

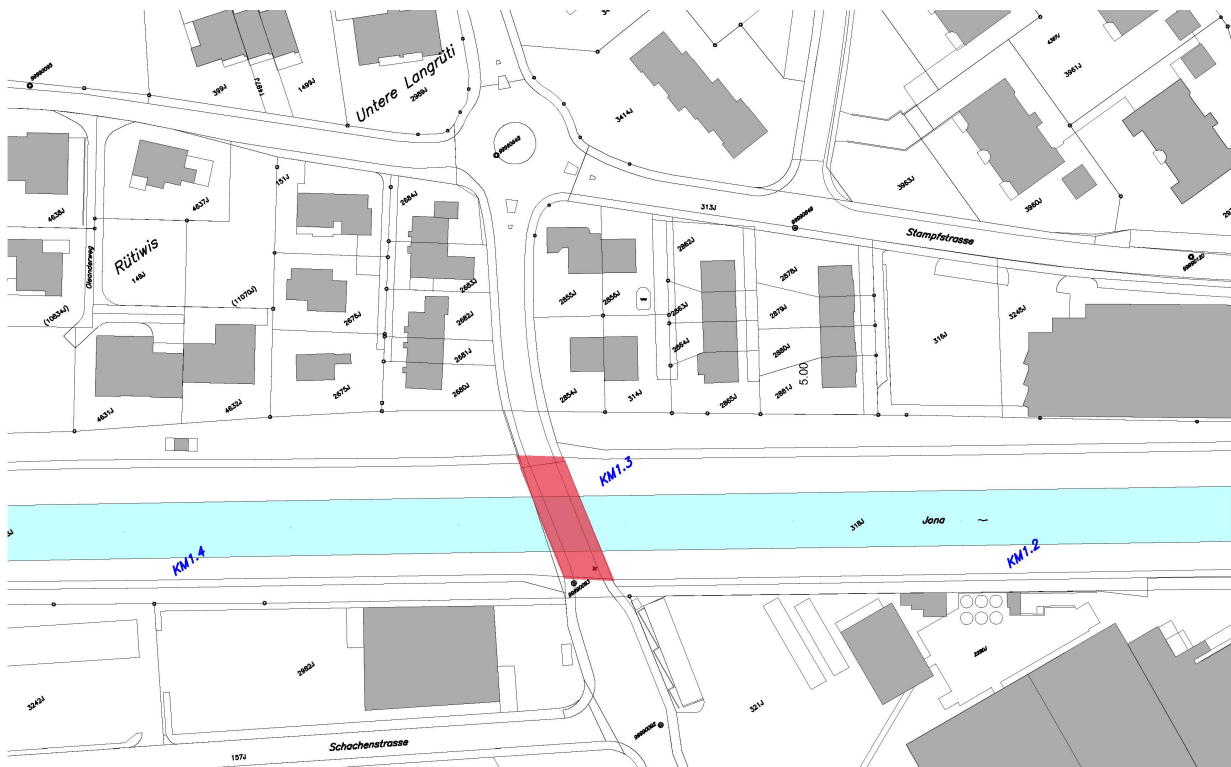
Auftragsbezeichnung

Vorstudie

Brücke Feldliststrasse

Hydraulische Überprüfung IST

Technischer Bericht



Rapperswil/Wetzikon
Zürich/Horgen
Silvaplana
Scuol
Davos
St.Moritz
Chur

www.caprez-ing.ch

Inhaltverzeichnis

1.	Einleitung	3
1.1.	Ausgangslage	3
1.2.	Projektperimeter	3
1.3.	Ziel	4
2.	Jona, Brücke Feldlistrasse	4
2.1.	Hydrologie	4
2.2.	Hydraulik	4
2.2.1.	Bachprofile	4
2.2.2.	Hydraulische Parameter	4
2.3.	Resultate	4
2.4.	Analyse / Diskussion der Resultate	6
3.	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	6
4.	Anhang	7
4.1.	Simulation mit HQ 100	7
4.1.1.	Berechnungen	7
4.1.2.	Querprofile	8
4.1.3.	Längenprofil	15
4.2.	Simulationen mit HQ 300	16
4.2.1.	Berechnungen	166
4.2.2.	Querprofile	177
4.2.3.	Längenprofil	24
5.	Quellennachweis	25

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Die Quelle der Jona befindet sich bei Schufelberg auf Gemeindegebiet von Hinwil am Osthang des Allmens und mündet bei Busskirch in den Obersee. Die Jona hat eine Länge von 18.8 km und entwässert ein Einzugsgebiet von 78.4 km².

Zirka 1.3 km vor der Einmündung in den Obersee quert die Jona die Feldlistrasse. Die Brücke, welche die Feldlistrasse über die Jona führt, sollte saniert werden.

In diesem Zusammenhang wurde die hydraulische Kapazität der Jona im Abschnitt der Feldlistrassenbrücke genauer unter die Lupe genommen und in diesem Bericht zusammengestellt.

1.2. Projektperimeter

Die Hydraulische Berechnung wurde auf die Länge von ca. 300m durchgeführt, ca. 150 m oberhalb und 150 m unterhalb der Brücke Feldlistrasse.



Abbildung 1 Ausschnitt aus dem GeoPortal des Kantons St. Gallen

Im betrachteten Abschnitt wurde die Bachsohle sowie die Böschung der Jona und die Feldlistrassenbrücke von der Firma Lukas Domeisen AG aufgenommen.

1.3. Ziel

Diese hydraulische Überprüfung soll die verschiedenen Defizite, falls vorhanden, aufzeigen, welche die Jona im Bereich der Brücke Feldlistrasse in Bezug auf den Hochwasserschutz aufweist.

2. Jona, Brücke Feldlistrasse

2.1. Hydrologie

Die Hochwasserabschätzung (Reinwasserabflüsse ohne Feststoffe) wurde für das Einzugsgebiet der Jona mit verschiedenen empirischen Modellen von der Firma Niederer +Pozzi berechnet.

Aus den Resultaten der verschiedenen Methode und der Grenzwertverfahren wurde ein HQ_{100} von $200 \text{ m}^3/\text{s}$ ermittelt.

Der Gewässerraum im Bereich der Feldlistrassenbrücke liegt zwischen 40 m und 44 m Breite.

2.2. Hydraulik

2.2.1. Bachprofile

Die Bachprofile des vorhin beschriebenen Abschnittes inkl. Uferbereich wurde anfangs November 2018 von der Geometerfirma Lukas Domeisen AG aufgenommen und in einem digitalen Geländemodell (DGM) verarbeitet.

2.2.2. Hydraulische Parameter

Die nachstehenden Werte wurden im Rahmen der Naturgefahrenanalyse 2006 von Niederer + Pozzi erarbeitet und in der Wirkungsanalyse bzw. für die Gefahrenkartenerstellung verwendet.

Abfluss HQ_{30}	$132 \text{ m}^3/\text{s}$
Abfluss HQ_{100}	$200 \text{ m}^3/\text{s}$
Abfluss HQ_{300}	$290 \text{ m}^3/\text{s}$
k-Strickler _{Sohle}	$35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
k-Strickler _{Böschung}	$30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

2.3. Resultate

Die erforderlichen Simulationen im betrachteten Abschnitt, ca. 150 m vor und 150 m nach der Brücke Feldlistrasse, wurden mit der Software HEC-RAS durchgeführt. Diese Software ermöglicht die Abflussbedingungen in einem Fließgewässer zu simulieren.

Die Ergebnisse dieser Simulation sind im Anhang zusammengestellt. Bei den entsprechenden Querprofilen sowie im Längenprofil ist relativ gut ersichtlich, dass die vorhandene Freibordhöhe beim HQ_{100} von 43-44cm ungenügend ist. Beim HQ_{300} wird die Brücke sogar überströmt.

Die Verklauselungswahrscheinlichkeit ist 50%.

Einlaufsquerschnitt

Energielinie (m ü.M.) = 414.89; Wasserspiegel (m ü.M.) = 414.17

Fliessgeschwindigkeit v (m/s) = 3.95

Max. erhältliche Höhe im Rohr (m ü.M.) = 414.6 < Energielinie

Min. erhältliche Höhe im Rohr (m ü.M.) = 410.2

Höhe Wasserspiegel h (m) = Wasserspiegel - Min. erhältliche Höhe im Rohr = 3.97

Froude-Zahl = $\frac{v}{\sqrt{g h}} = 0.63 < 1.00 \rightarrow$ strömend (Erdbeschleunigung g (m2/s) = 9.81)

Notwendiges (Erforderliches) Freibord Brücken/Durchlässe f^* (m) ([1]):

$$f^* = \sqrt{\left(\frac{v^2}{2g}\right)^2 + (0.06 + 0.06 h)^2 + \sigma_{wz}^2 + f_t^2} = 1.33 \text{ mit } \sigma_{wz} = 0.20 \text{ und } f_t = 1.00$$

Verfügbare Freibord f (m) = Max. erhältliche Höhe im Rohr – Wasserspiegel = 0.43 < f^*

Halb-Geschwindigkeitshöhe x (m): $\frac{v^2}{4g} = 0.40$

Verfügbare Querschnittsfläche A (m2): $A = (B_{Sohle} + B_{Unterkante}) * h * 0.5 = 70.16$

Querschnittsfläche A_w (m2) mit Wasser: $A_w = (B_{Sohle} + B_{Wasserspiegel}) * h * 0.5 = 59.89$

$A_w/A = 0.85 = 0.85$

Benötigter Querschnittsfläche A_b (m2) ([2]):

$A_b = (B_{Sohle} + B_{Wasserspiegel}) * h * 0.5 + B_{Wasserspiegel} * 1.1 * x = 68.01$

Verklauungskennziffer ([2]): $A/A_b = 1.03$

Verklauungswahrscheinlichkeit für Seitengewässer ([2]):

0.7 < 1.03 < 1.10 \rightarrow 50%

Verklauungsereignis mit Q-Jährlichkeit = $\frac{1}{2 \times 100 \text{ Jahre}} = \frac{1}{200 \text{ Jahre}}$

Auslaufsquerschnitt

Energielinie (m ü.M.) = 414.87; Wasserspiegel (m ü.M.) = 414.16

Fliessgeschwindigkeit v (m/s) = 3.90

Max. erhältliche Höhe im Rohr (m ü.M.) = 414.6 < Energielinie

Höhe Wasserspiegel h (m) = Wasserspiegel - Min. erhältliche Höhe im Rohr = 3.96

Froude-Zahl = $\frac{v}{\sqrt{g h}} = 0.63 < 1.00 \rightarrow$ strömend (Erdbeschleunigung g (m2/s) = 9.81)

Notwendiges (Erforderliches) Freibord Brücken/Durchlässe f^* (m) ([1]):

$$f^* = \sqrt{\left(\frac{v^2}{2g}\right)^2 + (0.06 + 0.06 h)^2 + \sigma_{wz}^2 + f_t^2} = 1.32 \text{ mit } \sigma_{wz} = 0.20 \text{ und } f_t = 1.00$$

Verfügbare Freibord f (m) = Max. erhältliche Höhe im Rohr – Wasserspiegel = 0.44 < f^*

Halb-Geschwindigkeitshöhe x (m): $\frac{v^2}{4g} = 0.39$

Verfügbare Querschnittsfläche A (m2): $A = (B_{Sohle} + B_{Unterkante}) * h * 0.5 = 69.3$

Querschnittsfläche A_w (m2) mit Wasser: $A_w = (B_{Sohle} + B_{Wasserspiegel}) * h * 0.5 = 58.53$

$$A_w/A = 0.84 < 0.85$$

Benötigter Querschnittsfläche A_b (m²) ([2]):

$$A_b = (B_{\text{Sohle}} + B_{\text{Wasserspiegel}}) * h * 0.5 + B_{\text{Wasserspiegel}} * 1.1 * x = 66.02$$

Verklauungskennziffer ([2]): $A/A_b = 1.05$

Verklauungswahrscheinlichkeit für Seitengewässer ([2]):

$$0.7 < 1.03 < 1.10 \rightarrow 50\%$$

$$\text{Verklauungsereignis mit Q-Jährlichkeit} = \frac{1}{2 \times 100 \text{ Jahre}} = \frac{1}{200 \text{ Jahre}}$$

2.4. Analyse / Diskussion der Resultate

Das Ziel dieser Studie ist nachzuweisen, dass ein 100 jährliches Hochwasserereignis mit einem Freibord von ca. 50 cm resp. ein 300 jährliches Hochwasserereignis schadlos abgeleitet werden kann. Im Vordergrund steht der Schutz des Menschen und seiner Umwelt vor Überflutungen.

Die Resultate dieser Berechnung zeigen sehr schön auf, dass mit der jetzigen Brücke das vorhandene Freibord (ca. 44 cm im Schnitt) für den Hochwasserschutz unzureichend ist. Zudem ist die Gefahr einer Verklauelung relativ hoch.

Diverse Massnahmen wie zum Beispiel die örtliche Senkung der Bachsohle, die leichte Verbreiterung der Böschungen bis zu den Wiederlager oder die Rodung der Sträucher im Bereich der Brücke sind nur kosmetische Massnahmen und bringen nur lokal eine leichte Verbesserung.

Der Bau einer neuen Brücke würde die Situation stark verbessern. Durch eine schlanke Bauweise der neuen Brücke wird bereits das Freibord vergrössert. Werden die Böschungen um min. zwei Meter verbreitert und leicht abgeflacht, dann kann das 100-jährliche Hochwasser schadlos abgeleitet werden.

Mit dem Neubau der Brücke könnte auch die Strassenentwässerung verbessert werden.

3. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Aufgrund der oben erwähnten Situation sollten die Kosten einer lokalen Bachsanierung mit den Kosten einer Renaturierung inkl. den Hochwasserschutzmassnahmen gegenübergestellt werden. In dieser Betrachtungsweise ist die Nutzungsdauer der lokalen Sanierung (min. 20 Jahre) zu berücksichtigen.

Um den Hochwasserschutz der Jona nachhaltig beeinflussen zu können, sollte der betrachtete Abschnitt vergrössert werden. Zudem sollte auch der Gewässerraum definitiv ausgeschieden werden.

Ohne die Kosten der leichten Bachsanierung gegenüber dem Hochwasserschutzprojekt zu stellen, können wir nicht vernünftiges empfehlen.

Zürich, 16.04.2019

CAPREZ INGENIEURE AG

Dario Gliottone

Dipl. Bauingenieur FH

4. Anhang

4.1. Simulation mit HQ 100

4.1.1. Berechnungen

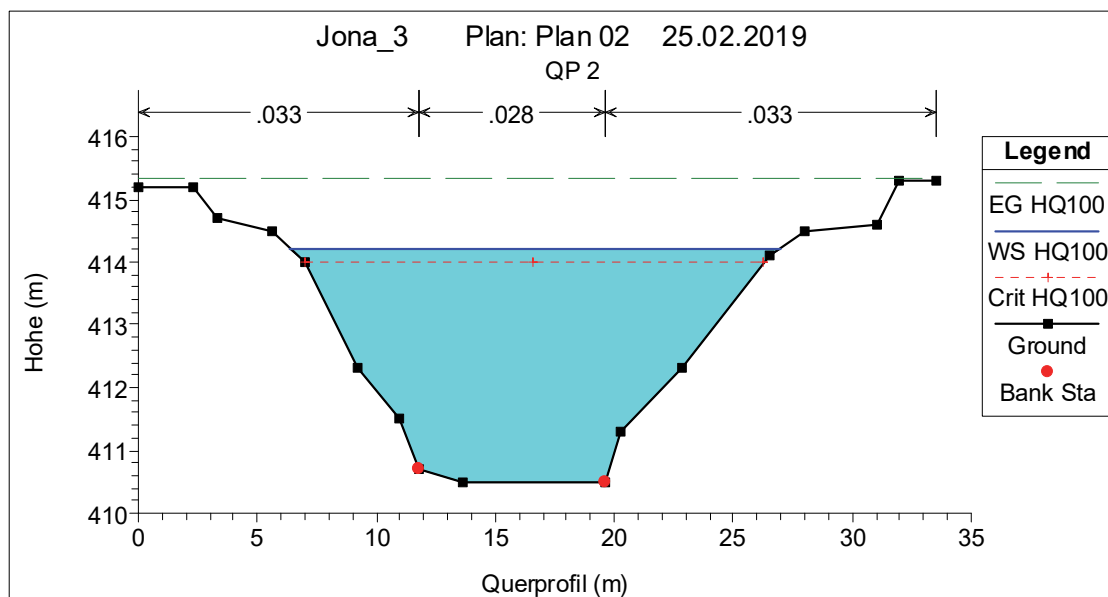
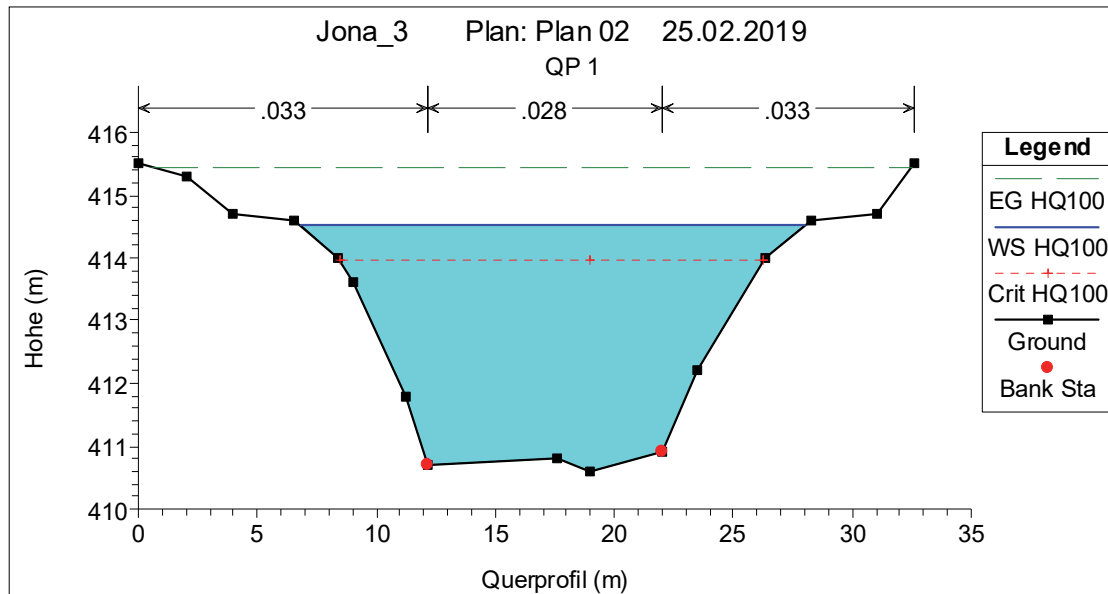
Profil Nr.	Sohle [m ü.M.]	Wsp. [m ü.M.]	Wsp. Crit. [m ü.M.]	EL [m ü.M.]	EL ‰	v [m/s]	Fläche [m²]	B _{wsp} [m]	Froud
1	410.60	414.51	413.98	415.44	2.80	4.57	53.91	21.24	0.75
2	410.50	414.22	414.00	415.33	3.71	5.20	50.15	20.58	0.86
3	410.20	414.32	413.92	415.28	3.09	4.91	53.92	20.99	0.79
4	410.20	414.09		414.95	2.54	4.42	55.76	19.52	0.72
5	410.20	414.17	413.34	414.89	2.04	3.95	58.64	19.45	0.64
Bridge	410.20	414.16	413.33	414.87	2.00	3.39	58.98	19.65	0.64
7	410.20	414.16		414.87	2.00	3.90	58.99	19.65	0.64
8	410.20	414.00		414.84	2.46	4.24	55.14	19.70	0.70
9	410.10	413.90		414.83	2.83	4.53	52.79	20.34	0.75
10	409.60	414.00		414.78	2.04	4.14	58.24	20.90	0.65
11	409.40	413.46	413.07	414.46	3.07	4.99	54.09	21.91	0.80
12	408.60	413.59	412.91	414.39	2.19	4.78	62.79	22.99	0.69
13	409.30	412.95	412.95	414.27	4.19	5.41	45.40	19.10	0.91

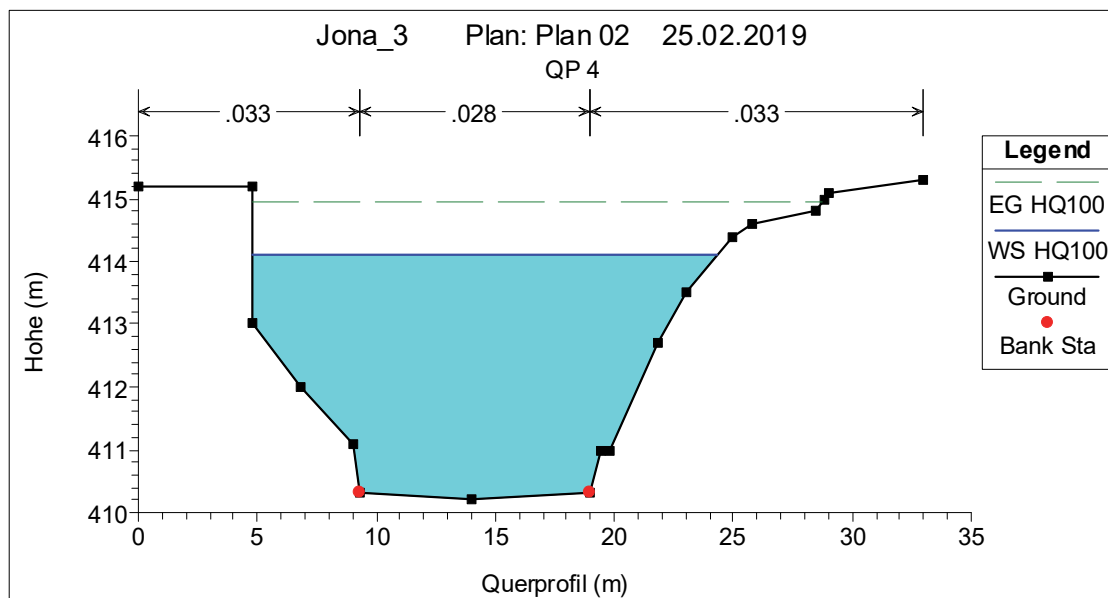
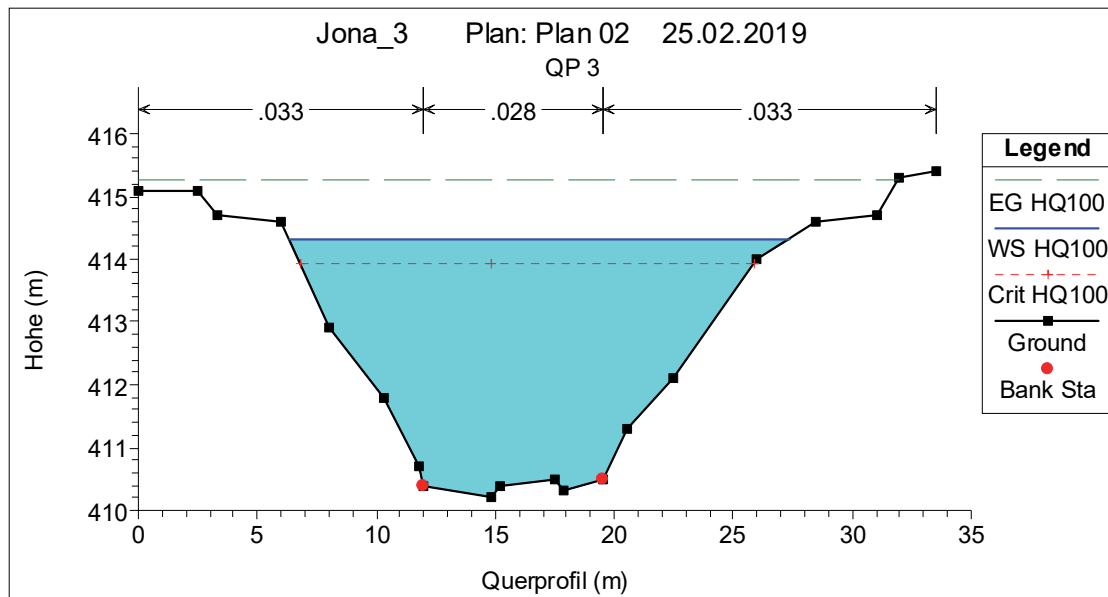
Tabelle 1 Auszug aus der Software HEC-RAS für ein 100-jährliches Hochwasser

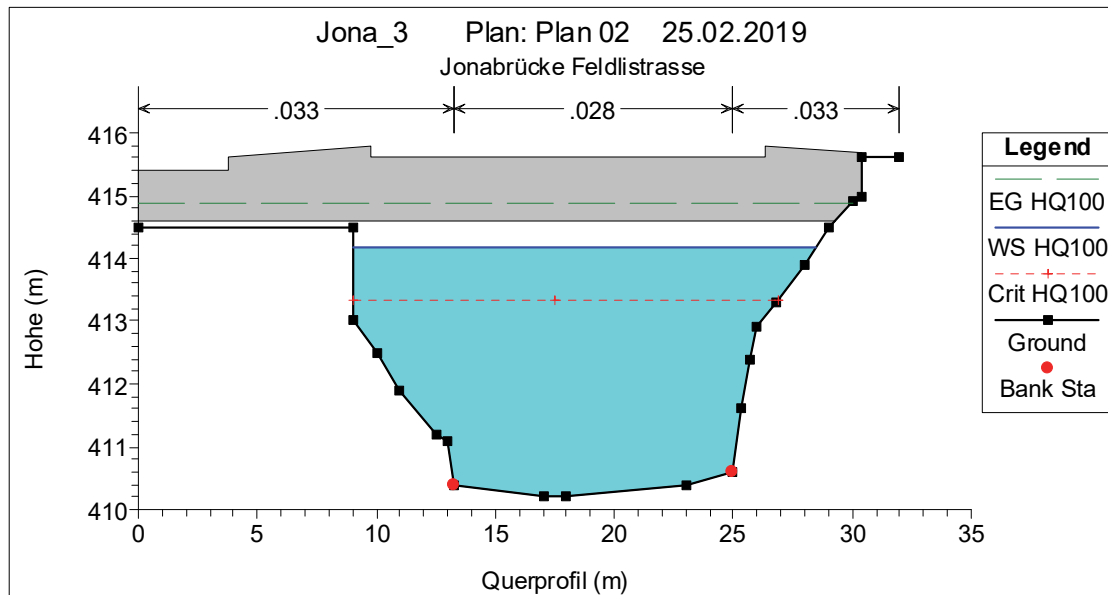
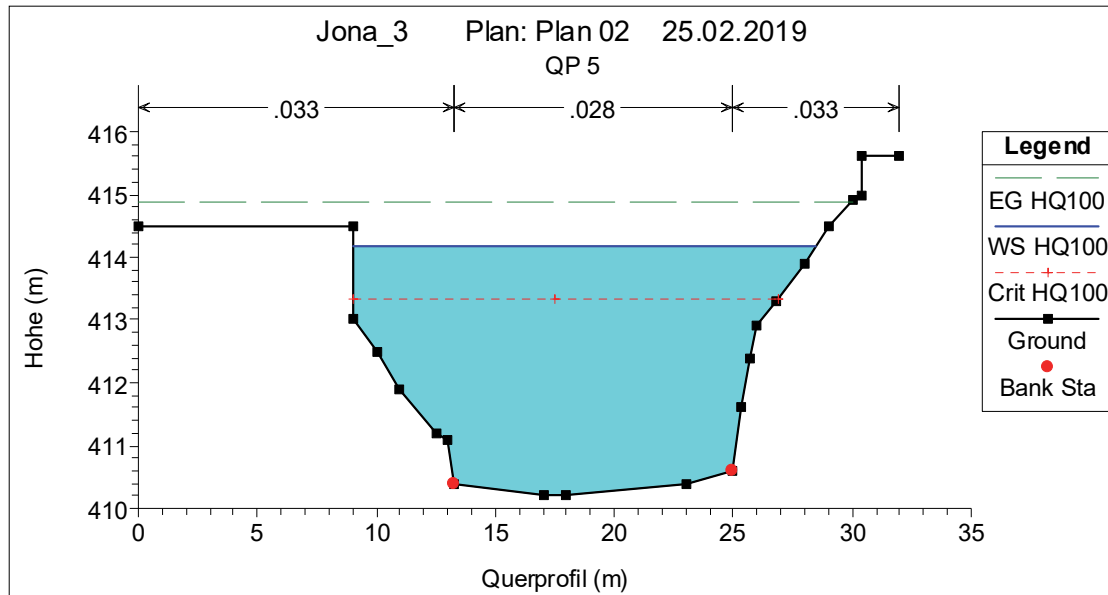
Diese Tabelle beinhaltet die Berechnung der simulierten Jona im Bereich der Brücke Feldlistrasse im Falle eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses.

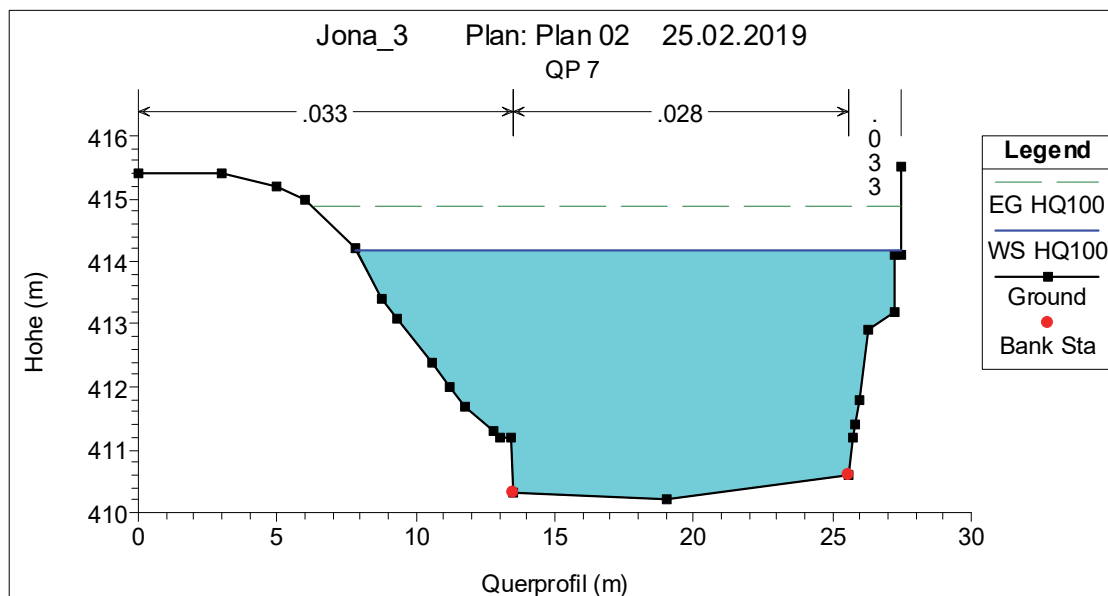
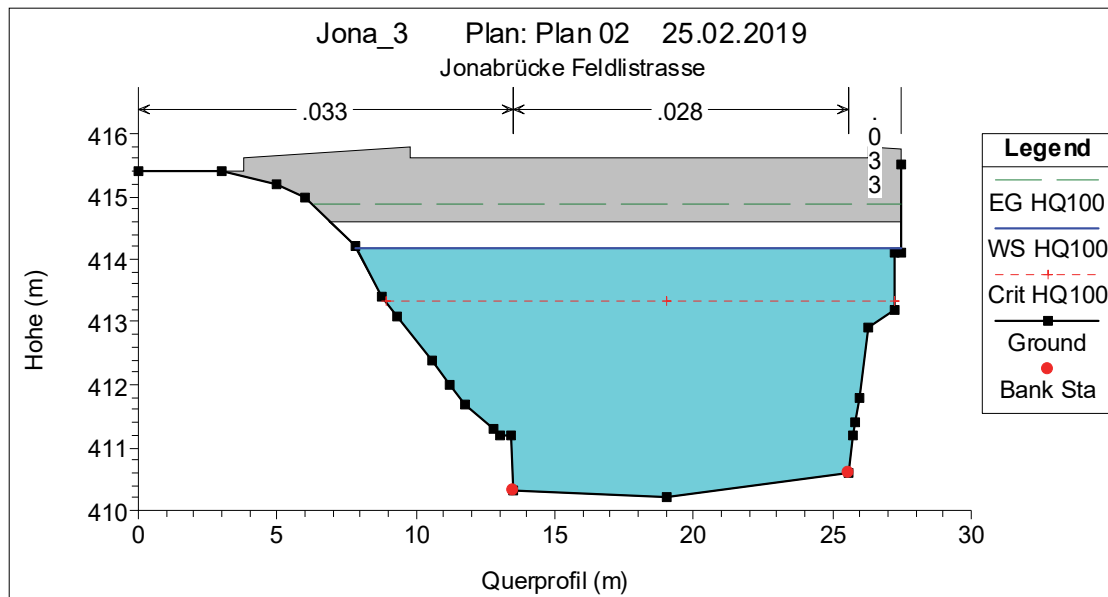
4.1.2. Querprofile

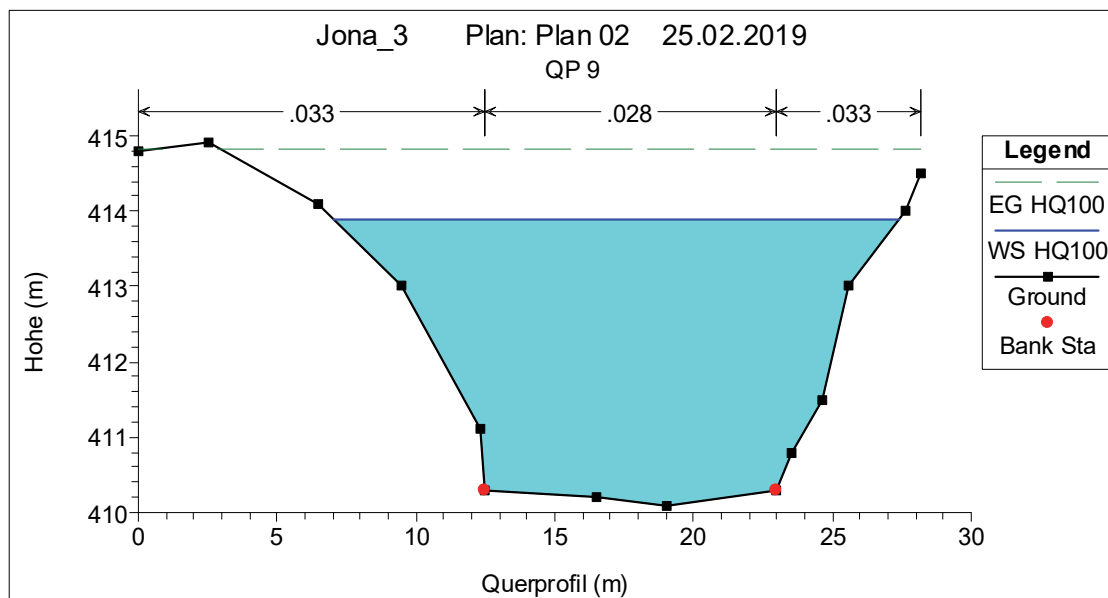
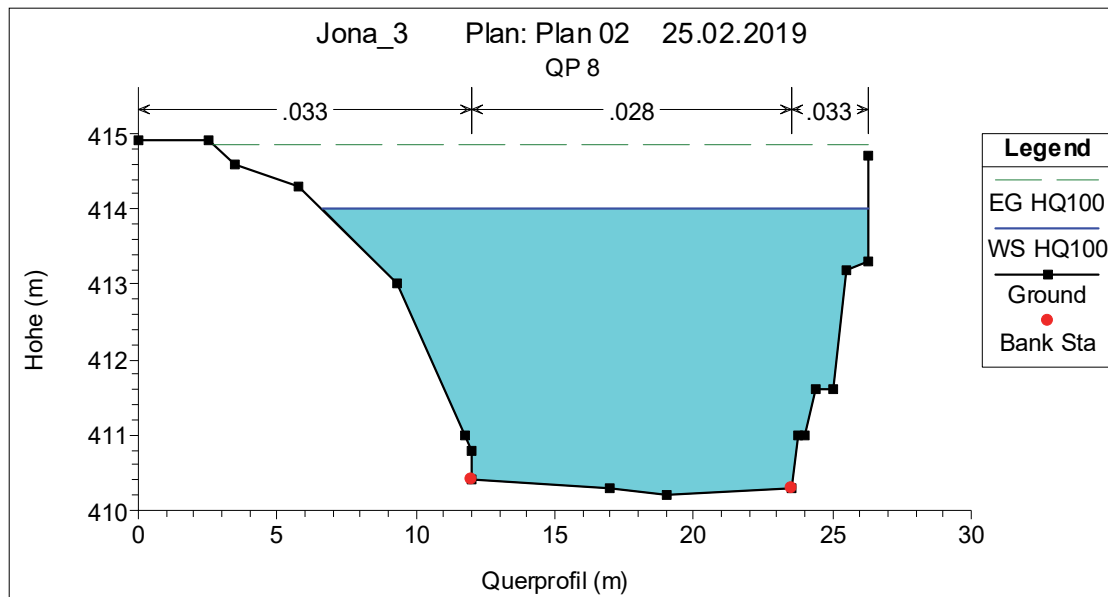
Die Querprofile wurden nicht mit einem regelmässigen Abstand gewählt, sondern den Gegebenheiten der Bachsohle Rechnung getragen. Dies widerspiegelt die Eigenheiten der Jona.

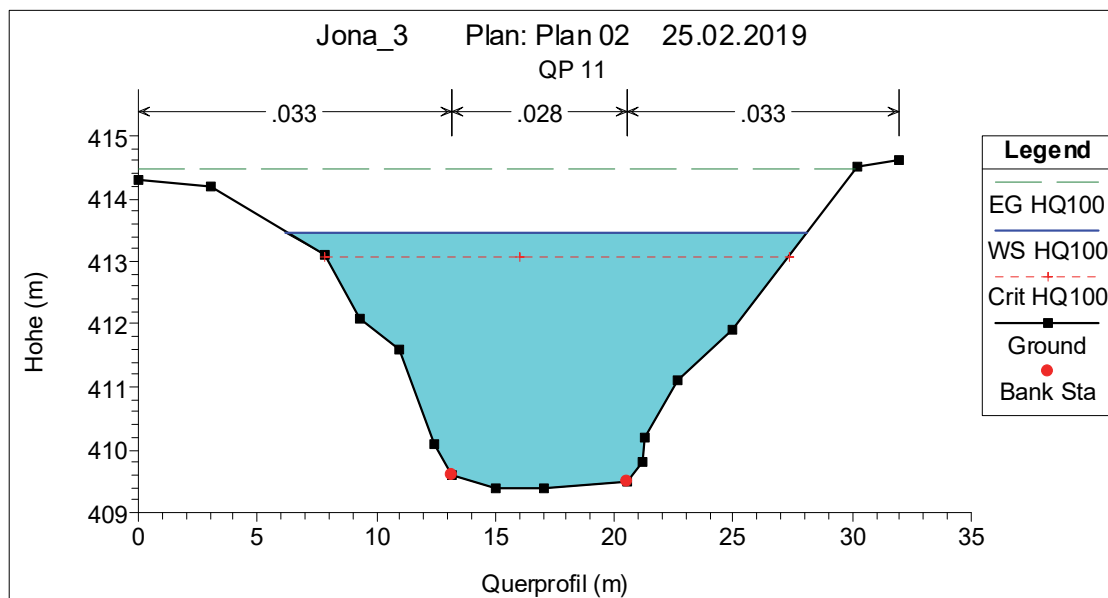
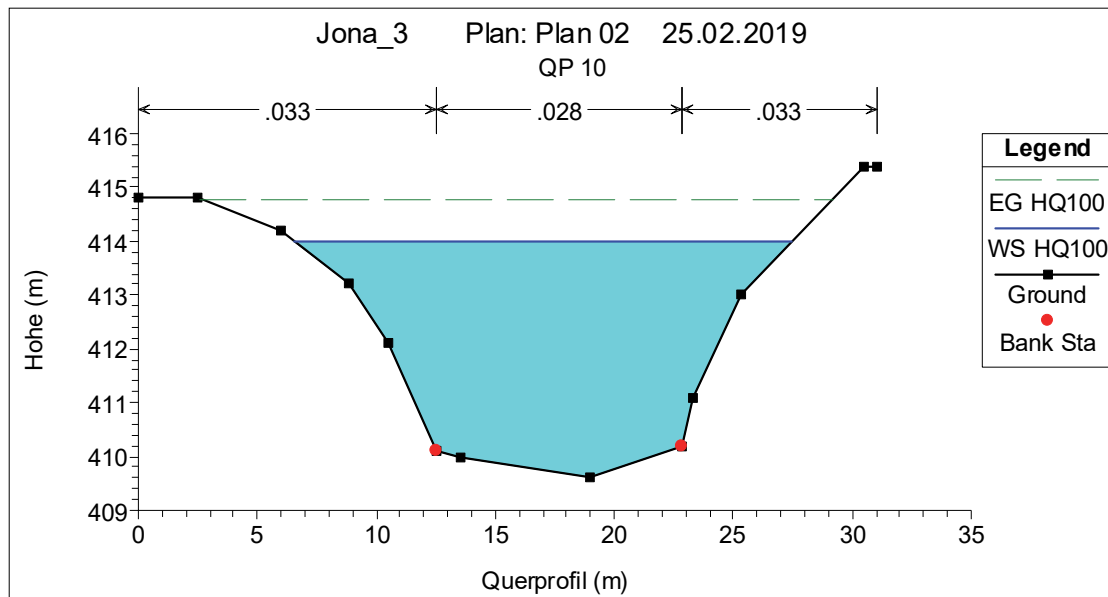


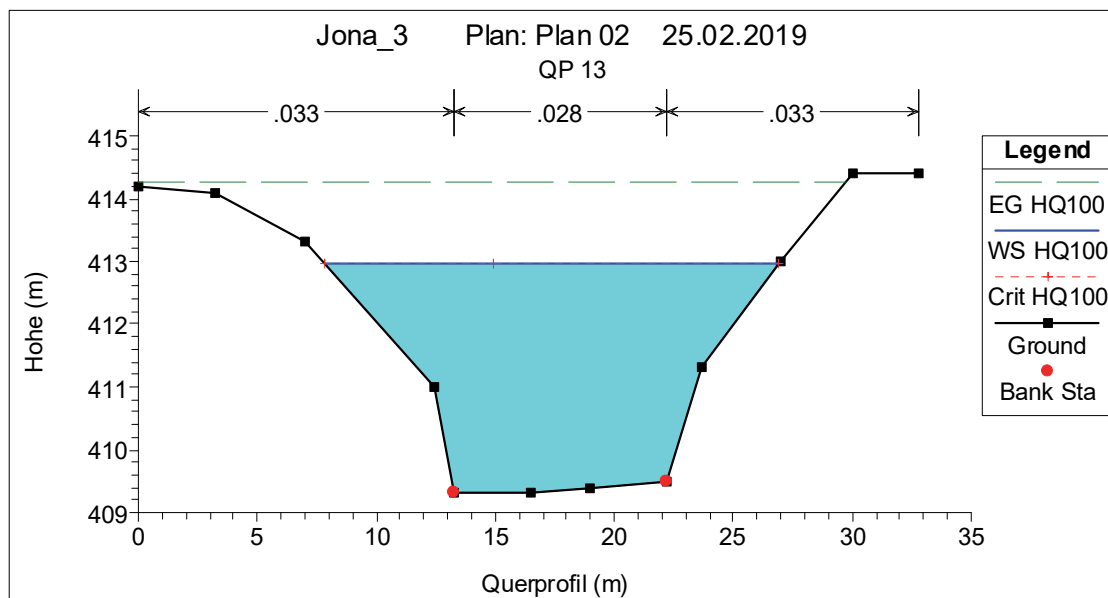
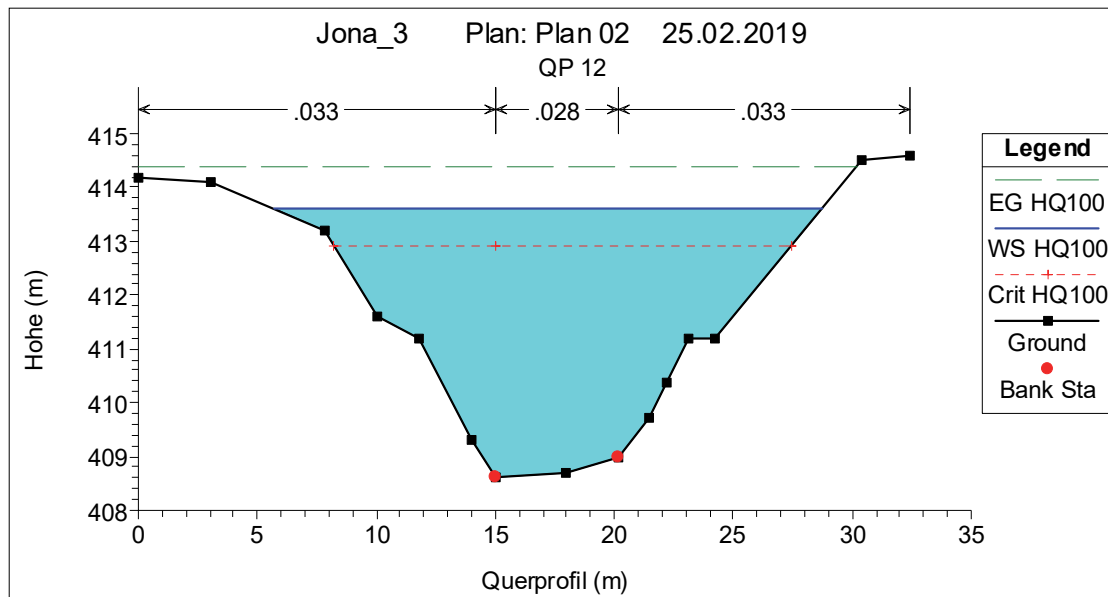




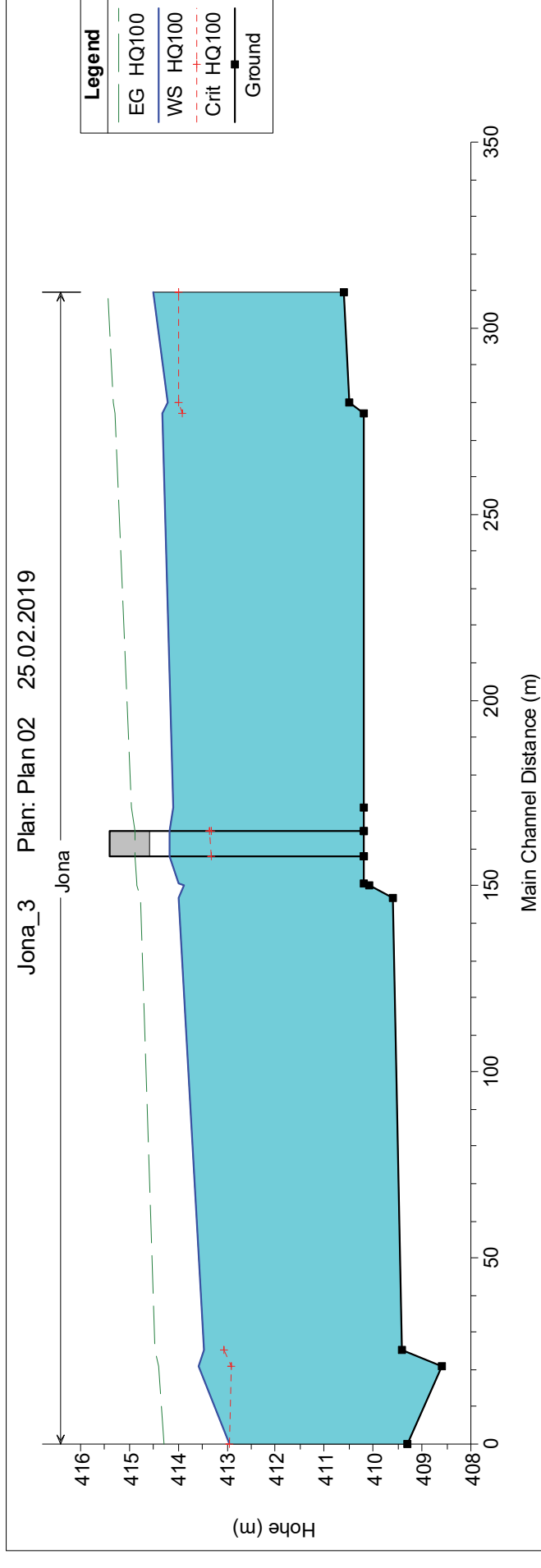








4.1.3. Längenprofil



4.2. Simulationen mit HQ 300

4.2.1. Berechnungen

Profil Nr.	Sohle [m ü.M.]	Wsp. [m ü.M.]	Wsp. Crit. [m ü.M.]	EL [m ü.M.]	EL ‰	v [m/s]	Fläche [m²]	B _{wsp} [m]	Froud
1	410.60	415.75	414.58	416.55	1.82	4.46	89.82	32.60	0.64
2	410.50	415.71		416.50	1.91	4.67	92.42	33.50	0.65
3	410.20	415.72		416.48	1.81	4.60	94.49	33.50	0.64
4	410.20	415.21	414.29	416.24	2.24	4.92	80.50	31.23	0.70
5	410.20	415.34	414.10	416.10	1.59	4.16	90.36	30.40	0.59
Bridge	410.20	414.83	414.08	415.96		4.28	67.82		
7	410.20	414.95		415.91	2.14	4.57	75.17	21.39	0.68
8	410.20	414.71	414.16	415.87	2.76	5.04	70.06	23.15	0.77
9	410.10	414.69	414.26	415.86	2.85	5.17	70.49	24.63	0.78
10	409.60	414.78		415.81	2.21	4.83	76.64	26.55	0.70
11	409.40	414.40	413.99	415.50	2.74	5.43	77.81	30.00	0.78
12	408.60	414.52	413.75	415.44	2.16	5.34	87.88	30.82	0.71
13	409.30	413.84	413.84	415.33	3.70	5.90	64.49	24.38	0.89

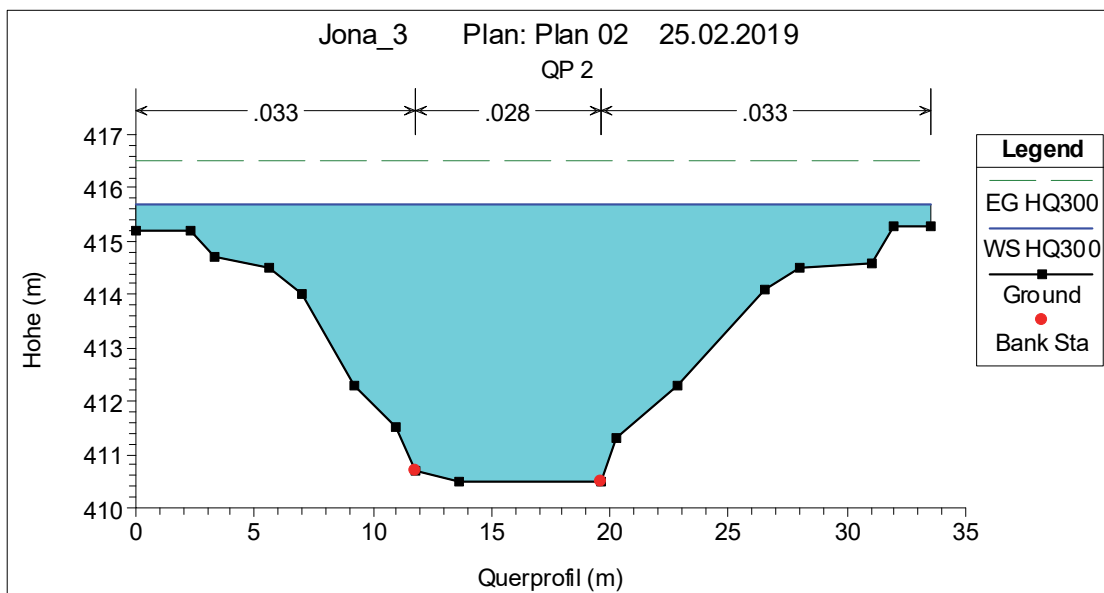
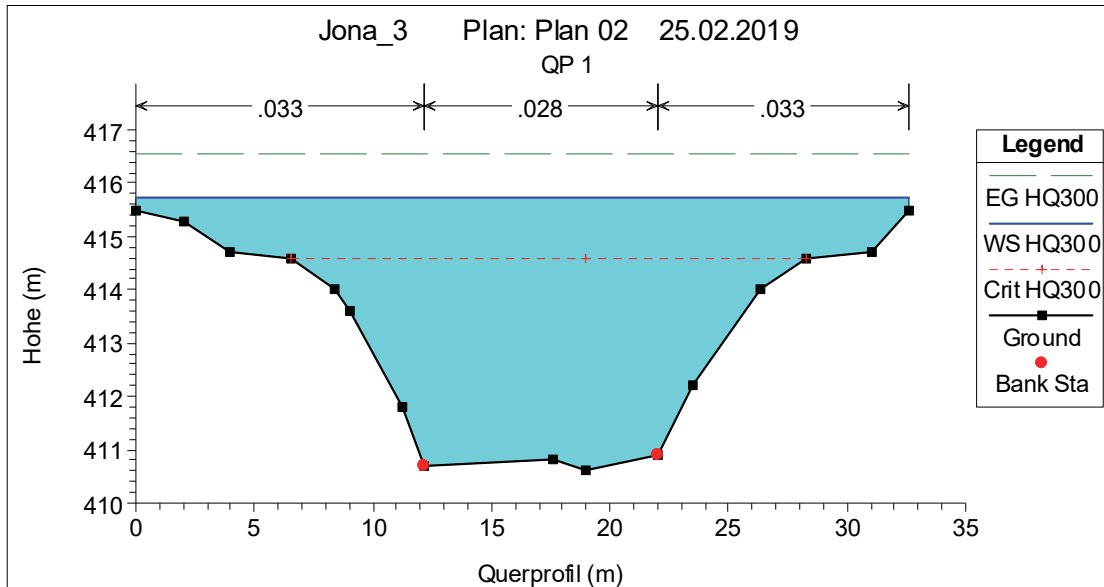
Tabelle 2 Auszug aus der Software HEC-RAS für ein 300-jährliches Hochwasser

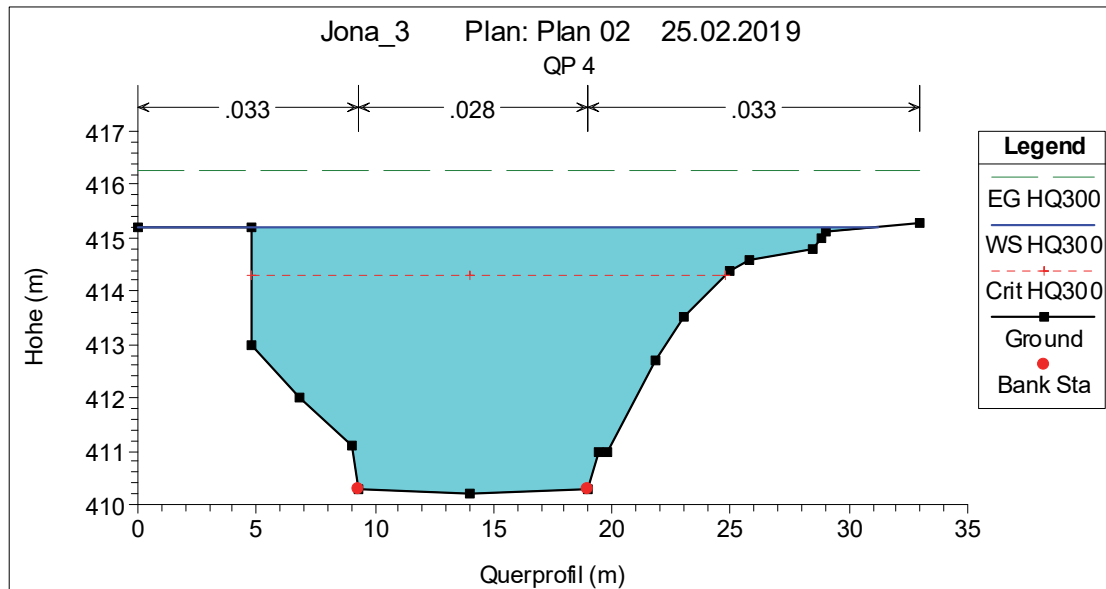
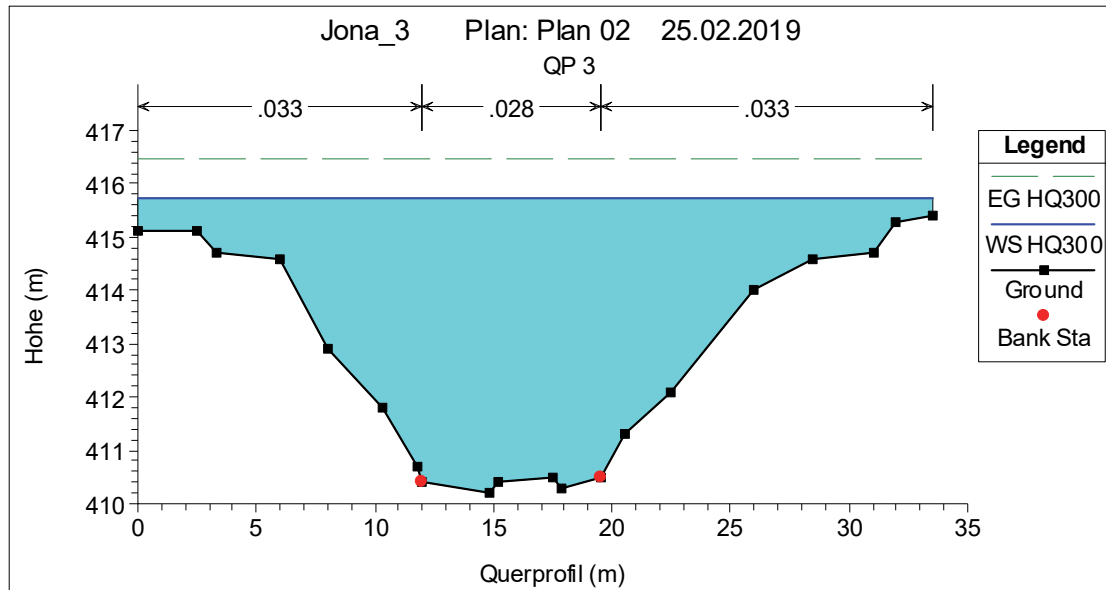
Diese Tabelle beinhaltet die Berechnung der simulierten Jona im Bereich der Brücke Feldlistrasse im Falle eines 300-jährlichen Hochwasserereignisses.

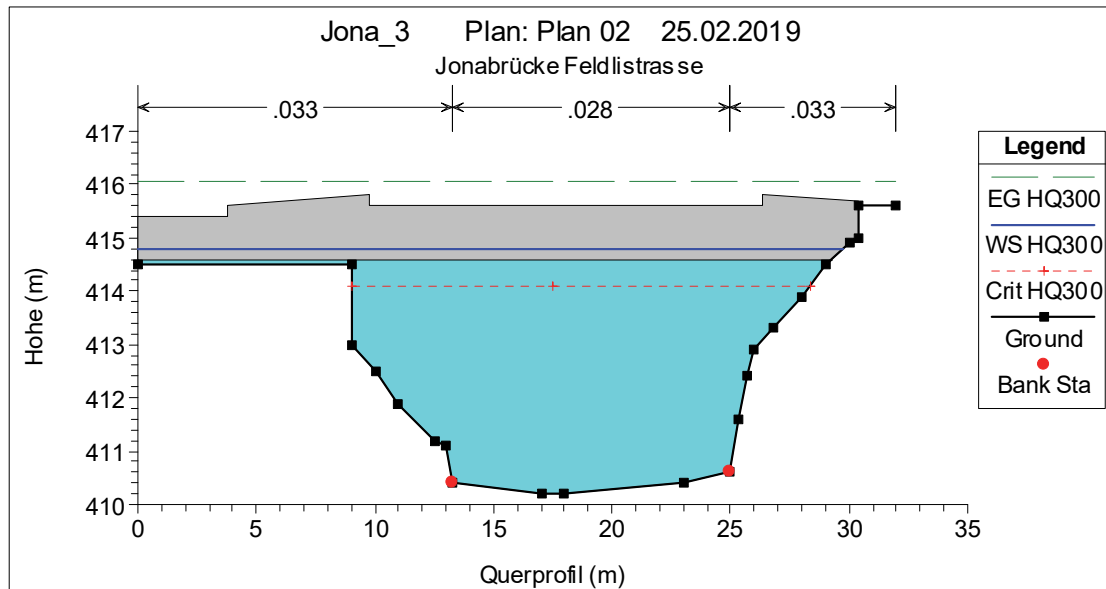
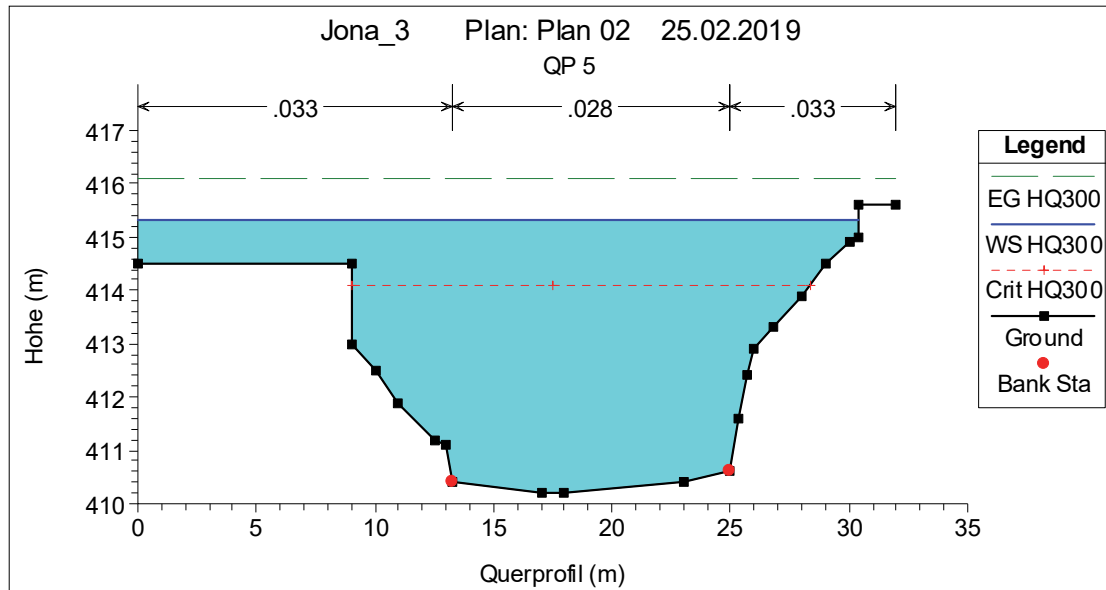
4.2.2. Querprofile

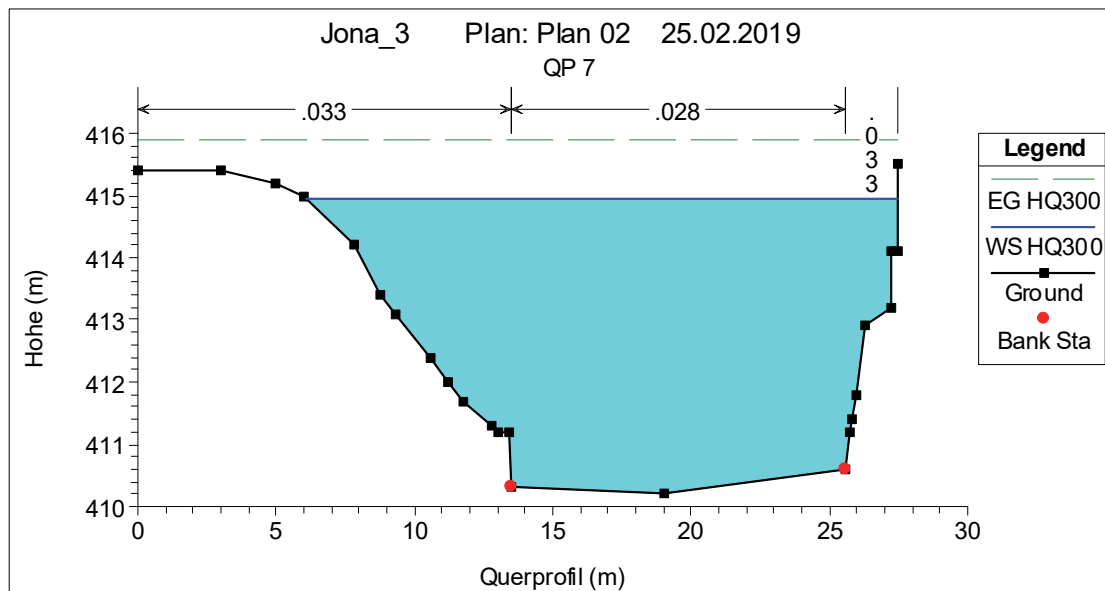
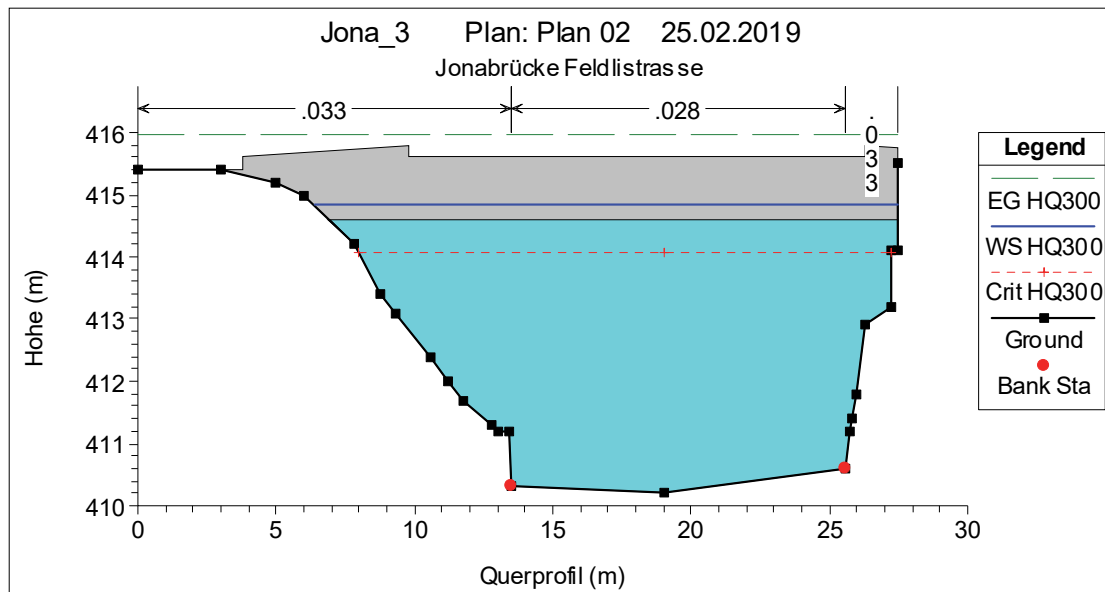
Auszug aus der Software HEC-RAS für ein 100-jährliches Hochwasser

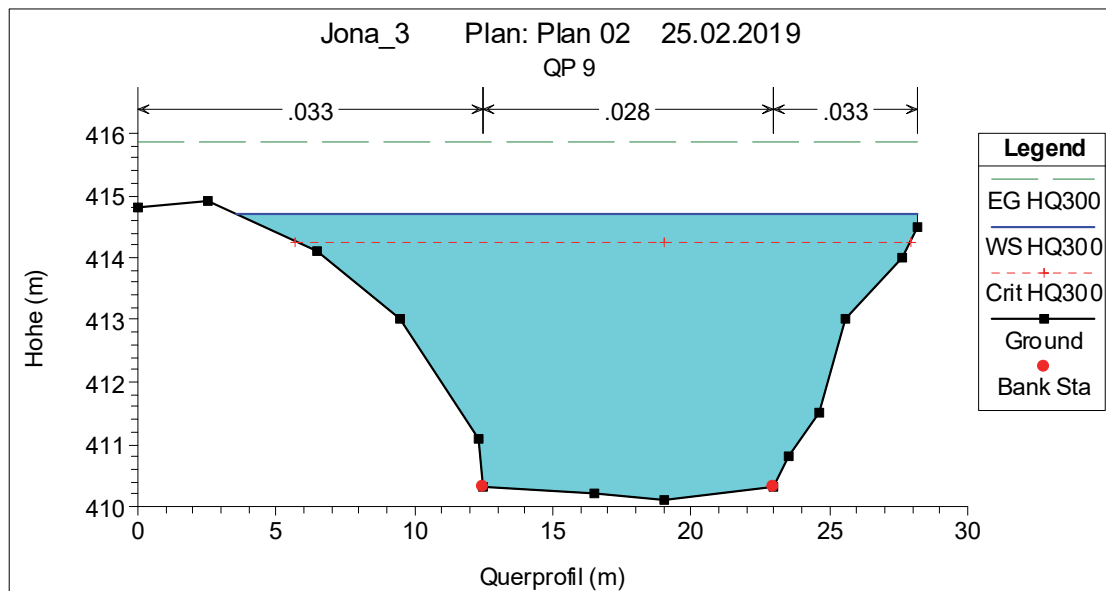
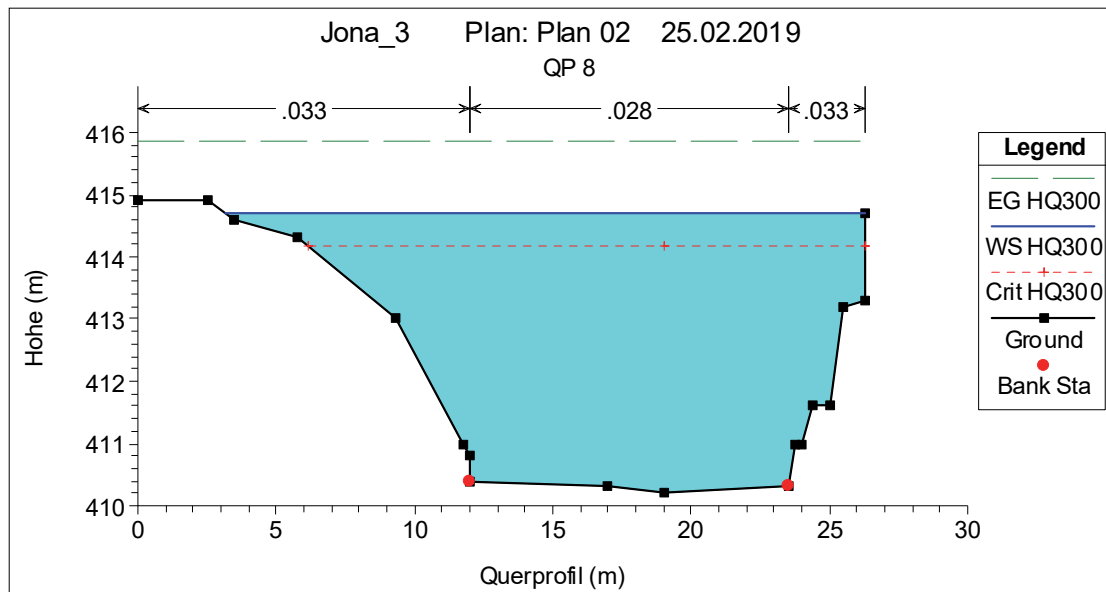
Diese Tabelle beinhaltet die Berechnung der simulierten Jona im Bereich der Brücke Feldlistrasse im Falle eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses.

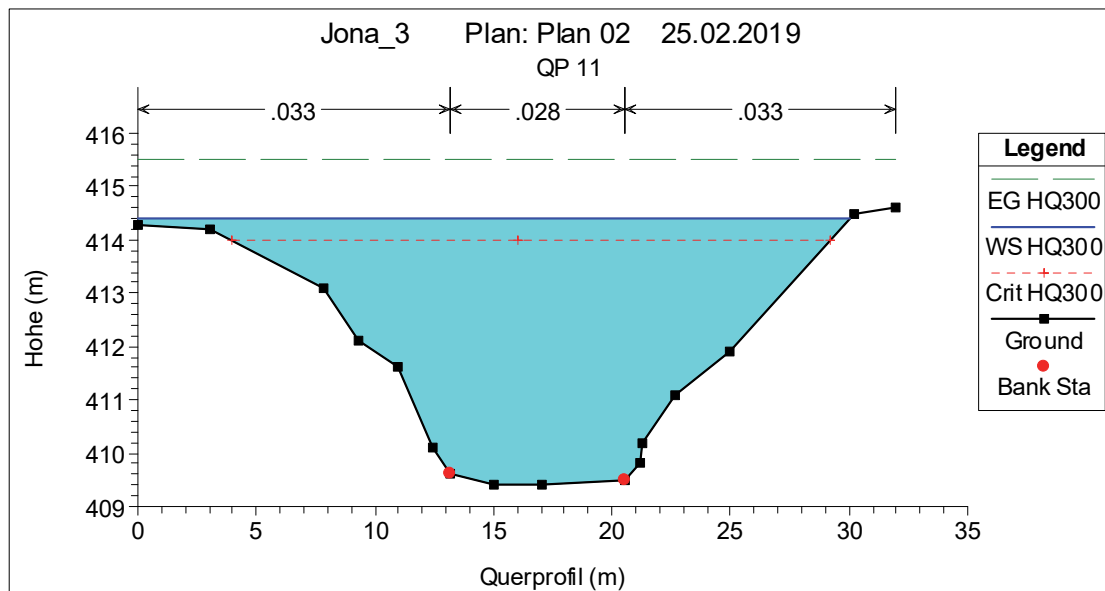
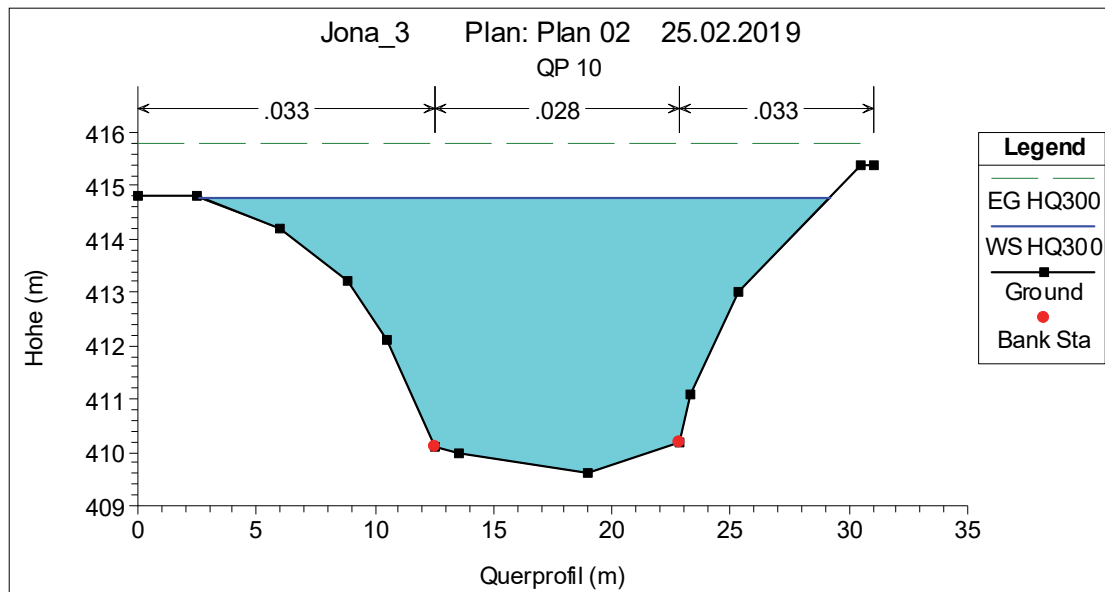


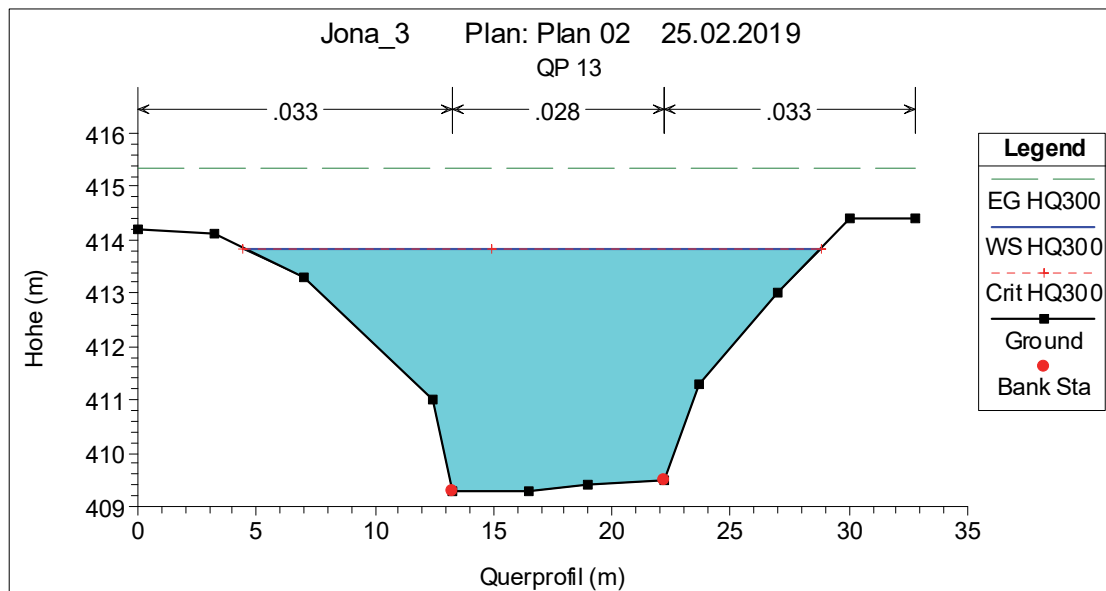
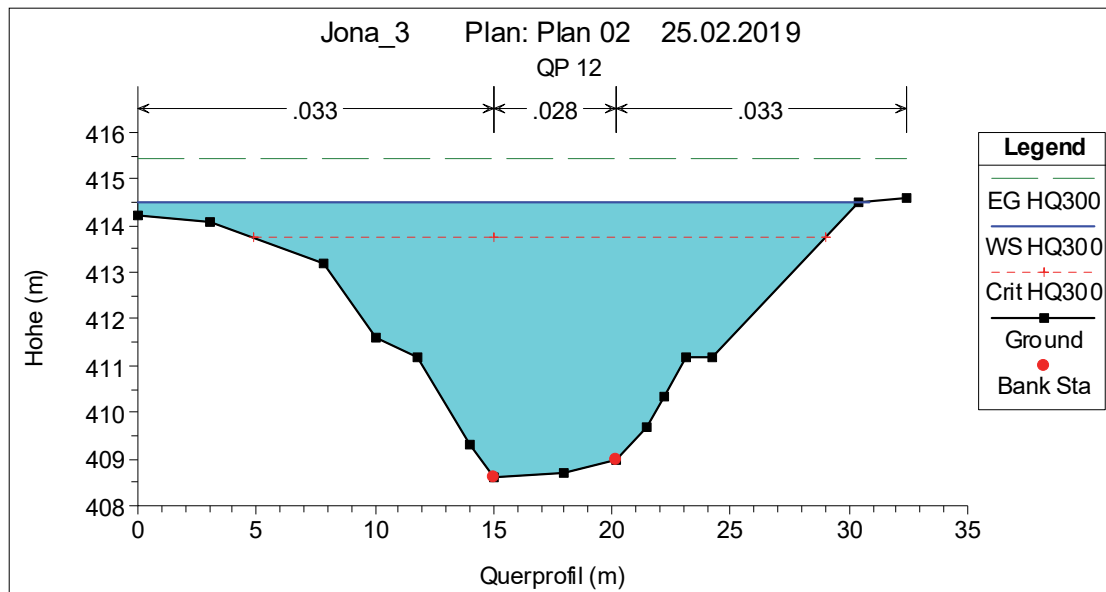




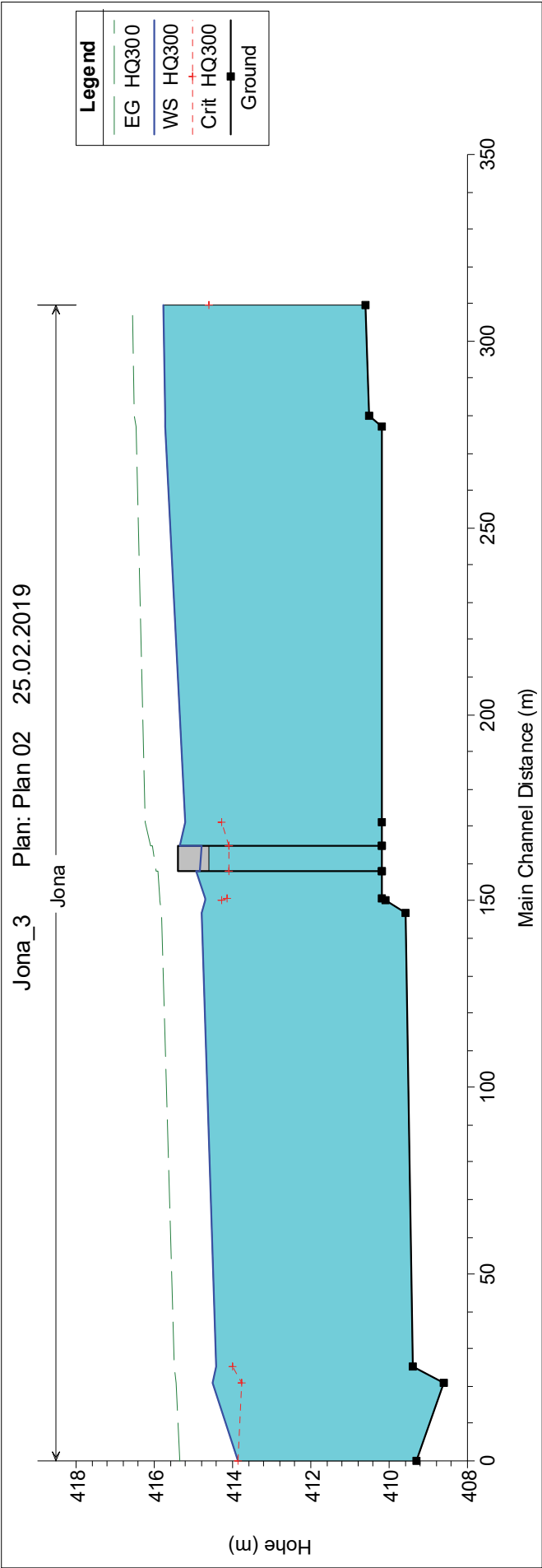








4.2.3. Längenprofil



5. Quellenachweis

- [1] Kanton St. Gallen. Amt für Wasser und Energie (2017): Freibord für Gerinne und Gewässerübergänge.
- [2] Kanton St. Gallen. Amt für Wasser und Energie (2017): Beurteilung der Verkläusungsgefahr an Brücken oder Durchlässen.