Bau- und Umweltdepartement

Landesbauamt

KANTON
APPENZELL INNERRHODEN

Pöppelbach und Haltenbach, Steinegg
Bezirk Schwende-Rüte

Hochwasserschutz und Revitalisierung Pöppel- und Haltenbach

Machbarkeitsstudie

Technischer Bericht

Entwurf	Gezeichnet	Geprüft	Datum
ms	ms	ms / le	21.07.2023

Beilage Nr. **00.02**

	Änderungen	Geprüft	Datum
a			
b			
c			
d			

Konto Nr.

Projekt Nr.	**39280**
Plan Nr.	**39280-00.02**
Format	**21 x 29.7 cm**

Freigabe Bauherr:

Bänziger Kocher Ingenieure AG
Vermessung Tiefbau Gewässer

Inhalt

1 Anlass und Auftrag 5
1.1 Projektauslöser, Projektumfang 5
1.2 Projektperimeter 5
1.3 Partizipation 6
2 Grundlagen 6
3 Ausgangssituation 8
3.1 Übersicht 8
3.2 Einzugsgebiet 8
3.3 Geologie/Hydrogeologie 9
3.4 Hydrologie 10
3.4.1 Hochwasserabflusswerte 10
3.4.2 Mittelwasserabfluss (Qm) 11
3.4.3 Niedrigwasserabfluss (Q347) 11
3.4.4 Oberflächenabfluss 11
3.5 Schwemmholz 12
3.6 Geschiebe 13
3.7 Fliessgewässertyp 13
3.8 Belastete Standorte 13
3.9 Neophyten 13
3.10 Fruchtfolgeflächen 13
3.11 Ökologie und Ökomorphologie 14
3.12 Kantonale Revitalisierungspriorisierung 15
3.12.1 Nutzen für Natur und Landschaft 15
3.12.2 Massnahmenplanung, priorisierte Abschnitte 15
3.13 Bestehende/geplante Nutzung 16
3.13.1 Quartierpläne 16
3.14 Bestehende Schutzbauten 18
3.14.1 Heutiges Konzept 18
3.14.2 Zustand/Sanierungsbedarf 21
3.15 Historische Ereignisse 24
3.16 Gefährdungssituation, Schwachstellen, Schadenpotenzial 25
3.16.1 Erkenntnisse aus der Gefahrenkartierung 25
3.16.2 Staukurvenberechnung 1-D Teilprojekt 3 Pöppelbach im Siedlungsgebiet 25
3.16.3 2-D Abflussmodellierung TP 5, Haltenbach im Siedlungsraum 26
3.16.4 Kapazitätsberechnungen im Abschnitt TP4 (Pöppelbach oberhalb Siedlungsraum) und TP6 (Haltenbach oberhalb Siedlungsraum) 27
4 Projektannahmen 28
4.1 Hochwasserschutzziele, Dimensionierungsabfluss und Freibord 28
4.2 Morphologie/Ökologie: Referenzzustand, Defizitanalyse 29
4.2.1 Referenzbach: 29

4.2.2 Morphologische Defizite: 29
4.2.3 Ökologische Defizite: 30
4.3 Morphologische und ökologische Entwicklungsziele (Sollzustand) 30
4.4 Massnahmenplanung 31
4.4.1 Bauliche Massnahmen; Teilprojekt 3 31
4.4.2 Bauliche Massnahmen; Teilprojekt 4 33
4.4.3 Bauliche Massnahmen aus dem Hochwasserschutzprojekt Überbauung Schnetzlers 34
4.4.4 Bauliche Massnahmen; Teilprojekt 5 (Eindolung Haltenbach) 35
4.4.5 Bauliche Massnahmen; Teilprojekt 6 38
4.5 Verbleibende Risiken, Überlastfall, Notfallkonzept 38
4.6 Gewässerparzelle / Landerwerb 40
4.7 Unterhalt und Pflege 40
4.8 Gewässerraum 40
4.8.1 Bestimmung 40
4.8.2 Einschränkungen 41
4.9 Wirkungs- und Erfolgskontrolle 41
5 Kosten, Wirtschaftlichkeit, Finanzierung 42
5.1 Kosten 42
5.2 Wirtschaftlichkeit 43
5.3 Finanzierung 43
6 Ausblick, weiteres Vorgehen 45
7 Unterschrift 45

Anhänge

Anhang 1:	Hydrologie Schwemmholz Geschiebe
Anhang 2:	Hydraulische Berechnung, Freibord
Anhang 3:	Bauliche und hydraulische Zustandsbeurteilung der vorhandenen Schutzbauten, daraus abgeleitete Massnahmen
Anhang 4:	Schwemmholzrechen beim Teilprojekt 4: Standortwahl, Berechnungen und Ausführungsdetails
Anhang 5:	Variantenstudium Teilprojekt 5 – Eindolung Haltenbach
Anhang 6:	Überprüfung Bewilligungsfähigkeit und Nutzen-Kosten-Analyse der favorisierten Varianten Teilprojekt 5 – Eindolung Haltenbach
Anhang 7:	Vordimensionierung HWRB Haltenbach Hermes
Anhang 8:	Bericht zur Gewässerraumfestlegung im Entwurf

Beilagen:

- Geotechnischer Bericht zur Baugrunduntersuchung mit Rammsondierungen an der Variante Hochwasserentlastung Haltenbach, FS Geotechnik AG, 17.11.2022
- Geotechnischer Bericht zur Baugrunduntersuchung mit Rammsondierungen am Schwemmholzrechen Pöppelbach, FS Geotechnik AG, 17.11.2022

Pläne

Plan Nr.	Bezeichnung	Phase	Massstab
Teilprojekt 3			
39280-04-03.1	Situation Teilprojekt 3 Plan 1	Machbarkeitsstudie	1:200
39280-04-03.2	Situation Teilprojekt 3 Plan 2	Machbarkeitsstudie	1:200
39280-05-03	Längenprofil Teilprojekt 3	Machbarkeitsstudie	1:500/100
39280-06-03	Normalprofile Teilprojekt 3	Machbarkeitsstudie	1:50
39280-07-03	Querprofile Teilprojekt 3	Machbarkeitsstudie	1:100
Teilprojekt 4			
39280-04-04.1	Situation Teilprojekt 4 Plan 1	Machbarkeitsstudie	1:200
39280-04-04.2	Situation Teilprojekt 4 Plan 2	Machbarkeitsstudie	1:200
39280-05-04	Längenprofil Teilprojekt 4	Machbarkeitsstudie	1:500/100
39280-06-04	Normalprofil Teilprojekt 4	Machbarkeitsstudie	1:50
39280-07-04	Querprofile Teilprojekt 4	Machbarkeitsstudie	1:100
Teilprojekt 5			
39280-04-05	Situation Teilprojekt 5	Machbarkeitsstudie	1:500
39280-05-05	Längenprofil Teilprojekt 5	Machbarkeitsstudie	1:500/100

1 Anlass und Auftrag

1.1 Projektauslöser, Projektumfang

Der Pöppelbach und sein Seitengewässer, der Haltenbach, fliessen durch das Siedlungsgebiet von Steinegg, bevor sie in die Sitter münden. Mehrere Abschnitte weisen baufällige Ufersicherungen auf, zusätzlich bestehen mancherorts Kapazitätsengpässe und daraus resultierende Hochwasserschutz-Defizite.
Im Jahr 2019 hat das Ingenieurbüro ribi AG für die Gewässersanierung ein Vorprojekt ausgearbeitet. Die Filiale der Unternehmung in Heiden wurde im gleichen Jahr aufgehoben.
Die Bänziger Kocher Ingenieure AG wurde im Februar 2021 beauftragt, dieses Vorprojekt zu aktualisieren. Die ausgewiesenen Massnahmen, insbesondere die der Eindolung Haltenbach mussten stark angepasst und optimiert werden. Der im Vorprojekt ausgewiesene Projektperimeter wird leicht reduziert und in 4 Teilprojekte aufgeteilt.

1.2 Projektperimeter

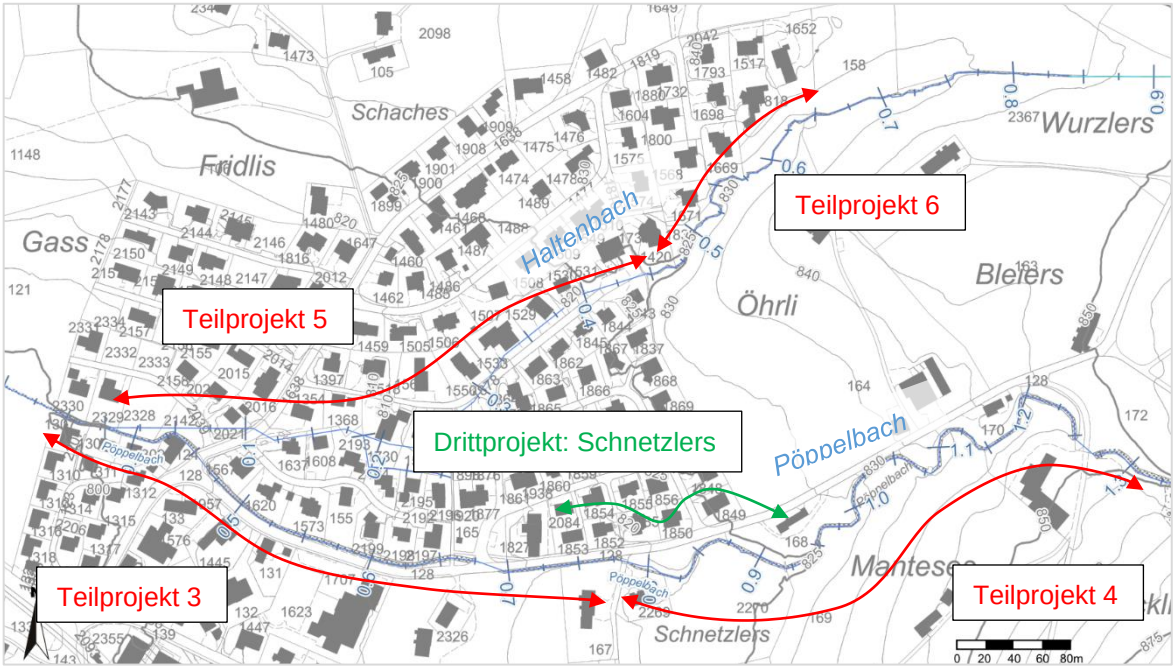

Abbildung 1: Projektperimeter der 4 Teilprojekte. Sie entsprechen den Etappen 3 bis 6 aus dem Vorprojekt. Im Rahmen der Überbauung Schnetzlers wurde das Hochwasserschutzprojekt Schnetzlers auf den Grundstücken 167, 2269 und 2270 herausgelöst.

1.3 Partizipation

Für das vorliegende Projekt wurde ein partizipativer Prozess gestartet. In erster Linie wurde der Bezirksrat Schwende-Rüte über den Stand der Arbeiten am 07.12.2022 informiert. In Zusammenarbeit mit dem Landesbauamt wurden folgende Veranstaltungen für betroffene Anwohnende durchgeführt:

- Teilprojekt 5 – Eindolung Haltenbach
  - Vorstellung der Bestvariante «Hochwasserrückhaltebecken Hermes» an die betroffenen Grundstückeigentümern der Variante und Aufnahme deren Rückmeldungen am 06.02.2023
  - Vorstellung des Variantenstudiums an die infolge des Haltenbachs gefährdenden Grundstückeigentümern sowie Diskussion über die vorgestellten Varianten am 09.02.2023
- Teilprojekt 3 – Pöppelbach im Siedlungsgebiet
  - Werkstattgespräche mit den angrenzenden Grundstückeigentümern am 07.02.2023. Dabei wurde der Stand der Arbeiten vorgestellt, die Meinungen bezüglich einzelnen Projektierungselementen abgeholt sowie aus Diskussionen entstandene Ideen aufgenommen.

Der Prozess wird im Rahmen der weiteren Projektierung intensiviert und die breite Bevölkerung für eine Mitwirkung auf der Basis dieser Projektstufe eingeladen.

2 Grundlagen

Für die Erarbeitung der vorliegenden Machbarkeitsstudie werden folgende Grundlagen verwendet:

- www.geoportal.ch, diverse Grundlageninformationen und Kartenmaterial, besucht im Zeitraum April 2021 bis Juni 2023
- Grundlage Amtliche Vermessung, erhalten von GIS-Fachstelle, Kanton AI am 15.09.2021
- Höhendaten aus Höhenmodell swissALTI3D, swisstopo
- Grundlagendaten Leitungskataster, Hersche Ingenieure AG, erhalten am 06.05.2021
- Quartierpläne inkl. Reglemente «Schönenbüel II» vom 1.12.2020, «Gass II» vom 1.12.2020 und «Chäsmoos» vom 22.01.2008, erhalten durch R. Bürki, Kantonsingenieur (Mail vom 09.07.2021)
- Merkblatt „Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen“, Tiefbauamt SG, Abt. Gewässer, April 2016
- Fliessgewässertypisierung der Schweiz – Anhang 5 Porträts der Fliessgewässertypen, BAFU, März 2015 (Quelle: www.bafu.admin.ch/uw-1329-d)
- Ingenieurbiologie, Handbuch der Bautypen, Helgard Zeh, Verein für Ingenieurbiologie, Hochschulverlag ETH Zürich, 2007.
- ribi AG Ingenieure. Hochwasserschutz und Revitalisierung Pöppelbach/Haltenbach. Vorprojekt vom 10. Juli 2019
- Vermessungsdaten erhoben von ribi AG, 2019
- Gefahrenkartierung Naturgefahren, Ereigniskarte Naturgefahren vom 10. März 2005
- Schadenpotenzialabschätzung: https://www.mobiliarlab.unibe.ch/index_ger.html.
- Angaben und Kartenauszüge aus dem GIS des Bundes (map.geo.admin.ch)

- Empfehlung der Kommission Hochwasserschutz (KOHS) „Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen“ in: «Wasser Energie Luft» – 105. Jahrgang, 2013, Heft 1, CH-5401 Baden
- Hochwasserschutz an Fliessgewässern, Wegleitung des BWG (heute BAFU), Bern, 2001
- Zustandsaufnahme der Gewässerbauwerke, Bänziger Kocher AG, vom 16.7.2021
- Zustandsaufnahme Dole Haltenbach, J. Geisser AG, Untersuchung vom 29.07.21, 30.07.21 und 06.08.21
- Ökomorphologie, Abstürze und Querbauwerke, Detailpläne 16 – 18, erstellt durch perpetuum ag, erhalten von R. Hollenstein, Beratung Kanton AI (Mail vom 28.05.2021)
- Ausschnitt aus der kantonalen Revitalisierungsplanung Kanton AI, erhalten von R. Hollenstein, Beratung Kanton AI (Mail vom 28.05.2021)
- Merkblatt Uferausgestaltung und -bepflanzung bei Gewässerrevitalisierungen Version 1.1, Landesbauamt Kanton AI, vom 12. Oktober 2021
- Normalie Nr. 6504 – Unterquerung eines offenen oder eingedolten Gewässers, Amt für Wasser und Energie AWE Kanton St. Gallen, 1. Juli 2017
- Technischer Bericht zur Ausscheidung des Gewässerraums Appenzell Innerrhoden inkl. aller Anhänge, Version öffentliche Auflage, vom 13. November 2020
- Diverse weitere Begehungen

Vermessungsdaten:
Die von ribi AG anlässlich der Feldaufnahmen vom 18.04.2018 und 2.04.2019 mittels GPS vermessenen Sohlenpunkte (Achse) und einzelne tachymetrisch aufgenommen charakteristische Querprofile wurden, zusammen mit dem swisstopo Höhenmodell (swissALTI3D) als Grundlage für die hydraulischen Berechnungen verwendet.
Fehlende resp. zusätzliche Daten wurden mit eigenen Vermessungsaufnahmen ergänzt.

3 Ausgangssituation

3.1 Übersicht

Abbildung 2: Haltenbach (links, blau. Durch die Siedlung eingedolt) und Pöppelbach (rechts, rot). 1.April 2021

3.2 Einzugsgebiet

Der höchste Punkt des an einem gegen Nordwest abfallenden Hang gelegenen Einzugsgebietes (EZ) liegt auf dem Eggli (1‘180 m ü. M.). Das EZ erstreckt sich über eine Gesamtfläche von rund 1.58 km^2. Die Quelle des Pöppelbaches liegt zwischen Äbischrut und Brand, ca. 250 m unterhalb des Restaurants Eggli. Das Seitengewässer Haltenbach entspringt im gleichnamigen Weiler Halten. Auf seinem Weg talwärts fassen der Pöppel- sowie der Haltenbach mit ihren Seitengewässern ausserdem das Wasser verschiedener Meteorwasserleitungen.
Der grösste Anteil der Bodenbedeckungskategorien bilden die Landwirtschaftsflächen (Wiesland) mit ca. 78.5% des Einzugsgebiets. Die Siedlungsfläche bedeckt knapp 13.1% des Gebietes. 7.7% der Fläche ist bestockt und 0.7% sind unproduktiv (Strassen etc.). Topographisch gesehen überwiegen im unteren Teil der Einzugsgebietsfläche flache bis mittelsteile Hanglagen, im oberen Bereich sind die Hänge steiler.

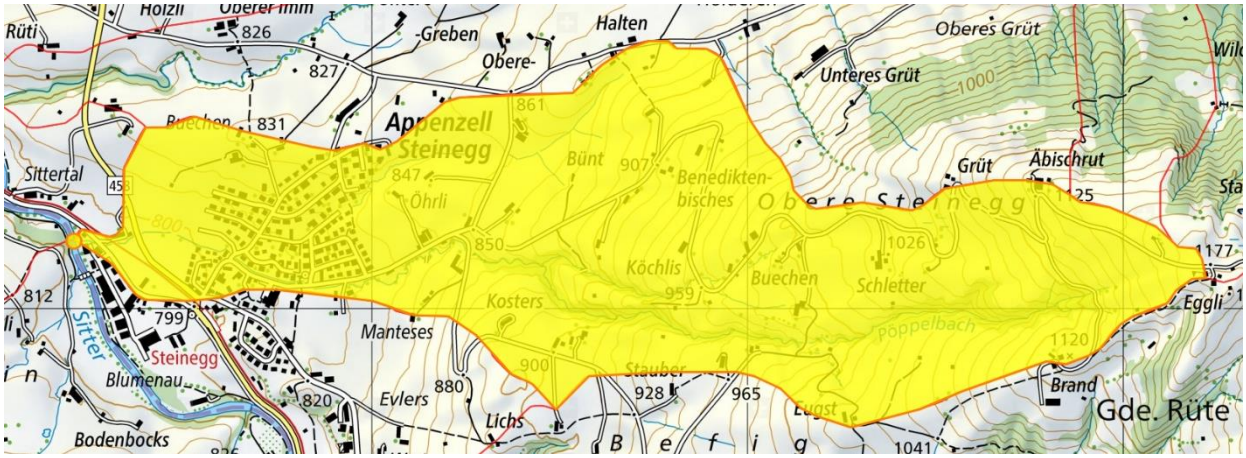

Abbildung 3: Einzugsgebiet Pöppelbach und Haltenbach (an der Mündung in die Sitter). geo.admin.ch, Einzugsgebiete 2 km², besucht am 19.4.2021.

3.3 Geologie/Hydrogeologie

Das Siedlungsgebiet von Steinegg sowie weite Teile des Einzugsgebiets liegen auf der Moränenschicht der Würm-Eiszeit. Das Quellgebiet des Pöppelbaches im Gebiet Eggli liegt im Senonmergel (Leistmergel) der Schuppenzone, im darunterliegenden Bachtobel fliesst das Gerinne dann bis zum Gebiet Bleiers/Neckli abwechselnd durch Böden der unteren Meeres- und der unteren Süsswassermolasse[1]. Im Bachtobel oberhalb des Gebiets Bleiers/Neckli sind im Ereigniskataster[2] Ufererosionen und Rutschungen in den Bachböschungen festgehalten.
Der Projektperimeter liegt im Haupteinzugsgebiet des Rheins. Der Abflussregimetyp des Pöppelbaches ist „nival de transition“. Das heisst, von April bis Juli sind die grössten mittleren Abflussmengen zu erwarten. Gemäss Schätzungen des BAFU[3] beträgt das Niederwasser Q_{347} zwischen 5 und 10 l/s*km², d.h. für das vorliegende Einzugsgebiet rund 8-16 l/s.
Das Einzugsgebiet liegt nur im untersten Teil gegen die Sitter im Gewässerschutzbereich Au. Im Einzugsgebiet befinden sich zudem einzelne privat gefasste Quellen.

[1] Geologische Karte, harmonisiert, Kantone SG/AR/AI, www.geoportal.ch, aufgerufen 19. April 2021.
[2] Ereigniskataster, KT AI, www.geoportal.ch, aufgerufen im April 2021.
[3] Gewässer, Niedrigabflussmenge Q_{347} KT, www. Geoportal.ch, aufgerufen im April 2021

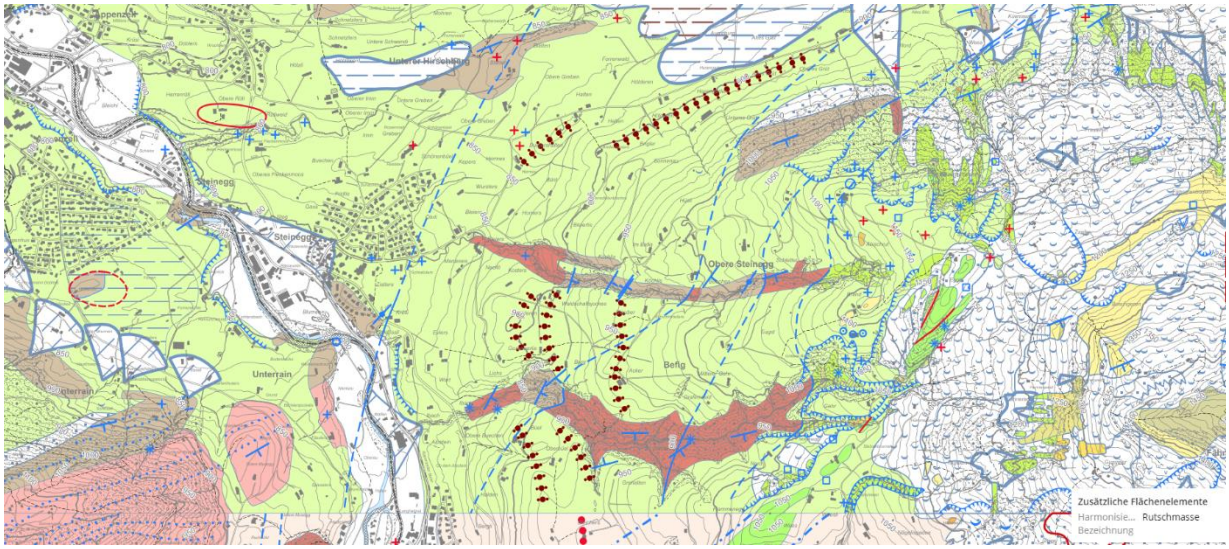

Abbildung 4: Harmonisierte geologische Karte. Grün = Moräne Würm. Braun = Molasse. Weiss: Rutschungen (Quartär). Grün: Seewer Kalk. Braune Punkte: Moränenwall. Blaue Kreuze:

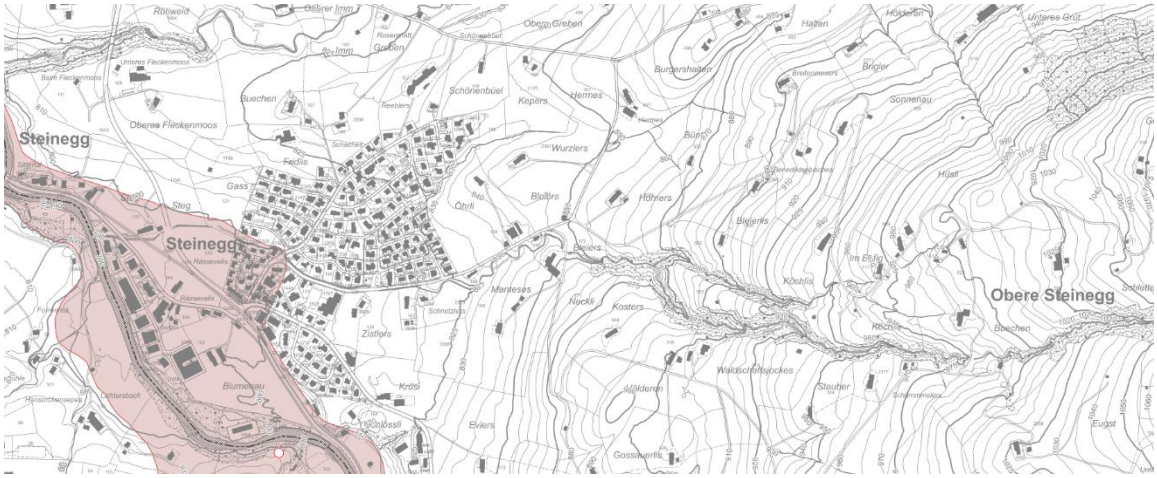

Abbildung 5: Im untersten Teil tangiert das Teilprojekt knapp den Gewässerschutzbereich Au

3.4 Hydrologie

3.4.1 Hochwasserabflusswerte

Die Bestimmung der Hochwasserabflussmenge HQ_{100} ist im Vorprojekt für den Pöppelbach an der Mündung mit dem Programmpaket «HAKESCH» vorgenommen worden[4]. Diese Abflussbestimmung wurden mit demselben Programm verifiziert und um die Bestimmung von HQ_{20} erweitert (siehe Anhang 1).
Ferner wurden die Abflussmengen HQ_{30}, HQ_{50}, HQ_{300} und HQ_{100} durch Inter- resp. Extrapolation (Wahrscheinlichkeitsverteilung nach Gumbel) bestimmt.

Diese so hergeleiteten Hochwasserabflusswerte beziehen sich auf die Situation an der Mündung in die Sitter.

[4] ribi AG, Anhang Nr.3 zum Technischen Bericht vom 10.7.2019

Die Umrechnung auf die massgebenden Hochwasserabflussmengen für die betroffenen Projektabschnitte erfolgte mit einer nichtlinearen flächenproportionalen Umrechnung[5]:

Aus dieser Umrechnung ergeben sich folgende charakteristische Hochwasserabflüsse:

	Pöppelbach km 0,38	Pöppelbach km 0,80	Pöppelbach km 1,27	Haltenbach km 0,00	Haltenbach km 0,45
HQ_{1000}	24.0 m3/s	24.0 m3/s	20.5 m3/s	16.5 m3/s	14.0 m3/s
HQ_{300}	19.4 m3/s	19.4 m3/s	16.6 m3/s	13.3 m3/s	11.3 m3/s
HQ_{100}	14.7 m3/s	14.7 m3/s	12.6 m3/s	10.1 m3/s	8.6 m3/s
HQ_{50}	12.3 m3/s	12.3 m3/s	10.5 m3/s	8.4 m3/s	7.2 m3/s
HQ_{30}	10.3 m3/s	10.3 m3/s	8.8 m3/s	7.1 m3/s	6.0 m3/s
HQ_{20}	8.6 m3/s	8.6 m3/s	7.3 m3/s	5.9 m3/s	5.0 m3/s

Tabelle 1: Charakteristische Hochwasserabflüsse

3.4.2 Mittelwasserabfluss (Qm)

Der Mittelwasserabfluss wird aus den spezifischen Werten der LHG-Station 2112 (Sitter Appenzell) hergeleitet. Für die Periode 1923 – 2018 erreicht er dort 46.91 l/s*km^2.
Daraus errechnen sich die Werte für den Pöppelbach und den Haltenbach beim Zusammenfluss zu:

Pöppelbach: $Q_m = 0.9 * 46.91 = 42.22$ l/s
Haltenbach: $Q_m = 0.51 * 46.91 = 23.92$ l/s

3.4.3 Niedrigwasserabfluss (Q347)

Der Niederwasserabfluss wird aus den spezifischen Werten der LHG-Station 2112 (Sitter Appenzell) hergeleitet. Für die Periode 1923 – 2018 erreicht er dort 7.39 l/s*km^2.
Daraus errechnen sich die Werte für den Pöppelbach und den Haltenbach beim Zusammenfluss zu:

Pöppelbach: $Q_{347} = 0.9 * 7.39 = 6.65$ l/s
Haltenbach: $Q_{347} = 0.51 * 7.39 = 3.77$ l/s

3.4.4 Oberflächenabfluss

Die Oberflächenabflusskarte zeigt keine auf der Projektstrecke wesentlichen Zuflüsse in die Bäche auf den Projektstrecken. Allerdings fliesst bei Starkregen auf fast allen Strassen Oberflächenwasser ab, dieses sammelt sich auf der Kreuzung Pöppelstrasse/Schönenbüel und kann dort eine Tiefe von über 25 cm erreichen.

[5] siehe Anhang 1, «Hydrologie, Schwemmholz, Geschiebe»

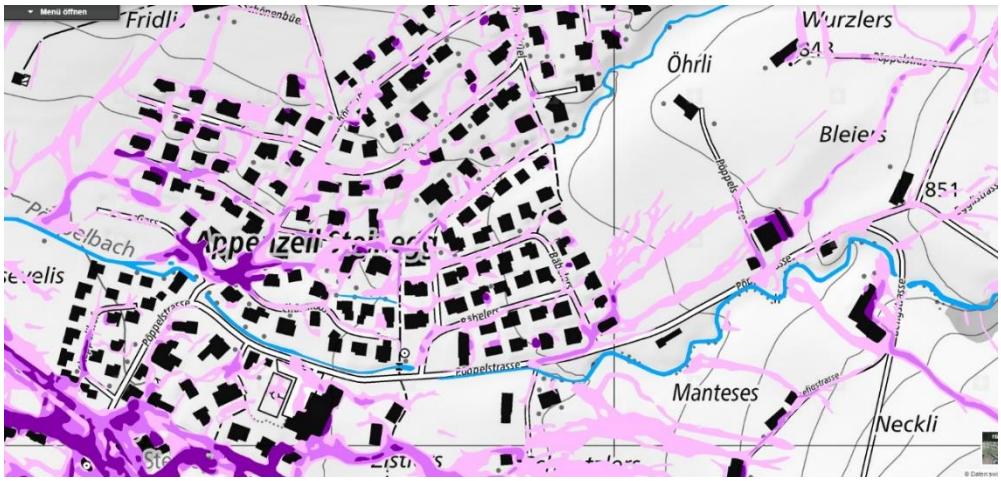

Abbildung 6: Auszug aus der Oberflächenabflusskarte im GIS-Browser (Stand: April 2021)

3.5 Schwemmholz

Holz in Gewässern und an deren Ufern trägt wesentlich zur ökologischen Vielfalt der gerinnenahen Lebensräume bei. Das Holz verändert die Strömungsverhältnisse im Gewässer. Dadurch werden für verschiedene Lebewesen wichtige Strukturen wie Kolke, Kiesbänke und Uferanbrüche geschaffen. Zudem dient das organische Material als Nahrungsangebot und Versteck, Ruheplatz oder Refugium während Hochwasser oder Zeiten der Austrocknung.
Schwemmholz gerät durch Prozesse wie Rutschungen und Ufererosion in das Gerinne. Schwemmholz, das bei Hochwasser mobilisiert wird, kann Verklausungen (Verstopfungen) bei Brücken, Durchlässen, Wehren führen und kann dadurch eine wesentliche Schadensursache werden. Es setzt sich zusammen aus Holz, welches beim Ereignis bereits im Abflussquerschnitt des Gewässers liegt und Holz, welches während des Ereignisses frisch eingetragen wird. Der Eintrag ist abhängig von der Art der Bestockung (Vorrat, Stabilität), der Topografie, der Hangstabilität und der Intensität des Ereignisses. Der Eintrag von Holz in das Gerinne und der Transport im Gerinne fallen zeitlich häufig nicht zusammen. Je länger der Abstand zwischen zwei Hochwasserereignissen, desto mehr Holz wird im Bachbett angesammelt.
Für den korrekten Umgang mit Schwemmholz sind Kenntnisse über die zu erwartende Menge sowie über die Längenverteilung im Ereignisfall erforderlich.
Mit den bisher vorliegenden Schätzmethoden lassen sich die Schwemmholzvolumen nur sehr grob abschätzen.
Es kann mit folgenden Schwemmholzmengen gerechnet werden[6]:

Pöppelbach: ca. 150 m^3
Haltenbach: kein Schwemmholz (Einzugsgebiet unbewaldet)

Längenverteilung: Der Pöppelbach ist sowohl im als auch unmittelbar oberhalb des Projektperimeters bestockt. Deshalb muss damit gerechnet werden, dass das während eines Hochwassers erodierte stehende Holz mindestens teilweise praktisch unzerkleinert antransportiert wird. Stücklängen > 10 Meter mit Stöcken sind zu erwarten. Diese sind im Hinblick auf Verklausungen als besonders gefährlich zu beurteilen.

[6] Details siehe Anhang 1: Hydrologie, Schwemmholz, Geschiebe»

3.6 Geschiebe

Allerdings ist Geschiebetransport, Erosionen und Auflandungen eine der bedrohlichsten Naturgefahrenprozesse.
Das Geschiebe ist jedoch auch ein sehr wichtiger Faktor für die biologische Qualität der Gewässer. Sediment, dass sich ablagert oder abtransportiert wird verändert den durchströmten Querschnitt und bildet eine für diverse Lebewesen wichtige, variable Gerinnestruktur. Die Kieslebensräume unter- und über Wasser sowie Uferanbrüche sind für verschiedene Lebewesen von besonderer Bedeutung. Deshalb ist im eidgenössischen Gewässerschutzgesetzt gefordert, dass die Geschiebedurchgängigkeit durch Anlagen nicht wesentlich beeinträchtigt wird[7].
Ein Geschiebedefizit kann zur Eintiefung der Gewässersohle führen und dadurch die Ufererosion und seitliche Hangrutschungen beschleunigen. Zudem können Grundwasserstände abgesenkt werden.
Ein Geschiebeüberschuss kann zu Sohlenanhebungen und Querschnittsverkleinerungen führen und so die Hochwassersicherheit verringert.

Es existieren verschiedene Methoden zur Abschätzung des Geschiebepotentials und der Geschiebefrachten. Besonders in kleineren Gewässern ist die Vorhersage von Geschiebefrachten mit zugehörigen Eintretenswahrscheinlichkeiten mit sehr grossen Unsicherheiten verbunden.
Für den Standort des vorgesehenen Schwemmholzrechens (Pöppelbach km 1.27) wird eine mögliche Fracht von 300 m^3 geschätzt[8].

3.7 Fliessgewässertyp

Beim Pöppelbach handelt es sich um «ein steiles, kleines Fliessgewässer» der montanen, karbonatischen Alpennordflanke, entsprechend dem Gewässertyp Nr. 24 gemäss Typisierung des Bundes.[9]

3.8 Belastete Standorte

Gemäss der Karte «belastete Standorte» sind keine Altablagerungen, Deponien, etc. im Projektperimeter vorhanden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass insbesondere bei Hinterfüllungen und Schüttungen entlang von Gewässer mit belastetem Material gerechnet werden muss.

3.9 Neophyten

Der Projektperimeter ist gemäss der Karte «Neophytenstandorte» nicht von invasiven Neophyten betroffen. Allfällige, während der Detailprojektierung oder während der Ausführung vorzufindende Neophyten ist gemäss den Vorgaben der kantonalen Fachstelle zu entsorgen oder entsprechend umzugehen.

3.10 Fruchtfolgeflächen

Es sind im Projektperimeter keine Fruchtfolgeflächen vorhanden. Direkt unterhalb des Siedlungsgebiets und ausserhalb des Projektperimeters sind FFF ausgewiesen.

[7] GschG Art. 43a
[8] siehe Anhang 1: Hydrologie, Schwemmholz, Geschiebe»
[9] S. Fliessgewässertypisierung der Schweiz – Anhang 5,

3.11 Ökologie und Ökomorphologie

Entsprechend der kantonalen ökomorphologischen Kartierung[10] liegt der ökomorphologische Zustand des Pöppel- und Haltenbachs innerhalb des Projektperimeters zwischen «naturfremd/künstlich» (schlechteste Kategorie) und «wenig beeinträchtigt» (zweitbeste Kategorie). Das Gewässer ist auf dem Abschnitt des Teilprojekts 5 (Haltenbach im Siedlungsgebiet) ist eingedolt. Ferner gibt es eine grosse Anzahl von Abstürzen. Es existieren diverse nicht fischdurchgängigen künstlichen Abstürze.
Der Pöppelbach wird in der Fischereikarte Kt AI als Fischgewässer ausgewiesen, bei der Begehung wurden Bachforellen gesichtet. Der Haltenbach ist kein Fischgewässer.
Die ökomorphologische Kategorisierung pro Abschnitt ist in der Abbildung 7 dargestellt

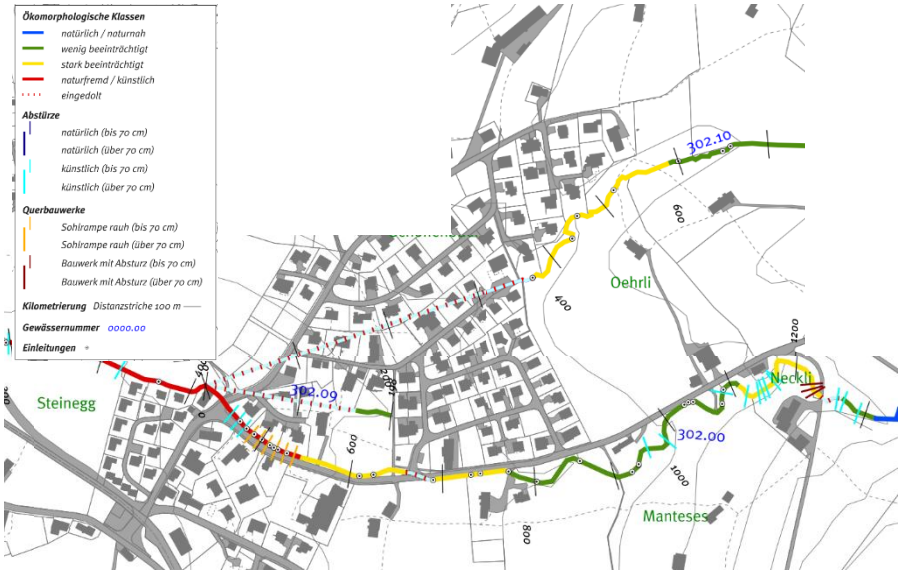

Abbildung 7: Ökomorphologische Gewässerkartierung

Im oberen Bereich des Einzugsgebietes wird bis an die Böschungsoberkante Landwirtschaft betrieben. Im Siedlungsgebiet ist der Haltenbach eingedolt und der Pöppelbach in ein meist betoniertes, naturfremdes Korsett gezwängt.

[10] Gemäss BAFU, Ökomorphologie der Fliessgewässer, Modul-Stufen—Konzept Stufe F

3.12 Kantonale Revitalisierungspriorisierung

3.12.1 Nutzen für Natur und Landschaft

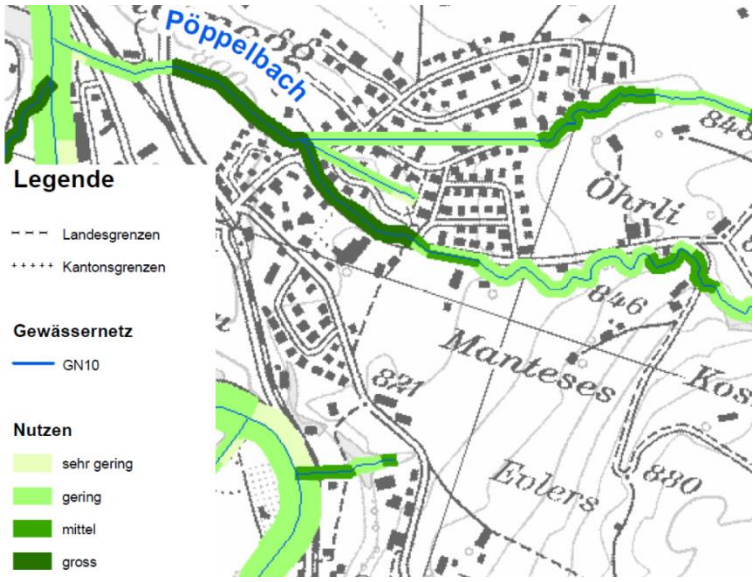

Abbildung 8: Karte aus der kantonalen Revitalisierungsplanung.

Die obenstehende Graphik stammt aus der kantonalen Revitalisierungsplanung. Demnach ist der Nutzen einer Revitalisierung vor allem auf dem Abschnitt TP3 gross.

3.12.2 Massnahmenplanung, priorisierte Abschnitte

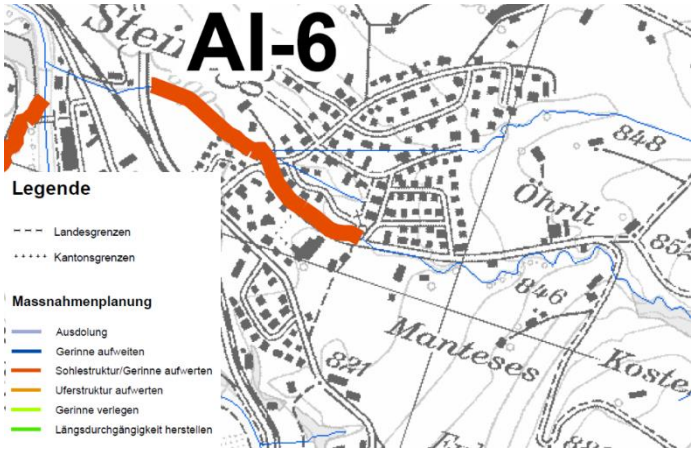

Abbildung 9: Karte aus der kantonalen Revitalisierungsplanung.

Der in Abbildung 9 gezeigte Gewässerabschnitt ist in der Kantonalen Revitalisierungspriorisierung zwischen 2019 und 2022 zur Aufwertung/Realisierung vorgesehen.

3.13 Bestehende/geplante Nutzung

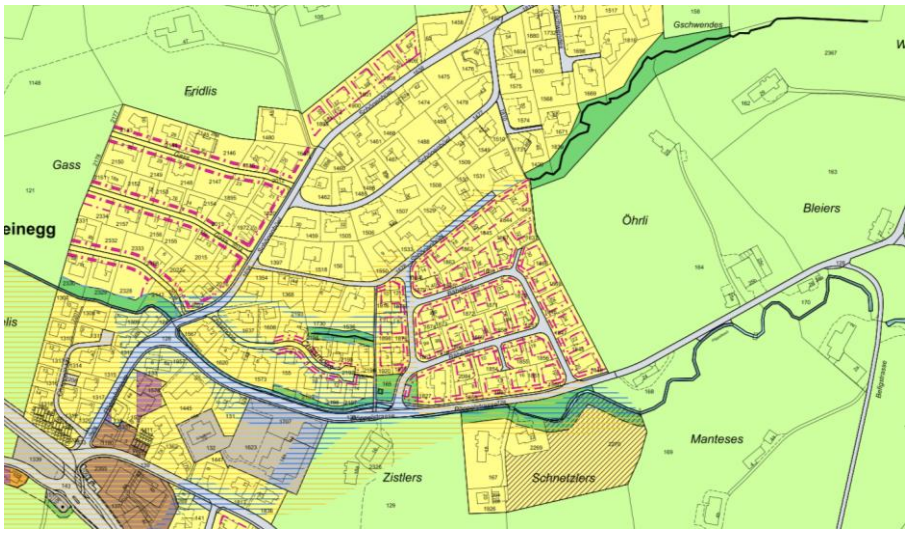

Abbildung 10: Nutzungsplan. Hellgrün: Landwirtschaftszone. Dunkelgrün: Freihaltezone. Gelb: Wohnzone W2. Grau: Zone für öffentliche Bauten und Anlagen. Braun: Zentrumszone. Schraffiert sind überlagerte Flächen aus der Naturgefahrenkarte: blau: mittlere Gefährdung, gelb: geringe Gefährdung. Rote Linien: Baulinien.

3.13.1 Quartierpläne

In den Reglementen der Quartierpläne sind in Bezug auf den Hochwasserschutz und Bachaufwertung verschiedene geplante Nutzungen vorhanden:

Im Reglement des Quartierplanes «Gass II» sind verschiedene Nutzungen in Nähe zum Pöppelbach (Teilprojekt 3) definiert[11]:

Freihaltebereich Bach:

- Der Freihaltebereich ist weitestgehend als Wiesland zu erhalten
- Innerhalb des Freihaltebereichs sind keine Bauten und Anlagen zulässig

Spiel- und Begegnungsfläche (zusammengefasst):

- Die im Plan bezeichnete Spielfläche ist als ebene Rasenfläche bis Ende 2023 umzusetzen
- Wird das für die Spielfläche vorgesehene Grundstück bebaut, muss diese in den Bereich der Begegnungsfläche verlagert werden.
- Wird die Begegnungsfläche als Spielfläche verwendet, ist diese unentgeltlich dem Bezirk zu übertragen.

[11] Quartierplan Gass II vom 25. Februar 2020, von der Standeskommission am 1.12.2020 genehmigt, Strittmatter Partner AG, St. Gallen

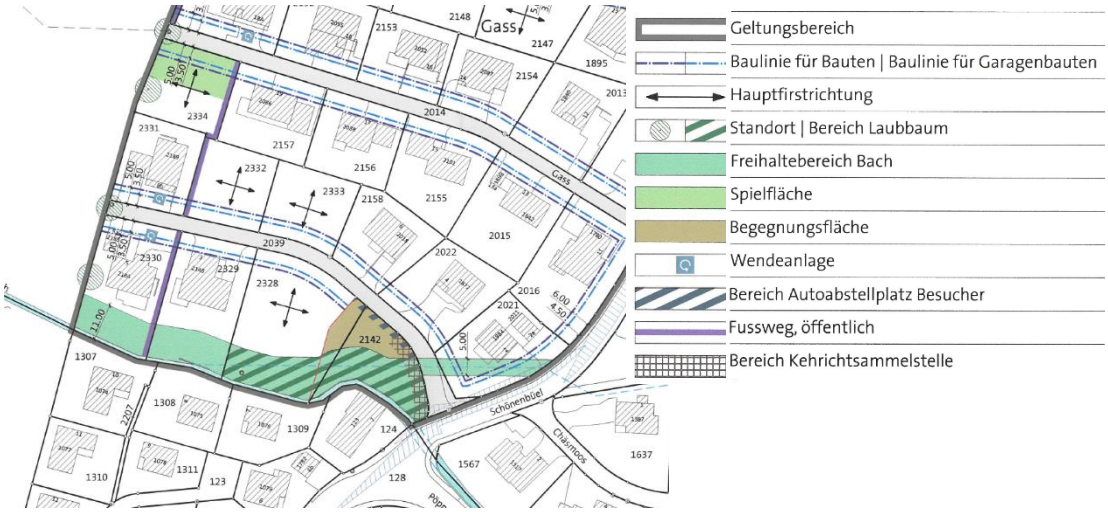

Abbildung 11: Karte aus dem Quartierplan Gass II inkl. Legende

Im Reglement des Quartierplanes «Schönenbüel II» ist ein oberirdischer «Bereich Hochwasserabfluss» definiert mit folgenden Einschränkungen für das Teilprojekt 5[12]:

- Der bezeichnete Bereich dient dem geordneten Abfluss im Falle eines Hochwassers.
- Zonenkonforme Bauten und Anlagen im bezeichneten Bereich sind zulässig, sofern die Gefahrensituation auf Nachbargrundstücken dadurch nicht verschärft wird.
- Das Terrain ist so zu gestalten, dass ein geordneter Abfluss möglich ist resp. bleibt.

Abbildung 12: Karte aus dem Quartierplan Schönenbüel II. Blau schraffiert sind Flächen «Bereich Hochwasserabfluss». Blau punktiert: Eingedolter Haltenbach.

Im Reglement des Quartierplanes «Chäsmoos» ist eine Bestimmung zum Hochwasserschutz vorhanden (Teilprojekt 3 und 5)[13]:

- Gemäss der Naturgefahrenkarte AI besteht im Quartierplangebiet eine geringfügig bis mittlere Hochwassergefährdung
- Erschliessungsstrasse und Fussweg sind höhenmässig so zu konzipieren und anzulegen, dass sie bei Hochwasser als Abflusskorridor dienen

[12] Quartierplan Schönenbüel II vom 27. April 2020, von der Standeskommission am 1.12.2020 genehmigt, Strittmatter Partner AG, St. Gallen

[13] Quartierplan Chäsmoos vom 17. Dezember 2007, von der Standeskommission am 22. Januar 2008 genehmigt, Hersche Ingenieure AG, Appenzell

- Beim offenen Graben entlang der Nordgrenze wird als Hochwasserschutz eine Aufschüttung realisiert (vgl. Schnitt A-A). Somit entsteht ein genügender Überflutungsbereich, ES gilt zudem eine Baulinie von 5 m (Freihaltezone)

Weiter wird ein Hochwasserschutzprojekt und Objektschutzmassnahmen erwähnt, welche gemäss Aussagen von Anwohnern bereits bei der Bebauung mitumgesetzt wurden.

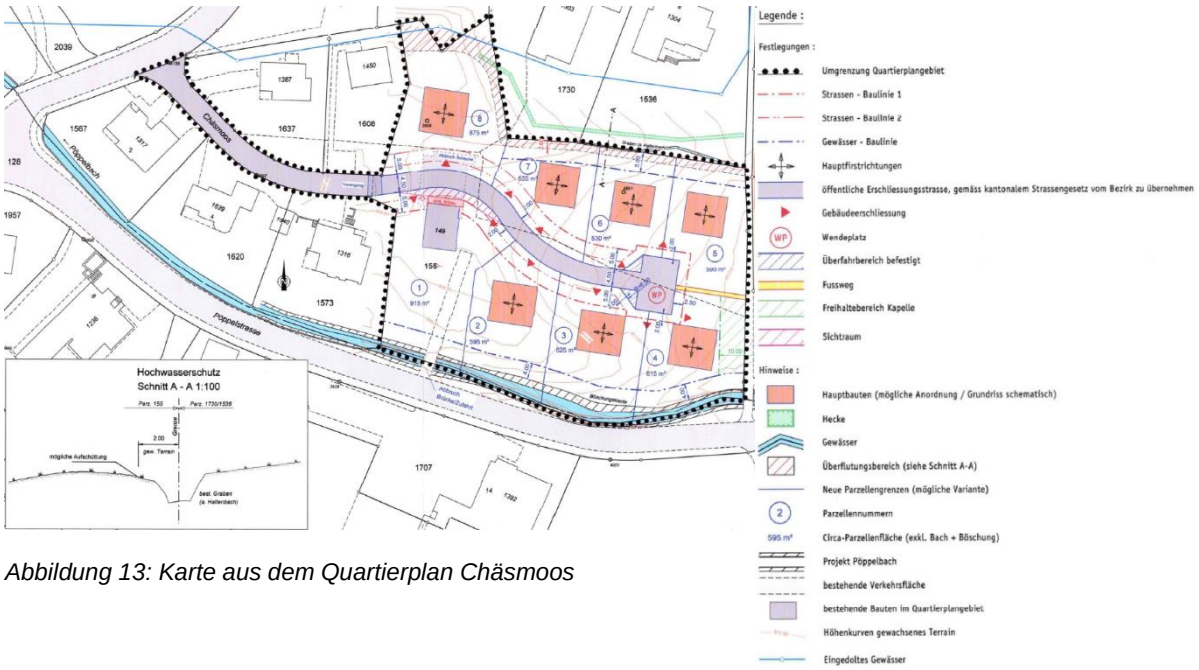

Abbildung 13: Karte aus dem Quartierplan Chäsmoos

3.14 Bestehende Schutzbauten

3.14.1 Heutiges Konzept

Die bestehenden Schutzbauten sind im wesentlichen Längsverbauungen und Schwellen. Das heutige Schutzkonzept ist wie folgt:

Abschnitt TP3:
Längsverbau: Der durchgehende Längsverbau (senkrechte Mauern) ermöglicht eine bessere Nutzung der angrenzenden Parzellen (Häuser und Strasse). Da der Bach weitgehend seinem ursprünglichen Weg (Talweg) folgt, wäre ohne diese Längsverbauung nur mit leichten Seitenerosionen zu rechnen; mäanderartige Laufverlegungen wären nicht zu erwarten.
Querwerke/Schwellen: Die eingebauten Schwellen resp. stellenweise Raubett/Sohlrampe verhindern eine Tiefenerosion.

Abbildung 14: Durchgehender beidseitiger Längsverbau auf der Strecke von TP3

Abbildung 15: Raubett unterhalb Strassendurchlass

Abschnitt TP4
Auf diesem Abschnitt sind ebenfalls (nicht durchgängig) Längsverbauungen und Schwellen eingebaut.
Er bildet deutliche Mäander, was auf älteren Karten wesentlich weniger sichtbar ist. Alte Luftbilder (z.B. swisstopo 1932) zeigen diese Mäander jedoch, eine morphologische Veränderung hat sich entgegen erster Annahme aufgrund der Querbauwerke kaum ergeben.
Auch hier fliesst der Pöppelbach im Talweg. Die Längswerke dienen zum Teil dazu, dass mehr Boden bewirtschaftet werden kann. Teilweise wurden sie auch eingebaut, um die Seiten- und Tiefenerosion (Mäanderbildung) zu stoppen.

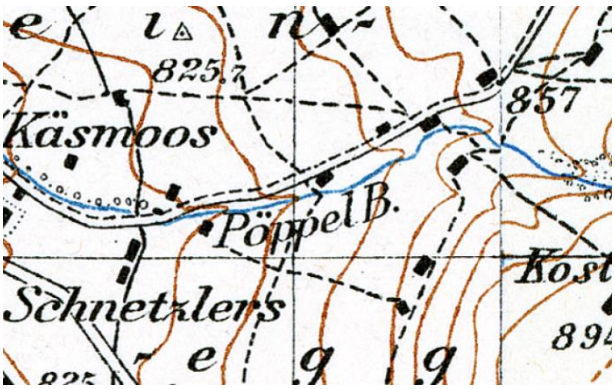

Abbildung 16: Landeskarte 1938. Die Mäander sind nicht eingezeichnet.

Abbildung 17: Landeskarte 2018. Die Mäander sind nicht neu. Sie wurden 1938 nicht richtig kartiert, was dem Luftbild (Abbildung 18) entnommen werden kann.

Abbildung 18: Pöppelbach 1932 (Luftbild swisstopo)

Abbildung 19: Quer- und Längsverbau im Abschnitt TP4 (Foto ribi SA)

Abbildung 20: Längsverbau im Abschnitt TP4. Zweck ist offensichtlich eine verbesserte Nutzbarkeit des Bodens (Foto ribi SA)

Abschnitt TP5
Auf diesem Abschnitt ist der Bach in Betonröhren mit unterschiedlichem Durchmesser eingedolt. Die Bemessung der Dole erfolgte wahrscheinlich nach Grundsätzen der Siedlungsentwässerung (Schluckvermögen ca. HQ_{10}). Der Steineggbach wurde ca. 1977 (oberer Teil bis ca. KS3.0207) resp. ca. 2013 (unterer Teil) eingedolt[14].
Die Dohle vermag unter Druck insgesamt 4,4 m^3/s Wasser abzuleiten (siehe Anhang 2, Hydraulik). Das HQ_{100} (Bemessungshochwasser) ist an dieser Stelle 8.6 m^3/s. Auch bei völlig freiem Zufluss (keine Teil- oder Vollverklausung des Einlaufbauwerkes) fliesst somit ein erheblicher Teil des Bemessungshochwassers oberflächlich durch die Siedlung ab.
Der bauliche Zustand der Dohle ist im Abschnitt 3.14.2 beschrieben.

[14] Abschätzung gemäss Änderungen der Landeskarte 1:25'000

Abschnitt TP6
Der Haltenbach ist auf diesem Abschnitt praktisch unverbaut und fliesst im Talweg ab. Nur im untersten Teil sind Längsverbauungen und Einrichtungen zum Rückhalt von Geschwemmsel angebracht.

Abbildung 21: Haltenbach oberhalb Einlauf, mit Geschwemmselrückhaltevorrichtungen (Foto ribi SA)

Abbildung 22: Haltenbach: Der Bach ist weitgehend natürlich und fliesst im Talweg.

3.14.2 Zustand/Sanierungsbedarf

a) Bestehende Durchflusskapazitäten

Teilprojekt 3:
Für das Teilprojekt 3 wurde eine 1-D Staukurvenberechnung durchgeführt. Rückstauungen an Brücken wurden nicht modelliert, da die Kapazitäten der einzelnen Abschnitten zu beurteilen waren.
Diese Berechnungen haben aufgezeigt, dass das bestehende Gerinne, sowie zwei Durchlässe, auf weiten Strecken zu klein sind, um ein Hochwasser schadlos abzuführen.

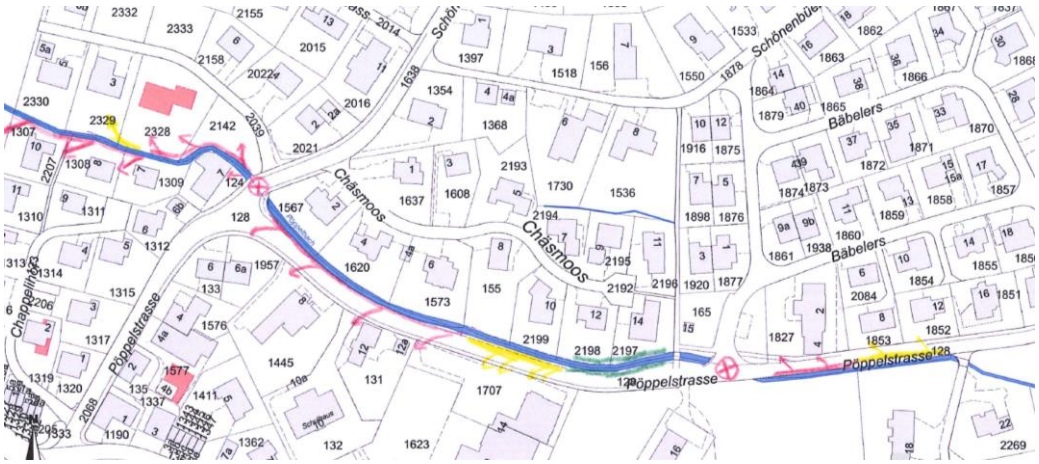

Abbildung 23: Gerinnekapazitäten: Abflussberechnungen für HQ_{100}.
Grün: auf dieser Strecke genügt der Durchflussquerschnitt.
Gelb: zu wenig Freibord vorhanden. Der Pfeil zeigt die Ausuferungsrichtung.
Rot: Das Querprofil genügt nicht. Der Pfeil zeigt die Ausuferungsrichtung.

Teilprojekt 4:
Im Teilprojekt 4 (km 0.800 bis 1.300) wurde die Durchflusskapazität an kritischen Querprofilen mit Normalabfluss nach Strickler berechnet. Der Bachquerschnitt genügt um ein HQ_{20} aufzunehmen. Teilweise überbordendes Wasser fliesst kurzfristig auf dem Vorland zurück in den Bach. Bei grösseren Abflüssen überbordet der Bach. Da der Pöppelbach im Talweg verläuft, fliesst ausuferndes Wasser überall ins Gerinne zurück. Aus Sicht Hochwasserschutz ist daher eine Vergrösserung des Gerinnequerschnitts nicht erforderlich.

Teilprojekt 5:
Ein besonderer Fall stellt die Eindolung des Haltenbachs im Siedlungsgebiet dar. Die Kapazitätsberechnung der bestehenden Eindolung, welche sich im unteren Teil noch verzweigt, wurde mit dem Programm «NEPLAN» (Berechnungsprogramm für Druckleitungen, welches für Wasserversorgungsnetze entwickelt wurde) berechnet. Diese Eindolung vermag auch unter Druck (Überstau beim Einlauf) maximal 4.4 m^3/s abzuleiten. Schon bei kleineren Hochwassern (weniger als HQ_{20}) fliesst ein Teil des Wassers oberirdisch durch das Siedlungsgebiet, bevor es ausgangs Dorf wieder ins Gerinne zurückfindet.
Für die beiden Fälle «nicht verklauster Einlauf» und «vollständig verklauster Einlauf» wurde für die charakteristischen Abflüsse HQ_{100} und HQ_{300} je eine 2-D Abflussberechnung durchgeführt. Die Berechnungen sind in Kapitel 3.16.3 sowie detailliert im Anhang 2 dokumentiert.

b) Baulicher Zustand

Für die Schutzbauten wurde eine detaillierte Zustandserhebung durchgeführt. Die detaillierten Resultate dieser Aufnahmen und Beurteilungen finden sich im Anhang 3.

Die Eindolung am Haltenbach wurde am 29.07.21, 30.07.21 und 06.08.21 mit einer Kamera befahren. Die Zusammenfassung ist in der folgenden Abbildung zu finden. Es ist ersichtlich, dass besonders im unteren Bereich grösserer Sanierungsbedarf besteht. Horizontale Risse sind auf grosse Auflasten (wahrscheinlich infolge Bauaktivitäten) zurückzuführen. Hervorstehende Einläufe, wie auch nicht fachmännische Schutzkonstruktionen des Scheitels bedingen eine Reduktion der Abflusskapazität.

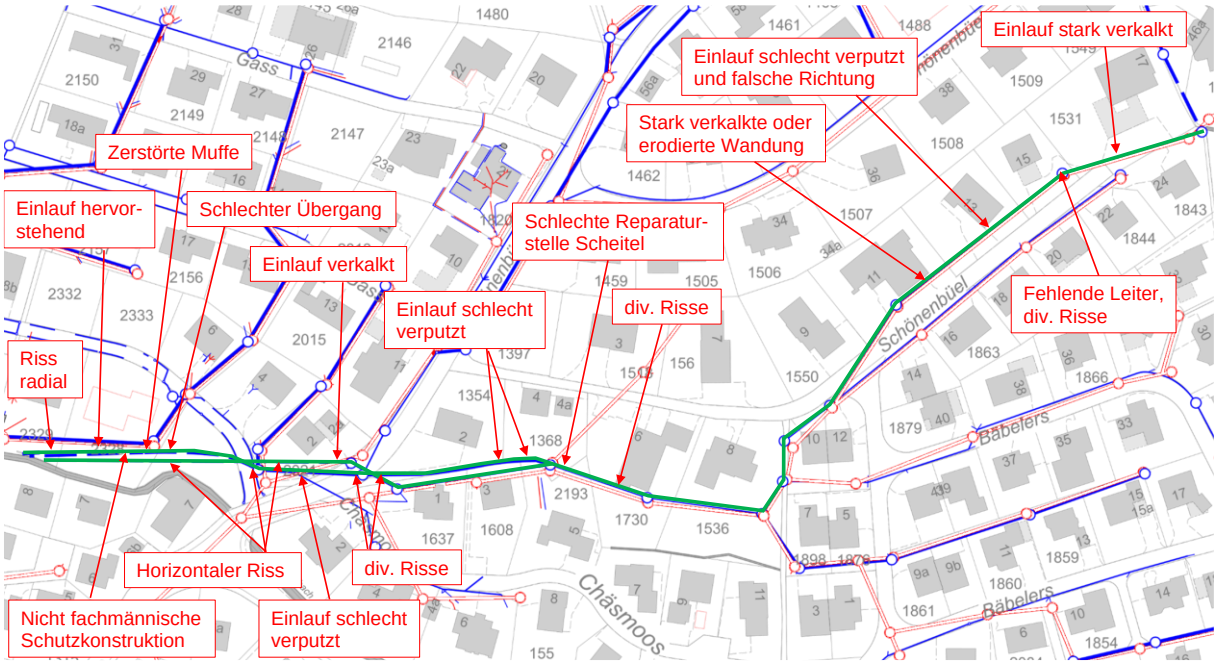

Abbildung 24: Zusammenfassung Zustandsaufnahme Eindolung. (grün: Eindolung, roter Text: Schäden)

Nachfolgend sind zwei Schadensbilder vorhanden:

Abbildung 25: verkalkter Einlauf

Abbildung 26: nicht fachmännische Stützkonstruktion.

3.15 Historische Ereignisse

Nach starken Unwettern kam es in Vergangenheit immer wieder zu Ausuferungen und lokalen Überflutungen von ufernahen Bereichen, da die Abflusskapazität des Gerinnes vielerorts zu gering ist. Im kantonalen Ereigniskataster[15] sind die folgenden drei Ereignisse erwähnt:

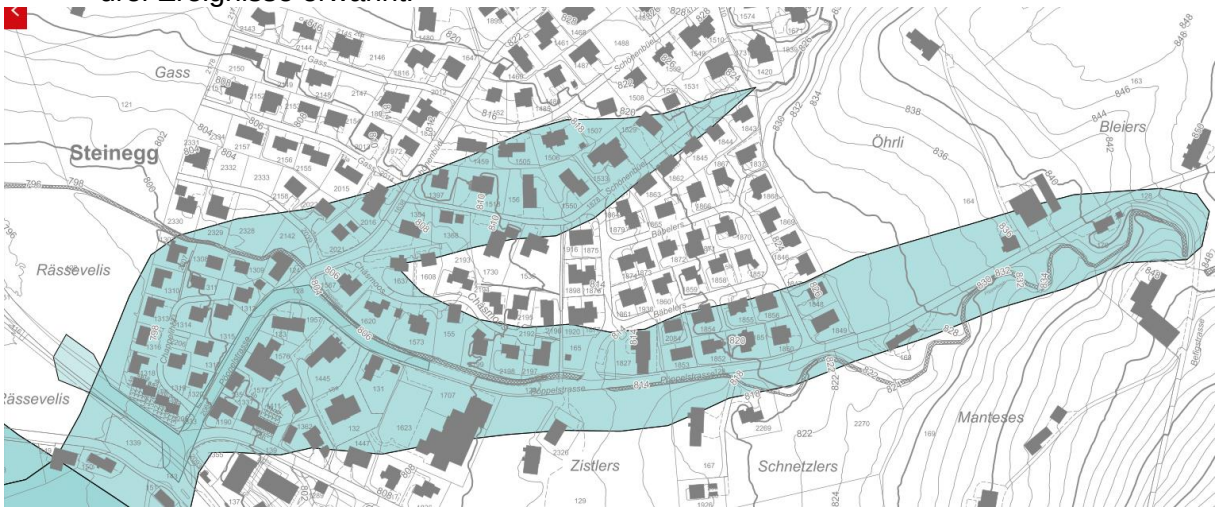

Abbildung 27: Ereigniskataster Kt. AI. Überflutungsflächen der drei verzeichneten Ereignisse (Geoportal, 19.4.2021). Diese Kartierung weist erhebliche Differenzen zur Abflussmodellierung auf und scheint nicht überall plausibel.

20.000	*23.5.1963*	*Starkes Gewitter. Verklausung von Brücken und Durchlässen hatte Ausuferungen zur Folge. Viel Seiten- und Tiefenerosion. In Steinegg 10 Wohnhäuser beschädigt, 50 m Strasse verschüttet (2 Tage gesperrt), 300 m Bahnlinie verschüttet (2 Tage gesperrt).*
32.010	*1.8.1992*	*Dauerregen, Starkregen hatte viele Rutschungen zur Folge. Abflussmengen im Pöppelbach ca. HQ_{10} – HQ_{20}. 1 km Strasse verschüttet (1 Woche gesperrt). Schutzmassnahmen wurden geplant und umgesetzt.*
72.000	*24.7.2004*	*Starkes Gewitter in der Nacht führte zu Ausuferungen. Insbesondere im Bereich der Turnhalle auf Grund der Verklausungen von Brücken und Durchlässen. Gemäss Überflutungskarte nur Pöppelstrasse betroffen.*

[15] Ereigniskataster, KT AI, www.geoportal.ch, aufgerufen im April 2021

3.16 Gefährdungssituation, Schwachstellen, Schadenpotenzial

3.16.1 Erkenntnisse aus der Gefahrenkartierung

Abbildung 28: Naturgefahrenkarte. Braun sind Gefahrenhinweiszonen mit möglichen Nutzungseinschränkungen. Gelb Kleine Hochwassergefährdung. Blau: Mittlere Hochwassergefährdung.

Der Ausschnitt aus der Naturgefahrenkarte (siehe
Abbildung 28) zeigt, dass im Landwirtschaftsgebiet keine Gefährdung durch Hochwasser besteht. Das Gerinne ist dort gross genug und verläuft im Talweg, sodass allenfalls ausuferndes Wasser wieder ins Gerinne zurückfliesst.
Die
Abbildung 27 (Ereigniskataster) zeigt allerdings, dass sich nach einer Verklausung beim Durchlass «Bleiers» auch oberhalb des Siedlungsgebietes Überflutungen ereignen können.
Der Abflussquerschnitt des Pöppelbaches in der Siedlung ist generell zu klein, weshalb mit Ausuferungen zu rechnen ist. Diese finden den Weg ins Gerinne nicht mehr selbständig zurück, sondern fliessen oberflächlich durch die Siedlung und über das Landwirtschaftsland Richtung Sitter.
Die Eindolung des Haltenbachs ist zu klein dimensioniert; bei Hochwasser fliesst ein Teil des Wassers oberflächlich durch die Siedlung.
Die Gefahrenkarte ist an gewissen Stellen aufgrund von Neubauten nicht mehr korrekt und muss im weiteren Projektverlauf überarbeitet werden.

3.16.2 Staukurvenberechnung 1-D Teilprojekt 3 Pöppelbach im Siedlungsgebiet

Für die Bachstrecke des Teilprojektes 3 (Pöppelbach km 0.339 – km 0.814) wurde für den heutigen Zustand eine 1-D Staukurvenberechnung durchgeführt. Die Berechnungsresultate sind im Anhang 2 (Hydraulik) dokumentiert.
Die Gewässerabschnitte sind bezüglich Durchflusskapazitäten in folgende Kategorien unterteilt:

Genügend:	Ein HQ_{100} kann unter Einhaltung des erforderlichen Freibordes abgeleitet werden.
Knapp:	Ein HQ_{100} kann rechnerisch innerhalb des Gewässerquerschnittes abgeleitet werden, das Freibord kann jedoch nicht eingehalten werden.
Ungenügend:	Bei einem HQ_{100} überbordet der Bach, resp. ist der Durchflussquerschnitt des Durchlasses zu klein, es kommt zu einem Rückstau.

Insbesondere gilt für die Brücken und Durchlässe:

- Der Durchlass unter der Schönenbüelstrasse weist eine zu kleine Kapazität auf und muss vergrössert werden.
- Der Durchlass unter der Pöppelstrasse weist eine zu kleine Kapazität auf und muss vergrössert werden.
- Die Brücke bei «Schnetzlers» muss ersetzt werden (Querschnittsvergrösserung erforderlich).

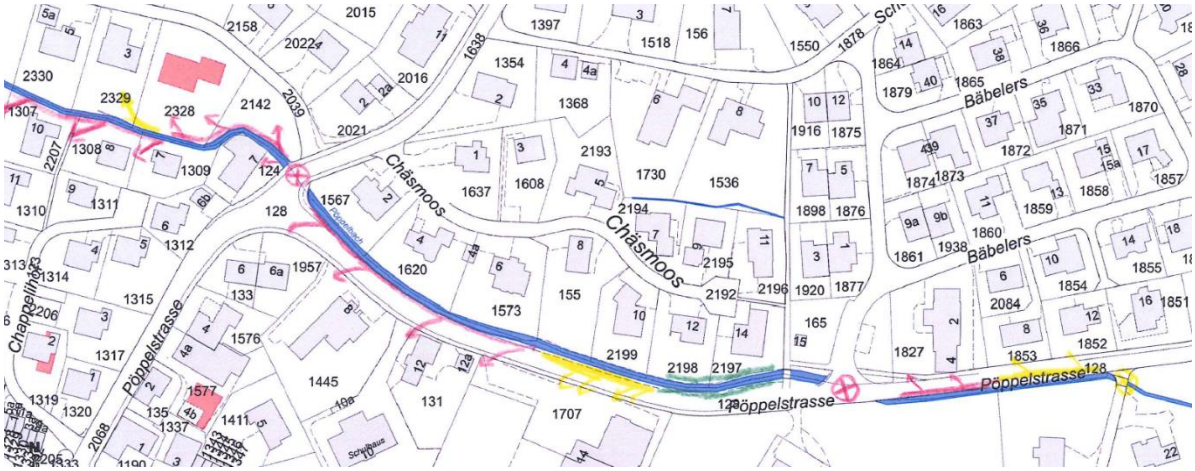

Abbildung 29: Durchflusskapazitäten im Abschnitt TP3. Grün: Genügend. Gelb: Knapp. rot: Ungenügend. Angezeigt ist auch die Entlastungsrichtung.

3.16.3 2-D Abflussmodellierung TP 5, Haltenbach im Siedlungsraum

Basierend auf swissSURFACE3D-Daten (Aufnahmen 2018, ausgedünnt auf Dreiecksmaschen mit 2 m^2 Fläche) und den vorliegend errechneten Hochwasserabflusswerten wurde eine 2-D Modellierung des Abflusses des Haltenbachs im Siedlungsgebiet durchgeführt. Das Ergebnis ist in den folgenden Abbildungen dargestellt:

Abbildung 30: 2-D Modellierung Haltenbach bei HQ_{100} unter der Annahme, dass die Eindolung 4,4 m^3/s Wasser ableitet (Einlauf nicht verklaust). Je dunkler die blaue Farbe, desto tiefer das Wasser. Die grösste Fliesstiefe liegt bei >0.6 Meter.

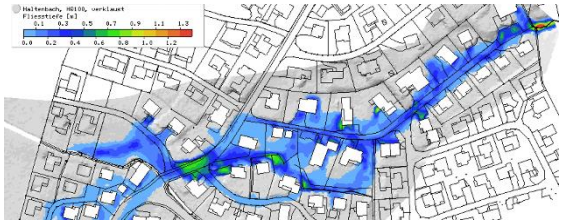

Abbildung 31: 2-D Modellierung Haltenbach bei HQ_{100} unter der Annahme, dass die Eindolung verklaust ist. Die grösste Fliesstiefe liegt bei >0.7 Meter.

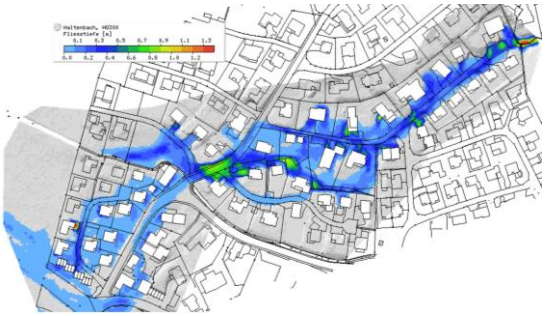

Abbildung 32: 2-D Modellierung Haltenbach bei HQ_{300}

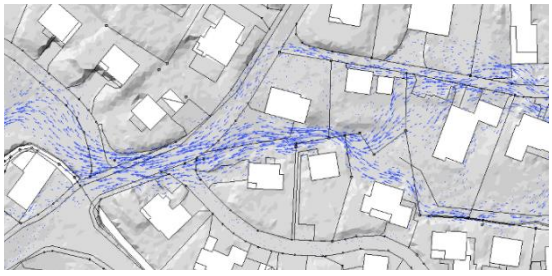

Abbildung 33: Fliessvektoren bei HQ_{300}

3.16.4 Kapazitätsberechnungen im Abschnitt TP4 (Pöppelbach oberhalb Siedlungsraum) und TP6 (Haltenbach oberhalb Siedlungsraum)

Teilprojekt 4:
Auf diesem Abschnitt fliesst der Pöppelbach im Talweg. Wenn er bei einem Hochwasser sein Bett verlässt, so findet das Wasser den Weg zurück ins Gerinne von selbst. Deshalb ist die Berechnung einer Staukurve für den Bestand von untergeordneter Bedeutung. Die Kapazität wurde an Schlüsselstellen mittels Normalabflussberechnungen nach Strickler überprüft. Bezüglich Brücken/Durchlässen zeigt sich:

- Die Brücke bei m 1083 muss ersetzt werden.
- Der Durchlass unter der Befigstrasse ist an sich gross genug. Jedoch ist oberhalb dieses Durchlasses ein Schwemmholzrechen anzuordnen, um eine Verklausung zu verhindern. (Eine Sanierung des Durchlasses ist aufgrund baulicher Mängel dennoch notwendig)

Teilprojekt 6:
Für diesen Abschnitt wurden keine Abflussberechnungen des Bestandes durchgeführt. Es ist offensichtlich, dass auch ein grosses Hochwasser schadlos abgeführt werden kann, auch wenn es das eigentliche Gerinne verlassen sollte.

Abbildung 34: Haltenbach oberhalb des Siedlungsgebietes: Der Bach verläuft im Talweg. Bei einem Extremhochwasser verlässt es vielleicht sein Bett, Es entstehen jedoch kaum Schäden, und er fliesst nicht in angrenzende Gebiete.

Auf dieser Strecke gibt es keine Brücken oder Durchlässe.

4 Projektannahmen

4.1 Hochwasserschutzziele, Dimensionierungsabfluss und Freibord

Hochwasserschutzziele: Die Schutzziele werden gemäss der Schutzzielmatrix des Bundes festgelegt. Für Gerinneabschnitte im Landwirtschaftsgebiet (Teilprojekt 4 und 6) gilt als Schutzziel HQ_{20} inkl. Freibord. Im Siedlungsgebiet (Teilprojekt 3 und 5) wird das Schutzziel HQ_{100} mit Freibord, berechnet nach KOHS[16], festgelegt. Die Dimensionierungsabflüsse für die verschiedenen Gewässerabschnitte sind in Kapitel 3.4.1 (Hochwasserabflüsse) zusammengestellt.

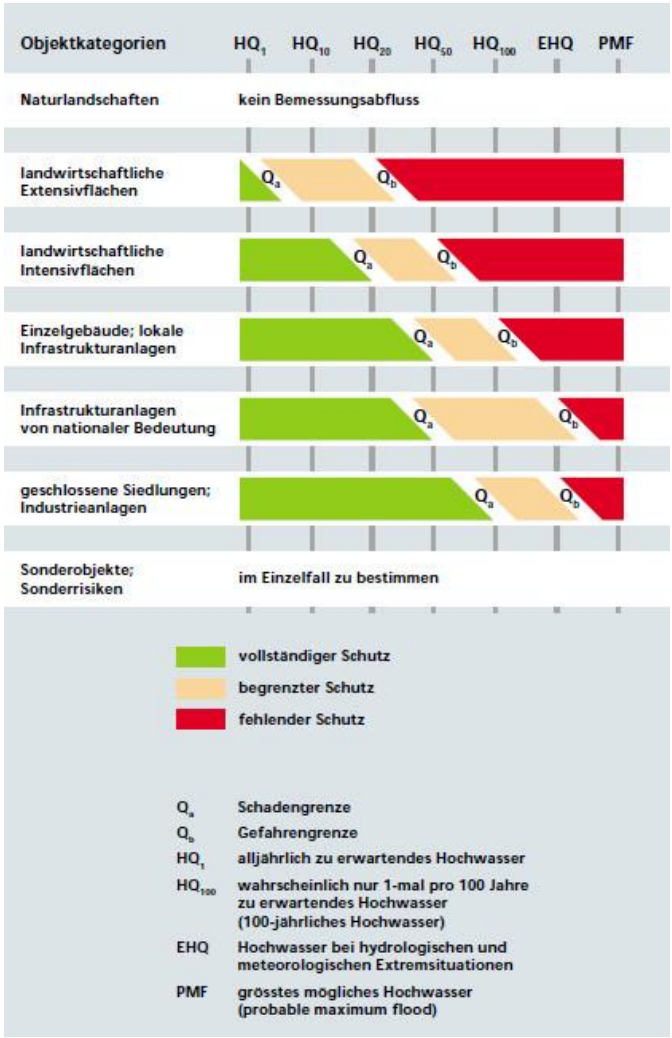

Abbildung 35: Schutzzielmatrix. Aus: Hochwasserschutz an Fliessgewässern – Wegleitungen des BWG, Bern 2001

[16] Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS), WEL 2013, Heft 1, Seiten 43 bis 53

4.2 Morphologie/Ökologie: Referenzzustand, Defizitanalyse

4.2.1 Referenzbach:

Referenzbach ist der Pöppelbach resp. der Haltenbach selbst, zu einem früheren Zeitpunkt.
Die Linienführung des Referenzbaches (Situation, Längenprofil) ist weitgehend gleich wie heute (mit Ausnahme der Eindolung TP5).
Die Sohlenbreite ist ebenfalls ungefähr dieselbe.
Der Referenzbach verfügt über keine Längs- und Querbefestigungen; seine Böschungen sind flacher, in Mäanderstrecken ergibt sich eine beschränkte Erosionstätigkeit mit Prall- und Gleithängen. Die Quervernetzung ist gut gewährleistet (keine Ufermauern etc.). Eine markante Tiefenerosion findet nicht statt.
Im Gegensatz zum untenstehenden Luftbild ist der Referenzbach bestockt, das Umland wird nicht bis zur Uferlinie landwirtschaftlich genutzt.

Abbildung 36: Als Referenzbach wird der Pöppelbach resp. Haltenbach in einem früheren Zustand gewählt, hier auf einem Luftbild 1932. Der Unterschied zum Naturzustand besteht hauptsächlich in der fehlenden Bestockung.

4.2.2 Morphologische Defizite:

Gegenüber dem Referenzbach weist der Pöppel- und der Haltenbach die folgenden Defizite aus:

TP3: Eine eigendynamische Entwicklung ist durch die vorhandenen Längs- und Querverbauungen vollständig unterbunden. Der Bach verfügt über keinen Uferbereich und über unnatürliche Ufer. Die Geschiebetransportkapazität und damit die Möglichkeit zur Tiefenerosion ist durch die vorhandenen Querwerke eingeschränkt. Allerdings hat auch der Referenzbach keine ausgeprägte Neigung zur Tiefenerosion.

TP4: Eine eigendynamische Entwicklung ist durch die vorhandenen Längs- und Querverbauungen stellenweise eingeschränkt. Die Sohlenbreite ist teils eingeengt, wodurch sich eine Neigung zur Tiefenerosion ergibt, welcher mit Querbauwerken begegnet wird.

Abbildung 37: Stellenweise eingeschränkte Eigendynamik infolge Längsverbau (TP4)

Abbildung 38: Andernorts ausgeprägt natürliches Gerinne (TP4)

TP5: Eindolung. Der Referenzzustand gemäss Luftbild 1932 ist ein ziemlich gestreckter, kaum eingetiefter Wiesenbach mit <1 Meter Sohlenbreite, wohl ohne viel Geschiebe.

TP6: Die morphologischen Defizite sind marginal. Der Bach präsentiert sich weitgehend im Referenzzustand.

4.2.3 Ökologische Defizite:

TP3: Es fehlen im Wesentlichen Übergangs- und Uferbereiche mit ihrer typischen faunistischen und floristischen Besiedlung. Das Gewässer ist im aquatischen Bereich strukturarm, die übrigen Bereiche fehlen vollständig.
TP4: Der Uferbereich wird weitgehend landwirtschaftlich genutzt. Eine typische bachbegleitende Lebensgemeinschaft fehlt weitgehend.
TP5: Eindolung. Es fehlen Längs- und Quervernetzung und Gewässerbereich.
TP6: Es gilt dasselbe wie bei TP4.

4.3 Morphologische und ökologische Entwicklungsziele (Sollzustand)

Für die Revitalisierung werden folgende Ziele gesetzt:

- Strukturvielfalt: In allen Gewässerabschnitten wird die Strukturvielfalt erhöht. Dies kann durch den Einbau von Strukturelementen aus Holz (Wurzelstöcke, Totholzfaschinen) oder mit Strukturs teinen etc. erfolgen.
- Natürlicher Uferbereich: Der aquatische, amphibische und terrestrische Uferbereich wird zur Verfügung gestellt resp. aufgewertet.
- Die eigendynamische Entwicklung wird weiterhin ermöglicht resp. wo möglich gefördert.
- Die Beschattung des Gewässers wird verbessert (Temperaturregelung, Lebensraumvielfalt). Angestrebt wird eine Bestockung auf der Südseite von ⅓ – ½ der Gewässerlänge.
- Beim Abschnitt TP5 ist der Bach falls möglich mindestens streckenweise auszudolen.

4.4 Massnahmenplanung

4.4.1 Bauliche Massnahmen; Teilprojekt 3

Im Anschluss an die bauliche und hydraulische Zustandserhebung werden die im Vorprojekt definierten Massnahmen gemäss untenstehender Skizze angepasst:

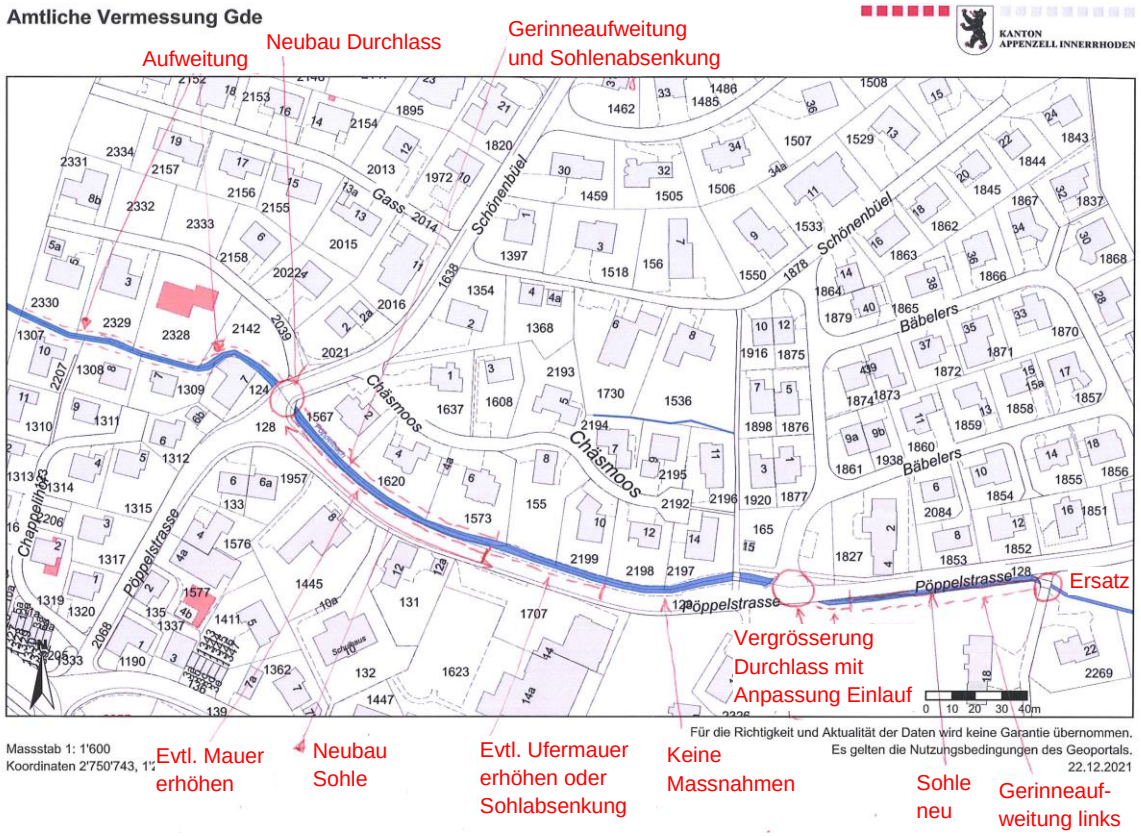

Abbildung 39: In Detaillierung des Vorprojektes ergeben sich aufgrund der baulichen und hydraulischen Zustandsbeurteilung die oben eingetragenen Massnahmen

Die Details können den beiliegenden Plänen (Situation, Längenprofil, Schnitte) entnommen werden.
Die gewählte Massnahme aus dem Teilprojekt 5, das Hochwasserrückhaltebecken (siehe Kap. 4.4.4) hat einen Einfluss auf die Abflussmengen. Die Massnahme wurde in den Berechnungen berücksichtigt.

- Wasserspiegel/Energielinie:

  HQ_{100}:
  Die berechnete Wasserspiegellage bei einem HQ_{100} lässt genügend Platz für ein Freibord von mindestens 60 cm zu. Die Kote der Energielinie liegt mehrheitlich unterhalb der Uferlinie. Zum Teil stellt sich gem. der Berechnung einen schiessenden Abfluss ein. Die Wassermenge kann jedoch auch bei gerade noch strömenden Verhältnissen mit einem Freibord abgeleitet werden.

  HQ_{300}:
  Die berechnete Wasserspiegellage liegt beim HQ_{300} auf der ganzen Strecke unterhalb der Böschungsoberkante. Die Kote der Energielinie liegt mehrheitlich

oberhalb der Uferlinie. Zum Teil stellt sich gem. der Berechnung schiessender Abfluss ein.

Freibord bei Hochwasserschutzprojekten:
Das notwendige Freibord berechnet nach KOHS[17] beträgt auf der freien Fliessstrecke 0.6 m, unter Brücken und Durchlässen 0.7 m. Im Bereich der Brücke sind teilweise Anpassungen in der Höhenlage der darüberliegenden Strasse notwendig.

Überlastfall: Im Überlastfall strömt derjenige Anteil des Wassers, welcher nicht im Gerinne abgeführt werden kann, im oberen Projektabschnitt auf die Pöppelstrasse. Im unteren Projektabschnitt fliesst das Wasser bachbegleitend talwärts. Schäden an Leib und Leben sind nicht zu befürchten.

Rauigkeiten:
Als Rauigkeit wurde für Betonoberflächen k_{Str} = 50 $m^{1/3}/s$ und bei Natursteinmauern 40 $m^{1/3}/s$ festgelegt. Bei bewachsenen Böschungen beträgt der entsprechende Wert k_{Str} = 25 $m^{1/3}/s$ und bei der Gewässersohle k_{Str} = 25 $m^{1/3}/s$.

- Sohlenstruktur: Der Pöppelbach weist im Naturzustand auf diesem Abschnitt keine Tiefenerosionstendenz auf. Diese entsteht durch die Einengung des Gerinnes. Um eine Eintiefung der Sohle auszuschliessen, sind deshalb weiterhin Sohlsicherungen notwendig. Diese werden in Form von Rampen/kleinen Schwellen/Sohlgurten eingebaut. Dazwischen bleibt die Sohle natürlich (keine Abpflästerungen o.ä.). An Abschnitten, wo die natürliche Sohle wiederhergestellt wird, ist typisches Flusskies (Wandkies) mit abgestuften Kornfraktionen zu verwenden.
- Sohlsicherung: Die vorgesehene Sohlrampe entlang der Pöppelstrasse hat ein Gefälle von 7.30%. Die vorgesehenen Schwellen werden in unregelmässigen Abständen als Sohlgurten eingebaut und so fundiert, dass sich daraus Schwellen mit Höhendifferenzen von 25 cm bilden können. Die Abstände zwischen den Schwellen ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie zum Beispiel schützenswerte Infrastruktur, relevante Position zur Höhenfixierung oder zur Sicherstellung des mittleren Gefälles. Die Anzahl und genaue Lage der Schwellen wird im Bauprojekt definiert.
- Niederwasserrinne: Es wird eine Niederwasserrinne ausgebildet. Die Anforderung an die stetige Wasserführung ist hoch, sodass keine Verschlammung stattfindet. Die Niederwasserrinne wird anhand des Abflusses Q_{347} dimensioniert.
- Böschungssicherung: Die Schleppspannungen am Böschungsfuss beim Bemessungsabfluss erfordern die Anordnung einer Böschungsfusssicherung. Die Bemessung erfolgt gemäss den Vorgaben des Kantons St. Gallen, AWE.
- Ufergestaltung: Die Böschungen werden, wo keine Ufermauern vorhanden sind, mit einer Neigung von maximal 2:3 ausgebildet. Sie werden nicht humusiert. Auf ca. ½ - $^1/_3$ der Strecke werden Sträucher/Bäume gepflanzt, um eine ausreichende Beschattung des Gerinnes sicherzustellen. Offene Stellen werden mit regionalem Schnittgut direktbegrünt. . An einigen Stellen Totholzhaufen angeordnet.

  Sind Ufermauern notwendig, werden diese anhand der statischen Anforderungen dimensioniert und als in Beton versetzte Blocksteine gestaltet.

[17] Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS), WEL 2013, Heft 1, Seiten 43 bis 53

- Brücken/Durchlässe:
  - Durchlass Schönenbüelstrasse: Dieser Durchlass verfügt über eine zu geringe Kapazität und muss ersetzt werden. Zusätzlich werden Bermen eingebaut, um die Längsvernetzung zu gewährleisten.
  - Durchlass Pöppelstrasse bei «Bäbelers» (m 690): Der Durchlass verfügt über eine zu geringe Kapazität und muss ersetzt werden. Zusätzlich werden Bermen eingebaut, um die Längsvernetzung zu gewährleisten.
  - Brücke bei «Schnetzlers» (m 785): Die Brücke wird im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts Schnetzlers ersetzt und vergrössert.
- Anpassung an bestehendes Gerinne: Der Freihaltebereich Bach im Quartierplan Gass II wird ausgenutzt. Das Ende des Projektperimeters wird durch das Siedlungsgebiet definiert, was zu einer Anpassung an die bestehenden Verhältnisse innerhalb der Siedlung führt. Ein hydraulischer Verschluss (Querschnittsverkleinerung) wird akzeptiert und mittels Dämmen berücksichtigt.
- Anpassung von Werkleitungen: Aufgrund der Gerinneaufweitung wird es zu Werkleitungsanpassungen kommen. Werkleitungen gelten als Anlagen und sind im Gewässerraum nicht zulässig. Die Linienführungen werden in der vertieften Projektierung mit den Werkeigentümer genauer betrachtet.
- Das Grundstück Nr. 2142 wird im Quartierplan 2142 als Begegnungsfläche ausgewiesen. Diese ist im Wasserbauprojekt zu berücksichtigen und in Absprache mit dem Bezirksrat aufzuwerten. Einen externen Auftrag an einen Landschaftsarchitekten für die Gestaltung der Begegnungsfläche wird empfohlen.

4.4.2 Bauliche Massnahmen; Teilprojekt 4

Im Abschnitt des Teilprojekts sind bauliche Massnahmen nur im Rahmen des ungenügenden Zustandes der Schutzbauten und zur Gewässeraufwertung vorgesehen. Daher wird gemäss folgendem Konzept die Massnahmen gewählt: «Bauen was nötig, belassen was sinnvoll, restliches entfernen»

Durch die Aufhebung vieler seitlicher Holzverbauungen soll die seitliche Erosion zugelassen werden. Bei Erstellung eines Unterhaltskonzepts bei vertiefter Projektierung wird empfohlen, Beobachtungs- und Interventionslinien für seitliche Erosionen zu definieren. Bei vorhandener, schützenswerter Infrastruktur sollen Krainerwände, Blocksätze, oder ergänzende Betonmauern eine Erosion unterbinden.
Die teilweise zerstörten Querriegel sollen durch Blocksteinschwellen ersetzt werden. Eine Blockrampe schützt zusätzlich die Sohle vor einer Unterspülung der Stützmauer zwischen den Profilen m 1045 – 1017. Diese wirkt zusätzlich als Sohlfixpunkt.

Der Durchlass Befigstrasse mit dem Einlauf- und Auslaufbauwerk ist einem sanierungsbedürftigen Zustand. Es ist vorgesehen, die Längsvernetzung für Fische (z.B. Stufenbeckensystem) und Kleintiere (Bankette) wieder herzustellen. Der Zustand ist aus statischer Sicht abzuklären und allenfalls sind zusätzliche Massnahmen notwendig.

Der Raum oberhalb des Durchlasses Befigstrasse bietet sich für einen Teilrückhalt (Retention) bei hohen Abflussspitzen an. Dafür muss das Einlaufbauwerk des Durchlasses so angepasst werden, dass der Durchfluss bei maximalem Einstau begrenzt wird. Der maximale Einstau liegt unterhalb der Befigstrasse, damit ein Überströmen verhindert wird. Die Abbildung 40 zeigt konzeptionell die Anordnung für einen kleinen Hochwasserrückhalt.

In Kombination mit dem Neubau des Einlaufbauwerks ist ein Schwemmholzrückhalt vorzusehen. Die Standortwahl und die Vordimensionierung des Rechens ist im Anhang 4 – Schwemmholzrechen vorzufinden. Die Verankerung der Stäbe ist im oberflächennahen Fels möglich. Der maximale Stababstand (lichte Breite) beträgt 0.8 m und ist abhängig von der Querschnittsgrösse des Durchlasses Befigstrasse. Der Umgang mit dem Schwemmholz muss im Rahmen des Unterhaltskonzepts bei der Erarbeitung des Bauprojekts definiert werden.
Eine Beeinflussung des Schwemmholzrechens durch den Rückhalt oberhalb der Befigstrasse ist zu vermeiden. Die Abbildung 40 zeigt, dass trotz des Einstaus bei 848.00 m ü. M. eine genügend grosse Rechenfläche zur Durchsickerung von Wasser vorhanden ist.

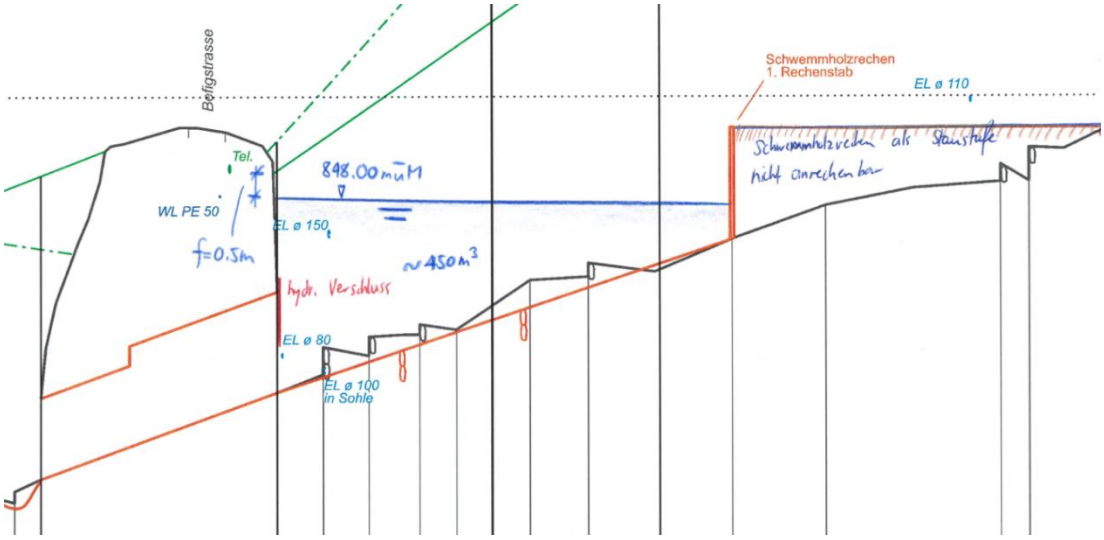

Abbildung 40: Längenprofil mit dem Durchlass Befigstrasse, dem Hochwasserrückhalt von 450 m³ und dem Schwemmholzrechen.

Die Details können den beiliegenden Projektplänen (Situation, Längenprofil, Schnitte) entnommen werden.

4.4.3 Bauliche Massnahmen aus dem Hochwasserschutzprojekt Überbauung Schnetzlers

Die Ausarbeitung des Hochwasserschutzprojekts Überbauung Schnetzlers wird parallel erarbeitet.
Eine wichtige Randbedingung ist die Projektierung eines Feinrechens, welcher das Holz zwischen dem Durchlass Schnetzlers und Durchlass Befigstrasse zurückhalten soll.
Der geplante Unterhaltsstreifen kann zusätzlich als Wegverbindung zwischen der Überbauung Schnetzlers und dem Schulhaus verwendet werden. Ein ergänzendes Trottoir entlang der Pöppelstrasse ist notwendig.

4.4.4 *Bauliche Massnahmen; Teilprojekt 5 (Eindolung Haltenbach)*

a) Variantenstudium und weitere Ausarbeitung der fav. Varianten Teilprojekt 5

Für die Festlegung der erforderlichen baulichen Massnahmen wurde ein Variantenstudium durchgeführt. Bei allen untersuchten Varianten wurde davon ausgegangen, dass vor dem Einlauf in die Dole ein funktionsfähiger Schwemmholzrückhalt erstellt wird (keine Verklausung des Doleneinlaufs).
Im Anhang 5 – Variantenstudium TP5 ist eine detaillierte Auflistung der Varianten beschrieben und bewertet. Folgende drei favorisierten Varianten wurden vertieft betrachtet[18]:

Favorisierte Variante A: Massnahmen durch das Siedlungsgebiet:

- Oberer Bereich: Dolenausbau auf HQ_{100} mit ergänzender Leitung im oberen Bereich
- Mittlerer Bereich Ausdolung und naturnahe Gestaltung des Gewässers
- Unterer Bereich: Oberflächlichen Abfluss über die Schönenbüelstrasse in Richtung Pöppelstrasse

Abbildung 41: Projektskizze favorisierte Variante A (rot: Projekt; grün: Projekt oberflächlicher Abfluss, blau: bestehend)

[18] Aktennotiz 2. Projektsitzung vom 6. September 2022 im Landesbauamt Kanton AI in Appenzell

Favorisierte Variante B: Neuer Entlastungsstollen oberhalb des Siedlungsgebiets in den Pöppelbach

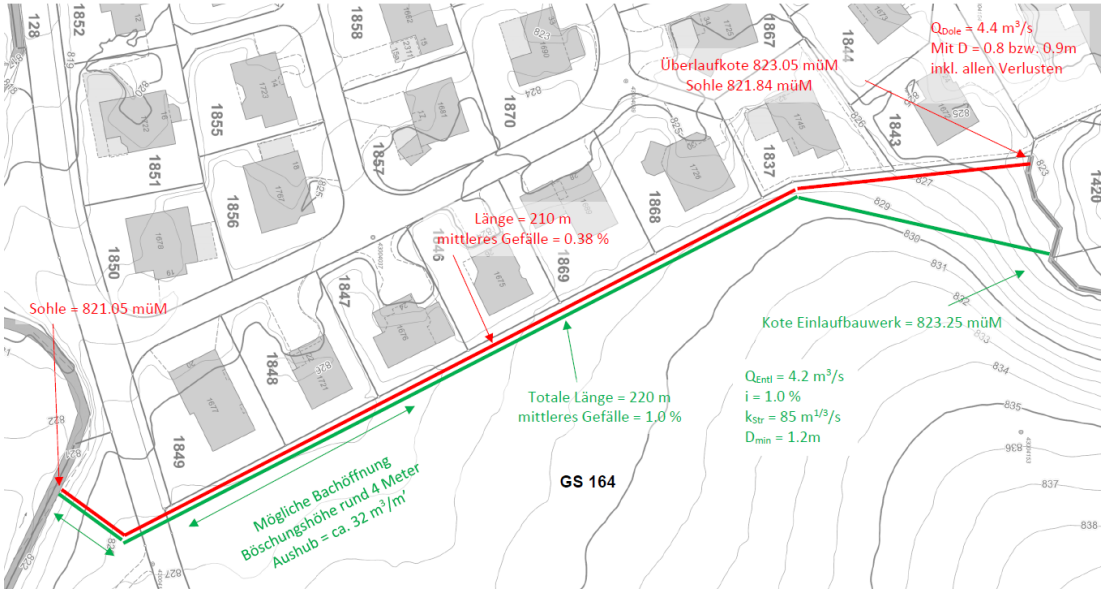

Abbildung 42: Linienführung in den Pöppelbach entlang des Siedlungsgebiets (rot: 0.38% Gefälle, grün: 1% Gefälle)

Favorisierte Variante C: Hochwasserrückhaltebecken (HWRB) Haltenbach beim Fliesskilometer 0.90

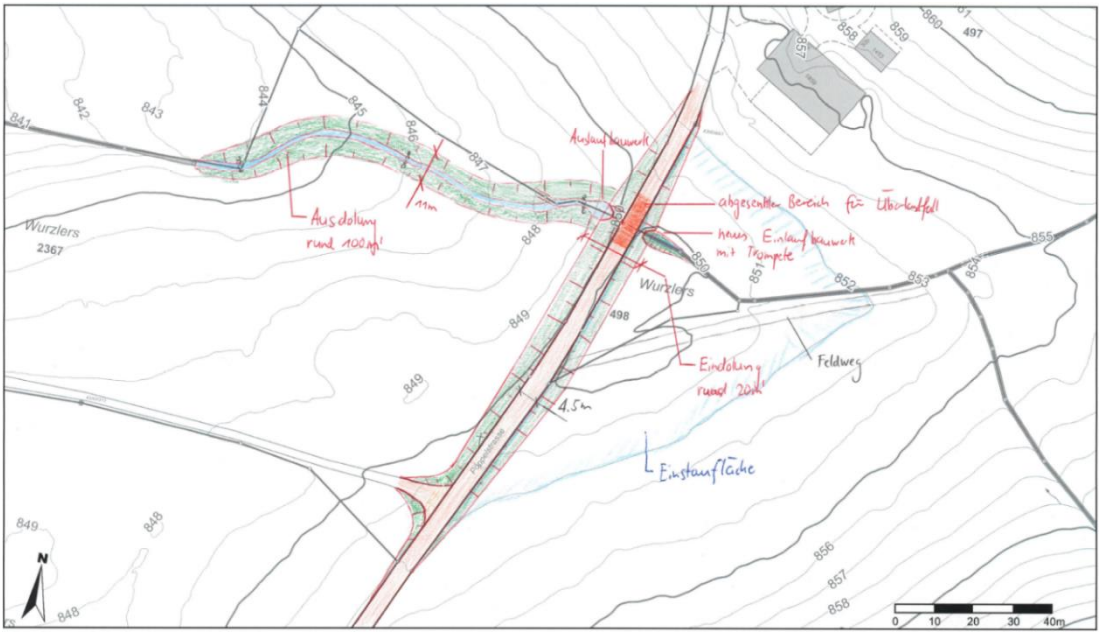

Abbildung 43: Erhöhung der Pöppelstrasse und Erstellung eines HWRB mit rund 100 Meter Ausdolung.

Im Anhang 6 werden die drei favorisierten Varianten hinsichtlich der Bewilligungsfähigkeit und dem Nutzen-Kosten-Verhältnis überprüft. Das NK-Verhältnis wurde mit dem BeNuKo-Tool erarbeitet, welches schnelle und zuverlässige Ergebnisse liefert.

Zusammenfassend kann ausgesagt werden, dass alle favorisierten Varianten bewilligungsfähig sind. Bei der favorisierten Variante B wurden Rammsondierungen erstellt, um die Tiefe des Felses zu bestimmen.[19] Die HWE müsste in den Fels gebaut werden, wodurch die Wirtschaftlichkeit nicht mehr gegeben wäre. Daher wird die Variante nicht weiterverfolgt.
Die Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse aus der Nutzen-Kosten-Analyse. Mit einem Faktor von 2.4 ist die favorisierte Variante C als weitere Projektierungsgrundlage zu bevorzugen.

Investitionskosten	**Fav. Variante A**	**Fav. Variante B**	**Fav. Variante C**
Risiko vor den Massnahmen [kFr./Jahr]	179	179	179
Risiko nach den Massnahmen [kFr./Jahr]	14	8	8
Risikoverminderung [kFr./Jahr]	165	171	171
Investitionskosten	CHF 3'200'000.-	CHF 3'400'000.- (ohne Fels)	CHF 2'400'000.-
Lebensdauer [Jahre]	50	75	75
Betriebs-, Unterhalts- und Reparaturkosten [kFr./Jahr]	12	14	15
Nutzen-Kosten-Faktor	**1.5**	**1.8**	**2.4**

Tabelle 2: Grundlagen und Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analyse.

Am 06. April 2023 fand mit dem Bauherr (Ruedi Ulmann), Leiter Landesbauamt (Ralf Bürki), Matthias Stucki und Severin Lees (beide Bänziger Kocher Ingenieure) eine Sitzung bezüglich des Variantenstudiums statt. Es wurde entschieden, dass die favorisierte Variante C (Hochwasserrückhaltebecken Hermes) weiterverfolgt werden soll.[20]
Folgende Argumente sprechen für diese Entscheidung:

- Kosten-Nutzen Verhältnis ist klar am besten (hinsichtlich Baukosten)
- Die Kostenbeteiligung durch den Bund und Kanton ist voraussichtlich am höchsten. Die Ausdolung unterhalb des Beckens ist beitragsfördernd
- Aus Gründen der Sicherheit – Im Ereignisfall wäre bei der favorisierenden Variante A die Kreuzung Schönenbüel – Gass unter Wasser
- Aus Ausführungstechnischer Sicht ist mit wenig Einschränkungen zu rechnen, da sich kaum Vorplätze, Werkleitungen, etc. im Gebiet befinden
- Die Einschränkung der Anwohnenden kann minimal gehalten werden.
- Der heutige Zustand im Gebiet des Beckens kann verbessert werden. Die heute steilen, kurzen Böschungen sind schwer zu bewirtschaften.

[19] Geotechnischer Bericht Baugrunduntersuchung mit Rammsondierung, FS Geotechnik, 17. November 2022, St. Gallen

[20] Protokoll Projektsitzung Hochwasserschutz und Revitalisierung Pöppel- und Haltenbach sowie Defizitanalyse und Zustandsbeurteilung Immbach, 06.04.2023, Landesbauamt Kanton AI

b) Detaillierte Ausarbeitung der Bestvariante
Eine detaillierte Ausarbeitung der Bestvariante findet in den weiteren Projektstufen statt. In die Projektierung miteinzubeziehen ist die Abklärung, ob das Hochwasserrückhaltbecken der Stauanlagenverordnung unterliegt. Dies ist mittels Dammbruchanalyse zu prüfen.

c) Sanierung Eindolung
Im Abschnitt 3.14.2, Absatz b) ist der Zustand der Haltenbachdole zusammengefasst. Eine Sanierung im unteren Abschnitt (zwei parallel verlaufende Röhren) ist notwendig. In einem ersten Schritt sollen die Kalkablagerungen mittels Roboter-Technik entfernt und die Einläufe entsprechend saniert werden. Mittels Inliner (ab dem KS 3.0251 bis zum Auslauf) werden die restlichen Schäden saniert. Die minimale Einengung des Querschnitts hat einen Einfluss auf die hydr. Kapazität. Die glatteren Eigenschaften der neuen Oberfläche gegenüber Beton erhöht wiederum die hydr. Kapazität.
Es kann eine Lebensdauerverlängerung von 50 Jahren angenommen werden.

4.4.5 Bauliche Massnahmen; Teilprojekt 6

Es sind keine baulichen Massnahmen geplant.

4.5 Verbleibende Risiken, Überlastfall, Notfallkonzept

Im Falle eines Überlastfalles ist mit beschränkten Schäden an Liegenschaften zu rechnen, zudem kommt es zur Überflutung von Landwirtschaftsland.

Abschnitt	**Schutzziel**	**Beschreibung Überlastfall**
TP 3	HQ_{100} = 14.7 m^3/s Inkl. 0.6 m (0.7 m bei Brücken und Durchlässen)	Der Überlastfall kann schadlos im Gerinne abgeführt werden. Infolge von Wellenbildungen ist mit leichtem Überschwappen von Wasser zu rechnen. Am Ende des Projektperimeters, beim Übergang zum Landwirtschaftsgebiet (Profil m 338.90) wirkt ein hydraulischer Verschluss, welcher zu einem Aufstau des Wassers führt. Die Schutzdämme werden beidseitig überströmt. Ausuferndes Wasser fliesst in der Falllinie ab. ⇨ Im Überlastfall ist mit begrenzten Schäden an den Liegenschaften im Chappelihof und Gass zu rechnen
TP 4	HQ_{20} = 8.6 m^3/s	Landwirtschaftlich genutzte Fläche wird beim HQ_{20} und im Überlastfall teilweise überströmt. Das ausufernde Wasser strömt innerhalb des Einschnitts wieder zurück in den Bach. Brücken und Durchlässe werden im Bauprojekt auf das Dimensionierungshochwasser projektiert ⇨ Es ist mit begrenzten Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen zu rechnen.
TP 4 – Schwemm-holzrechen	HQ_{100} = 12.6 m^3/s	Die seitlichen Stäbe des Rechens werden auf das HQ_{300} dimensioniert, sodass ein Abschwemmen des Treibguts reduziert wird. Kommt es trotzdem zu einem

		Abschwemmen des Treibguts, führt dieses mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Verklausung des Durchlasses Befigstrasse. Es kommt zu einem überströmen der Befigstrasse. Dieses Wasser fliesst in der Falllinie zurück in den Pöppelbach. ⇨ Schäden am Einlaufbauwerk des Durchlasses Befigstrasse sind im Überlastfall nicht auszuschliessen (infolge Holzverklausung) ⇨ Bei einer Überströmung der Befigstrasse geschieht dies auf einer Breite von mind. 10 Metern. Damit ist eine Belastung auf den Oberboden auf der Unterwasserseite der Befigstrasse vorhanden. Einzelne Erosionsstellen sind möglich. Ein Erosionsschutz wird im Bauprojekt genauer geklärt.
TP 5 - HWRB	HQ_{100} = 2.9 m^3/s	Der Überlastfall HQ_{300} wird über die Hochwasserentlastung Pöppelstrasse geführt. Der überströmbare Bereich wird entsprechend geschützt. Höhere Wiederkehrperioden werden via Hochwasserentlastung und den gesamten Damm in das Unterwasser geleitet. Zusätzlich erhöht sich auch das Stauvolumen, was ein gutmütiges Verhalten ist. ⇨ Bei einer Überströmung der Pöppelstrasse auf einer Breite von mind. 9 m ist die Belastung auf den Oberboden auf der Unterwasserseite vorhanden. Einzelne Erosionsstellen sind möglich. Ein Erosionsschutz, in Kombination mit der landwirtschaftlichen Zufahrt wird im Bauprojekt genauer geklärt.
TP 5 – Dole	HQ_{100} = 5.9 m^3/s	Im Überlastfall wird die Schönenbüelstrasse mit den beidseitigen Liegenschaften gemäss Kap. 3.16.3 - Abbildung 32 überströmt. Durch das gutmütige Verhalten des HWRB verzögert sich das Anspringen des oberflächlichen Abflusses. ⇨ Es ist mit begrenzten Schäden an den Liegenschaften zu rechnen. Bei ungeschicktem Verhalten können Personenunfälle eintreten.
TP 6	$HQ_{20} \approx$ 3.0 m^3/s	Landwirtschaftlich genutzte Fläche wird beim HQ_{20} und im Überlastfall teilweise überströmt. Das ausufernde Wasser strömt innerhalb des Einschnitts wieder zurück in den Bach ⇨ Es ist mit begrenzten Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen zu rechnen.

Gerinneerosionen vergrössern den Abflussquerschnitt, können aber Schäden an Stützmauern, Werkleitungen, usw. herbeiführen. Dies wird im Bauprojekt berücksichtigt durch genügend tiefe Fundation, Vorgaben des Landesbauamts, usw. berücksichtigt.
Geringe Gerinneauflandungen sind bereits in der Freibordberechnung mitberücksichtigt. Deren Umgang wird im Unterhaltskonzept in einer weiteren Projektstufe geregelt.

4.6 Gewässerparzelle / Landerwerb

Voraussichtlich wird keine Gewässerparzellierung vorgenommen. Im Falle von Gewässerachsverlegungen sind Landabtretungen zu prüfen.

4.7 Unterhalt und Pflege

Zuständigkeit
Gemäss dem kantonalen Wasserbaugesetz (WBauG) Art. 12 Absatz 1 vom 29.04.2001 (Stand 01.05.2018) obliegt der Unterhalt den Anstössern. Massnahmen des Gewässerunterhalts werden durch den Kanton mit bis zu 50% unterstützt. (Art. 19, Absatz 1)

Zielsetzung
Die generellen Ziele für die Unterhaltsarbeiten sind:

- Der Hochwasserschutz ist zu erhalten und wo möglich zu verbessern (notwendigen Abflussquerschnitt erhalten, Schäden durch Erosion vorbeugen, Kontrolle und Unterhalt der relevanten Schutzbauwerke).
- Gewässer und Ufer als ökologisch wertvollen Lebensraum für eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt zu fördern und zu erhalten (standortgerechte Vegetation, Förderung seltener Arten, Bekämpfung von Neophyten).
- Gewässer sind als Erholungsraum für die Bevölkerung zu erhalten (Uferwege freihalten, Landschaftsbild erhalten, Zugang und Erleben der Gewässer ermöglichen).

Regionale und überregionale Anliegen des Natur- und Landschaftsschutzes, des Gewässerschutzes, der Fischerei und des Waldes sind bei Unterhaltsarbeiten zu berücksichtigen.

Nicht zum Gewässerunterhalt gehören bauliche Veränderungen wie der Ausbau oder die Instandsetzung von Schutzbauten. Diese bedürfen eines Projektes und sind von den zuständigen Behörden zu bewilligen. Die Erfahrungen aus dem Unterhalt können jedoch Defizite aufzeigen und allenfalls bauliche Massnahmen auslösen.

Schwemmholz und Geschiebe
Der Schwemmholzrechen und alle Durchlässe müssen nach Hochwasserereignissen von Schwemmholz befreit werden. Die Zugänglichkeit ist gewährleistet. Die Weiterverwendung des Schwemmholzes ist in Absprache mit dem Forstwart zu definieren. Allenfalls rückgestautes Geschiebe soll, nur im Falle von negativen Auswirkungen auf die Hochwassersicherheit (Abflusskapazität), entfernt werden.

4.8 Gewässerraum

4.8.1 Bestimmung

Für den Pöppel- und Haltenbach, wie für die restlichen öffentlichen Gewässer, muss im Rahmen von Gewässerausbauprojekten der Gewässerraum ausgeschieden werden. Der Gewässerraum wird festgelegt, um die natürlichen Funktionen des Gewässers, der Schutz vor Hochwasser und die Gewässernutzung zu gewährleisten.

Dies erfolgt mit dem Bewilligungsverfahren für den Gewässerausbau. Es ist ein separates Dossier mit Kurzbericht und Plan mit dem Bauprojekt zu erstellen.

Solange der Gewässerraum noch nicht rechtskräftig ist, gilt:

- Uferstreifen: beidseitig Gerinnesohlenbreite + 8 m beidseitig (gemäss Übergangsbestimmungen der GSchV)

4.8.2 Einschränkungen

Nutzungseinschränkungen entlang der Gewässer haben schon vor der Einführung des Gewässerraums bestanden:
Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Dünger ist gemäss der Chemikalien-Risikoreduktionsverordnung des Bundes in einem Streifen von 3 m entlang der Ufer verboten (Anh. 2.6 Ziff. 3.3.1 Abs. 1 Bst. d ChemRRV resp. Art. 41c Abs. 3 GSchV). Wollen die Landwirte von Direktzahlungen profitieren so haben sie zudem ein PSM-Verbot auf einem Streifen von je 6 Meter entlang der Ufer einzuhalten (DZV, Art. 21).
Neubauten und Anlagen sind im Gewässerraum, ausser diese stehen im öffentlichen Interesse und sind Standortgebunden, verboten. Bestehende und rechtmässige Bauten haben im Gewässerraum weiterhin Bestandesgarantie.

4.9 Wirkungs- und Erfolgskontrolle

Eine Wirkungs- und Erfolgskontrolle ist bei Revitalisierungen durchzuführen, dabei ist der Zustand der Lebensräume und der Vegetation vor Baubeginn und ca. 2 Jahre nach erfolgter Realisierung zu vergleichen. Die Erfolgskontrolle besteht aus Felderhebungen und Bewertungen anhand eines ausgewählten Indikatoren-Sets. Die Erfolgskontrolle ist auch staats- und bundesbeitragsberechtigt. Sie wird vom Kanton in Auftrag gegeben und von Kanton und Bund finanziert.

5 Kosten, Wirtschaftlichkeit, Finanzierung

5.1 Kosten

Die verwendeten Preise sind als Richtpreise zu werten und liegen in der Genauigkeit von +/- 20%. Mit der vertieften Projektierung wird auch die Genauigkeit der Kosten grösser.
Die Gesamtkosten liegen bei rund **CHF 4'100'000.**

Teilprojekt 3								
Pöppelbach / Siedlungsgebiet Steinegg (GN10 km 0.34 - km 0.79)								
	Baukosten (B) Revitalisierung und Gerinneaufweitung im Siedlungsgebiet	315	m'	3'500	CHF/m'		1'102'500	CHF
	Baukosten (B) Durchlässe vergrössern	37	m'	6'000	CHF/m'		220'000	CHF
	Diverses und Unvorhergesehenes, Honorare Ing. und Spezialisten, Entschädigungen und Dienstbarkeiten	30 % von (B)					400'000	CHF
				Total ohne MwSt.			1'722'500	CHF
				Total mit MwSt.			**1'860'000**	**CHF**
Teilprojekt 4								
Pöppelbach / oberhalb des Siedlungsgebietes (GN10 km 0.79 - km 1.34)								
	Baukosten (B) Abbruch Längsverbau	220	m'	400	CHF/m'		90'000	CHF
	Baukosten (B) Ersatz Längsverbau	120	m'	1'500	CHF/m'		180'000	CHF
	Baukosten (B) Abbruch Sohlschwelle	25	Stk	400	CHF/Stk		10'000	CHF
	Baukosten (B) Neubau Sohlschwelle	17	Stk	2'000	CHF/Stk		30'000	CHF
	Baukosten (B) Revitalisierung im Landwirtschaftsland	50	m'	1'500	CHF/m'		75'000	CHF
	Baukosten (B) Neubau Blockrampe, Kolkschutz	36	m'	1'000	CHF/m'		40'000	CHF
	Baukosten (B) Durchlass sanieren	25	m'	2'500	CHF/m'		60'000	CHF
	Baukosten (B) Brücken ersetzen	25	m2	5'000	CHF/m2		130'000	CHF
	Baukosten (B) Schemmholzrechen (inkl. Böschungsanpassen etc.)	1	Stk	100'000	CHF/Stk		100'000	CHF
	Diverses und Unvorhergesehenes, Honorare Ing. und Spezialisten, Entschädigungen und Dienstbarkeiten	30 % von (B)					210'000	CHF
				Total ohne MwSt.			925'000	CHF
				Total mit MwSt.			**1'000'000**	**CHF**
Teilprojekt 5								
Sanierung Eindolung Haltenbach								
	Baukosten (B) robotertechnische Sanierung der Einläufe, Ablagerungen, etc.						30'000	CHF
	Baukosten (B) Schlauchrelining	365	m'	800	CHF/m'		290'000	CHF
	Diverses und Unvorhergesehenes, Honorare Ing. und Spezialisten, Entschädigungen und Dienstbarkeiten	15 % von (B)					50'000	CHF
				Total ohne MwSt.			370'000	CHF
				Total mit MwSt.			**400'000**	**CHF**
Teilprojekt 5								
Neubau Hochwasserrückhaltebecken Haltenbach Hermes								
	Baukosten (B) Abbruch Belag (B=4.5m) inkl. Deponie	200	m'	50	CHF/m'		10'000	CHF
	Baukosten (B) Abtrag und Zwischendeponie Kulturerde	1'000	m2	15	CHF/m2		15'000	CHF
	Baukosten (B) Aushub inkl. Deponie	400	m'	70	CHF/m'		28'000	CHF
	Baukosten (B) Material für Dammerhöhung	3'600	m3	50	CHF/m3		180'000	CHF
	Baukosten (B) Neubau Strasse	200	m'	600	CHF/m'		120'000	CHF
	Baukosten (B) Ausdolung und Revitalisierung	100	m'	1'500	CHF/m'		150'000	CHF
	Baukosten (B) Ein- und Auslaufbauwerk	2	Stk	35'000	CHF/Stk.		70'000	CHF
	Baukosten (B) Druckleitung	15	m'	1'500	CHF/m'		22'500	CHF
	Diverses und Unvorhergesehenes, Honorare Ing. und Spezialisten, Entschädigungen und Dienstbarkeiten	30 % von (B)					180'000	CHF
				Total ohne MwSt.			775'500	CHF
				Total mit MwSt.			**840'000**	**CHF**
	insgesamte Kosten Hochwasserschutz- und Revitalisierung Pöppel- und Haltenbach						**4'100'000**	**CHF**

5.2 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit, also das Verhältnis zwischen Risikoreduktion und Baukosten, muss bei Hochwasserschutzprojekten nachgewiesen werden. Der Nachweis erfolgt, indem das Verhältnis höher als 1.0 ist.
Die Wirtschaftlichkeit muss für die beiden Hochwasserschutz-Teilprojekte 3 und 5 nachgewiesen werden. Mit der aktualisierten Kostenschätzung gemäss Kapitel 5.1 verändert sich die Wirtschaftlichkeit gegenüber der im Variantenstudium berechneten Wirtschaftlichkeit. Der angepasste Wert liegt bei 2.2 und ist weiterhin hochwirtschaftlich.

5.3 Finanzierung

Für ein Revitalisierungsprojekt kann es mit einer Beitragsbeteiligung von mindestens 35% (Bund 35%) bis annahmeweise 88% (Bund 35%, Rest durch Kanton mit max. 80%) an den beitragsberechtigten Kosten gerechnet werden. Die Subventionen sind allerdings von diversen Kriterien abhängig und werden erst zusammen mit der Projektfestsetzung definitiv zugesichert.

Aufteilung Beiträge für Hochwasserschutzprojekte

Version für die Periode 2020-2024	*Mögliche Beiträge*	*Annahme TP 3*	*TP5*
Beiträge Bund:			
• *Minimale Anforderungen erfüllt*	*35%*	*35%*	*35%*
• *Überlänge oder erhöhter Gewässerraum mit mittlerem Nutzen für Natur und Landschaft (gem. strategischer Revitalisierungsplanung) und/oder für die Naherholung bedeutend*	*10%*	*-*	*10%*
• *Überlänge oder erhöhter Gewässerraum mit grossem Nutzen für Natur und Landschaft (gem. strat. Revitalisierungsplanung)*	*20%*	*-*	*-*
• *Erhöhter Gewässerraum (Biodiversitätsbreite) auf 60% des Projektperimeters*	*10%*	*-*	*-*
• *Erhöhter Gewässerraum (Biodiversitätsbreite) auf 80% des Projektperimeters*	*25%*	*-*	*-*
Beiträge Kanton:			
• *Beitrag nach Abzug allfälliger Bundesbeiträge verbleibende beitragsberechtigten Kosten*	*Max. 80%*		
Gesamtbeiträge (Kanton + Bund): *Bem.: Die Subvention kann reduziert werden, wenn sie zusammen mit weiteren Staats- und Bundesbeiträgen 65 % der anrechenbaren Kosten übersteigt.* *Überlänge und erhöhter Gewässerraum sind nicht kumulierbar*			
Restkosten / Eigenleistungen Perimeterverfahren			

Aufteilung Beiträge für Revitalisierungsprojekte

Version für die Periode 2020-2024	*Mögliche Beiträge*	*Annahme TP4*
Beiträge Bund:		
• *Minimale Anforderungen erfüllt*	*35%*	*35%*
• *Mittlerer Nutzen für Natur und Landschaft (gem. strat. Revitalisierungsplanung) und /oder für die Naherholung bedeutend*	*10%*	*10%*
• *Grosser Nutzen für Natur und Landschaft (gem. strat. Revitalisierungsplanung); einzelne Massnahmen zur Förderung des Geschiebetriebs; Schaffung von Kleingewässern*	*20%*	*-*
• *Erhöhter Gewässerraum (Biodiversitätsbreite) auf 60% des Projektperimeters*	*10%*	*-*
• *Ausdolung und/oder erhöhter Gewässerraum (Biodiversitätsbreite) auf 80% des Projektperimeters*	*25%*	*-*
• *Ausscheidung Pendelbandbreite als Gewässerraum*	*15%*	*-*
Beiträge Kanton:		
• *Beitrag nach Abzug allfälliger Bundesbeiträge verbleibende beitragsberechtigten Kosten*	*Max. 80%*	
Gesamtbeiträge (Kanton + Bund): *Bem.: Die Subvention kann reduziert werden, wenn sie zusammen mit weiteren Staats- und Bundesbeiträgen 65 % der anrechenbaren Kosten übersteigt.*		
Restkosten / Eigenleistungen Perimeterverfahren		

Die Restkosten werden im Perimeterverfahren auf die Baupflichtigen verteilt (siehe WBauG Art. 22 vom 29.04.2001). Die Details werden in der Wasserbauverordnung des Kanton (siehe WBauV Art. 4 ff., vom 19.11.2001) sowie in einer, durch das Bau- und Umweltdepartement erlassenen Weisung geklärt.

Weitere Finanzierungspartner:
Bei anderen Hochwasserschutzprojekten im Kanton Appenzell Innerrhoden haben weitere Finanzierungspartner das Projekt unterstützt. Bisher wurden keine Gesuche gestellt.

6 Ausblick, weiteres Vorgehen

Bei einer Weiterverfolgung des Projekts sieht das weitere Vorgehen wie folgt aus:

- Juli 23 – September 23: Vorvernehmlassung bei den kantonalen Ämtern
- September 23 – Oktober 23: Veröffentlichung der Planunterlagen und Rückmeldungsmöglichkeit der breiten Bevölkerung (Mitwirkungsverfahren 2. Teil)
- Unterteilung in sinnvolle Teilprojekte anhand Schutzwirkung und Umsetzungschancen:
  - TP3 – Hochwasserschutz und Revitalisierung Pöppelbach Siedlungsgebiet Steinegg
  - TP4 – Revitalisierung Pöppelbach ausserhalb des Siedlungsgebiets
  - TP4+ - Schwemmholzrechen Pöppelbach und Sanierung Durchlass Befigstrasse
  - TP5 – Hochwasserrückhaltebecken Haltenbach Hermes
  - TP5+ – Sanierung Dole Haltenbach
- Ab 2024: Ausarbeitung der Bauprojekte (gem. obiger Auflistung) anhand der Rückmeldungen aus der Vorvernehmlassung sowie dem Mitwirkungsverfahren 2. Teil
- Weiterer Planungsprozess in Abhängigkeit des Teilprojekts:
  - Ämtervernehmlassung und Projektbewilligung
  - Auflageprojekt (öffentliche Auflage)
  - Projektfestsetzung (Kantons- und Bundesbeiträge, Einsprachebehandlung, Gewässerraumfestlegung) inkl. Rechtsmittelverfahren
  - Submission
  - Ausführungsprojekt
  - Ausführung ab 2025

7 Unterschrift

Niederhasli, Juli 2023

M. Stucki / S. Lees