweiligen Verkehrsträger. Folglich gehen die Wiederaufbaukosten für einen Neubau der bestehenden Durchlässe oder Brücke abzüglich des Restwerts zulasten des Werkeigentümers / Privaten».

11 KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE

Eine Übersicht über die monetäre Bewertung der Risikoveränderung und das Kosten-Nutzenverhältnis findet sich in den untenstehenden Tabellen.

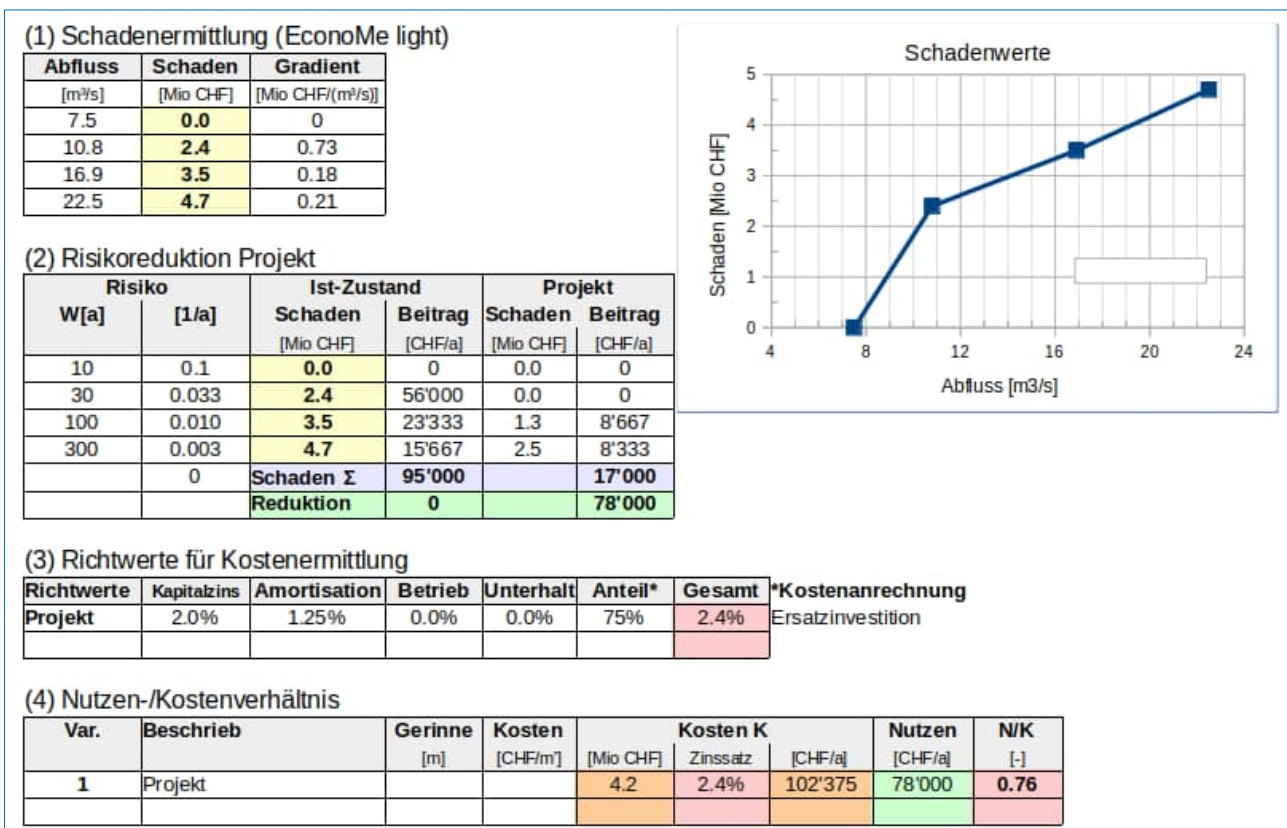


Tabelle 17: zur Kosten-/Nutzenanalyse

Erläuterung der Tabellen:

Schritt (1)

Wie in Kapitel 5 (Schadenpotential / Risiko) vermerkt, erfolgt die Schadensschätzung mittels EconoMe light anhand von pauschalen Annahmen und ohne die Erfassung von Einzelobjekten. Der Schadensverlauf kann grafisch dargestellt werden; auf der Abszisse sind als Bezugsgrösse die Abflusssummen der drei Gewässer im Perimeter aufgeführt.

Schritt (2)

Um die Risikominderung durch das Projekt zu ermitteln, wurde die Auswertung für die Situation nach Massnahmen wiederholt. Für die Modellierung wurde dabei angenommen, dass in den ausgebauten Gerinnen mindestens der Abfluss für ein HQ30 (Schutzziel) schadlos abgeführt werden kann. Terrainveränderungen durch das Projekt mit wesentlicher Leitwirkung wurden im Modell ebenfalls berücksichtigt.¹ Gemäss dieser Auswertung vermindert sich der jährliche Schadenerwartungswert von CHF 95'000 auf noch CHF 17'000, d.h. um rund 80%.

Schritt (3)

Bei der Bestimmung der Richtwerte für die Anrechnung der Investitionskosten wird der Kapitalzins von 2% gemäss EconoMe als gesetzt betrachtet. Die Abschreibung erfolgt über die Lebensdauer der Anlagen von 80 Jahren. Beim Betrieb und dem Unterhalt der Anlagen wird berücksichtigt, dass das bestehende System durch das Projekt abgelöst wird. Bisher mit viel Aufwand verbundene Arbeiten zur Räumung und Instandstellung nach Hochwasserereignissen werden reduziert, da das System weniger häufig überlastet wird und die Räumung der Geschiebesammler effizienter erfolgen kann. Ein Mehraufwand ist folglich nicht anzunehmen. Bei einer Ersatzinvestition ist weiter zu beachten, dass die Investitionskosten für die Erneuerung des bestehenden Systems am Ende der Lebensdauer nicht mehr anfallen. Wird überschlägig angenommen, dass der Wert der bisherigen Anlagen zirka die Hälfte der Projektinvestition ausmachen und die Bauten die Hälfte ihrer Lebensdauer absolviert haben, kann dies durch eine Reduktion der Investitionskosten um 25% berücksichtigt werden.

Schritt (4)

Mit dem ermittelten Kostenfaktor ergeben sich für das Schutzprojekt anrechenbare jährliche Kosten von knapp CHF 100'000. Die abgeschätzte Minderung der Hochwasserschäden ist mit CHF 76'000 geringer. Mit einem Nutzen-/Kostenverhältnis von 76% ist die Wirtschaftlichkeit des Projekts gemäss den Kriterien des BAFU nicht erfüllt.

Es ist darauf hinzuweisen, dass durch die baulichen Hochwasserschutzmassnahmen auch eine ökologische Aufwertung (Ausdolung, naturnaher Gerinneausbau) resp. ein ökologischer Nutzen resultieren.

¹ Im Rahmen der weiteren Planungsphasen sind die dannzumal präziser definierten Massnahmen im Modell einzupflegen und die entsprechenden parzellenscharfen Karten (Intensitäts- und Gefahrenkarten) zu erstellen.

12 ERFOLGSKONTROLLE

Mit einer projektbegleitenden Erfolgs- und Wirkungskontrolle soll aufgezeigt werden, ob die ökologischen Aufwertungen ihre Ziele erreichen konnten. Hierfür soll mit dem Bauprojekt ein separates Konzept erarbeitet werden, welches die Wirkungskontrolle aufzeigt und die zu untersuchenden Aspekte (Indikatoren) definiert.

Die Umsetzung dieser ökologischen Massnahmen in der Ausführungsphase wird Aufgabe der ökologischen und bodenkundlichen Baubegleitung sein (separates Mandat).

13 WEITERER PROJEKTABLAUF

13.1 Weiteres Vorgehen

In einem nächsten Schritt erfolgt das öffentliche Mitwirkungsverfahren. Direktbetroffene und Interessierte können sich zum Vorprojekt äussern. Ihre Anträge und Bemerkungen werden allenfalls in der nächsten Projektphase bestmöglich berücksichtigt.

Zugleich wird dieses Vorprojekt vom Kanton und Bundesamt für Umwelt (BAFU) gemäss den Anforderungen an Wasserbauprojekte überprüft. Entsprechende Rückmeldungen oder Auflagen werden in die nächste Planungsphase einfließen. Die nächste Planungsphase ist die SIA Phase 32, Bauprojekt. In dieser Phase werden die im Vorprojekt entwickelten Massnahmen vertieft bearbeitet. Das heisst, die Geometrie, die Materialien und Materialstärken werden bestimmt, allfällige Werkleitungskonflikte und Anschlüsse an bestehende Bauten werden im Detail betrachtet und die Bauabläufe werden definiert. Dazu gehört auch das Ausweisen der beanspruchten Flächen inklusive derjenigen, welche während dem Bau temporär beansprucht werden.

13.2 Pflichtenheft

Folgende Punkte und Fragenstellungen sind im **Rahmen des Bauprojektes** weiter zu bearbeiten:

- Geometer-Terrainaufnahmen entlang der Bachläufe
- Zustandsuntersuchung der Eindolungen /Durchlässe mittels Kanal-TV
- Optimierung der Linienführung in Rücksprache mit den betroffenen Grundeigentümern
- Abklären UVB-Pflicht
- Etappierbarkeit Bauprojekt
- Rodungen /Ersatzaufforstungen Bereich Karlismattbach /Geissbergbach (temporär)
- Vertiefte Ausarbeitung der ökologischen Aufwertungsmassnahmen im Gerinne
- Landerwerb oder Dienstbarkeiten
- Notfallplanung in Rücksprache mit Gemeinde Alpthal
- Unterhalts- und Bewirtschaftungskonzept
- Konzept für Erfolgskontrolle, Festlegung der Indikatoren
- Erstellen der Intensitäts- und Gefahrenkarten (nach Massnahmen)

Angesichts der mangelnden Wirtschaftlichkeit des Gesamtprojekts und der unterschiedlichen Betroffenheit könnte sich für die weitere Planung eine Priorisierung der Massnahmen resp. der zu verbauenden Gewässerabschnitte empfehlen.

14 GRUNDLAGEN

- /1/ Integrale Naturgefahrenkarte Los Alp. Technischer Bericht, Ingenieure Bart AG, März 2011.
- /2/ Integrale Naturgefahrenkarte Los Alp. Bericht zur Hydrologie, Ingenieure Bart AG, Nov 2009.
- /3/ Kantonale Naturgefahrenstrategie, Revision 2019. Regierungsrat des Kantons Schwyz, RRB Nr. 647.
- /4/ Oekomorphologie, WebGIS SZ.
- /5/ Bodeneignungskarte der Schweiz. März 1980.
- /6/ Kölla E. 1986. Zur Abschätzung von Hochwassern in Fließgewässern an Stellen ohne Direktmessungen. Mitteilung Nr. 87, Versuchsanstalt für Wasserbau, ETH Zürich.
- /7/ Vischer D., Huber A. 1993. Wasserbau, 5. Auflage. Springer Verlag.
- /8/ Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Mitteilung Nr. 4 der Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie (GHO), Bern 1996. Geologische Karte der Schweiz 1:500'000. Bezzola G. R. 2003. Flussbau. Vorlesungsskript, ETH Zürich. Yalin M. S, Ferreira da Silva A. M. 2001. Fluvial Processes. IAHR Monograph.
- /9/ Hager W. H., Del Giudice G. 1998. Generalized Culvert Design Diagram. J. Irrig. and Drainage Engrgr. ASCE, Vol.124/5.
- /10/ EconoMe-Light Berechnung. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern, Teil 3. Arbeitsblätter für die Baustelle. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2013.
- /11/ Landwirtschafts- und Schutzzonenplan
- /12/ Richtplan des Kantons Schwyz, Richtplan Teil Süd, RRB Nr. 289/2019.
- /13/ Revitalisierung von Fließgewässern im Kanton Schwyz, Fischwerk, bpp Ingenieure AG, Dezember 2013.
- /14/ Zonenplan der Gemeinde Alpthal Fraktion Dorf vom Juni 2005