



Kanton St.Gallen



Stadt Gossau

Hochwasserschutz Bädlibach

Gossau

Routen-Nr. 20725, Abschnitt km 0.40 – km 0.70 gemäss GN10

Technischer Bericht

Genehmigungsvermerke

Vom Stadtrat Gossau erlassen am

öffentlich aufgelegt vom

bis

Stadtpräsident

Stadtschreiberin

.....

.....

Vom Bau- und Umweltsdepartement des Kantons St.Gallen genehmigt am.....

Ausfertigung für		Projekt Nr.		Plan Nr.	Beilage Nr.	
		05.129 (intern: 2176_001)			002	
Studie	Projektverfasser  Ingenias AG Umwelt, Wasser, Geologie Teufener Strasse 3 9000 St.Gallen T +41 71 227 30 00 www.ingenias.ch		Entw.	Gez.	Gepr.	Datum
Vorprojekt			Km		Ju	31.10.2022
Auflageprojekt						
Ausführungsprojekt						
Abschlussakten						
		Format	A4	m²		

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Grundlagen.....	4
3. Schutzdefizit und Schutzziel.....	4
4. Einzugsgebiet.....	6
5. Hydrologie	6
6. Hydraulik.....	7
6.1 Staukurvenberechnungen.....	7
6.2 Verklauungswahrscheinlichkeiten.....	8
6.3 Schleppspannungen	8
7. Geschiebe und Schwemmholz	9
8. Bauliche Massnahmen	10
8.1 Sohlenabsenkung (m 60 und m 144)	10
8.2 Krage mauer an der Brücke Tiefgaragenzufahrt (m 71)	11
8.3 Normalprofile.....	13
8.4 Schwemmholzrechen (m 145)	14
8.5 Massnahmen Oberflächenabfluss Buechenwald (m 165 bis m 195).....	15
8.6 Reprofilierung bestehendes Gerinne (m 23.5 bis m 60)	15
9. Gefahrensituation nach Massnahmen.....	16
10. Gewässerraum.....	17
11. Auswirkungen des Projekts	18
11.1 Grundwasser	18
11.2 Ökologie und Fischerei.....	18
11.3 Wald	18
11.4 Siedlung.....	19
11.5 Altlasten	19
11.6 Werkleitungen	19
11.7 Landerwerb.....	19
11.8 Drittprojekte	19
12. Kosten.....	20
12.1 Abgrenzung Strassenbauprojekt Alte Herisauerstrasse	20
12.2 Kostenvoranschlag.....	20
12.3 Wirtschaftlichkeit.....	20
12.4 Kostenteiler/Beitragsplan	21
13. Schlussbemerkungen und weiteres Vorgehen	22

Anhang

- Anhang 1 Berechnungsergebnisse HEC-RAS für HQ100**
- Anhang 2 Berechnungsergebnisse Verklauungswahrscheinlichkeit**
- Anhang 3 Berechnungsergebnisse Schleppspannungen**
- Anhang 4 Dimensionierung Schwemmholzrechen**
- Anhang 5 Fotodokumentation Ist-Zustand**
- Anhang 6 Kostenvoranschlag vom 31. März 2022**

Planbeilagen

<i>Plan-Nr.</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Datum</i>
P.001	Übersichtsplan 1:25'000	31.10.2022
P.002	Situation 1:200	31.10.2022
P.003	Längenprofil 1:200/40	31.10.2022
P.004	Querprofile 1:100	31.10.2022
P.005	Normalprofile 1:50	31.10.2022
P.006	Detailpläne 1:50	31.10.2022
P.007	Landerwerbsplan 1:200	31.10.2022
P.008	Bepflanzungsplan	31.10.2022

Versionsgeschichte

<i>Version</i>	<i>Datum</i>	<i>Autor</i>	<i>Änderung und Anlass</i>
v01	31.03.2022	Km	Auflageprojekt an Rechtsdienst AWE
v03	31.10.2022	Ju	Auflageprojekt definitiv

1. Einleitung

Die Stadt Gossau plant eine Neugestaltung ihrer Sportstätten und den Neubau eines Hallenbads im Gebiet Buechenwald (siehe Abbildung 1). Das Gebiet ist durch Hochwasser des Bädlibachs gefährdet. Auch eine der zukünftigen Zufahrten zu den Sportstätten via Alte Herisauerstrasse ist durch Hochwasser betroffen.

Ein von Meier und Partner erarbeitetes Hochwasserschutzkonzept und ein Vorprojekt haben ergeben, dass zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes im Gebiet ein Ausbau des Bädlibachs zwischen km 0.4 und km 0.7 notwendig ist. Nach Einarbeitung der Rückmeldungen aus der Vorprüfung ist das vorliegende Auflageprojekt entstanden.

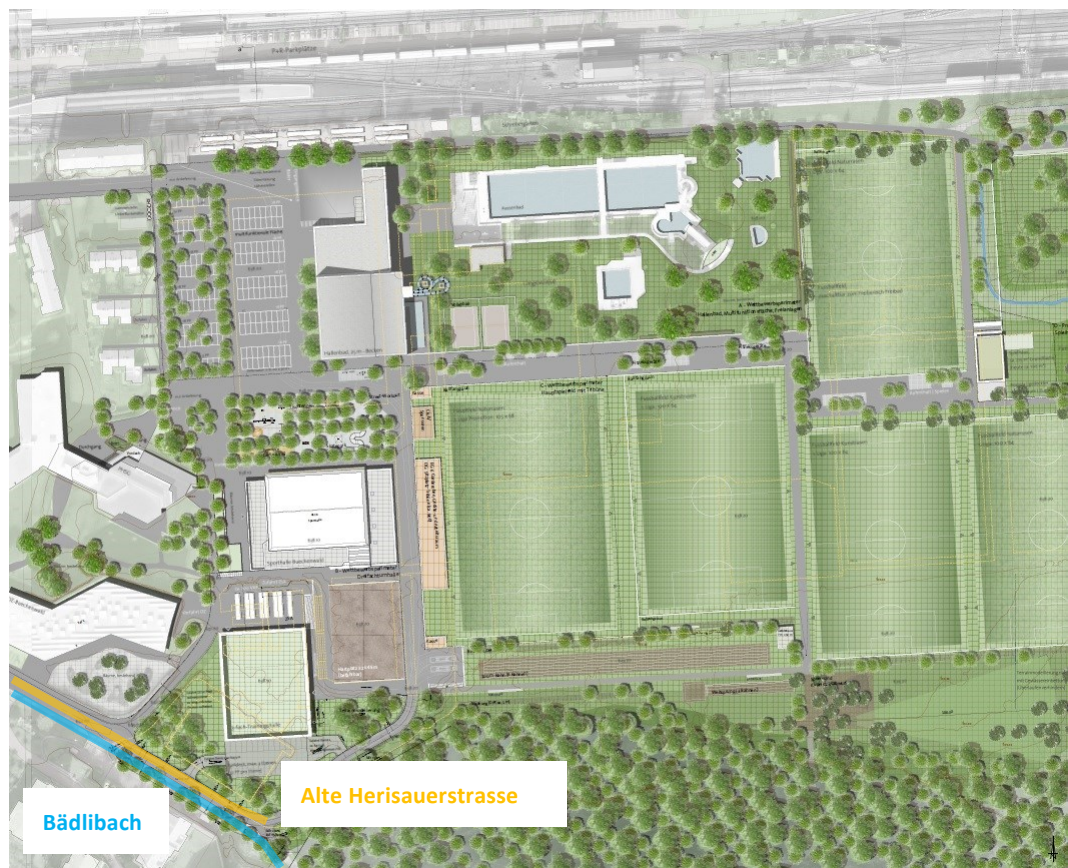


Abbildung 1: Visualisierung der Pläne für die neuen Sportstätten und das Hallenbad im Gebiet Buechenwald mit dem betroffenen Abschnitt des Bädlibachs am linken unteren Bildrand

2. Grundlagen

- [1] Naturgefahrenanalyse Kanton St. Gallen, Teilgebiete 4-9, IG Bart - Louis - Philipona & Brügger - Beffa Tognacca, Juni 2012
- [2] Sanierung Seminarstrasse, Bachdurchlass, Pläne des ausgeführten Bauwerks, GEOINFO AG, 09.02.2016
- [3] Begehung Projektgebiet durch Meier und Partner AG, 25. Januar 2022
- [4] Auszüge aus dem Geoportal des Kantons St. Gallen, geoportal.ch, März 2022
- [5] Höhenaufnahmen Bachsohle, Meier und Partner AG, 18. Februar 2020
- [6] Geschiebesammler Bädlibach, Ausführungsprojekt Wagner + Brühwiler AG, 9. Februar 2010
- [7] Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge, Merkblatt AWE St. Gallen, 1. Juli 2017
- [8] Sitzung Hochwasserschutzkonzept Bädlibach mit Hans-Peter Roters, Jakob Tobler (beide Stadt Gossau), Philipp Gyr, Marcel Amann (beide AWE SG) und David Jud, Meier und Partner AG vom 23. Juni 2020
- [9] Kurzbericht Punktuelle Gefahrenabklärung Oberflächenabfluss, Beurteilung der Einwirkungen Oberflächenabfluss auf die Sportplätze Buechenwald, Egli Engineering AG (im Auftrag des Hochbauamts Gossau), 12. Juli 2019
- [10] Sanierung Bädlibach bei Überbauung Geissberg in Gossau, Projektpläne Auflageprojekt, Niederegger Anton, dipl. Ing. HTL ETH SIA, 5. Januar 1987
- [11] Querprofilaufnahmen Bädlibach, GEOINFO AG, Januar 2015
- [12] Hydrologie Bauprojekt Wiesenbach West (Gew.-Nr. 20645), Städte Gossau und St. Gallen, Meier und Partner AG, November 2020
- [13] Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (HEC-RAS), Version 6.1
- [14] Hochwasserschutz Bädlibach, Technischer Bericht Vorprojekt, Meier und Partner AG, August 2020
- [15] Schwemmholtz in Fliessgewässern. Ein praxisorientiertes Forschungsprojekt (Umwelt-Wissen Nr. 1910), Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2019
- [16] Schwemmholtz, Probleme und Lösungsansätze, VAW Mitteilungen 188, D. Lange und G.R. Bezzola, 2006
- [17] Arbeitshilfe Gewässerraum im Kanton St. Gallen, AREG, Oktober 2021
- [18] Flussbauskript ETH, G.R. Bezzola, Fassung 2019
- [19] Hecken – richtig pflanzen und pflegen, AGRIDEA, 2015

3. Schutzdefizit und Schutzziel

Durch die Ausuferungen zwischen km 0.4 und 0.7 besteht im gesamten Gebiet zwischen Buechenwald und Bahnhof Gossau ein Schutzdefizit. Von den Überflutungen sind Schul- und Sportanlagen, Gleisanlagen der SBB sowie Wohngebäude betroffen. Es kommt bereits bei häufigen Ereignissen (HQ₃₀) zu grossflächigen Überflutungen des Gebiets durch den Bädlibach ([4], Gefahrenquelle 2366). In Abbildung 2 sind die Gefahrenkarte für die Gefahrenquelle Bädlibach sowie die Schwachstellen (Auslösestellen gemäss Gefahrenkarte) auf dem betrachteten Gewässerabschnitt zu sehen.

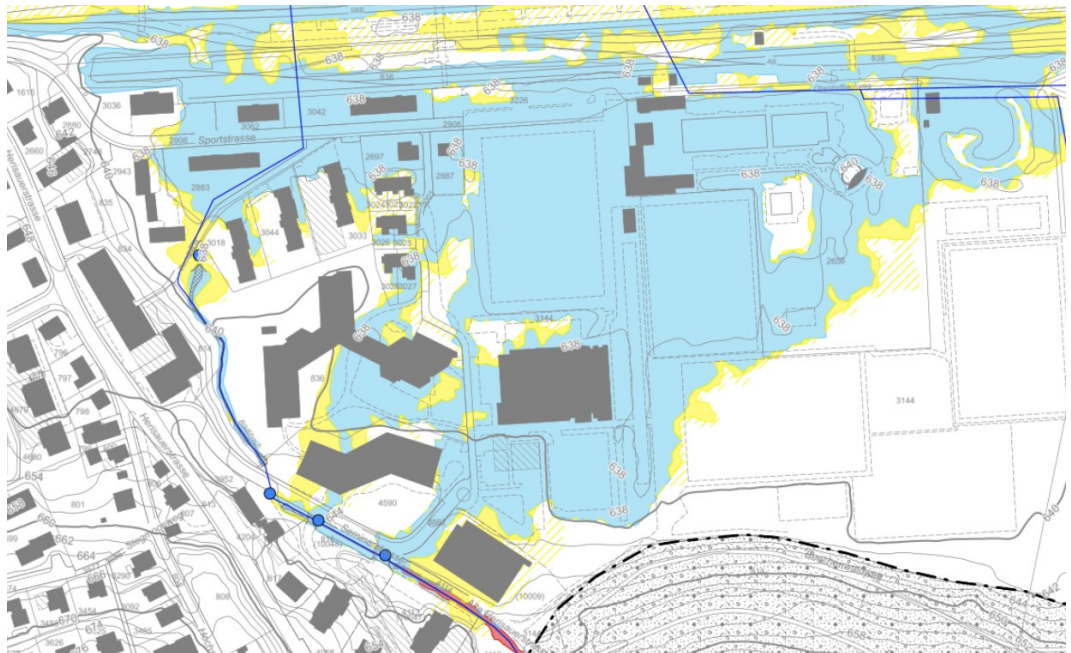


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte für die Gefahrenquelle Bädlibach und Auslösestellen (blaue Punkte)

Mit dem Ausbau des Bädlibachs innerhalb des Siedlungsgebietes von Gossau wird ein Schutzziel von einem 100-jährlichen Hochwasser angestrebt. Bezogen auf das Gerinne und die Gerinneübergänge auf dem Abschnitt hat das Schutzziel folgende Bedeutung:

- Ableitung des HQ_{100} mit Freibord nach Vorgaben AWE im Gerinne und bei Gewässerübergängen
- Reduktion der bestehenden Verklausungswahrscheinlichkeiten bei Gewässerübergängen

4. Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet des Bädlibachs bei km 0.7 weist eine Fläche von ca. 0.46 km² auf. Der untere Teil des Einzugsgebiets ist bewaldet, der Rest wird landwirtschaftlich genutzt oder ist besiedelt.

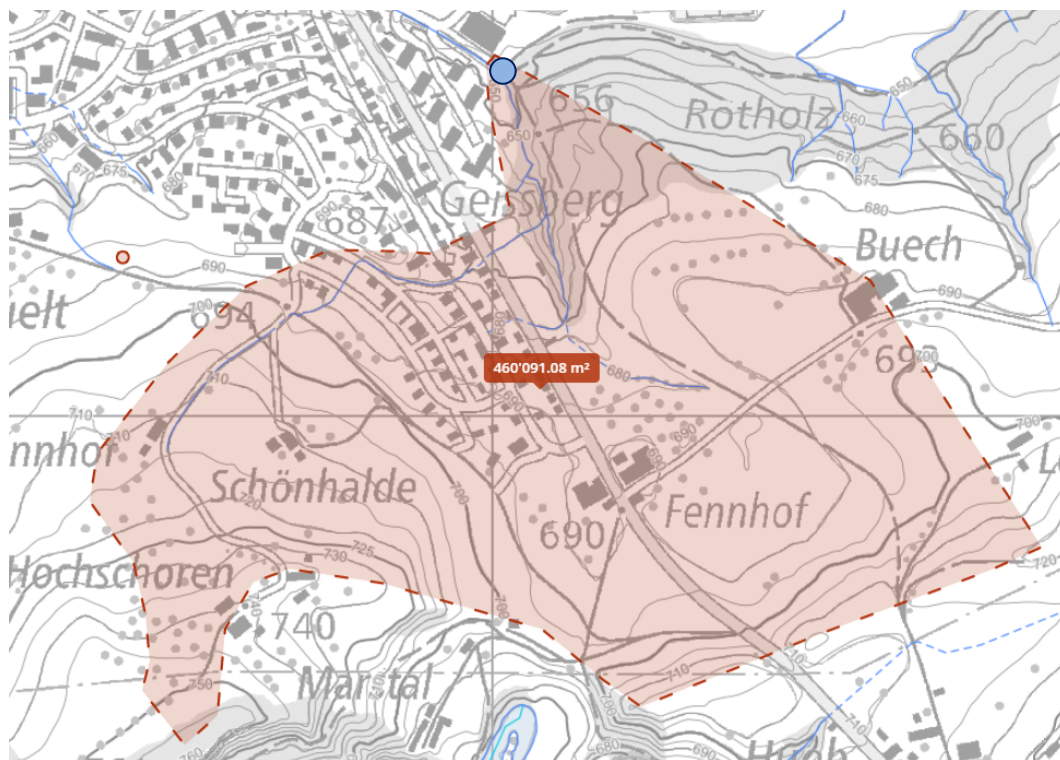


Abbildung 3: Einzugsgebiet des Bädlibachs und Hydropunkt (hellblauer Punkt)

5. Hydrologie

Beim Hydropunkt 900 (siehe Abbildung 3) werden in der aktuell gültigen Gefahrenkarte folgende Hochwasserabflüsse angegeben:

Tabelle 1: Hydrologie Gefahrenkarte [1]

	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
Hydropunkt 900 Bädlibach	4.8 m ³ /s	6.4 m ³ /s	8.3 m ³ /s	11.9 m ³ /s

Im ca. 3 km östlich liegenden Einzugsgebiet des Wiesenbachs wurden kürzlich ausführliche hydrologische Abschätzungen durchgeführt (siehe [12]). Der spezifische Hochwasserabfluss HQ₁₀₀ des Bädlibachs von 13.9 m³/s/km² ist nahe demjenigen am Wiesenbach (Berechnungspunkt 19) von 14.3 m³/s/km². Die Hydrologie des Bädlibachs aus der Gefahrenkarte erscheint uns deshalb plausibel. Es wird im Auflageprojekt auf dieser Grundlage gerechnet.

6. Hydraulik

6.1 Staukurvenberechnungen

Sowohl die Hydraulik des IST-Zustands wie auch die Hydraulik der projektierten Massnahmen wurde mit HEC-RAS [13] berechnet. Die Kilometrierung der Projektstrecke sowie der relevanten Bauwerke und Schwachstellen sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Projekt-Kilometrierung

Projekt-Metrierung	Kilometrierung GN10	Beschreibung
215	km 0.670	oberes Ende Projektstrecke
145	km 0.605	Beginn Schwemmholzrechen und Rückhalteraum
71	km 0.526	Beginn Brücke Tiefgaragenzufahrt
23	km 0.478	Beginn Brücke Geissbergweg
0	km 0.455	unteres Ende Projektstrecke, Einlauf in Durchlass Seminarstrasse

Die gewählten Rauigkeitsbeiwerte sind in Tabelle 3 ersichtlich, es wurde mit einem stationären Abfluss gerechnet.

Tabelle 3: verwendete Rauigkeitsbeiwerte im 1D HEC-RAS Modell

	Strickler Beiwert [m ^{1/3} /s]
Gerinne und Vorland	32
Im Bereich von Brücken	27
Weidenspreitlagen	25

Die Resultate der HEC-RAS-Berechnung mit Berücksichtigung der Sohlenabsenkung (Projekt) befinden sich im Plan Nr. 003, Längenprofil (WSP HQ₁₀₀) ersichtlich. Die vollständigen tabellarischen Resultate befinden sich in Anhang 1.

Ein Auszug aus den Berechnungstabellen der Projekthydraulik für das HQ₁₀₀ ist in Tabelle 4 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass mit den projektierten Massnahmen am Gerinne die Freibordanforderungen (f_{erf}) überall eingehalten werden können. Bei der Brücke Tiefgaragenzufahrt (m 71) wird mittels Krage mauer ein Aufstau erzielt, so dass das Wasser unter Druck unter der Brücke ablaufen kann und das Freibord ebenfalls eingehalten werden kann (siehe auch Beschreibung der Massnahmen in Kapitel 8.2).

Tabelle 4 Auszug aus den Berechnungstabellen der Projekthydraulik (F_{erf} = erforderliches Freibord nach Merkblatt AWE, F_{vorh} = vorhandenes Freibord, Differenz zwischen WSP-Lage und der jeweils tieferliegenden Böschungsoberkante)

Teil- strecke	Metrie- rung	Bemerkung	Sohle [m ü. M.]	Abflusstiefe [m]	Geschwin- digkeit [m/s]	F_{erf}	F_{vorh}
1	126.6	QP 3	644.11	0.66	3.4	0.50	0.62
2	106.4	QP 5	643.86	0.71	2.6	0.50	0.53
3	71.2	Brücke Tiefgaragenzufahrt	642.91	1.40	1.8	0.60	0.70
4	39.2	QP 8	642.26	1.25	1.8	0.50	0.63
5	23.50	Brücke Geissbergweg	641.92	1.43	1.6	0.57	0.64
6	10.7	QP 9	641.71	1.09	2.6	0.50	0.75
7	0	Durchlass Seminarstrasse	641.19	neuer Durchlass [2], keine hydraulische Betrachtung			

6.2 Verklauungswahrscheinlichkeiten

Die Tabelle 5 zeigt die berechneten Verklauungswahrscheinlichkeiten der Auslösestellen Brücke Tiefgaragenzufahrt, Brücke Geissbergweg und Durchlass Seminarstrasse.

Tabelle 5: Verklauungswahrscheinlichkeiten nach Ausführung Wasserbauprojekt Bädlibach

Schwachstelle	Verklauungswahrscheinlichkeiten					
	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ		
71.23	Brücke	Rechnerisch:	25%	50%	50%	75%
	Tiefgaragenzufahrt	Gutachterlich:	0%	25%	25%	50%
23.50	Brücke	Rechnerisch:	0%	0%	25%	50%
	Geissbergweg	Gutachterlich:	0%	0%	0%	25%
0	Durchlass	Rechnerisch:	0%	0%	0%	25%
	Seminarstrasse	Gutachterlich:	0%	0%	0%	0%

Die berechneten Verklauungswahrscheinlichkeiten (siehe Anhang 1) können gutachterlich um eine Stufe gegen unten angepasst werden, da oberwasserseitig der Bau eines Schwemmholzrechens mit günstiger Wirkung vorgesehen ist. Bei der Brücke Tiefgaragenzufahrt wird zudem die Möglichkeit eines Abflusses unter Druck geschaffen.

6.3 Schleppspannungen

Die Berechnungen der Schleppspannungen sowie die Dimensionierung der Sohlen- und Ufersicherung befindet sich in Anhang 3.

7. Geschiebe und Schwemmholz

Untersuchungen im Rahmen des Vorprojekts [14] haben ergeben, dass es in den letzten ca. 30 Jahren auf dem betrachteten Gewässerabschnitt nur zu unwesentlichen Änderungen der Sohlenlagen gekommen ist. Wir gehen davon aus, dass der bestehende Geschiebeablagerungsraum seinen Zweck erfüllt und Geschiebe wirksam zurückhält, das ansonsten zu Auflandungen vor den zahlreichen unterwasserseitigen Brücken und Durchlässen führen könnte. Begehungen der im Wald liegenden Gewässerabschnitte zeigen, dass durch zahlreiche kleine Uferanrisse und -rutschungen ein gewisses Geschiebepotenzial besteht. Der bestehende Geschiebesammler kann das anfallende Geschiebe jedoch zurückhalten, weshalb aus Sicht des Hochwasserschutzes kein Handlungsbedarf betreffend Geschiebe besteht.

Da der untere Teil des Einzugsgebiets bewaldet ist, ist bei Hochwasserereignissen mit Schwemmholz zu rechnen. Ein unter der Brücke Tiefgaragenzufahrt abgelagerter Teil eines Baumstamms (siehe Abbildung 4) belegt den Transport von Schwemmholz durch den Bädlibach eindrücklich.



Abbildung 4: abgelagertes Schwemmholz unter der Brücke Tiefgaragenzufahrt (Foto: M+P)

8. Bauliche Massnahmen

Die baulichen Massnahmen sind auf den Plänen Nr. P.002, P.003, P.004, P.005 und P.006 ersichtlich.

8.1 Sohlenabsenkung (m 60 und m 144)

Die Gewässersohle wird zwischen der Brücke Tiefgaragenzufahrt und dem bestehenden Geschiebesammler angepasst (siehe Längenprofil P.003). Nach dem Schwemmholzrechen entsteht eine kurze Beschleunigungsstrecke, um die Abflusskapazität zu steigern, der Absturz vor der Brücke (siehe Abbildung 5) wird entfernt.



Abbildung 5: heute vorhandener Absturz bei m 87 (Foto: M+P)

Die Tieferlegung der Sohle und die Erhöhung der Durchflusskapazität haben neu gestaltete Bachböschungen zur Folge. Die Böschungen weisen alternierende Böschungsneigungen von 1:3, resp. 2:3 auf. Zur Böschungssicherung und zur Schaffung von Lebensräumen für Fische und Amphibien sind am Übergang der Kieossohle zur Uferböschungen Weidenfaschinen geplant. Die bestehende Blockverbauung auf der linken Seite vor der Brücke Tiefgaragenzufahrt wird entfernt und es werden natürliche Uferböschungen angelegt (siehe Querprofile auf Plan P.004). Die Sohlensicherung wurde anhand von [18] erstellt. Durch den Einbau von Sohlenmaterial mit einem mittleren Korndurchmesser von 20 cm kann die Sohle im HQ₁₀₀ vor Erosion geschützt werden. Bei den Böschungen werden Schubspannungen bis 90 N/m² erwartet. Gut verwachsener Rasen stellt bei solchen Belastungen einen wirksamen Schutz vor Erosion dar. Eine Ausnahme bildet die Beschleunigungsstrecke (QP 2) nach dem Schwemmholzrechen, dort muss punktuell gröberes Material mit einem mittleren Korndurchmesser von 35 cm eingebaut werden, die Uferböschung kann mit einer Weidenspreitlage oder auch mit einem Blocksatz mit Steinen von 0.7 m (Blockmasse 0.5 t) geschützt werden.

Auf dem Projektabschnitt befinden sich zwei bestehende Einläufe von Regenwasserleitungen (m 57 und m 87). Diese werden gemäss Normalie 6501 des AWE Kanton St.Gallen dimensioniert.

8.2 Kragenmauer an der Brücke Tiefgaragenzufahrt (m 71)

Trotz Sohlenabsenkung bleibt an der Brücke Tiefgaragenzufahrt ein hydraulisches Defizit bestehen. Es ist deshalb vorgesehen, im Bereich vor der Brücke eine Kragenmauer zu erstellen, die einen Abfluss unter Druck ermöglicht (Visualisierung in Abbildung 6, siehe QP 7). Die Ufermauern werden oberwasserseitig bis zur Staukote gemäss HEC-RAS Modellierung erstellt. Dies erlaubt den Anstieg des Wasserspiegels (im Falle des HQ₃₀₀) bis zur Oberkante der Kragenmauer, und der Abfluss unter der Brücke gerät unter Druck. Im Fall von Geschiebeablagerung unter der Brücke nehmen durch die zusätzliche Energie Geschwindigkeit und somit Schleppkraft zu, wodurch der Querschnitt frei bleibt. Die Sohle wird im Bereich der Brücke (Ein- und Auslauf sowie unter der Brücke) mit Blöcken gesichert. Im Auslaufbereich wird ein Kolkbecken mit nachgelagertem Querriegel angeordnet.



Abbildung 6: geplante Kragenmauer (rot) bei der Brücke Zufahrt Tiefgarage

Die seitlichen Mauern werden mit bewehrten Winkelplatten erstellt, wobei die Dichtigkeit an den Stössen sichergestellt werden muss. An der Stirnseite wird das bestehende Gelände entfernt und eine Ortbetonmauer auf die bestehende Mauer aufgemauert.

Zur Bestimmung der Abflusskapazität in Relation zum Wasserspiegel bei der Brücke Tiefgaragenzufahrt wurde neben der HEC-RAS Modellierung zusätzlich eine HQ Beziehung erstellt (siehe Abbildung 7).

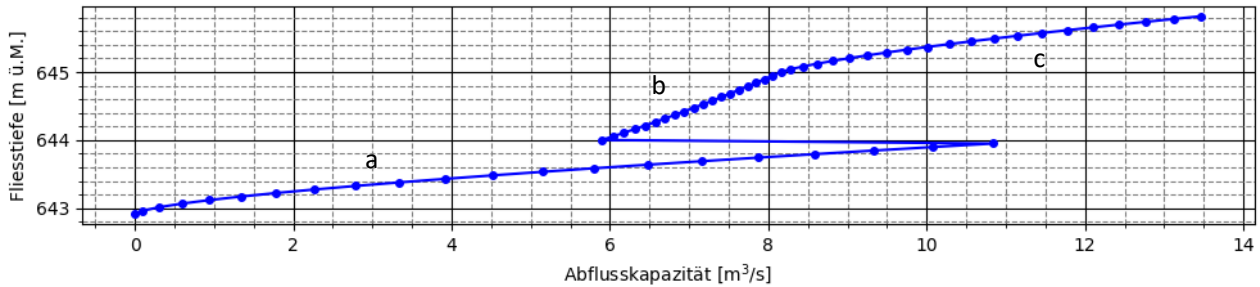


Abbildung 7: HQ Beziehung der Brücke Tiefgaragenzufahrt

Dabei sind drei Fliesszustände sichtbar: (a) beschreibt den Normalabfluss unter der Brücke. Dabei wird kein Zuschlagen des Querschnittes betrachtet, was im Hochwasserfall durch Wellenbildung und Geschiebetransport nicht realistisch erscheint und dadurch zu optimistischen Resultaten führt. Der Abschnitt (b) betrachtet deshalb ein möglicher Einstau und mit Schützenabfluss, wobei durch die zusätzlichen Einlaufverluste sowie Reibung an der Brückenuntersicht die Abflusskapazität deutlich reduziert wird. Die erzielten Resultate decken sich gut mit denjenigen der HEC-RAS Modellierung, wobei bei einem HQ₁₀₀ mit einem Abfluss von 6.4 m³/s eine Wasserspiegelkote von 644.2 m ü.M. vorgeschlagen wird (im Vergleich: HEC-RAS: 644.3 m ü.M.). Mit einem gemäss AWE einzuhaltenden Freibord von 0.6 m und einem Sicherheitszuschlag von 0.1 m wird die Oberkante der Kragenmauer auf 645.0 m bestimmt. Fall (c) deckt den Überlastfall, wobei durch die Überströmung der Mauer als Wehrüberfall die Abflusskapazität stark ansteigt. Dieser Fliesszustand wird ab 8.3 m³/s erreicht, womit ein HQ₃₀₀ noch bordvoll abgeführt werden kann.

8.3 Normalprofile

Die Ausgestaltung der Normalprofile ist auf dem Plan P.005 ersichtlich. Dabei wird über die gesamte Fließstrecke eine strukturierte Niederwasserrinne ausgebildet, wobei gemäss der Karte Niedrigwasserabflussmenge Q_{347} des Geoportals SG [4] auf der Projektstrecke mit einem Abflussspende von 2-5 l/s zu rechnen ist.

Die Arbeitshilfe Gewässerraum [17] sieht einen beidseitigen Uferstreifen ab der theoretischen Böschungsoberkante von 2 m vor. Nebst der Gewährleistung der Böschungstabilität stellt der begrünte Uferstreifen Raum für eine ausreichende und standorttypische Bestockung zur Verfügung. Aufgrund der Platzverhältnisse wird in Absprache mit dem AWE an der linksseitigen Böschung ein variabler Uferstreifen mit einer Breite von 1-2 m ausgeschieden. Im Gegenzug wird dafür die linksseitige Böschung des Abschnittes nach der Brücke Tiefgaragenzufahrt bis zur Brücke Geissbergweg mit einer standortgerechten Bepflanzung bestockt (siehe Massnahmenbeschreibung in Kapitel 8.6) und die Böschungsneigungen im Bestand werden leicht variiert (siehe Situationsplan P.002). Die genaue Pflanzliste kann dem Bepflanzungsplan (P.008) entnommen werden. Die Gehölze strukturieren die Uferlinie und tragen, abhängig von ihrem Standort im Flussprofil, massgeblich zur Beschattung der Gewässer bei. Somit wird einer Gewässeraufwärmung vorgebeugt und gewässertypische Nährstoffverhältnisse geschaffen. Die Artenliste orientiert sich dabei an standortgerechten und einheimischen Ufergehölz gemäss Normalie 3002 des AWE des Kantons St.Gallen und nimmt zusätzlich die Empfehlungen aus [19] auf.

Das Unterhaltskonzept (Beilage 012), welche die langfristige Pflege des Gewässerabschnitts regelt und damit die hydraulische Kapazität sowie den ökologischen Lebensraum sichert, wurde nach Rücksprache mit dem Tiefbauamt der Stadt Gossau ausgearbeitet.

8.4 Schwemmholzrechen (m 145)

Im Bereich des bestehenden Geschiebesammlers ist der Bau eines Grobrechens (V-Rechens) vorgesehen. Der Rechen wurde mit Hilfe der empirischen Formeln in [15] dimensioniert. Die Dimensionierung ist dem Anhang 4 zu entnehmen. Der Schwemmholzrechen weist folgende Kennwerte auf:

Form des Rechens	V-Rechen mit Spitze in Fliessrichtung (siehe Plan Nr. P.002 sowie P.006)
Anzahl Rechenstäbe	13 Stück
Stababstand	1.0 m
Aufstau infolge Verlegung des Rechens, gemessen ab OK beweglicher Sohle	1.6 m
Unterhalt des Schwemmholzrechens	über eine neue Zufahrtsrampe zum bestehenden Geschiebesammler

Die durchgängige Sohle im Bereich des Rechenfundamens wird mit geeignetem Flusskies mit einem mittleren Korndurchmesser von 12 cm erstellt. Im Hochwasserfall und bei Verlegung des Rechens wird eine Schleppspannung erreicht, die die Mobilisation dieses Geschiebes ermöglicht, womit zusätzlicher Abflussquerschnitt von 0.6 m Höhe geschaffen wird. Mit der geplanten Stabanordnung entsteht eine lichte Weite in Fliessrichtung zwischen den Stäben von 0.7 m. Gemäss [16] kann davon ausgegangen werden, dass Schwemmholz ab einer Länge von 1 m zurückgehalten wird. Dies hat ebenfalls vorteilhafte Auswirkungen auf die untenliegende Eindolung Bahnhofstrasse ausserhalb des Projektperimeters (Auslöse-ID 236614005 mit Durchmesser 1.5 m, gemäss [4]).

In den Uferbereichen beim neuen Schwemmholzrechen ist aufgrund des Aufstaus infolge Verlegung des Rechens eine Erhöhung notwendig, damit das geforderte Freibord eingehalten werden kann (Geländeanpassung gemäss Plan P. 002). Für die genaue Bemessung des Schwemmholzrechens ist auf die Detailpläne P. 006 verwiesen.

8.5 Massnahmen Oberflächenabfluss Buechenwald (m 165 bis m 195)

Das von der Buechenwaldstrasse und von der Alten Herisauerstrasse herkommende Oberflächenwasser soll im Bereich des bestehenden Geschiebesammlers in den Bädlibach geführt werden. Dazu sind Geländeangepassungen im Kreuzungsbereich notwendig (siehe Abbildung 8).

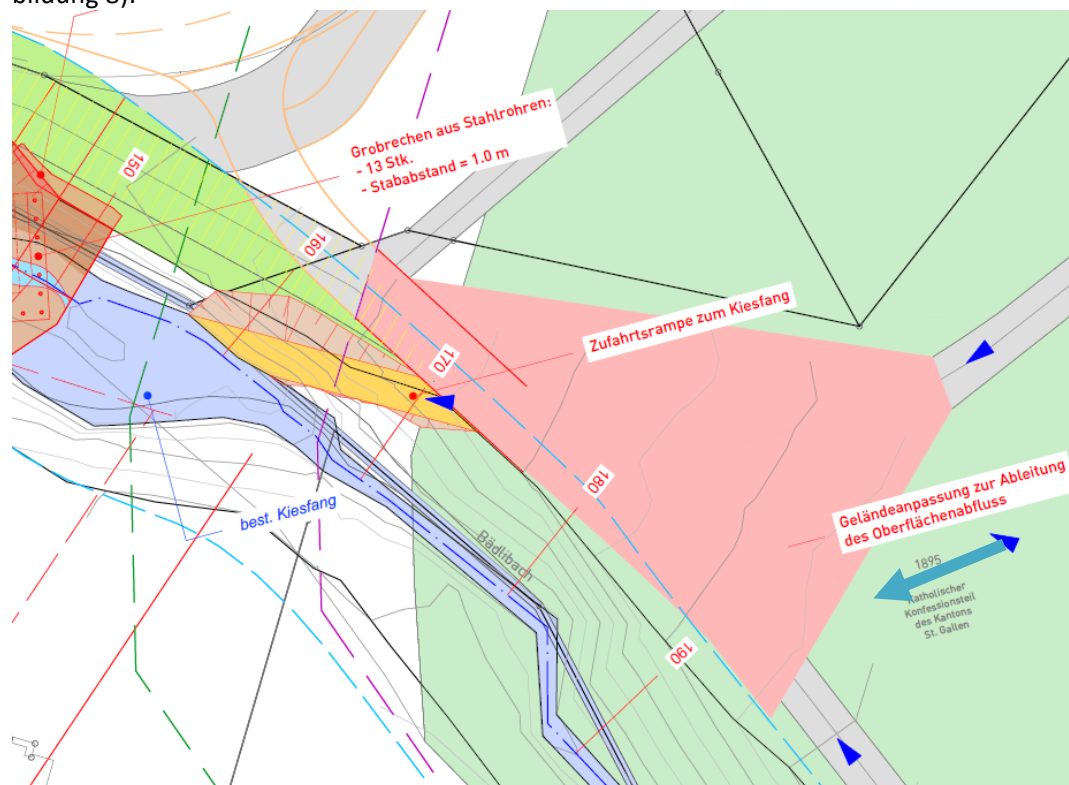


Abbildung 8: Auszug aus Situationsplan mit den geplanten Massnahmen zur Ableitung des Oberflächenabflusses

8.6 Reprofilierung bestehendes Gerinne (m 23.5 bis m 60)

Zwischen den beiden Brücken Tiefgaragenzufahrt und Geissbergweg hat sich über die Jahre eine Veränderung des zur Verfügung stehenden Gewässerprofils ergeben. Dies ist auf QP 8 ersichtlich. In diesem Bereich ist deshalb eine Reprofilierung der Böschungen geplant. Aufgrund der grossen Böschungsneigung ist eine Böschungssicherung mit Weidenspreitlagen geplant. Dadurch sollten sich in Zukunft erneute Veränderungen des Gewässerprofils verhindern lassen. Zusätzlich wird die südliche, linksseitige Böschung mit standorttypischen Ufergehölzen bestockt. Gemäss Bepflanzungsplan P. 008 sind zwei Hochstämme (z.B. Schwarzerle und Bruchweide) sowie eine Niederhecke vorgesehen.

9. Gefahrensituation nach Massnahmen

Auf dem betrachteten Gewässerabschnitt (km 0.4 bis km 0.7 gemäss GN10) kommt es nach Realisierung des Hochwasserschutzprojekts erst im Überlastfall ab einem Extremereignis (EHQ) zu Ausuferungen. Durch die Berücksichtigung der neuen Verklauungswahrscheinlichkeit der Brücke Tiefgaragenzufahrt (siehe Kapitel 6.2) von 25% beim 100-jährlichen Ereignisses reduziert die bisher von einer geringen und mittleren Gefährdung betroffenen Gebiete neu auf eine Restgefährdung. Die genaue Ausdehnung dieses Gebiets ist zum jetzigen Zeitpunkt (ohne 2D-Überflutungsmodellierung) nicht genau abgrenzbar, da ebenfalls Wasser von der Schwachstelle beim Einlauf in die Eindolung unter dem Bahnhof (Auslösestelle Nr. 236614005, blauer Punkt in Abbildung 9) in das Gebiet vordringt. Durch die korrekte Dimensionierung der Schutzbaute "Kragenmauer" (siehe Kapitel 8.2) bei der Tiefgarage kann auch bei Überlast ein gutmütiges Verhalten ausgewiesen werden (Entlastung durch Überströmung Oberkante Kragenmauer, kein kollapsartiges Versagen). In Abbildung 9 ist das voraussichtliche Gebiet, das von den Verbesserungen am Bädlibach profitiert, rot eingezeichnet.

Eine quantitative Abschätzung der Gefahrensituation nach Massnahmen wird im Rahmen der Wirkungsanalyse (Nachführung Gefahrenkarte) vorgenommen.



Abbildung 9: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte für die Gefahrenquelle 2366 Bädlibach. Rot eingezeichnet das Gebiet, welches nach Realisierung des Wasserbauprojekts voraussichtlich eine Restgefährdung aufweisen wird. Der blaue Punkt stellt die Schwachstelle bei der Eindolung unter dem Bahnhof dar.

10. Gewässerraum

Die Breite des Gewässerraums (B_{GR}) auf dem betrachteten Gewässerabschnitt nach Ausführung der baulichen Massnahmen am Gerinne (m 60 und m 160) wurde nach Vorgaben in [17] wie folgt bestimmt:

$$B_{GR} = 2.5 \times nSB + 7 \text{ m} = 12.6 \text{ m}$$

wobei:

$$nSB = \text{natürliche Sohlenbreite} = KF \times SB$$

$$KF = \text{Korrekturfaktor} = 1.5 \text{ (ingeschränkte Breitenvariabilität)}$$

$$SB = \text{Sohlenbreite} = 1.5 \text{ m}$$

Der technische Zugang (Teil des 12.6 m Gewässerraums) beträgt bei einer Böschungsneigung von 1:3 2 m oder bei einer Böschungsneigung von 1:2 3 m [17].

Es handelt sich dabei um einen minimalen Gewässerraum gemäss Gewässerschutzverordnung. Die grundeigentümerverbindliche Gewässerraumfestlegung wird im Rahmen eines Sondernutzungsplans der Stadt Gossau ausgearbeitet.

11.4 Siedlung

Das Wasserbauprojekt dient dem Schutz des Siedlungsgebiets vor Hochwasser. Es sind keine negativen Auswirkungen des Projekts auf die Siedlung und die Erholungsnutzung zu erwarten.

11.5 Altlasten

Durch das Vorhaben werden keine belasteten Standorte tangiert. Es sind auch keine Neophytenstandorte im Projektperimeter bekannt.

11.6 Werkleitungen

Vor der Brücke Tiefgaragenzufahrt queren folgende Werkleitungen den Bädlibach:

- Gas
- Schmutzabwasser (DN350)
- Elektrizität

Da in diesem Bereich die Sohle des Bachs leicht angehoben wird, sind keine Werkleitungsumlegungen notwendig. Insbesondere die Schmutzwasserleitung bei der Bachquerung (m 76.25, OK DN350 639.8 m ü.M., Bachsohle 643.05 m ü.M.) ist mit mehr als 3 m überdeckt, womit keine Anpassungen nötig sind. Die Schächte im Böschungsbereich müssen entsprechend angepasst werden.

11.7 Landerwerb

Die Grundstücke Nr. 4112 und 4113 auf der linken Seite des Bädlibachs gehören zwei Stockwerkeigentümerschaften. Die Grundstücke werden lediglich im Bereich des Bachprofils tangiert. Ein Landerwerb ist deshalb nicht notwendig. Das Grundstück Nr. 1895 (Wald), auf dem die Geländeanpassungen für den Oberflächenabfluss geplant sind, gehört dem Katholischen Konfessionsteil. Auch dort ist kein Erwerb vorgesehen. Die restlichen Grundstücke, die durch das Wasserbauprojekt tangiert werden, gehören der politischen Gemeinde Gossau. Der Landerwerbs- und Beanspruchungsplan ist als Beilage 010 ersichtlich.

11.8 Drittprojekte

Parallel zum vorliegenden Wasserbauprojekt wird ein Strassenbauprojekt für die Erschliessung der neu geplanten Sportanlagen Buechenwald ausgearbeitet. Die Projektierung des Wasserbaus und des Strassenbaus wurde koordiniert durchgeführt.

12. Kosten

12.1 Abgrenzung Strassenbauprojekt Alte Herisauerstrasse

Im vorliegenden Kostenvoranschlag wurden nur die Kosten berücksichtigt, die durch den Ausbau des Bädlibachs verursacht werden. Die Kosten für das Strassenbauprojekt wurden nicht berücksichtigt. Die Darstellungen in Abbildung 11 veranschaulichen diesen Sachverhalt.

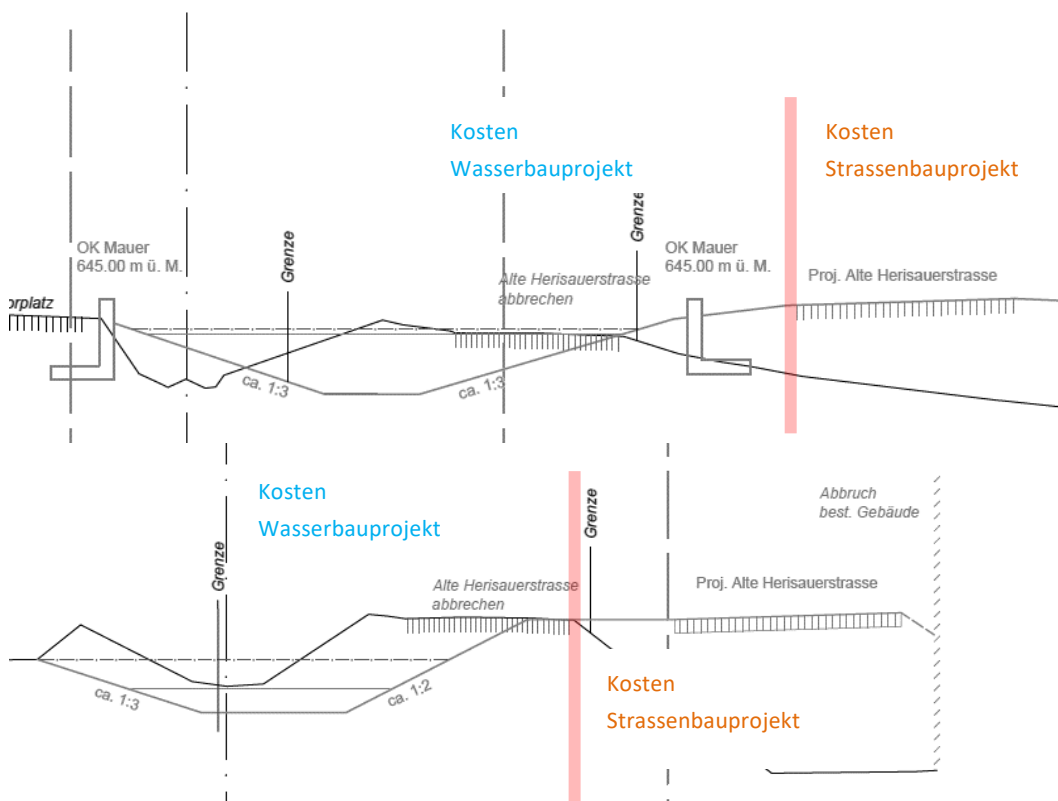


Abbildung 11: Kostenaufteilung Wasserbau- und Strassenbauprojekt

12.2 Kostenvoranschlag

Die Projektkosten betragen CHF 340'000.-. Eine detaillierte Zusammenstellung der Kosten ist in Anhang 6 zu finden.

12.3 Wirtschaftlichkeit

Die folgende Zusammenstellung enthält eine überschlägige Berechnung der Kostenwirksamkeit auf Grundlage der Annahmen bezüglich Gefahrensituation nach Massnahme (siehe Kapitel 9) und dem Kostenvoranschlag. Die Berechnungen wurden in Anlehnung an die Methodik von EconoMe 5 (Wirkung und Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren) durchgeführt.

Schadenpotenzial neue Sportanlagen (Gesamtinvestitionssumme gem. Masterplanung)	80'000'000.00
davon vom Hochwasser des Bädlibachs betroffen (pauschale Annahme: 50%)	40'000'000.00

RISIKO VOR MASSNAHMEN

		Schadenempfindlichkeit Sportanlage	Schadenausmass	Pj	Pj-Pj+1	Risiko
Szenario	Wiederkehrdauer	Annahme: schwache Intensität bei allen Szenarien, Überschwemmung statisch [-]	[CHF]	[-]	[-]	[CHF/a]
HQ30	30	0.1	4'000'000.00	0.0333	0.0233	93'333.33
HQ100	100	0.1	4'000'000.00	0.0100	0.0067	26'666.67
HQ300	300	0.1	4'000'000.00	0.0033	0.0023	9'333.33
EHQ	1000	0.1	4'000'000.00	0.0010	0.0010	4'000.00
Total						133'333.33

RISIKO NACH MASSNAHMEN

		Schadenempfindlichkeit Sportanlage	Schadenausmass	Pj	Pj-Pj+1	Risiko
Szenario	Wiederkehrdauer	Annahme: schwache Intensität bei allen Szenarien, Überschwemmung statisch [-]	[CHF]	[-]	[-]	[CHF/a]
HQ30	30	0.1	-	0.0333	0.0233	-
HQ100	100	0.1	-	0.0100	0.0067	-
HQ300	300	0.1	2'000'000.00	0.0033	0.0023	4'666.67
EHQ	1000	0.1	4'000'000.00	0.0010	0.0010	4'000.00
Total						8'666.67

Risikoreduktion	124'666.67
------------------------	-------------------

Annahme: Beim HQ30 und HQ100 entstehen keine Schäden mehr, beim HQ300 wird das Schadenausmass um 50% reduziert

Der Risikoreduktion (Nutzen) von CHF 120'000.- pro Jahr stehen Projektkosten von ca. CHF 11'200.- pro Jahr (Annahme Lebensdauer Schutzmassnahmen: 50 Jahre) gegenüber. Das ergibt ein N/K-Verhältnis von über 10, was eine sehr gute Kostenwirksamkeit bedeutet. Bei den obigen Betrachtungen sind Schäden an anderen Sachwerten (ausserhalb der Sportanlagen) nicht mitberücksichtigt.

12.4 Kostenteiler/Beitragsplan

Der Beitragsplan befindet sich in Beilage 004.

13. Schlussbemerkungen und weiteres Vorgehen

Nach der Auflage (November 2022) wird das Wasserbauprojekt zur Genehmigung dem Kanton St.Gallen eingereicht. Es ist vorgesehen, die Bauarbeiten im Verlauf des Jahrs 2023 auszuführen.

Mitarbeit: Manuel Keller

St. Gallen, 31.10.2022

--	--

David Jud

Georg Fässler

Anhang 1 Berechnungsergebnisse HEC-RAS für HQ100

HEC-RAS Plan: v0 River: Baedlibach Reach: 1 Profile: HQ100

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	215.777	6.40	648.44	649.32	649.33	649.63	0.022185	2.46	2.61	4.38	1.02
1	209.946	6.40	648.07	648.91	649.06	649.42	0.051282	3.17	2.02	4.27	1.47
1	209.824	6.40	648.00	648.84	649.01	649.41	0.056154	3.35	1.91	3.98	1.54
1	206.816	6.40	647.78	648.60	648.80	649.24	0.059154	3.53	1.81	3.67	1.60
1	202.267	6.40	647.55	648.42	648.57	648.94	0.055310	3.22	1.99	4.20	1.49
1	202.075	6.40	647.31	648.21	648.44	648.92	0.071404	3.74	1.71	3.60	1.73
1	197.774	6.40	647.51	648.35	648.43	648.73	0.032327	2.71	2.36	4.71	1.22
1	193.108	6.40	647.15	647.96	648.14	648.53	0.051025	3.33	1.92	3.80	1.50
1	188.319	6.40	646.85	647.70	647.87	648.27	0.055669	3.36	1.91	4.01	1.55
1	183.186	6.40	646.43	647.45	647.61	647.99	0.054346	3.25	1.97	4.14	1.50
1	172.306	6.40	646.48	647.47	647.47	647.76	0.022138	2.38	2.69	4.80	1.01
1	168.597	6.40	646.41	647.17	647.31	647.62	0.048352	2.98	2.15	4.94	1.44
1	167.088	6.40	646.05	646.67	646.94	647.49	0.085524	3.99	1.60	3.56	1.90
1	164.865	6.40	645.54	646.02	646.35	647.19	0.158710	4.80	1.33	3.74	2.56
1	164.196	6.40	645.36	645.93	646.25	647.08	0.141978	4.76	1.34	3.41	2.42
1	160.921	6.40	645.35	645.81	646.02	646.54	0.114988	3.80	1.69	5.36	2.16
1	159.251	6.40	645.16	645.67	645.86	646.34	0.111310	3.63	1.76	5.86	2.12
1	157.006	6.40	645.22	646.15	645.80	646.21	0.003411	1.11	5.74	7.93	0.42
1	153.131	6.40	644.91	646.17		646.19	0.000901	0.66	9.64	10.90	0.23
1	151.945	6.40	644.98	646.15		646.19	0.001312	0.80	8.01	8.88	0.27
1	149.781	6.40	645.14	646.14		646.18	0.001717	0.87	7.37	8.92	0.31
1	147.932	6.40	645.06	646.14		646.18	0.001236	0.93	6.88	8.66	0.33
1	144.093	6.40	645.08	645.88	645.88	646.15	0.012932	2.30	2.78	5.22	1.01
1	135.583	6.40	644.45	644.90	645.18	645.85	0.076681	4.33	1.48	4.14	2.31
1	126.786	6.40	644.11	644.86	644.99	645.35	0.026418	3.13	2.04	3.74	1.35
1	114.857	6.40	644.09	644.79	644.81	645.06	0.014619	2.29	2.80	5.98	1.07
1	106.546	6.40	643.86	644.60	644.64	644.93	0.016122	2.53	2.53	4.81	1.12
1	86.841	6.40	643.32	644.38	644.06	644.45	0.002660	1.20	5.34	8.41	0.48
1	86.543	6.40	643.32	644.36	644.09	644.45	0.003501	1.37	4.68	7.34	0.55
1	71.230	6.40	642.91	644.31	643.74	644.42	0.001502	1.43	4.47	8.37	0.40
1	71	Bridge									
1	60.843	6.40	642.65	643.89		644.00	0.004635	1.45	4.42	6.01	0.54
1	54.781	6.40	642.56	643.65	643.63	643.93	0.016593	2.37	2.70	4.44	0.97
1	51.114	6.40	642.47	643.56	643.56	643.86	0.017990	2.43	2.63	4.46	1.01
1	48.420	6.40	642.43	643.43	643.50	643.81	0.025282	2.74	2.34	4.27	1.18

HEC-RAS Plan: v0 River: Baedlibach Reach: 1 Profile: HQ100 (Continued)

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	39.165	6.40	642.26	643.48	643.27	643.66	0.009341	1.85	3.45	4.63	0.69
1	34.283	6.40	642.18	643.44	643.24	643.61	0.009780	1.83	3.50	4.82	0.68
1	28.460	6.40	642.13	643.33	643.20	643.54	0.012652	2.02	3.16	4.48	0.77
1	22.933	6.40	641.92	643.35	642.90	643.48	0.003674	1.58	4.05	5.67	0.47
1	22	Bridge									
1	16.233	6.40	642.07	643.18	643.05	643.41	0.013790	2.11	3.03	4.17	0.79
1	11.741	6.40	641.98	642.97	642.97	643.32	0.020537	2.61	2.45	3.59	1.01
1	3.870	6.40	641.71	642.54	642.68	643.07	0.041604	3.23	1.98	3.30	1.33
1	2.238	6.40	641.19	641.90	642.21	642.92	0.100451	4.47	1.43	2.85	2.02
1	1.526	6.40	641.23	641.84	642.14	642.84	0.101236	4.41	1.45	2.93	2.00
1	0.000	6.40	641.19	641.84	642.08	642.64	0.081180	3.95	1.62	3.35	1.81

Anhang 2 Berechnungsergebnisse Verklauungswahrscheinlichkeit

Verklauungswahrscheinlichkeit Brücke

Projekt Hochwasserschutz Bädlibach, Auflageprojekt
 Projekt-Nr. 2176_001
 Gewässerabschnitt Brücke Tiefgaragenzufahrt
 Charakter Seitengewässer
 Sachbearbeiter David Jud

Resultate

Szenarien	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	HQ _{EHQ}
Abflussmengen	4.80 m3/s	6.40 m3/s	8.30 m3/s	11.90 m3/s
Verklauungskennziffer	1.27	1.04	0.87	0.68
Verklauungswahrscheinlichkeit	25 %	50 %	50 %	75 %

lichter Einlaufquerschnitt des Hindernisses

UK Brücke	Sohle	Gesamthöhe	Höhe Böschung	Sohlenbreite	Breite Böschung	lichte Breite	verfügbarer QS	Bemerkungen
h_{uk} [müM.]	h_s [müM.]	h [m]	h_{pf} [m]	b_s [m]	b_b [m]	b_l [m]	A_v [m2]	[-]
643.93	642.91	1.02	0.44	1.42	3.50	3.50	3.11	

Gerinneprofil vor dem Hindernis

Sohlenbreite	Bö.neigung L	Bö.neigung R	Gerinneneigung	Strickler-Wert	Bemerkungen
b_s [m]	m:1 [-]	m:1 [-]	n [%]	kst [m ^{1/3} /s]	[-]
1.50	0.33	0.33	2.70	25.00	

Normalabflussberechnung (Strickler) vor dem Hindernis

Abflusshöhe	Abflussfläche	ben. Umfang	hydr. Radius	Fliessgeschw.	Geschw.keitsh.	Fläche $1/2*v^2/2g$	benötigter QS	Froude-Zahl	Abfluss	
h [m]	A [m2]	P [m]	R_{hy} [m]	v [m/s]	$v^2/(2*g)$ [m]	A_2 [m2]	$Atot$ [m2]	Fr [-]	Q [m3/s]	$Diff$ [m3/s]
1.00	1.83	3.61	0.51	2.62	0.35	0.61	2.45	0.83	4.80	0.00
1.20	2.28	4.03	0.57	2.81	0.40	0.70	2.98	0.82	6.40	0.00
1.41	2.78	4.47	0.62	2.99	0.46	0.80	3.57	0.80	8.30	0.00
1.76	3.66	5.21	0.70	3.25	0.54	0.94	4.60	0.78	11.90	0.00

Verklauungswahrscheinlichkeit Brücke

Projekt Hochwasserschutz Bädlibach, Auflageprojekt
 Projekt-Nr. 2176_001
 Gewässerabschnitt Brücke Geissbergweg
 Charakter Seitengewässer
 Sachbearbeiter David Jud

Resultate

Szenarien	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	HQ _{EHQ}
Abflussmengen	4.80 m ³ /s	6.40 m ³ /s	8.30 m ³ /s	11.90 m ³ /s
Verklauungskennziffer	1.87	1.52	1.27	0.98
Verklauungswahrscheinlichkeit	0 %	0 %	25 %	50 %

lichter Einlaufquerschnitt des Hindernisses

UK Brücke	Sohle	Gesamthöhe	Höhe Böschung	Sohlenbreite	Breite Böschung	lichte Breite	verfügbarer QS	Bemerkungen
h_{uk} [müM.]	h_s [müM.]	h [m]	h_{pr} [m]	b_s [m]	b_b [m]	b_l [m]	A_v [m ²]	[-]
643.37	642.04	1.33	0.00	4.00	4.00	3.65	4.85	

Gerinneprofil vor dem Hindernis

Sohlenbreite	Bö.neigung L	Bö.neigung R	Gerinneneigung	Strickler-Wert	Bemerkungen
b_s [m]	m:1 [-]	m:1 [-]	n [%]	k_{st} [m ^{1/3} /s]	[-]
0.95	1.23	1.03	1.90	0.019	25.00

Normalabflussberechnung (Strickler) vor dem Hindernis

Abflusshöhe	Abflussfläche	ben. Umfang	hydr. Radius	Fliessgeschw.	Geschw.keitsh.	Fläche $1/2*v^2/2g$	benötigter QS	Froude-Zahl	Abfluss
h [m]	A [m ²]	P [m]	R_{hy} [m]	v [m/s]	$v^2/(2*g)$ [m]	A_2 [m ²]	A_{tot} [m ²]	Fr [-]	Q [m ³ /s] Diff [m ³ /s]
1.01	2.13	4.02	0.53	2.26	0.26	0.47	2.60	0.72	4.80 0.00
1.16	2.64	4.47	0.59	2.43	0.30	0.55	3.19	0.72	6.40 0.00
1.32	3.21	4.92	0.65	2.59	0.34	0.62	3.83	0.72	8.30 0.00
1.55	4.20	5.64	0.74	2.83	0.41	0.75	4.95	0.73	11.90 0.00

Verklauungswahrscheinlichkeit Brücke

Projekt Hochwasserschutz Bädlibach, Auflageprojekt
 Projekt-Nr. 2176_001
 Gewässerabschnitt Brücke Seminarstrasse
 Charakter Seitengewässer
 Sachbearbeiter Manuel Keller

Resultate

Szenarien	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	HQ _{EHQ}
Abflussmengen	4.80 m3/s	6.40 m3/s	8.30 m3/s	11.90 m3/s
Verklauungskennziffer	2.84	2.32	1.93	1.50
Verklauungswahrscheinlichkeit	0 %	0 %	0 %	25 %

lichter Einlaufquerschnitt des Hindernisses

UK Brücke	Sohle	Gesamthöhe	Höhe Böschung	Sohlenbreite	Breite Böschung	lichte Breite	verfügbare QS	Bemerkungen
h_{uk} [müM.]	h_s [müM.]	h [m]	h_{pf} [m]	b_s [m]	b_b [m]	b_l [m]	A_v [m2]	[-]
642.76	640.69	2.07	0.00	4.00	4.00	3.50	7.24	

Gerinneprofil vor dem Hindernis

Sohlenbreite	Bö.neigung L	Bö.neigung R	Gerinneneigung	Strickler-Wert	Bemerkungen
b_s [m]	m:1 [-]	m:1 [-]	n [%]	kst [m ^{1/3} /s]	[-]
1.00	1.00	1.00	2.00	25.00	Aufweitung im Einlaufbereich

Normalabflussberechnung (Strickler) vor dem Hindernis

Abflusshöhe	Abflussfläche	ben. Umfang	hydr. Radius	Fliessgeschw.	Geschw.keitsh.	Fläche 1/2*v ² /2g	benötigter QS	Froude-Zahl	Abfluss	
h [m]	A [m2]	P [m]	R_{hy} [m]	v [m/s]	$v^2/(2*g)$ [m]	A_2 [m2]	A_{tot} [m2]	Fr [-]	Q [m3/s]	$Diff$ [m3/s]
1.02	2.07	3.89	0.53	2.32	0.27	0.48	2.55	0.73	4.80	0.00
1.18	2.57	4.33	0.59	2.49	0.32	0.55	3.12	0.73	6.40	0.00
1.34	3.12	4.78	0.65	2.66	0.36	0.63	3.75	0.74	8.30	0.00
1.58	4.09	5.48	0.75	2.91	0.43	0.76	4.84	0.74	11.90	0.00

Anhang 3 Berechnungsergebnisse Schleppspannungen

Schleppspannung / Dimensionierung Sohlen- und Ufersicherung (ohne Bemessung Blocksatz)

Projekt Auflageprojekt Bädlibach
 Projekt-Nr. 2176_001
 Gewässerabschnitt QP 3 - QP 9
 Sachbearbeiter Manuel Keller
 globaler Sicherheitsfaktor 1

Eingabewerte

Stationierung	Jährlichkeit	Abflussmenge	Längsgefälle	Sohlenbreite	Bö.neigung L	Bö.neigung R	in. Reib.winkel	Strickler-Wert	Abgrenzungskriterien	
[m]	[-]	[m ³ /s]	n [%]	[m]	m:1 [-]	m:1 [-]	ψ [°]	kst [m ¹ /3/s]	b/h [-]	h/d [-]
QP 3	100	6.40	3.5	1.85	1.50	2.00	33	32.00	2.91	2.55
QP 5	100	6.40	2.7	1.95	1.50	2.50	33	32.00	2.99	2.61
QP 6	100	6.40	2.7	1.70	3.00	3.00	33	32.00	2.71	3.14
QP 9	100	6.40	3.8	1.75	1.50	1.50	33	32.00	2.67	2.62

Normalabflussberechnung und Berechnung der vorhandenen Schubspannung

Abflusshöhe	Abflussfläche	ben. Umfang	hydr. Radius	Fliessgeschw.	Froude-Zahl	Abfluss		Schubspannung			
h [m]	A [m ²]	P [m]	R _{hy} [m]	v [m/s]	Fr [-]	Q [m ³ /s]	Diff [m ³ /s]	τ ₀ [N/m ²]	τ _{B,0} [N/m ²]	τ _{max} [N/m ²]	τ _{B,max} [N/m ²]
0.64	1.89	4.42	0.43	3.39	1.36	6.40	0.00	146.5	112.8	218.5	168.3
0.65	2.12	4.88	0.43	3.02	1.19	6.40	0.00	115.1	88.6	172.7	133.0
0.63	2.25	5.67	0.40	2.84	1.14	6.40	0.00	105.2	81.0	166.5	128.2
0.65	1.79	4.11	0.43	3.58	1.41	6.40	0.00	162.1	124.8	243.9	187.8

kritische Schubspannung

Stein Sohle	Stein Böschung	kinem. Viskos.	Schubsp.geschw.	Kornreynoldsz.	Dichte Steinmat.	Längsgefälle	in. Reib.winkel	Böschungsneig.	kritische Schubspannung		
D [m]	D [m]	[m ² /s]	[m/s]	[-]	ρ _s [kg/m ³]	α [rad]	ψ [rad]	γ [rad]	Shields [-]	Gefälle [-]	Überd. [-]
0.25		1.14E-06	0.38	84'013	2650	0.03	0.58	0.59	0.047	0.046	0.045
0.25		1.14E-06	0.34	74'472	2650	0.03	0.58	0.59	0.047	0.045	0.045
0.20		1.14E-06	0.32	56'944	2650	0.03	0.58	0.32	0.047	0.045	0.043
0.25		1.14E-06	0.40	88'381	2650	0.04	0.58	0.59	0.047	0.046	0.045

Nachweis mit globalem Sicherheitsfaktor

Stationierung	Sohle				Böschung					
[m]	τ _{massg,0} [N/m ²]	τ _{crit} [N/m ²]	Nachweis	Blockmasse [to]	τ _{massg,B} [N/m ²]	K _{red} [-]	τ _{crit} [N/m ²]	Nachweis	Blockmasse [to]	
QP 3	146.5	183.8	erfüllt!	0.02	112.8	0.00	120.0	erfüllt!	0.00	
QP 5	115.1	180.1	erfüllt!	0.02	88.6	0.00	90.0	erfüllt!	0.00	
QP 6	105.2	139.2	erfüllt!	0.01	81.0	0.00	85.0	erfüllt!	0.00	
QP 9	162.1	182.3	erfüllt!	0.02	124.8	0.00	130.0	erfüllt!	0.00	

Anhang 4 Dimensionierung Schwemmholzrechen

Auftrieb Fundament

Erdbeschleunigung	m/s ²	9.81		
Breite Bauwerk x	m	1		
Länge Bauwerk y	m	12.8		
Höhe Bauwerk z	m	1		
Volumen Beton	m ³	12.8		
Dichte Beton	kg/m ³	2500		
Gewichtskraft Wasserauflast	kN	314		
G Gewichtskraft Fundament	kN	628		313.92
rho	kg/m ³	1000		
Wasserdruck	m	3.5		
Auflagefläche	m ²	12.8		
A Auftrieb	kN	439		125.57
F Sicherheitsfaktor	[-]	1.43		2.50

$$A \leq \frac{G}{F}$$

wobei:

A = Auftriebskraft

G = Gewichtskraft des gesamten Rechensystems

F = Sicherheitsfaktor = 1.1

Gleiten

vertikale Wasserauflast	kN/m	25		
N Normalkraft	kN/m	39		
WSP oberwasser (Aufstau)	m	2.5		
WSP unterwasser (HEC-RAS)	m	0.89		
Wo horizontale Wasserlast	kN/m	12.3		
Wu horizontale Wasserlast	kN/m	4.4	25	20
Erddruck	kN/m	0	46	0.58
H	kN/m	8		
phi	°	28		
F Sicherheitsfaktor	[-]	2.64		

Kippen

Kippmoment	kNm	288	gerade Linie	288
Wasserkraft oberwasser	kN	157		157.0
Hebelarm	m	1.8		1.8
Standmoment	kNm	787		229
Wasserkraft unterwasser	kN	56		56
Hebelarm	m	1.3		1.3
Gewicht	kN	314		314
Hebelarm	m	2.3		0.5
Kippsicherheit	[-]	2.73		0.80

Anhang 5 Fotodokumentation Ist-Zustand

Alle Aufnahmen stammen aus der Feldbegehung [3] vom 22. Januar 2022, Blick jeweils in Fließrichtung



Foto 1: Geschiebesammler mit Rückhalteraum



Foto 2: Oberlauf des Bädlibachs, rechtsufrig bestehender Reitstall (Abbruch)



Foto 3: Brücke Tiefgaragenzufahrt



Foto 4: Gerinne zwischen Brücke Tiefgaragenzufahrt und Brücke Geissbergweg



Foto 5: Brücke Geissbergweg



Foto 6: neuer Durchlass Seminarstrasse [2]

Anhang 6 Kostenvoranschlag vom 31. März 2022

Kostenvoranschlag (+/- 10%)

Preisbasis		3/2022				
Pos.	Leistungen	LE	Menge	EHP	Betrag	
1 Baumeisterarbeiten					CHF 184'980.00	
NPK Beschreibung						
111 Regiearbeiten						
	Gesamte Regiearbeiten nach Abrechnung mit Regieansätzen 2022	gl	1.0	CHF 10'000.00	CHF 10'000.00	
113 Baustelleneinrichtung						
	Gesamte Baustelleneinrichtung	gl	1.0	CHF 2'000.00	CHF 2'000.00	
	Erschliessung	gl	1.0	CHF 2'000.00	CHF 2'000.00	
117 Abbrüche und Demontagen						
	Abbruch bitumenhaltige Beläge (konventionell aufbrechen)	m2	400.0	CHF 5.00	CHF 2'000.00	
	Abbruch und Entsorgung Bund- und Wassersteine linke Bachseite (Vorplatz Stockwerkeigentum)	m	60.0	CHF 10.00	CHF 600.00	
	Transport und Entsorgung von bitumenhaltigen Belägen	t	200.0	CHF 100.00	CHF 20'000.00	
213 Wasserbau						
	kleine Rodungsarbeiten	m2	800.0	CHF 5.00	CHF 4'000.00	
	Bäume roden Stammdurchmesser bis 500 mm, Wurzelstöcke entfernen und seitlich lagern	St	40.0	CHF 50.00	CHF 2'000.00	
	Abtrag von Ufer- und Sohlenbefestigungen, Natursteine nicht einbetoniert, für spätere Wiederverwendung.	m3	80.0	CHF 15.00	CHF 1'200.00	
	Wasserhaltung mit Pumpen	h	500.0	CHF 5.00	CHF 2'500.00	
	Provisorische Ableitung aus PE, PVC, etc. erstellen inkl. sämtl. Befestigungen innerhalb Böschungprofil	m1	105.0	CHF 10.00	CHF 1'050.00	
	Materiallieferungen: Schroppen 70/250	m3	100.0	CHF 95.00	CHF 9'500.00	
	Materiallieferungen: Kiesgemisch 0/45	m3	50.0	CHF 40.00	CHF 2'000.00	
	Materiallieferungen: Filtermaterial 30/65 für Blocksätze	m3	20.0	CHF 70.00	CHF 1'400.00	
	Materiallieferungen: Blöcke 1500/1800	t	140.0	CHF 70.00	CHF 9'800.00	
	Materiallieferungen: Magerbeton für Fundament Winkelplatten und Stabrechen	m3	15.0	CHF 160.00	CHF 2'400.00	
	sämtliche Transporte innerhalb Baustelle	m3	500.0	CHF 5.00	CHF 2'500.00	
	Maschineller Aushub, inkl. Nacharbeiten von Planum, Sohlen, Böschungen, normal baggerbares Material	m3	1'000.0	CHF 5.00	CHF 5'000.00	
	Liefern und einbauen von Uferfaschinen	m	250.0	CHF 50.00	CHF 12'500.00	
	Blockverbauungen erstellen als Uferschutz, Blockvorlage, Verlegen einer oder mehrerer Steinreihen von Bruchsteinen für Ufer, exkl. Lieferung Blöcke, Verwendung von triagierten Steinen aus Abbruch	t	140.0	CHF 25.00	CHF 3'500.00	
	Liefern und Versetzen von Winkelplatten für seitliche Ufermauern	m	55.0	CHF 600.00	CHF 33'000.00	
	Einbringen von Sohlenmaterial	m3	50.0	CHF 5.00	CHF 250.00	
	Einbringen und Verdichten von Hinterfüllungen	m3	100.0	CHF 10.00	CHF 1'000.00	
	Böschungen und Planum erstellen	m2	1'000.0	CHF 5.00	CHF 5'000.00	
	Erosionsschutz aus organischem, verrottbarem Material auf Kulturerdböschung liefern, verlegen und befestigen	m2	1'000.0	CHF 7.00	CHF 7'000.00	
	Ansaat	m2	1'000.0	CHF 2.00	CHF 2'000.00	
	Bepflanzung mit standortgerechten und einheimischen Sträuchern	gl	1.0	CHF 5'000.00	CHF 5'000.00	
	Wiederherstellung Bund- und Wassersteine linke Bachseite (Vorplatz Stockwerkeigentümerschaft)	m	60.0	CHF 100.00	CHF 6'000.00	
	Neugestaltung Einläufe Meteorwasserleitungen nach Vorgaben AWE	St	2.0	CHF 1'000.00	CHF 2'000.00	
241 Ortbetonbau						
	Schalung Stirnmauer Brücke und Fundament Grobrechen	m2	40.0	CHF 100.00	CHF 4'000.00	
	Beton Stirnmauer und Fundament Grobrechen	m3	20.0	CHF 350.00	CHF 7'000.00	
	Bewehrung B500B inkl. Zuschlägen (120 kg/m3)	kg	2'100.0	CHF 1.80	CHF 3'780.00	
	Stahlrohre liefern und einbauen DA 168/4 mm für Grobrechen	m	40.0	CHF 200.00	CHF 8'000.00	
	Hülsen aus PE liefern und einbauen	m	10.0	CHF 100.00	CHF 1'000.00	
Diverses						
	Liefern und Montieren neues Geländer Brücke	m	10.0	CHF 100.00	CHF 1'000.00	
	Geländeanpassungen Oberflächenwasser	gl	1.0	CHF 2'000.00	CHF 2'000.00	
	Anpassungsarbeiten Schächte	gl	1.0	CHF 1'000.00	CHF 1'000.00	
2 Baunebenkosten (ca. 5% von Pos. 1)					ca. 5%	CHF 9'000.00
Entschädigungen, Gebühren, Neuvermarkung						
3 Honorare					CHF 92'000.00	
	3.1 Vorstudie				CHF 10'000.00	
	3.2 Vorprojekt				CHF 27'000.00	
	3.3 Auflageprojekt				CHF 20'000.00	
	3.4 Sondernutzungsplan Gewässerraum				CHF 5'000.00	
	3.5 Nachführung Gefahrenkarte				CHF 10'000.00	
	3.6 Bauleitung				CHF 15'000.00	
	3.7 Nachführung Geometer				CHF 5'000.00	
Summe Pos. 1 - 3					CHF 285'980.00	
	Unvorhergesehenes (ca. 10%)		ca. 10%		CHF 28'000.00	
Projektkosten (exkl. MWSt.)					CHF 313'980.00	
	MWSt. 7.7%		7.7%		CHF 24'176.46	
	Rundungsbetrag				CHF 1'843.54	
Projektkosten (inkl. MWSt.)					CHF 340'000.00	

St.Gallen, 31. März 2022

D. Jud, Ingenias AG