Kanton St. Gallen | Rheineck | Thal

Freibach

Abschnitt Sefar bis Gstaldenbach

km 0.960 bis km 1.475

Technischer Bericht / Kostenvoranschlag

Genehmigungsvermerke	Stadt Rheineck	Gemeinde Thal
Vom Stadtrat / Gemeinderat erlassen am: ……		
Stadt- / Gemeindepräsident:	……..	……..
Stadt- / Gemeinderatsschreiber:	……..	……..
Öffentlich aufgelegt vom: …… bis: ……		
Vom Baudepartement des Kantons St. Gallen genehmigt am:		

MITWIRKUNG

Ausfertigung für		Projekt Nr: 02.040		Plan Nr: 21	Beilage Nr:
Studie / Konzept	BÄNZIGER PARTNER INGENIEURE PLANER SIA USIC Staatsstrasse 44 9463 Oberriet Tel. 071 763 60 80 www.bp-ing.ch	Entw.	Gez.	Gepr.	Datum:
Vorprojekt		WA/mas		WA	20.05.2021
Auflageprojekt					
Ausführungsprojekt					
Abschlussakten		44376_21_Technischer Bericht.docx			
	PROJEKT NR.: **44376 R**	Format:		A4	

AUFTRAGGEBER	**AUFTRAGNEHMER**
Stadt Rheineck **Politische Gemeinde Thal**	
Federführung Stadt Rheineck Hauptstrasse 21 9424 Rheineck	**Bänziger Partner AG** Ingenieure + Planer SIA USIC Staatsstrasse 44 9463 Oberriet
Kontaktperson: Urs Müller	Kontaktperson: Reto Walser
Tel. 071 886 40 10 Mail urs.mueller@rheineck.ch	Tel. 071 763 60 80 Mail re.walser@bp-ing.ch

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG 4

1 EINLEITUNG 6

1.1 Anlass 6
1.2 Generelles Projekt 6
1.3 Bisher ausgeführte Projekte und Projektierungen 7
1.4 Auftrag / Abgrenzung 8
1.5 Grundlagen 8

2 AUSGANGSSITUATION 10

2.1 Einzugsgebiet 10
2.2 Gewässer 10
2.3 Hochwasserereignisse 10
2.4 Projektabschnitt 11
2.5 Geologische Verhältnisse und Grundwasser 12
2.6 Gefährdungen 14
2.7 Schutzgegenstände 15
2.8 Nutzung / Zonen 15

3 PROJEKTANNAHMEN / DIMENSIONIERUNGEN 16

3.1 Wassermengen 16
3.2 Rauigkeiten 16
3.3 Freibord 16
3.4 Geschiebe- / Holzaufkommen 16
3.5 Geschiebetransport 17
3.6 Gewässerraum 17
3.7 Entwicklungsziele 18
3.8 Dimensionierungen 19

4 MASSNAHMENPLANUNG 25

4.1 Einleitung 25
4.2 Variantenstudium 25
4.3 Projekt 26
4.4 Boden 29
4.5 Grundwasser 30
4.6 Werkleitungen 30
4.7 Bepflanzung / Begrünung 32
4.8 Auswirkungen der Massnahmen 33
4.9 Verbleibende Risiken 33

5 UNTERHALT 34

5.1 Leerung GAP 34
5.2 Pflege Begrünung / Bestockung 34

6 KOSTENVORANSCHLAG 35

7 ANHÄNGE 37

Anhang 1 Hydraulische Berechnungen GAP Sefar 37
Anhang 2 Verklausungswahrscheinlichkeit 39
Anhang 3 Dimensionierung Sohle, Steinsätze und Rampe 41
Anhang 4 Profil Kernbohrungen 1 und 2 44

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der aufgetretenen Überflutungen und der entstandenen Schäden beim Hochwasserereignis im Jahre 2002 und in Kenntnis der teilweise schlechten Bausubstanz an den meist über hundertjährigen Verbauungen, liessen die Gemeinden Rheineck und Thal ein generelles Projekt über die Gewässer Freibach, Gstaldenbach und Dorfbach ausarbeiten.

Das generelle Projekt kam zum Schluss, dass die Hochwassersicherheit an den untersuchten Gewässern nicht überall gewährleistet ist. Neben den hydraulischen Defiziten (zu kleine Gerinnequerschnitte) wurde auch festgestellt, dass die nahezu durchgehenden Verbauungen stellenweise grössere Schäden aufweisen. Im Weiteren bestehen grosse ökologische Defizite (harte Verbauungen, fehlende Durchgängigkeit).

Das generelle Projekt schlägt den Ausbau und die Erneuerung der Gewässer innerhalb der nächsten zehn Jahre in insgesamt elf Teilprojekten mit einem geschätzten Investitionsaufwand von Fr. 16.5 Mio. vor. In erster Priorität soll das Teilprojekt GAP Sefar realisiert werden.

Die Aufweitung des Gerinnes unterhalb des Überganges vom steileren ins flache Gefälle hat zum Ziel, das anfallende Geschiebe und kleinere Mengen von Holz zurückzuhalten. Der Geschiebeablagerungsplatz (GAP) liegt gegenüber dem Areal Sefar und beansprucht eine Fläche von ca. 11'000 m^2. Die heutige Wiese wird um durchschnittlich 2.50 m abgesenkt. Das entstehende Becken wird mit flachen Böschungen ausgebildet und weist eine Sohlenbreite von etwa 40 m auf. Eine Niederwasserrinne wird nur ansatzweise und ohne harte Verbauungen erstellt. Das Gewässer soll sich hier selber entwickeln können. Der Übergang an das Gerinne unterhalb erfolgt über eine flache, mit Steinen gesicherte Rampe. Der Anschluss des Groppenbaches, dessen Sohle etwa 1.90 m über der Sohle des GAP's liegt, wird ebenfalls über eine Sohlrampe angeschlossen. Der Einbau von Steinsätzen an den Böschungen beschränkt sich innerhalb des GAP's auf die Ein- und Auslaufbereiche. Ansonsten werden Steine und ingenieurbiologische Massnahmen nur als Strukturelemente eingesetzt. Die Zufahrt für Unterhalts- und Entleerungsarbeiten erfolgt über die Thalerstrasse. Der Geschiebeablagerungsplatz wird mit einem einfachen Zaun umgeben.

Das Becken vermag die Geschiebemenge von 4'500 m^3 (bei Ereignis HQ_{100}) zurückzuhalten. Die Wassermenge HQ_{100} von 65 m^3/s kann dabei auch bei gefülltem GAP schadlos abgeleitet werden. Im Überlastfall wird das östliche Ufer überströmt. Die zu erwartenden Schäden sind aber gering.

Oberhalb der Brücke Sefar wird das bestehende Gerinne leicht verbreitert und mit flacheren Böschungen, welche auf Grund der starken Beanspruchung jedoch mit einem Steinsatz versehen werden müssen, erstellt. Die bestehende, hart verbaute Sohle wird durch eine Natursohle ersetzt.

Der Freibachweg muss entlang der Ausbaustrecke teilweise verlegt werden und führt neu dem Geschiebefang entlang. Er überquert den Groppenbach neben der Brücke Thalerstrasse / Rheineckerstrasse über einen Steg. Insgesamt wurde auf eine abwechslungsreiche Wegführung geachtet und Sitzmöglichkeiten entlang des Weges sollen zum Verweilen und Beobachten einladen. Der bestehende Steg oberhalb der Brücke Sefar wird durch einen neuen Steg ersetzt.

Die entlang des heutigen Freibaches verlaufenden Werkleitungen (Südseite) müssen ebenfalls verlegt werden. Die Projektierung dieser Verlegungen und die Ausführung erfolgt durch die betroffenen Werke.

Zwei 2008 abgeteufte Sondierungen, welche am westlichen und östlichen Rand des GAP liegen, zeigen, dass der Grundwasserspiegel im Bereich der neuen Sohle (Ostseite) bzw. über der neuen Sohle liegt. Die Hauptauswirkung beschränkt sich auf eine lokale, geringe Grundwasserspie-

gelabsenkung, welche nur in einem sehr beschränkten Umkreis unmittelbar beim GAP den heutigen, natürlichen Schwankungsbereich verändert. Diese Grundwasserspiegelabsenkung hat keine grundsätzliche Veränderung der Grundwasserhydraulik zur Folge; der Freibach bleibt wie bisher das Drainagegewässer des lokal sehr seichten Grundwasservorkommens mit geringem Nutzungspotential.

Für die Erstellung des Geschiebeablagerungsplatzes und den Ausbau des Gerinnes oberhalb der Brücke Sefar werden Kosten von gesamt Fr. 4'480'000 veranschlagt.

Mit der Erstellung des Geschiebeablagerungsplatzes kann nicht nur die Hochwassersicherheit im Unterlauf des Freibaches verbessert werden, sondern es entsteht in unmittelbarer Nähe zum Siedlungsgebiet ein Natur- und Erholungsraum. Dieser vermag auch einer Vielzahl von Lebewesen am und im Gewässer einen abwechslungsreichen und vielfältigen Lebensraum zu bieten.

Oberriet, 20. Mai 2021

Verfasser: R. Walser / M. Schär

BÄNZIGER PARTNER

Reto Walser

1 EINLEITUNG

1.1 Anlass

Das Hochwasser am Gstaldenbach / Dorfbach / Freibach vom 1. September 2002 hatte in den Gemeinden Rheineck und Thal zu Überschwemmungen geführt und dabei grosse Schäden verursacht. Die harte Verbauung von Ufer und Sohle der Gewässer Freibach, Gstaldenbach und Dorfbach, welche nahezu durchgehend anzutreffen sind, weisen ein beachtliches Alter auf. Des Öfteren treten Schäden schon bei kleineren Hochwasserereignissen auf und bei einem grossen Ereignis muss mit erheblichen Schäden an den Schutzbauten gerechnet werden.

Für die Gemeinden Rheineck und Thal stellten sich verschiedene Fragen bezüglich langfristiger Sicherstellung der Hochwassersicherheit, zum Ausbau- bzw. Erneuerungsbedarf, der Prioritätensetzung und dem Finanzbedarf.

Im Mai 2004 haben die gemeinsame Bachkommission Thal-Rheineck und die Sektion Wasserbau des Tiefbauamtes des Kantons St. Gallen entschieden, ein Generelles Projekt für den Gstaldenbach / Freibach / Dorfbach erstellen zu lassen. Daraus ging hervor, dass die Verbauungen an den Gewässern instand gestellt bzw. erneuert werden müssen und dass zusätzliche Anlagen zur Sicherstellung der Hochwassersicherheit realisiert werden müssen.

1.2 Generelles Projekt

Im Rahmen des generellen Projektes wurden in den Siedlungsgebieten Rheineck und Thal verschiedene Defizite sowohl in hydraulischer als auch baulicher und ökologischer Hinsicht festgestellt. Zur Verminderung des Überflutungsrisikos während eines Hochwasserereignisses sowie zur Erhaltung bzw. zum Ersatz der über einhundertjährigen Bausubstanz (Längs- und Querverbauungen) sind verschiedene Massnahmen notwendig.

Für die Ausarbeitung des Massnahmenpakets wurden der Gstaldenbach, der Freibach und der Dorfbach in insgesamt 11 Abschnitte unterteilt und für jeden Abschnitt wurde ein Unterhalts- oder Sanierungskonzept bzw. ein generelles Projekt erstellt.

Die Massnahmen umfassen grob zusammengefasst die folgenden Punkte:

- Vergrösserung des Abflussquerschnittes im Unterlauf des Freibachs und im Dorfbach
- Erstellung eines Geschiebeablagerungsplatzes (GAP) am Freibach
- Ersatz der Sohlenpflästerung im oberen Teil des Freibachs und im unteren Teil des Gstaldenbachs durch eine strukturierte Natursohle
- Erneuerung / Sanierung der Bruchsteinmauer
- Ersatz der Ufermauern durch Böschungen im Oberlauf des Gstaldenbachs

Die Umsetzung sämtlicher Massnahmen verbessert in erster Linie den Hochwasserschutz im Unterlauf des Freibachs und entlang des Dorfbachs, bei dem Überflutungen früher teilweise beträchtliche Schäden angerichtet haben. Zusätzlich werden jene Bauwerke ersetzt, deren Zustand eine Sanierung nicht mehr zulässt oder deren Sanierung mit unverhältnismässig hohen Kosten verbunden wäre. An jenen Stellen, wo die Bauwerke aus heutiger Sicht nicht notwendig sind, werden diese aufgehoben bzw. nicht wieder erstellt. Ziel ist es auch die Längsdurchgängigkeit des Gewässers zwischen der Mündung in den Alten Rhein und dem Gebiet Hächleren

(Gstaldenbach) bzw. dem Absturz Schwimmbad (Dorfbach) zu gewährleisten. Schlussendlich werden durch einen erleichterten Zugang zum Gewässer und durch gezielte Aufweitungen Naherholungsgebiete für die Bevölkerung entstehen.

Den Abschnitten wurden aufgrund ihrer Bedeutung im Gesamtkonzept verschiedene Prioritäten zugewiesen. Der Abschnitt GAP Sefar fällt in die höchste Prioritätsstufe und soll somit als eines der ersten Projekte umgesetzt werden. Ebenso zeigt sich der Ausbau des Dorfbaches als dringend und im Zuge dieser Projektierung soll auch der Abschnitt zwischen dem Zusammenfluss mit dem Gstaldenbach um dem GAP Sefar geplant werden.

1.3 Bisher ausgeführte Projekte und Projektierungen

Die Gemeinden Rheineck und Thal haben im Januar 2007 das Generelle Projekt genehmigt und sich, auf Grund der Empfehlungen im Generellen Projekt und anderer Randbedingungen, entschlossen, die Massnahmen in einzelnen Projekten ausarbeiten zu lassen und zu realisieren.

Es sind dies:

- Erneuerung Gstaldenbach Teilprojekt Hächleren 1, Bänziger Partner AG, Oberriet
  Projekt 2006 / Realisierung 2009 / 2010 // Projekt Nr. 2.038
  Erneuerung des Gstaldenbaches im Bereich des Areals Christ, Thal mit Eliminierung des eingedolten Bachlaufes und Erhöhung der Kapazität
- Gstaldenbach – Freibach – Dorfbach, Teilprojekt 4 GAP Sefar, Bänziger Partner AG, Oberriet
  Projekt Februar 2008 / Realisierung noch offen // Projekt Nr. 2.040
  Erstellung eines Geschieberückhalteplatzes zur Verhinderung von Geschiebeablagerungen in der Flachstrecke unterhalb Sefar
- Gstaldenbach – Freibach – Dorfbach, Teilprojekt 5 Sefar – Gstaldenbach, Gruner + Wepf AG, Degersheim, Projekt Mai 2009 / Realisierung noch offen // Projekt Nr. 2.045
  Hochwassersicherer Ausbau des Gerinnes und Erneuerung der Schutzbauten zwischen dem Zusammenfluss Gstaldenbach – Dorfbach und dem Geschiebeablagerungsplatz GAP Sefar
- Dorfbach, Freibach bis Farbmülistrasse, Gruner + Wepf AG, Degersheim, Projekt Oktober 2012 / Realisierung 2016 / 2017 // Projekt Nr. 2.039
  Hochwassersicherer Ausbau des Dorfbaches und Erneuerung der Schutzbauten zwischen der Brücke Feldmülistrasse und der Einmündung in den Freibach

Parallel zur Erarbeitung der Projekte wurde durch eine von den Gemeinden eingesetzte Schätzungskommission ein neuer Bau- und Unterhaltsperimeter ausgearbeitet. Das Projekt GAP Sefar und der Bauperimeter sind im Mai / Juni 2009 öffentlich aufgelegen. Sowohl gegen das Projekt als auch gegen den Bau- und Unterhaltsperimeter sind Einsprachen eingegangen. Auf Grund der negativ verlaufenen Verhandlungen und einem Entscheid der Verwaltungsrekurskommission haben die beiden Gemeinden im Februar 2013 beschlossen die Projekte vorläufig nicht mehr weiter zu verfolgen und haben die weiteren Projektierungsarbeiten sistiert.

Auf Grund von verschiedenen Hochwasserereignissen und dem Umstand, dass die Gefahr vor Überschwemmungen angesichts der maroden, veralteten und sehr sanierungsbedürftigen rund 100-jährigen Bachverbauung latent vorhanden ist, entschieden die beiden Räte im August 2014 die Bachausbauprojekte auf der Basis der bisherigen Projekte wieder aufzunehmen.

1.4 Auftrag / Abgrenzung

Das Projekt GAP Sefar [7] wurde im Jahre 2008 vom Ingenieurbüro Bänziger Partner AG, Oberriet ausgearbeitet. Optimierungen wurden, auf Empfehlung der Flussbau AG [9], im Bereich des Ein- und Auslaufes GAP vorgenommen.

Das Projekt Sefar AG bis Zusammenfluss Gstalden- / Dorfbach [6] wurde durch das Ingenieurbüro Gruner+Wepf, Degersheim im Jahre 2012 erstellt.

Das Ingenieurbüro Bänziger Partner AG, Oberriet wurde im November 2015 von der Stadt Rheineck und der Gemeinde Thal beauftragt, die beiden Teilprojekte (GAP Sefar und GAP Sefar bis Zusammenfluss) zu einem Projekt zusammenzuführen.

Somit umfasst das vorliegende Projekt den Geschiebeablagerungsplatz Sefar und den Ausbau des Gerinnes von km 0.960 bis zum Zusammenfluss Dorfbach-Gstaldenbach (km 1.475). Zusammen mit den notwendigen Anpassungen weist der Abschnitt eine Länge von ca. 515 m auf. Ebenfalls Bestandteil des Projektes sind die notwendigen Erschliessungen und Zufahrten, die Einbindung der Einmündung Groppenbach und die Verlegung des Fussweges entlang dem alten Freibachlauf.

Abb. 1: Projektperimeter

1.5 Grundlagen

Für die Ausarbeitung des Projektes standen die unten aufgeführten Grundlagen zur Verfügung.

Projektspezifische Unterlagen:

[1] GAP Sefar, Geologische Aufschlüsse (Baggerschlitze), Bänziger Partner AG, 9. Mai 2008

[2] Gstaldenbach – Freibach - Dorfbach, Generelles Projekt, Ingenieurgemeinschaft Bänziger Partner AG / Hunziker, Zarn + Partner AG, Dezember 2006

[3] Gstaldenbach – Freibach - Dorfbach, Grundlagen, Bänziger Partner AG, Mai 2006

[4] Projekt Groppenbach, Generelles Projekt, RKL Ingenieurbüro AG, Thal, November 2004

[5] Hochwasserereignis 2002, Ereignisdokumentation, Ingenieurbüros Felix Wagner GmbH, Thal, 2002

[6] Freibach – Gstaldenbach – Dorfbach, Teilprojekt 5 Sefar AG bis Zusammenfluss Gstalden- / Dorfbach, Gruner + Wepf AG, 2009

[7] Freibach – Gstaldenbach – Dorfbach, Teilprojekt 4: GAP Sefar, Bänziger Partner AG, 2008

[8] Naturgefahrenanalyse, Gesamtdokumentation, Ergebnisse der Gemeinden Thal und Rheineck, IG Rheintal, November 2008

[9] Gstaldenbach-Freibach, Geschiebe- und Schwemmholzaufkommen, Optimieren der wasserbaulichen Massnahmen, Flussbau AG, August 2019

[10] Grundwasserpegelmessungen von 4 Piezometern im Bereich SEFAR, Andres Geotechnik; St. Gallen

[11] Teilprojekt 4 GAP Sefar: Beurteilung der Grundwasserverhältnisse, AF-Colenco AG, Baden, Juli 2010

[12] Gstaldenbach – Freibach – Dorfbach: Gutachten Geschiebe im geplanten Zustand, AF-Colenco AG, Baden, Juli 2010

[13] Geoportal in der aktuellen Fassung (Naturgefahren, Schutzgegenstände, Grundwasser, Kilometrierung,…)

[14] Werkleitungen Abwasser; Wasser; Elektro, Wälli AG, Heiden, Mai 2016

[15] Werkleitungen Gas, Cablecom, Swisscom, Mai 2016

[16] Brücke Töberstrasse, Ausführungsdokumentation, Bänziger Partner AG, Oberriet, 2013

[17] Düker Thal, Mail vom 18.5.2009, Abwasserverband Altenrhein

[18] Bodenkundliche Situationsbeurteilung, Klaus Büchel Anstalt, Mauren FL, August 2018

[19] Hydrogeologischer und geotechnischer Bericht – GAP Sefar, Andres Geotechnik AG, St. Gallen, April 2019

Literatur

[20] Schwemmholz, Probleme und Lösungsansätze, Mitteilung 188 VAW Zürich, 2006

[21] Gstaldenbach, Zusatzuntersuchungen Teilprojekt Hächleren (Sohlenabdeckung und Rampen), Hochschule für Technik Rapperswil, Oktober 2006

[22] Hochwasserschutz an Fliessgewässern, Wegleitung des BWG, Bern 2001

[23] KOHS-Weiterbildungskurs, 3. Serie, 2011

[24] Beurteilung der Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, TBA SG, 2016

[25] Normalien Blockrampen, Hunziker, Zarn & Partner, Kt. Aarau, Solothurn, Zürich, 2008

[26] Kreisschreiben zur Festlegung der Gewässerräume nach dem Planungs- und Baugesetz, Kanton St. Gallen, Dez. 2017

[27] Arbeitshilfe Gewässerraum im Kanton St.Gallen, AREG, August 2018

2 AUSGANGSSITUATION

2.1 Einzugsgebiet

Das gesamte Einzugsgebiet bis zur Mündung des Freibachs in den Alten Rhein weist eine Fläche von 19.4 km^2 auf. Davon entfallen 9.5 km^2 auf den Gstaldenbach, 7.7 km^2 auf den Dorfbach und 2.2 km^2 auf den Freibach.

Das Einzugsgebiet reicht von der Mündung in Rheineck über Thal, Wolfhalden und Heiden bis nach Oberegg und erstreckt sich von 400 m ü. M. bei der Mündung in den Alten Rhein bis zum Kaienspitz auf einer Höhe von 1'120 m ü. M. Innerhalb der Siedlungen (Heiden im Oberlauf und Rheineck und Thal im Unterlauf) ist das Einzugsgebiet grösstenteils befestigt. In den steilen Teilen des Einzugsgebiets oberhalb der Siedlungen ist dieses verhältnismässig stark bewaldet.

2.2 Gewässer

Im Oberlauf, im Bereich der Gemeinde Wolfhalden, ist das Gewässernetz der Bäche weit verzweigt. Die Seitenbäche weisen relativ kurze und steile Talflanken auf. Die stellenweise steilen Abhänge in den Nagelfluh- und Sandsteingebieten im oberen und mittleren Abschnitt erweisen sich als Geschiebelieferanten. Übermässig grosse Geschiebeherde, welche als eindeutige Hauptlieferanten bezeichnet werden könnten, sind jedoch nicht zu finden. Aus dem Einzugsgebiet oberhalb des Listweihers (Stauweiher des EW Heiden) ist mit keinem Geschiebe zu rechnen, da dieses im Weiher abgelagert wird. Ebenfalls bringt der Dorfbach vergleichsweise wenig Geschiebe bis nach Thal / Rheineck, da ein Kiesfang im Oberlauf grössere Mengen zurückhalten kann. Insgesamt ist mit rund 4500 m^3 Geschiebe und mit 100 m^3 Schwemmholz [9] zu rechnen.

Im Siedlungsgebiet der Gemeinden Rheineck und Thal ist der Siedlungsdruck auf das Gewässer spür- und sichtbar. Die Böschungen im besiedelten Gebiet sind nahezu durchgehend stark und über den maximalen Wasserspiegel hinaus (OK Böschung) befestigt und kaum bestockt. Ausserdem ist im Bereich Sefar bis Wolfsgrube die Sohle mit Sandsteinquadern verbaut, der Dorfbach hingegen verfügt durchgehend über eine Natursohle. Die Längsdurchgängigkeit ist durch eine grosse Anzahl an Abstürzen in allen drei Bächen erschwert bzw. wird verhindert.

2.3 Hochwasserereignisse

Am 1. September 2002 führten intensive Niederschläge im Einzugsgebiet des Gstalden- und Dorfbachs zu einem erhöhten Abfluss, welcher nicht nur zu Schäden an verschieden Bauwerken führte, sondern den Freibach auch über die Ufer treten liess. Verstärkt wurde die Problematik durch Geschiebefrachten, die sich in den hydraulisch ungenügenden Abschnitten ablagerten und damit den Fliessquerschnitt verringerten. Das Gewässer verliess sein Bett innerhalb des Siedlungsgebietes von Thal und Rheineck beim Zusammenfluss Gstaldenbach und Dorfbach, bei der Löwenbrücke, auf der Höhe der Blumenstrasse (rechtsufrig) und der Freibachstrasse (linksufrig). Für weitere Informationen zum Hochwasserereignis 2002 wird auf die Ereignisdokumentation [5] verwiesen.

2.4 Projektabschnitt

Von der Vereinigung der beiden Gewässer Gstaldenbach und Dorfbach bis zur Einmündung in den Alten Rhein trägt das Gewässer den Namen Freibach. Er weist eine gleichmässige, leicht geschwungene Linienführung auf und ist in einem gleichmässigen Trapezprofil eingebunden.

Von der Vereinigung des Dorf- und Gstaldenbaches bis zur Brücke Sefar ist der Freibach geprägt durch die harte Verbauung der Gewässersohle sowie der Böschungen mit bearbeiteten Sandsteinquadern. Unterhalb der Brücke Sefar sind nur noch die steilen Böschungen mit einer Pflästerung gesichert. Die Sohle zeigt sich natürlich, ist aber mit zahlreichen Querschwellen (Höhe 50 – 60 cm) gesichert. Der Natürlichkeitsgrad wird in [13] als naturfremd bezeichnet.
Der Uferbereich ist im oberen Bereich durch bestehende Strassen, Plätze und Gebäude, welche teilweise auf den Ufermauern stehen, stark eingeengt. Von der Brücke Sefar bachabwärts liegt südlich des Freibaches eine Grünzone, welche heute landwirtschaftlich genutzt wird. Nördlich des Freibaches liegt das Areal der Firma Sefar mit einer grossen Parkanlage. Auf der gegenüberliegenden Seite stösst das Areal an das Siedlungsgebiet der Gemeinden Rheineck und Thal.

Entlang des Freibachs verläuft der Freibachweg. Dieser quert den Groppenbach über einen einfachen Steg unmittelbar vor der Mündung in den Freibach. Westlich der Zufahrt zum Firmenareal Sefar AG überquert der Weg den Freibach und schliesst an den Madame Dufourweg auf der linken Bachseite an. Es handelt sich dabei um einen einfachen Kiesweg.

Im Projektbereich queren zwei Brücken und ein Steg den Freibach. Die Brücke Töberstrasse wurde im Jahre 2013 erneuert [16] und der Abflussquerschnitt wurde vergrössert. Zusammen mit der im generellen Projekt vorgeschlagenen Sohlenabsenkung kann diese Engstelle eliminiert werden. Der Madame Dufour-Steg wird an derselben Stelle durch einen Neubau ersetzt. Die Brücke Sefar gilt als Teil des Zugangs zum Areal Sefar und sollte unbedingt erhalten bleiben.

Verschiedene Leitungen der Werke Telefon, Gas, Wasser und Elektrizität verlaufen entlang des Freibachs. Zudem quert oberhalb der Brücke Töberstrasse eine grosse Leitung der Siedlungsentwässerung den Bachlauf und etliche Meteorwasserleitungen münden in den Freibach. Unterhalb der Zufahrt Sefar (km 1.200) quert zudem eine Wasserleitung den Freibach und im Bereich km 1.275 quert eine Rohrbrücke (Wasser) den Freibach. Die Rohrbrückenfundamente liegen innerhalb des Gewässerprofils.

Abb. 2: Freibach unterhalb GAP
(Blick gegen Fliessrichtung)

Abb. 3: Areal GAP
(Blick in Fliessrichtung, Freibach am linken Bildrand)

Abb. 4: Freibach von Brücke Töberstrasse (Blick gegen Fliessrichtung, Foto Gruner+Wepf, rote Linie: Achse)

Abb. 5: Freibach von Brücke Töberstrasse (Blick in Fliessrichtung)

Abb. 6: Freibach Rohrbrücke bei km 1.27 (Blick gegen Fliessrichtung)

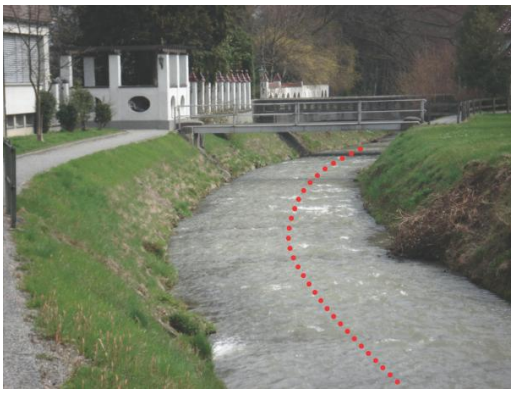


Abb. 7: Freibach Steg bei km 1.20 (Blick in Fliessrichtung)

2.5 Geologische Verhältnisse und Grundwasser

Für die Abklärung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich GAP wurden zwei Baggerschlitze ausgeführt [1]. Aufgeschlossen wurden bei beiden Schlitzen sittige Kiessande mit Steinen (Bachschutt). Der Grundwasserspiegel wurde auf 2.50 m unter Terrain angetroffen.

Abb. 8: Baggerschlitz

Abb. 9: Material aus Baggerschlitz

Ergänzend dazu wurden zwei Kernbohrungen abgeteuft. Bei der **Kernbohrung 1** liegt der mittlere Grundwasserspiegel ca. 2.1 m unter Terrain und somit etwa 0.6 m über der Sohle GAP. Im Bohrprofil wird die zwischen 0.70 m und 2.50 m liegende Schicht mit *"mässig siltiger Kiessand mit einzelnen Steinen; locker, ab ca. 1.8 m ab OKT nass und breiig; grau"* umschrieben. Bei der Ausführung ist dieser Schicht genügend Aufmerksamkeit zu schenken und die Aushubarbeiten sind entsprechend vorsichtig auszuführen. Bei der **Kernbohrung 2** wurde der Grundwasserspiegel ca. 2.2 m unter Terrain, ungefähr auf der Höhe der projektierten Sohle des GAP's angetroffen. Generell liegt der GW-Spiegel etwas höher als die bestehende und somit auch die projektierte Sohle.

Die Aufschlüsse zeigen aber auch, dass im östlichen und mittleren Teil des GAP's primär Schwemmablagerungen und Bachschutt vorliegt. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass das anstehende Material als Sohlenmaterial geeignet ist.

Die Profile der Kernbohrungen sind im Anhang 3 angefügt.

Um den Grundwasserspiegel längerfristig zu überwachen wurden, in Absprache mit dem Amt für Umwelt, im Jahre 2008 die beiden Grundwassermessstellen in der südöstlichen (KB2) und südwestlichen Ecke (KB1) des GAP's eingerichtet. Ergänzt wurden diese im Jahre 2012 durch zwei weitere Piezometer (KB3, KB4).

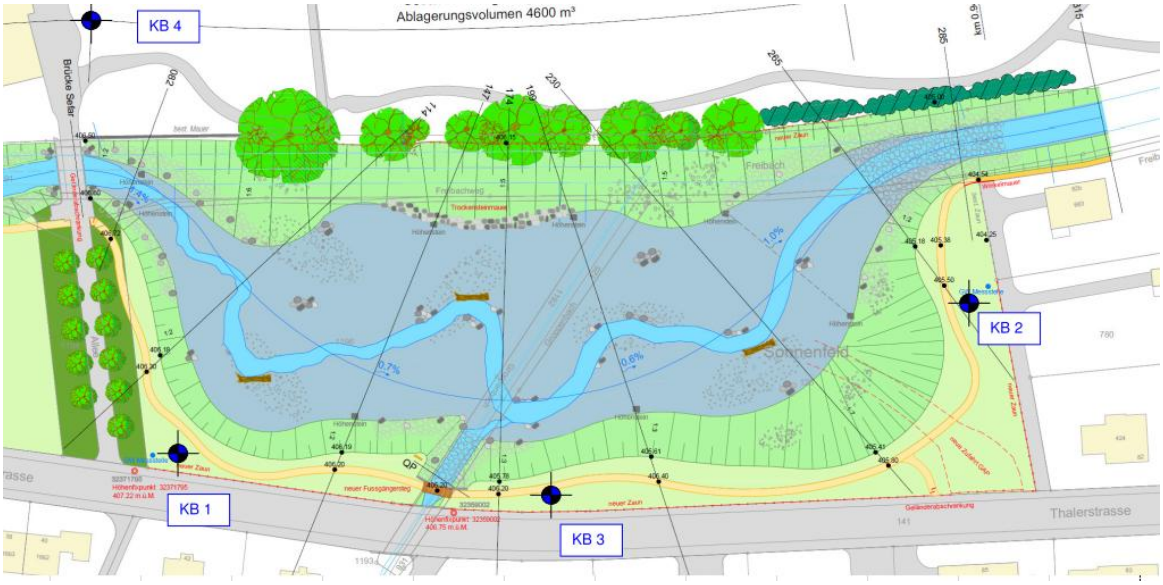


Abb. 10: Lage der Grundwassermessstellen

Die Grundwasserpegel werden seit 2008 (KB1, KB2) bzw. seit 2012 (KB3, KB4) kontinuierlich gemessen. In der Tabelle sind die bisherigen Messwerte (bis 19. März 2020) aufgelistet.

	KB1	KB2	KB3	KB4	
Terrainhöhe	406.83	404.28	405.65	406.82	m ü. M.
Maximum Wsp	405.85	403.53	403.90	405.30	m ü. M.
Minimum Wsp	404.40	401.74	402.44	404.52	m ü. M.
Mittel Wsp	404.71	402.05	402.55	404.67	m ü. M.
Amplitude	1.45	1.79	1.46	0.78	m
Flurabstand	2.12	2.23	3.10	2.15	m

Mit den Werten aus der Messung können allfällige Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel durch den GAP dokumentiert werden.

2.6 Gefährdungen

Die in der Gefahrenkarte ausgewiesenen Gefährdungen resultieren aus Verklausungen bei der Brücke Töberstrasse (vor Neubau) und Kapazitätsdefiziten im Gerinne bei einem 100-jährigen Ereignis. Es resultieren daraus grossflächige Überschwemmungen mit Fliesstiefen von 0 – 25 cm, stellenweise bis 75 cm. Beim HQ_{300} ist die Ausdehnung nur unwesentlich grösser, es ergeben sich aber höhere Wassertiefen. Ein 30 jähriges Ereignis führt zu keinen Überflutungen.

Abb. 11: Ausschnitt aus Fleisstiefenkarte [13] / gelb 0 – 25 cm / violett 50 – 75 cm

In der untenstehenden Karte sind die Gefährdungen dargestellt. Mittlere Gefährdungen (blau) werden rechtsseitig in der Grünzone und linksufrig beim Fussgängersteg ausgewiesen und ergeben sich aus den Fliesstiefen (>50 cm). Das Gebiet nördlich der Hauptstrasse ist nur gering (gelb) gefährdet. Das Schadenspotential (JSEW) liegt für den Freibach bei Fr. 976‘000.

Abb. 12: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte [13] / Prozess Wasser Gefährdung: rot =erheblich, blau =mittel, gelb =gering)

2.7 Schutzgegenstände

In den Schutzverordnungen der beiden Gemeinden sind die folgenden Schutzobjekte verzeichnet [13]:

- Naturschutzgebiet trocken NTA (Magerwiese) an den Böschungen des Freibachs
- Baumreihe, Allee BA (Rosskastanien) entlang Weg zur Brücke Sefar
- Kulturobjekt Anlage KO A: Portal Schloss Dufour
- Ortsbildschutzgebiet OS A: Bereich Leue

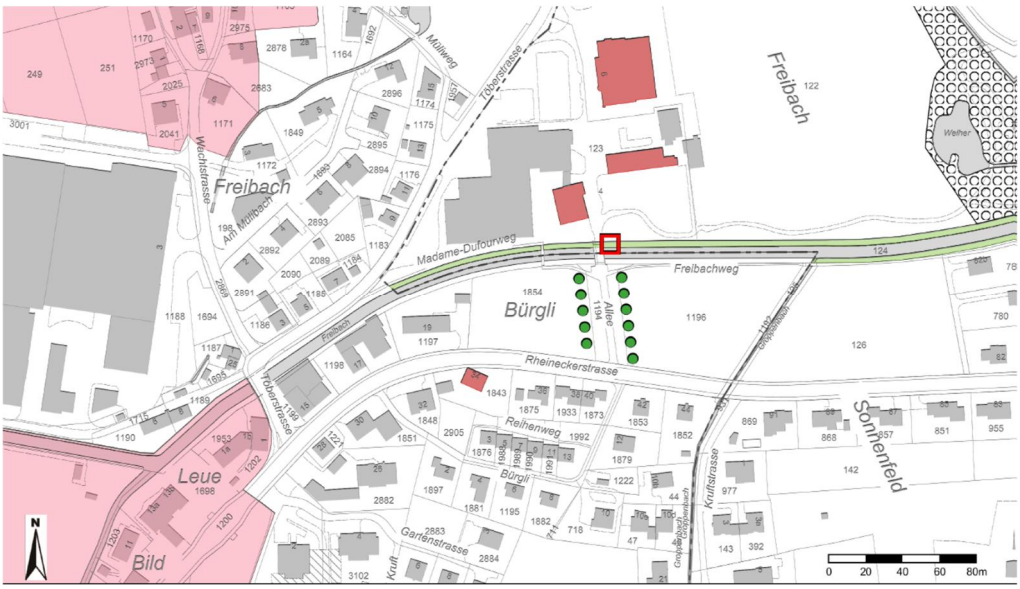


Abb. 13: Schutzobjekte aus [13]

2.8 Nutzung / Zonen

Die Flächen des geplanten Geschiebeablagerungsplatzes Sefar sind als Grünflächen bzw. ueG zoniert. In [13] sind diese Parzellen 1196 und 126 als Fruchtfolgeflächen ausgewiesen.

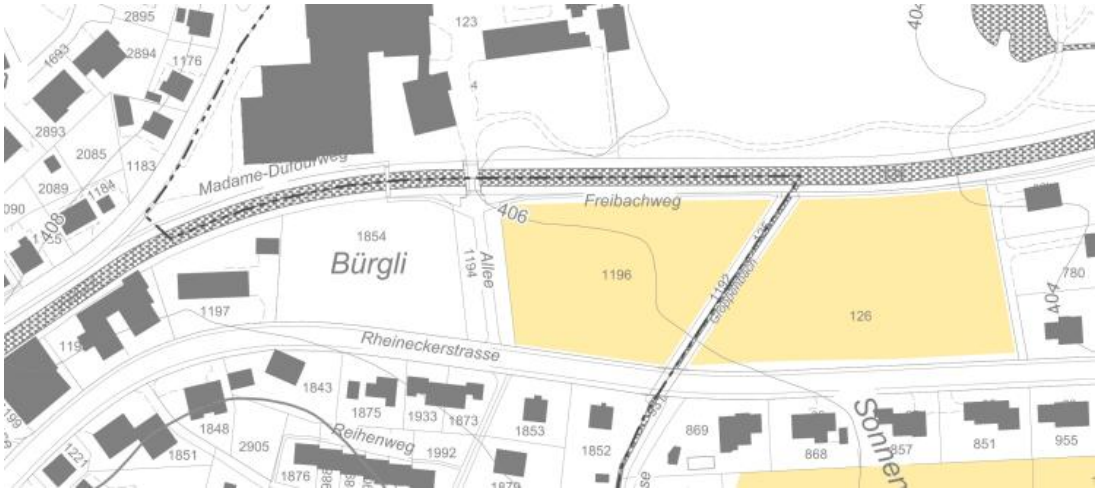


Abb. 14: Fruchtfolgeflächen (gelb)

3 PROJEKTANNAHMEN / DIMENSIONIERUNGEN

3.1 Wassermengen

Die hydraulische Dimensionierung basiert auf den im Generellen Projekt [2] bestimmten Wassermengen. Die Werte für die verschiedenen Jährlichkeiten betragen für den Projektbereich:

	Groppenbach [4]	**Freibach oberhalb Groppenbach**	**Freibach unterhalb Groppenbach**
Einzugsgebiet	1.4 km^2	17.2 km^2	19.1 km^2
HQ_{30}	8 m^3/s	42 m^3/s	45 m^3/s
HQ_{100}	12 m^3/s	60 m^3/s	65 m^3/s
HQ_{300}	18 m^3/s	78 m^3/s	85 m^3/s
EHQ	-	90 m^3/s	95 m^3/s

Da das Bauwerk innerhalb des Siedlungsgebietes liegt, wird das Schutzziel auf das HQ_{100} festgelegt. Für den Überlastfall sind die Wassermengen HQ_{300} bzw. EHQ massgebend.

3.2 Rauigkeiten

Es wurde mit folgenden Rauigkeiten gerechnet:

	Sohle k_{str} ($m^{1/3}/s$)	**Ufer** k_{str} ($m^{1/3}/s$)	
	Freibach	Freie Böschung	Mauern
Gerinne	35	25	35
GAP Sefar	25	25	-

3.3 Freibord

Die Freibordhöhe wurde mit dem Ansatz nach KOHS [23] bestimmt. Für das Gerinne resultiert aus den Berechnungen eine Freibordhöhe von mindestens 50 cm (siehe Anhang).

Das erforderliche Freibord bei den Brücken wird mit dem Verfahren Verklausungswahrscheinlichkeit [24] bestimmt.

3.4 Geschiebe- / Holzaufkommen

Für die Bestimmung des Geschiebe- und Holzaufkommens im Ereignisfall wurden detailliertere Untersuchungen durch das auf Geschiebeprozesse spezialisierte Ingenieurbüro Flussbau AG durchgeführt [9]. Die Abklärungen ergeben dass mit den folgenden Geschiebe- und Holzmengen gerechnet werden muss.

	HQ_{100}	**HQ_{300}**
Geschiebemenge	1'850 m3	2'350 m3
Holzmenge	300 m3	430 m3
Total	2'150 m3	2'780 m3

Dabei ist zu berücksichtigen, dass in diesen Mengen das Einzugsgebiet oberhalb des Listweihers nicht berücksichtigt ist, da der Listweiher zurzeit nicht geschiebedurchgängig ist. Aus dem Einzugsgebiet oberhalb des Listweihers fallen rund 3'000 m^3 Geschiebe an.

3.5 Geschiebetransport

Im Zusammenhang mit der Ermittlung des Geschiebeaufkommens wurde auch der Geschiebetransport im IST- und im Projekt-Zustand für verschiedene Szenarien untersucht [9]. Im IST-Zustand (Szenario 3 mit HQ_{100} und 2'780 m^3 Geschiebezufuhr) zeigt sich, dass ein grosser Teil des Geschiebes im Abschnitt Steinstegen (ca. km 2.9 – km 3.0) und im Bereich Brücke Rorschacherstrasse bis Brücke Asylstrasse (ca. km 0.30 bis km 0.9) liegen bleibt.
Im oberen Abschnitt landet die Sohle im Extremfall bis zu 1.40 m auf. Auf Grund der topographischen Verhältnisse im Bereich Steinstegen bleiben diese Auflandungen aber ohne grössere Folgen. Im Siedlungsgebiet von Rheineck führen die Ablagerungen zu Sohlenanhebungen bis zu 0.60 m und damit zu einer Kapazitätsreduktion des Gerinnequerschnittes. Dies wiederum hat frühzeitige Ausuferungen zur Folge.

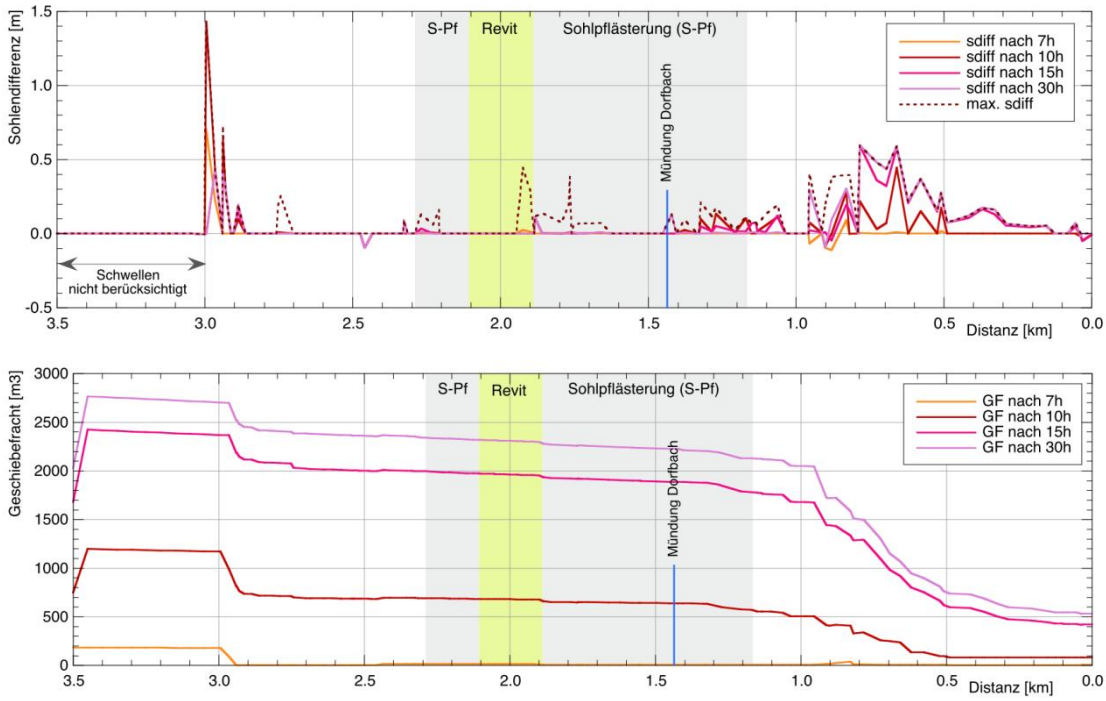


Abb. 15: Szenario I3. Oben: Längenprofil der Sohlendifferenz (sdiff) zu verschiedenen Zeitpunkten.
Unten: Längenprofil der transportierten Geschiebefracht (GF) zu verschiedenen Zeitpunkten.

3.6 Gewässerraum

Die Festlegung des Gewässerraums wurde in einem separaten Planungsbericht abgehandelt und dem Projektdossier beigelegt.

3.7 Entwicklungsziele

Mit dem Ausbau des Freibaches und dem Neubau des Geschiebeablagerungsplatzes sollen folgende Entwicklungsziele verfolgt werden:

- das Gewässer soll durch die Schaffung flacher Übergangszonen an das Umland angebunden werden
- es soll Lebensraum für Vögel und weitere heimische Tierarten (Geburtshelferkröte) geschaffen werden
- es soll Raum für die Entwicklung einer vielfältigen Flora und Fauna entstehen (Uferbereich, Trockenmauern, etc.)
- die Sohle und die Ufer sollen mit standorttypischem Material erstellt werden
- im Bachlauf sollen sich unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten ergeben können und mit verschiedenen Substraten und Strukturen soll die Lebensraumvielfalt gefördert werden
- die neuen Ufer bieten Deckungsstrukturen und natürliche Ufersäume als Lebensräume
- der neue natürlich gestaltete Bachlauf ist in die Umgebungsgestaltung einzubinden
- im Nahbereich von Siedlung und Industrie sollen Erholungsräume geschaffen werden
- die Fischdurchgängigkeit innerhalb des Projektabschnittes soll verbessert werden (auch bei Niederwasser)
- das Hochwasser HQ_{100} soll im Gerinne und im GAP schadlos abgeleitet werden können
- der Rückhalt von Geschiebe und Holz soll gewährleistet werden können
- Erhalt der Schutzgegenstände Allee und Portal Schloss Dufour sowie des Wander- und Fussweges entlang des Freibaches.

3.8 Dimensionierungen

3.8.1 Gerinnehydraulik

Das Gerinne vom Geschiebeablagerungsplatz bis zum Zusammenfluss wurde mit der Software HEC-RAS (US Army Corps of Engineers) berechnet (durch Gruner + Wepf AG). Die Basis dafür ist das ausgearbeitete Projekt mit den verschiedenen Querschnitten und den Projektannahmen in den Kapiteln 3.1 und 3.2. Abgesehen davon wurde auch eine Wasserspiegelberechnung im Zusammenhang mit der Geschiebeproblematik durch die Flussbau AG [9] durchgeführt. Die beiden Wassersiegel differieren um ein paar Zentimeter, was aber aufgrund der unterschiedlichen Modelle plausibel ist. Der berechnete Wasserspiegel Flussbau wurde ins Längenprofil übernommen und es zeigt sich, dass die Kapazität genügt und das geforderte Freibord durchwegs eingehalten werden kann.

3.8.2 Hydraulik GAP

Für die maximale Lage des Wasserspiegels im GAP hat sich gezeigt, dass das Programm HEC-RAS für die Detailhydraulik, zu ungenaue und deshalb keine befriedigende Resultate ergab. Deshalb wurden die Wasserspiegellagen mittels dem 2D – Hochwassersimulationsprogramm FLUMEN (FLUvial Modelling ENgine) ermittelt. Das Programm basiert auf den „tiefengemittelten Flachwassergleichungen“ und zeichnet sich durch hohe numerische Stabilität für gemischt, unter- und überkritische Abflussregimes aus. Das Programm kann zur Simulation von Ausuferungen und Überflutungen (Hochwasserschutz), Strömungsanalysen zur Gestaltung und Optimierung von Wasserbauten etc. verwendet werden.

Mittels der Simulationen konnten die notwendigen Ausmasse, Höhen, Einlauf- und Auslaufformen des GAP’s dimensioniert und optimiert werden.

Simuliert wurden folgende Szenarien:

- HQ_{100} Geschiebeablagerungsplatz leer
- HQ_{100} Geschiebeablagerungsplatz voll
- HQ_{300} Geschiebeablagerungsplatz leer
- EHQ Geschiebeablagerungsplatz leer

Im Fall eines gefüllten GAP (voll) wurde eine gleichmässige Verteilung des Geschiebes im GAP angenommen.

Für die einzelnen Szenarien wurden neben der Wasserspiegellage auch die Schleppspannungen simuliert. Es hat sich gezeigt, dass selbst bei einem HQ_{300} die Schleppspannungen innerhalb des GAP’s nicht über 15 N/m^2 steigen. Die Ablagerung des Geschiebes bei einem Hochwasserereignis ist daher gewährleistet. Zu beachten ist aber, dass ungleichmässige Ablagerungen zu örtlich höheren Schleppspannungen führen und Erosion und Verlagerung oder Abtransport von Geschiebe nicht auszuschliessen ist.

3.8.3 Verklausungsnachweis

Die Nachweise der Verklausungswahrscheinlichkeiten (Wildbach) wurden gem. Richtlinien vom Kanton SG für die verbleibenden Brücken und Stege bestimmt. Die Berechnungen sind im Anhang zu finden. Es ergeben sich folgende Resultate:

Brücke	**HQ_{30}**	**HQ_{100}**	**HQ_{300}**
Brücke Töberstrasse (Bestand)	0 %	25 %	50 %
Steg Sefar (Neubau)	0 %	25 %	50 %
Brücke Sefar (Bestand)	0 %	25 %	50 %

Eine Reduktion der Verklausungswahrscheinlichkeit um eine Stufe kann bei der Brücke Töberstrasse angesetzt werden, weil einerseits eine günstige konstruktive Ausbildung vorliegt (glatte Untersichten, abgerundete Konsolköpfe, keine Werkleitungen, glatte Widerlager) und andererseits ein gleichmässiger Übergang vom Gerinne zur Brücke ausgebildet wird.

Die reduzierten Verklausungswahrscheinlichkeiten sind dann folgende:

Brücke	**HQ_{30}**	**HQ_{100}**	**HQ_{300}**
Brücke Töberstrasse	0 %	0 %	25 %
Steg Sefar (Neubau)	0 %	25 %	50 %
Brücke Sefar (Bestand)	0 %	25 %	50 %

Mit dem Projekt kann das Schutzziel HQ_{100} bei allen Brücken eingehalten werden. Würde der Neubau des Steges um weitere 45 cm angehoben, so würde auch die Verklausungswahrscheinlichkeit beim neuen Steg um eine Stufe sinken (HQ_{100} = 0%, HQ_{300} = 25%)

3.8.4 Geschiebetransport

Die Geschiebetransportberechnungen wurden auch für den Projektzustand durchgeführt [9]. Basis dafür waren das Generelle Projekt Freibach – Gstaldenbach – Dorfbach [2] und die beiden Projekte GAP Sefar [7] und Gewässerausbau Freibach Sefar bis Gstaldenbach [6].

Verschiedene Szenarien bezüglich Wassermenge und Geschiebeanfall wurden berechnet und es zeigt sich bei allen Szenarien, dass das Geschiebe bis zum GAP Sefar transportiert und dort abgelagert wird.
Die Resultate für das Szenario P2 mit der Wassermenge HQ_{100} und einem Geschiebeanfall von 2'780 m^3 sind unten dargestellt.

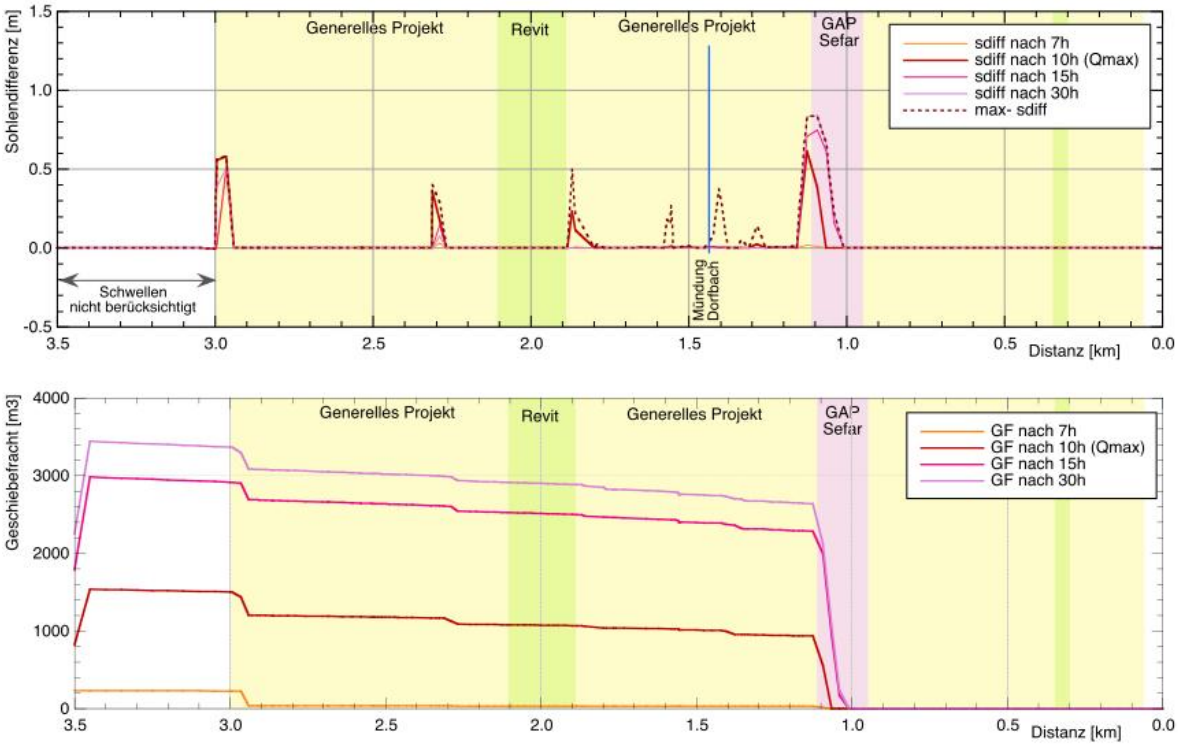


Abb. 16: Szenario P2. Oben: Längenprofil der Sohlendifferenz (sdiff) zu verschiedenen Zeitpunkten.
Unten: Längenprofil der transportierten Geschiebefracht (GF) zu verschiedenen Zeitpunkten.

Selbst beim Szenario P3 mit der Wassermenge HQ_{300} und einer Geschiebefracht von 3'450 m^3 wird nahezu alles Geschiebe bis zum GAP Sefar transportiert und dort abgelagert und in der Flachstrecke unterhalb des GAP Sefar treten keine Auflandungen mehr auf.

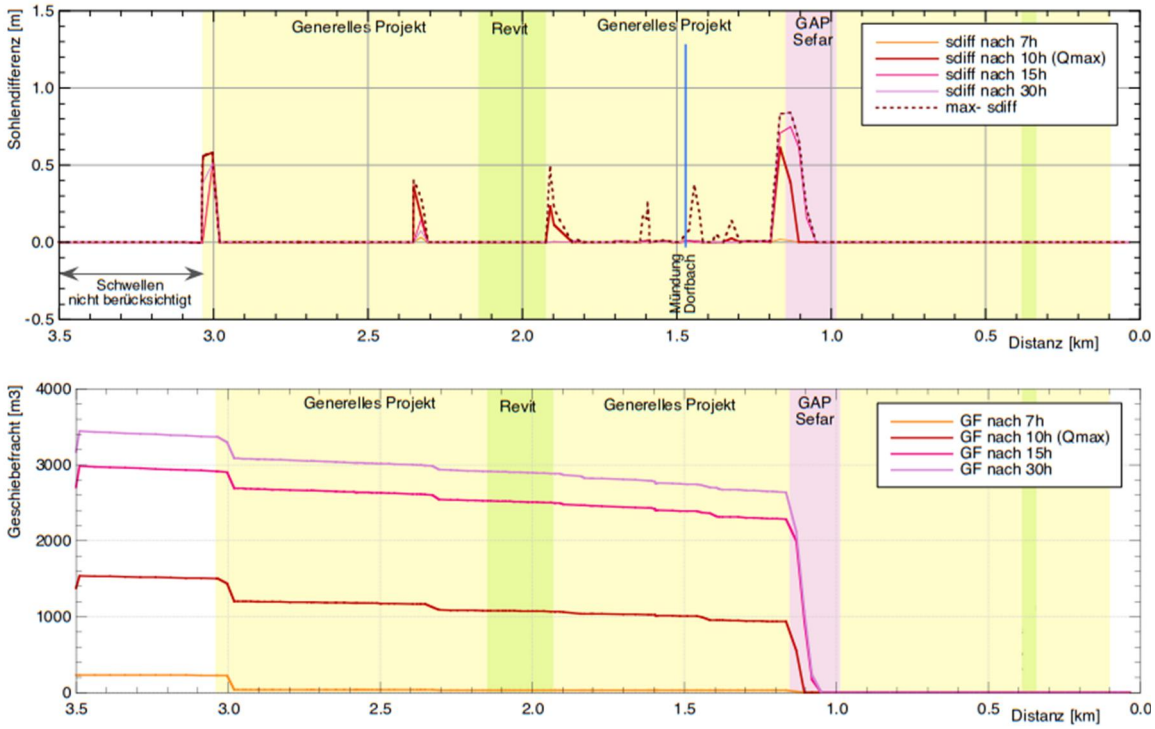


Abb. 17: Szenario P3. Oben: Längenprofil der Sohlendifferenz (sdiff) zu verschiedenen Zeitpunkten.
Unten: Längenprofil der transportierten Geschiebefracht (GF) zu verschiedenen Zeitpunkten.

Zusammengefasst kommt der Gutachter des Berichtes [9] zum Schluss, dass

- das aus dem Tobel zugeführte Geschiebe ablagerungsfrei bis zum GAP Sefar transportiert werden kann (Ist- und Projekt-Zustand)
- künftig die Geschiebefracht im Gstaldenbach zunehmen wird (Änderung Listweiher, etc.)
- sich der GAP Sefar aus wasserbaulicher Sicht an der richtigen Stelle befindet
- im Oberlauf ein Rückhalt für Holz erstellt werden sollte.

3.8.5 Sohlen- und Ufersicherung

Die Dimensionierung der Steinsätze basieren auf den Theorien und Formeln von Meyer-Peter-Müller. Es ergeben sich folgende Sohlen- und Ufersicherungen für die Dimensionierungswassermenge HQ_{100}:

Sohle

km	GP	Gefälle [%]	Durchmesser [m]	Stärke [m]	D_{max} [m]	Masse [t]	Filterschicht [m]
0‘964 - 0‘984	1	0.30	0.10 - 0.20	0.20	0.40	0.00 - 0.09	0.01 - 0.02
0‘984 - 1‘192	2	1.09	0.08 - 0.11	0.15	0.80	0.00 - 0.60	0.01 - 0.02
1‘192 - 1‘202	3	5.00		Rampe siehe unten			
1‘202 - 1‘325	4	1.10	0.25 - 0.35	0.42	0.80	0.02 - 0.60	0.02 - 0.05
1‘325 - 1‘340	5	1.10	0.30 - 0.40	0.52	0.80	0.04 - 0.60	0.02 - 0.03
1‘340 - 1‘405[1]	6	1.10	0.30 - 0.40	0.50	0.80	0.04 - 0.60	0.02 - 0.03
1‘416 - 1‘465	5	1.10	0.30 - 0.40	0.52	0.80	0.04 - 0.60	0.02 - 0.03
1‘465 - 1‘475	4	1.10	0.25 – 0.45	0.42	0.80	0.02 - 0.60	0.02 - 0.05

Böschung

Für die Bestimmung der Steinsatzhöhe wird der Grenzwert der Schleppspannung von 70 N/m^2 berücksichtigt:

km	GP	Gefälle [%]	Durchmesser [m]	Höhe [m]	Masse [t]	Bemerkung
0‘964 - 0‘984	1	0.30	0.25 - 0.35		0.02 – 0.06	links und rechts
0‘984 - 1‘192	2	1.09	0.15 - 0.25		0.01 - 0.02	links und rechts
1‘192 - 1‘202	3	5.00	0.85 - 0.95	1.10	0.90 - 1.20	links und rechts
1‘202 - 1‘325	4	1.10	0.65 - 0.75	0.90	0.40 - 0.50	links und rechts
1‘325 - 1‘340	5	1.10	0.70 - 0.80	1.20	0.59	Mauer rechts
1‘340 - 1‘405	6	1.10	0.70 - 0.80	1.20	0.59	Mauer rechts, Differenzmauer links
1‘416 - 1‘465	5	1.10	0.70 - 0.80	1.20	0.59	Mauer rechts
1‘465 - 1‘475	4	1.10	0.15 - 0.20	0.82	0.00 - 0.01	links und rechts

Die Annahmen und Berechnungen sind im Anhang zu finden. In den Gestaltungsprofilen sind die erforderlichen Böschungssicherungen und die Ausbildung der Sohle eingezeichnet.

[1] … 1‘405 - 1‘416: Brücke Töberstrasse

3.8.6 Rampe Freibach

Die Rampendimensionierung wird nach Zarn [25] durchgeführt. Aufgrund des geringen Gefälles, der Breite und der Fliessgeschwindigkeiten kann auf eine geschlossene, klassische Rampe verzichtet werden.

Als Rampentyp wird die *aufgelöste eigendynamische Rampe* gewählt, da sie eine unregelmässigere Struktur, einen "wildbachähnlichen" und natürlichen Charakter aufweist.

Höhe: 0.5 m

Breite: 7.0 m

$q_{spez.}$ 8.0 m^3/s

Gefälle: 3% (im Endausbau, Länge 16.6 m)

Die Berechnungen nach Zarn (Details siehe auch im Anhang) ergeben:

Bauteil	**Durchmesser [m]**	**Masse [kg]**	**Bemerkungen**
Sohle	0.2 - 1.1	max. 2‘500	Bei der aufgelösten Rampe werden Blöcke mit max. 2.5 to (1.1 m Durchmesser) nach Zarn verwendet. Der Anteil der grossen Blöcke beträgt 4%, Die anderen Anteile werden entsprechend der Kornverteilungskurve eingebracht.
Filterschicht	0.03		Stärke: 10 cm
Böschung	0.85 - 0.95	900 – 1‘200	Höhe über Sohle: 0.7 bis 0.9 m
Rampenfuss			Nicht gesondert ausgebildet

Die Rampe selbst wird nach der Kornverteilungskurve (Sieblinie nach [25]) aufgebaut und mit knapp 5% eingebaut. Im Endstadium soll die Rampe dann ein Gefälle von ca. 3% aufweisen.

Durchmesser von [m]	Durchmesser bis [m]	Anteil %
0.06	0.18	50%
0.18	0.40	24%
0.40	0.60	12%
0.60	0.80	5%
0.80	1.00	5%
1.00	1.15	4%

3.8.7 Rampe Groppenbach

Die Rampe am Groppenbach wird als kleine Pendelrampe ausgeführt. Damit kann eine „Fischdurchgängigkeit“ auch für schwimmschwache Fischarten besser ermöglicht werden. Die Ufer- und Sohlenbefestigungen der Rampe wurden nach der Theorie Meyer-Peter-Müller und Whitaker+Jäggi bemessen. Die Berechnungen und die dafür verwendeten Ausgangswerte sind im Anhang zu finden und die gewählten Blockgrössen sind in den Plänen dargestellt.

Höhe: 1.9 m

Breite: 4.0 bis 10 m

Gefälle Talweg: 14 % (Länge ca. 15 m)

Die Berechnungen nach Whitaker + Jäggi und Meyer-Peter-Müller (Details siehe auch im Anhang) für eine geschlossene Rampe ergeben:

Bauteil	**Durchmesser [m]**	**Masse [kg]**	**Bemerkungen**
Sohle	0.45 - 0.55	150 - 400	Klassische geschlossene Blockrampe (vollflächig)
Filterschicht	0.03		Stärke: 10 cm
Böschung	0.6 - 0.8	500 – 1‘000	Höhe über Sohle: 0.5 bis 0.7 m
Rampenfuss Kolk	0.7 - 0.8	600 – 1‘000	

Rampenfuss und Rampenkopf werden mit Steinen bis zu 1.0 to erstellt, welche gegen die Fliessrichtung bombiert angeordnet werden (Gewölbewirkung). Der Rampenkopf wird oberwasserseitig durch zusätzliche Steine vor Unterspülung gesichert (Tiefe min. 1.50 m). Die Anpassung an den Querschnitt unter der Brücke muss kontinuierlich erfolgen. Das Tosbecken liegt innerhalb des GAP's. Diese wird nicht gesichert. Der Rampenfuss muss aber genügend tief fundiert werden.

3.8.8 Bruchsteinmauern

Die statische Vordimensionierung der Mauern basiert auf den gültigen SIA Normen.

Die Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit sollen im Rahmen der Detailprojektierung ausgeführt werden.

Die neuen Mauern werden mindestens 1 m unter der projektierten Gewässersohle fundiert.

4 MASSNAHMENPLANUNG

4.1 Einleitung

Mit den in diesem Kapitel beschriebenen Massnahmen sollen die grössten Hochwasserschutzdefizite am Freibach im Siedlungsgebiet von Thal und Rheineck behoben werden. Die Massnahmen umfassen den Ausbau des Gerinnes des Freibaches vom Gstaldenbach bis zur Brücke Sefar und den Bau eines Geschiebeablagerungsplatzes (GAP) im Bereich der Sefar.

Mit dem Ausbau des Gerinnes kann sichergestellt werden, dass die Dimensionierungswassermenge abgeleitet werden kann und bei den Brücken und Stegen keinen Verklausungen auftreten.

Im GAP Sefar, dies haben die Geschiebetransportberechnungen gezeigt, wird das Geschiebe und Holz aus dem Tobel abgelagert und in der Flachstrecke im Unterlauf treten keine Auflandungen mehr auf, welche das Durchflussvolumen reduzieren. So ist auch im Unterlauf mit weniger Ausuferungen zu rechnen, auch wenn diese Strecke noch nicht auf die Dimensionierungswassermenge ausgebaut ist.

4.2 Variantenstudium

4.2.1 Ausbau Gerinne

Im Rahmen des Projektes [6] wurden verschiedene Varianten bezüglich der Vergrösserung des Gerinnes Freibaches vom Zusammenfluss Dorfbach - Gstaldenbach bis zum GAP Sefar untersucht:

- V0: Längsgefälle 1.3%, QP gem. GP, Sohlbreite 6.0 m (Problematik Freibord, Schleppspannungen, Einstau Brücke Töberstrasse)
- V1: Längsgefälle 1.0%, QP gem. GP, Sohlenabsturz Vereinigung 0.6 m, Höhenreserve zu Längenprofil GAP 20 cm (Problematik Freibord)
- V2: Längsgefälle 1.0%, Sohlenbreite 7.5 m, Vereinigung 0.6 m, Sohlenabsturz Vereinigung 0.6 m, Höhenreserve zu Längenprofil GAP 20 cm (Problematik Sohlenbreite und Eingriffe in angrenzende Liegenschaften)
- V3: Längsgefälle 1.0%, Sohlenbreite 6.8 m, Vereinigung 0.6 m, Sohlenabsturz Vereinigung 0.8 m, Höhenreserve zu Längenprofil GAP: 0 cm (Problematik Düker Kanal, Differenzmauern erforderlich)

Basierend auf den untersuchten Ergebnissen wurde die

Variante V3

als Bestvariante beurteilt und in Absprache mit dem Tiefbauamt des Kantons St. Gallen im Projekt umgesetzt.

4.2.2 GAP Sefar

Bezüglich der Lage des Geschiebeablagerungsplatztes wurden verschiedene Standorte untersucht, abgeklärt und beurteilt. Schlussendlich zeigte sich, dass der Standort Sefar die beste Lösung darstellt, da diese unmittelbar vor der Flachstrecke liegt, genügend Platz zur Verfügung steht, einfach zugänglich ist (Unterhalt) und auch eine Lebensraumaufwertung innerhalb des

Siedlungsgebietes erreicht werden kann.
Die Lage des Standortes und die Grösse wurde auch im Zuge der Ausarbeitung des Berichtes Optimierung [9] nochmals geprüft und es zeigt sich, dass der Standort richtig gewählt wurde und auch das zur Verfügung gestellte Volumen für den Rückhalt von Geschiebe und Holz den Anforderungen entspricht.

Im Rahmen des Projektes [7] wurden zudem verschiedene Varianten bezüglich Niederwasserrinne, Gestaltung, Bepflanzung und Rampenausbildungen studiert, verglichen und untersucht.

In Rücksprache mit den zuständigen Stellen der Sektion Wasserbau und der von der Gemeinde eingesetzten Kommission wurden für den GAP folgende

Variante gewählt

- Niederwasserrinne: Verzicht auf vorgegebenes Gerinne
- Gestaltung: lediglich grobe Vorgabe, freie Entwicklungsmöglichkeit innerhalb der Grenzen
- Bepflanzung: ruderal, mit einzelnen Schwerpunkten
- Rampenausbildung gemäss Empfehlung Flussbau AG [9]

4.3 Projekt

Der Ausbau des Freibachs innerhalb des Projektabschnittes umfasst folgende Teile (von oben nach unten), welche nachfolgend beschrieben werden:

- Ausbau Gerinne Gstaldenbach bis GAP Sefar
- Geschiebeablagerungsplatz Sefar inkl. Zufahrt
- Einmündung Groppenbach
- Freibachweg und Steg Groppenbach
- Steg Madame-Dufourweg

4.3.1 Ausbau Gerinne Gstaldenbach bis GAP Sefar

Die erforderliche Erhöhung der Kapazität muss in diesem Abschnitt durch die Vergrösserung des Abflussquerschnittes erfolgen. Dazu wird die Schwelle unterhalb der Töberstrasse eliminiert und die Sohle bis zum Gstaldenbach um rund 50 cm abgesenkt. In der Breite kann das Gerinne vom Gstaldenbach bis zum Ende Parz. 1198 nur minimal vergrössert werden, da bestehende Verkehrswege und Gebäude den Bachlauf links und rechts begrenzen.

Die Bachsohle weist eine Breite von ca. 6.80 m auf und das Sohlengefälle beträgt 11 ‰. Der Anschluss der Sohle an den Gstaldenbach und den Dorfbach erfolgt über eine provisorische Schwelle beim Gstaldenbach bzw. über eine Rampe beim Dorfbach. Die linke Böschung des Freibaches schliesst an die bestehende Mauer des Gstaldenbaches an und die rechte Böschung läuft in die neue Böschung des Dorfbaches über.

Das Querprofil im obersten Teil weist linksufrig eine Böschung mit einer Neigung von 2:3 und rechtsufrig eine Bruchsteinmauer mit einer Neigung 5:1 auf. Wie weit der Bau der Bruchsteinmauer vor den bestehenden Gebäuden notwendig ist (QP20, QP18), soll im Rahmen der Ausführung im Detail geklärt werden.

Infolge der begrenzten Platzverhältnisse muss, um steile Böschungen zu vermeiden, unterhalb der Brücke Töberstrasse auf der linken Seite auf einer Länge von rund 50 m eine kleine Differenzmauer erstellt werden.

Von der Parz. 1198 bis zum GAP Sefar können beidseitig Böschungen mit Neigungen von 1:2 bzw. max. 2:3 erstellt werden. Die Sohle weist auch hier eine Breite von rund 6.80 m auf.

Die bestehende Sohlenpflästerung wird komplett zurückgebaut und durch eine Natursohle mit Steinen und Kies ersetzt. Eine Niederwasserrinne stellt einen genügend tiefen Abfluss auch bei wenig Wasser sicher.
Auch die vorhandenen harten und unnatürlichen Uferverbauungen werden zurückgebaut und durch beidseitige Steinsätze bis ca. 85 cm über die Sohle ersetzt. Die Steinsätze werden mit Aushubmaterial abgedeckt und begrünt. An stark exponierten Stellen werden Spreitlagen und Faschinen als zusätzlicher Erosionsschutz erstellt. Damit können Erosionen bei einem Hochwasser verhindert werden. Die Steinsätze werden auf weite Strecken mit Erd- oder Kiesmaterial überdeckt. Die harte Verbauung ist somit nicht durchgehend sichtbar und im Bereich des Böschungsfusses entstehen unregelmässige Strukturen durch Ausschwemmungen des Erdmaterials. Mit einzelnen Strukturelementen werden – trotz der geringen Platzverhältnisse – kleinräumige Massnahmen zur Habitatsverbesserung geschaffen, Es sind dies Störsteine, kleinere Wurzelstöcke, Totholz und Nischen in den Mauern.

Die Fundamente der Mauern werden in Stahlbeton erstellt. Die Verkleidung der Mauern erfolgt mit rohen, frostbeständigen Bruchsteinen. Die Oberflächen werden rau ausgebildet und rückspringend ausgefugt.

4.3.2 Geschiebeablagerungsplatz (GAP) Sefar

Der Einlauf zum Geschiebeablagerungsplatz wird mit einer Rampe ausgeführt. Aus ökologischen Gründen wird die Variante der aufgelösten, eigendynamischen Rampe nach [25] gewählt. Damit wird der Übergang zum flacheren Ablagerungsbereich geschaffen. Die Rampe selbst weist ein Gefälle von ca. 3% und eine Länge von ca. 17 m auf. Das linke Ufer im Bereich des Einlaufes wird bis auf eine Höhe von 1.50 m über der Sohle mit Steinen und mit ingenieurbiologischen Massnahmen gesichert.

Die Sohle des Beckens liegt im Durchschnitt etwa 2.60 m, im Maximum fast 4 m tiefer als das heutige Terrain. Mit den allseitig flachen Böschungen von 1:2 bis 1:4 erhält das Becken die Form einer Geländemulde und wirkt in der Landschaft daher nicht störend. Im oberen Teil des GAP erfolgt eine langsame Aufweitung zur Verhinderung von Anlandungen im Bereich der Brücke Sefar. In der unteren Hälfte des GAP gewährleistet die grosse Aufweitung den Rückhalt des Geschiebes und des Holzes. Die Sohle des Beckens ist leicht gegen die Niederwasserrinne geneigt. Der Platz weist in der Achse der Niederwasserrinne ein mittleres Gefälle von 10.9‰ auf. Der Geschiebeablagerungsplatz beansprucht eine Fläche von etwa 11'300 m^2 und bei einer gleichmässigen Verteilung der Geschiebemenge von 2'400 m^3 (theoretisch) ergibt sich eine Sohlenerhöhung von durchschnittlich 0.6 m.

Innerhalb des Beckens sind keine harten Verbauungen vorgesehen und eine freie Entwicklung sowohl des Bachlaufes als auch der Vegetation ist somit möglich. Vereinzelte Strukturelemente wie Totholz, Leitsteine, Steinhaufen, Faschinen etc. werden an stark beanspruchten oder vor Erosion gefährdeten Stellen oder um einzelne ökologische Schwerpunkte zu schaffen, eingebracht. Mit dem Verzicht auf die Ausbildung einer verbauten Niederwasserrinne wird eine eigen-

ständige Entwicklung innerhalb des GAP gefördert. Es ist daher möglich, dass zu einem späteren Zeitpunkt gewisse korrigierende Eingriffe vorgenommen werden müssen.

Der Übergang vom GAP Sefar an das Gerinne des Freibaches unterhalb des GAP erfolgt auf einer Länge von rund 25 m. Die vorhandene Schwelle wird eliminiert und so die Längsdurchgängigkeit verbessert.

Die vorhandenen Meteorwasserleitungen (Dachwasser) am südlichen Ufer werden offen in den GAP eingeleitet, dadurch entstehen Rinnsale und Feuchtstellen. Zusammen mit einer Trockenmauer ergibt sich in diesem Bereich ein idealer Lebensraum für Insekten, Amphibien und Reptilien. Insbesondere sollen für die gefährdete Geburtshelferkröte (Glögglifrosch) und die Gelbbauchunke ideale Lebensbedingungen geschaffen werden. Die Details sind zusammen mit Spezialisten im Rahmen des Detailprojektes zu bestimmen.

Für die Erstellung und für den späteren Unterhalt erfolgt die Erschliessung des GAP auf der Südostseite des GAP's über die Thalerstrasse. Im Bereich der Zufahrt wird das Trottoir entlang der Thalerstrasse abgesenkt. Die Zugänglichkeit zum Ablagerungsplatz über diese Erschliessung muss zu jedem Zeitpunkt gewährleistet sein. Die neue Erschliessung wird auf der gesamten Länge als Naturstrasse mit Rasenschotterabdeckung ausgeführt.

Gemäss den durchgeführten Sondierungen kommt die Sohle des GAP durchwegs mehrere dm unter den Grundwasserspiegel in den Bachschutt zu liegen. Entlang der flachen Böschungen ist damit am Böschungsfuss grundsätzlich permanent mit austretendem, der Niederwasserrinne zufliessendem Grundwasser, zu rechnen. Dieses Grundwasser ist zur Gewährleistung der Böschungsstabilität mittels Geröll-/Kiesgräben in Richtung Niederwasserrinne zu führen. Der Böschungsfuss ist im Bereich punktueller Wasseraustritte ggf. mittels Bachgeröll-/Kiesschüttungen oder Platzierung grösserer Bollensteine zusätzlich zu verstärken. Aufgrund der relativ günstigen Kornzusammensetzung des Bachschuttes dürfte sich so nach kurzer Zeit eine ausreichende Filterstabilität ausbilden, damit der Niederwasserrinne nur Grundwasser ohne Feinstoffanteile zufliesst. Diese Massnahmen lassen sich gut in die naturnahe Gestaltung des GAP integrieren und entsprechen den sich natürlicherweise bei vergleichbaren Randbedingungen ausbildenden Verhältnissen. Die mit Neigungen von 1:3 bis 1:4 sehr flachen Böschungen dürften im Bachschutt auch bei permanent austretendem Grundwasser langfristig stabil sein.

4.3.3 Einmündung Groppenbach

Der Groppenbach verläuft entlang der Gemeindegrenze Rheineck / Thal und mündet heute bei ca. bei km 1.06 in den Freibach.

Mit der geplanten Aufweitung muss der Groppenbach an die neue Situation angepasst werden. Durch das Absenken der Sohle im Bereich des GAP's entsteht bei der Einmündung ein Absatz zur Sohle des Groppenbaches mit einer Höhendifferenz von ca. 1.90 m. Diese Höhendifferenz wird mit einer Pendelrampe überwunden. Im Talweg der Pendelrampe beträgt das mittlere Gefälle ca. 6%. Die Sohlenlage unter der Brücke Rheineckerstrasse / Thalerstrasse bleibt unverändert. Die Dimensionierungswassermenge von 12 m^3/s (gemäss [4]) kann dabei problemlos abgeleitet werden. Rampenkopf, Rampenfuss und Querriegel werden auch hier massiv erstellt damit das Bauwerk einem Hochwasser standhält. Die Rampe wird mit einer Niederwasserrinne ausgebildet um die Durchgängigkeit in den Groppenbach sicher zu stellen.

4.3.4 Freibachweg und Steg Groppenbach

Zusammen mit der Realisierung des GAP Sefar muss auch der Freibachweg (kantonaler Wanderweg und Weg 1. Klasse) verlegt werden. Neu folgt der Weg der Böschung des Beckens in einer leicht geschwungenen Form. Östlich des GAP's schliesst der Weg an den bestehenden Weg an. Oberhalb des GAP's quert der Fussgängerweg, wie bis anhin, die Allee unmittelbar vor dem Portal der Sefar. Auf der Parzelle 1854, westlich der Allee, wird der Weg ebenfalls der neuen Bachführung angepasst und schliesst an den neuen Steg an. Der Kiesweg wird mit einer Breite von rund 1.5 m erstellt. Der Zugang von der Zufahrt Sefar auf den Freibachweg wird mit versetzten Schranken für Fahrzeuge verhindert. Im Bereich des Groppenbaches gibt es noch eine kurze Verbindung zum angrenzenden Trottoir entlang der Kantonstrasse.
Mit der Verlegung des Freibachwegs muss auch die Überquerung des Groppenbachs sichergestellt werden. Der bestehende Steg, welcher sich noch in einem guten Zustand befindet, bleibt erhalten und wird lediglich an den neuen Standort an der Rheinecker- / Thalerstrasse verlegt. Es müssen somit ausschliesslich neue Fundamente erstellt und an der Konstruktion einige Anpassungen vorgenommen werden.

4.3.5 Steg Madame Dufourweg

Der Steg Madame Dufourweg muss aufgrund der vergrösserten Spannweite und des schlechten Zustandes durch einen neuen Steg ersetzt werden. Der Standort der Querung bleibt jedoch erhalten. Der neue Steg dient als reiner Fussgängersteg und weist eine reduzierte, aber den Anforderungen genügende Breite von 1.50 m auf. Der Steg ist auf eine Nutzlast von 4 kN/m^2 ausgelegt.

Die beiden neuen Widerlager werden auf der Höhe der Freibachsohle flach fundiert und in Beton erstellt. Die Brücke überspannt den Freibach mit einer Kronenbreite von 15 m mittels zwei auf den Widerlagern gelagerten Rechteckrohrträgern. Zwischen den Trägern liegt der Gehweg mit einer Breite von 1.5 m. Auf den Trägern wird ein Staketengeländer montiert.

4.4 Boden

Beim Bau des Geschiebeablagerungsplatzes fallen ca. 8'000 m3 verwendbares Material an. Dieses muss gesetzeskonform wiederverwendet bzw. entsorgt werden.
Die Projektverantwortlichen haben dazu die Ausarbeitung eines separaten Berichtes in Auftrag gegeben [18]. Dieser ist Bestandteil des Projektes und liegt dem Projektdossier bei.

Zusammengefasst ergibt sich, dass

- ca. 2'700 m^3 Oberbodenaushub (A-Horizont)
- ca. 5'000 m^3 Unterbodenaushub (B-Horizont)
- ca. 1'500 m^3 Untergrundaushub (C-Horizont)

anfallen.

Das verwendbare Material (A- und B-Horizont, sowie Anteile des C-Horizont) wird im Gebiet Bützel in Thal in einer Bodenverbesserung wiederverwendet. Diese Bodenverbesserung ist ebenfalls Bestandteil des vorliegenden Projektes.

4.5 Grundwasser

Die Klärung der hydrologischen Verhältnisse im Projektgebiet wurden durch einen ausgewiesenen Hydrogeologen beurteilt. Die erhobenen Daten und die Erkenntnisse daraus sind im Bericht «Geschiebeablagerungsplatz GAP Sefar Rheineck / Thal / Hydrogeologischer und geotechnischer Bericht» der Andres Geotechnik aufgeführt. Dieser Bericht liegt dem Projekt bei.

Zusammenfassen schreibt er (Zitat):

Aufgrund der seit 2008 im Detail beschafften Grundwasserdaten können die Auswirkungen des geplanten GAP auf das Grundwasser nun klar beurteilt werden. Die Hauptauswirkung beschränkt sich auf eine lokale, geringe Grundwasserspiegelabsenkung, welche nur in einem sehr beschränkten Umkreis unmittelbar beim GAP den heutigen, natürlichen Schwankungsbereich verändert. Die Erweiterung des vorhandenen Schwankungsbereichs nach unten beschränkt sich im Bereich bestehender Nachbarbauten (Schwergewicht Südwestseite) auf voraussichtlich wenige cm. Ausserdem dürfte sich der Mittelwasserstand, welcher heute v.a. auf der Westseite über den Angaben der kantonalen Grundwasserkarte liegt, wieder letzteren annähern. Diese Grundwasserspiegelabsenkung hat keine grundsätzliche Veränderung der Grundwasserhydraulik zur Folge; der Freibach bleibt wie bisher das Drainagegewässer des lokal sehr seichten Grundwasservorkommens mit geringem Nutzungspotential. Es ist davon auszugehen, dass im Bereich GAP eine geringe, abflusstechnisch unerhebliche Menge Grundwasser früher als heute ins Gewässer exfiltriert. Eine Behinderung des natürlichen Grundwasserabflusses und ein Anstieg des Grundwasserspiegels können bei Unterhalt des GAP gemäss technischem Bericht des Ingenieurs ausgeschlossen werden.

Eine quantitative Beeinflussung der im Zustrom des GAP gelegenen Brauchwasserfassungen Sefar kann aufgrund des grossen Abstandes ebenfalls ausgeschlossen werden. Negative Einflüsse auf Nachbarbauten sind auch auf der Südwestseite unwahrscheinlich. Das Restrisiko beschränkt sich auf die in diesem Gebiet grundsätzlich möglichen Torflinsen in extrem ungünstiger Lage sowie auf die zuverlässige Unterbindung von anhaltenden Materialausspülungen am Böschungsfuss des GAP; da-für sind die Massnahmen und Kontrollen gemäss Ziffern 5.4 und 5.5 dieses Berichtes zu beachten. Insgesamt können die Auswirkungen des aus wasserbaulicher Sicht für einen wirkungsvollen Hochwasserschutz notwendigen GAP Sefar aus hydrogeologischer Sicht als geringfügig eingestuft werden.

Die geringen Veränderungen haben keine grundsätzliche Änderung der bereits heute vorhandenen Grundwasserhydraulik zur Folge; sie finden ausserdem in einem Grundwasserleiter mit sehr geringem Durchflusspotential und damit realistischerweise äusserst begrenzter Nutzbarkeit statt. Nach unserer Auffassung steht die geringe, permanente Absenkwirkung des GAP im vorliegenden Fall unter Berücksichtigung der angestrebten Hochwasser-Schutzziele nicht im Widerspruch zur gültigen Gewässerschutzgesetzgebung. Das Bauvorhaben ist daher nach unserer Auffassung auch aus hydrogeologischer Sicht bewilligungsfähig.

4.6 Werkleitungen

Aufgrund des Gewässerausbaus mit der Verbreiterung des Querschnittes, der Sohlenabsenkung und der Aufweitung beim GAP müssen die Werkleitungen teilweise verlegt oder angepasst werden.

km	Li/re Ufer	Werkleitung	Massnahme	Bemerkung
0.778	re	RW, DN200	Anpassung (Kürzen)	
0.790	re	Gas, PE140 Strom, PE 120 Strom, PE 60	Neuverlegung bis km 1.200	
1.112	re	Wa, FZ100	Kürzen und neu in den GAP führen	Funktion unbekannt
1.195	re	Wa, PE100	Bestimmen Tiefenlage und allenfalls tiefer legen	Überdeckung
1.200	re	Gas, PE140 Strom, PE 120 Strom, PE 60	Neuverlegen nach Süden bis km 0.790	
1.206	li	RW, Z 200	Anpassen und Einpassen in Böschung	
1.228	li	RW, Z 200	Anpassen und Einpassen in Böschung	
1.238	li/re	Strom PE 120 Strom PE 100	Bestimmen Tiefenlage und allenfalls tiefer legen	Neue Sohle ca. 0.1 m unter Bestand
1.243	li	RW, Z	Anpassen und Einpassen in Böschung	
1.276	re	RW, Z 150	Anpassen und Einpassen in Böschung	
1.287	li/re	Gas, PE 140	Unterdükerung bei km 1.287, Tieferlegen von 1.225 bis 1.275	Düker unter Gerinne müsste passen
1.294	li	MW, SBR 1100	Mischwasserentlastung, Einlaufbauwerk erneuern mit Natursteinen	
1.318	Li/re	Rohrbrücke, Wasser	Rückbauen	Ausser Betrieb
1.378	li	RW	Einlaufschacht auf Strasse	
1.393	li	RW, SBR 600	Einlaufbauwerk anpassen/erneuern mit Natursteinen	
1.412	Li/re	diverse	In Brückenplatte einbetoniert, keine Massnahmen notwendig	
1.418	Li/re	Strom, PE	Tieferlegen	Neue Sohle ca. 0,5 m tiefer
1.419	Li/re	Gas, PE	Tieferlegen	Neue Sohle ca. 0,5 m tiefer
1.437	re	RW, PP 400	Neue Wanddurchführung erstellen	
1.442	Li/re	SW, AZ 700	Tieferlegen, neues Dükerbauwerk (mindestens 1 m tiefer)	Neue Sohle ca. 0,5 m tiefer, bestehende Überdeckung 0.4 m

MW= Mischwasser, RW=Meteor-/Regenwasser, SW-Schmutzwasser, Wa=Wasser, li=links, re=rechts,

Die Rohrbrücke der Trinkwasserleitung (km 1.318, DN 150) ist nicht mehr in Betrieb und wird rückgebaut.

Die Verlegung der Werkleitungen muss gemeinsam, koordiniert und vor den eigentlichen Bauarbeiten erfolgen.

4.7 Bepflanzung / Begrünung

Der Bepflanzung und Begrünung kommt eine grosse Bedeutung zu, da Hecken, Gebüsch und Sträucher den Bachlauf beschatten und Vögeln Nist- und Brutplätze bieten. Die gewählte Bepflanzung wirkt sich aber auch entscheidend auf den Umfang der späteren Unterhaltsarbeiten aus.

Im Bereich des Gerinnes werden die Böschungen als Magerwiesen / Trockenstandorte ausgebildet. Zudem soll mit Weidenstecklingen und standortgerechten Bäumen und Sträuchern eine Beschattung des Bachlaufes erzielt werden. Die bestehende Bestockung entlang des linken Ufers (Areal Sefar) muss zwingend erhalten bleiben. Bei den Bauarbeiten im Bereich der Bäume ist dem Schutz der Bäume und insbesondere des Wurzelwerkes genügend Beachtung zu schenken (Einsatz von kleineren Aushubgeräten). Dasselbe gilt für die unter Schutz stehende Allee.

Von den neu entstandenen Flächen werden lediglich die Flächen oberhalb der Böschungsoberkanten humusiert und mit Blumenwiese begrünt. Bei den übrigen Böschungen und bei der Sohle des GAP's verbleibt der anstehende rohe Mutterboden. Feinere vor dem Ausschwemmen gefährdete Sandschichten werden mit Geröll und Kies überdeckt. Die Flächen an den Böschungen werden mit einheimischem Saatgut als Magerwiese, mit Ruderalflora oder mit Hochstaudenflur mittels Nassansaat begrünt. Durch den Einsatz von verschiedenen Saatgutarten wird den örtlichen Gegebenheiten Rechnung getragen (exponiert, trocken, feucht). Die Sohle des GAP's wird nicht begrünt.

Entlang des linken Ufers wird die bestehende Bestockung durch Niederhecken und Gebüsche mit einem hohen Anteil von dornigen Arten ergänzt. Der Zugang zum Areal Sefar über den GAP soll dadurch verhindert oder mindestens erschwert werden.

Die Böschungen und die Flächen entlang des Fussweges werden ebenfalls mit Gebüschen und Hecken bepflanzt. Zwischen dem Fussweg und der Rheinecker- / Thalerstrasse ist die Bepflanzung so zu wählen, dass der Fussweg etwas abgegrenzt werden kann, die Sicht von der Strasse zum GAP aber nicht durchgehend verhindert wird. Mit der Bepflanzung an den Böschungen sollen die Flächen etwas unterbrochen und eine, mindestens kleinräumige, Beschattung der Sohle sichergestellt werden.

Oberhalb des Geschiebeablagerungsplatzes wird die rechtsseitige Böschung mit kleineren Bäumen und Sträuchern bepflanzt.

Als Pflanzen kommen beispielsweise zum Einsatz:

Sträucher

- Weidenarten
- Hasel
- Hartriegel
- Pfaffenhut
- Kreuzdorn
- Geissblatt
- Faulbaum
- Gemeiner Schneeball
- Schwarzdorn
- Schwarzer Holunder
- Kornelkirsche
- Hundsrose
- Hainbuche
- Wolliger Schneeball

Bäume

- Stieleiche
- Spitzahorn
- Traubenkirsche
- Aspe (Zitterpappel)
- Sommerlinde
- Silberweide
- Grauerle
- Walnuss

4.8 Auswirkungen der Massnahmen

Siedlungen: Mit dem Ausbau des Gerinnes und der Erstellung des GAP Sefar kann der Hochwasserschutz für das unterhalb des Zusammenflusses von Gstalden- und Freibach liegende Siedlungsgebiet merklich verbessert werden. Zudem steht der Bevölkerung in Siedlungsnähe ein wunderbares Erholungsgebiet zur Verfügung.

Natur- und Landschaft: Im Zentrum des Siedlungsgebietes von Rheineck und Thal entsteht ein abwechslungsreicher und wertvoller Lebensraum für verschiedene Tierarten, welche im oder am Gewässer leben.

Ökologie / Fischerei: Durch die Eliminierung der Abstürze und den Rückbau der gepflästerten Sohle und dessen Ersatz durch eine Natursohle kann die geforderte Längsdurchgängigkeit erreicht werden. Für Fauna und Flora im und am Gewässer entstehen abwechslungsreiche Lebensräume. Die Fläche, die dem Gewässer zur Verfügung steht, nimmt erheblich zu.

Landwirtschaft: Die für den GAP beanspruchte Fläche, welche mehrheitlich in der Grünzone liegt ist als Fruchtfolgefläche ausgeschieden und wird heute landwirtschaftlich genutzt. Nach der Realisierung steht diese Fläche der Landwirtschaft nicht mehr weiter zur Verfügung. Als Ersatz wird im Gebiet Bützel in der Gemeinde Thal eine Bodenaufwertung mit einer Fläche von ca. 1.6 ha realisiert.

Grundwasser: Aufgrund der seit 2008 im Detail beschafften Grundwasserdaten können die Auswirkungen des geplanten GAP auf das Grundwasser nun klar beurteilt werden. Die Hauptauswirkung beschränkt sich auf eine lokale, geringe Grundwasserspiegelabsenkung, welche nur in einem sehr beschränkten Umkreis unmittelbar beim GAP den heutigen, natürlichen Schwankungsbereich verändert.

4.9 Verbleibende Risiken

Die hydraulischen Berechnungen und die Überflutungsmodellierungen haben gezeigt, dass beim Szenario mit HQ_{100} und gefülltem Ablagerungsplatz (4'500 m^3) die Wassermengen schadlos bzw. ohne Überflutungen im Bereich der ausgebauten Teilstrecke abgeleitet werden können. Auch bei einem Ereignis von HQ_{300} vermag das System die Wassermengen abzuleiten, dies aber lediglich bei leerem Ablagerungsplatz. Bei grösseren Wasser- oder Geschiebemengen (Überlastfall) wird das östliche Ufer (tiefster Systempunkt) überströmt und das Wasser fliesst ins Siedlungsgebiet. Ein Kollaps beim Überströmen des, gegenüber dem umliegenden Terrain, leicht erhöhten Ufers kann praktisch ausgeschlossen werden. Die Überströmhöhen liegen im Bereich von weniger als 25 cm und sind somit gering und könnten im Ereignisfall mit mobilen Massnahmen relativ einfach (z.B. Sandsäcke, Beaverschläuche) verhindert werden. Das Restrisiko kann dadurch weiter reduziert werden.

5 UNTERHALT

5.1 Leerung GAP

Die Häufigkeit der Leerung des Geschiebeablagerungsplatzes steht in direktem Zusammenhang mit dem jährlichen Verlauf der Wasserführung am Freibach. Sie kann weder im Voraus geplant noch beeinflusst werden. Eine periodische Kontrolle des Ablagerungsplatzes durch einen Beauftragten der Gemeinde ist daher notwendig.

Der GAP sollte geleert werden, wenn

- im Frühjahr der Füllungsgrad ca. 30 % oder mehr beträgt
- im Herbst der Füllungsgrad ca. 50 % oder mehr beträgt

Bei der Entleerung ist darauf zu achten, dass

- die Sohlenhöhen innerhalb des GAP wieder den ursprünglichen (projektierten) Höhen entsprechen. Die am Rande und entlang der Niederwasserrinne versetzten Höhensteine dienen als Ausgangspunkte.
- die Niederwasserrinne wieder vorgegeben wird.
- die erstellten Strukturen mit Einzelsteinen, Steinhaufen, Totholz wieder hergestellt werden.
- die Begrünung und Bestockung am Ufer nicht allzu stark beschädigt wird.

5.2 Pflege Begrünung / Bestockung

Die Böschungen und Freiflächen benötigen, insbesondere in den ersten drei Jahren, einen vermehrten und intensiveren Unterhalt. Die Mager- und Trockenwiesen und die Ruderalflächen an den Böschungen müssen jährlich gemäht werden. Es ist darauf zu achten, dass nie die gesamte Fläche gemäht wird. Ein Teil der Vegetation soll immer stehen bleiben (Mosaikpflege).

Hecken und Gebüsche entlang des Fussweges sind, wenn notwendig, zurückzuschneiden. Die Bestockung darf dort nicht zu dicht werden, damit hinter der Bestockung kein "abgeschlossener" Raum entsteht. Die Sichtverhältnisse bei den Ausfahrten oberhalb und unterhalb des GAP's dürfen nicht eingeschränkt werden.

Die Bepflanzung an den Böschungen des GAP's sollte im Laufe der Jahre nicht zu dicht werden und soll auf einzelne Stellen beschränkt bleiben. Die offenen Zugänge zum Wasser müssen erhalten bleiben.

Die Sohle des GAP's wird in periodischen Abständen überflutet und allenfalls mit Geschiebe überdeckt. Die natürlich entstandene Vegetation wird dadurch mehrheitlich zerstört. In diesen natürlichen Prozess soll nur eingegriffen werden, wenn während längerer Zeit keine mittleren bis grösseren Ereignisse auftreten. Es ist zu verhindern, dass die Sohle des GAP's im Laufe der Jahre zuwächst (Weiden, etc.). Insbesondere ist die Ansiedelung und Ausbreitung von Neophyten schon von Beginn weg zu verhindern. Während den ersten drei Jahren sind Keimlinge fachgerecht zu entfernen.

Die zur Sicherung von hoch beanspruchten Stellen eingesetzten Faschinen und Spreitlagen müssen auch längerfristig erhalten werden, da diese für das Funktionieren und die Sicherheit der Anlage wichtig sind.

6 KOSTENVORANSCHLAG

Preisbasis Mai 2016 / Beträge inkl. MWSt. / Genauigkeit +/- 10 %, gerundet auf Fr. 1‘000

10		**Bauarbeiten**				
		Gerinne Gstaldenbach bis GAP Sefar				
	11	Akkordarbeiten	Fr.	1‘620‘000		
	12	Regiearbeiten	Fr.	17‘000		
	13	Begrünungen / Möblierung	Fr.	23‘000		
	14	Steg Sefar	Fr.	70‘000		
			Fr.	**1’730’000**		
		GAP Sefar				
	15	Akkordarbeiten	Fr.	1‘020‘000		
	16	Regiearbeiten	Fr.	7‘000		
	17	Begrünungen / Möblierung	Fr.	12‘000		
	18	Anpassung Steg Groppenbach	Fr.	11‘000		
	19	Bodenkundliche Massnahmen	Fr.	70‘000		
			Fr.	**1’120’000**		
10		**TOTAL Bauarbeiten**			**Fr.**	**2’850‘000**
20		**Nebenarbeiten**				
	21	Vorbereitungsarbeiten / Beweissicherung	Fr.	42‘000		
	22	Vermessung / Vermarkung	Fr.	23‘000		
	23	Werkleitungen	Fr.	37‘000		
	24	Unterhalt nach Realisierung	Fr.	9‘000		
	25	Überwachung Grundwasser	Fr.	85‘000		
	26	Setzungsmessungen / Zustandsaufnahmen	Fr.	55‘000		
20		**TOTAL Nebenarbeiten**			**Fr.**	**251‘000**
30		**Landerwerb / Entschädigungen**				
	31	Entschädigungen	Fr.	5‘000		
	32	Landerwerb (CHF 8.0.- / m^2)	Fr.	100‘000		
	33	Gebühren Grundbuch	Fr.	11‘000		
30		**TOTAL Landerwerb / Entschädigungen**			**Fr.**	**116‘000**
40		**Diverses**				
	41	Gebühren	Fr.	4‘000		
	42	Inserate / Diverses	Fr.	8‘000		
	43	Materialprüfungen	Fr.	2‘000		
	44	Öffentlichkeitsarbeit	Fr.	8‘000		
40		**TOTAL Diverses**			**Fr.**	**22‘000**
50		**Honorare**				
	51	Projektierung	Fr.	220’000		
	52	Realisierung	Fr.	320’000		
	53	Nebenkosten	Fr.	24‘000		
	54	Spezialisten	Fr.	180'000		
50		**TOTAL Honorare**			**Fr.**	**744‘000**

60		**Unvorhergesehenes**				
	61	Bauarbeiten	Fr.	142‘000		
	62	Planungen / Übriges	Fr.	70‘000		
60		**TOTAL Unvorhergesehenes**			**Fr.**	**212’000**
70		**Gen. Projekt, Vorarbeiten, Perimeter**				
	71	Honorare GP	Fr.	195‘000		
	72	Drittkosten	Fr.	6‘000		
	73	Spezialisten	Fr.	57‘000		
	74	Perimeter	Fr.	27‘000		
70		**TOTAL Generelles Projekt**			**Fr.**	**285‘000**
SCHLUSSTOTAL					**Fr.**	**4‘480‘000**

7 ANHÄNGE

Anhang 1 Hydraulische Berechnungen GAP Sefar

Hydraulik Flussbau AG [19]:

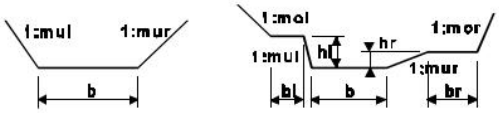
	HQ100					HQ100			
	Sz2	Sz2	Sz4	Sz6	Sz2,Sz4,Sz6	Sz2	Sz4	Sz6	Sz2,Sz4,Sz6
Distanz	mittlere Sohle	WSp	WSp	WSp	WSp max	EL	EL	EL	EL max
[km]	[m ü.M.]	[m ü.M.]	[m ü.M.]	[m ü.M.]	[m ü.M.]	[m ü.M.]	[m ü.M.]	[m ü.M.]	[m ü.M.]
3.000	465.53	466.70	466.70	466.70	466.70	467.24	467.25	467.24	467.25
2.995	462.42	464.41	464.39	464.27	464.41	464.99	464.97	464.86	464.99
2.965	462.33	463.93	463.94	464.02	464.02	464.34	464.33	464.34	464.34
2.941	462.02	463.46	463.46	463.46	463.46	464.02	464.02	464.02	464.02
2.940	459.71	461.15	461.15	461.15	461.15	461.71	461.71	461.71	461.71
2.930	459.55	461.02	461.02	461.02	461.02	461.55	461.55	461.55	461.55
2.912	459.28	460.72	460.72	460.72	460.72	461.28	461.28	461.28	461.28
2.903	459.15	460.57	460.57	460.57	460.57	461.15	461.15	461.15	461.15
2.887	458.90	460.32	460.32	460.32	460.32	460.90	460.90	460.90	460.90
2.866	458.59	460.01	460.01	460.01	460.01	460.59	460.59	460.59	460.59
2.863	458.42	459.11	459.11	459.11	459.11	460.44	460.45	460.44	460.45
2.859	456.43	457.56	457.56	457.59	457.59	458.10	458.10	458.13	458.13
2.841	455.67	457.12	457.12	457.09	457.12	457.52	457.52	457.55	457.55
2.817	455.27	456.66	456.66	456.66	456.66	457.20	457.20	457.20	457.20
2.813	452.72	453.99	453.99	453.99	453.99	454.67	454.67	454.67	454.67
2.790	452.37	453.64	453.64	453.64	453.64	454.32	454.32	454.32	454.32
2.758	451.89	453.28	453.28	453.27	453.28	453.82	453.82	453.82	453.82
2.702	451.06	452.27	452.27	452.27	452.27	453.04	453.04	453.04	453.04
2.688	449.72	450.70	450.70	450.70	450.70	452.38	452.38	452.38	452.38
2.686	449.56	450.55	450.55	450.55	450.55	452.23	452.23	452.22	452.23
2.680	447.95	449.19	449.19	449.19	449.19	449.92	449.92	449.91	449.92
2.642	447.39	448.63	448.63	448.63	448.63	449.36	449.36	449.35	449.36
2.636	447.29	448.57	448.57	448.57	448.57	449.24	449.24	449.24	449.24
2.609	446.94	447.93	447.93	447.93	447.93	449.21	449.21	449.20	449.21
2.605	445.74	446.50	446.50	446.50	446.50	448.91	448.91	448.90	448.91
2.581	445.14	446.14	446.14	446.14	446.14	447.35	447.35	447.35	447.35
2.578	444.29	445.06	445.06	445.06	445.06	447.13	447.13	447.13	447.13
2.548	443.63	444.63	444.63	444.63	444.63	445.87	445.87	445.87	445.87
2.543	442.60	443.37	443.37	443.37	443.37	445.52	445.52	445.51	445.52
2.539	442.46	443.38	443.38	443.38	443.38	445.10	445.10	445.10	445.10
2.536	442.29	443.24	443.24	443.24	443.24	444.84	444.84	444.84	444.84
2.535	441.58	442.36	442.36	442.36	442.36	444.73	444.73	444.73	444.73
2.526	440.72	441.49	441.49	441.49	441.49	443.58	443.58	443.58	443.58
2.518	439.24	439.98	439.98	439.98	439.98	442.52	442.52	442.52	442.52
2.511	439.15	440.04	440.04	440.04	440.04	441.72	441.73	441.72	441.73
2.500	438.97	440.06	440.06	440.06	440.06	441.06	441.06	441.06	441.06
2.488	438.79	440.14	440.14	440.14	440.14	440.73	440.73	440.73	440.73
2.472	438.54	439.95	439.95	439.95	439.95	440.47	440.48	440.47	440.48
2.460	438.36	439.76	439.76	439.76	439.76	440.30	440.30	440.29	440.30
2.458	437.16	438.34	438.34	438.34	438.34	439.16	439.16	439.16	439.16
2.433	436.79	437.97	437.97	437.97	437.97	438.79	438.79	438.79	438.79
2.415	436.51	437.79	437.79	437.79	437.79	438.46	438.46	438.46	438.46
2.414	435.58	436.41	436.41	436.41	436.41	438.40	438.40	438.39	438.40
2.355	434.36	435.72	435.72	435.72	435.72	436.39	436.39	436.39	436.39
2.354	432.90	434.28	434.28	434.28	434.28	434.84	434.84	434.84	434.84
2.339	432.69	434.07	434.07	434.07	434.07	434.63	434.63	434.63	434.63
2.329	432.53	433.91	433.91	433.91	433.91	434.47	434.47	434.47	434.47
2.327	432.49	433.82	433.82	433.82	433.82	434.43	434.43	434.43	434.43
2.314	432.24	433.55	433.55	433.55	433.55	434.18	434.18	434.18	434.18
2.313	431.08	432.74	432.75	432.69	432.75	433.36	433.37	433.05	433.37
2.289	430.69	432.39	432.43	432.36	432.43	432.90	432.88	432.83	432.90
2.268	430.41	432.04	432.04	432.04	432.04	432.58	432.58	432.58	432.58
2.229	429.86	431.35	431.35	431.35	431.35	432.05	432.06	431.97	432.06
2.208	429.50	430.87	430.88	430.67	430.88	431.76	431.76	431.76	431.76
2.174	428.17	429.33	429.34	429.29	429.34	430.58	430.58	430.58	430.58
2.149	427.00	428.11	428.11	428.11	428.11	429.33	429.34	429.33	429.34
2.124	425.87	426.95	426.95	426.95	426.95	428.14	428.14	428.14	428.14
2.108	424.24	425.36	425.36	425.36	425.36	426.42	426.42	426.42	426.42
2.099	424.15	425.45	425.45	425.45	425.45	426.10	426.10	426.10	426.10
2.074	423.33	424.50	424.50	424.50	424.50	425.35	425.35	425.35	425.35
2.057	421.66	422.58	422.58	422.58	422.58	424.29	424.29	424.29	424.29
2.049	421.72	422.86	422.86	422.86	422.86	423.77	423.78	423.77	423.78
2.035	421.40	422.80	422.80	422.80	422.80	423.37	423.37	423.37	423.37
2.021	421.20	422.41	422.41	422.41	422.41	423.05	423.05	423.05	423.05
2.000	420.54	421.86	421.86	421.86	421.86	422.52	422.52	422.52	422.52

1.975	419.80	420.95	420.95	420.95	420.95	421.78	421.78	421.78	421.78
1.960	419.37	420.64	420.64	420.64	420.64	421.34	421.34	421.34	421.34
1.946	417.98	419.02	419.02	419.02	419.02	420.61	420.61	420.61	420.61
1.924	417.59	419.00	419.00	419.00	419.00	419.63	419.63	419.63	419.63
1.900	417.21	418.06	418.06	418.06	418.06	419.10	419.10	419.10	419.10
1.886	416.72	418.33	418.33	418.33	418.33	419.05	419.05	419.04	419.05
1.885	416.53	417.81	417.81	417.81	417.81	419.00	419.00	419.00	419.00
1.870	416.01	417.96	417.97	417.63	417.97	418.72	418.73	418.41	418.73
1.859	415.74	417.70	417.70	417.70	417.70	418.30	418.33	418.25	418.33
1.800	415.01	416.63	416.63	416.62	416.63	417.41	417.41	417.41	417.41
1.790	413.94	415.72	415.72	415.71	415.72	416.36	416.36	416.36	416.36
1.769	413.63	415.25	415.25	415.24	415.25	416.03	416.03	416.03	416.03
1.765	413.56	415.24	415.25	415.25	415.25	415.96	415.96	415.96	415.96
1.760	413.48	415.20	415.21	415.21	415.21	415.89	415.89	415.89	415.89
1.733	413.08	414.81	414.80	414.78	414.81	415.49	415.48	415.48	415.49
1.662	412.02	413.72	413.76	413.76	413.76	414.42	414.43	414.43	414.43
1.661	412.01	413.63	413.63	413.63	413.63	414.41	414.42	414.41	414.42
1.622	411.42	413.20	413.20	413.20	413.20	413.78	413.78	413.78	413.78
1.580	410.78	412.43	412.43	412.42	412.43	413.14	413.14	413.14	413.14
1.570	409.79	411.63	411.77	411.44	411.77	412.15	412.18	412.15	412.18
1.558	409.60	411.62	411.61	411.45	411.62	412.03	412.04	411.98	412.04
1.556	409.58	411.61	411.59	411.41	411.61	412.01	412.01	411.95	412.01
1.553	409.52	411.46	411.46	411.46	411.46	411.98	411.98	411.92	411.98
1.549	409.47	411.18	411.17	411.08	411.18	411.89	411.90	411.87	411.90
1.500	408.72	409.99	409.99	409.93	409.99	410.82	410.85	410.82	410.85
1.475	408.35	409.79	409.79	409.79	409.79	410.36	410.36	410.36	410.36
1.451	407.97	409.30	409.34	409.30	409.34	409.99	409.99	409.99	409.99
1.421	406.90	408.78	408.94	408.91	408.94	409.32	409.38	409.37	409.38
1.405	406.66	408.90	408.89	408.76	408.90	409.21	409.30	409.25	409.30
1.377	406.38	408.32	408.32	408.32	408.32	409.00	409.00	409.00	409.00
1.355	406.13	408.10	408.10	408.06	408.10	408.76	408.76	408.75	408.76
1.345	406.01	408.02	408.05	408.00	408.05	408.64	408.64	408.64	408.64
1.335	405.88	408.00	408.00	407.99	408.00	408.55	408.55	408.55	408.55
1.310	405.66	407.49	407.50	407.51	407.51	408.30	408.27	408.27	408.30
1.284	405.33	407.48	407.50	407.51	407.51	408.07	408.04	408.02	408.07
1.258	405.13	406.97	406.97	406.97	406.97	407.75	407.75	407.75	407.75
1.232	404.89	406.67	406.63	406.77	406.77	407.32	407.32	407.32	407.32
1.206	404.65	406.37	406.36	406.51	406.51	407.01	407.01	407.02	407.02
1.188	404.45	406.22	406.24	406.43	406.43	406.80	406.81	406.87	406.87
1.170	404.27	405.99	405.99	406.08	406.08	406.62	406.62	406.71	406.71
1.158	403.73	404.85	404.91	404.97	404.97	406.29	406.29	406.36	406.36
1.126	403.33	404.48	404.70	404.98	404.98	404.99	405.15	405.36	405.36
1.093	402.94	403.98	404.30	404.59	404.59	404.30	404.57	404.89	404.89
1.066	402.76	403.94	403.98	404.31	404.31	404.20	404.27	404.62	404.62
1.041	402.60	403.92	403.88	404.25	404.25	404.12	404.15	404.43	404.43
1.010	402.37	403.92	403.88	403.89	403.92	404.08	404.10	404.21	404.21
0.975	402.02	403.75	403.75	403.63	403.75	404.05	404.05	404.16	404.16
0.955	401.33	403.74	403.74	403.61	403.74	403.95	404.00	404.12	404.12
0.912	401.37	403.12	403.12	403.12	403.12	403.77	403.77	403.77	403.77
0.902	401.26	402.95	402.95	402.95	402.95	403.67	403.67	403.67	403.67
0.880	401.04	402.79	402.79	402.79	402.79	403.44	403.45	403.44	403.45
0.840	400.65	402.39	402.39	402.39	402.39	403.05	403.05	403.05	403.05
0.830	399.65	401.65	401.65	401.82	401.82	402.11	402.11	402.22	402.22
0.820	399.59	401.60	401.60	401.59	401.60	402.05	402.05	402.11	402.11
0.786	399.39	401.45	401.45	401.39	401.45	401.87	401.87	401.85	401.87
0.784	399.21	401.42	401.42	401.39	401.42	401.77	401.77	401.83	401.83
0.727	399.04	401.01	401.01	401.12	401.12	401.49	401.49	401.54	401.54
0.695	398.85	400.81	400.81	400.97	400.97	401.29	401.29	401.38	401.38
0.660	398.62	400.32	400.32	400.46	400.46	401.01	401.01	401.13	401.13
0.621	398.30	400.33	400.33	400.40	400.40	400.69	400.69	400.77	400.77
0.578	398.10	400.16	400.16	400.23	400.23	400.51	400.51	400.59	400.59
0.523	397.75	400.07	400.07	400.04	400.07	400.33	400.33	400.37	400.37
0.509	397.68	400.05	400.05	399.99	400.05	400.29	400.29	400.32	400.32
0.489	397.67	399.78	399.78	399.82	399.82	400.21	400.21	400.23	400.23
0.418	397.17	398.86	398.86	398.91	398.91	399.60	399.60	399.64	399.64
0.370	397.21	398.91	398.92	398.91	398.92	398.99	398.99	398.99	398.99
0.329	396.96	398.90	398.90	398.90	398.90	398.95	398.95	398.95	398.95
0.289	396.87	398.88	398.88	398.88	398.88	398.93	398.93	398.93	398.93
0.209	396.12	398.36	398.37	398.36	398.37	398.73	398.73	398.73	398.73
0.154	395.85	398.17	398.17	398.17	398.17	398.51	398.51	398.51	398.51
0.125	395.80	397.99	397.99	397.99	397.99	398.39	398.39	398.38	398.39
0.104	395.81	397.73	397.73	397.73	397.73	398.26	398.26	398.26	398.26
0.095	395.83	397.67	397.67	397.66	397.67	398.20	398.20	398.20	398.20
0.082	395.68	397.40	397.40	397.40	397.40	398.09	398.09	398.09	398.09
0.055	395.28	397.45	397.45	397.45	397.45	397.83	397.83	397.83	397.83

Anhang 2 Verklausungswahrscheinlichkeit

Verklausungswahrscheinlichkeit

Projekt Nr.: 44376
Projekt: Freibach
Abschnitt: Zusammenfluss bis GAP
SB: WA
Charakter: Wildbach

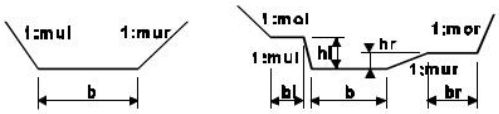


		HQ_{30}	HQ_{100}	HQ_{300}
Wassermengen:	m^3/s	42.00	60.00	78.00

Objekt	DHQ	Rauhigkeit k [$m^{1/3}/s$]	Gefälle J [‰]	Sohlenbreite bs [m]	Böschungsneigung 1:mul	1:mur	Höhe links hl [m]	Breite links bl [m]	Neigung links 1:mol	Höhe rechts hr [m]	Breite rechts br [m]	Neigung rechts 1:mor	Bezugshöhe h [m]	Querschnitt Summe Ftot [m^2]
	Eingabegrössen						Normalabfluss						Angaben Verklausung	
Brücke Töberstrasse	**HQ30**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.60	22.18
WSP	42.00	35.00	10.00	6.80	1.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	11.33
E.L.													2.16	17.78
Mittlere Höhe WSP - E.L													1.81	14.47
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**1.53**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**0 %**	
Brücke Töberstrasse	**HQ100**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.60	22.18
WSP	60.00	35.00	10.00	6.80	1.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81	14.50
E.L.													2.68	23.04
Mittlere Höhe WSP - E.L													2.25	18.64
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**1.19**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**25 %**	
Brücke Töberstrasse	**HQ300**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.60	22.18
WSP	78.00	35.00	10.00	6.80	1.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.12	17.42
E.L.													3.14	27.95
Mittlere Höhe WSP - E.L													2.63	22.51
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**0.99**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**50 %**	

Verklausungswahrscheinlichkeit

Projekt Nr.: 44376
Projekt: Freibach
Abschnitt: Zusammenfluss bis GAP
SB: WA
Charakter: Wildbach

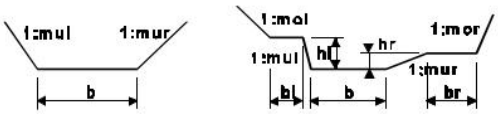


		HQ_{30}	HQ_{100}	HQ_{300}
Wassermengen:	m^3/s	42.00	60.00	78.00

Objekt	DHQ	Rauhigkeit k [$m^{1/3}/s$]	Gefälle J [‰]	Sohlenbreite bs [m]	Böschungsneigung 1:mul	1:mur	Höhe links hl [m]	Breite links bl [m]	Neigung links 1:mol	Höhe rechts hr [m]	Breite rechts br [m]	Neigung rechts 1:mor	Bezugshöhe h [m]	Querschnitt Summe Ftot [m^2]
	Eingabegrössen						Normalabfluss						Angaben Verklausung	
Steg Sefar	**HQ30**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.30	25.35
WSP	42.00	30.00	10.00	6.50	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.45	13.58
E.L.													1.93	20.04
Mittlere Höhe WSP - E.L													1.69	16.69
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**1.52**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**0 %**	
Steg Sefar	**HQ100**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.30	25.35
WSP	60.00	30.00	10.00	6.50	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.75	17.50
E.L.													2.35	26.06
Mittlere Höhe WSP - E.L													2.05	21.72
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**1.17**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**25 %**	
Steg Sefar	**HQ300**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.30	25.35
WSP	78.00	30.00	10.00	6.50	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.01	21.12
E.L.													2.70	31.20
Mittlere Höhe WSP - E.L													2.36	26.16
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**0.97**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**50 %**	

Verklausungswahrscheinlichkeit

Projekt Nr.: 44376
Projekt: Freibach
Abschnitt: Zusammenfluss bis GAP
SB: WA
Charakter: Wildbach



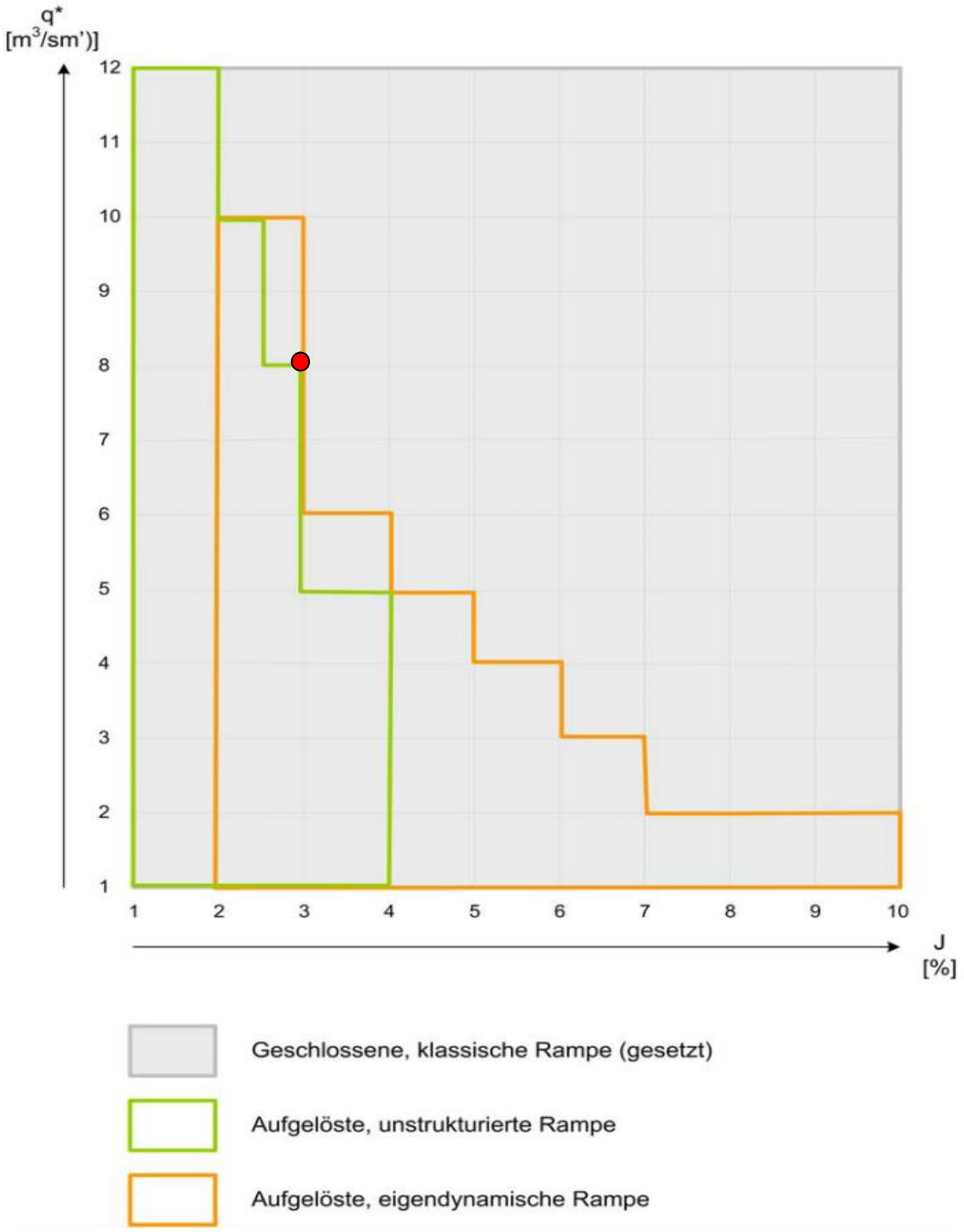
		HQ_{30}	HQ_{100}	HQ_{300}
Wassermengen:	m^3/s	42.00	60.00	78.00

Objekt	DHQ	Rauhigkeit k [$m^{1/3}/s$]	Gefälle J [‰]	Sohlenbreite bs [m]	Böschungsneigung 1:mul	1:mur	Normalabfluss: Höhe links hl [m]	Breite links bl [m]	Neigung links 1:mol	Höhe rechts hr [m]	Breite rechts br [m]	Neigung rechts 1:mor	Angaben Verklausung: Bezugshöhe h [m]	Querschnitt Summe Ftot [m^2]
Brücke Sefar	**HQ30**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.47	22.04
WSP	42.00	35.00	10.00	6.80	2.00	2.00	0.60	0.00	0.01	0.60	0.00	0.01	1.34	11.57
E.L.													2.01	17.76
Mittlere Höhe WSP - E.L													1.67	14.66
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**1.50**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**0 %**	
Brücke Sefar	**HQ100**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.47	22.04
WSP	60.00	35.00	10.00	6.80	2.00	2.00	0.60	0.00	0.01	0.60	0.00	0.01	1.67	14.68
E.L.													2.52	22.54
Mittlere Höhe WSP - E.L													2.10	18.60
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**1.19**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**25 %**	
Brücke Sefar	**HQ300**													
verfügbar (UK Brücke - Sohle)													2.47	22.04
WSP	78.00	35.00	10.00	6.80	2.00	2.00	0.60	0.00	0.01	0.60	0.00	0.01	1.98	17.54
E.L.													2.99	26.85
Mittlere Höhe WSP - E.L													2.49	22.18
Verhältnis verfügbarer / benötigter Querschnitt			**0.99**					**Verklausungswahrscheinlichkeit**					**50 %**	

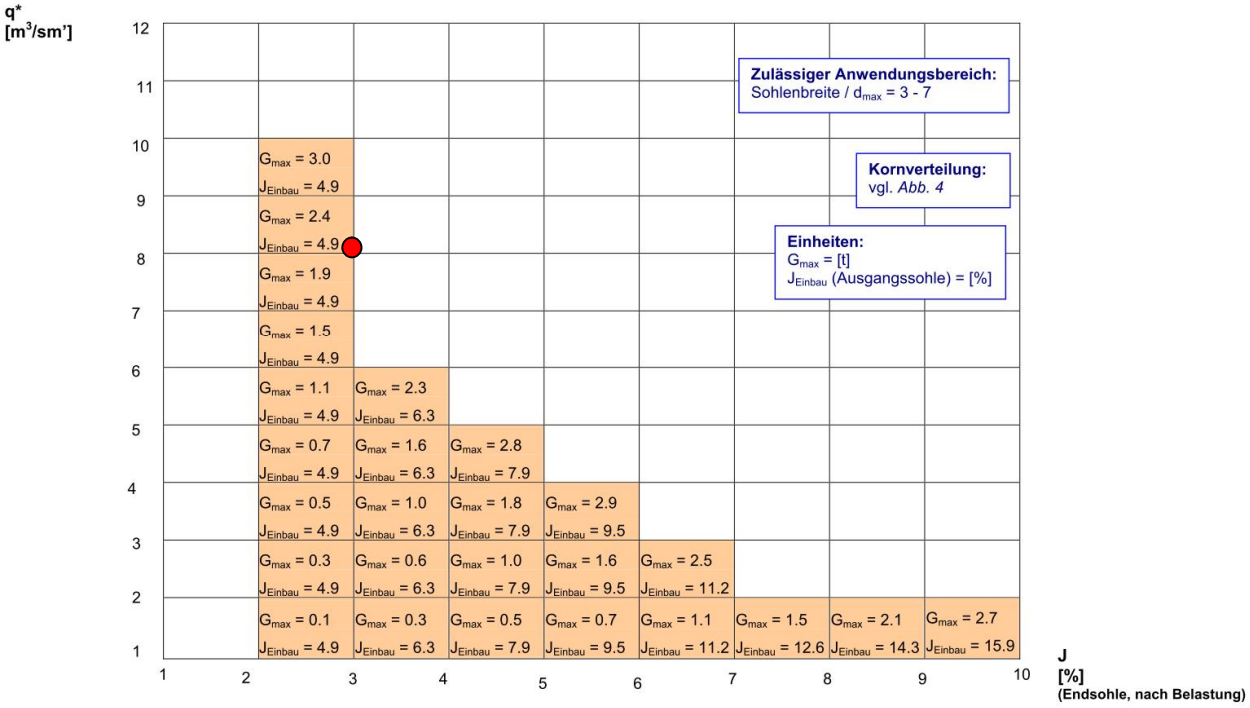
Anhang 3 Dimensionierung Sohle, Steinsätze und Rampe

Rampe Freibach

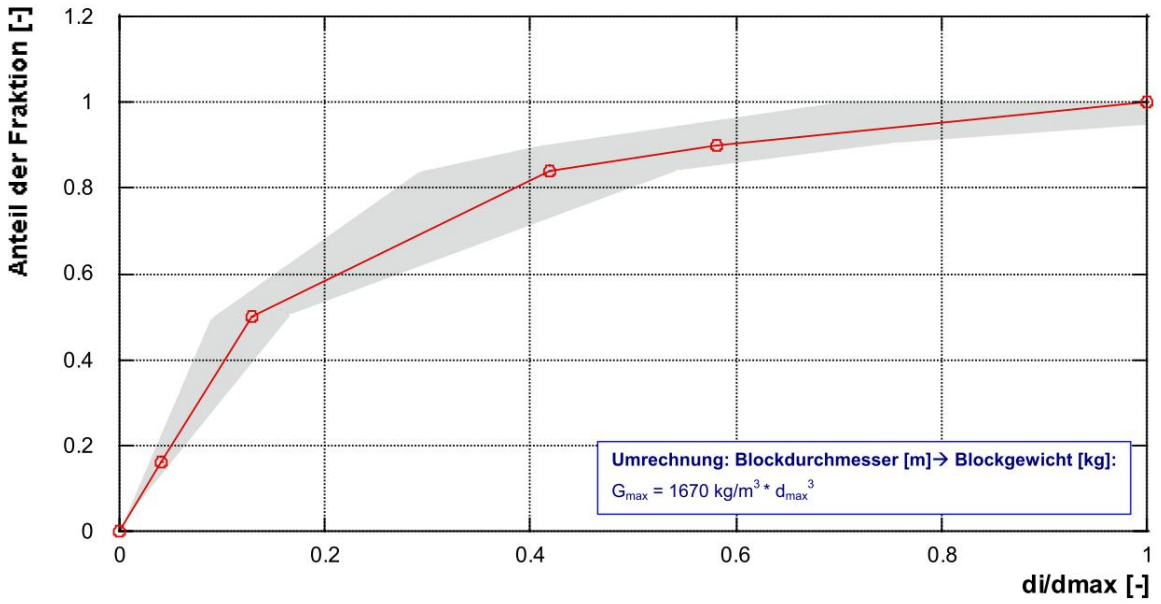
Nach Zarn: eigendynamische Rampe



Dimensionierung aufgelöste, eigendynamische Rampe



Normierte Kornverteilungskurve für die aufgelöste eigendynamische Rampe



Rampe Groppenbach

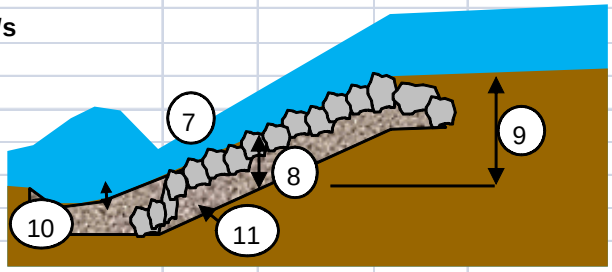
Nach Whitaker+Jäggi (geschlossene Rampe)

Rampenbemessung					
Projekt:	Freibach		Projekt Nr.:	44376	
Bauteil:	Rampe Groppenbach		SB:	dwä	
Hydraulik					
Sohlenbreite	4	m	Bö. Neigung L:	1 :	2
Sohlengefälle	14	%	Bö. Neigung R:	1 :	2
k_{str}	25	$m^{1/3}/s$	T Sohle	535.55	N/m^2
Abflusstiefe	0.48	m	v	4.99	m/s
Abfluss	12.00	m^3/s	Sicherheit Rampe	1.2	
q spez	2.79	m^3/sm'			

Ansatz		Steindurchmesser		Steingewicht		Anwendung
Whittaker + Jäggi						**Sohle**
Blockdurchmesser	D	0.50	m	0.18	to	Blöcke
Belegungsdichte Blöcke	β_{ist}	0.93	to/m^2			Blöcke
Blockschichtstärke	$B_{S\ min}$	0.50	m			Blöcke
Hinweis	1 Blocklage ausreichend					
Filter / Untergrund	$d_{m\ max}$	0.05	m			Untergrund
Filter / Untergrund	$d_{m\ min}$	0.03	m			Untergrund
Filter / Untergrund	$d_{m\ ist}$	0.03	m			Untergrund
Schichtstärke	s	0.09	m			Untergrund
Kolktiefe	t	2.36	m			Untergrund

Rampe		Berechnung		Wahl	
Blockdurchmesser Sohle D [m] | [to]		**0.50**	**0.18**	**0.5**	**0.17**
Untergrund					
Steindurchmesser	$d_{m\ ist}$	**0.03**	**m**		
Schichtstärke		**0.09**	**m**		
Schichtstärke Total		**0.84**	**m**		
Bemerkungen					

Abfluss Q =	**12.00**	**m^3/s**
7 Rampenneigung	14.00	%
8 Schichtstärke Total	0.84	m
9 Absturzhöhe	1.40	m
10 Kolktiefe	2.36	m
11 Untergrund d_m	0.03	m



Anhang 4 Profil Kernbohrungen 1 und 2

GAP Sefar, Rheineck / Thal **KB 1**	ANDRES GEOTECHNIK AG DIPL. INGENIEURE ETH / SIA
Bohrfirma: U. G. Scheibner GmbH	Bohrmeister: Ch. Hartl
Bohrart: Rotationskernbohrung	Ausführungsdatum: 11.08.2008
Höhe: m ü.M. / Koordinaten: 761'195/259'535	Aufnahme: F. Anthamatten

Nr. 2496

Massstab 1:50	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Bodens	Geologie	Piezometer 3"	GWS
	0.30	0.30		Humus; weich; dunkelbraun	Deckschicht		
	0.70	0.40		leicht bis mässig siltiger, stark humoser Feinsand mit vereinzelt Wurzelresten; locker; braun			
1, 2	2.50	1.80		mässig siltiger Kiessand mit einzelnen Steinen; locker, ab ca. 1.8 m ab OKT nass und breiig; grau	Bachschutt		1.74
3, 4	4.20	1.70		leicht, an der Basis mässig siltiger Kiessand mit einzelnen Steinen; locker; nass, wasserführend; graubraun			
5	5.00	0.80		mässig bis stark siltiger Feinsand; locker bis mitteldicht; nass; grau	Schwemmablagerungen / Verlandungssedimente		

Grundwasserspiegel gemessen am 11.08.2008
Piezometerausbau: 0-2 m Vollrohr, 2-4 m Filterrohr, 4-5 m Vollrohr / Betonschacht Ø cm, 0-1 m Tondichtung, 2-4 m HaTe-Filtergewebe

GAP Sefar, Rheineck / Thal
KB 2

ANDRES GEOTECHNIK AG
DIPL. INGENIEURE ETH / SIA

Bohrfirma: U. G. Scheibner GmbH	Bohrmeister: Ch. Hartl
Bohrart: Rotationskernbohrung	Ausführungsdatum: 11.08.2008
Höhe: m ü.M. / Koordinaten: 761'195/259'535	Aufnahme: F. Anthamatten

Nr. 2496

Massstab 1:50	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Bodens	Geologie	Piezometer 3"	GWS
	0.30	0.30		Humus; weich; dunkelbraun	Deckschicht		
1	1.00	0.70		leicht siltiger, stark humoser Feinsand mit wenig Wurzelresten; locker; braun			
	1.50	0.50		leicht siltig-humoser Mittelsand; geschichtet; locker; grau / graubraun	Bachschutt		
2		2.15		leicht bis teilweise mässig siltiger Kiessand; locker; ab ca. 2.45 m ab OKT nass, wasserführend; grau			1.95
3	3.65	0.85		Torf; weich; dunkelbraun	Verlandungssedimente		
4	4.50	0.50		mässig bis stark siltiger Kiessand mit reichlich Steinen; locker bis mitteldicht; grau	fluvioglaziale Ablagerungen		
5	5.00						

Grundwasserspiegel gemessen am 11.08.2008
Piezometerausbau: 0-2 m Vollrohr, 2-4 m Filterrohr, 4-5 m Vollrohr / Betonschacht Ø cm, 0-1 m Tondichtung, 2-4 m HaTe-Filtergewebe