



Kanton St. Gallen



Rheineck



Thal

Gstaldenbach

Holzrückhalt Hinterlochen km 1.531 bis km 1.588

Technischer Bericht / Kostenvoranschlag

Genehmigungsvermerke

Stadt Rheineck

Gemeinde Thal

Vom Stadtrat / Gemeinderat erlassen am:

04. Dezember 2024

16. Dezember 2024

Stadt- / Gemeindepräsident:

.....

.....

Stadt- / Gemeinderatsschreiber:

.....

.....

Öffentlich aufgelegt vom: **14. Februar 2025** bis: **17. März 2025**

Vom Amt für Wasser und Energie des Kantons St. Gallen genehmigt am:

| | | | | | |
|--------------------|--|------------------------------------|------|------------------------|-------------|
| Ausfertigung für | | Projekt Nr: 02.040 | | Plan Nr: 301 | Beilage Nr: |
| Studie / Konzept |  Staatsstrasse 44 9463 Oberriet Tel. 071 763 60 80 www.bp-ing.ch PROJEKT NR.: 44921 R | Entw. | Gez. | Gepr. | Datum: |
| Vorprojekt | | WA | | mas | 15.11.2024 |
| Auflageprojekt | | | | | |
| Ausführungsprojekt | | | | | |
| Abschlussakten | | 44921-301_Technischer Bericht.docx | | | |
| | | Format: | | A4 | |

AUFTRAGGEBER

AUFTRAGNEHMER

Politische Gemeinde Rheineck
Politische Gemeinde Thal

Federführung
Politische Gemeinde Rheineck
Hauptstrasse 21
9424 Rheineck

Kontaktperson: Urs Müller

Tel. 071 886 40 10
Mail urs.mueller@rheineck.ch

BÄNZIGER PARTNER AG

Ingenieure Planer
Staatsstrasse 44
9463 Oberriet

Kontaktperson: Matthias Schär

Tel 071 763 60 80
Mail re.walser@bp-ing.ch

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| ZUSAMMENFASSUNG | 4 |
| 1 EINLEITUNG | 5 |
| 1.1 Anlass und Auftrag | 5 |
| 1.2 Abgrenzung | 5 |
| 1.3 Grundlagen | 5 |
| 2 AUSGANGSLAGE | 7 |
| 2.1 Einzugsgebiet und Bachverlauf | 7 |
| 2.2 Bestehende Schutzbauten | 8 |
| 2.3 Bestehende Rückhalteanlagen | 8 |
| 2.4 Schutzgegenstände | 9 |
| 2.5 Schadenpotential | 9 |
| 2.6 Weitere Projekte | 9 |
| 3 PROJEKTANNAHMEN / DIMENSIONIERUNGEN | 10 |
| 3.1 Schutzziel | 10 |
| 3.2 Dimensionierungsgrössen | 10 |
| 3.3 Dimensionierungen | 11 |
| 4 MASSNAHMENPLANUNG | 13 |
| 4.1 Variantenstudium | 13 |
| 4.2 Holzrückhalt | 17 |
| 4.3 Sperre unterhalb Holzrückhalt | 18 |
| 4.4 Zugänglichkeit | 18 |
| 4.5 Begleitmassnahmen | 19 |
| 5 AUSWIRKUNGEN | 20 |
| 6 KOSTENVORANSCHLAG | 21 |
| ANHANG 1: NORMALABFLUSSBERECHNUNGEN | 22 |
| ANHANG 2: DIMENSIONIERUNG UFER- / SOHLEN | 23 |

ZUSAMMENFASSUNG

Im Generellen Projekt [10] und in den Untersuchungen über das Geschiebe- und Schwemmholzaufkommen [12] werden Massnahmen zum Geschiebe- und Schwemmholzrückhalt empfohlen. Die durchgeführten Abklärungen über die zu erwartenden Holz- und Geschiebemengen haben ergeben, dass Defizite in der Grössenordnung von rund 300 m³ für Schwemmholz bei einem Hochwasserabfluss HQ₁₀₀ vorhanden sind.

In der Folge wurden sieben Standorte oberhalb des Siedlungsgebietes am Gstaldenbach evaluiert und anhand von verschiedenen Kriterien beurteilt. Unter Berücksichtigung der massgebenden Kriterien wurde die Variante mit Standort Hinterlochen (V4) für die Realisierung gewählt.

Die Anlage kommt unmittelbar unterhalb der Kantonsgrenze zu liegen und soll als Längsrechen mit einem Rückhalteraum im Bereich der Kurvenaussenseite ausgeführt werden. Die Teilung des Bachraumes erfolgt mit einem Betonriegel. Zusammen mit den bis zu über 2 m hohen Stahlsäulen, welche in der Betonmauer verankert sind, bilden sie den Rückhalteraum mit einem Volumen von rund 500 m³.

Die Gerinnesohle, die Böschungen sowie auch die Sohle im Bereich des Rückhalterumes werden mit Steinblöcken vor Erosion gesichert.

Die Zufahrt für Unterhaltsarbeiten erfolgt über die bestehende Bodenstrasse (Gemeindestrasse 3. Klasse). Beim Holzrückhalt wird zudem ein Ausweich- und Wendeplatz erstellt.

Für den Bau der Holzrückhalteanlage muss mit Kosten in der Höhe von rund CHF 820'000 gerechnet werden.

Oberriet, 15. November 2024
Verfasser: R. Walser / M. Schär



R. Lüchinger

M. Schär

1 EINLEITUNG

1.1 Anlass und Auftrag

Auf der Basis des Generellen Projektes Freibach - Gstaldenbach – Dorfbach [10] wurde im Jahre 2008 das Projekt GAP Sefar erstellt. Mit der Realisierung des Geschiebeablagerungsplatzes (GAP) im Bereich des Areals Sefar soll Geschiebe und Holz vor der Flachstrecke zurückgehalten werden, um Auflandungen und Ausuferungen im Unterlauf zu vermeiden.

Im Laufe des Verfahrens wurde gewünscht, dass zusätzlich ein Rückhalt oberhalb des Siedlungsgebietes geprüft und realisiert werden soll.

Die verantwortlichen Gemeinde Thal und Stadt Rheineck haben sich entschieden, eine neue Beurteilung für den Anfall von Geschiebe und Schwemmholz bei einem ausgewiesenen Spezialisten in Auftrag zu geben und bei Bedarf eine neue Anlage zu realisieren.

Mit den Abklärungen und der Ausarbeitung eines Projektes wurde das Ingenieurbüro Bänziger Partner AG, Oberriet beauftragt.

1.2 Abgrenzung

Das vorliegende Projekt hat zum Ziel, die Defizite bezüglich der anfallenden Schwemmholzfracht genauer zu verifizieren und mit entsprechenden Massnahmen, einen genügend grossen Rückhalt für Schwemmholz bereitzustellen. Verschiedene Varianten sollen aufgezeigt und die Bestvariante zum Auflageprojekt ausgearbeitet werden.

1.3 Grundlagen

Allgemein:

- [1] Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, BUWAL, 1999
- [2] Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) heute BAFU: Wegleitung Hochwasserschutz an Fliessgewässern / 2001
- [3] Hochwasservorsorge, Bericht BWG, 2004
- [4] Amt für Strassen- und Flussbau, Dimensionierung von Wildbachsperrern, Bern 1973
- [5] Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Blockrampen, Anforderungen und Bauweisen, Mitteilung 201, Zürich 2007
- [6] Vortrag ETH Zürich, Treibholzfänge am Lainbach und am Arzbach, Januar 1994
- [7] Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Daniela Lange und Gian Reto Bezzola, Schwemmholz Probleme und Lösungsansätze, Mitteilung 188, Zürich 2006
- [8] Handbuch Wildholz – Praxisleitfaden, Rudolf-Miklau F., Hübl J., Schattauer G., Rauch H. P., Kogelnig A., Habersack H., Schulev-Steindl E., Klagenfurt 2011
- [9] Geoportal, Kanton St. Gallen

Projektspezifisch:

- [10] Generelles Projekt Freibach - Gstaldenbach - Dorfbach, Bänziger Partner AG, Oberriet, Mai 2006
- [11] Gstaldenbach - Freibach - Dorfbach, GAP Sefar, Projekt, Bänziger Partner AG, Oberriet, August 2008
- [12] Gstaldenbach – Freibach, Geschiebe- und Schwemmholaufkommen, Optimieren der wasserbaulichen Massnahmen, Flussbau AG, Zürich, September 2016
- [13] Freibach – Abschnitt Sefar bis Gstaldenbach, km 0.955 bis km 1.452, Bänziger Partner AG, Oberriet, November 2024
- [14] Naturgefahrenanalyse Kanton St. Gallen, Technischer Bericht Methodik und Vorgehen für alle Gemeinden, IG Teilgebiet 4-9, Ingenieure Bart AG – Louis Ingenieurgeologie – Beffa Tognacca GmbH – Philipona & Brügger, St. Gallen, September 2011
- [15] Gstaldenbach, Planungsbericht Festlegung Gewässerraum km 1.531 – km 1.588, Bänziger Partner AG, November 2024

2 AUSGANGSLAGE

2.1 Einzugsgebiet und Bachverlauf

Das Einzugsgebiet des Gstaldenbachs erstreckt sich vom Kaienspitz (1'122 m ü.M.) bis zum Alten Rhein (400 m ü.M.) und umfasst insgesamt eine Fläche von rund 19.4 km². Unterhalb von Heiden wird der Bachlauf durch zwei Staumauern aufgestaut. Im Kuglerweiher wird das vom Oberlauf zugeführte Geschiebe abgelagert und entnommen. Der Listweiher dient als Speicher für das EW Heiden, dessen Kraftwerk am Tobelausgang liegt. Die im Listweiher aufgestauten Sedimente werden in periodischen Abständen mittels Spülungen ausgeschwemmt. Der Kugler- und der Listweiher unterbrechen heute den Geschiebe- und Holztransport am Gstaldenbach.

Der Gstaldbach weist oberhalb des Gemeindegebietes von Thal ein weitgehend natürliches, teilweise bewaldetes Einzugsgebiet auf, welches sich bis über die Kantonsgrenze hinaus (Gemeinde Wolfhalden, Appenzell Ausserrhoden) erstreckt. Aufgrund des Wildbachcharakters kann der Wasserstand sehr schnell ansteigen.

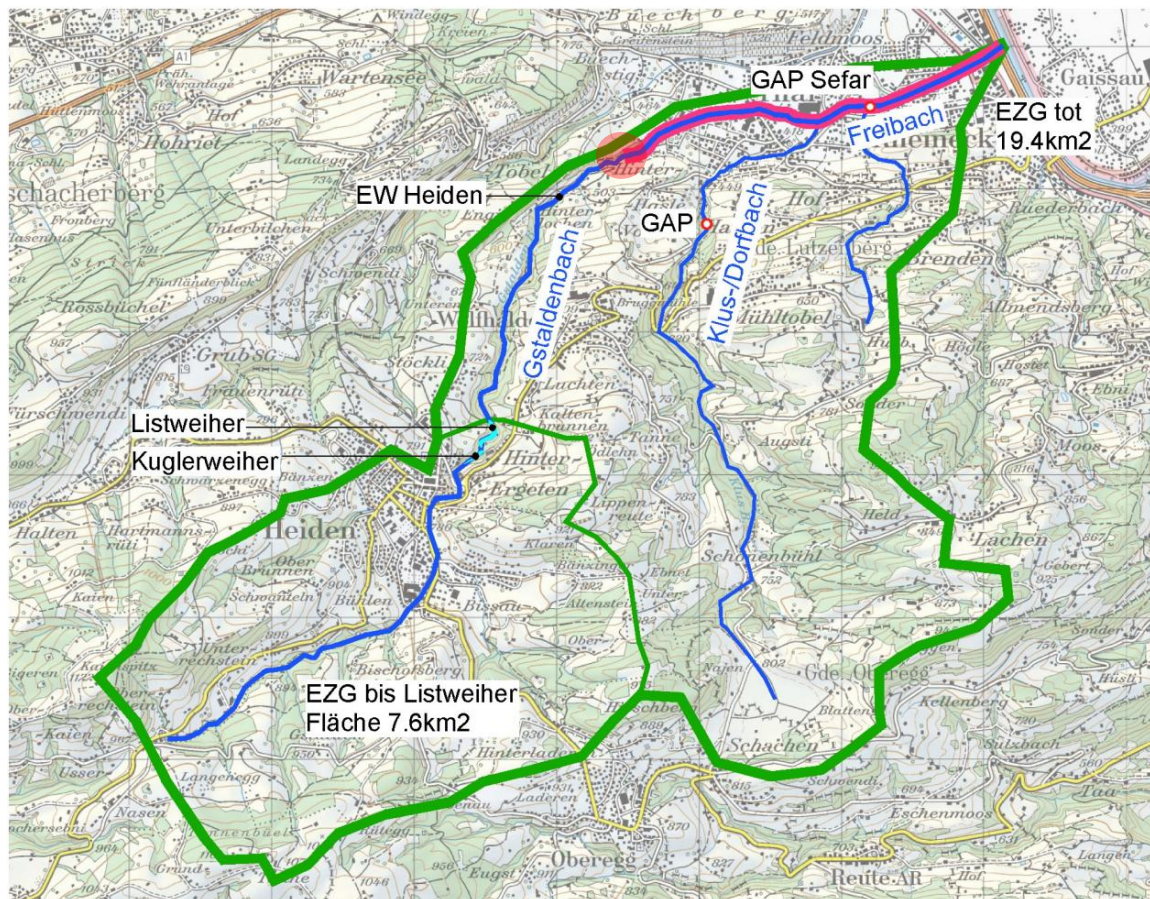


Abbildung 1: Einzugsgebiet des Gstalden- und Freibaches, roter Punkt Lage des Holzrückhaltes

Der Bachlauf des Gstaldenbaches ist (unterhalb des Kraftwerkes Heiden) durchgehend mit steilen, gepflasterten Böschungen oder Mauern verbaut und die Sohle wird mit zahlreichen Sperren oder Schwellen aus Bruchsteinen oder Beton gesichert.

Das Gerinne wird aus ökomorphologischer Sicht als "stark beeinträchtigt" beurteilt [9].

2.2 Bestehende Schutzbauten

Unterhalb des Tobels ist der Bach meist mit Stützmauern (Naturstein) und einigen Natursteinsperren gesichert. Die Kolke unterhalb der Sperren sind meist mit grossen Steinen belegt. Die Verbauungen wurden vor über 100 Jahren erstellt und haben ihre Lebensdauer erreicht. Bei Hochwasserereignissen treten immer wieder Schäden auf, welche repariert werden müssen.



Ufermauer links und rechts, oberhalb Liegenschaft
km 1.560, Blick in Fliessrichtung



Gerinne mit Sperren oberhalb geplantem Holzrückhalt,
km 1.540, Blick gegen Fliessrichtung

2.3 Bestehende Rückhalteanlagen

Unterhalb Heiden befinden sich die beiden Rückhalte- bzw. Stauanlagen Kuglerweiher und Listweiher, welche vom EW Heiden erstellt wurden und heute noch betrieben werden.

Der Schwemmholztransport durch diese beiden Anlagen und über die Staumauer ist wenig wahrscheinlich [12], sodass für die Bestimmung des Holzanfalles lediglich der Abschnitt unterhalb des Listweihers massgebend ist.

Auch Geschiebe fällt aus heutiger Sicht nur aus dem Abschnitt unterhalb des Listweihers an.

2.4 Schutzgegenstände

Sowohl in der Schutzverordnung [9] als auch unter den Schutzobjekten [9] sind im Kanton St. Gallen keine Einträge zu finden, welche im Projektperimeter auf spezielle Schutzobjekte hinweisen.

Im Kanton Appenzell AR befindet sich im Nahbereich des Gstaldenbaches das Kulturobjekt 17.11 „Boden“, ehemalige Mühle. Zudem grenzen die Landschaftsschutzzone (gelb) und die Übrige Naturschutzzone (grün) an den Gstaldenbach an.

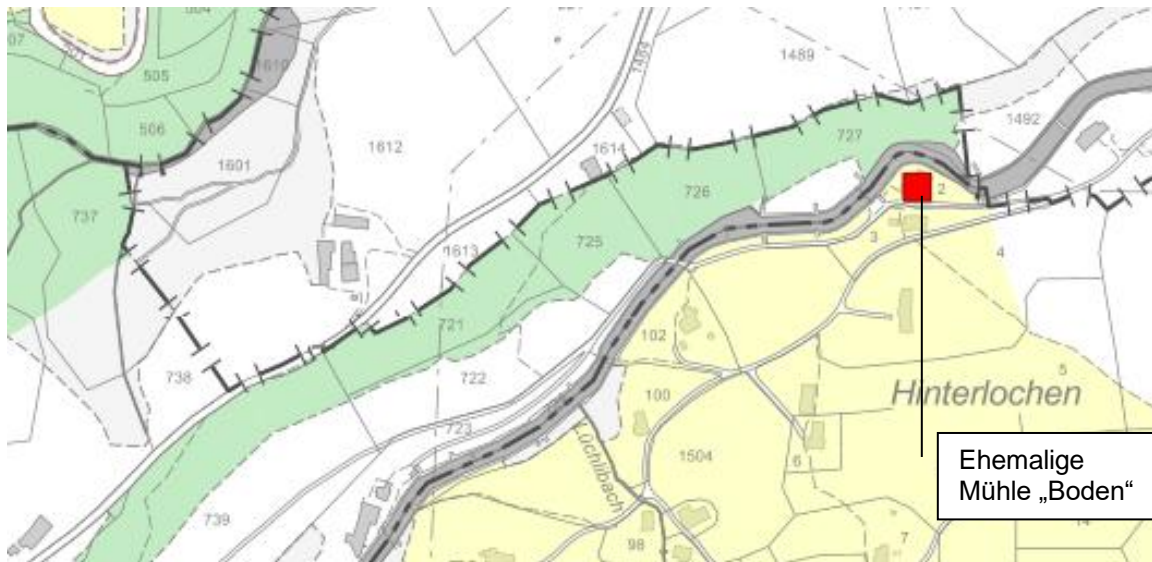


Abbildung 2: Ausschnitt des kantonalen Schutzzonenplan Appenzell Ausserrhoden

2.5 Schadenpotential

Das in der Naturgefahrenanalyse ausgewiesene Schadenpotential für den Gstalden- / Freibach beläuft sich auf CHF 633'000 (JSEW für ein HQ₁₀₀, gesamt CHF 975'000). Wie gross der Einfluss des Schwemmholzes ist, geht aus den Unterlagen nicht hervor.

2.6 Weitere Projekte

2.6.1 Geschieberückhalt GAP Sefar

Für den Rückhalt von Geschiebe und Holz wurde im Jahre 2008 das Projekt GAP Sefar ausgearbeitet. Der Rückhalteraum liegt am Übergang vom steileren zum flacheren Gefälle des Freibaches und weist ein Rückhaltevolumen von max. 4'600 m³ auf.

Im Zusammenhang mit der Erhebung des zu erwartenden Geschiebe- und Holzanfalls bei Extremereignissen wurden auch Geschiebemodellierungen durchgeführt [12]. Es hat sich dabei gezeigt, dass der geplante Standort für den Rückhalt von Geschiebe ideal ist und die Grösse, auch im Hinblick auf spätere Veränderungen, richtig gewählt wurde.

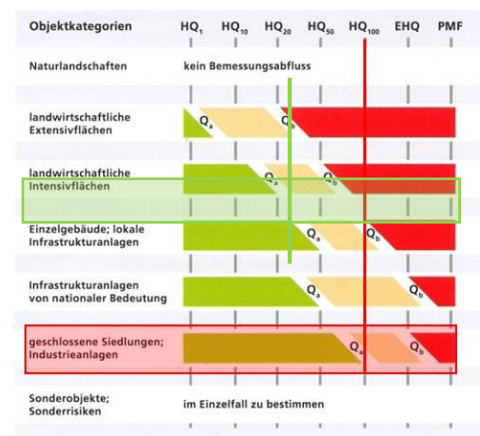
Das Projekt Freibach, Abschnitt Sefar bis Gstaldenbach [13] soll zusammen mit dem vorliegenden Projekt realisiert werden.

3 PROJEKTANNAHMEN / DIMENSIONIERUNGEN

3.1 Schutzziel

Das Bundesamt für Umwelt empfiehlt die Schutzziele den Anforderungen und den Interessen anzupassen und definiert dafür verschiedene Objektkategorien.

Für den Gstaldenbach, welcher das Siedlungsgebiet der Gemeinde Thal durchfliesst, gilt die Objektkategorie "geschlossene Siedlungen; Industrieanlagen" und es ist ein Schutzziel zwischen HQ₁₀₀ und EHQ anzustreben (rote Markierung).



3.2 Dimensionierungsgrößen

3.2.1 Wassermengen

Über die für die verschiedenen Jährlichkeiten anfallenden Wassermengen wurden im Generellen Projekt [10] umfangreiche Abklärungen getroffen. Es ergeben sich daraus folgende Werte:

Stelle Kantonsgrenze:

| | | | |
|---------------|-------------------|-----|--|
| Einzugsgebiet | Fläche | 9.4 | km ² |
| Wassermengen | HQ ₃₀ | 30 | m ³ /s |
| | HQ ₁₀₀ | 40 | m ³ /s / (q _{spez} = 4.3 m ³ /s km ²) |
| | HQ ₃₀₀ | 60 | m ³ /s |

Hinweis: es wurden für den gesamten Gstaldenbach oberhalb der Einmündung des Dorfbaches diese Wassermengen festgelegt.

3.2.2 Geschiebe- und Holzanfall

Für die Bestimmung des Geschiebe- und Holzanfalls wurde das Büro Flussbau AG, Zürich beauftragt. Der Geschiebe- und Holzanfall wurde in erster Linie für den Abschnitt unterhalb des Listweihers bestimmt. Die Resultate aus den Begehungen und Abklärungen sind im Bericht [12] zu entnehmen.

Zusammengefasst ergeben sich bei der Kantonsgrenze:

| | HQ ₁₀₀ [m ³] | HQ ₃₀₀ [m ³] |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Geschiebemenge | 1'850 | 2'350 |
| Holzmenge lose | 300 | 430 |
| Gesamt | 2'150 | 2'780 |

In Zukunft muss aber mit mehr Geschiebe gerechnet werden, da das EW Heiden gemäss Gewässerschutzgesetz (Art. 43a) ihre beiden Anlagen bezüglich Geschiebehaushalt sanieren muss, damit ein Teil des Geschiebes bachabwärts weiter gegeben werden kann. In der Tobelstrecke nimmt dadurch die Ausdehnung der aktuell kleinen Bänke zu, sodass im Hochwasserfall mehr Geschiebe mobilisiert werden kann.

Grosse Geschiebeeinträge aus dem oberen Einzugsgebiet sind auch nach Umsetzung der Sanierungsplanung in den zwei Weihern zurückzuhalten.

3.3 Dimensionierungen

3.3.1 Allgemein

Der Gstaldenbach weist über weite Strecken eine Natursohle auf. Damit bei Hochwasserereignissen unterhalb der Rückhalteanlage keine ungewünschten Erosionen auftreten, ist es wichtig, dass möglichst viel Geschiebe die Rückhalteanlage passiert und nur das Holz zurückgehalten wird. Die Anlage ist so zu konzipieren, dass diese Anforderung möglichst erfüllt wird.

3.3.2 Volumen Rückhalt Holz

Der geplante Holzrückhalt soll ein Volumen von mindestens 430 m³ (HQ₃₀₀) bereitstellen.

3.3.3 Abflusstiefen und Fliessgeschwindigkeiten

Das Projekt sieht vor, dass die Wassermenge von einem HQ₅ im Gerinne neben der Anlage ungehindert abfliessen kann. Erst wenn dieser Abfluss überschritten wird, fliesst das Wasser kurvenaussenseitig (allenfalls bereits mit dem Holz) in die Anlage hinein.

Die Abflusstiefen im Bereich der neuen Anlage wurden für die verschiedenen Jährlichkeiten mit Normalabfluss berechnet, im Wissen, dass die Abflussverhältnisse unterhalb der Schwelle und in der Kurve nur schwer mit Normalabflussberechnungen festzulegen sind. Die Höhe der Überfallkante kann nach Beobachtungen von Hochwasser auch noch optimiert werden.

Es ergeben sich folgende Wasserspiegelhöhen und Fliessgeschwindigkeiten:

| | HQ ₅ | HQ ₃₀ | HQ ₁₀₀ | HQ ₃₀₀ |
|---------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Wassermenge [m ³ /s] | 12.0 | 30.0 | 40.0 | 60.0 |
| Tiefe Normalabfluss QP4 [m] | 0.59 | 1.02 | 1.21 | 1.50 |
| Fliessgeschwindigkeit im Mittel [m/s] | 2.7 | 3.7 | 4.0 | 4.5 |

Die Berechnungen sind im Anhang zu finden.

3.3.4 Sohlen- und Ufersicherung

Die Berechnungen für die Ufer- und Sohlensicherungen basieren auf dem Verfahren von Meyer-Peter-Müller unter Annahme eines Blockwurfs. Aus den Berechnungen resultieren folgende mittlere Dimensionen und Abmessungen für die Blöcke:

| Ufer- / Sohlensicherung | [m] | [t] |
|-------------------------|-----------|----------|
| Sohle Gerinne | 0.5 - 0.7 | 0.2- 0.5 |
| Ufer links | 0.7 | 0.5 |
| Ufer rechts | 0.6 | 0.3 |
| Sohle Ablagerungsraum | > 0.4 | 0.2 |

Die Berechnungen sind im Anhang zu finden.

3.3.5 Rechen

Im Ereignisfall ist der Rechen statischen und dynamischen Beanspruchungen ausgesetzt. Die Vordimensionierung der Betonkonstruktion und der Stahlsäulen wurde durchgeführt.

Die erforderlichen Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit werden im Rahmen des Ausführungsprojektes erbracht.

Die Grösse des Stababstandes wurde mit 1.4 m (lichter Abstand) gewählt. Damit kann nach [7] davon ausgegangen werden, dass bei einem lichten Stababstand von 1.4 m Holz mit einer Länge ≥ 2.1 m zurückgehalten wird.

In der Anfangsphase der Verklausung kann quer treibendes Holz, das kürzer ist als der Säulenabstand, den Rechen passieren. Ein hundertprozentiger Schwemmholzrückhalt ist zu Beginn eines Hochwassers nicht möglich. Normalerweise stellt sich aber sehr schnell ein „Schwemmholzfilter“ ein, der auch Kleinholz zurückhält.

4 MASSNAHMENPLANUNG

4.1 Variantenstudium

4.1.1 Einleitung

Auf der Basis diverser Abklärungen wurden insgesamt sieben mögliche Standorte, welche in der folgenden Übersicht abgebildet sind, untersucht und beurteilt. Hierbei ist zu erwähnen, dass in der Anfangsphase der Standortsuche von einem kombinierten Geschiebe- und Holzfang ausgegangen wurde. Mit den Resultaten des Gutachten der Flussbau AG [12] wurden die Kriterien zur Beurteilung der Variantauf auf einen reinen Holzrückhalt angepasst.

Wie in 3.3.1 ausgeführt, soll mit der zu projektierenden Anlage nur Holz und möglichst wenig Geschiebe zurückgehalten werden. Die Anlage ist somit als offenes Bauwerk (offene Kiesfangsperre, Rechen quer / längs oder Schwemmholznetz) zu konzipieren.

Einleitend ist zu erwähnen, dass die Platzverhältnisse für die Erschliessung der Standorte V5 – V7 im Bereich des „Bodenhauses“ (Parz. Nr. 2, Wolfhalden AR) sehr eng sind und die Anforderungen an eine zweckmässige Zufahrt für die Standorte V5 - V7 nicht erfüllen. Zudem quert die Bodenstrasse den Gstaldenbach rund 200 m (km 1.810) oberhalb des Bodenhauses. Auch diese Brücke erfüllt die gestellten Anforderungen nicht. Ein Ausbau der Zufahrt für die Erschliessung der Standorte V5 bis V7 sind nur mit hohem Aufwand zu realisieren.

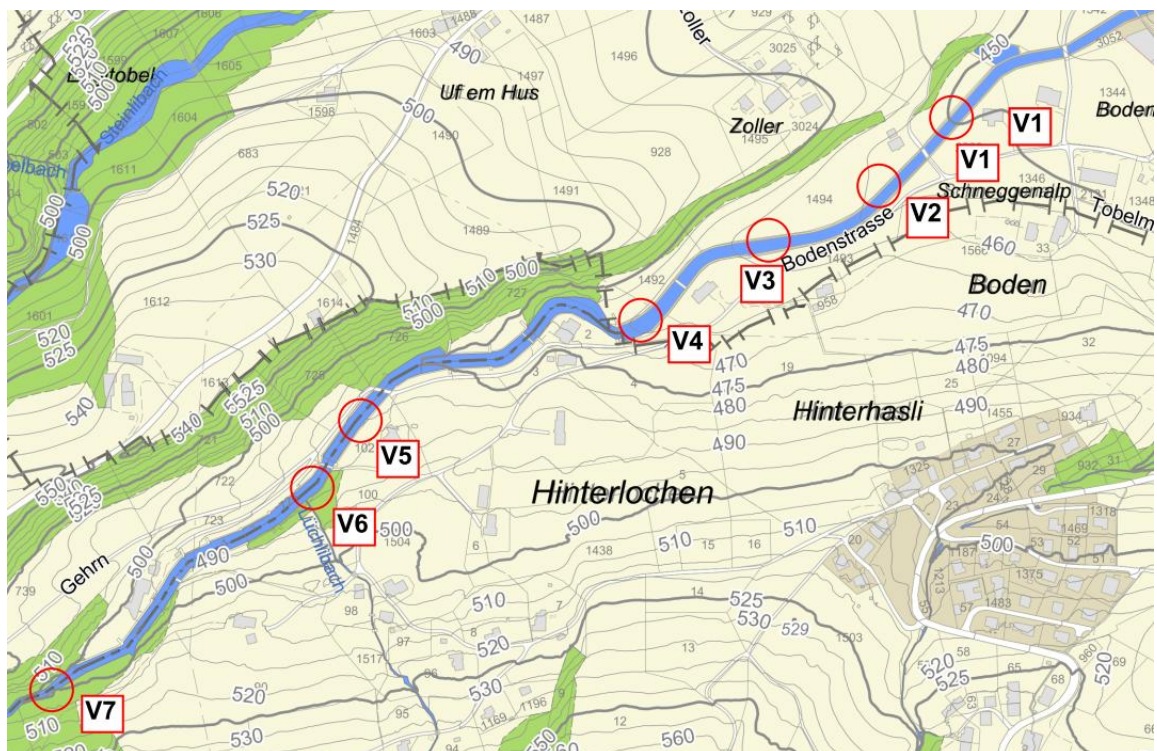


Abbildung 3: Übersicht untersuchter Standorte

4.1.2 Variantenbeschrieb

Alle untersuchten Standorte erfüllen die Randbedingung des geforderten Rückhaltevolumens. Unterschiedlich gestaltet sich jeweils der Landbedarf und die Konstruktion / System der Rückhalteeinrichtung. Grosse Unterschiede der einzelnen Varianten sind der Zugänglichkeit zuzuordnen, welche teilweise die Realisierung von neuen Zufahrten, Brücken usw. erfordert.

Die Varianten werden nachfolgend beschrieben und in der Folge anhand von relevanten Kriterien beurteilt.

V1 Standort Boden

Im Bereich eines flacheren und geraden Abschnittes des Gstaldenbaches lässt sich der Rückhalt mit einem V-Rechen oder einer offenen Kiesfangsperre realisieren.

Die Gerinnesohle liegt in diesem Bereich etwas tief, was zu einem grosse Aushubvolumen führt.

Es müsste eine neue, ca. 30 m lange Zufahrt von der Bodenstrasse zur Anlage erstellt werden.



V2 Standort Schneggenalp

Im Bereich eines flacheren und geraden Abschnittes des Gstaldenbaches lässt sich der Rückhalt mit einem V-Rechen oder einer offenen Kiesfangsperre realisieren.

Das notwendige Aushubvolumen ist aufgrund der Gerinnetiefe und der flacheren Böschungen, relativ gross.

Die Anlage ist vom bestehenden Strassennetz (Bodenstrasse) aus mit einer kurzen Zufahrt zu erschliessen.



V3 Standort Steinsteegen

Diese Variante entspricht dem Standort V2 (auch mit V-Rechen), liegt aber ca. 60 m oberhalb des Standortes Schneggenalp.

Die Anlage ist über die Bodenstrasse gut erschlossen. Es ist der Bau einer kleinen Rampe erforderlich.



V4 Standort Hinterlochen

Die Anlage liegt hier in einer Linkskurve. Aufgrund der Kurve kann hier durch Ausnutzung möglicher Querströmungen ein Längsrechen realisiert werden. Dieser gewährleistet den Geschiebetransport am Rechen vorbei in den Unterlauf des Gstaldenbaches.

Die Anlage liegt direkt an der Bodenstrasse.



V5 Standorte Gehr und V 6 Lühl

Die Talflanken des Gewässers sind hier steiler und der Rückhalt würde über eine offene Sperre erfolgen.

Die Strasse verläuft auf der linken Seite parallel zum Gewässer. Streckenweise jedoch deutlich höher als die Gerinnesohle.

Die Zufahrt insgesamt eignet sich nicht für die Erschliessung einer Rückhalteanlage.



V7 Standort Tobelausgang

Diese Variante sieht vor, ausgangs Tobel (oberhalb des EW Heiden) den Rückhalt mittels einem Schwemmholtznetz zu realisieren.

Die Spannweiten des Netzes wären sehr gross. Die Zugänglichkeit zum Netz könnte nur von unten gewährleistet werden. Zufahrt gleich wie V5 und V6.

4.1.3 Variantenvergleich

Die verschiedenen Standortvarianten werden anhand der aufgeführten Kriterien beurteilt.

| V1 Boden | gut | | | schlecht | |
|------------------|-----|---|---|----------|---|
| Standort | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Volumen | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Realisierbarkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Zufahrt | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Wirksamkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Total | 17 | | | | |
| | | | | | |
| V2 Schneggentalp | gut | | | schlecht | |
| Standort | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Volumen | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Realisierbarkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Zufahrt | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Wirksamkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Total | 18 | | | | |
| | | | | | |
| V3 Steinstege | gut | | | schlecht | |
| Standort | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Volumen | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Realisierbarkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Zufahrt | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Wirksamkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Total | 19 | | | | |
| | | | | | |
| V4 Hinterlochen | gut | | | schlecht | |
| Standort | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Volumen | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Realisierbarkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Zufahrt | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Wirksamkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Total | 23 | | | | |
| | | | | | |
| V5 Gehren | gut | | | schlecht | |
| Standort | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Volumen | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Realisierbarkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Zufahrt | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Wirksamkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Total | 13 | | | | |
| | | | | | |
| V6 Lüchli | gut | | | schlecht | |
| Standort | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Volumen | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Realisierbarkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Zufahrt | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Wirksamkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Total | 13 | | | | |

Erläuterung zu den Kriterien

Standort

Beurteilt wird die topographische Lage und wie gut der Standort erreicht werden kann.

Volumen

Beurteilt wird das mögliche Rückhaltevolumen in m³. Bei allen Varianten wird das erforderliche Volumen nachgewiesen.

Realisierbarkeit

Beurteilt wird, wie umfangreich die Massnahmen sein müssten um den Rückhalt zu realisieren und die Anlage später zu unterhalten.

Zufahrt

Beurteilt wird, wie gut die Anlage für den Bau und den späteren Unterhalt erschlossen werden kann bzw. welche Massnahmen für die zweckmässige Erschliessung notwendig sind.

Wirksamkeit

Beurteilt wird, wie wirksam Holz zurückgehalten werden kann bzw. ob der Standort weitere Massnahmen voraussetzt, dass das anfallende Holz vor der Siedlung zurückgehalten werden kann.

| V6 Tobelausgang | gut | | | schlecht | |
|------------------|-----------|---|---|----------|---|
| Standort | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Volumen | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Realisierbarkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Zufahrt | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Wirksamkeit | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Total | 12 | | | | |

4.1.4 Variantenwahl

Auf Grund des obigen Variantenvergleichs und unter Berücksichtigung, dass vor allem die Realisierbarkeit und die Wirksamkeit die massgebenden Kriterien sind, wird die Variante

V4 Hinterlochen

zur weiteren Bearbeitung empfohlen.

4.2 Holzrückhalt

4.2.1 Lage, Längen- und Querprofil

Der Holzrückhalt Hinterlochen liegt unterhalb der bestehenden Sperre km 1.588. Er weist eine Länge von rund 55 m, eine variable Sohlenbreite von 7 bis 21 m auf und ist als Rechen parallel zur Fliessrichtung konzipiert. Der Rückhalt liegt auf der rechten Seite (Kurvenaussenseite). Das Gerinne wird auf der linken Seite des Rechens vorbeigeführt und ist für ein Abfluss HQ₅ dimensioniert. Das Längsgefälle beträgt ca. 2 % und entspricht in etwa dem heutigen ausgemittelten Gefälle. Das Gerinne links des Rechens weist eine gleichbleibende Breite von ca. 7 m auf. Die rechte Seite des Gerinnes bzw. des Rechens wird für den Holzrückhalt genutzt. Je nach Auflandungsgefälle ergibt sich ein theoretisches Rückhaltevolumen von rund 500 m³ bis 700 m³. Damit können auch allenfalls spätere Erhöhungen der Geschiebemengen aufgrund der Anpassungen an Kugler- und Listweiher gem. GSchG, Art. 43a, aufgenommen werden.

Die Böschungsneigungen im Projektbereich liegen zwischen 1:2 und 2:3.

4.2.2 Funktionsweise

Der vorgesehene Längsrechen ermöglicht eine selektive Abtrennung des Schwemmholzes. Im Normalfall wird der grösste Teil des Geschiebes am Rechen vorbei Richtung Freibach fliessen. Dazu wird das Gerinne in der Breite unterteilt und der Rückhalt mit einem Rechen parallel zur Fliessrichtung mit Stahlsäulen realisiert. Für die Sicherstellung eines genügend grossen Volumens muss das Gewässer aufgeweitet und die Uferverbauung rechts grossteils rückgebaut werden.

Bis zu einer Wassermenge von ca. 12 m³/s (ca. HQ₅) fliesst das Wasser mit mobilisiertem Geschiebe und Holz über das Gerinne links des Rechens ab. Die Höhendifferenz von Sohle bis OK Überlaufkante beträgt 0.8 m. Erst bei grösseren Wassermengen gelangt das Wasser über die rund 15 m lange Überlaufkante in den Rückhaltebereich. Da der Überlauf auf der Kurvenaussenseite angeordnet ist, wird ein grosser Teil des Holzes in den Rückhalteraum geschwemmt. Das Holz wird in der Folge durch die vertikalen Stahlrohre (mit Beton verfüllt) zurückgehalten. Das in einem grösseren Ereignis mittransportierte Geschiebe wird dagegen weitgehend über das Gerinne bachabwärts transportiert.

Bei grossen Ereignissen ist es aber nicht zu vermeiden, dass mit dem anfallenden Holz auch Gesteine im Rückhalteraum zurückgehalten wird. Es macht deshalb Sinn den Rückhalteraum etwa grosszügiger zu dimensionieren.

4.2.3 Ausbildung

Die hohe Beanspruchung im Gerinne erfordert die durchgehende Sicherung von Sohle und Böschung bis auf die Wasserspiegelhöhe HQ100 mit Blocksteinen. Die Ufersicherung wird mit einer rauen Oberfläche gestaltet, damit keine "Schussrinne" entsteht. Auch die Sohle im Rückhaltebereich muss mit einem Blocksteinen gesichert werden, um unkontrollierte Erosionen bzw. Sohlenabsenkungen zu vermeiden. Die Trennung zwischen Gerinne und Rückhalteraum wird mit einem Betonriegel realisiert. Dieser reicht bis 1.20 m unter die theoretische Gerinnesohle. Der Riegel dient gleichzeitig als Foundation für die Stahlsäulen.

Auf Grund der statischen und dynamischen Beanspruchungen weist der Riegel eine Wandstärke von 1.0 m auf. Die Stahlsäulen werden mit einem lichten Abstand von 1.4 m angeordnet und werden mit ausbetonierten Stahlrohren (Durchmesser ca. 33 cm) realisiert. Die Säulen ragen am unteren Ende des Riegels um 2.25 m und am oberen Ende um 1.75 m über OK Riegel hinaus. Diese Höhen ergeben sich aus den angenommenen Auflandungsverhältnissen. Im unteren Bereich des Holzrückhalt wird der Betonriegel lokal (Breite ca. 1 m) auf die Tiefe der Bachsohle abgesenkt, damit das Wasser und die darin lebenden Arten den Weg in das Gewässer zurückfinden.

Zwischen den Säulen wird mit Dammbalken aus Beton oder Stahl die Trennung zwischen Gerinne und Holzrückhalt vorgenommen. Diese Dammbalken können bei Bedarf in der Höhe angepasst werden.

4.3 Sperre unterhalb Holzrückhalt

Bei der bestehenden Sperre unterhalb dem geplanten Holzrückhalt (km 1.531) soll die Überfallsektion um rund 0.5 m abgesenkt werden. Hierzu werden die bestehenden Granitplatten entfernt und mit einem Anzug von ca. 10 cm auf dem geplanten Niveau eingebaut. Damit die Sperrenstabilität nicht gefährdet wird, darf der Kolkchutz der Sperre nicht entfernt werden.

4.4 Zugänglichkeit

Die Zugänglichkeit erfolgt von der Bodenstrasse über die befestigte Böschung, welche ein maximales Gefälle von 1:2 aufweist. Aufgrund der Nähe zur Gemeindestrasse, können die meisten Unterhaltsarbeiten von dieser ausgeführt werden. Die Unterhaltspiste, welcher der Zugänglichkeit dient und der Wendepunkt zwischen der Bodenstrasse und dem Rückhaltebereich wird so ausgebildet, dass dieser für den Unterhalt befahrbar ist und der Platz zum Wenden genutzt werden kann.

4.5 Begleitmassnahmen

4.5.1 Werkleitungen

Am südlichen Rand des geplanten Holzrückhaltes liegen ein Abwasserkanal und eine Swisscom-Leitung. Die Leitungen müssen voraussichtlich nicht verlegt werden.

Eine 10kV Freileitung der SAK quert den Holzrückhalt. In Anbetracht der künftig auszuführenden Unterhaltsarbeiten wäre es sinnvoll eine Verlegung dieser Leitung zu prüfen. Gespräche mit dem Werkleitungsbesitzer müssen noch geführt werden.

4.5.2 Bepflanzung

Am linken Ufer und teilweise am rechten Ufer ist eine Bestockung vorgesehen. Diese wird mit einheimischen Bäumen und Sträuchern realisiert. Damit kann eine Beschattung von Bereichen des Geschiebefanges erreicht werden. Die Detailstandorte der Hochstämme und Strauchgruppen werden vor Ort mit dem Fischereiaufseher festgelegt. Siehe auch Bepflanzungsplan.

Dazu erfolgt eine Ansaat mit regionalem, standortgemäsem Saatgut, welches für selten zu mähende Ruderalflächen und Krautsäume geeignet ist.

Im Bereich der Kiesflächen (Zugang Rückhaltebereich und Wendeplatz) wird auch eine Bestockung verzichtet, jedoch als befahrbare, magere Ruderalfläche ausgebildet.

4.5.3 Anhebung Bodenstrasse

Bei der Erstellung der Gefahrenkarte nach Massnahmen wurde im Bereich Steinstege eine Ausuferung, welche ab einem HQ₃₀₀ über die Bodenstrasse in das Siedlungsgebiet gelangen würde, festgestellt. Mit einer Anhebung der Bodenstrasse (Kiesweg) im Bereich der Kreuzung Steinstege auf die Höhe 453.10 m ü. M. wird das austretende Wasser dem Gerinne wieder zurückgeführt.

5 AUSWIRKUNGEN

Hochwassersicherheit

Mit dem vorgesehenen Holzrückhalt wird genügend zusätzlicher Rückhalteraum geschaffen, um den voraussichtlichen Holzanfall eines hundertjährigen Hochwasserereignisses am Gstaldenbach zurückzuhalten. Dies wirkt sich positiv auf die Verklauungswahrscheinlichkeit an den unterliegenden Brücken und somit auf die Hochwassersicherheit aus.

Gerinneunterhalt

Durch die Ausbildung des Holzrückhalts im Nebenschluss zum Gerinne wird der Geschiebetrieb kaum beeinflusst. Durch die Leitmauer entlang des Rückhalts bleibt das Geschiebe mehrheitlich im Gerinne. Aus diesem Grund sind keine nachteiligen Auswirkungen (Erosion) auf den Unterlauf zu erwarten.

Natur, Landschaft und Gewässerökologie

Durch den Einbau des Betonriegels (Leitmauer) und der Rechenstäbe wird das Landschaftsbild geringfügig beeinträchtigt.

Die Ausbildung des Gerinnes bzw. der Oberflächen des Ufers verändern den Charakter des Baches nur wenig. Es handelt sich nach wie vor um ein stark beeinträchtigtes, trapezförmiges Gerinne. Grundsätzlich handelt es sich beim neuen Holzrückhalt um ein technisches Bauwerk, welches zur Hochwassersicherheit des unterliegenden Siedlungsgebiet beiträgt. Mit dem Ersatz der bestehenden Ufermauern durch flache Böschungen soll die Quervernetzung, Zugänglichkeit und Struktur des Gewässers aufgewertet werden.

Siedlungsgebiet und Verkehr

Das Siedlungsgebiet der Gemeinde Thal wird durch den Holzrückhalt insofern beeinträchtigt, dass beim Bau und beim späteren Unterhalt vermehrt Lastwagenverkehr auf der Bodenstrasse anzutreffen ist.

Fruchtfolgefläche

Entlang dem linken Gewässerufer (nördlich dem Gstaldenbachs) befindet sich im Bereich des Projektperimeters eine Fruchtfolgefläche. Mit dem Ersatz der bestehenden Ufermauer, durch eine neue Uferböschung wird die Fruchtfolgefläche tangiert.

Die betroffene Fruchtfolgefläche innerhalb den Böschungsoberkannten gilt künftig als nicht rückführbar. Da beim vorliegenden Projekt lediglich 110 m² nicht rückführbare Fruchtfolgeflächen tangiert werden und die Beanspruchung der nicht rückführbaren Fruchtfolgeflächen durch Böschungsneigungen von 1:2 im Bereich der Fruchtfolgeflächen so gering wie möglich gehalten wurde, wird auf die Ausweisung einer Kompensationsfläche verzichtet. Näheres ist dem Planungsbericht Festlegung Gewässerraum [15] zu entnehmen.

Landbeanspruchung

Der Bau des Rechens beansprucht ca. 922 m² Fläche (Kulturland). Siehe auch Landerwerbs- und Enteignungsplan.

6 KOSTENVORANSCHLAG

Preisbasis April 2024; inkl. MWSt. Kostengenauigkeit ±10%

| | | | | | |
|-----------|---|-----|------------|------------|-------------------|
| 10 | Bauarbeiten | | | | |
| 11 | Akkordarbeiten | CHF | 575'000.00 | | |
| 12 | Regiearbeiten | CHF | 25'000.00 | | |
| 10 | TOTAL Bauarbeiten | | | CHF | 600'000.00 |
| 20 | Nebenarbeiten | | | | |
| 21 | Vermessung / Vermarkung | CHF | 2'000.00 | | |
| 22 | Vorabklärungen | CHF | 2'000.00 | | |
| 23 | Rodungen / Begrünungen / Initialpflege | CHF | 16'000.00 | | |
| 24 | Werkleitungen / Kanäle | CHF | 15'000.00 | | |
| 20 | TOTAL Nebenarbeiten | | | CHF | 35'000.00 |
| 30 | Landerwerb / Entschädigungen | | | | |
| 31 | Entschädigungen | CHF | 2'000.00 | | |
| 32 | Landerwerb | CHF | 20'000.00 | | |
| 33 | Gebühren Grundbuch | CHF | 1'000.00 | | |
| 34 | Verhandlungen | CHF | 2'000.00 | | |
| 30 | TOTAL Landerwerb / Entschädigungen | | | CHF | 25'000.00 |
| 40 | Diverses | | | | |
| 41 | Inserate / Gebühren | CHF | 1'000.00 | | |
| 42 | Diverses | CHF | 3'000.00 | | |
| 43 | Öffentlichkeitsarbeit | CHF | 1'000.00 | | |
| 40 | TOTAL Diverses | | | CHF | 5'000.00 |
| 50 | Honorare | | | | |
| 51 | Projekt und Bauleitung | CHF | 90'000.00 | | |
| 52 | Baubegleitung | CHF | 10'000.00 | | |
| 53 | Nebenkosten | CHF | 6'000.00 | | |
| 54 | Spezialisten | CHF | 4'000.00 | | |
| 50 | TOTAL Honorare | | | CHF | 110'000.00 |
| 60 | TOTAL Unvorhergesehenes | | | CHF | 45'000.00 |
| | SCHLUSSTOTAL | | | CHF | 820'000.00 |

ANHANG 1: NORMALABFLUSSBERECHNUNGEN

Normalabfluss TRAPEZ

Projekt Nr.: 44921

Projekt: V4 Hinterlochen

Abschnitt:

ஸ்.

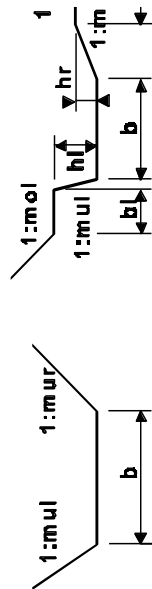
44921

V4 Hinterlochen

Holzrückhalt

dwä

| HQ ₃₀ | HQ ₁₀₀ | HQ ₃₀₀ | EHQ |
|------------------|-------------------|-------------------|-----|
| 30.0 | 40.0 | 60.0 | |

Wassermengen m^3/s 

| Eingabegrößen | | | | | | | | | | | | | | | | Normalabfluss | | |
|---------------------------|-----|--------------------|----------------------------|--|---------------------|---------------------|---|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|--|--|
| Statio- nierung von | bis | Pro- fil Nr. | DHQ [m ³ /s] | Rauhig- keit k _{sat} [m ^{1/3} /s] | Gefälle J [%] | breite bs [m] | Böschungs- neigung 1:m _l :m _r | Höhe | | Breite | | Neigung links 1:m _l | Neigung rechts 1:m _r | Normal- abfluss hn [m] | Durch- fluss Q [m ³ /s] | Fließ- geschw. v [m/s] | | |
| | | | | | | | | links hl [m] | rechts hr [m] | links bl [m] | rechts br [m] | | | | | | | |
| HQ 100 | | QP2 | 40.0 | 30 | 20.0 | 8.00 | 2.0 | 5.0 | | | 3.00 | 0.1 | | 1.06 | 40.00 | 3.22 | | |
| | | QP3 | 40.0 | 30 | 20.0 | 7.00 | 2.0 | 0.1 | | | | | | 1.21 | 40.00 | 4.00 | | |
| | | QP4 | 40.0 | 30 | 20.0 | 7.00 | 2.0 | 0.1 | | | | | | 1.21 | 40.00 | 4.00 | | |
| | | QP5 | 40.0 | 30 | 20.0 | 3.50 | 5.0 | 0.1 | 0.80 | 0.00 | 2.0 | 2.0 | | 1.30 | 40.00 | 3.64 | | |
| | | QP6 | 40.0 | 30 | 20.0 | 5.00 | 4.0 | 0.4 | 0.90 | 0.00 | 2.0 | | | 1.30 | 40.00 | 3.99 | | |
| | | QP2 | 30.0 | 30 | 20.0 | 8.00 | 2.0 | 5.0 | | | | 3.00 | 0.1 | 0.91 | 30.00 | 2.94 | | |
| HQ 30 | | QP3 | 30.0 | 30 | 20.0 | 7.00 | 2.0 | 0.1 | | | | | | 1.02 | 30.00 | 3.65 | | |
| | | QP4 | 30.0 | 30 | 20.0 | 7.00 | 2.0 | 0.1 | | | | | | 1.02 | 30.00 | 3.65 | | |
| | | QP5 | 30.0 | 30 | 20.0 | 3.50 | 5.0 | 0.1 | 0.80 | 0.00 | 2.0 | 2.0 | | 1.14 | 30.00 | 3.31 | | |
| | | QP6 | 30.0 | 30 | 20.0 | 5.00 | 4.0 | 0.4 | 0.90 | 0.00 | 2.0 | | | 1.11 | 30.00 | 3.64 | | |
| | | QP2 | 12.0 | 30 | 20.0 | 8.00 | 2.0 | 5.0 | | | | 3.00 | 0.1 | 0.56 | 12.00 | 2.17 | | |
| | | QP3 | 12.0 | 30 | 20.0 | 7.00 | 2.0 | 0.1 | | | | | | 0.59 | 12.00 | 2.68 | | |
| HQ 5 | | QP4 | 12.0 | 30 | 20.0 | 7.00 | 2.0 | 0.1 | | | | | | 0.59 | 12.00 | 2.68 | | |
| | | QP5 | 12.0 | 30 | 20.0 | 3.50 | 5.0 | 0.1 | 0.80 | 0.00 | 2.0 | 2.0 | | 0.79 | 12.00 | 2.76 | | |
| | | QP6 | 12.0 | 30 | 20.0 | 5.00 | 5.0 | 0.4 | 0.90 | 0.00 | 2.0 | | | 0.66 | 12.00 | 2.66 | | |
| | | QP2 | 60.0 | 30 | 20.0 | 8.00 | 2.0 | 5.0 | | | | 3.00 | 0.1 | 1.31 | 60.00 | 3.65 | | |
| | | QP3 | 60.0 | 30 | 20.0 | 7.00 | 2.0 | 0.1 | | | | | | 1.54 | 60.00 | 4.53 | | |
| | | QP4 | 60.0 | 30 | 20.0 | 7.00 | 2.0 | 0.1 | | | | | | 1.54 | 60.00 | 4.53 | | |
| HQ 300 | | QP5 | 60.0 | 30 | 20.0 | 3.50 | 5.0 | 0.1 | 0.80 | 0.00 | 2.0 | 2.0 | | 1.55 | 60.00 | 4.14 | | |
| | | QP6 | 60.0 | 30 | 20.0 | 5.00 | 4.0 | 0.4 | 0.90 | 0.00 | 2.0 | | | 1.61 | 60.00 | 4.53 | | |

ANHANG 2: DIMENSIONIERUNG UFER- / SOHLEN**Bemessung Sohlen- / Ufersicherung**Verfahren
Meyer-Peter-Müller

Projekt: Gstaldenbach

Projekt Nr.: 44921

Bauteil: Holzrückhalt Hinterlochen V4

SB: dwa

Hydraulik

| | |
|--|---------------------------|
| Gerinnebreite | 7.00 m |
| Bö. Neigung L 1 : | 2.00 1:X |
| Bö. Neigung R 1 : | 0.10 1:X |
| Sohlengefälle | 2.00 % |
| k_{str} | 30.00 m ^{1/3} /s |
| Abflusstiefe | 1.21 m |
| DHQ = HQ100 = | 40.00 m ³ /s |
| Sicherheit | 1.20 |
| q spez | 5.82 m ³ /sm' |
| T Sohle | 179.66 N/m ² |
| Tmax (Maximale Schubspannung Ufer) Wiese | 70.00 N/m ² |
| v | 4.00 m/s |

Dimensionierung

| | | Berechnung | | Wahl | |
|---|--------------|------------|------|------|------|
| Ufer Blockwurf, Blöcke rau verlegt(mehr als 2 reihig) | | [m] | [to] | [m] | [to] |
| Blockdurchmesser Ufer Links | $d_{min UL}$ | 0.72 | 0.51 | 0.70 | 0.48 |
| Blockdurchmesser Ufer rechts | $d_{min UR}$ | -0.04 | 0.00 | 0.60 | 0.30 |
| Steinsatzhöhe | | 0.75 | | 0.80 | |
| Sohle Blockwurf, Blöcke rau verlegt | | [m] | [to] | [m] | [to] |
| Steindurchmesser | d_m | 0.58 | 0.27 | 0.60 | 0.30 |
| Kornverteilung | d_{min} | 0.48 | 0.15 | 0.50 | 0.17 |
| Kornverteilung | d_{max} | 0.69 | 0.46 | 0.70 | 0.48 |
| Schichtstärke | | 0.87 | | 0.90 | |
| max Durchmesser Bettungsmaterial | $d_{Unt,m}$ | 0.06 | | 0.06 | |
| min Durchmesser Bettungsmaterial | $d_{Unt,m}$ | 0.03 | | 0.03 | |
| Bemerkungen | | | | | |

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1 Böschungsneigung L | 1 : 2 |
| 2 Böschungsneigung R | 1 : 0.1 |
| 3 Abfluss Q = | 40 m ³ /s |
| 4 Wassertiefe [m] | 1.21 m |
| 5 Steinsatzhöhe [m] | 0.80 m |
| 6 Steingrösse Sohle [m] | 0.60 m |
| 7 Steingrösse links [m] | 0.70 m |
| 8 Steingrösse rechts [m] | 0.60 m |

