



Kanton St. Gallen



Gemeinde Balgach

# Offenlegung Wolfsbach

Balgach

Abschnitt GN 10 km 0.000 – km 0.750

Hydraulische Berechnungen

## Genehmigungsvermerke

Vom Gemeinderat Balgach erlassen am

öffentlich aufgelegt vom

bis


Gemeindepräsidentin

Ratsschreiberin

Silvia Troxler

Susana Jevremovic

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

Ausfertigung für		Projekt Nr.		Plan Nr.	Beilage Nr.
		02.073		102-2	4
Studie	<b>Projektverfasser</b> <b>gruner</b>  <small>Gruner AG Taastrasse 1, CH-9113 Degersheim T: +41 71 372 50 10, F: +41 71 372 50 19 Web: www.gruner.ch</small>	Entw.	Gez.	Gepr.	Datum
Vorprojekt		sta	-	Bg	31.10.2024
<b>Auflageprojekt</b>					
Ausführungsprojekt					
Abschlussakten					
		<b>Format</b> 21 x 30		<b>m<sup>2</sup></b>	

Kontrollblatt

Ansprechperson    Andreas Stadler  
Tel. direkt        072 372 50 10  
Email              andreas.stadler@gruner.ch

Änderungsgeschichte

Version	Änderung	Kürzel	Datum
1.0	Abgabe Bauprojekt	sta	15.06.2022
1.1	Abgabe Bauprojekt Mitwirkung	sta	04.10.2023
1.2	Abgabe Auflageprojekt	sta	01.03.2024
1.3	Korrektur Stationierung Lose, Ergänzung Brücken Verahus	sta	31.10.2024

Status

Kapitel	Inhalt	Status
---------	--------	--------

Verteiler

Firma	Name	Anz. Expl.
Gemeinde Balgach	Silvia Troxler	1
Amt für Wasser und Energie (AWE)	Marcel Ammann	1
Gruner AG, Degersheim	Adrian Baumgartner	1

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
1.1	Hergang	5
1.2	Abgrenzung	5
1.3	Oberlauf Wolfsbach	5
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Projektgrundlagen	5
2.2	Literatur und Normen	6
<b>3</b>	<b>Vorgaben</b>	<b>7</b>
3.1	Rauigkeiten	7
3.2	Hochwasserabflüsse	7
3.3	Freibord	8
<b>4</b>	<b>Berechnungsprogramm</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Dateneingabe und Modellierung</b>	<b>10</b>
5.1	Geometrie	10
5.2	Randbedingungen	10
5.3	Abflussdaten	10
5.4	Rauigkeiten	10
5.5	Sensitivitätsanalyse	10
<b>6</b>	<b>Resultate</b>	<b>11</b>
6.1	Tabelle Hochwasserabfluss $HQ_{100}$	11
6.2	Längenprofil Hochwasserabfluss $HQ_{100}$	12
<b>7</b>	<b>Bemerkungen zu den Resultaten</b>	<b>13</b>
7.1	Einmündung Dorfaach (Stat. 0 – 22)	13
7.2	"Flachstrecke" Bachöffnung Bad (Stat. 22 - 186)	13
7.3	"Steilstrecke" Bachöffnung Bad (Stat. 186 – 294)	13
7.4	Durchlass Kantonsstrasse (Stat. 294 – 407)	14
7.5	Offenlegung Sandgrube (Stat. 407 – 545)	14
7.6	Durchlass Webba AG (Stat. 545 - 595)	15
7.7	Neugestaltung Einlaufbereich (Stat. 595 - 641)	15
7.8	Oberlauf Wolfsbach (Stat. 641 – 739)	15
7.9	$HQ_{300}$ –EHQ	16
7.10	Brücke Mühlackerstrasse	17
<b>8</b>	<b>Verklaunungsgefahr</b>	<b>18</b>
8.1	Ergebnisse	18
8.2	Bemerkungen Verklauung	19
<b>9</b>	<b>Geschiebehaushalt</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Schwemholz</b>	<b>20</b>
10.1	Klassifizierung	20
10.2	Schwemholzpotential	20

## Anhang

- A Längenprofil Projekt HQ<sub>30</sub>
- B Längenprofil Projekt HQ<sub>300</sub>
- C Längenprofil Projekt EHQ
- D Querprofile Projekt HQ<sub>100</sub>
- E Freibordberechnungen
- F Verklausungsnachweise
- G Dimensionierung Böschungssicherung
- H Arbeitspapier "Kapazität Durchlässe Bauprojekt" 29.04.2022

## 1 Einleitung

### 1.1 Hergang

Der Projekthergang ist im Technischen Bericht zum Bauprojekt beschrieben.

Dieser Bericht fasst sämtliche Abklärungen zur Hydraulik und Grundlagen der Dimensionierung des Wolfsbaches im Rahmen des Bau- und Auflageprojektes zusammen.

### 1.2 Abgrenzung

In diesem Bericht sind die Berechnungen des Wolfsbaches im Projektperimeter Bild bis zur Einmündung in die Dorfaach aufgeführt. Die hydraulischen Berechnungen des Eberliswis- und Dorfbaches sind in separaten Berichten abgehandelt.

Der projektierte Gerinneabschnitt wurde isoliert betrachtet. Rückstaueffekte aus der Dorfaach oder dynamische Auswirkungen der Dorfbacheinleitung sind nicht abgebildet.

### 1.3 Oberlauf Wolfsbach

Der Projektperimeter des Wolfsbaches wurde nach Abschluss des Bauprojektes 2022 bis zum Siedlungsrand verlängert. Da im Oberlauf nur örtliche Massnahmen geplant sind wurden die massgebenden Querschnitte mit manuellen Normalabflussberechnungen ergänzt.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Projektgrundlagen

Für den vorliegenden Bericht sind folgende Projektgrundlagen verwendet worden:

- Dossier Vorprojekt "Offenlegung / Revitalisierung / Hochwasserschutz Wolfsbach Balgach", Abschnitt Bild bis Dorfaach, Gruner Wepf AG vom 24.03.2020
- Ergänzungen der Angaben zum Vorprojekt, Gruner Wepf AG vom 31.03.2020, rev. 22.03.2022
- Bauprojekt "Offenlegung Wolfsbach", Abschnitt Dorfaach bis Bild, Gruner AG, Degersheim, April 2022
- Geoportal Kanton St. Gallen, diverse Auszüge und Plangrundlagen

## 2.2 Literatur und Normen

Folgende Normen und Fachliteraturen wurden für die Projektbearbeitung herangezogen:

- J. Speerli + A. Huber, Skript Hydraulik, Version HS 2015/16
- J. Speerli, A. Schumacher + St. Berchtold, Skript Wasserbau, Version HS 2017/18
- Baudepartement Amt für Wasser und Energie Kanton St. Gallen, Normalien Wasserbau, Stand: 10.10.2017
- Baudepartement Amt für Wasser und Energie Kanton St. Gallen, Merkblatt "Beurteilung der Verklauungsgefahr an Brücken oder Durchlässen", 2017
- Baudepartement Amt für Wasser und Energie Kanton St. Gallen, Merkblatt "Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge", 2017
- Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitung, BWG/BAFU, 2001
- KOHS, Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen, 2013
- US Army Corps of Engineers, HEC-RAS User's Manual, Version 5.0, Februar 2016

### 3 Vorgaben

#### 3.1 Rauigkeiten

Für die hydraulische Berechnung wurden folgende Rauigkeiten angesetzt. Die Rauigkeiten werden als Manning-Strickler-Beiwert  $k_{Str}$  beziehungsweise als dessen Kehrwert  $n$  angegeben.

$$n = \frac{1}{k_{Str}}$$

Material / Bereich	Bemerkung	Rauigkeit	
		$k_{Str}$ [m <sup>1/3</sup> /s]	$n$
Kiessohle		25	0.040
freie Böschung	bepflanzt	20	0.050
Blocksteinmauer	grobes Bruchsteinmauerwerk	35	0.028
Beton neu	unverputzt, Holzschalung	60	0.016
Beton alt	Raue Oberfläche	50	0.020

Tabelle 1: Rauigkeiten

#### 3.2 Hochwasserabflüsse

Die Hydrologie der einzelnen Teileinzugsgebiete ist im Kurzbericht, "Ergänzungen der Angaben zum Vorprojekt" der Gruner Wepf AG detailliert dargelegt. Für die hydraulischen Simulationen dienten die folgenden Wassermengen als Grundlage.

Als Dimensionierungshochwasser für den Gewässerabschnitt im Siedlungsgebiet gilt das 100-jährliche Hochwasser  $DHQ = HQ_{100}$ .

##### Wolfsbach

Berechnungsknoten	HQ <sub>30</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>300</sub>	EHQ
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
Bergseitig Grünensteinstrasse	6.00	8.00	11.00	15.00
Einmündung in Dorfaach	7.50	10.20	14.00	20.00

Tabelle 2: Hochwasserabflüsse Wolfsbach

##### Dorfaach

Berechnungsknoten	HQ <sub>30</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>300</sub>	EHQ
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
Bergseitig Mühlackerstrasse	11.00	14.00	20.00	22.00

Tabelle 3: Hochwasserabflüsse Dorfaach

### 3.3 Freibord

Für sämtliche Querschnitte soll beim Dimensionierungshochwasser ein Freibord gemäss den Vorgaben des Kantons St. Gallen eingehalten werden. Die detaillierte Darstellung der Eingabegrössen und Berechnungsergebnisse ist im Anhang ersichtlich.

#### Freie Fliessstrecken

Auf den freien Fliessstrecken im Zulaufbereich der Durchlässe oder in den Bachöffnungsabschnitten gilt ein Freibord von:

$$f_{min} \leq f_e = \sqrt{(0.06 + 0.06 h)^2 + \sigma_{wz}^2} \leq f_{max}$$

Mit einer mittleren Abflusshöhe von ca.  $h = 0.98$  m und einer Unschärfe der massgeblichen Sohlenlage (Sohle baulich gesichert) von  $\sigma_{wz} = 0.2$  m ergibt sich ein  $f_e$  von 0.233 m.

- Damit wird das minimale Freibord von **0.5 m** massgebend.

#### Dambereiche

In Dammbereichen gilt gegenüber Geländeeinschnitten ein erhöhtes Freibord:

$$f_{min} \leq f_e = \sqrt{\left(\frac{v^2}{2g}\right)^2 + (0.06 + 0.06 h)^2 + \sigma_{wz}^2} \leq f_{max}$$

Unter Berücksichtigung einer Geschwindigkeit bei Normalabfluss von  $v = 2.96$  m/s ergibt sich ein  $f_e$  von 0.504 m.

- Damit wird das minimale Freibord von **0.5 m** massgebend.

#### Durchlässe

Für die Durchlässe wird für das Freibord zusätzlich die Wellenbildung und das Schwemmholz beachtet. Für den Durchlass Kantonsstrasse gilt demnach:

$$f_{min} \leq f_e = \sqrt{\left(\frac{v^2}{2g}\right)^2 + (0.06 + 0.06 h)^2 + \sigma_{wz}^2 + f_t^2} \leq f_{max}$$

Aufgrund der unterschiedlichen Fliessgeschwindigkeiten und Abflusshöhen der verschiedenen Durchlässe sind die entsprechenden Freiborde in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Name Durchlass / Brücke	$h_w$	$v$	$\sigma_{wz}$	$f_t$	$f_e$
	[m]	[m/s]	[m]	[m]	[m]
Durchlass Webra AG	0.95	4.68	0.10	0.30	<b>1.20</b>
Durchlass Kantonsstrasse	1.27	4.50	0.10	0.30	<b>1.10</b>
Brücke Säntisstrasse	0.85	2.80	0.20	0.30	<b>0.60</b>
Brücke Laurenz-Sonderegger.	0.83	3.52	0.20	0.30	<b>0.70</b>
Brücke Gernweg	0.83	3.52	0.20	0.30	<b>0.70</b>

Tabelle 4: Zusammenfassung Freiborde Durchlässe



## 4 Berechnungsprogramm

Die hydraulische Modellierung und die Berechnungen erfolgten mit dem Programm HEC-RAS River Analysis System. Gearbeitet wurde mit der Version 5.0.7 vom März 2019. Das Programm HEC-RAS der US Army Corps of Engineers ist ein eindimensionales Simulationsprogramm, mit dem Wasserspiegellagen in Flüssen und Bächen bei stationären und instationären Abflüssen für strömende sowie schiessende Verhältnisse berechnet werden können.



Abbildung 1: Übersicht Modell in HEC-RAS inkl. Stationierung Modellprofile

## 5 Dateneingabe und Modellierung

Das Gerinne ist entsprechend dem Projekt "Hochwasserschutz Wolfsbach" modelliert worden. Die Profile gemäss Querprofilplan wurden durch weitere Profile an Gefälls- oder bei Querschnittsänderungen ergänzt. Der am Bachprofil angrenzende Weiher (Stat.425 - 525) im Bereich "Bachöffnung Sandgrube" ist nicht im Modell abgebildet.

Die Einmündung vom Wolfsbach in die Dorfaach wird im Modell grundsätzlich nicht berücksichtigt. Hinsichtlich eines möglichen Rückstaus aus der Dorfaach wurde im Unterwasser gemäss den Randbedingungen ein sehr geringes Gefälle zu Grunde gelegt.

### 5.1 Geometrie

Die Querprofilaten wurden aus dem CAD-Modell übernommen und im HEC-RAS ergänzt. Bei der Eingabe der Querprofile wird zugleich auch der Abstand zum nächsten unteren Profil definiert. Somit wird die Bachlänge abgebildet.

Zwischen den definierten Querprofilen wurden durch das Programm jeweils Zwischenprofile generiert. Dabei interpoliert HEC-RAS linear zwischen den eingegebenen Querprofilen.

Wichtig bei der Eingabe der Gewässergeometrie durch die Querprofile ist, dass jeder charakteristische Wechsel des Gewässers abgebildet wird. Das heisst, dass sämtliche Gefälls- wie auch Querschnittswechsel modelliert werden müssen, damit eine fundierte Berechnung resultiert.

### 5.2 Randbedingungen

Um die Simulation durchzuführen, werden an den Enden des Gewässersystems (im Ober- und Unterwasser) Randbedingungen benötigt. Diese wurden wie folgt festgelegt:

Bach	Abschnitt	Oberwasser	Unterwasser
Wolfsbach	Projektperimeter	Normalabfluss $J=4.1\%$	Normalabfluss $J=0.5\%$

Tabelle 5: Randbedingungen Modellierung

### 5.3 Abflussdaten

Die Berechnung wurde mit stationären Abflüssen gemäss Kapitel 3.2 durchgeführt.

### 5.4 Rauigkeiten

Die Rauigkeiten wurden gemäss Kapitel 3.1 gewählt. Für die interpolierten Querprofile werden auch die Rauigkeiten entsprechend interpoliert.

### 5.5 Sensitivitätsanalyse

Zur Validierung der Ergebnisse werden im Rahmen der Modellierung verschiedene Anpassungen an der Geometrie und der Eingabeparameter vorgenommen und deren Auswirkungen untersucht. Die Sensitivität des Modelles wird erst durch die unterschiedlichen Berechnungsgänge ersichtlich.

6 Resultate

6.1 Tabelle Hochwasserabfluss HQ<sub>100</sub>

Profil Modell	Beschreibung (Profil)	Stationierung	Szenario	Abfluss [m³/s]	Wasserspiegel [m ü. M.]	Sohlenhöhe [m ü. M.]	Wassertiefe [m]	kritische Tiefe [m ü. M.]	Energielinie [m ü. M.]	Geschwindigkeit [m/s]	Froudezahl [-]	Schleppspannung [N/m²]	Sohlenbreite	Freibord links [m]	Freibord rechts [m]	Soll-Freibord [m]
	Brücke Gernweg (W32)	739.55	HQ100	8.0	419.81	418.98	0.83	420.01	420.46	3.52	1.25	253.57	1.50	0.70	0.70	0.7
	Oberlauf Wolfsbach (W31)	725.00	HQ100	8.0	419.57	418.66	0.91	419.49	419.85	2.33	0.82	107.14	1.50	0.50	0.50	0.5
	Oberlauf Wolfsbach (W30)	700.00	HQ100	8.0	418.68	417.65	1.03	418.65	419.02	2.58	0.81	126.33	1.50	0.50	0.50	0.5
	Kiesfang / Rechen (W29)	675.00	HQ100	8.0	417.85	416.88	0.97	417.68	418.03	1.87	0.60	64.94	3.00	0.70	2.20	0.5
	Brücke Laurenz-Sond. (W28)	653.65	HQ100	8.0	417.43	416.53	0.90	417.50	417.86	2.92	0.98	165.99	2.00	0.60	0.60	0.6
	Oberlauf Wolfsbach (W27)	641.00	HQ100	8.0	417.05	416.04	1.01	417.18	417.60	3.31	1.05	212.30	1.50	0.60	0.70	0.5
	Oberlauf Wolfsbach (W26)	617.58	HQ100	8.0	416.04	415.20	0.84	416.08	416.38	2.61	0.91	134.25	2.00	1.30	0.90	0.5
W607	Gefällswechsel	609.77	HQ100	8.0	415.94	415.00	0.94	415.94	416.28	2.95	0.97	139.41	2.00	0.60	0.70	0.5
W600	Rampe Zulauf DL (W25)	602.58	HQ100	8.0	414.85	414.24	0.61	415.17	415.93	5.06	2.06	472.11	2.00	1.60	1.70	0.5
W592.1	Querschnittwechsel	594.78	HQ100	8.0	415.03	413.30	1.73	414.43	415.22	2.03	0.49	54.09	1.80	0.80	2.40	0.5
W592	DL Weba AG (W24)	594.58	HQ100	8.0	414.54	413.28	1.26	414.54	415.17	3.51	1.00	178.91	1.80	0.70	0.70	1.2
W575	DL Weba AG (W23)	577.58	HQ100	8.0	413.54	412.58	0.96	413.85	414.63	4.61	1.50	336.71	1.80	0.90	0.90	1.2
W550	DL Weba AG (W22)	552.58	HQ100	8.0	412.49	411.55	0.94	412.82	413.63	4.71	1.55	355.38	1.80	0.90	0.90	1.2
W542	DL Weba AG	544.66	HQ100	8.0	412.17	411.23	0.94	412.49	413.31	4.73	1.56	357.98	1.80	0.90	0.90	1.2
W541	Querschnittwechsel (W21)	544.50	HQ100	10.2	412.53	411.22	1.31	412.53	413.11	3.50	0.98	175.72	2.00	2.10	2.40	0.5
W530	Querschnittwechsel	532.58	HQ100	10.2	411.45	410.73	0.72	411.80	412.58	5.25	1.97	481.56	2.00	1.90	2.00	0.5
W522	Gefällswechsel	524.58	HQ100	10.2	411.19	410.40	0.79	411.49	412.08	4.69	1.68	372.29	2.00	0.50	0.50	0.5
W500	Weiher Sandgrube (W19)	502.58	HQ100	10.2	411.49	410.28	1.21	411.13	411.60	1.76	0.51	45.81	2.00	0.60	0.60	0.5
W475	Weiher Sandgrube (W18)	477.58	HQ100	10.2	411.40	410.14	1.26	410.99	411.50	1.66	0.47	39.91	2.00	0.60	0.60	0.5
W450	Weiher Sandgrube (W17)	452.58	HQ100	10.2	411.37	410.00	1.37	410.81	411.42	1.34	0.37	25.35	2.00	0.90	0.70	0.5
W425	(W16)	427.58	HQ100	10.2	411.30	409.86	1.44	410.71	411.37	1.42	0.38	27.94	2.00	1.50	0.70	0.5
W410	Gefällswechsel	413.18	HQ100	10.2	411.12	409.78	1.34	410.85	411.31	2.34	0.65	78.24	2.00	0.60	0.60	0.5
W404	DL Kantonsstrasse (W14)	406.58	HQ100	10.2	410.48	408.99	1.49	410.48	411.22	3.81	1.00	199.27	1.80	0.60	0.60	1.1
W399	Querschnittwechsel	401.58	HQ100	10.2	410.12	408.81	1.31	410.30	411.07	4.31	1.20	266.51	1.80	0.60	0.60	1.1
W350	DL Kantonsstrasse (W13)	352.58	HQ100	10.2	408.24	407.10	1.14	408.59	409.50	4.96	1.48	369.06	1.80	0.80	0.80	1.1
W337	Gefällswechsel	340.52	HQ100	10.2	407.82	406.67	1.15	408.16	409.07	4.96	1.48	369.74	1.80	0.80	0.80	1.1
W326	DL Kantonsstrasse (W12)	329.33	HQ100	10.2	407.86	406.49	1.37	407.98	408.73	4.13	1.13	241.41	1.80	0.60	0.60	1.1
W300	DL Kantonsstrasse (W11)	302.58	HQ100	10.2	407.42	406.05	1.37	407.53	408.29	4.13	1.13	241.41	1.80	0.60	0.60	1.1
W291	DL Kantonsstrasse (W10)	293.70	HQ100	10.2	407.27	405.90	1.37	407.39	408.14	4.13	1.13	241.41	1.80	0.60	0.60	1.1
W290.8	Querschnittwechsel	293.58	HQ100	10.2	406.84	405.90	0.94	407.22	408.10	5.11	1.68	417.76	2.00	1.80	2.10	0.5
W285	Querschnittwechsel	285.00	HQ100	10.2	406.54	405.83	0.71	406.90	407.71	5.34	2.02	501.08	2.00	1.60	2.00	0.5
W281	Querschnittwechsel	281.00	HQ100	10.2	406.61	405.78	0.83	406.85	407.38	4.39	1.53	321.36	2.00	1.30	1.80	0.5
W250	(W8)	250.00	HQ100	10.2	406.48	405.41	1.07	406.43	406.78	2.88	0.89	126.84	2.00	0.80	1.70	0.5
W200	(W7)	200.00	HQ100	10.2	405.88	404.80	1.08	405.82	406.17	2.86	0.88	124.98	2.00	0.70	1.30	0.5
W185	Gefällswechsel	185.79	HQ100	10.2	405.71	404.62	1.09	405.64	405.99	2.84	0.87	122.71	3.00	0.60	0.80	0.5
W170	(W6)	170.00	HQ100	10.2	405.68	404.54	1.14	405.40	405.82	1.93	0.58	55.96	3.00	0.40	0.50	0.5
W150	(W5)	150.00	HQ100	10.2	405.58	404.44	1.14	405.30	405.72	1.94	0.58	56.36	3.00	0.50	0.50	0.5
W100	(W4)	100.00	HQ100	10.2	405.32	404.20	1.12	405.05	405.46	1.96	0.59	58.22	3.00	0.50	0.50	0.5
W50	(W3)	50.00	HQ100	10.2	405.02	403.95	1.07	404.80	405.18	2.09	0.64	66.74	3.00	0.60	0.70	0.5
W21	Gefällswechsel	22.30	HQ100	10.2	404.66	403.80	0.86	404.66	404.97	2.78	0.96	127.38	3.00	1.30	1.40	0.5
W16	Brücke Säntisstrasse (W2)	16.82	HQ100	10.2	404.57	403.72	0.85	404.57	404.89	2.80	0.97	129.98	3.00	1.10	1.10	0.6
W11	Brücke Säntisstrasse	11.84	HQ100	10.2	404.48	403.63	0.85	404.48	404.79	2.80	0.97	129.93	3.00	1.10	1.10	0.6
W0	Modellanfang (W1)	0.00	HQ100	10.2	404.42	403.40	1.02	404.14	404.54	1.80	0.57	50.21	3.00	1.60	1.60	0.5

Tabelle 6: Zusammenstellung Hochwasserabfluss Projektperimeter HQ<sub>100</sub>

Violett	Durchlass / Brücke
---------	--------------------

6.2 Längenprofil Hochwasserabfluss HQ<sub>100</sub>

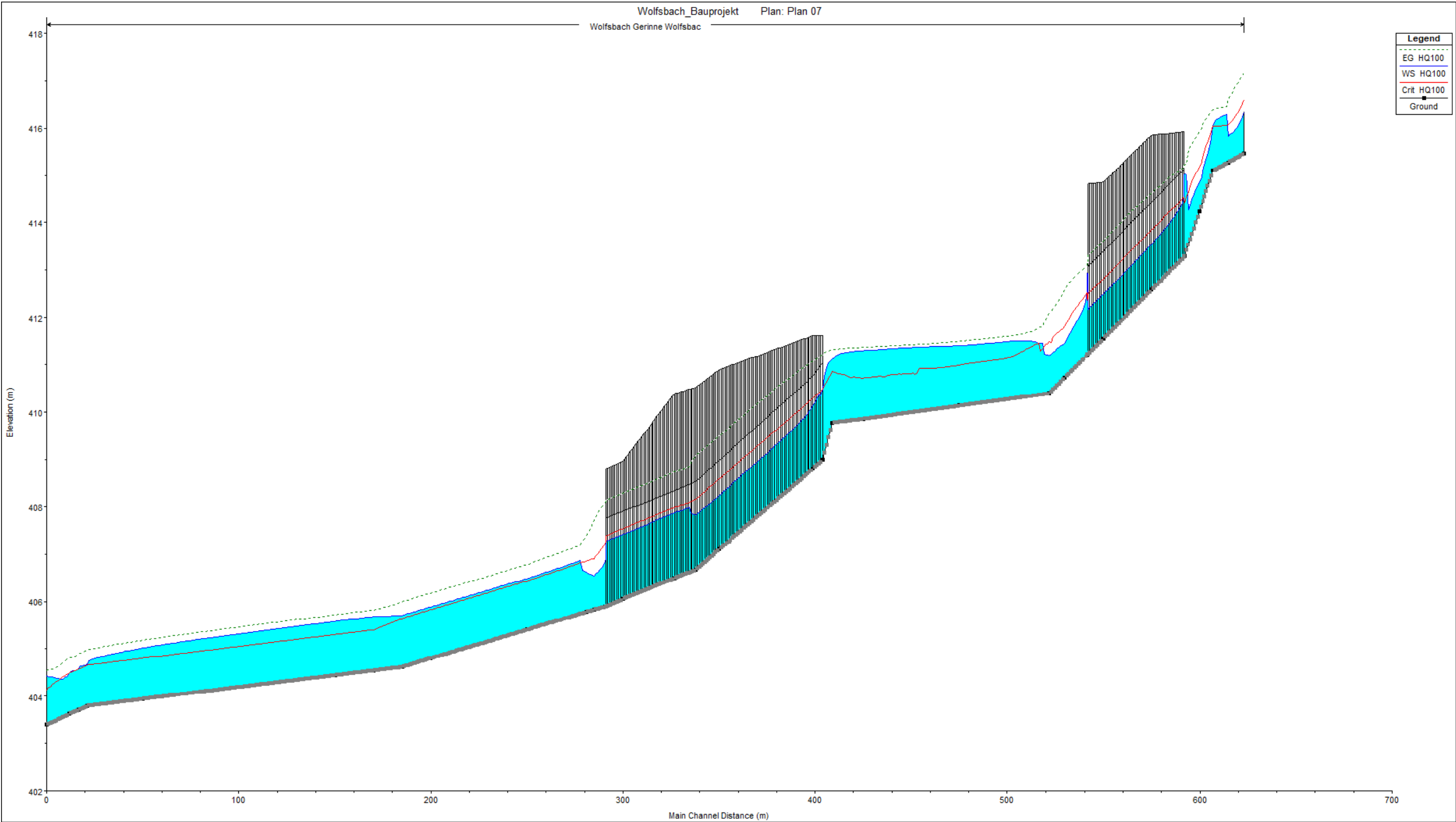


Abbildung 2: Längsschnitt Hochwasserabfluss HQ<sub>100</sub>

## 7 Bemerkungen zu den Resultaten

### 7.1 Einmündung Dorfaach (Stat. 0 – 22)

Die untere Randbedingung des Modelles von 0.5 % Normalabflusshöhe führt bei Modellbeginn (Stat. 0) zu einer höheren Wassertiefe. Dieser Anstieg des Wasserspiegels wird bei der Vereinigung mit der Dorfaach als realistisch betrachtet. Durch das steilere Gefälle von 1.9% im Bereich der Brücke Säntisstrasse liegt der Fliesszustand nahe am kritischen Abfluss. Es ist somit mit einer undulierenden Wasseroberfläche zu rechnen.

Das minimal benötigte Freibord von 0.60 m unter der Brücke Säntisstrasse kann trotz einer leichten Wellenbildung nachgewiesen werden.

#### EXKURS Rückstau Dorfaach

Durch das flache Gefälle der Dorfaach (ca. 0.17 %) steigt der Wasserspiegel im kanalartiges Trapezprofil häufig an und erzeugt einen Rückstau in den Wolfsbach. Die Abflusstiefe in der Dorfaach beträgt im Bereich der Vereinigung bei einem  $HQ_{30}$  (11.0 m<sup>3</sup>/s) rund 2.23 m (Normalabfluss), was bei einer Sohlenhöhe von 403.28 m ü.M. eine Wasserspiegelhöhe von 405.51 m ü. M. ergibt.

Im Gerinne des Eberliswibaches bedeutet dies einen zusätzlichen Anstieg des Wasserspiegels im Bereich der Brücke Säntisstrasse. Bis zur Brückenunterkante (405.56 m ü.M.) verbleibt bei einem Rückstau aus der Dorfaach ein Freibord von rund 0.05 Meter.

In dieser Betrachtung wird von einem gleichzeitigen Ereignis von einem  $HQ_{100}$  im Eberliswibach und einem  $HQ_{30}$  in der Dorfaach ausgegangen. Bei einem  $HQ_{100}$  in der Dorfaach beträgt die Wassertiefe rund 2.46 m, was eine Wasserspiegelhöhe von 405.74 m ü. M. ergibt.

### 7.2 "Flachstrecke" Bachöffnung Bad (Stat. 22 - 186)

Durch das Gefälle von rund 0.5% wird sich auf diesem Abschnitt ein strömender Abfluss einstellen. Das nötige Freibord kann grossmehrheitlich eingehalten werden.

#### Freiborderhöhung Terrain

In der Ergebnistabelle sind die zu geringen Freiborde der entsprechenden Querprofile rot eingefärbt. Im Bereich vom Profil W170 (Stat. 170) kann das minimale Freibord von 0.5 m an der orografisch linken Böschungsoberkante knapp **nicht** eingehalten werden. Eine Erhöhung der Böschungsoberkante von rund 10 cm wird erforderlich.

Durch den angrenzenden Fussweg und den geplanten Gewässerübergang mit einer Holzbrücke sind ohnehin Anpassungen ausserhalb des Gewässerbereiches nötig. Die Böschungsoberkante lässt sich im betroffenen Bereich ohne grossen Eingriff in das bestehende Terrain erhöhen.

### 7.3 "Steilstrecke" Bachöffnung Bad (Stat. 186 – 294)

Durch das Gefälle von rund 1.2 % liegt die berechnete Wasserspiegel knapp über der kritischen Abflusstiefe. Ein abschnittweiser Fliesswechsel zwischen schiessend und strömend und damit verbundene örtliche Anstiege der Abflusstiefe sind nicht auszuschliessen.

Das verbleibende Freibord beträgt auf diesem Abschnitt 0.70 – 1.80 m.

### **Fließwechsel Auslauf Durchlass**

Der benötigte Kolk unterhalb des Durchlasses Kantonsstrasse wurde im Modell nicht berücksichtigt.

Hinsichtlich der Energievernichtung (leichter Sohlenabsturz) und dem plötzlichen Übergang von der glatten Durchlasswand zu einer Bruchsteinmauer ist ein Fließwechsel im Kolkbereich anzunehmen.

### **7.4 Durchlass Kantonsstrasse (Stat. 294 – 407)**

Im Durchlass treten besonders in der Steilstrecke sehr hohe Geschwindigkeiten von bis zu 4.96 m/s. Es stellt sich ein schiessender Fließzustand ein. Dabei ist speziell dem Lufteintrag und der Wellenbildung infolge der Richtungsänderungen Rechnung zu tragen. Die Abflusstiefe ist in den Kurven gegenüber den Ergebnissen aus der Modellierung höher anzunehmen. Gemäss den Ergebnissen verbleibt in der Steilstrecke ein Freibord von 0.80 m.

Im Gefällswechsel (Stat. 340) tritt im Modell kein Fließwechsel auf, die Energievernichtung geschieht mehrheitlich beim Durchlassaustritt. Der Fließzustand liegt jedoch nahe am kritischen Abfluss, womit örtliche Anstiege der Abflusstiefe nicht auszuschliessen sind.

Mögliche Kurveneffekte und seitliche Strömungen werden nicht im Modell abgebildet.

### **Einlaufbereich**

Im Einlaufbereich verbleibt ein Freibord von 0.60 m. Die Anhebung der Durchlassdecke (Einlauftrumpete) auf eine lichte Höhe von 2.05 m ist im Modell berücksichtigt. Der höhere Wasserspiegel im Einlaufbereich ist auf die Querschnittsverengung und den zu geringen Sohlenabsturz (Beschleunigungsstrecke) vor dem Durchlass zurückzuführen.

Zur Beschleunigung des Abflusses ist ein Sohlenabsturz von mindestens 1.05 m notwendig, was die örtliche Geometrie (Terrainverlauf, Leitungsquerung) nicht zulässt.

Der Querschnittwechsel im Einlaufbereich ist aus hydraulischer Sicht komplex und kann vom 1D-Modell bedingt abgebildet werden. Mit einer hydraulisch optimierten Ausgestaltung des Einlaufes (Bruchsteinmauern bis OK Wasserspiegel) verschiebt sich die Verengung und der damit verbundene "Überstau" vor dem Durchlass in Richtung Oberwasser.

### **Freibord Durchlassabschnitt**

Gemäss Kapitel 3.3 ist im Durchlassbereich aufgrund der hohen Geschwindigkeiten ein Freibord nach KOHS von 1.10 m notwendig, was in jedem Querschnitt unterschritten wird.

Die örtlichen Gegebenheiten (Durchlassüberdeckung, Kanalquerungen, Linienführung in Strassenbereich) lassen keine generelle Vergrößerung der lichten Höhe zu. Gemäss Modellierung kann über den gesamten Durchlassabschnitt ein minimales Freibord von 0.60 m nachgewiesen werden.

### **7.5 Offenlegung Sandgrube (Stat. 407 – 545)**

Durch die Überstauhöhe im Einlaufbereich vom Durchlass Kantonsstrasse stellt sich bis zum Fließwechsel im Gefällsknick (Stat. 525), unabhängig von der Profilbreite im Bereich des Weihers, eine Staukurve ein. Ein minimales Freibord von 0.50 m bis zur Böschungsoberkante kann aufgrund der vorhandenen Geländemulde eingehalten werden.

## **7.6 Durchlass Webba AG (Stat. 545 - 595)**

Im Durchlass treten Geschwindigkeiten von bis zu 4.73 m/s. Es stellt sich ein schiessender Fliesszustand ein. Dabei ist speziell dem Lufteintrag und der Wellenbildung infolge der Richtungsänderungen Rechnung zu tragen. Die Abflusstiefe ist analog zum Durchlass Kantonsstrasse in den Kurven gegenüber den Ergebnissen aus der Modellierung höher anzunehmen.

Im Durchlass kann ein Freibord von 0.90 m nachgewiesen werden.

### **Einlaufbereich**

Im Einlaufbereich verbleibt ein Freibord von 0.70 m. Die Anhebung der Durchlassdecke (Einlauftrumpete) auf eine lichte Höhe von 2.00 m ist im Modell nicht eingebaut, jedoch in der Ergebnistabelle berücksichtigt. Der höhere Wasserspiegel im Einlaufbereich ist auf die Querschnittsverengung vor dem Durchlass zurückzuführen. Der resultierende Sprung des Wasserspiegels ist in diesem Fall rechnerisch bedingt (minimales Energieniveau bei Durchlasseintritt) und nicht realistisch, da mit der Sohlrampe vor dem Durchlass eine Beschleunigung des Abflusses stattfindet.

Trotzdem ist der Eintrittsverlust mit baulichen Massnahmen (Anzug Bruchsteinmauern, Einlauftrumpete) auf ein Minimum zu reduzieren.

### **Auslaufbereich**

Der benötigte Kolk unterhalb des Durchlasses Kantonsstrasse wurde im Modell nicht berücksichtigt.

Hinsichtlich der Energievernichtung (leichter Sohlenabsturz) und dem plötzlichen Übergang von der glatten Durchlasswand zu einer Bruchsteinmauer ist ein Fliesswechsel im Kolkbereich anzunehmen.

Der plötzliche Anstieg des Wasserspiegels bei Profil W541 ist auf die Erhöhung des Abflusses von 8.0 m<sup>3</sup>/s auf 10.2 m<sup>3</sup>/s (Einleitung Dorfbach) zurückzuführen.

## **7.7 Neugestaltung Einlaufbereich (Stat. 595 - 641)**

Durch die Beschleunigungsstrecke in der Sohlrampe vor dem Durchlass wird der Wasserspiegel im flachen Bereich oberhalb der Rampe nicht durch die Einlaufgeometrie des Durchlasses beeinflusst.

Im bestehenden Gerinne unterhalb der Brücke Laurenz-Sonderegger-Strasse verbleibt ein Freibord von 0.60 m.

## **7.8 Oberlauf Wolfsbach (Stat. 641 – 739)**

Die Wasserspiegellagen des Oberlaufes wurden bis zum Gernweg entsprechend dem unteren Abschnitt mit einem HQ<sub>100</sub> von 8.0 m<sup>3</sup>/s untersucht. Diese Wassermenge berücksichtigt jedoch ein Zwischeneinzugsgebiet, das erst im Bereich der Laurenz-Sonderegger-Strasse wirksam wird.

In diesem Abschnitt wird das bestehende Gerinne mehrheitlich belassen. Ein Freibord von 0.50 m kann in allen Querprofilen knapp eingehalten werden.

### **Brücke Laurenz-Sonderegger-Strasse**

Im Brückenquerschnitt kann das erforderliche Freibord von 0.60 m eingehalten werden. Der Fliesszustand liegt jedoch nahe am kritischen Abfluss, womit örtliche Anstiege der Abflusstiefe und ein Wechselsprung im Unterwasser nicht auszuschliessen sind.



## Überstau Rechen

Die Rechenoberkante liegt rund 1.00 m über der Bachsohle. Im ungünstigsten Fall ist der Schwemmholzrechen komplett mit Treibgut belegt, was einen Rückstau in den Oberlauf zur Folge hat.

Die Überstauhöhe des Rechens wurde mit der Formel von Poleni (vollkommener Überfall) abgeschätzt:

$$h_{\text{ü}} = \left( \frac{Q}{2/3 * \mu * b * \sqrt{2g}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$h_{\text{ü}} = 0.59 \text{ m}$

- $Q = 8.0 \text{ m}^3/\text{s}$  (HQ<sub>100</sub>)
- $b = 6.40 \text{ m}$  (OK Rechen)
- $\mu = 0.60$

Die Überstauhöhe beträgt bei Dimensionierungsabfluss maximal 0.59 m. Die Sohlenhöhe im Bereich des Schwemmholzrechens wurde auf 416.88 m ü.M. festgelegt. Der Wasserspiegel oberhalb des Rechens kann demnach bei einer Rechenhöhe von 1.00 m bis auf eine Höhe von rund 417.47 m ü.M. ansteigen.

## Brücke Gernweg

Durch die Sohlenabsenkung kann der Querschnitt für ein HQ<sub>100</sub> ausgebaut werden, führt aber durch das steilere Gefälle von 5.2 % zu einem Schiessenden Abfluss. Es verbleibt ein Freibord von rund 0.70 m. Unterhalb der Brücke wird aufgrund des Fleisswechsels ein Anstieg des Wasserspiegels stattfinden.

## 7.9 HQ<sub>300</sub>–EHQ

### Offenes Gerinne

Im Bereich der Gewässeröffnung kann das anfallende Wasser bei einem HQ<sub>300</sub> im Gerinne behalten werden. An den kritischen Stellen (Stat. 170) ist noch ein Freibord von rund 0.20 m vorhanden. Bei einem EHQ muss besonders in der flachen Ebene mit einem Austritt von Wasser aus dem Gerinne gerechnet werden.

### Durchlass Weba AG

Im Durchlass Weba AG ist bei einem HQ<sub>300</sub> rechnerisch ein verbleibendes mittleres Freibord von 0.70 m vorhanden. Bei einem EHQ ist ein Zuschlagen durch den Lufteintrag und die Wellenbildung sehr wahrscheinlich.

Die Kapazität des Durchlasses in der Flachstrecke (Normalabfluss und voll gefüllter Querschnitt) beträgt 18.7 m<sup>3</sup>/s. Aus Kapazitätsgründen ist selbst bei einem EHQ mit Druckabfluss nicht mit Ausuferungen im Einlaufbereich zu rechnen.

### Durchlass Kantonsstrasse

Der Durchlass Kantonsstrasse schlägt bereits bei einem HQ<sub>300</sub> mit grosser Wahrscheinlichkeit zu.

Die Kapazität des Durchlasses in der Flachstrecke (Normalabfluss und voll gefüllter Querschnitt) beträgt 12.7 m<sup>3</sup>/s. Bei einem HQ<sub>300</sub> wird sich im unteren Abschnitt ein Druckabfluss einstellen. Die Überstauhöhe beträgt dabei rund 0.85 m. Durch die Steilstrecke ist genügend Höhendifferenz bis zur Terrainoberkante vorhanden, um die Wassermenge eines 300-jährigen Ereignisses im Durchlassquerschnitt abzuleiten.

Bei einem Extremereignis ist im Einlaufbereich des Durchlasses mit Ausuferungen zu rechnen. Der Durchlassquerschnitt schlägt bereits in der Steilstrecke zu und es kommt zum Druckabfluss. Durch die geringe Überdeckung (ca. 0.55 m) ist die mögliche Überstauhöhe für einen geordneten Druckabfluss nicht ausreichend.



## 7.10 Brücke Mühlackerstrasse

Die Brücke Mühlackerstrasse liegt ausserhalb des Projektperimeters des Wolfsbaches und wurde nicht im Modell eingebaut. Die Wasserspiegellagen sind mit Normabflussberechnungen nachgewiesen worden.

### Geometrie Querschnitt

Die Kapazität der Brücke wird aufgrund des flachen Gefälles (strömender Abfluss) vom Trapezprofil der Dorfaach im Unterwasser bestimmt. Der Querschnitt unter der Brücke wird entsprechend dem durchgängigen Trapezprofil der Dorfaach ausgebildet.

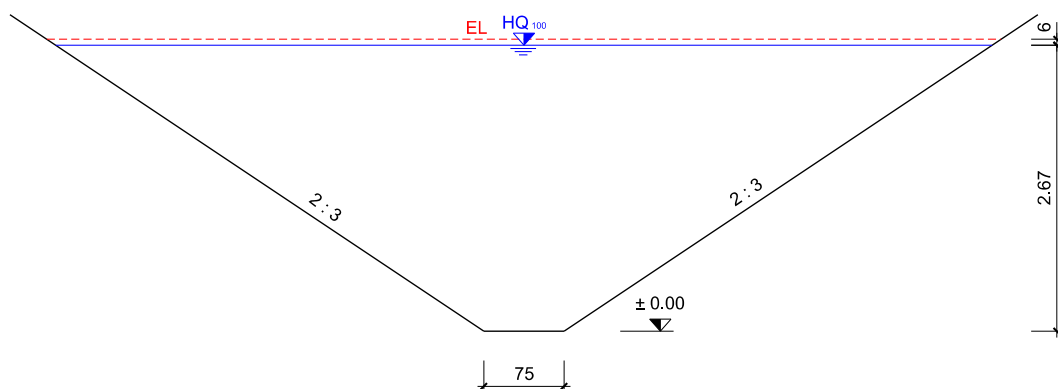


Abbildung 3: Bestehender Bachquerschnitt (Unterwasser Brücke Mühlackerstrasse)

- Breite  $b$  = 0.75 m
- Gefälle  $J$  = 1.0 ‰

Die Kapazität wird nach Strickler berechnet,

$$Q = k_{st} \cdot A \cdot R^{(2/3)} \cdot J_e^{(1/2)}$$

wobei  $R$  den hydraulischen Radius  $A/U$  darstellt.

### Stricklerbeiwert

Ergänzend zum Kapitel 3.1 wurden für die Normalabflussberechnungen entsprechend der Literatur folgende Beiwerte in die Überlegung einbezogen:

Kiessohle	$k_{st} = 25 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Ufer, freie Böschungen	$k_{st} = 25 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Wiesenböschung, ohne Sträucher	$k_{st} = 30 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Betonwände (alter Beton) / Bruchsteinmauerwerk	
verputzt, grobe Struktur	$k_{st} = 45 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Steinflästerung grob/Grosspflastersteine	$k_{st} = 50 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$

Für die Berechnung der freien Bachstrecke wird aufgrund der glatten Bachsohle (Betonsohlen) und der Wiesenböschung ein Beiwert von  $k_{st} = 30 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$  angewendet.

## Ergebnis

Bei einem Rauigkeitsbeiwert gemäss Strickler von  $k = 30 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$  wurden die Wasserspiegellagen beim DHQ (HQ<sub>100</sub>) von 14.00 m<sup>3</sup>/s untersucht.

Die Abflusstiefen bewegen sich bei einem Gefälle von 1.0 ‰ bei rund 2.67 m, womit der Wasserspiegel im Bereich der Brücke bei rund 406.80 m ü.M. liegt. Die Fliessgeschwindigkeit liegt im Bereich von 1.11 m/s. Die Energielinie liegt rund 0.06 m über dem Wasserspiegel.

## Freibord

Bis zur heutigen Strassenoberkante (406.33 m ü.M.) verbleiben ab dem berechneten Wasserspiegel rund 53 cm für Freibord und Brückenkonstruktion, was für einen regulären Brückenaufbau hinsichtlich der Tragfähigkeit nicht ausreicht. Bei einer Anhebung der Strassenoberkante von rund 30 cm kann ein Brückenaufbau von 70 cm realisiert und ein **Freibord von 10 cm** ausgewiesen werden.

## 8 Verklausungsgefahr

### 8.1 Ergebnisse

Die Verklausungsnachweise wurden manuell für die jeweiligen Querschnitte und Abflussszenarien durchgeführt. Die Eingabegrößen für Geschwindigkeit und Wasserspiegel wurden von den Resultaten der Modellierung übernommen.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Bach	Bezeichnung Durchlass / Brücke	HQ <sub>30</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>300</sub>
Wolfsbach	Durchlass Weba AG	0%	25%	50%
Wolfsbach	Durchlass Kantonsstrasse	25%	25%	75%
Wolfsbach	Brücke Säntisstrasse	0%	0%	0%
Wolfsbach	Brücke Verahus unten	0%	0%	25%
Wolfsbach	Brücke Verahus oben	0%	0%	0%
Wolfsbach	Brücke Laurenz-Sonderegger-Str.	0%	0%	25%
Wolfsbach	Brücke Gernweg	0%	0%	25%
Dorfaach	Brücke Mühlackerstrasse	0%	25%	25%

Tabelle 7: Übersicht Verklausung Durchlässe und Brücken

## **8.2 Bemerkungen Verklausung**

Der Wolfsbach wurde als Seitengewässer und die Dorfaach als Talgewässer betrachtet. der Einstufung der Szenarien ist keine Rückhalteanlage für Schwemmholz berücksichtigt (mögliche Anpassung um eine Stufe). Eine detaillierte Darstellung der Eingabegrößen und Berechnungsergebnisse von jedem betrachteten Querschnitt ist im Anhang ersichtlich.

### **Durchlass Weba AG**

Die Verklausungswahrscheinlichkeiten liegen für die Dimensionierung eines Neubaus mit 0 % bei einem HQ<sub>30</sub> und 25 % bei einem HQ<sub>100</sub> im gewünschten Bereich.

### **Durchlass Kantonsstrasse**

Bei einem Szenario von HQ<sub>100</sub> resultiert eine Wahrscheinlichkeit von 25 %, das Querschnittsverhältnis liegt ausserdem scharf am Grenzwert zu 50 %. Mit dem Anheben der Decke um weitere rund 25 cm im Einlaufbereich kann die 25% Verklausungswahrscheinlichkeit auf 0% reduziert werden. Dabei läuft die Decke aus dem heutigen Terrain (Anpassungen, Einschränkungen)

Bei einem HQ<sub>300</sub> liegt die Wahrscheinlichkeit bei 75%, was aufgrund der Wiederkehrperiode eines 300-jährigen Ereignisses einen geringen Einfluss auf die künftige Gefahrensituation hat.

### **Brücke Säntisstrasse**

Die Brücke Säntisstrasse weist für alle Szenarien eine Wahrscheinlichkeit von 0% auf. Durch die lichte Höhe von 2.01 m fällt die verfügbare Fläche im Verhältnis zur Abflussfläche sehr gross aus.

### **Brücken Oberlauf**

Beide Brücken im Oberlauf des Wolfsbaches weisen nur bei einem HQ<sub>300</sub> eine Verklausungswahrscheinlichkeit von 25% auf.

### **Brücke Mühlackerstrasse**

Die Brücke Mühlackerstrasse weist trotz des geringen Freibords aufgrund der tiefen Fliessgeschwindigkeit und der Einstufung als Talgewässer eine Verklausungswahrscheinlichkeit von 0 % bei einem HQ<sub>30</sub> und 25 % bei einem HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>300</sub> auf.

### **Brücken Verahus**

Die aus der Umgebungsplanung des Senioren- und Spitexzentrums "Verahus" übernommenen Brücken weisen bei fast allen Szenarien eine Verklausungswahrscheinlichkeit von 0 % auf. Einzig bei einem HQ<sub>300</sub> weist die untere Brücke eine Wahrscheinlichkeit von 25 % auf.

## 9 Geschiebehaushalt

Der Wolfsbach liegt mehrheitlich in bewaldetem Gebiet und weist im Oberlauf des Projektperimeters ein steileres Gefälle auf. Die steilen Böschungen in den Waldabschnitten weisen ein Erosionspotenzial auf. Es ist demnach mit Geschiebeeintrag zu rechnen.

Mit dem vorgesehenen Geschiebefang am oberen Ende des Projektperimeters soll das im Oberlauf anfallende Geschiebe zurückgehalten werden.

Der Wolfsbach generiert im flachen Abschnitt bei einer durchschnittlichen Sohlenbreite von 3.0 Meter und einem Abfluss  $HQ_{100}$  eine mittlere Schleppspannung von  $56 \text{ N/m}^2$ . Demnach kann bei einem 100-jährigen Ereignis ein Sohlensubstrat mit einem durchschnittlichen Korngrösse  $d_m$  von rund 7.0 cm mobilisiert werden. Durch die konsequente Sohlensicherungen mit Schwellen ist nicht mit einer Sohlenabsenkung des Wolfsbaches und entsprechendem Geschiebeanfall in der Dorfaach zu rechnen.

## 10 Schwemmholz

### 10.1 Klassifizierung

Im Oberlauf sind mehrere Waldabschnitte (rund 1700 Meter) vorhanden. Durch die natürlichen Engstellen und Gewässerübergänge im Oberlauf ist ein Anfall von Treibgut in Form von Stämmen eher unwahrscheinlich.

Es muss mit Ästen von Bäumen und Sträuchern und allenfalls Totholz gerechnet werden. Das anfallende Schwemmholz mit einem Durchmesser  $>5 \text{ cm}$  wird auf eine maximale Länge von 2.0 m geschätzt.

### 10.2 Schwemmholzpotential

Das potenziell bis zum Rechen transportierte Volumen wurde hinsichtlich der längeren Waldabschnitte und einer möglichen Böschungserosion auf rund  $18 \text{ m}^3$  geschätzt.

#### Gruner AG, St. Gallen

Taastrasse 1, 9113 Degersheim

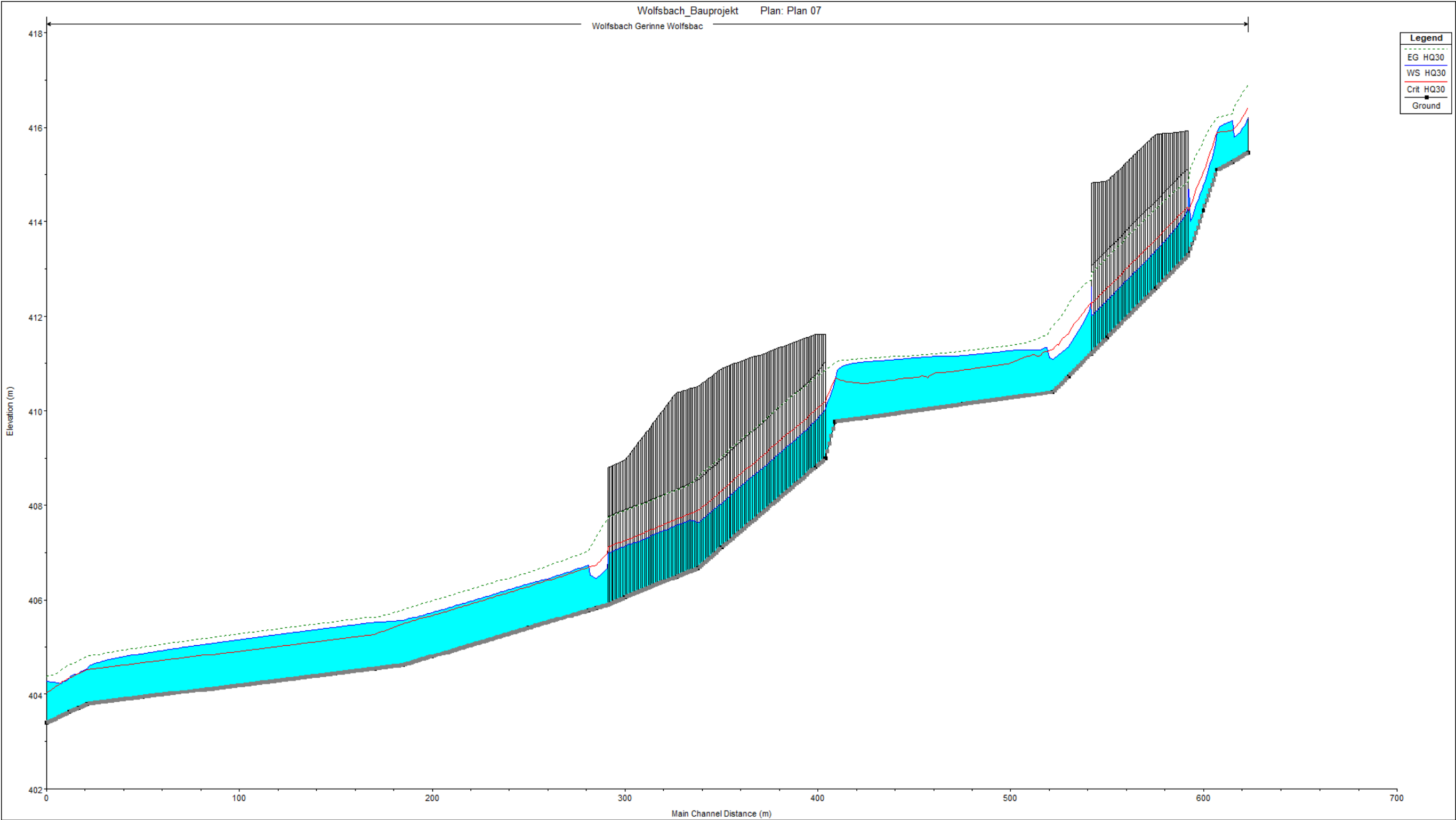
Adrian Baumgärtner  
Niederlassungsleiter  
Dipl. Bauingenieur HTL/STV

Andreas Stadler  
Projektingenieur  
BSc Bauingenieur FHO

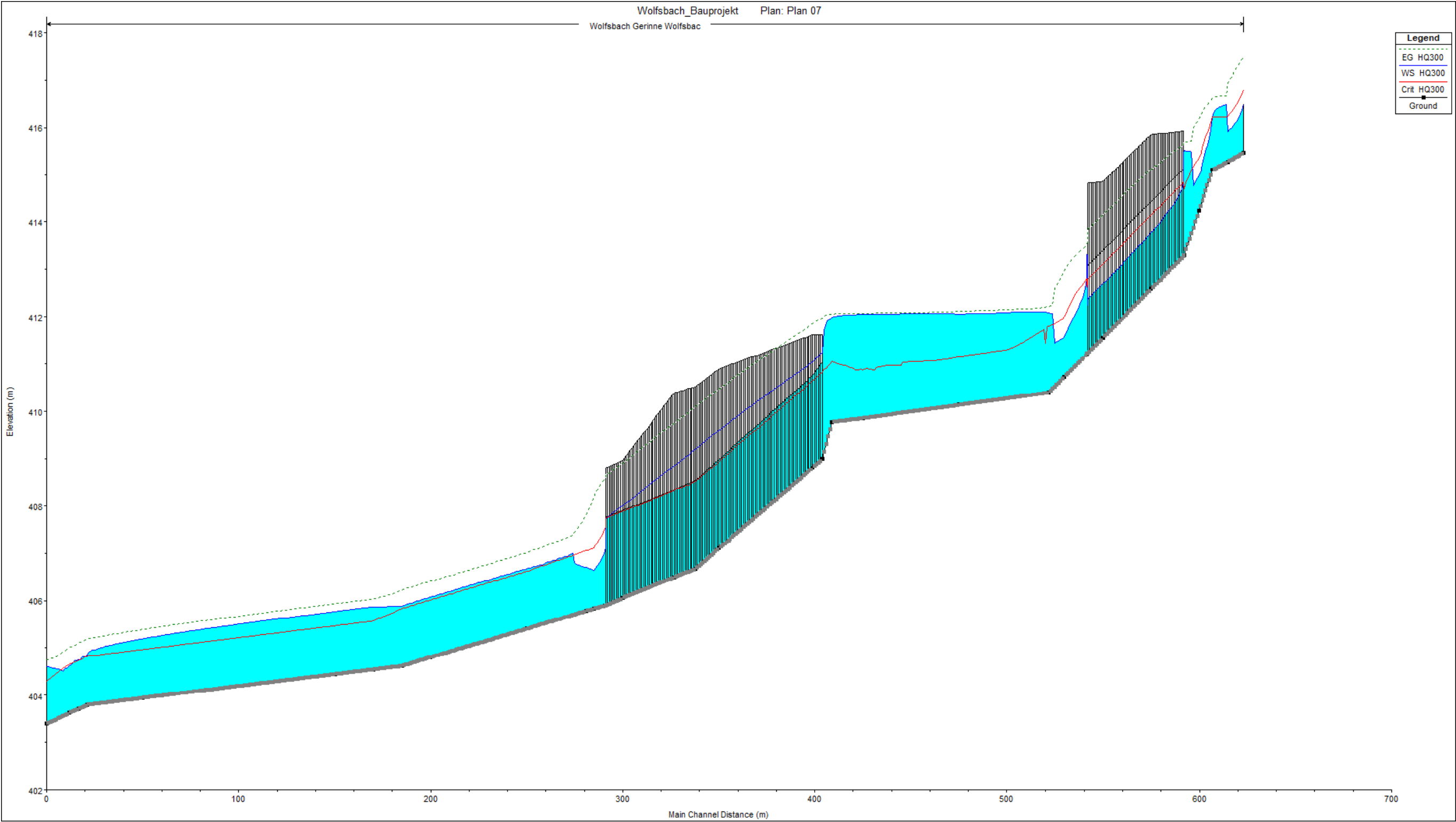
## **Anhang**

- A Längenprofil Projekt HQ<sub>30</sub>
- B Längenprofil Projekt HQ<sub>300</sub>
- C Längenprofil Projekt EHQ
- D Querprofile Projekt HQ<sub>100</sub>
- E Freibordberechnungen
- F Verklausungsnachweise
- G Dimensionierung Böschungssicherung
- H Arbeitspapier "Kapazität Durchlässe Bauprojekt" 29.04.2022

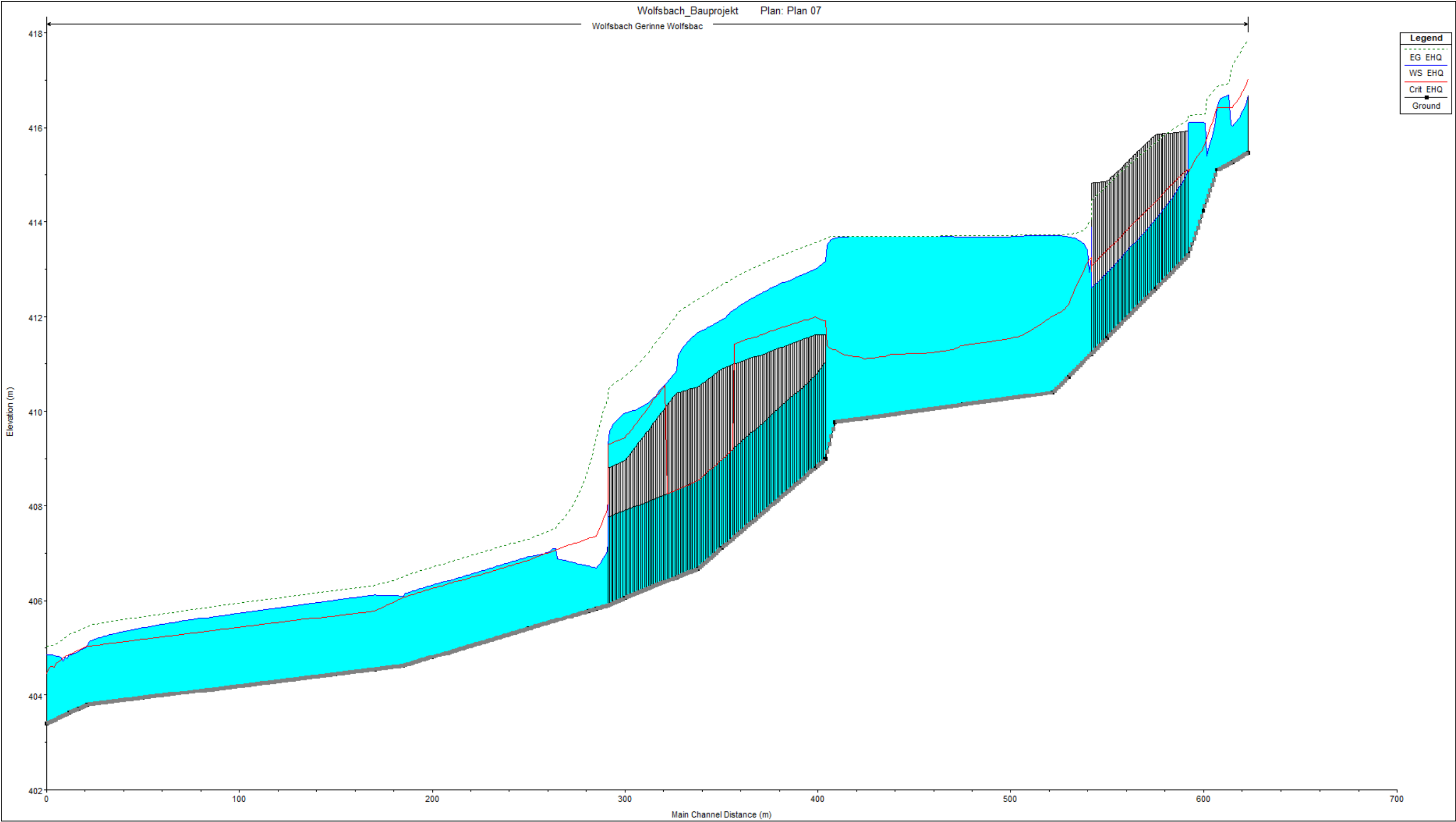
A Längenprofil Projekt HQ<sub>30</sub>



B Längenprofil Projekt HQ<sub>300</sub>

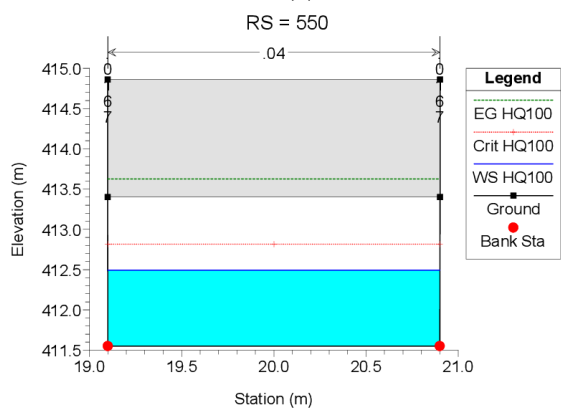
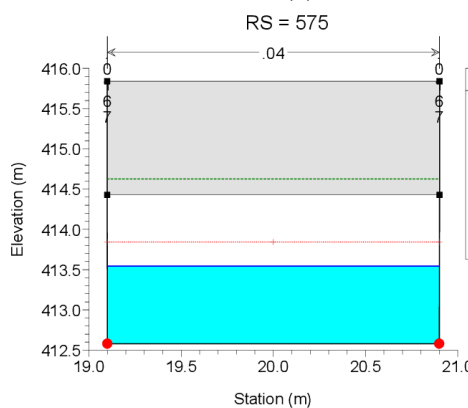
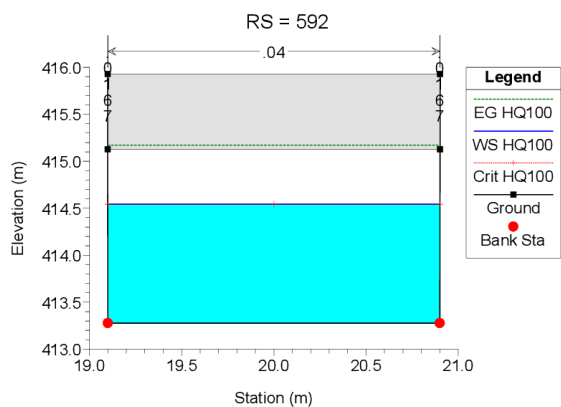
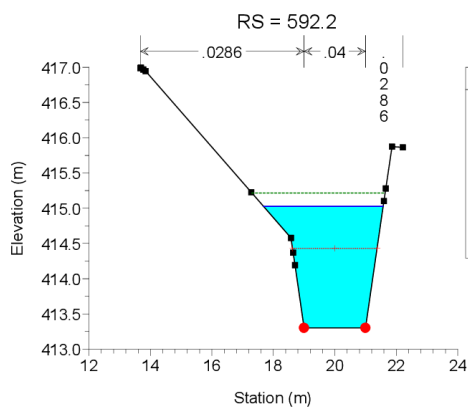
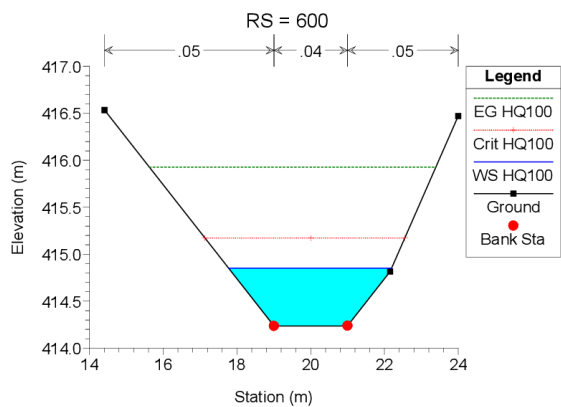
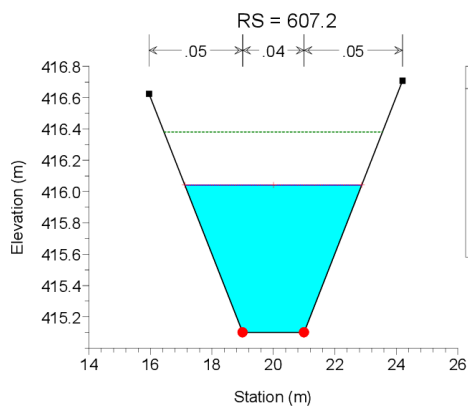
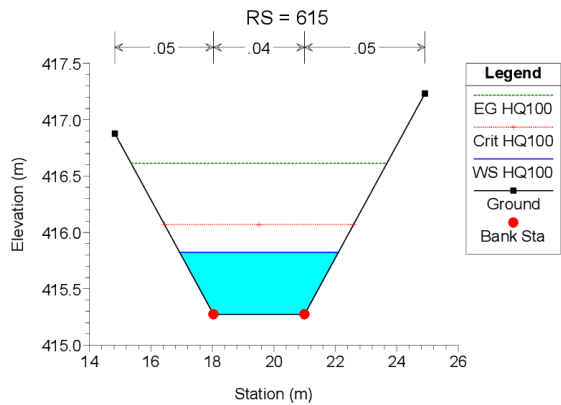
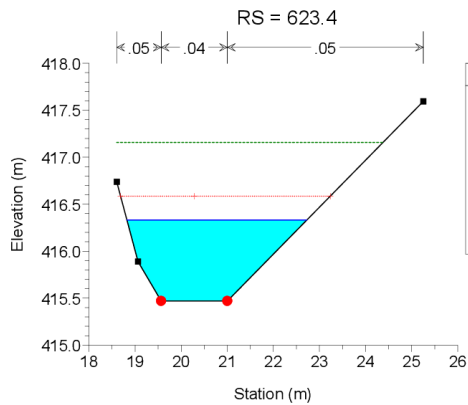


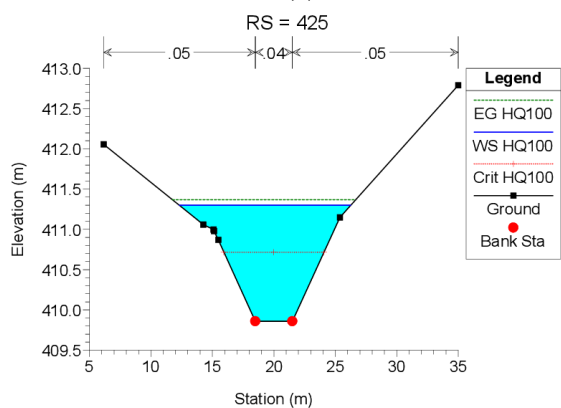
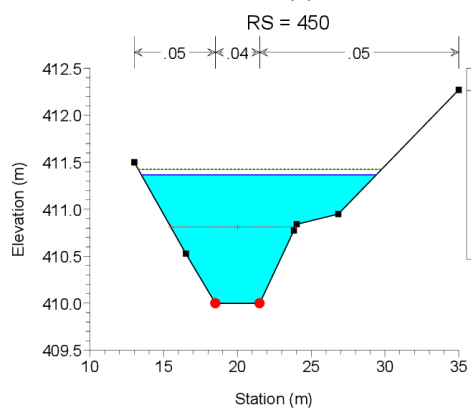
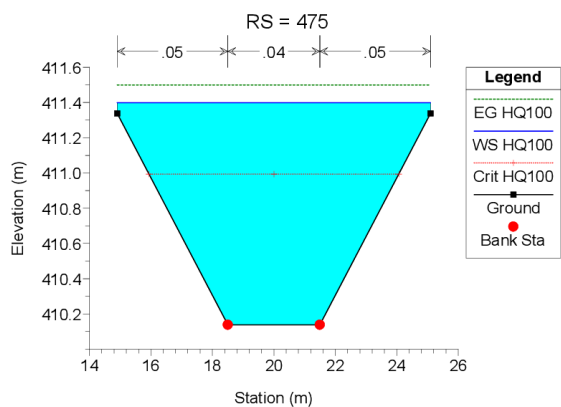
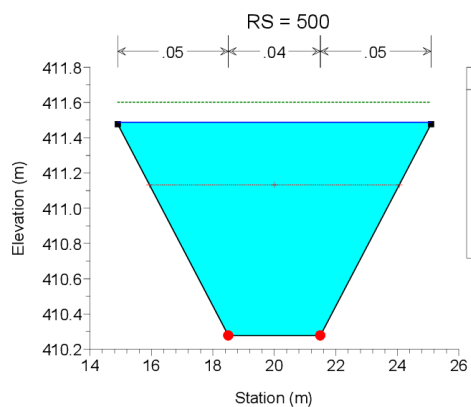
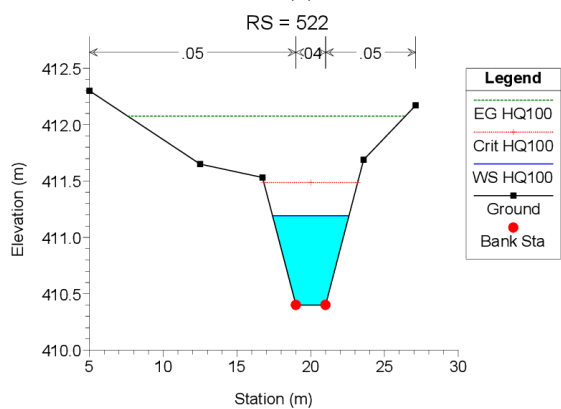
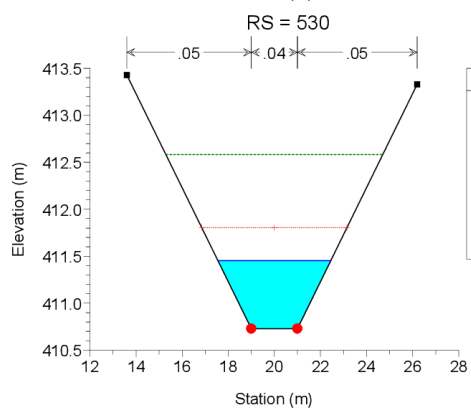
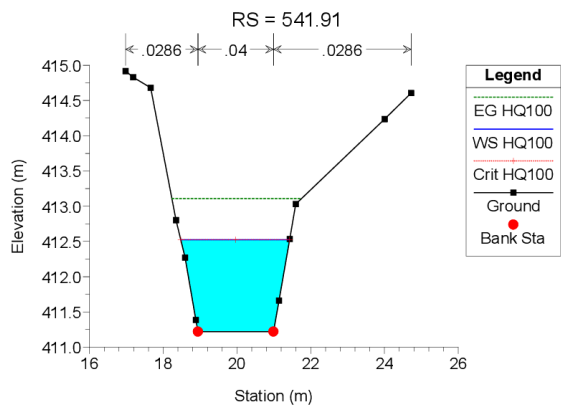
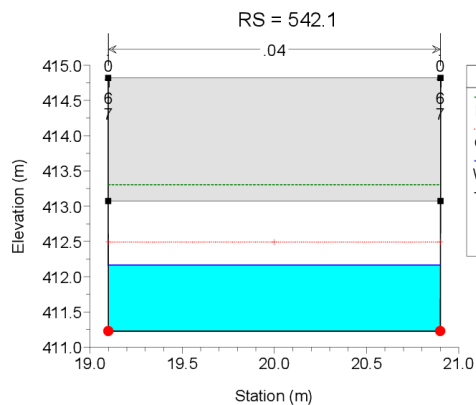
C Längenprofil Projekt EHQ

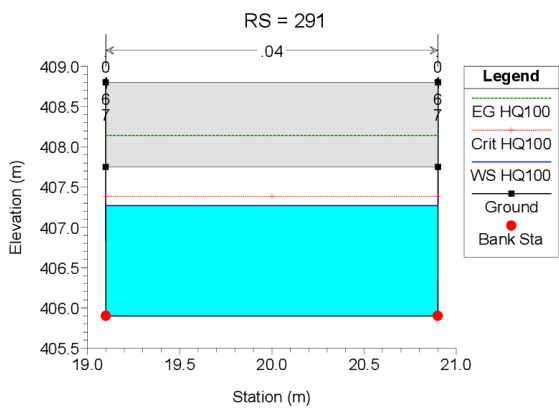
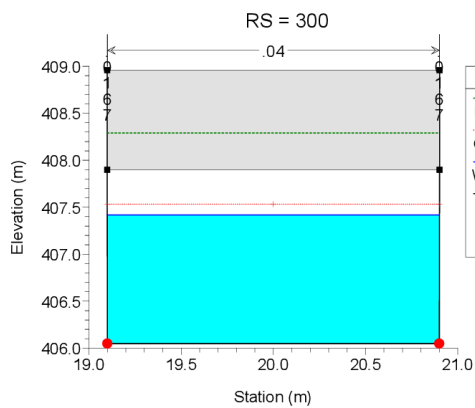
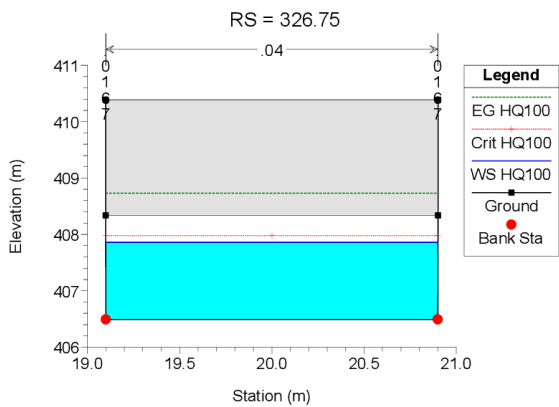
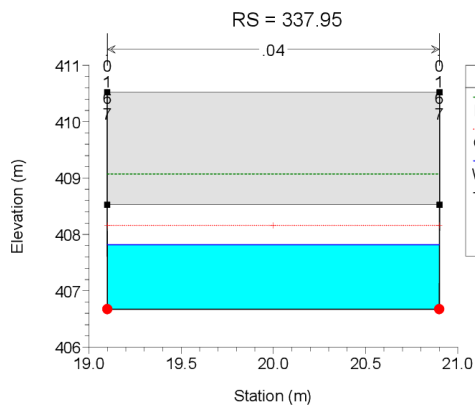
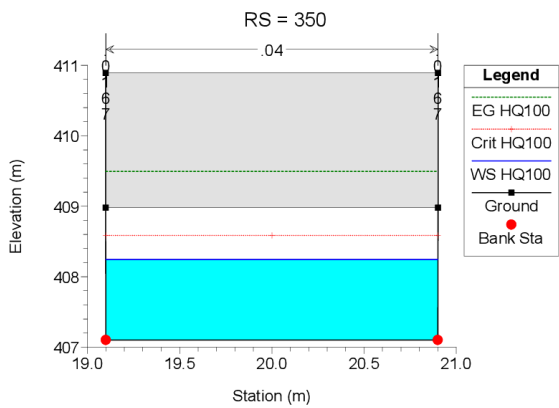
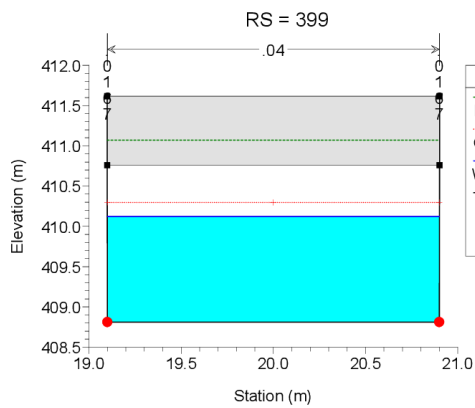
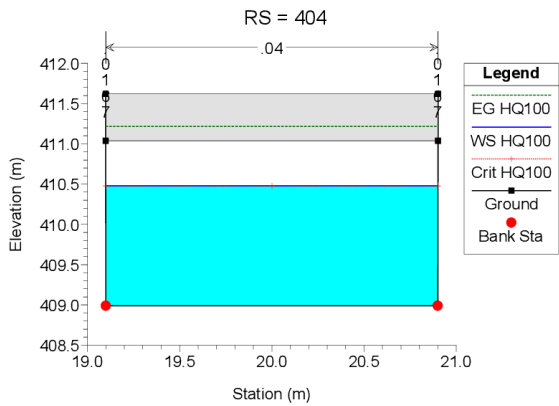
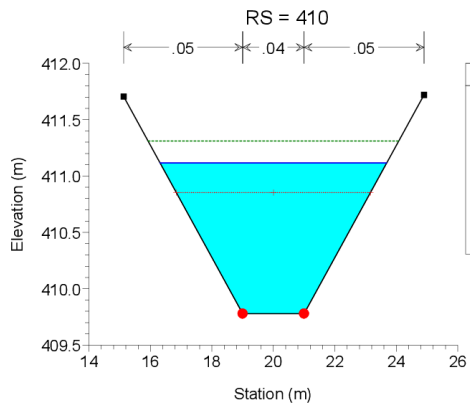


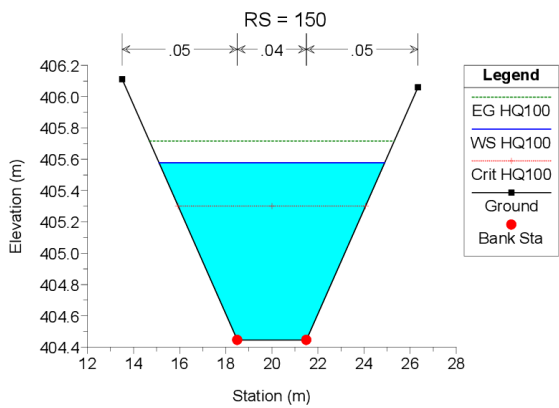
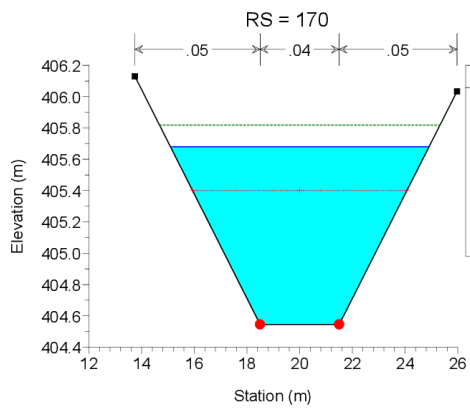
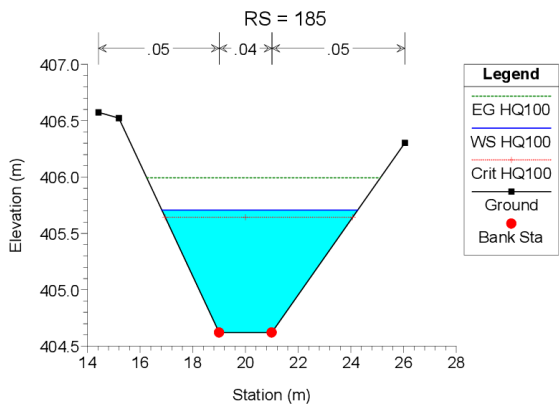
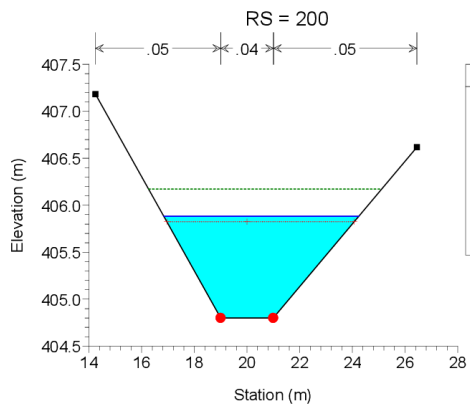
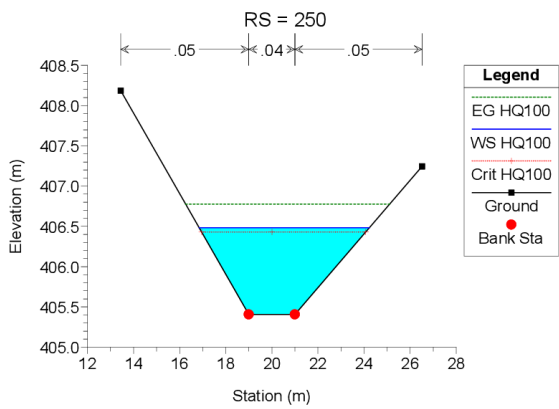
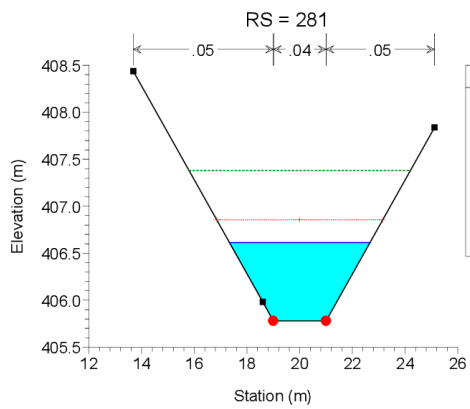
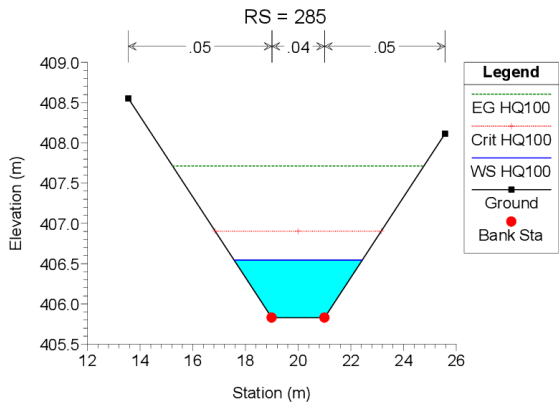
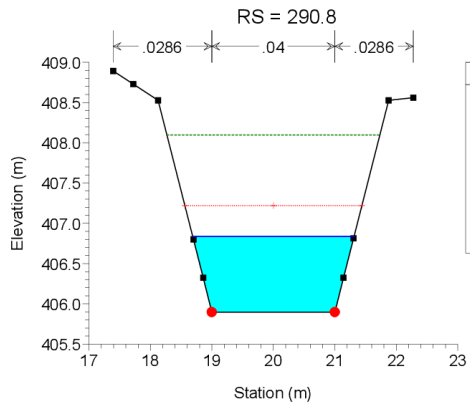


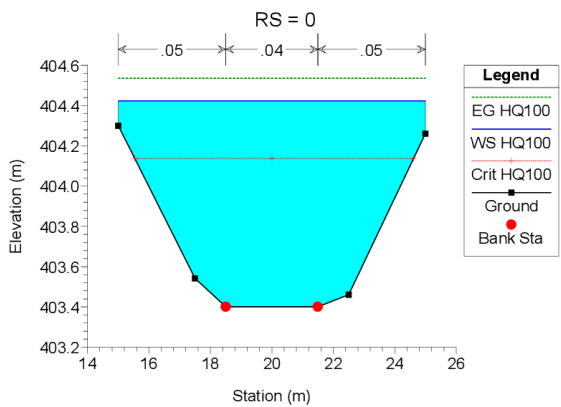
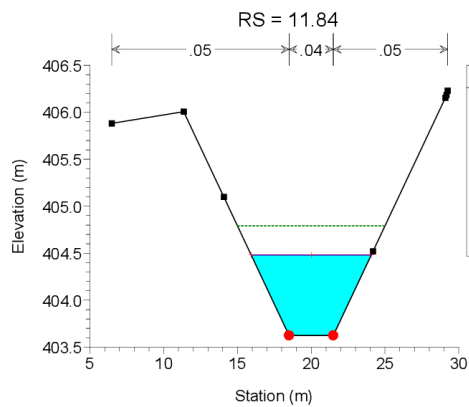
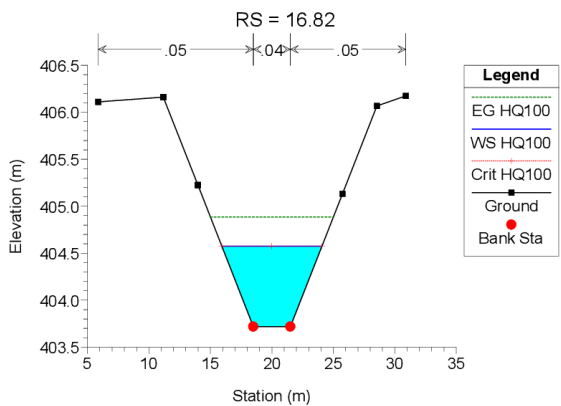
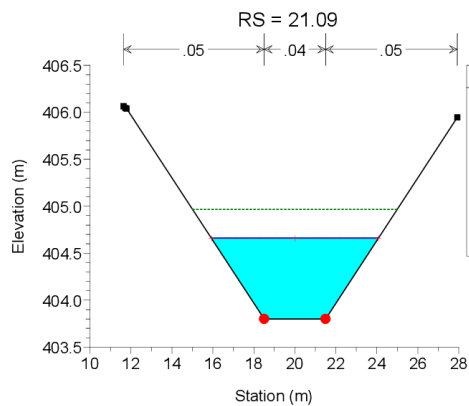
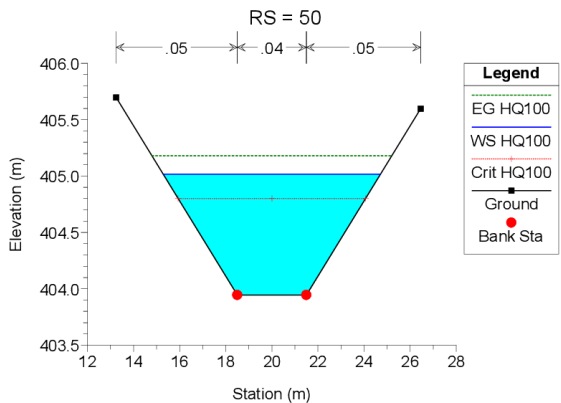
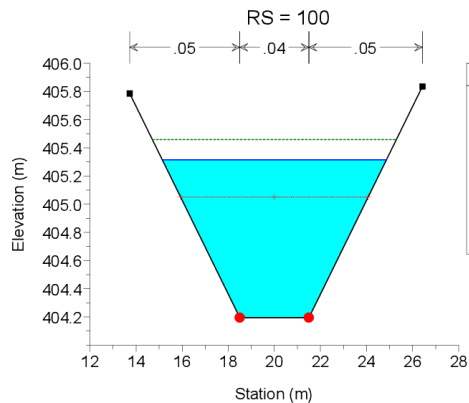
## D Querprofile Projekt HQ<sub>100</sub>











## **E Freibordberechnungen**

- Durchlass Weba AG
- Bachöffnung Sandgrube
- Durchlass Kantonsstrasse
- Bachöffnung Bad
- Brücke Laurenz-Sonderegger-Strasse
- Brücke Gernweg

## Freibordberechnung

HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach - Durchlass Weba AG  
 Betrachtungsquerschnitte: Stat. 542 - 592

Datum: 21.04.2022  
 Erstellt: sta

festen Eingabegrößen (bei $Q_{dim}$ )			HQ <sub>100</sub>
mittlere Abflusstiefe	h	[m]	0.95
mittlere Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	4.7
Froude	Fr	[-]	1.4
Sohlenungenauigkeit	$\sigma_{wz}$	[m]	0.1
Zuschlag aufgrund Schwemmholz	$f_t$	[m]	0.3

Berechnung der verschiedenen Freiborde:

Unschärfen der Wasserspiegellage			h	$\sigma_{wz}$	$\sigma_{wh}$		$f_w$		
			0.95	0.100	0.117		0.154		
Wellenbildung			v					$f_v$	
			4.680					1.116	
Schwemmholz									$f_t$
									0.300

Teilfreiborde geometrisch addiert							0.154	1.127	1.166
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	-------	-------	-------

<b>erforderliches Freibord <math>f_e</math></b>									
freie Fließstrecke		$f_{min}$	0.5		$f_w$		<b>0.5</b>		
in Dammbereichen		$f_{min}$	0.5		$f_w + f_v$			<b>1.1</b>	
unter Brücken und Durchlässen		$f_{max}$	2.5		$f_w + f_v + f_t$				<b>1.2</b>

Grundlage: Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge, Merkblatt Kanton St. Gallen

## Freibordberechnung

HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach - Bachöffnung Sandgrube  
 Betrachtungsquerschnitte: Stat. 404 - 542

Datum: 21.04.2022  
 Erstellt: sta

festen Eingabegrößen (bei $Q_{dim}$ )			HQ <sub>100</sub>
mittlere Abflusstiefe	h	[m]	1.36
mittlere Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	2.5
Froude	Fr	[-]	0.8
Sohlenungenauigkeit	$\sigma_{wz}$	[m]	0.2
Zuschlag aufgrund Schwemmholz	$f_t$	[m]	0.3

Berechnung der verschiedenen Freiborde:

Unschärfen der Wasserspiegellage			h	$\sigma_{wz}$	$\sigma_{wh}$		$f_w$		
			1.36	0.200	0.142		0.245		
Wellenbildung			v					$f_v$	
			2.540					0.329	
Schwemmholz									$f_t$
									0.300

Teilfreiborde geometrisch addiert							0.245	0.410	0.508
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	-------	-------	-------

<b>erforderliches Freibord <math>f_e</math></b>									
freie Fließstrecke		$f_{min}$	0.5		$f_w$		<b>0.5</b>		
in Dammbereichen		$f_{min}$	0.5		$f_w + f_v$			<b>0.5</b>	
unter Brücken und Durchlässen		$f_{max}$	1.5		$f_w + f_v + f_t$				<b>0.6</b>

Grundlage: Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge, Merkblatt Kanton St. Gallen



## Freibordberechnung

HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach - Durchlass Kantonsstrasse  
Betrachtungsquerschnitte: Stat. 291 - 404

Datum: 21.04.2022

Erstellt: sta

feste Eingabegrößen (bei $Q_{dim}$ )			HQ <sub>100</sub>
mittlere Abflusstiefe	h	[m]	1.27
mittlere Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	4.5
Froude	Fr	[-]	1.2
Sohlenungenauigkeit	$\sigma_{wz}$	[m]	0.1
Zuschlag aufgrund Schwemmholz	$f_t$	[m]	0.3

Berechnung der verschiedenen Freiborde:

Unschärfen der Wasserspiegellage			h	$\sigma_{wz}$	$\sigma_{wh}$		$f_w$		
			1.27	0.100	0.136		0.169		
Wellenbildung			v					$f_v$	
			4.500					1.032	
Schwemmholz									$f_t$
									0.300

Teilfreiborde geometrisch addiert							0.169	1.046	1.088
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	-------	-------	-------

erforderliches Freibord $f_e$									
freie Fließstrecke		$f_{min}$	0.5		$f_w$		0.5		
in Dammbereichen		$f_{min}$	0.5		$f_w + f_v$			1.0	
unter Brücken und Durchlässen		$f_{max}$	2.5		$f_w + f_v + f_t$				1.1

Grundlage: Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge, Merkblatt Kanton St.Gallen

**Freibordberechnung****HWS Wolfsbach, Balgach****D1609**

Gewässerabschnitt: Wolfsbach - Bachöffnung Bad  
 Betrachtungsquerschnitte: Stat. 0 - 291

Datum: 21.04.2022  
 Erstellt: sta

festen Eingabegrößen (bei $Q_{dim}$ )			HQ <sub>100</sub>
mittlere Abflusstiefe	h	[m]	0.98
mittlere Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	3.0
Froude	Fr	[-]	1.0
Sohlenungenauigkeit	$\sigma_{wz}$	[m]	0.2
Zuschlag aufgrund Schwemmholz	$f_t$	[m]	0.3

Berechnung der verschiedenen Freiborde:

Unschärfen der Wasserspiegellage			h	$\sigma_{wz}$	$\sigma_{wh}$		$f_w$		
			0.98	0.200	0.119		0.233		
Wellenbildung			v					$f_v$	
			2.960					0.447	
Schwemmholz									$f_t$
									0.300

Teilfreiborde geometrisch addiert							0.233	0.504	0.586
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	-------	-------	-------

<b>erforderliches Freibord <math>f_e</math></b>									
freie Fließstrecke		$f_{min}$	0.5		$f_w$		<b>0.5</b>		
in Dammbereichen		$f_{min}$	0.5		$f_w + f_v$			<b>0.5</b>	
unter Brücken und Durchlässen		$f_{max}$	1.5		$f_w + f_v + f_t$				<b>0.6</b>

Grundlage: Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge, Merkblatt Kanton St.Gallen

## Freibordberechnung

HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach - Brücke Gernweg  
Betrachtungsquerschnitte: Stat. 653

Datum: 03.10.2023  
Erstellt: sta

feste Eingabegrößen (bei $Q_{dim}$ )			HQ <sub>100</sub>
mittlere Abflusstiefe	h	[m]	0.83
mittlere Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	3.5
Froude	Fr	[-]	1.2
Sohlenungenauigkeit	$\sigma_{wz}$	[m]	0.2
Zuschlag aufgrund Schwemmholz	$f_t$	[m]	0.3

Berechnung der verschiedenen Freiborde:

Unschärfen der Wasserspiegellage			h	$\sigma_{wz}$	$\sigma_{wh}$		$f_w$		
			0.83	0.200	0.110		0.228		
Wellenbildung			v					$f_v$	
			3.500					0.624	
Schwemmholz									$f_t$
									0.300

Teilfreiborde geometrisch addiert							0.228	0.665	0.729
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	-------	-------	-------

<b>erforderliches Freibord <math>f_e</math></b>									
freie Fließstrecke		$f_{min}$	0.5		$f_w$		<b>0.5</b>		
in Dammbereichen		$f_{min}$	0.5		$f_w + f_v$			<b>0.7</b>	
unter Brücken und Durchlässen		$f_{max}$	2.5		$f_w + f_v + f_t$				<b>0.7</b>

Grundlage: Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge, Merkblatt Kanton St.Gallen

**Freibordberechnung****HWS Wolfsbach, Balgach****D1609**

Gewässerabschnitt: Wolfsbach - Brücke Laurenz-Sonderegger-Strasse  
 Betrachtungsquerschnitte: Stat. 653

Datum: 03.10.2023  
 Erstellt: sta

festе Eingabegrössen (bei $Q_{dim}$ )			HQ <sub>100</sub>
mittlere Abflusstiefe	h	[m]	0.90
mittlere Fliessgeschwindigkeit	v	[m/s]	2.9
Froude	Fr	[-]	1.0
Sohlenungenauigkeit	$\sigma_{wz}$	[m]	0.2
Zuschlag aufgrund Schwemmholz	$f_t$	[m]	0.3

Berechnung der verschiedenen Freiborde:

Unschärfen der Wasserspiegellage			h	$\sigma_{wz}$	$\sigma_{wh}$		$f_w$		
			0.9	0.200	0.114		0.230		
Wellenbildung			v					$f_v$	
			2.920					0.435	
Schwemmholz									$f_t$
									0.300

Teilfreiborde geometrisch addiert							0.230	0.492	0.576
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	-------	-------	-------

<b>erforderliches Freibord <math>f_e</math></b>									
freie Fliessstrecke		$f_{min}$	0.5		$f_w$		<b>0.5</b>		
in Dammbereichen		$f_{min}$	0.5		$f_w + f_v$			<b>0.5</b>	
unter Brücken und Durchlässen		$f_{max}$	1.5		$f_w + f_v + f_t$				<b>0.6</b>

Grundlage: Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge, Merkblatt Kanton St.Gallen

## **F Verkläusungsnachweise**

- Durchlass Weba AG
- Durchlass Kantonsstrasse
- Brücke Söntisstrasse
- Brücke Laurenz-Sonderegger-Strasse
- Brücke Gernweg
- Brücke Mühlackerstrasse
- Brücke Verahus unten
- Brücke Verahus oben

# Beurteilung der Verklausungsgefahr

## Rechteckquerschnitt

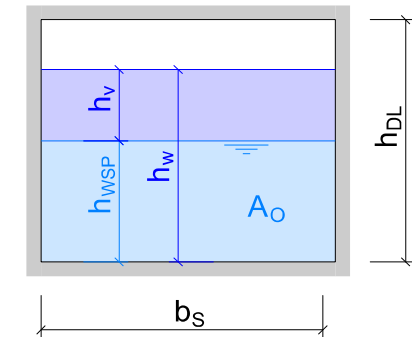
HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach  
Betrachtungsquerschnitt: Durchlass Weba AG

Datum: 19.04.2022  
Erstellt: sta

feste Eingabegrößen					
Sohlenbreite	$b_S$	[m]	1.80		
verfügbare Höhe	$h_{DL}$	[m]	2.00		
veränderliche Eingabegrößen			HQ30	HQ100	HQ300
Abfluss	$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	6.00	8.00	11.00
Fliessgeschwindigkeit Zulauf	$v_o$	[m/s]	4.71	5.06	5.43
Abflussfläche ( $Q / v_o$ )	$A_o$	[m <sup>2</sup> ]	1.27	1.58	2.03
Wasserspiegel ( $A_o / b_s$ )	$h_{WSP}$	[m]	0.71	0.88	1.13



## Berechnung der verschiedenen Abflusssituationen:

HQ30	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit		
	3.600		0.57	1.27	2.292	1.57		0%	

HQ100	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit		
	3.600		0.65	1.53	2.756	1.31		25%	

HQ300	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit		
	3.600		0.75	1.88	3.378	1.07		50%	

Excel nur Anwendbar für Rechteckquerschnitte

Grundlage: Beurteilung der Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (Juni 2017)

$h_v$  = halbe Energiehöhe

$h_w = h_{WSP} + h_v$

n.R. = nicht Relevant

## Beurteilung der Verklauungsgefahr

## Rechteckquerschnitt

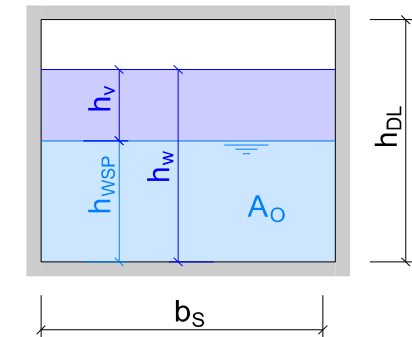
## HWS Wolfsbach, Balgach

## D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach  
 Betrachtungsquerschnitt: Durchlass Kantonsstrasse

Datum: 22.04.2022  
 Erstellt: sta

feste Eingabegrössen					
Sohlenbreite	$b_S$	[m]	1.80		
verfügbare Höhe	$h_{DL}$	[m]	2.05		
veränderliche Eingabegrössen			HQ30	HQ100	HQ300
Abfluss	$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	7.50	10.20	14.00
Fliessgeschwindigkeit Zulauf	$v_o$	[m/s]	3.44	3.81	1.33
Abflussfläche ( $Q / v_o$ )	$A_o$	[m <sup>2</sup> ]	2.18	2.68	10.53
Wasserspiegel ( $A_o / b_s$ )	$h_{WSP}$	[m]	1.21	1.49	5.85



## Berechnung der verschiedenen Abflusssituationen:

HQ30	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklauungswahrscheinlichkeit
	3.690	0.30	1.51	2.723	1.36	25%
HQ100	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklauungswahrscheinlichkeit
	3.690	0.37	1.86	3.343	1.10	25%
HQ300	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklauungswahrscheinlichkeit
	3.690	0.05	5.89	10.607	0.35	75%

Excel nur Anwendbar für Rechteckquerschnitte

Grundlage: Beurteilung der Verklauungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (Juni 2017)

$h_v$  = halbe Energiehöhe

$h_w = h_{WSP} + h_v$

n.R. = nicht Relevant

# Beurteilung der Verklausungsgefahr

## Brückenquerschnitte

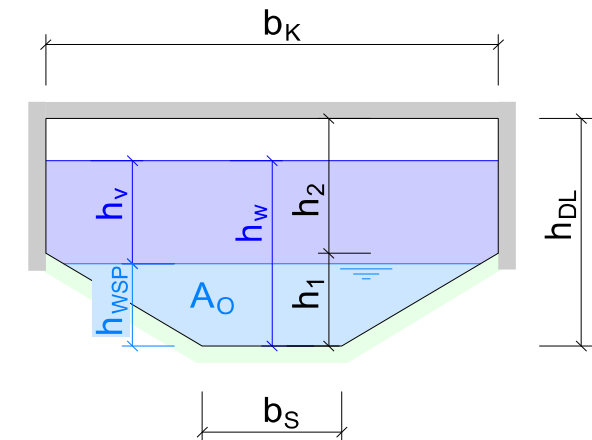
## HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach  
Betrachtungsquerschnitt: Brücke Säntisstrasse

Datum: 20.04.2022  
Erstellt: sta

feste Eingabegrößen					
Sohlenbreite	$b_S$	[m]	3.00		
Kronenbreite	$b_K$	[m]	8.40		
Höhen Böschungsbereich	$h_1$	[m]	0.87	$h_2$	1.14
verfügbare Höhe	$h_{DL}$	[m]	2.01		
veränderliche Eingabegrößen				HQ30	HQ100
Abfluss	Q	[m <sup>3</sup> /s]	7.50	10.20	14.00
Fliessgeschwindigkeit Zulauf	$v_o$	[m/s]	2.56	2.80	3.05
Abflussfläche (Q / $v_o$ )	$A_o$	[m <sup>2</sup> ]	2.93	3.64	4.59
Wasserspiegel (berechnet aus $A_o$ )	$h_{WSP}$	[m]	0.60	0.70	0.83



## Berechnung der verschiedenen Abflusssituationen:

HQ30	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	14.535	0.17	0.77	4.333	3.35	0%	

HQ100	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	14.535	0.20	0.90	5.321	2.73	0%	

HQ300	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	14.535	0.24	1.06	6.582	2.21	0%	

Excel nur Anwendbar für kombinierte Querschnitte

Grundlage: Beurteilung der Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (Juni 2017)

$h_v$  = halbe Energiehöhe

$h_w = h_{WSP} + h_v$

n.R. = nicht Relevant



# Beurteilung der Verklausungsgefahr

## Brückenquerschnitte

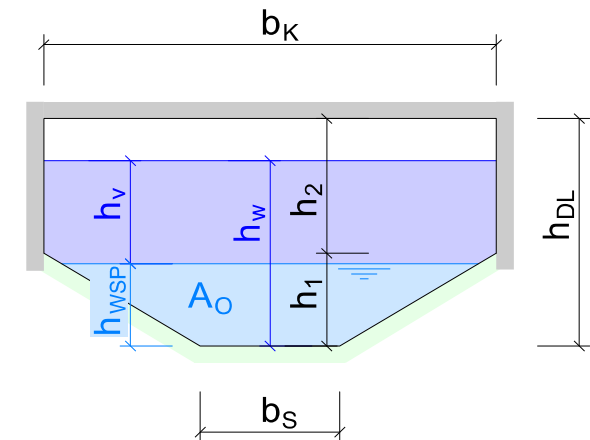
HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach  
Betrachtungsquerschnitt: Brücke Laurenz-Sonderegger-Strasse

Datum: 03.10.2023  
Erstellt: sta

feste Eingabegrößen					
Sohlenbreite	$b_S$	[m]	2.00		
Kronenbreite	$b_K$	[m]	4.50		
Höhen Böschungsbereich	$h_1$	[m]	0.42	$h_2$	1.11
verfügbare Höhe	$h_{DL}$	[m]	1.53		
veränderliche Eingabegrößen				HQ30	HQ100
Abfluss	Q	[m <sup>3</sup> /s]	6.00	8.00	11.00
Fliessgeschwindigkeit Zulauf	$v_o$	[m/s]	2.70	2.92	3.18
Abflussfläche ( $Q / v_o$ )	$A_o$	[m <sup>2</sup> ]	2.22	2.74	3.46
Wasserspiegel (berechnet aus $A_o$ )	$h_{WSP}$	[m]	0.61	0.73	0.89



## Berechnung der verschiedenen Abflusssituationen:

HQ30	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	6.360	0.19	0.80	3.058	2.08	0%	
HQ100	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	6.360	0.22	0.94	3.718	1.71	0%	
HQ300	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	6.360	0.26	1.14	4.619	1.38	25%	

Excel nur Anwendbar für kombinierte Querschnitte

Grundlage: Beurteilung der Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (Juni 2017)

$h_v$  = halbe Energiehöhe

$h_w = h_{WSP} + h_v$

n.R. = nicht Relevant

# Beurteilung der Verklausungsgefahr

## Brückenquerschnitte

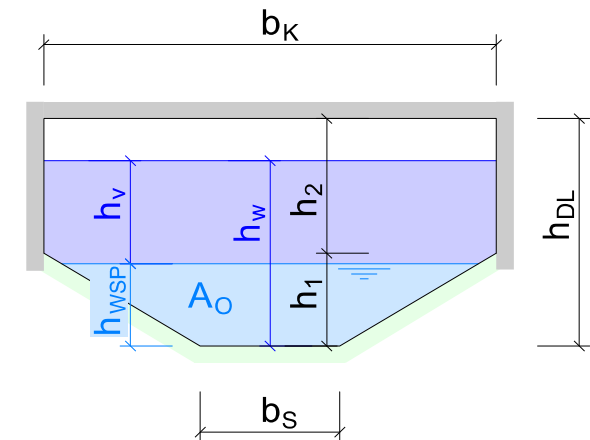
## HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach  
Betrachtungsquerschnitt: Brücke Gernweg

Datum: 03.10.2023  
Erstellt: sta

feste Eingabegrößen					
Sohlenbreite	$b_S$	[m]	1.50		
Kronenbreite	$b_K$	[m]	4.60		
Höhen Böschungsbereich	$h_1$	[m]	0.94	$h_2$	0.60
verfügbare Höhe	$h_{DL}$	[m]	1.54		
veränderliche Eingabegrößen				HQ30	HQ100
Abfluss	Q	[m <sup>3</sup> /s]	6.00	8.00	11.00
Fliessgeschwindigkeit Zulauf	$v_o$	[m/s]	3.27	3.55	3.86
Abflussfläche ( $Q / v_o$ )	$A_o$	[m <sup>2</sup> ]	1.83	2.25	2.85
Wasserspiegel (berechnet aus $A_o$ )	$h_{WSP}$	[m]	0.69	0.80	0.94



## Berechnung der verschiedenen Abflusssituationen:

HQ30	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	5.627	0.27	0.97	3.088	1.82	0%	

HQ100	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	5.627	0.32	1.12	3.731	1.51	0%	

HQ300	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	5.627	0.38	1.32	4.596	1.22	25%	

Excel nur Anwendbar für kombinierte Querschnitte

Grundlage: Beurteilung der Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (Juni 2017)

$h_v$  = halbe Energiehöhe

$h_w = h_{WSP} + h_v$

n.R. = nicht Relevant

# Beurteilung der Verklausungsgefahr

## Brückenquerschnitte

## HWS Wolfsbach, Balgach

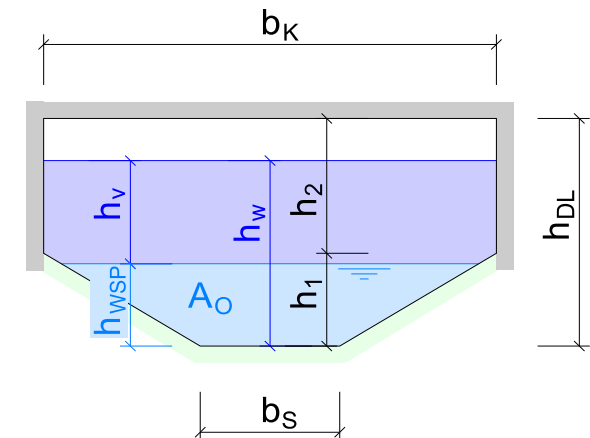
D1609

Gewässerabschnitt: Dorfaach, km 0.50  
 Betrachtungsquerschnitt: Brücke Mühlackerstrasse

Talgewässer

Datum: 27.06.2022  
 Erstellt: sta

feste Eingabegrößen					
Sohlenbreite	b <sub>S</sub>	[m]	0.80		
Kronenbreite	b <sub>K</sub>	[m]	8.70		
Höhen Böschungsbereich	h <sub>1</sub>	[m]	2.67	h <sub>2</sub>	0.10
verfügbare Höhe	h <sub>DL</sub>	[m]	2.77		
veränderliche Eingabegrößen			HQ30	HQ100	HQ300
Abfluss	Q	[m3/s]	11.00	14.00	20.00
Fließgeschwindigkeit Zulauf	v <sub>o</sub>	[m/s]	1.05	1.11	1.21
Abflussfläche (Q / v <sub>o</sub> )	A <sub>o</sub>	[m2]	10.48	12.61	16.50
Wasserspiegel (berechnet aus Ao)	h <sub>WSP</sub>	[m]	2.40	2.66	3.11



## Berechnung der verschiedenen Abflusssituationen:

HQ30	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	13.553	0.03	2.43	10.721	1.26	0%	

HQ100	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	13.553	0.03	2.69	12.886	1.05	25%	

HQ300	$A_{\text{verfügbar}}$	$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	13.553	0.04	3.15	16.827	0.81	25%	

Excel nur Anwendbar für kombinierte Querschnitte

Grundlage: Beurteilung der Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (Juni 2017)

$h_v$  = halbe Energiehöhe

$h_w = h_{WSP} + h_v$

n.R. = nicht Relevant

# Beurteilung der Verklausungsgefahr

## Brückenquerschnitte

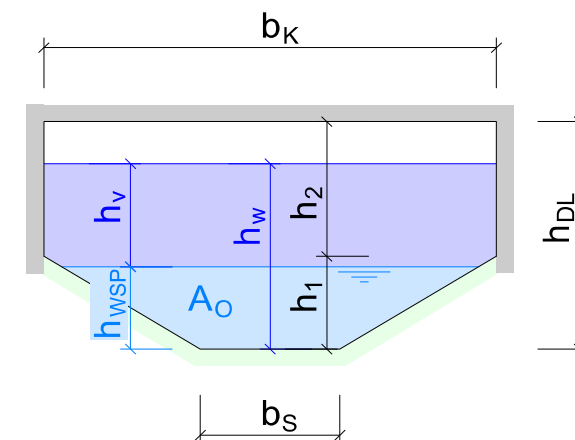
## HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach  
Betrachtungsquerschnitt: Brücke Fusswege Verahus unten, Stat. 439.60

Datum: 31.10.2024  
Erstellt: sta

feste Eingabegrössen					
Sohlenbreite	$b_S$	[m]	2.00		
Kronenbreite	$b_K$	[m]	10.50		
Höhen Böschungsbereich	$h_1$	[m]	1.95	$h_2$	0.44
verfügbare Höhe	$h_{DL}$	[m]	2.39		
veränderliche Eingabegrössen				HQ30	HQ100
Abfluss	$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	7.50	10.20	14.00
Fliessgeschwindigkeit Zulauf	$v_o$	[m/s]	1.37	1.42	0.96
Abflussfläche ( $Q / v_o$ )	$A_o$	[m <sup>2</sup> ]	5.47	7.18	14.58
Wasserspiegel (berechnet aus $A_o$ )	$h_{WSP}$	[m]	1.19	1.41	2.18



## Berechnung der verschiedenen Abflusssituationen:

HQ30	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	16.808		0.05	1.24	5.977	2.81	0%	
HQ100	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	16.808		0.05	1.47	7.723	2.18	0%	
HQ300	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	16.808		0.02	2.20	14.830	1.13	25%	

Excel nur Anwendbar für kombinierte Querschnitte

Grundlage: Beurteilung der Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (Juni 2017)

$h_v$  = halbe Energiehöhe

$h_w = h_{WSP} + h_v$

n.R. = nicht Relevant

## Beurteilung der Verklausungsgefahr

## Brückenquerschnitte

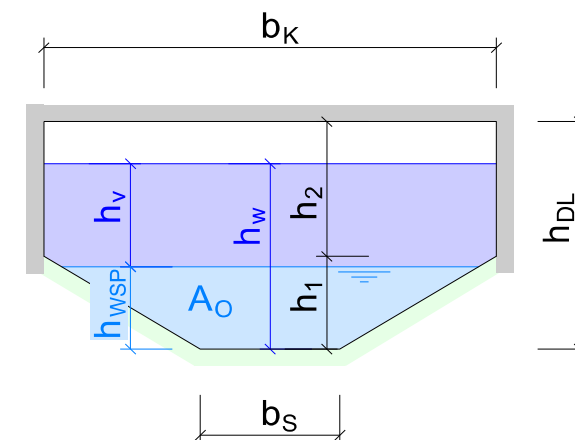
## HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

Gewässerabschnitt: Wolfsbach  
Betrachtungsquerschnitt: Brücke Fusswege Verahus oben, Stat. 518.80

Datum: 31.10.2024  
Erstellt: sta

feste Eingabegrössen					
Sohlenbreite	$b_S$	[m]	2.00		
Kronenbreite	$b_K$	[m]	7.15		
Höhen Böschungsbereich	$h_1$	[m]	1.40	$h_2$	1.11
verfügbare Höhe	$h_{DL}$	[m]	2.51		
veränderliche Eingabegrössen				HQ30	HQ100
Abfluss	$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	7.50	10.20	14.00
Fliessgeschwindigkeit Zulauf	$v_o$	[m/s]	4.16	4.69	2.12
Abflussfläche ( $Q / v_o$ )	$A_o$	[m <sup>2</sup> ]	1.80	2.17	6.60
Wasserspiegel (berechnet aus $A_o$ )	$h_{WSP}$	[m]	0.59	0.67	1.43



## Berechnung der verschiedenen Abflusssituationen:

HQ30	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	14.342		0.44	1.03	4.956	2.89	0%	
HQ100	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	14.342		0.56	1.23	6.183	2.32	0%	
HQ300	$A_{\text{verfügbar}}$		$h_v$	$h_w$	$A_{\text{benötigt}}$	Verhältnis	Verklausungswahrscheinlichkeit	
	14.342		0.11	1.54	7.423	1.93	0%	

Excel nur Anwendbar für kombinierte Querschnitte

Grundlage: Beurteilung der Verklausungsgefahr an Brücken oder Durchlässen, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen (Juni 2017)

$h_v$  = halbe Energiehöhe

$h_w = h_{WSP} + h_v$

n.R. = nicht Relevant

## **G Dimensionierung Böschungssicherung**

- Bachöffnung Bad

## Böschungssicherung Bäche

HWS Wolfsbach, Balgach

D1609

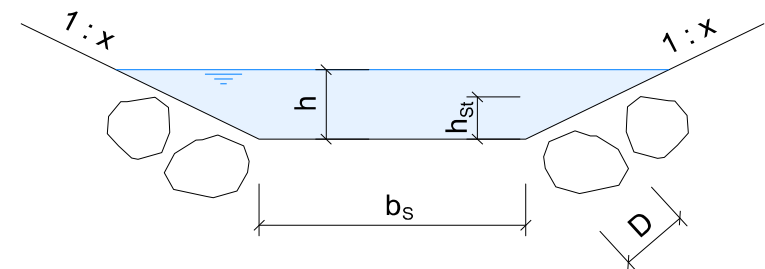
Gewässerabschnitt: Wolfsbach, Bachöffnung Bad

Datum: 05.05.2022

Betrachtungsquerschnitt: Stat. 200 - Profil W7

Erstellt: sta

feste Eingabegrößen				
Sohlenbreite	$b_s$	[m]	2.00	
Böschungsneigung 1 : x	x	[-]	3	
maximale Wassertiefe (bei $Q_{dim}$ )	h	[m]	1.10	
Energieliniengefälle	$J_e$	[-]	0.012	
zulässige Schleppspannung	$T_{zulässig}$	[N/m <sup>2</sup> ]	80	Wiese
hydraulischer Radius	R	[m/s]	0.651	
relative Feststoffdichte ( $p_s / p_w$ )	s	[-]	2.6	
krit. dimensionslose Schleppspannung	$\Theta_c$	[-]	0.047	
innerer Reibungswinkel Blocksatz	$\psi$	[°]	40	



### Bemessung der Höhe des Steinsatzes: Gebrauchsformel <sup>[1]</sup>

HQ100	h	R	$J_e$		$T_{Sohle}$	$T_{zulässig}$		$h_{st}$	
$h_{st} = h - (T_{zulässig} * h) / (T_{Sohle})$	1.10	0.651	0.012		76.6	80.0		0.00	[m]

### Bestimmung des Mindestblockdurchmessers: Abschätzung <sup>[2]</sup>

HQ100	s	$\Theta_c$	$\psi$		Sicherheitsfaktor		D	
Formel Nr. 1.18 Stevens und Simmons, 1971	2.6	0.047	40		1.1		0.19	[m]

[1] Grundlage: Dimensionierung Böschungssicherung, Normalien Wasserbau Nr. 1201, 2017

[2] Grundlage: Skript Wasserbau, J. Speerli, St. Berchtold, A. Schumacher, 2017 (Stevens und Simons, 1971)

$p_s$  = Dichte Stein

$p_w$  = Dichte Wasser

$Q_{dim}$  = Dimensionierungsabfluss

Auftraggeber

**Politische Gemeinde Balgach**  
Turnhallestrasse 1  
9436 Balgach

Auftragsbezeichnung

Offenlegung / Revitalisierung / Hochwasserschutz  
Wolfsbach Balgach  
Abklärungen Naturgefahren

Berichttitel

**Kapazität Durchlässe Bauprojekt**  
**Arbeitspapier**

Verfasser

**Andreas Stadler**

**Gruner Schweiz AG**

Taastrasse 1  
CH-9113 Degersheim  
T +41 71 372 50 10  
F +41 71 372 50 19  
[www.gruner.ch](http://www.gruner.ch)

Auftragsnummer

213'699'102 | 1609

Datum

29. April 2022



## Kontrollblatt

Ansprechperson    Andreas Stadler  
Tel. direkt        071 372 50 10  
Email              andreas.stadler@gruner.ch

## Änderungsgeschichte

Version	Änderung	Kürzel	Datum
1.0	Abgabe Bart Ingenieure	sta	29.04.2022

## Status

Kapitel	Inhalt	Status
---------	--------	--------

## Verteiler

Firma	Name	Anz. Expl.
Ingenieure Bart AG	Josua Surber	digital
Amt für Wasser und Energie	Marcel Ammann	digital
Gruner Schweiz AG, Degersheim	Adrian Baumgartner	digital

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1 Stricklerbeiwert	4
<b>2 Wolfsbach</b>	<b>5</b>
2.1 Geometrie Durchlass Weba AG (km 541.91 - km 592.00)	5
2.1.1 Ergebnis Abfluss	6
2.2 Durchlass Kantonsstrasse / Nüesch (km 291.00 - km 404.00)	7
2.2.1 Ergebnis Abfluss	8
<b>3 Eberliswisbach</b>	<b>9</b>
3.1 Durchlass Kantonsstrasse (km 263.00 – km 322.00)	9
3.1.1 Ergebnis Abfluss	10

## 1 Einleitung

Für die Szenairen- und Projektüberprüfung vom Hochwasserschutz Wolfsbach, Balgach werden die Kapazitäten der im Bauprojekt projektierten Durchlässe benötigt, um diese korrekt im Modell einzubauen. In der Aktennotiz vom 11.03.2022 der Ingenieure Bart AG sind die Beschlüsse festgehalten.

In diesem Arbeitspapier sind die Kapazitäten analog dem vorhergehenden Bericht "Ergänzungen der Angaben zum Vorprojekt" vom 31.03.2020 aufgeführt.

### 1.1 Stricklerbeiwert

Entsprechend der Literatur werden folgende Beiwerte in die Überlegung einbezogen

Glatter Verputz/Monobeton	$k_{st} = 90 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Beton geschalt neu/geglätteter Beton	$k_{st} = 80 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Spezialbetonrohre (Centub)	$k_{st} = 70 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Betonwände geschalt (alter Beton)/ Spritzbeton geglättet	$k_{st} = 60 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Betonwände (alter Beton), Bruchsteinmauerwerk verputzt, grobe Struktur	$k_{st} = 45 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Steinmauerwerk behauen/Fels	$k_{st} = 30 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$
Kiessohle/Steinpflasterung grob	$k_{st} = 25 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$

Für die Berechnung wurde im Durchlass ein Beiwert von  $k_{st} = 47 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$  gemittelt. Dabei wurde für die Sohle ein  $k_{st} = 25 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$  und die Betonwände  $60 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$  angewendet.

Dieser tiefe Wert berücksichtigt allfällige Verschlechterungen der Abflussverhältnisse über die Jahre und/oder Unebenheiten der Wandung und Sohle sowie Querschnittsänderungen.

## 2 Wolfsbach

### 2.1 Geometrie Durchlass Weba AG (Stat. 541.91 – Stat. 592.00)

Für die Überprüfung des Abflussverhalten wird mit der künftigen Geometrie gemäss Bauprojekt vom April 2022 gerechnet.

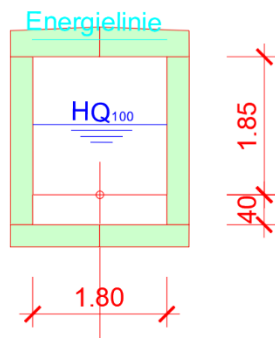


Abbildung 1: Skizze Durchlass Projekt

- Breite Sohle 1.80 m
- Höhe 1.85 m
- Gefälle 41.1 ‰
- Kieselsohle 0.40 m / Kleintierbankett beidseitig

Die Kapazität wird nach Strickler berechnet,

$$Q = k_{st} \cdot A \cdot R^{(2/3)} \cdot J_e^{(1/2)}$$

wobei R den hydraulischen Radius  $A/U$  darstellt.

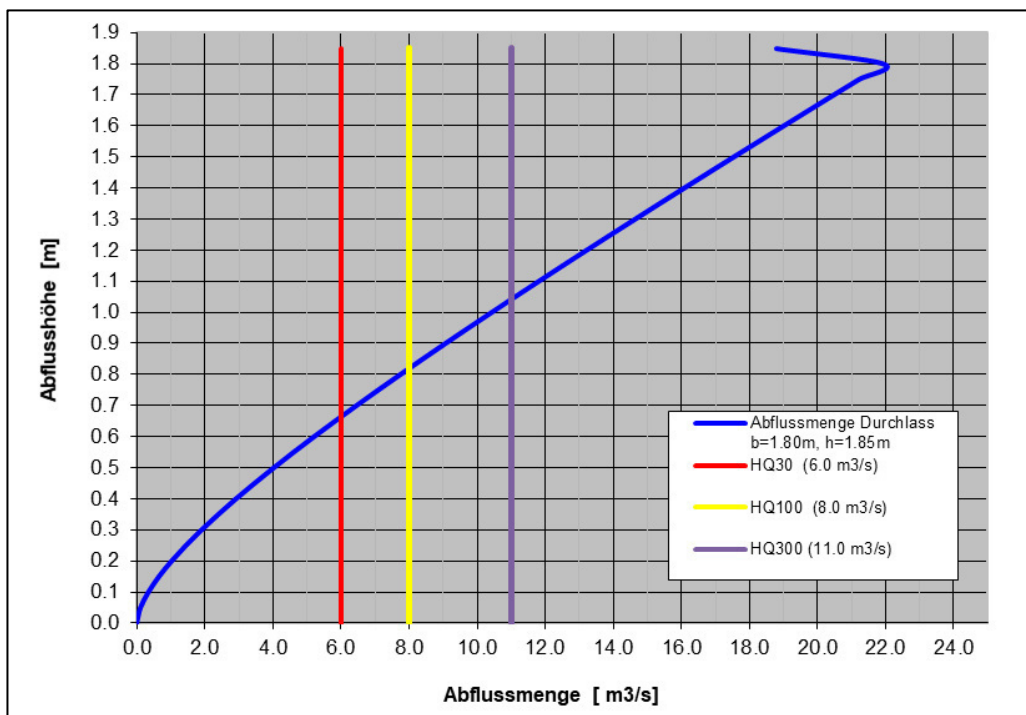
### 2.1.1 Ergebnis Abfluss

Bei einem Rauigkeitsbeiwert gemäss Strickler von  $k = 47 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  wurden die Wasserspiegellagen untersucht.

Massgebend wird das minimale Gefälle von 41.1 ‰ im Bereich des Durchlasses.

Für den heutigen Durchlass können folgende Kapazitäten im Fall von **Normalabfluss** ausgewiesen werden.

Die folgende Grafik zeigt die Durchlasskapazität in Abhängigkeit der Wasserspiegelhöhe bei Normalabfluss.



Bei einer Wassermenge DHQ (HQ<sub>100</sub>) von rund 8.00 m³/s liegt der Wasserspiegel im Durchlass bei 0.82 m. Dabei beträgt das Freibord rund 1.03 m.

Teilfüllhöhe [m]	Freibord [m]	Kapazität [m³/s]	Fliessgeschwindigkeit [m/s]
0.65	1.20	5.815	4.970
0.85	1.00	8.387	5.481
1.35	0.50	15.335	6.311
1.60	0.25	18.974	6.588
1.80	0.05	21.935	6.770
1.85	0.00	18.779	5.639

Im Maximum vermag der Querschnitt theoretisch eine Menge von 21.935 m³/s zu bewältigen, jedoch mit einem Freibord von nur 0.05 m.

Kommt es zum "Zuschlag" des Durchlassprofils vermag der Querschnitt noch 18.779 m³/s abzuleiten.

## 2.2 Durchlass Kantonsstrasse / Nüesch (Stat. 291.00 – Stat. 404.00)

Für die Überprüfung des Abflussverhalten wird mit der künftigen Geometrie gemäss Bauprojekt vom April 2022 gerechnet.

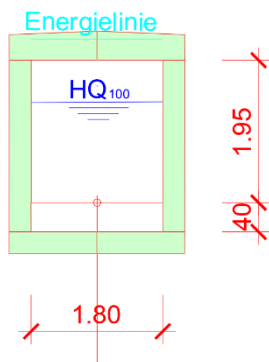


Abbildung 2: Profil Durchlass Projekt

- Breite Sohle 1.80 m
- Höhe 1.95 m
- Gefälle 16.5 ‰ resp. 35.0 ‰
- Kiessohle 0.40 m (teilw. 0.30 m) / Kleintierbankett beidseitig

Die Kapazität wird nach Strickler berechnet,

$$Q = k_{st} * A * R^{(2/3)} * J_e^{(1/2)}$$

wobei R den hydraulischen Radius A/U darstellt.

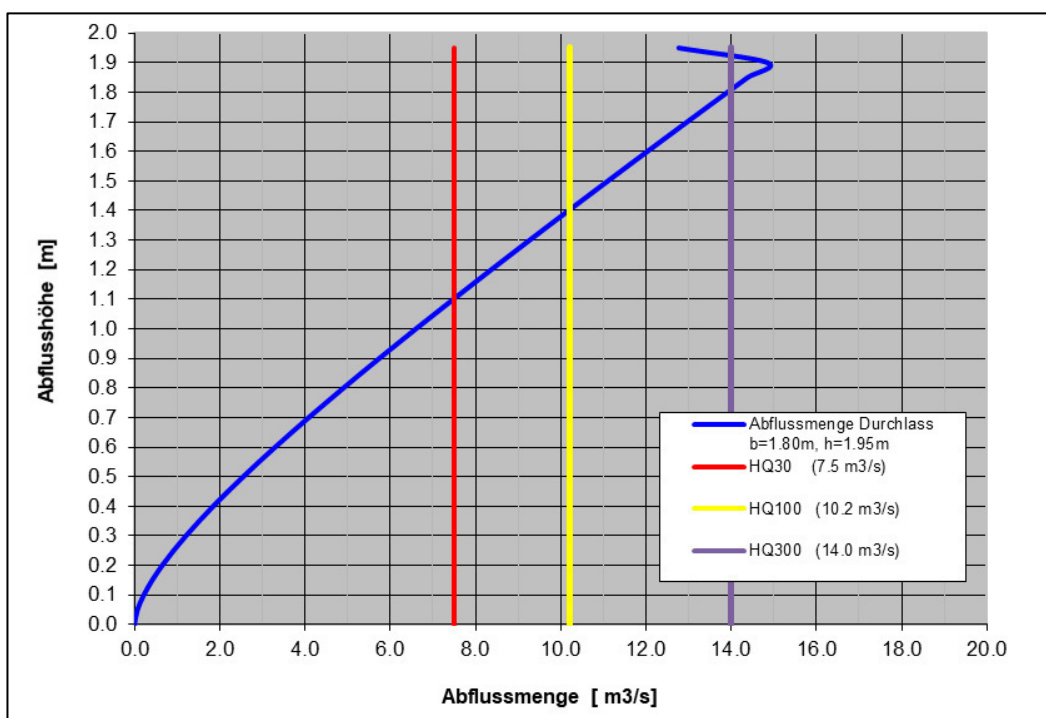
## 2.2.1 Ergebnis Abfluss

Bei einem Rauigkeitsbeiwert gemäss Strickler von  $k = 47 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  wurden die Wasserspiegellagen untersucht.

Massgebend wird das minimale Gefälle von 16.5 ‰ im Bereich des Durchlasses.

Für den heutigen Durchlass können folgende Kapazitäten im Fall von **Normalabfluss** ausgewiesen werden.

Die folgende Grafik zeigt die Durchlasskapazität in Abhängigkeit der Wasserspiegelhöhe bei Normalabfluss.



Bei einer Wassermenge DHQ (HQ<sub>100</sub>) von rund 10.20 m³/s liegt der Wasserspiegel im Durchlass bei 1.40 m. Dabei beträgt das Freibord rund 0.55 m.

Teilfüllhöhe [m]	Freibord [m]	Kapazität [m³/s]	Fliessgeschwindigkeit [m/s]
0.55	1.40	2.919	2.949
0.95	1.00	6.171	3.609
1.45	0.50	10.646	4.079
1.65	0.30	12.504	4.210
1.90	0.05	14.862	4.345
1.95	0.00	12.774	3.639

Im Maximum vermag der Querschnitt theoretisch eine Menge von 14.862 m³/s bewältigen, jedoch mit einem Freibord von nur 0.05 m.

Kommt es zum "Zuschlag" des Durchlassprofil vermag der Querschnitt noch 12.774 m³/s abzuleiten.

### 3 Eberliswisbach

#### 3.1 Durchlass Kantonsstrasse (Stat. 263.00 – Stat. 322.00)

Für die Überprüfung des Abflussverhalten wird mit der künftigen Geometrie gemäss Bauprojekt vom April 2022 gerechnet.

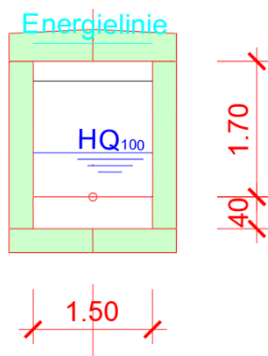


Abbildung 3: Profil Durchlass Projekt

- Breite Sohle 1.50 m
- Höhe 1.70 m
- Gefälle 45.2 ‰ resp. 120.0 ‰
- Kiessohle 0.40 m / Kleintierbankett beidseitig

Die Kapazität wird nach Strickler berechnet,

$$Q = k_{st} \cdot A \cdot R^{(2/3)} \cdot J_e^{(1/2)}$$

wobei R den hydraulischen Radius A/U darstellt.



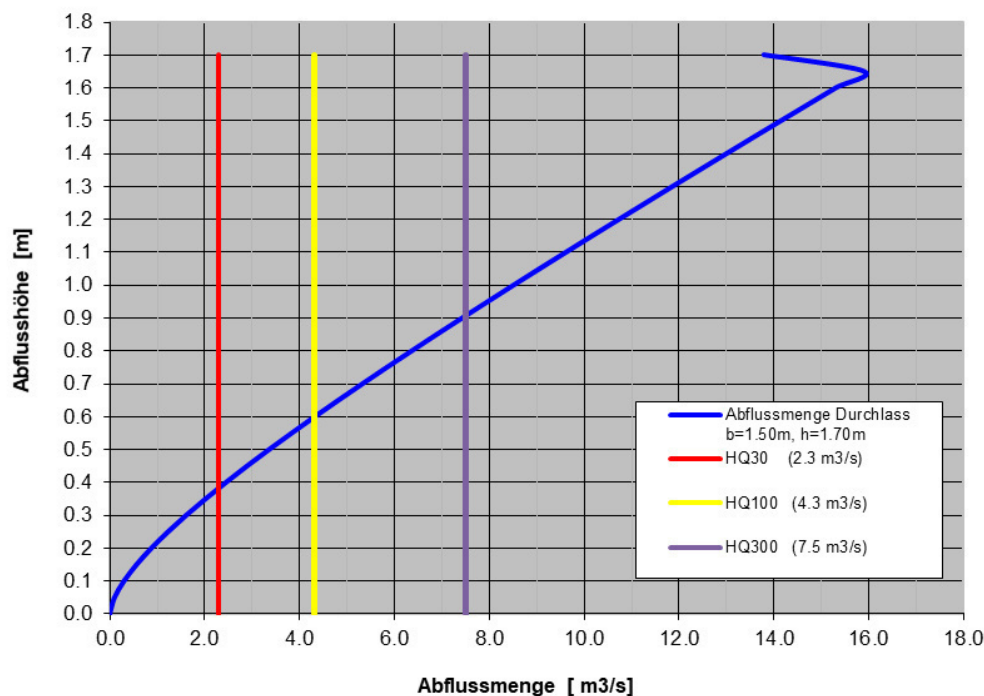
### 3.1.1 Ergebnis Abfluss

Bei einem Rauigkeitsbeiwert gemäss Strickler von  $k = 47 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$  wurden die Wasserspiegellagen untersucht.

Massgebend wird das minimale Gefälle von 45.2 ‰ im Bereich des Durchlasses.

Für den heutigen Durchlass können folgende Kapazitäten im Fall von **Normalabfluss** ausgewiesen werden.

Die folgende Grafik zeigt die Durchlasskapazität in Abhängigkeit der Wasserspiegelhöhe bei Normalabfluss.



Bei einer Wassermenge DHQ (HQ<sub>100</sub>) von rund 4.30 m³/s liegt der Wasserspiegel im Durchlass bei 0.60 m. Dabei beträgt das Freibord rund 1.10 m.

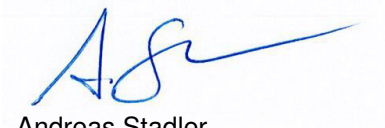
Teilfüllhöhe [m]	Freibord [m]	Kapazität [m³/s]	Fließgeschwindigkeit [m/s]
0.60	1.10	4.323	4.804
0.80	0.90	6.369	5.307
1.20	0.50	10.742	5.968
1.45	0.30	13.587	6.247
1.65	0.05	15.902	6.425
1.70	0.00	13.797	5.411

Im Maximum vermag der Querschnitt theoretisch eine Menge von 15.902 m³/s bewältigen, jedoch mit einem Freibord von nur 0.05 m.

Kommt es zum "Zuschlag" des Durchlassprofil vermag der Querschnitt noch 13.797 m³/s abzuleiten.

**Gruner Schweiz AG**

Taastrasse 1, 9113 Degersheim



Andreas Stadler

Projektingenieur

BSc Bauingenieur FHO