



Kanton St. Gallen



Ausbau Brendenbach

Frauenhofplatz bis Kiesfang Obermüli

9450 Altstätten

Abschnitt GN10 km 0.11 - km 0.73

Technischer Bericht

Genehmigungsvermerke

Vom Stadtrat Altstätten erlassen am

öffentlich aufgelegt vom

Stadtpräsident

bis

Stadtschreiberin

Vom Baudepartement des Kantons St.Gallen genehmigt am

Ausfertigung für		Projekt Nr. 2.061		Plan Nr. 3.02a	Beilage Nr. 02a
Studie	 <div>Brühwiler AG <small>Gossau</small> Bauingenieure und Planer Ilgenstrasse 7 9200 Gossau T 071 385 35 25 info@br-ing.ch www.br-ing.ch</div>	Entw.	Gez.	Gepr.	Datum
Vorprojekt		jl	jl	mb	08.06.2017
Auflageprojekt		jl	jl	mb	30.11.2017
Ausführungsprojekt					
Abschlussakten		(Name der elektronischen Ablage)			
		Format	A4	m²	

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Auftrag	5
1.3	Grundlagen	5
1.4	Massnahmenkonzept Naturgefahren Altstätten	7
2	Gefahrenabklärung Hochwasser	8
2.1	Naturgefahrenanalyse	8
3	Einzugsgebiet / Hochwassermengen	10
3.1	Hydrologisches Einzugsgebiet	10
3.2	Hochwassermengen	11
3.3	Bestehende Abflussdefizite	12
3.3.1	<i>Brendenbach</i>	12
4	Schutzziel	13
4.1	Definition Schutzziel	13
5	Grundwasser / Geologie	15
5.1	Grundwasser	15
5.2	Geologie / Hydrologie	15
5.3	Risiken	16
5.3.1	<i>Allgemein</i>	16
5.3.2	<i>Quantitativer Gewässerschutz</i>	16
5.3.3	<i>Nachbarbauten</i>	17
5.4	Empfohlene Massnahmen	17
6	Variantenstudium	18
6.1	Allgemein	18
6.2	Variante 1	18
6.3	Variante 2	19
6.4	Variantenentscheid	19
7	Abflussberechnungen Variante 1	20
7.1	Wasserspiegel / Energielinie	20
7.1.1	$HQ_{100} (= HQ_{Dim})$	20
7.1.2	HQ_{300}	20
7.2	Abflussberechnung 2D-Modell	20
7.3	Freibord bei Hochwasserschutzprojekten	20
7.4	Rauhigkeiten	21
7.5	Fliessgeschwindigkeiten	21
7.6	Durchlass Frauenhofplatz	21
7.7	Verklausung bei Brücken / Durchlässen	22
7.8	Überlastfall (ca. EHQ)	22
7.9	Untersuchungen Geschiebehaushalt	22
7.10	Bemessung Böschungs- und Sohlensicherungen	23
8	Beschrieb Auflageprojekt	23

8.1	Allgemeines	23
8.2	Situation	24
8.3	Längenprofil	25
8.4	Querprofile	25
8.5	Normalprofile	26
8.5.1	<i>Offener Bachlauf</i>	26
8.5.2	<i>Brücken</i>	26
8.6	Kunstbauten	27
8.6.1	<i>Bestehende Kunstbauten</i>	27
8.6.2	<i>Projektierte Kunstbauten</i>	27
8.7	Begleitmassnahmen (Ertüchtigungen)	28
8.8	Werkleitungen	28
8.9	Kanalisation	28
8.10	Bauablauf	28
8.11	Ökologie / Bepflanzungen	29
8.12	Natur- und Heimatschutz	29
8.13	Gestaltung Kunstbauwerke und Umgebung	31
8.14	Altlasten	31
8.15	Quellen / Grundwasserfassungen	32
8.16	Fischerei / Kleintiere	32
8.17	Wald	32
8.18	Bau- und Unterhaltsperimeter	32
8.19	Unterhalts- und Pflegeplan	33
8.20	Bepflanzungsplan	33
9	Landbeanspruchung	33
10	Gefahrenkarte nach Massnahmen	33
11	Bewertung	33
12	Bundesbeiträge	34
13	Verfahrens- und Realisierungsprogramm	34
13.1	Verfahrensprogramm	34
13.2	Anschluss Projekt Ausbau Stadtbach	34
14	Kosten	35
15	Schlussbetrachtungen	36
16	Anhang	36

1 Allgemeines

1.1 Ausgangslage

Am 28. Juli 2014 haben im Einzugsgebiet des Brendenbachs intensive Niederschläge zu einem Hochwasser geführt. Während des Ereignisses wurden sehr viel Geschiebe und Holz transportiert und der Kiesfang Obermüli vermochte nicht alles Geschiebe und Holz zurückzuhalten. In der Folge kam es im Städtli zu Verklausungen bei Brücken und Stegen und zum Austritt von Wasser, Schlamm und Holz. Das Wasser suchte sich seinen Weg über Strassen und Gärten und richtete grossen Schaden an.

An der Sitzung vom 7. August 2014 hat die Stadt Altstätten gemeinsam mit den Vertretern des Tiefbauamtes des Kantons St.Gallen, Abteilung Gewässer, Sektion Wasserbau beschlossen, dass die Schäden und die entsprechenden Massnahmen in folgenden Teilprojekten geplant und realisiert werden sollen:

- Sofortmassnahmen bereits ausgeführt
- Vorgezogene bauliche Massnahmen bereits ausgeführt
- Ausbaumassnahmen in Bearbeitung (aktuelles Projekt)
- Begleitmassnahmen folgen zu einem späteren Zeitpunkt

Im Rahmen von Sofortmassnahmen wurden Hindernisse entfernt, der Kiesfang Obermüli geräumt, Auflandungen aus dem Gerinne entfernt und die grössten Schäden an Ufer- und Sohlenverbauungen behoben. Bei den vorgezogenen baulichen Massnahmen handelt es sich um folgende Projekte:

- Stadtbach
 - Erhöhung Kapazität Bereich Spanglen, Klaus
- Brendenbach / Frauenhofplatz bis Kiesfang Obermüli
 - Hydraulische Verbesserung Einlauf Durchlass Frauenhofplatz
 - Erhöhung Ufer rechts oberhalb Frauenhofplatz
- Brendenbach / Kiesfang Obermüli bzw. Bereich Obermüli
 - Erhöhung Rückhaltevolumen Geschiebe und Holz

Ausbaumassnahmen sind vom Kiessammler „Guter Hirte“ bis zum Kiesfang Obermüli notwendig, wobei das Projekt in zwei Abschnitte unterteilt wurde:

Abschnitt 1	Stadtbach Kiessammler „Guter Hirte“ bis und mit Durchlass Frauenhofplatz (km 1.20 bis km 2.60) Abschnittlänge: 1'400m
Abschnitt 2	Brendenbach Durchlass Frauenhofplatz (exkl.) bis Kiesfang Obermüli (km 0.11 bis km 0.73) Abschnittlänge: 620m

Tab. 1: Übersicht Abschnitte

Der im vorliegenden Vorprojekt betrachtete Abschnitt erstreckt sich vom Durchlass Frauenhofplatz (exkl.) bis zum Kiesfang Obermüli (Abschnitt 2).

An der Projektsitzung vom 26. Oktober 2016 wurde mit Vertretern der Stadt Altstätten und des Tiefbauamtes des Kantons St.Gallen, Abteilung Gewässer, Sektion Wasserbau beschlossen, dass der Abschnitt Brendenbach bis zur Einmündung Luterbach verlängert wird. Somit erstreckt sich der betrachtete Abschnitt neu von der Einmündung Luterbach bis zum Kiesfang Obermüli.

Im Mai 2017 wurde durch dieselben Stellen wieder entschieden den Abschnitt auf die ursprüngliche Länge zu reduzieren. Der Anschluss an die bestehende Sohlenlage, ist bei der Einmündung Luterbach nicht gegeben. Vor dem Durchlass Frauenhofplatz ist es möglich mit einer provisorischen Sohlenlage an den Durchlass anzuschliessen.

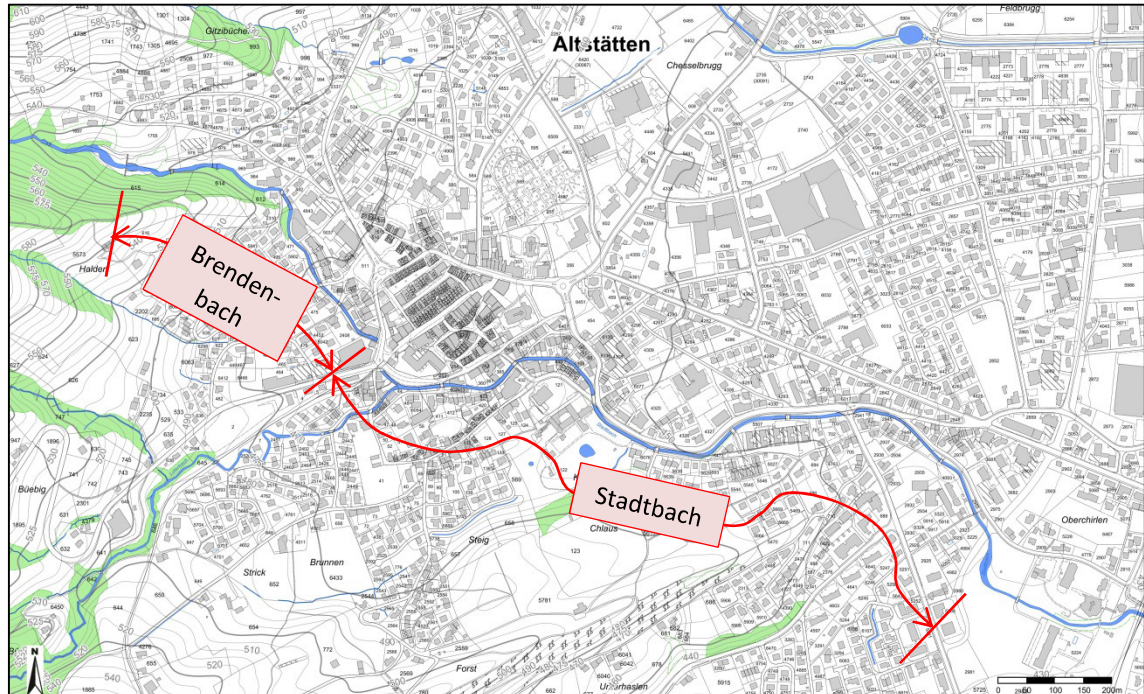


Abb. 1: Projektübersicht (www.geoportal.ch)

1.2 Auftrag

Die Stadt Altstätten hat die Brühwiler AG Bauingenieure und Planer, Gossau mit der Projektierung beauftragt:

- Ausbau Stadtbach-Brendenbach Altstätten

Herzog Ingenieure AG, Davos wurden durch die Brühwiler AG Bauingenieure und Planer für die Bearbeitung des Geschiebehauhalts und der Berechnung von Sohlen- sowie Böschungsstabilitäten beigezogen.

1.3 Grundlagen

Für die Ausarbeitung des Projektes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Generelles Projekt Brendenbach (exkl. Durchlass Frauenhofplatz), Altstätten, Niederer + Pozzi Umwelt AG / Herzog Ingenieure AG, Uznach / Davos, April 2016
- Brendenbach, vorgezogene bauliche Massnahmen Hochwasser 2014, Geschiebe- und Holzurückhalt, Bereich Weidist / Reservoir Obermüli, Bänziger Partner AG, Altstätten, 2015
- Stadtbach, provisorische Massnahmen Hochwasser 2014, Brücke Untertor bis Mündung Luterbach, km 2.313 – km 2.550, Bänziger Partner AG, Altstätten, 2015
- Brendenbach, vorgezogene bauliche Massnahmen Hochwasser 2014, Kiesfang Obermüli, km 0.63 – km 0.80, Bänziger Partner AG, Altstätten, 2014 (Abschlussakten 2015)
- Brendenbach, vorgezogene bauliche Massnahmen Hochwasser 2014, Einlauf Durchlass Frauenhofplatz, km 0.10 – km 0.12, Bänziger Partner AG, Altstätten, 2014
- Studie Brendenbach, Frauenhofplatz bis Brücke Halden, Bänziger + Köppel + Partner, Ingenieure + Planer SIA / USIC, Altstätten, 2003

- Rutschung im Hafenwald (Bestandesaufnahme), Brunner Kunz Meile Bauingenieurbüro AG, Speicher, 1998
- Diplomarbeit ETH Zürich, Analyse der Wildbachrisiken dargestellt am Stadtbach von Altstätten, Markus Gächter, Altstätten, Februar 1996
- Stadtbach Altstätten, Überarbeitung Generelles Projekt (von 1985), Bänziger Partner AG, Altstätten 1996
- Stadtbach Altstätten, Brücke SBB bis Kiesfang Weiden, Technischer Bericht mit Kostenvoranschlag, Bänziger + Köppel + Partner, Ingenieure + Planer SIA / USIC, Altstätten, 1995
- Stadtbach Altstätten, Verlegung Stadtbach im Areal Guter Hirten, Bänziger + Köppel + Partner, Ingenieure + Planer SIA / USIC, Altstätten, 1993
- Stadtbach Altstätten, Generelles Bauprojekt, Bänziger + Köppel + Partner, Ingenieure + Planer SIA / USIC, Altstätten, 1985
- Geologische Untersuchungen am Brendenbach Altstätten, Dr. Heinrich Jäckli, Geologe, Zürich-Höngg, August 1954
- Geologisches Gutachten Rutschung „Ober Weidist“, ARGE Grundbauberatung-Geoconsulting AG / Andres Geotechnik AG, St. Gallen, März 2014
- Hochwasser 28. Juli 2014 Altstätten und Berneck, Spurensicherung Stufe II, Bänziger Partner AG, Altstätten, Oktober 2014
- Hochwasser 28. Juli 2014 Altstätten und Berneck, Ereignisanalyse, Suter Hydro Engineering AG / ADENCO GmbH, Entwurf Mai 2015
- Massnahmenkonzept Naturgefahren Altstätten, Schlussbericht, Egli Engineering AG / Bänziger Partner AG, Altstätten, Juli 2014
- Hydrologische Grundlagen für den Stadtbach und den Kesselbach in Altstätten (SG), Scherrer AG, Hydrologie und Hochwasserschutz, Reinach, Januar 2015
- Diverse Sondernutzungspläne / Baulinienpläne entlang Stadtbach / Brendenbach Altstätten
- Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWV), Biel, 1997 (pdf 2001)
- Raum den Fliessgewässern, eine neue Herausforderung, Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG), Bern, Mai 2000
- Qualitätssicherung bei der Planung von Hochwasserschutzmassnahmen, Verbandsschrift 65 des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (SWV), Baden, Entwurf Oktober 2004
- Mitteilungen 188, Schwemmholtz, Probleme und Lösungsansätze, Versuchsanstalt für Wasserbau Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Zürich, 2006
- Hochwasserschutz an Fliessgewässern, Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG), Bern, 2001
- Normalien Tiefbauamt, Abteilung Gewässer, Sektion Wasserbau
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2016)
- Gewässerschutzverordnung (GSchV), vom 28. Oktober 1998 (Stand am 2. Februar 2016)
- Grundbuchpläne digital
- Digitales Geländemodell Brühwiler AG Bauingenieure und Planer, Abschnitt Stadtbach, August 2015
- Digitales Geländemodell Brühwiler AG Bauingenieure und Planer, Abschnitt Brendenbach, Mai 2016
- Auszüge Gewässerschutzkarte / Grundwasserkarte GIS
- Werkleitungspläne digital
- SIA – Normenwerk
- SN – Normenwerk
- Unterlagen und Empfehlungen des Bundesamt für Umwelt (BAFU)
- EDV-Programm HEC-RAS Version 4.1.0

1.4 Massnahmenkonzept Naturgefahren Altstätten

Im Massnahmenkonzept Naturgefahren Altstätten SG, werden für den Stadt- und Brendenbach folgende Massnahmen vorgeschlagen:

- Nr. 1 – Behebung der Engstellen (HQ kleiner 30)
Mit der Behebung der Engstellen (ca. 3 – 4 Bereiche) kann der jährliche Schadenerwartungswert (JSEW) um mehr als die Hälfte reduziert werden. Die grössten Schutzdefizite können damit behoben werden.
- Nr. 2 – Erhalt der Verbauungen und Bauwerke oberhalb Frauenhofplatz
Mit dem Erhalt der (noch verbleibenden) Verbauungen oberhalb Frauenhofplatz kann die Stabilität der Böschungen und die Sohlenlage langfristig gesichert werden.
- Nr. 3 – Ausbau Stadtbach Frauenhofplatz bis Areal „Guter Hirten“
Mit dem Ausbau des Stadtbachs vom Frauenhofplatz bis zum Areal „Guter Hirten“ kann die Hochwassersicherheit für das Siedlungsgebiet von Altstätten erreicht werden.

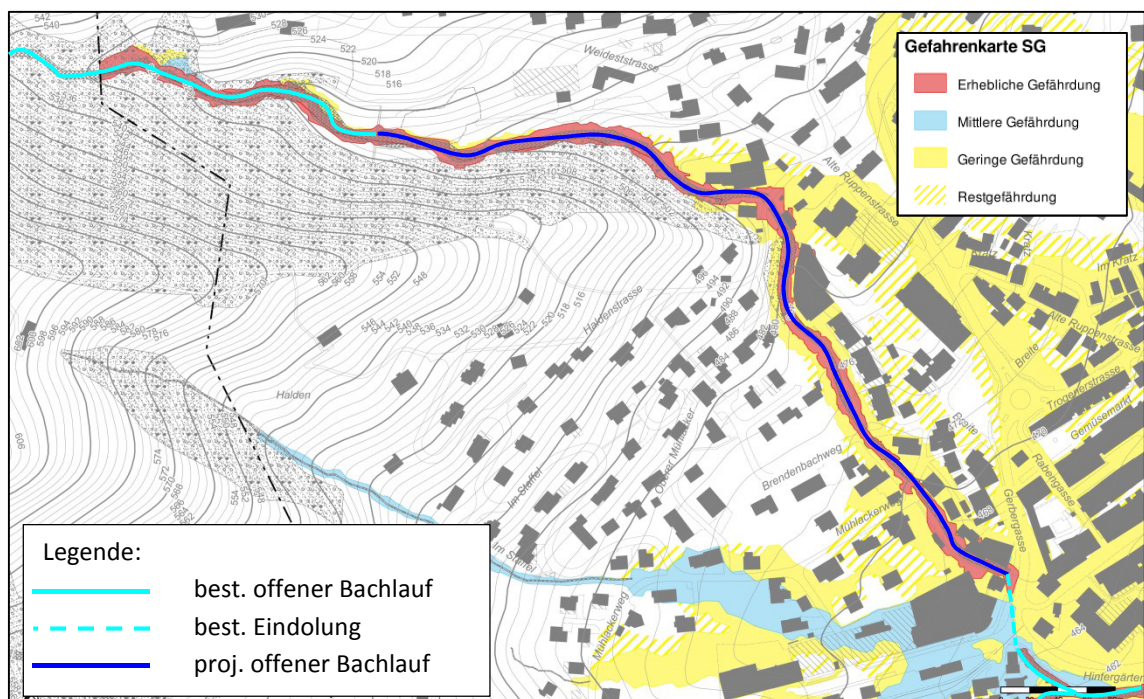
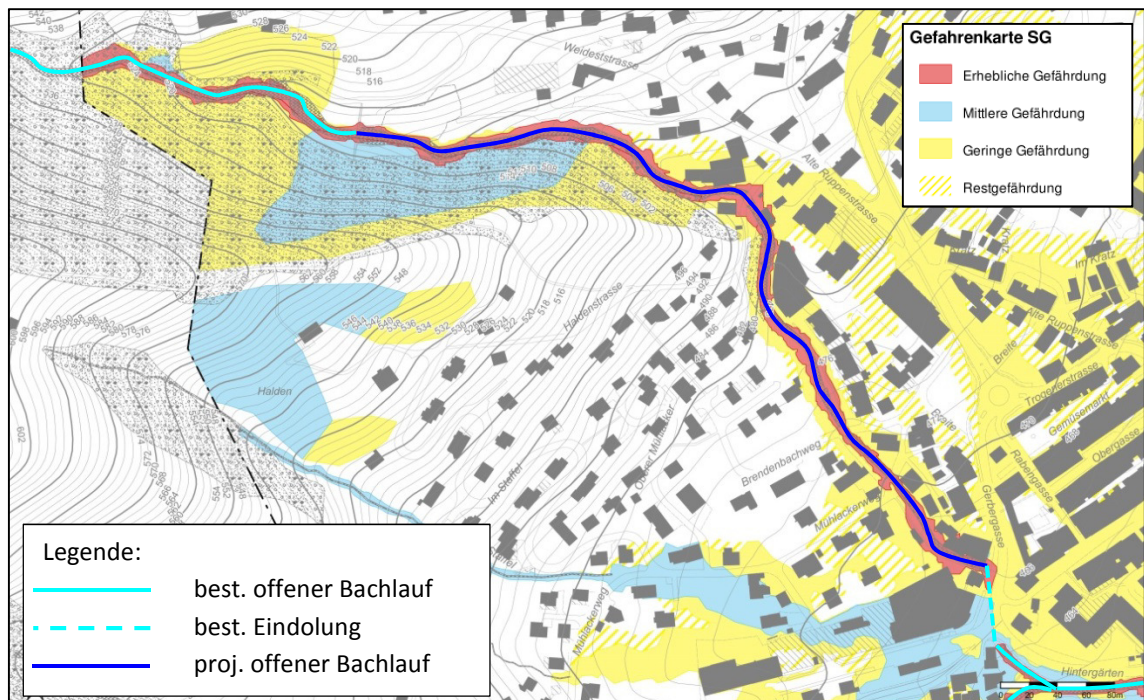
Die vorgeschlagenen Massnahmen werden alle geprüft und in das Projekt miteinbezogen.

2 Gefahrenabklärung Hochwasser

2.1 Naturgefahrenanalyse

Generelle Beurteilung

Gemäss der aktuellen Naturgefahrenkarte besteht im Bereich des Brendenbachs grösstenteils ausschliesslich die Gefahr Wasser. Im Bereich des Kiesfangs Obermüli besteht zusätzlich die Gefahr Rutsch. Bei Überflutungsereignissen ist mit mittleren bis erheblichen Schäden zu rechnen.



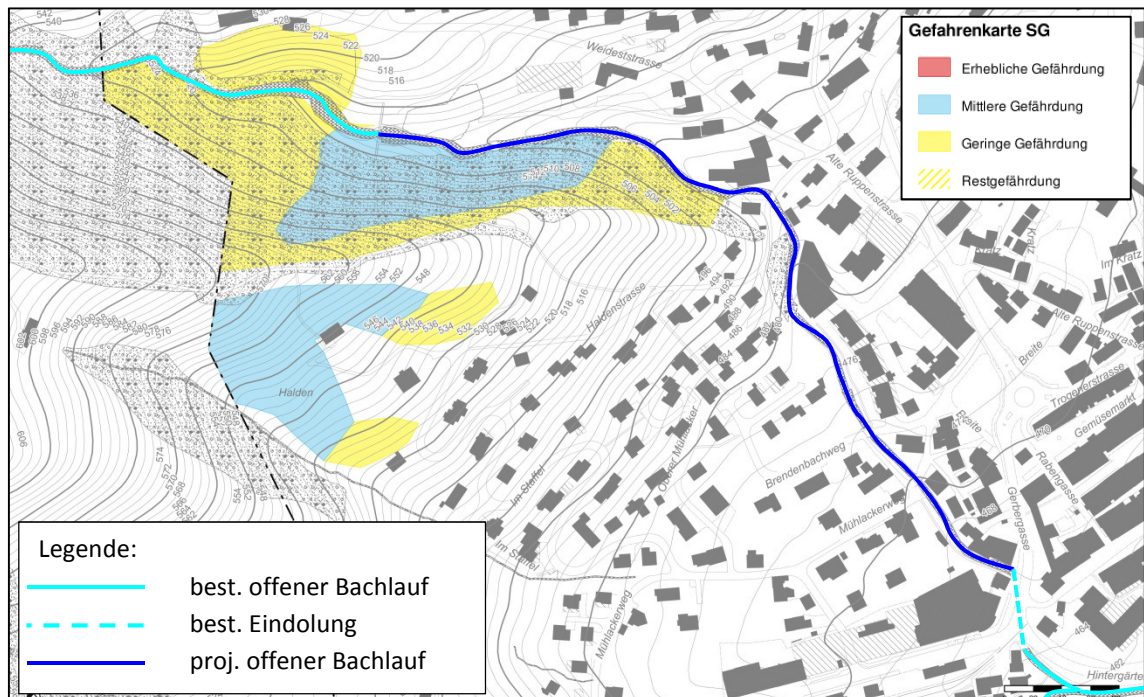


Abb. 4: Übersicht Gefahrenkarte Rutsch, Juni 2016 (www.geoportal.ch)

3 Einzugsgebiet / Hochwassermengen

3.1 Hydrologisches Einzugsgebiet

Die Bestimmung des Einzugsgebiets erfolgte im Rahmen der Naturgefahrenanalyse des Kantons St.Gallen. Das Einzugsgebiet des Brendenbachs weist eine Grösse von 5.3km² auf. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über den prozentualen Anteil der jeweiligen Bodenbedeckungskategorie am Einzugsgebiet Brendenbach.

Bodenbedeckungskategorie	Prozentualer Anteil [%]
Fels	0.19
Gebüsch	0.00
Obstanlage	1.32
Seefläche	0.02
Siedlung	3.96
Steinbruch	0.00
Wald	51.4
Sumpf im Wald	0.07
Sumpf	0.16
Übriges Gebiet	42.87

Höhenangaben	
Mindesthöhe	460.0 m ü. M.
Maximalhöhe	1'191.8 m ü. M.
Mittlere Höhe	871.9 m ü. M.
Mittlere Neigung	19.6%

Tab. 2: Aufteilung Einzugsgebiet und Höhenangaben

Aus Tab. 2 ist ersichtlich, dass das übrige Gebiet und der Wald den grössten Anteil ausmachen.

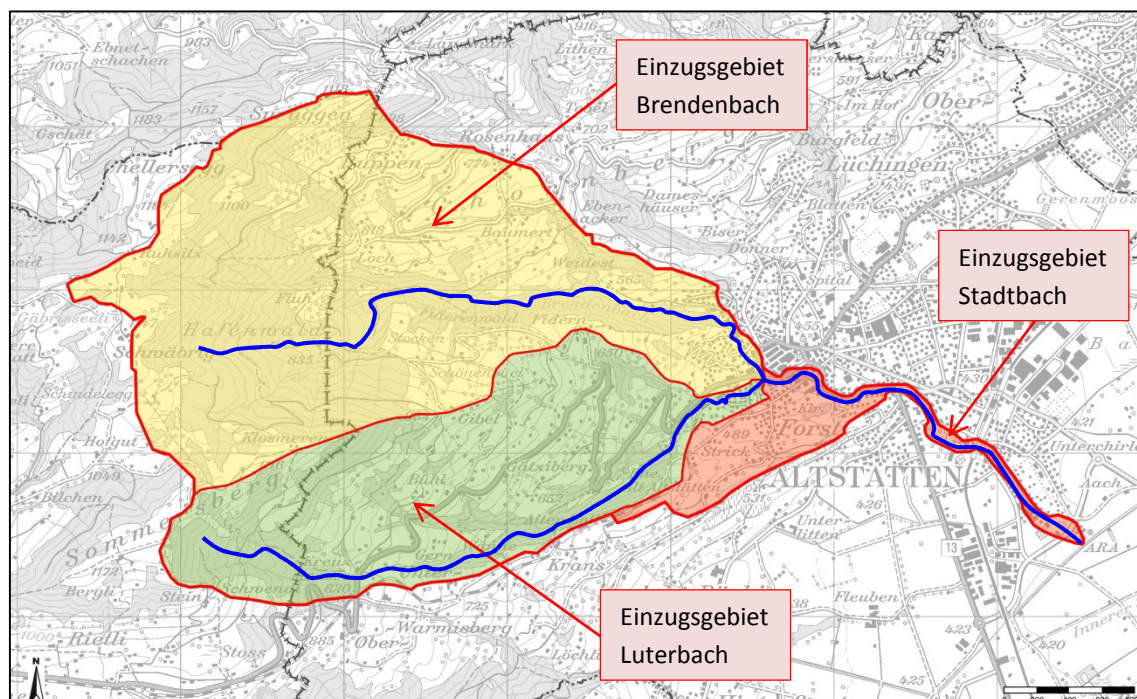


Abb. 5: Einzugsgebiet Stadtbach, Brendenbach und Luterbach Altstätten (www.geoportal.ch)

Legende:

- Gesamteinzugsgebiet Stadtbach gemäss Naturgefahrenanalyse des Kantons St.Gallen
- Grenzen Teileinzugsgebiete gemäss Naturgefahrenanalyse des Kantons St.Gallen
- Bachlauf

3.2 Hochwassermengen

In Altstätten wurden bereits mehrere Hydrologiestudien durchgeführt, die eine Bandbreite an Abflüssen ermittelt haben. Auf dieser Basis wurde durch das Tiefbauamtes des Kantons St.Gallen, Abteilung Gewässer, Sektion Wasserbau folgender Vorschlag für die Dimensionierungswassermenge gemacht.

Hydropunkt	Brendenbach	Luterbach	Stadtbach	
	11	6	7	12
Vorschlag Bandbreite HQ ₁₀₀	35-45 m³/s	25-33 m³/s	50-60 m³/s	53-63 m³/s
Festlegung Wassermenge für künftige Nachführung der Gefahrenkarte	HQ ₃₀	30 m³/s	20 m³/s	40 m³/s
	HQ ₁₀₀	40 m³/s	28 m³/s	55 m³/s
	HQ ₃₀₀	55 m³/s	40 m³/s	75 m³/s
Vorschlag HQ _{Dim} Wasserbauprojekt	HQ _{Dim}	40 m³/s	28 m³/s	55 m³/s

Abb. 6: Zusammenstellung der hydrologischen Untersuchungen

Das EHQ auf folgende Wassermenge definiert:

EHQ	$=1.8 \cdot HQ_{100}$	72 m³/s
------------	-----------------------	----------------

Abbildung 7 zeigt die Standorte der Hydropunkte.

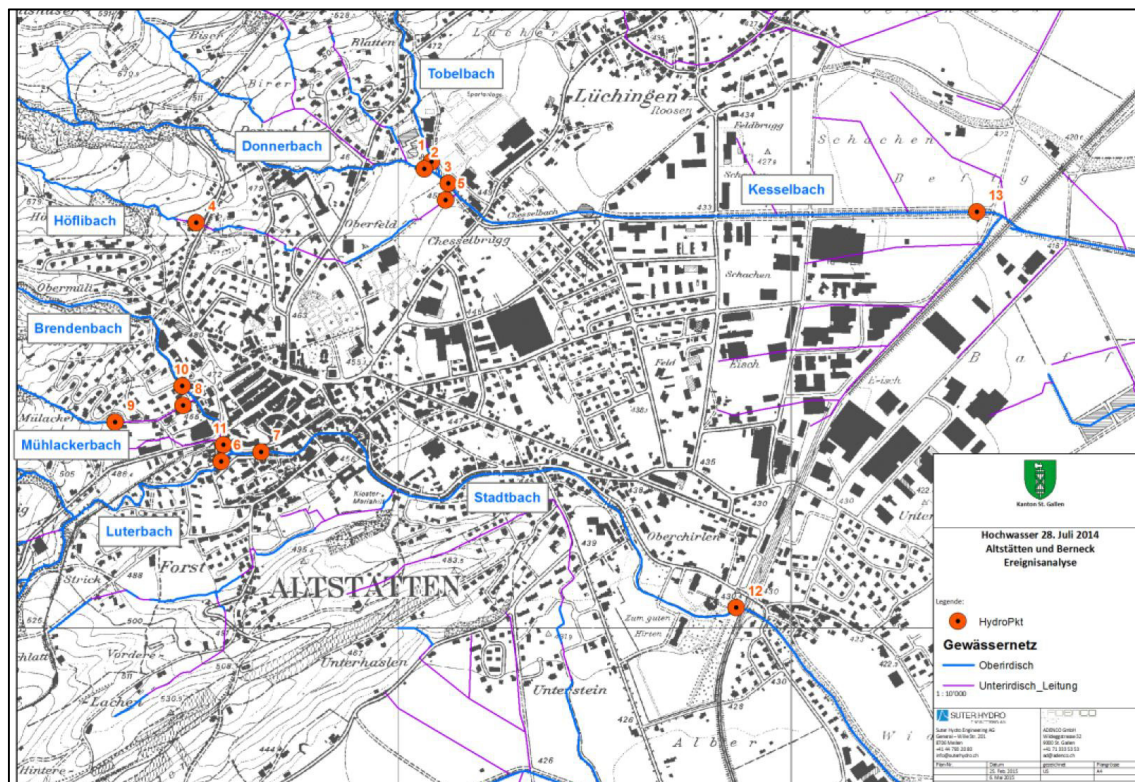


Abb. 7: Hydrologische Punkte für das Gebiet Altstätten

3.3 Bestehende Abflussdefizite

3.3.1 Brendenbach

Ist-Zustand

Der Ist-Zustand wurde im Programm HEC-RAS modelliert. Die Auswertung hat ergeben, dass drei Abschnitte erhebliche Abflussdefizite aufweisen. In grossen Teilen kann die Dimensionierungswassermenge jedoch abgeleitet werden. Folgende Abbildung zeigt das Längenprofil des Ist-Zustandes.

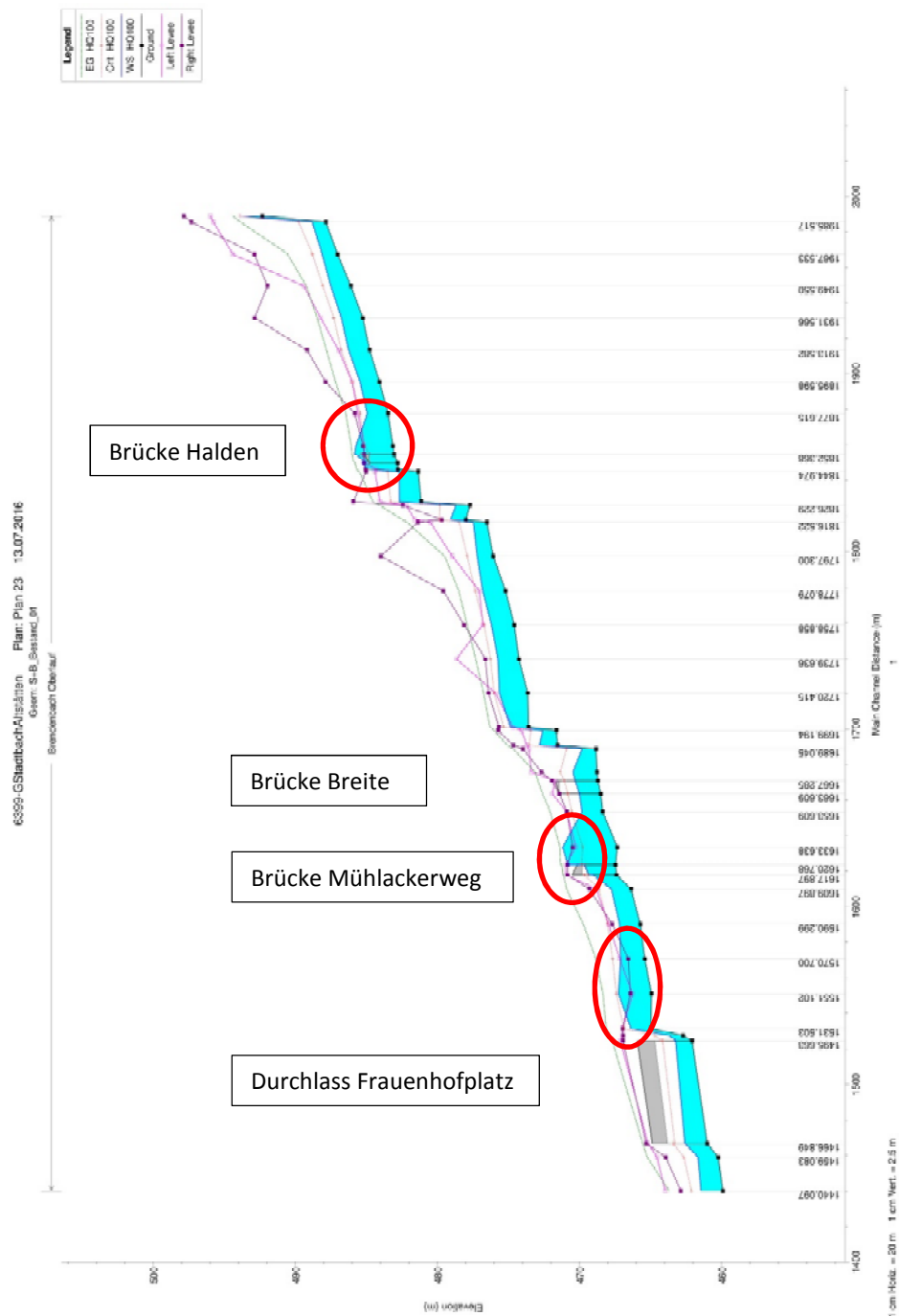


Abb. 8: Längenprofil Ist-Zustand

Aus Abbildung 8 geht hervor, dass die Brücken Halden und Mühlackerweg ein HQ_{Dim} nicht abzuleiten vermögen. Zusätzlich besteht vor dem Durchlass Frauenhofplatz ein Abflussdefizit.

Zusätzlich zur HEC-RAS Modellierung wurden die Abflussdefizite mit Hilfe der Strickler-Formel berechnet. Die Auswertung ergibt ungefähr die gleichen Resultate, womit sie plausibel sind. Als Rauigkeitswert wurde k_{st} -Wert = $27 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für Abschnitte mit natürlicher Sohle und Böschung gewählt. Für Abschnitte mit befestigter Sohle und Ufermauern wurde ein k_{st} -Wert von $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angenommen.

4 Schutzziel

4.1 Definition Schutzziel

Das gewählte Schutzziel wird auf ein 100-jähriges Ereignis festgelegt.

Die Dimensionierungswassermenge für ein 100-jähriges Ereignis ($=HQ_{Dim}$) wird wie folgt festgelegt:

- **Brendenbach** **Bemessungsabfluss $HQ_{Dim} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$**

Die nachfolgende Zusammenstellung (Auszug aus „Hochwasserschutz an Fließgewässern“, BWG, 2001) gibt einen Überblick über die Anforderungen an den Hochwasserschutz.



Abb. 9: Auszug aus "Hochwasserschutz an Fließgewässern", BWG, 2001

5 Grundwasser / Geologie

5.1 Grundwasser

Der Brendenbach liegt vollständig innerhalb des Gewässerschutzbereich übriger Bereich üB.

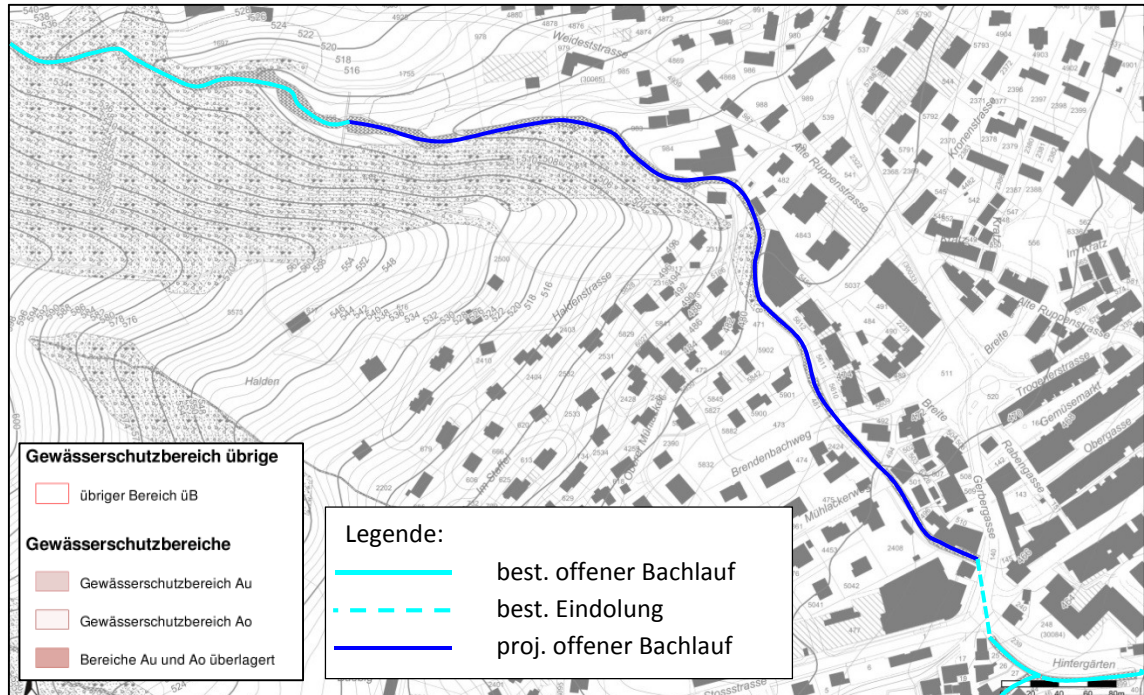


Abb. 10: Gewässerschutzkarte (www.geoportal.ch)

5.2 Geologie / Hydrologie

(Quelle: Geotechnische Stellungnahme, Andres Geotechnik AG, St. Gallen)

Der Projektabschnitt „Ausbau Brendenbach“ erstreckt sich über den Übergangsbereich zwischen der Hangsituation in der Bergflanke oberhalb des Ortszentrums und dem grossen Schuttfächer, respektive einer Schuttschürze, welche der Brendenbach zusammen mit den benachbarten Bergbächen bis weit in die Talebene hinaus geschaffen hat.

Der Brendenbach verläuft in der oberen Projekthälfte als erosiver Gebirgs- / Wildbach, welcher sich im Hanggebiet V-förmig durch die Lockergesteinsbedeckung bis zumeist auf, respektive wenige Dezimeter in den unterlagernden Fels eingeschnitten hat. Das bis etwa 1+689.045 deutlich höhere Gefälle wurde bislang durch ein stark abgetrepptes Längsprofil mit Sperren (und anschliessenden Kolkwannen) überwunden.

Die generellen geologischen Randbedingungen im anfänglichen Berghang sind durch eine überwiegend geringmächtige und sehr schlecht durchlässige Lockergesteinsbedeckung (Pedogenese / Deckschicht, Gehängelehm, tlw. reliktsches Moränenpolster) bestimmt. Die Mächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung variiert zwischen etwa knapp 1 m' in exponierten Lagen bis hin zu 3 m' - 5 m' in akkumulationsbegünstigten Bereichen. Seltene Ausnahmen mit grösserer Lockergesteinsbedeckung sind lokal bei speziellen örtlichen Randbedingungen möglich (Rutschungsfüsse, Aufschüttungen etc.).

Der eigentliche Schuttfächer beginnt bereits etwa bei 1+895.598; zu beachten sind dabei allerdings die anfänglich seitlich unterschiedlichen Verhältnisse. Der Bach definiert hier noch den rechten Rand des Schuttfächers, so dass das rechte bergseitige Bachufer noch als Hanggebiet, während das linke talseitige Ufer bereits als Schuttfächer charakterisiert ist.

Ab etwa 1+739.636 lenkt der Bach dann vollständig auf den Schuttfächer ab. Die proximalen Schuttfächerablagerungen dürften sich aus rolligen Rinnenablagerungen (Kies, Steine und Gerölle) und mit einem ausgeprägten Feinanteil zusammensetzen. Die Mächtigkeit des Schuttfächers nimmt mit zunehmender Entfernung vom Berghang stetig zu und dürfte gemäss einer nahe gelegenen Erdsondenbohrung im Bereich des Durchlasses Frauenhofplatz vorerst ein Maximum in der Grössenordnung von etwa 30 m' erreichen, bevor sie dann durch den entgegengesetzten Hang und dessen teils ausragende Felskuppen zunächst wieder etwas abnimmt (ca. noch 10 m' - 20 m' beim Zusammenfluss mit dem Luterbach).

Im Hang ist kein nennenswertes Grundwasser vorhanden. Die Schuttfächerablagerungen sind je nach Zusammensetzung unterschiedlich durchlässig. Die Durchlässigkeit ist gesamthaft zwar immer noch gering bis bestenfalls mässig, im Vergleich zum Berghang jedoch deutlich höher. Das Bachwasser infiltriert deshalb teilweise in den Schuttfächer. In der Nähe des Baches bilden sich dabei in Abhängigkeit der lokalen Schichten stellenweise „schwebende“ Wasserhorizonte, deren geringmächtige Querschnitte mit zunehmender Distanz von der Rinne jedoch rasch in tiefere Schichten absickern. Ein eigentliches zusammenhängendes Grundwasservorkommen ist auf dem Schuttfächer deshalb, mit Ausnahme der unmittelbaren Randgebiete, erst in grösserer Tiefe zu finden (>10 m' ab OKT).

Dies bestätigen auch die entsprechenden Einträge in der kantonalen Grundwasserkarte („geringmächtiger Grundwasserleiter in Talsohlen“) und in der Gewässerschutzkarte („üb“, übriger Bereich).

5.3 Risiken

(Quelle: Geotechnische Stellungnahme, Andres Geotechnik AG, St. Gallen)

5.3.1 Allgemein

Nachfolgend werden mögliche geotechnische und hydrologische Risiken im Zusammenhang mit dem Ausbauprojekt zusammengestellt. Da die Bauabläufe noch nicht im Detail definiert sind, wird allerdings nicht auf mögliche Probleme im Zusammenhang mit den eigentlichen Bauarbeiten eingegangen (Baugruben, temporäre Wasserhaltungsmassnahmen etc.). Diese können erst in einer späteren, detaillierteren Projektphase beurteilt werden.

In Absprache mit dem projektierenden Ingenieur wird zudem auch keine Beurteilung zu den Themen Gewässerschutz von Oberflächenwässern, wasserbauliche Aspekte, Hochwasserschutz, Naturschutz und Fischereiwesen abgegeben. Diese Punkte werden vom Ingenieur separat bearbeitet, resp. abgeklärt.

5.3.2 Quantitativer Gewässerschutz

Grundsätzlich stellt ein Projekt wie das vorliegende immer einen massgebenden Eingriff in den Untergrund und in die hydrologischen Gegebenheiten dar, welcher nie ganz ohne Folgen bleiben kann. So ist z.B. davon auszugehen, dass das eine Veränderung der heutigen Verhältnisse von Exfiltration und Infiltration bei einer Änderung der Bachsohlenhöhe und des Bachverbaus auftreten wird. Dies bedeutet, dass sich auch die Grundwasserverhältnisse entsprechend verändern. Aufgrund der lokalen geologischen und hydrologischen Verhältnisse gehen wir allerdings davon aus, dass diese nur in sehr geringem Masse auftreten werden. Zudem ist zu bemerken, dass der neue Bachlauf - auch bei Tieferlegung und allfälliger Abdichtung - kaum eine massgebende Riegelwirkung im Grundwasserstrom aufbaut, da der Bach naturgemäss generell der Strömungsrichtung des Grundwassers folgt.

Wie unter Abschnitt 5.2 dargelegt, befindet sich das Projektgebiet zudem in einem Bereich, der aus hydrologischer Sicht als relativ unproblematisch einzustufen ist. So befinden wir uns im Gewässerschutzbereich üB und es existiert - zumindest im betroffenen Tiefenbereich - kein nutzbares Grundwasservorkommen.

Somit kann das Projekt - wie es bis heute vorliegt - aus hydrologischer und gewässerschutztechnischer Sicht unseres Erachtens als unproblematisch eingestuft werden und es sind keine speziellen, diesbezüglichen Massnahmen vorzusehen.

5.3.3 Nachbarbauten

Durch die geplanten Veränderungen der Höhenlage und des Ausbaus des Gerinnes ist davon auszugehen, dass der neue Bachlauf nicht überall dieselben In- und Exfiltrationsvorgänge wie im heutigen Zustand aufweisen wird. Auch ist damit zu rechnen, dass sich diese im Verlaufe der Zeit durch Kolmatierungen noch verändern werden.

Es ergeben sich nun dadurch gewisse Risiken für benachbarte Bauten. Dabei sehen wir folgende Szenarien:

- A) Durch ein Tieferlegen des Baches und oder dessen dichter Ausbau kann eine Absenkung des Grundwasserspiegels in unmittelbarer Gerinnenähe auftreten, was wiederum Gebäudesetzungen zur Folge haben kann.
Dieses Risiko erachten wir aufgrund der lokalen geologischen Verhältnisse (eher setzungsunempfindliche Foundationsschichten) jedoch als gering. Allerdings kann es nicht vollständig ausgeschlossen werden, weshalb entsprechende Massnahmen sicherlich Sinn machen (s. Abschnitt 5.4).
- B) Durch die fehlende Infiltration von Grundwasser in ein dicht ausgebildetes Gerinne und infolge einer möglichen - allerdings nur lokalen - Riegelwirkung in Richtung des Grund-/Hangwasserflusses, kann es zu örtlichen Anhebungen des Grundwasserspiegels in Bachnähe kommen. Dies hätte bei undichten Untergeschossen von Nachbarbauten allenfalls zur Folge, dass Wasser in die Keller eindringt und entsprechende Schäden anrichtet. Wir sind der Ansicht, dass dieses Szenario in der Risikobeurteilung das grösste Problem darstellt und entsprechend zu behandeln ist.

5.4 Empfohlene Massnahmen

(Quelle: Geotechnische Stellungnahme, Andres Geotechnik AG, St. Gallen)

Wie oben dargelegt, sehen wir das Hauptrisiko in einer möglichen lokalen Erhöhung des Grundwasserspiegels und im damit verbundenen Schadenspotential bei Nachbarbauten. So soll mit entsprechenden Massnahmen vor allem dieses Risiko vermindert, in zweiter Linie aber auch die Problematik der Grundwasserabsenkung betrachtet werden.

Gemäss Aussage der GVA St. Gallen sind im Projektperimeter aus den letzten Jahren keine Schadenfälle von überfluteten Kellern bekannt, welche auf steigendes Grundwasser zurückzuführen sind. Somit kann davon ausgegangen werden, dass das heutige Grundwasserregime tolerierbar ist.

Um auch in Zukunft solche Schäden möglichst zu vermeiden, empfehlen wir folgende Massnahmen vorzusehen:

- Da die neue Bachsohle in den meisten Abschnitten tiefer verläuft als heute, ist es grundsätzlich sinnvoll, die Sohle möglichst dicht auszubilden. Über der Kote des heute maximalen Bachwasserstandes ist das Gerinne jedoch durchlässig zu halten. Damit kann zu stark ansteigendes Grundwasser in den Bach abfliessen; in umgekehrter Richtung entsteht aber kein Wasserfluss. So wird der

Grund-/Hangwasserspiegel auf ein verträgliches Maximum beschränkt, welches nicht über dem bislang erreichten Hochstand liegt. Zudem wird durch die Abdichtung der Abfluss von Grundwasser in den Bach im „normalen“ Schwankungsbereich verhindert und damit einer unerwünschten Grundwasserabsenkung entgegengewirkt.

- Sämtliche Liegenschaften im unmittelbaren Bereich des Brendenbachs sind bezüglich Lage, Tiefe und Dichtigkeit allfälliger Untergeschosse aufzunehmen. Zusammen mit dem Bachprojekt können diese dann im Detail beurteilt und die oben erwähnte Grundsatzmassnahme auf ihre Notwendigkeit und Funktionsfähigkeit geprüft werden. Diese Massnahme wird im Rahmen des Ausführungsprojekts vorgenommen.

6 Variantenstudium

6.1 Allgemein

Für den Ausbau des Brendenbachs wurden zwei Varianten untersucht:

- **Variante 1:** Hochwassersicherer Ausbau (lokale Massnahmen)
- **Variante 2:** Vollausbau

6.2 Variante 1

Die Analyse des Ist-Zustandes hat ergeben, dass drei Bereiche die Dimensionierungswassermenge nicht abzuleiten vermögen (siehe Kapitel 3.3). Dies bedeutet, dass durch lokale Massnahmen der Hochwasserschutz für den Brendenbach gewährleistet werden kann. In folgenden Bereichen sind Massnahmen notwendig:

- **Einlaufbereich Durchlass Frauenhofplatz**
Vor dem Durchlass Frauenhofplatz vermag der Brendenbach ein HQ_{Dim} nicht abzuleiten. Bereits beim HQ_{30} fliesst das Wasser über die Ufermauern. Zusätzlich ist die Verklausungswahrscheinlichkeit beim Einlauf in den Durchlass mit 75% (HQ_{Dim} und HQ_{30}) zu hoch. Somit muss der Einlauf und der Bereich vor dem Durchlass ausgebaut werden.
- **Brücke Mühlackerweg**
Die Brücke Mühlackerweg ist zu klein und vermag ein HQ_{Dim} nicht abzuleiten. Bereits bei einem HQ_{30} ist kein Freispiegelabfluss mehr möglich. Es ist eine neue Brücke notwendig.
- **Brücke Halden**
Die Brücke Halden ist zu klein und vermag ein HQ_{Dim} nicht abzuleiten. Bereits bei einem HQ_{30} ist kein Freispiegelabfluss mehr möglich und das Wasser tritt über die Ufermauern. Es ist eine neue Brücke notwendig.

Diese Variante hat folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile:	Nachteile:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hochwasserschutz mit minimalen Massnahmen ▪ Geringe Investitionskosten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Aufwertung hinsichtlich Ökologie, Fischdurchgängigkeit etc. ▪ Unterschiedliche Nutzungsdauer Kunstbauwerke

Tab. 3: Vor- und Nachteile Variante 1

6.3 Variante 2

Bezüglich Lebensdauer der Kunstbauwerke sowie hinsichtlich Ökologie und Längsvernetzung ist es mittelfristig anzustreben, die Abstürze im Brendenbach zu eliminieren. Dazu ist ein Vollausbau des Brendenbachs notwendig. Um die Abstürze zu eliminieren sind Steilrampen mit flachen Zwischenstücken notwendig.

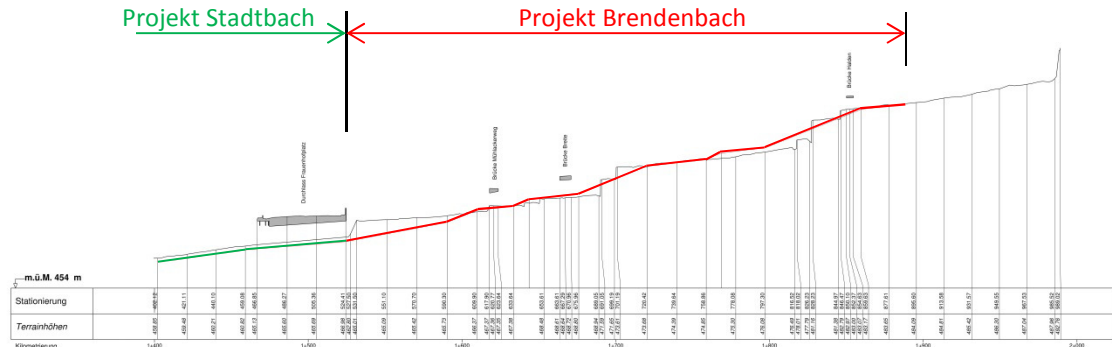


Abb. 11: Sohlenlage Variante 2

Diese Variante hat folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile:	Nachteile:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzungsdauer Gesamtbauwerk ca. 100 Jahre ▪ Massgebliche Aufwertung hinsichtlich Ökologie, Längsvernetzung und Fischdurchgängigkeit ▪ Nachhaltiger Hochwasserschutz für den gesamten Abschnitt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Investitionskosten

Tab. 4: Vor- und Nachteile Variante 2

6.4 Variantenentscheid

Zusammen mit Vertretern der Stadt Altstätten und des Tiefbauamtes des Kantons St.Gallen, Abteilung Gewässer, Sektion Wasserbau wurde beschlossen, die Variante 1 weiter zu verfolgen. Die Variante 1 soll jedoch so konzipiert werden, dass zu einem späteren Zeitpunkt die Variante 2 ohne Mehraufwand realisiert werden kann. So sollen Brückenwiderlager so dimensioniert sein, dass eine spätere Sohlenabsenkung möglich ist. Zusätzlich sollen auf dem gesamten Abschnitt Begleitmassnahmen (Ertüchtigungen) vorgenommen werden.

7 Abflussberechnungen Variante 1

7.1 Wasserspiegel / Energielinie

7.1.1 HQ_{100} (= HQ_{Dim})

Die berechnete Wasserspiegellage liegt bei einem HQ_{Dim} auf der ganzen Strecke unterhalb der Böschungsoberkante. Die Kote der Energielinie liegt im offenen Bachlauf mehrheitlich oberhalb der Böschungsoberkante. Im Bereich von Brücken liegt die Energielinie über der Brückenunterkante.

7.1.2 HQ_{300}

Die berechnete Wasserspiegellage liegt bei einem HQ_{300} auf der ganzen Strecke mehrheitlich unterhalb der Böschungsoberkante. Im Bereich von km 1+720.415 und 1+778.079 fliesst das Wasser über die Böschungsoberkante. Der Einlauf in den Durchlass Frauenhofplatz wird bei einem HQ_{300} zuschlagen. Der Wasserspiegel bleibt jedoch unterhalb der Ufermauern. Die Kote der Energielinie liegt auf der ganzen Strecke oberhalb der Böschungsoberkante.

7.2 Abflussberechnung 2D-Modell

(siehe Fachbericht Wasserbau Plan Nr. 2.061-3.02b)

Die Abflussberechnungen im Programm HEC-RAS (1D-Modell) weisen gewisse Unsicherheiten auf. Um diesen Unsicherheiten entgegen zu wirken und eine vertiefte Untersuchung der Hydraulik vorzunehmen, wurde eine 2D-Modell Berechnung über den gesamten Abschnitt durchgeführt. Die Berechnung zeigt, dass die im Vorprojekt definierte Sohlenlage und Querprofile ausreichen, um das HQ_{Dim} abzuleiten. Der Wasserspiegel liegt generell etwas höher als in der HEC-RAS Berechnung. Die Energielinie liegt hingegen tiefer als in der HEC-RAS Berechnung. Bis zur Einmündung Luterbach wurde mit dem anschliessenden Stadtbachprojekt gerechnet. Im Durchlass Frauenhofplatz ist es sehr schwierig eine genaue Wasserspiegellage zu berechnen. Daher ist die angegebene Lage eher ungenau. Oberhalb der Brücke Mühlackerweg wurde mit dem Endausbau gerechnet. Jedoch wurde durchgehend eine Sohlenbreite von 4.50 m mit einem U-Profil angenommen. Es wird davon ausgegangen, dass die Böschungen so bepflanzt werden, dass sie für den relevanten Abfluss nicht berücksichtigt werden können.

7.3 Freibord bei Hochwasserschutzprojekten

Das notwendige Freibord wurde gemäss der Empfehlung der Kommission Hochwasserschutz „Wasser Energie Luft – 105. Jahrgang, 2013“ dimensioniert.

Freiborddefizite			
Station	erforderliches Freibord [m]	vorhandenes Freibord [m]	Bemerkung
1 + 524.413	1.50	1.30	Einlauf Durchlass Frauenhofplatz
1 + 551.102	0.50	2.20	
1 + 590.299	0.50	1.4	
1 + 623.638	1.50	1.00	Brücke Mühlackerweg
1 + 653.609	0.50	0.70	
1 + 670.962	1.50	1.10	Brücke Breite
1 + 720.415	0.50	0.60	
1 + 797.300	0.50	0.50	
1 + 846.474	0.50	1.65	
1 + 854.631	1.50	1.20	Brücke Halden
1 + 931.566	0.50	1.45	

Tab. 5: Freiborddefizite

Aus Tabelle 5 geht hervor, dass im offenen Bachlauf das Freibord bei allen Stationen eingehalten werden kann. Bei Brücken und Durchlässen kann das Freibord nicht eingehalten werden. Die genauen Berechnungsparameter sind im Anhang zu finden.

7.4 Rauigkeiten

Folgende Rauigkeitswerte wurden für die Modellierung verwendet:

Material	Strickler-Wert [$\text{m}^{1/3}/\text{s}$]
Beton (Ufermauer neu)	80
Natürliche Sohle	26
Natursteinmauer	60
Natürliche Böschungen	27

7.5 Fliessgeschwindigkeiten

Mit den gewählten Ausbauprofilen beträgt die Wassergeschwindigkeit im HEC-RAS Modell bei einem $HQ_{\text{Dim...}}$

- ... durchschnittlich: $v = 6.5 \text{ m/s}$
- ... maximal: $v = 9.8 \text{ m/s}$
- ... minimal: $v = 3.4 \text{ m/s}$

Die maximalen und minimalen Fliessgeschwindigkeiten treten beim Absturz bei km 1+826.229 auf. Auf den Abschnitten zwischen den Abstürzen liegt die Fliessgeschwindigkeit bei ca. 5 m/s.

In der 2D-Modell Berechnung liegen die Fliessgeschwindigkeiten bei ca. 4 bis 6 m/s (siehe Fachbericht Wasserbau Plan Nr. 2.061-3.02b).

7.6 Durchlass Frauenhofplatz

(Bestandteil Projekt Stadtbach)

Am Durchlass Frauenhofplatz wurden Zustandsaufnahmen durchgeführt, um einen vorgezogenen Variantenentscheid bezüglich Massnahmen fällen zu können (siehe Plan Nr. 2.061-0.02c).

Folgende Varianten wurden betrachtet:

- Variante 1: Sohlenabsenkung mit Bauwerksertüchtigung
- Variante 2: Sohlenabsenkung mit Neubau Durchlass
- Variante 3: best. Sohlenlage mit Bauwerksertüchtigung

Die Zustandsaufnahmen beim Durchlass Frauenhofplatz haben ergeben, dass eine Sohlenabsenkung von ca. 30-90 cm grundsätzlich möglich ist. Die bestehenden Fundamente sind ausreichend tief fundiert und vom Zustand her soweit in Ordnung. Bei der Ausführung der Absenkung sind die bestehenden Fundamente mit einer Verstärkung aus Beton zu versehen.

Aufgrund des Resultats der Zustandsaufnahmen wurde entschieden, im Rahmen des Projektes Ausbau Stadtbach die Variante 1 Sohlenabsenkung mit Bauwerksertüchtigungen weiter zu entwickeln.

Die Sohlenlage oberhalb des Durchlasses Frauenhofplatz wird so projektiert, dass eine spätere Sohlenabsenkung im Durchlass realisierbar ist.

7.7 Verklausung bei Brücken / Durchlässen

Die Berechnung der Verklausungsgefahr bei Brücken wurde gemäss den Weisungen des Tiefbauamts des Kantons St.Gallen durchgeführt (siehe Dossier Abflussberechnungen Plan Nr. 2.061-3.16). Als Art des Gewässers wurde ein Seitengerinne gewählt. Im Allgemeinen ist die Gefahr von Verklausungen im überbauten Gebiet naturgemäss eher gering. Die Verklausung wurde bei allen Brücken ermittelt. Als Dimensionierungswassermenge wurde ein HQ_{100} ($=HQ_{Dim}$) zugrunde gelegt. Der Querschnitt wurde so konzipiert, dass die Verklausungswahrscheinlichkeit auf ein Minimum reduziert werden kann. Als Grundlage für die Verklausungswahrscheinlichkeit wurde das HEC-RAS Modell verwendet. Gemäss hydraulischen Berechnungen sind folgende Verklausungswahrscheinlichkeiten (ohne Reduktion) bei den Brücken gegeben:

Brücke / Durchlass	Verklausungswahrscheinlichkeit (ohne Reduktion)		
	HQ_{30}	HQ_{100} ($=HQ_{Dim}$)	HQ_{300}
Einlauf Durchlass Frauenhofplatz	25	50	75
Mühlackerweg	25	50	50
Breite	25	50	50
Halden	0	25	50

Tab. 6: Verklausungswahrscheinlichkeiten Brendenbach ohne Reduktion

Mit dem 2D Modell werden beim HQ_{Dim} tiefere Geschwindigkeiten und höhere Wasserspiegel erreicht. Mit diesen Werten verbessert sich die Verklausungskennziffer leicht. Jedoch liegt die Verklausungswahrscheinlichkeit nach wie vor beim Durchlass Frauenhofplatz, Mühlackerweg und Breite bei 50% resp. 25% bei der Brücke Halden. Das Schutzziel HQ_{100} kann mit den heutigen Verklausungskennziffern erreicht werden.

Die Stadt Altstätten plant oberhalb des Siedlungsgebiets den Geschieberückhalt Weidest zu realisieren. Damit wird zu einem späteren Zeitpunkt ein zusätzlicher Rückhalteraum für Treibgut realisiert. Es ist zu erwarten, dass sich dieses Bauwerk und die bereits bestehenden Geschieberückhaltebauwerke dann-zumal günstig auf die Verklausungsgefahr auswirken.

7.8 Überlastfall (ca. EHQ)

Bis zum Erreichen der Uferlinien vermag der ausgebaute Brendenbach im Bereich des Auflageprojektes ohne Freibord ein HQ_{300} abzuleiten. Darüber hinaus vermag das gewählte Ausbauprofil die Wassermengen des EHQ nicht mehr abzuleiten. Diese Wassermengen entladen sich über die entsprechenden Strassen oder Vorgärten. Mittels Sandsäcken oder gleichwertigen Mittel muss das Wasser zum Übertreten gehindert werden, so dass keine Gebäude überflutet werden.

Zur Ableitung eines EHQ auf die gesamte Sanierungsstrecke wären wesentliche Profilerweiterungen, auch im Bereich aller Brücken und Durchlässe erforderlich. Dies wäre technisch machbar, würde aber zusätzliche Investitionen, die die Millionengrenze übersteigen, erfordern. Es ist mit einem sehr ungünstigen Verhältnis Kosten / Nutzen zu rechnen.

Wir empfehlen, die Problematik der Lenkung des Überlastfalls und seinen Auswirkungen sowie die Notfallplanung im Zusammenhang mit dem Projekt Ausbau Stadtbach gesamtheitlich zu betrachten.

7.9 Untersuchungen Geschiebehaushalt

(siehe Fachbericht Wasserbau Plan Nr. 2.061-3.02b)

Im Rahmen des Auflageprojekts wurden detailliertere Untersuchungen des Geschiebehaushalts vorgenommen. Die Ergebnisse sind im Fachbericht Wasserbau (Plan Nr. 2.061-3.02b) ersichtlich.

7.10 Bemessung Böschungs- und Sohlensicherungen

Die Schleppspannungen bzw. die Bestimmung eines Steinsatzes am Böschungsfuss erfolgt gemäss den Vorgaben des kantonalen Tiefbauamtes, Abteilung Gewässer. Bei natürlichen Böschungen ist auf der gesamten Strecke ein verdeckter Steinsatz erforderlich. Es wird davon ausgegangen, dass die bestehenden Steinsätze den Anforderungen genügen und nicht ersetzt werden müssen. Im Bereich der neuen Brücken sind keine Böschungssicherungen nötig, da Ufermauern realisiert werden.

Die Sohlensicherungen wurden analytisch berechnet. Die Berechnungen nach den verschiedenen Ansätzen (Jäggi, Bezzola, gepflasterte Sohle, Script A. Schiess u.a.) ergeben Blockgrössen zwischen 0.5 und 0.85 Tonnen im Brendenbach mit einem Sohlengefälle von $J_s = 3\%$. Die Ergebnisse aus den Berechnungen sind im Fachbericht Wasserbau (Plan Nr. 2.061-3.02b) ersichtlich. (Quelle: Herzog Ingenieure AG, Davos)

8 Beschrieb Auflageprojekt

8.1 Allgemeines

Das Auflageprojekt basiert auf Überlegungen über den hochwassersicheren Ausbau des Brendenbachs. Das Auflageprojekt definiert auch den Gewässerraum nach den Vorgaben des Gewässerschutzgesetzes.

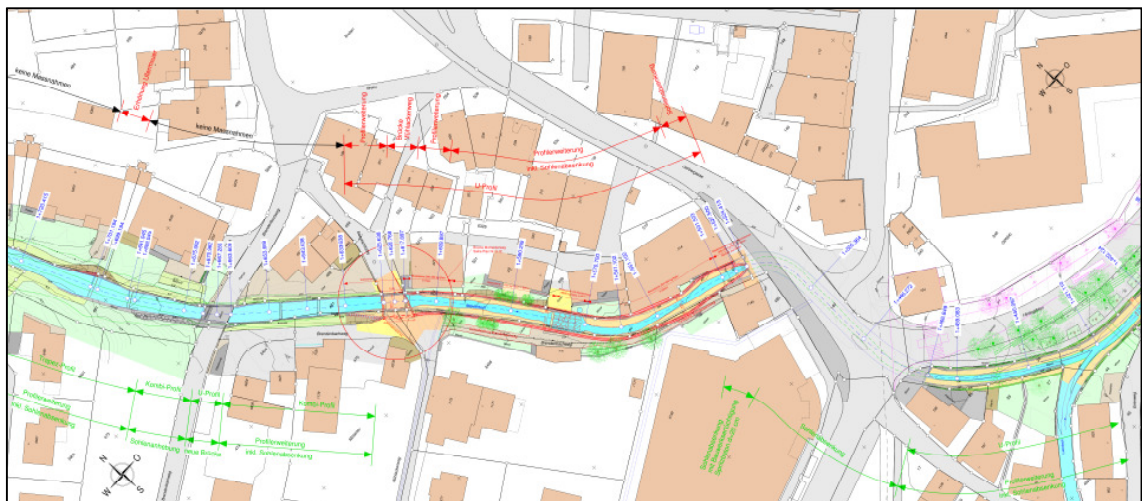


Abb. 12: Situation Teil 1

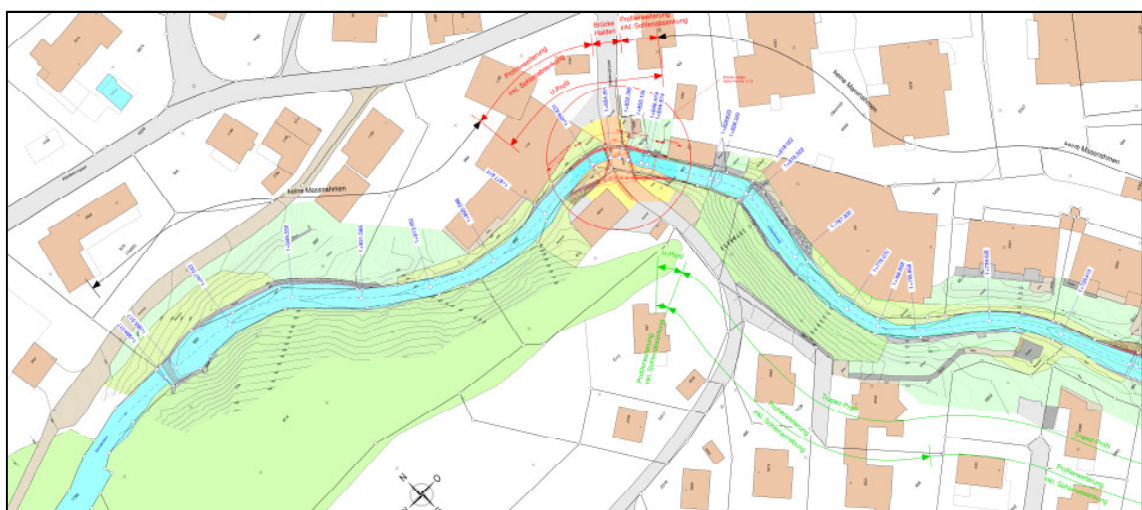


Abb. 13: Situation Teil 2

8.2 Situation

(siehe Plan Nr. 2.061-3.04a, 2.061-3.04b)

Abschnitt Durchlass Frauenhofplatz bis Mühlackerweg, Länge ca. 94m

Das Abflussprofil wird auf eine Sohlenbreite von heute ca. 3.50m auf bis zu 4.50m erweitert. Aufgrund der Platzverhältnisse sind beidseitig Ufermauern notwendig.

Brücke Mühlackerweg, Länge ca. 6m, Spannweite 5.2m

Das bestehende Abflussprofil unter dem Mühlackerweg vermag ein HQ_{Dim} nicht abzuleiten. Das Abflussprofil wird auf eine Sohlenbreite von heute ca. 3.50m auf 5.20m erweitert. Durch die Verbreiterung ist eine neue Brücke erforderlich.

Abschnitt Mühlackerweg bis Brücke Breite (Brendenbachweg), Länge ca. 40m

Der Abschnitt vermag ein HQ_{Dim} abzuleiten. Somit sind keine grossen Massnahmen erforderlich. Im Bereich vor der Brücke Mühlackerweg sind aufgrund der neuen Brücke Anpassungen erforderlich. Auf dem ganzen Abschnitt werden punktuelle Ertüchtigungen vorgenommen.

Brücke Breite, Länge ca. 7m, Spannweite ca. 5.0m

Das bestehende Abflussprofil unter dem Brendenbachweg vermag ein HQ_{Dim} abzuleiten. Es sind somit keine Massnahmen erforderlich.

Abschnitt Brücke Breite bis Brücke Halden, Länge ca. 180m

Der Abschnitt vermag mehrheitlich ein HQ_{Dim} abzuleiten. Im Bereich von km 1+701.194 fliesst das Wasser östlich über die bestehende Ufermauer. Diese Ufermauer ist zu erhöhen. Im Bereich der Brücke Halden sind aufgrund der neuen Brücke und der geplanten Sohlenabsenkung Anpassungen erforderlich. Auf dem ganzen Abschnitt werden punktuelle Ertüchtigungen vorgenommen.

Brücke Halden, Länge ca. 5m, Spannweite 7.5m

Das bestehende Abflussprofil unter der Haldenstrasse vermag ein HQ_{Dim} nicht abzuleiten. Das Abflussprofil wird auf eine Sohlenbreite von heute ca. 6.0m auf 7.50m erweitert. Durch die Verbreiterung und Absenkung der Sohle ist eine neue Brücke erforderlich.

Abschnitt Brücke Halden bis Kiesfang Obermüli, Länge ca. 290m

Der Abschnitt vermag ein HQ_{Dim} abzuleiten. Es sind somit keine Massnahmen erforderlich. Im Bereich der Brücke Halden sind aufgrund der neuen Brücke und der geplanten Sohlenabsenkung Anpassungen erforderlich.

8.3 Längenprofil

(siehe Plan Nr. 2.061-3.05)

Um ein HQ_{Dim} abzuleiten, ist beim Brendenbach Altstätten teilweise eine Sohlenabsenkung notwendig. Im Bereich Brücke Halden wird die Sohle ca. 30cm abgesenkt. Um den Einlaufbereich des Durchlass Frauenhofplatzes zu verbessern, muss die Rampe vor dem Durchlass entfernt werden. Dazu ist eine Sohlenabsenkung von bis zu 3.1m notwendig.

Abschnitt	Gefälle [‰]	max. Sohlenabsenkung [m]
1+524.413 bis 1+579.066	30.0	-3.1
1+579.066 bis 1+606.314	100.0	-1.9
1+606.314 bis 1+846.474	best.	0.0
1+844.974 bis 1+859.631	100.0	-1.1
1+859.631 bis 1+989.017	best.	0.0

Tab. 7: Übersicht Gefälle / Sohlenabsenkung

Für einen späteren Endausbau ist eine Sohlenanpassung von km 1+617.987 bis km 1+844.974 notwendig. Folgende Gefälle und Sohlenabsenkungen bzw. Sohlenaufschüttungen werden erreicht:

Abschnitt	Gefälle [‰]	max. Sohlenabsenkung [m]
1+617.897 bis 1+638.629	30.0	-0.6
1+638.629 bis 1+650.906	100.0	+0.6
1+650.906 bis 1+685.972	30.0	+0.5
1+685.972 bis 1+731.863	100.0	-2.6
1+731.863 bis 1+758.858	30.0	0.0
1+758.858 bis 1+768.858	100.0	+0.9
1+768.858 bis 1+797.300	30.0	+0.9
1+797.300 bis 1+844.974	100.0	-1.3

Tab. 8: Übersicht Gefälle/Sohlenabsenkung Endausbau

8.4 Querprofile

(siehe Plan Nr. 2.061-3.07a, 2.061-3.07b, 2.061-3.07c, 2.061-3.07d)

Zwischen dem Durchlass Frauenhofplatz und Brücke Mühlackerweg ist nicht genügend Platz vorhanden, um die Querprofile als Trapezprofile auszuführen. Daher werden sie in diesem Bereich als U-Profil ausgestaltet. Im Bereich der Brücken Mühlackerweg und Halden werden ebenfalls U-Profile geplant. Bereits bestehende Trapezprofile werden belassen. Alle Querprofile werden mit einer Niederwasserrinne erstellt.

8.5 Normalprofile

(siehe Plan Nr. 2.061-3.06)

8.5.1 Offener Bachlauf

<u>Abmessungen:</u>	Sohlentiefe:	Unterschiedlich, siehe Querprofile / Längenprofile
	Sohlenbreite:	Unterschiedlich, siehe Querprofile
	Niederwasserrinne:	siehe Querprofile
	Ufermauern:	Höhen: Unterschiedlich, siehe Querprofile Neigung: 10:1 Aushubmaterial, verdichtet, ME = 800 kg/cm ²
	Hinterfüllung:	
<u>Technisches:</u>	Sohlensicherung:	Siehe Fachbericht Wasserbau Plan Nr. 2.061-3.02b
	Unterfangung:	Ortsbeton gemäss Norm SN EN 206-1:2000: Beton Typ NPK C, evtl. rückverankert
	Ufermauern:	Ortsbeton gemäss Norm SN EN 206-1:2000: Beton Typ NPK C.

8.5.2 Brücken

<u>Abmessungen:</u>	Querschnitte:	siehe Kapitel 8.6 Kunstbauten
<u>Technisches:</u>	Material:	Ortsbeton gemäss Norm SN EN 206-1:2000: Beton Fundament: NPK C Beton Wände: NPK C Beton Brückenplatte: NPK F
	Sohlensicherung:	Siehe Bericht Sohlensicherung Plan Nr. 2.061-3.02b
	Hinterfüllung:	Aushubmaterial, verdichtet, ME = 800 kg/cm ²
	Beläge Fahrbahn:	Tragschicht: AC T 22 N, min. 7 cm Deckschicht: AC 8 N, min. 3 cm oder gemäss Normalien Tiefbauamt Kanton St.Gallen

8.6 Kunstbauten

8.6.1 Bestehende Kunstbauten

Die bestehenden Ufermauern sind in einem baulich guten Zustand. Zum Teil sind Fugen ausgespült und Steine herausgebrochen. Bei den Betonmauern sind teilweise Abplatzungen vorhanden. Die Sperrenbauwerke und Sohlswellen befinden sich ebenfalls in einem baulich ausreichenden Zustand. Die zu erwartende Lebensdauer beträgt 15-30 Jahre.



Abb. 14: Zustand Sperrenbauwerk



Abb. 15: Zustand Ufermauer (Betonmauer)



Abb. 16: Zustand Ufermauer (Natursteinmauer)



Abb. 17: Zustand Ufermauer (Bruchsteinmauer)

8.6.2 Projektierte Kunstbauten

Ufermauern

Die neuen Ufermauern haben ab OK Sohle eine durchschnittliche Höhe von ca. 3.5m. Im Bereich oberhalb des Durchlasses Frauenhofplatz kann die Ufermauer bis zu ca. 5.0m hoch sein. Die genauen Abmessungen der Ufermauern sind zurzeit noch offen und werden im Rahmen des Ausführungsprojekts definiert.

Brücken / Durchlässe

(siehe Plan Nr. 2.061-3.12, 2.061-3.13)

Brücke/Durchlass	Breite [m]	Spannweite [m]	Material
Mühlackerweg	6.5	5.2	Beton
Breite	7.0	ca. 5.0	Beton
Halden	5.0	7.5	Beton

Tab. 9: Übersicht Brücken/Durchlässe

Grau hinterlegte Brücken bleiben bestehen.

8.7 Begleitmassnahmen (Ertüchtigungen)

Im Bereich zwischen der Brücke Mühllackerweg und Brücke Breite sind punktuelle Ertüchtigungen notwendig. Im Rahmen des Ausführungsprojekts wird der Abschnitt untersucht und die Begleitmassnahmen festgelegt.

8.8 Werkleitungen

Es werden bestehende Werkleitungen tangiert. In Zusammenarbeit mit den jeweiligen Werken werden die Leitungen gesichert oder teilweise umgelegt.

8.9 Kanalisation

Es werden keine bestehenden Kanalisationsleitungen tangiert. Aufgrund von Profilverbreiterungen müssen diverse Meteorwassereinleitungen neu erstellt werden.

8.10 Bauablauf

Um die Ufermauern bauen zu können ist für die 1. Etappe eine Mauer im bestehenden Gewässer zu erstellen (gelb dargestellt). Somit kann das Wasser während dem Bauzustand einseitig geführt werden. Nachher ist es möglich, den Aushub vorzunehmen und die Ufermauern zu betonieren. Die Aushubböschungen müssen mit Bewehrungsmatten und Beton gesichert werden. Sobald die Ufermauer der 1. Etappe erstellt wurde, kann die provisorische Mauer abgebrochen werden und der gleiche Vorgang für die 2. Etappe wiederholt werden.

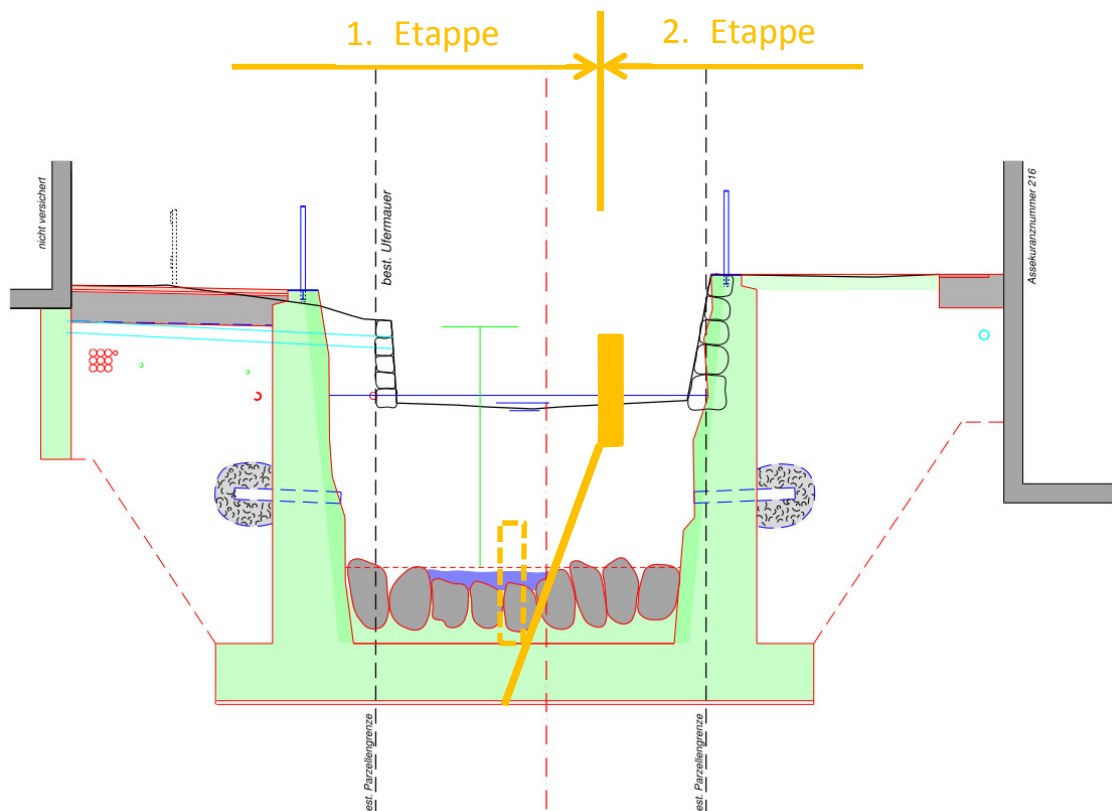


Abb. 18: Normalprofil Bauablauf

8.11 Ökologie / Bepflanzungen

Heutige Situation

Der Brendenbach ist zum Teil mit Ufermauern verbaut. Die natürlichen Böschungen mit teilweisen Ufersicherungen am Böschungsfuss sind zum grössten Teil mit Ufergehölz bestockt. Die Sohle ist vom Durchlass Frauenhofplatz bis zum Kiesfang Obermüli mehrheitlich natürlich ausgestaltet.



Abb. 19: Abschnitt mit natürlicher Böschung



Abb. 20: Abschnitt mit Ufermauern

Zukünftige Situation

Aufgrund des dicht besiedelten Gebiets und der Platzverhältnisse sind Ufermauern und eine Sohle aus Blocksteinen in Beton notwendig. Die Blocksteine werden so angeordnet, dass sich eine mäandrierende, „natürliche“ Niederwasserrinne einstellen kann. Somit werden verschiedene Tiefen- und Strömungsverhältnisse gefördert.

Zur Entwicklung von unterschiedlichen Bachlebensräumen werden wo möglich (oberhalb der Ufermauern) Böschungen und Übergangsbereiche mit standortheimischen Gehölzen bepflanzt und Saatgut lokaler Ökotypen angesät. Um die Durchlässigkeit für Klein- und Kriechtiere zu gewährleisten, sind in steil verbauten Bereichen Kleintierwege geplant. Der Ausbau des Brendenbachs verbessert durch die Eliminierung der Absturzbauwerke den Lebensraum für verschiedene Tiere und Pflanzen im Siedlungsgebiet und wertet ihn auf.

8.12 Natur- und Heimatschutz

Zwischen dem Durchlass Frauenhofplatz und Ende Parzelle Nr. 984 (Unterhalb Kiesfang Obermüli) bildet die östliche Bachseite die Grenze zum Ortsbilschutzgebiet OS A. Das heisst, der Brendenbach liegt ausserhalb des Ortsbilschutzgebiets. Unterhalb des Kiesfangs Obermüli ist ein Naturschutzgebiet rechtskräftig ausgeschieden. Entlang des Brendenbachs sind mehrere Schutzobjekte ausgeschieden. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Schutzobjekte:

Nr.	Schutzobjekt	Kürzel	Beschreibung	Parzelle
214	Kulturobjekt erhaltenswert	KO E	Wohn-/Geschäftshaus	214
211	Kulturobjekt Gebäude	KO G	Wohn-/Geschäftshaus „Klostermühle“	509
1195	Kulturobjekt Gebäude	KO G	Wohnhaus „Obermühle“	983
-	Biotop	BioT	-	978/983

Tab. 10: Übersicht Schutzobjekte entlang Brendenbach

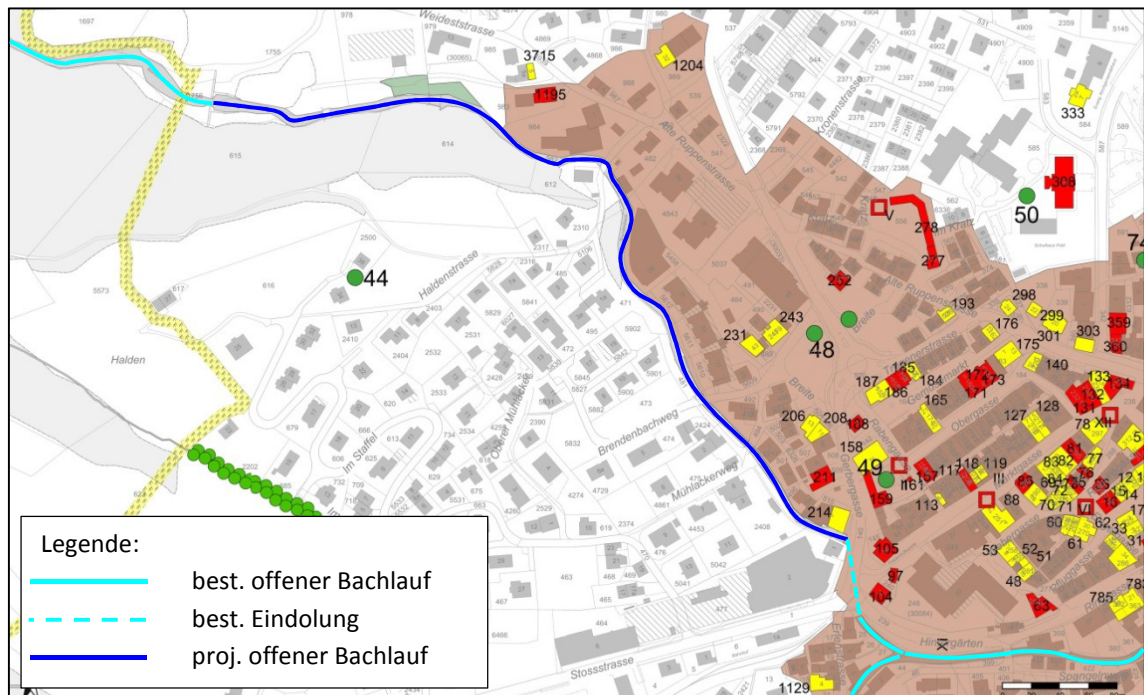


Abb. 21: Schutzverordnung, kommunale Darstellung (www.geoportal.ch)

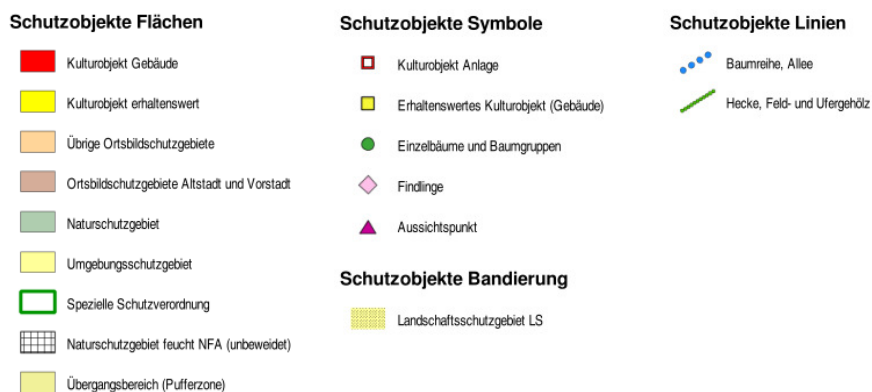


Abb. 22: Legende - Schutzverordnung, kommunale Darstellung (www.geoportal.ch)

Konflikte mit den geschützten Gebäuden und Naturschutzgebieten sind nicht zu erwarten. Die im Plan bezeichneten Naturschutzgebiete sind Lebensräume von besonders seltenen, schützenswerten Pflanzen- und Tiergemeinschaften. Sie umfassen Feuchtgebiete sowie Magerwiesen und Trockenstandorte. Sie sind in ihrem Umfang und in ihrer Beschaffenheit zu erhalten, zu pflegen, zu verbessern und sachgerecht zu nutzen. Massnahmen und Tätigkeiten, die dem Schutzzweck widersprechen oder den Bestand der Naturschutzgebiete gefährden können, sind untersagt. Hierunter fallen namentlich zum Beispiel:

- Das Erstellen von Bauten und Anlagen
- Veränderungen des Terrains durch Ablagerungen, Auffüllungen oder Abtragungen
- Aufforstungen und Beweidungen
- Die Vornahme von Entwässerungen und die Verbauung, Korrektur oder Eindolung von Gewässern

Es gilt die Schutzverordnung der Stadt Altstätten SG vom 11.06.1996.

8.15 Quellen / Grundwasserfassungen

Gemäss Gewässerschutzkarte ist in der Nähe des Brendenbach keine Grundwasserfassung bekannt.

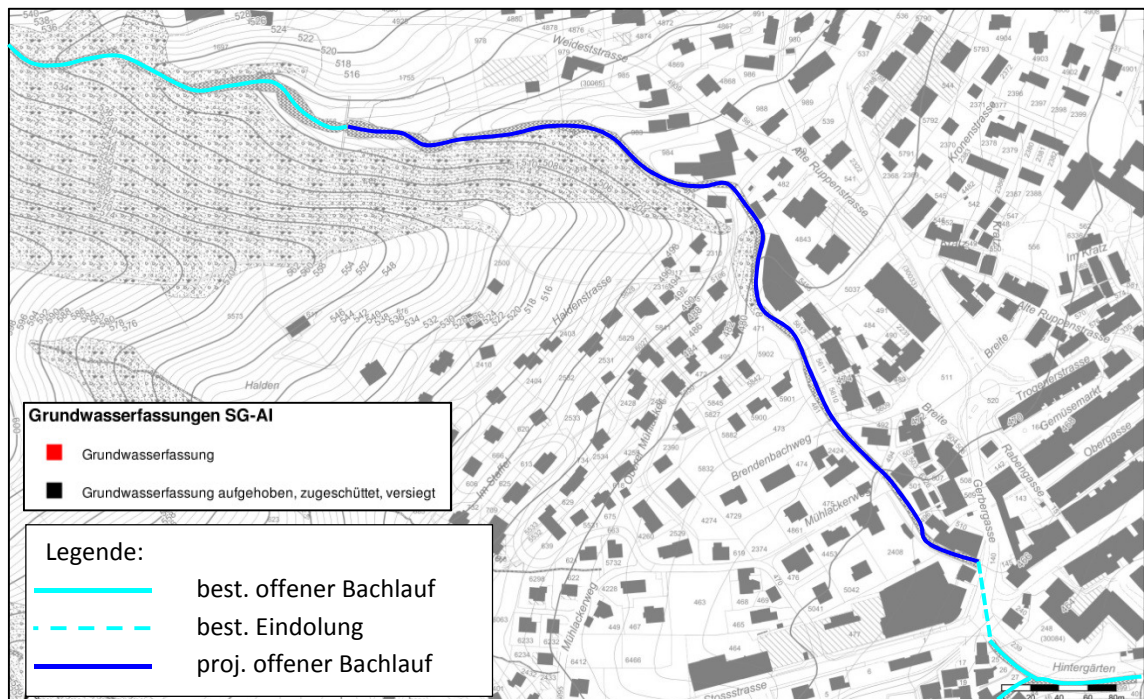


Abb. 24: Gewässerschutzkarte (www.geoportal.ch)

8.16 Fischerei / Kleintiere

Die Zielfischart beim Brendenbach ist die Bachforelle. Im Oberlauf des Brendenbachs gibt es aktuell ein kleiner Fischbestand (Bachforelle, Bestätigung durch Baustellenabfischung). Dieser wurden in den letzten Jahren aufgrund von Hochwasserereignissen und den damit verbundenen Baueingriffen sehr stark dezimiert. Er kann sich erst wieder erholen, wenn die Baueingriffe beendet sind und die Hochwassersituation sich wieder normalisiert. Dieser Fischbestand ist auch für den Brendenbach-Unterlauf sehr wichtig, da die Besiedelung von Fischen vom Oberlauf erfolgt (Passierbarkeit via Unterlauf nicht oder nur stark eingeschränkt möglich).

Aufgrund der Belastung braucht es im Brendenbach eine Sohlensicherung. Diese wird mit in Beton versetzten Steinen ausgeführt. Durch den Beton und die Steine kann sich das Wasser sehr schnell erwärmen, was sich negativ auf die Fische und aquatischen Tiere auswirkt. Mit einer Bepflanzung wird dafür gesorgt, dass sich genügend grosse Schattenflächen bilden können, damit der Problematik entgegen gewirkt werden kann. Die Steine werden so angeordnet, dass sich eine Niederwasserrinne mit Kies ausbilden kann. Ausserdem wird der äusserste Stein bei der Ufermauer höher versetzt, damit sich Fischunterstände ergeben. Der detaillierte Bepflanzungsplan wird im Rahmen des Ausführungsprojekts erstellt.

8.17 Wald

Waldfläche wird keine beansprucht.

8.18 Bau- und Unterhaltsperimeter

Ein Bau- und Unterhaltsperimeter wird nicht erstellt.

8.19 Unterhalts- und Pflegeplan

Der Unterhaltsplan für die verschiedenen Brücken gibt im Detail über die erforderlichen Massnahmen Auskunft. Dieser wird im Rahmen des Ausführungsprojekts erstellt.

8.20 Bepflanzungsplan

Der Bepflanzungsplan gibt im Detail über die Pflanzarten und Anpflanzungsstandorte Auskunft. Dieser wird im Rahmen des Ausführungsprojekts erstellt.

9 Landbeanspruchung

(siehe Plan Nr. 2.061-3.08a, 2.061-3.08b, 2.061-3.08c)

Der Brendenbach bildet eine eigene Bachparzelle. Es ist jedoch nicht möglich mit dem Ausbau innerhalb der Bachparzelle zu bleiben. Insgesamt werden ca. 192 m² Land von Drittgrundstücken beansprucht. Etwa 1188 m² werden während der Bauzeit vorübergehend beansprucht. Die einzelnen Landerwerbsflächen sowie die vorübergehend beanspruchten Flächen sind dem Landerwerbsplan samt Verzeichnis zu entnehmen.

10 Gefahrenkarte nach Massnahmen

Zusammen mit dem Tiefbauamt des Kantons St.Gallen, Abteilung Gewässer, Sektion Wasserbau und Naturgefahren wurde entschieden, die Gefahrenkarte nach Massnahmen über das gesamte Bachsystem des Brendenbachs und des Stadtbachs (Endausbau) auszuarbeiten. Sobald die Massnahmen im Oberlauf des Brendenbachs und im Stadtbach definiert sind, wird die Gefahrenkarte nach Massnahmen ausgearbeitet.

11 Bewertung

Die Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der projektierten Massnahmen ergeben folgendes Bild:

Kriterium		Vorteil	Nachteil	Bemerkung
Wasserbauliche Aspekte				
1	Hochwasserschutz generell	X		- hohe Wirksamkeit
2	Festlegung Gewässerraum	X		
Landschaft / Ökologie				
3	Einfügung in Siedlung	X		- kleine ökologische Aufwertung - Landerwerb erforderlich
4	Ökologische Aufwertung		○	
5	Landerwerb		○	
Kosten				
6	Gesamtinvestitionskosten	X		- tiefe Gesamtinvestitionen

Tab. 11: Bewertung Hochwasserschutzprojekt

Die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen wird über das gesamte Bachsystem des Brendenbachs und des Stadtbachs (Endausbau) aufgezeigt. Sobald die Massnahmen im Oberlauf des Brendenbachs und im Stadtbach definiert/ausgearbeitet sind, wird dies mit dem Kostenwirksamkeits-Tool des Bundes Econome vorgenommen.

12 Bundesbeiträge

Aufgrund der Projektkosten von unter 5 Millionen Franken, handelt es sich nicht um ein Einzelprojekt, mit welchem keine Mehrleistungen beantragt werden können. Das Projekt wird über die Programmvereinbarung mit dem Bund abgerechnet.

13 Verfahrens- und Realisierungsprogramm

13.1 Verfahrensprogramm

Das Verfahrensprogramm richtet sich nach dem Wasserbaugesetz des Kantons St.Gallen und kann folgendermassen abgeschätzt werden:

Aktion	Zeitraum	Verantwortlich
Ablieferung Vorprojekt	November 2016	PV
Vorprüfung Vorprojekt durch Kanton	bis Januar 2017	K
Ablieferung Auflageprojekt	9. Juni 2017	PV
Vernehmlassung durch Kanton	Juni - August 2017	K
Ablieferung bereinigtes Auflageprojekt	November 2017	PV
Öffentliche Auflage	Januar 2018	S
Urnenabstimmung über Gesamtkredit	Februar 2018	S
Behandlung der Einsprachen	ab April 2018	S
Genehmigung	noch offen	K

Legende: K = Kanton, S = Stadt, PV = Projektverfasser

13.2 Anschluss Projekt Ausbau Stadtbach

Die Sohlenlage oberhalb des Durchlasses Frauenhofplatz wird so projektiert, dass der Anschluss an das Stadtbachprojekt möglich ist. Solange das Stadtbachprojekt noch nicht realisiert ist, wird sich vor dem Durchlass eine provisorische Sohlenlage einstellen.

14 Kosten

(siehe Plan Nr. 2.061-3.03)

Für den Kostenvoranschlag wurde ein detaillierter Massenauszug erstellt. Die Kostengenauigkeit beträgt +/- 10%. Die Mehrwertsteuer von 8% ist enthalten. Preisbasis 2017. Die nachfolgende Tabelle gibt den Überblick über die Gesamtkosten.

Los	Beschreibung	Station	Länge [m]	Kosten [CHF]
Los 29	Bach / U-Profil	1+524.413 bis 1+617.897	94	2'175'000
Los 30	Brücke Mühlackerweg	1+617.897 bis 1+623.638	-	235'000
Los 31	Bach / punktuelle Ertüchtigungen	1+623.638 bis 1+844.974	221	50'000
Los 32	Bach / U-Profil	1+844.974 bis 1+852.368	10	205'000
Los 33	Brücke Halden	1+852.368 bis 1+854.631	-	265'000
Los 34	Bach / U-Profil	1+854.631 bis 1+859.631	10	205'000

Total	3'135'000
--------------	------------------

Tab. 12: Kostenvoranschlag Brendenbach

Zurzeit herrschen im Baumarkt grosse Preisschwankungen, die im Kostenvoranschlag nicht berücksichtigt sind.

15 Schlussbetrachtungen

Die gewählte Lösung für den Ausbau des Brendenbachs in Altstätten, Abschnitt Durchlass Frauenhofplatz bis Kiesfang Obermüli, bietet Gewähr, dass der erforderliche Hochwasserschutz für Altstätten auf der ganzen Betrachtungslänge gewährleistet ist. Das Projekt berücksichtigt die allenfalls notwendigen Ausbauschritte zu einem späteren Zeitpunkt und bietet somit die Chance für einen ökologisch hochwertigeren Vollausbau.

Innerhalb des Siedlungsgebiets sind Hartverbauungen unumgänglich. Diese werden sich jedoch gut in das Siedlungsgebiet einfügen. Die geplante Sohlenabsenkung im Bereich vor dem Durchlass Frauenhofplatz wird die eigentliche Wasserführung leider etwas weniger stark in Erscheinung treten lassen als heute. Insgesamt erfüllt das Ausbauprojekt die Anforderungen an einen modernen und effizienten Hochwasserschutz innerhalb des Siedlungsgebietes.

Gossau, 30. November 2017

Projektverfasser

Brühwiler AG
Bauingenieure und Planer
Ilgenstrasse 7
9200 Gossau

Projektleiter

Markus Brühwiler

Projektverfasserin

Jasmine Lude

16 Anhang

Anhänge siehe Dossier Abflussberechnungen 2.061-3.16

- Hydraulische Berechnung HQ_{30} , HEC-RAS
- Hydraulische Berechnung HQ_{100} ($=HQ_{Dim}$), HEC-RAS
- Hydraulische Berechnung HQ_{300} , HEC-RAS
- Hydraulische Berechnung 2D-Modell HQ_{100} ($=HQ_{Dim}$)
- Beurteilung Verklauungsgefahr (Grundlage HEC-RAS Modell)
- Dimensionierung Freibord (Grundlage HEC-RAS Modell)
- Bemessung Böschungssicherung (Grundlage HEC-RAS Modell)