

## HOCHWASSERSCHUTZ SCUOL, CLEMGIA

## SANIERUNG DER FLUSSSCHWELLE BEI DER KRAFTWERKZENTRALE

### KURZBERICHT BAUPROJEKT



Chur/Scuol 18. Dezember 2020

Cumün da Scuol  
Uffizi da fabrica / gestiuns tecnicas  
Bagnera 171  
7550 Scuol

**BREM+THANEI AG**

Via da Manaröl 601, 7550 Scuol

Telefon +41 81 864 05 51

info@ing-thanei.ch

**HOLINGER AG**

Richtstrasse 10, CH-7000 Chur

Telefon +41 52 267 09 00

chur@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Kontrolle	Verteiler
1.0	18.12.2020	C. Nagy N. Thanei	M. Langenbacher	1x Cumün da Scuol 1x Brem + Thanei AG 1x HOLINGER AG

BE\_HWS Scuol, Clemgia Sanierung Flussschwelle Kraftwerkzentrale.docx

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>5</b>
<b>1 ANLASS UND AUFTRAG</b>	<b>6</b>
1.1 AUSGANGSLAGE, PROJEKTPERIMETER UND AUFTRAG	6
1.2 PROJEKTORGANISATION	7
1.3 GRUNDLAGEN	7
<b>2 AUSGANGSSITUATION</b>	<b>8</b>
2.1 EINZUGSGEBIET	8
2.2 HISTORISCHE EREIGNISSE	8
2.3 HYDROLOGIE	8
2.4 GEFAHRENKARTE	9
2.5 HYDRAULISCHE VERHÄLTNISSE IM IST-ZUSTAND	10
<b>3 PROJEKTZIELE</b>	<b>11</b>
3.1 BEMESSUNGSGRÖSSEN	11
3.2 FREIBORD	11
3.3 GEWÄSSERRAUM	12
3.4 OBERFLÄCHENGEWÄSSER	12
3.5 FISCHEREI	12
3.6 NATUR- UND LANDSCHAFTSSCHUTZ	12
3.7 WALD UND NATURGEFAHREN	12
<b>4 VARIANTENSTUDIUM</b>	<b>13</b>
<b>5 MASSNAHMENBESCHRIEB</b>	<b>14</b>
5.1 SCHWELLE UNTEN	14
5.1.1 Sanierungsbedarf	14
5.1.2 Massnahmen	14
5.2 SCHWELLE OBEN	15
5.2.1 Sanierungsbedarf	15
5.2.2 Massnahmen	16
5.3 BAUPROGRAMM + WASSERHALTUNG	16
5.4 KOSTENVORANSCHLAG	18
<b>6 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN</b>	<b>19</b>
6.1 HOCHWASSERSCHUTZ UND GEFAHRENZONEN	19
6.2 GESCHIEBE UND MORPHOLOGIE	19
6.3 NATUR UND LANDSCHAFT	19
6.4 FISCHEREI	19

6.5	WALD	19
6.6	KRAFTWERKZENTRALE ENERGIA ENGIADINA	19
<b>7</b>	<b>TERMINE UND WEITERES VORGEHEN</b>	<b>20</b>
7.1	BAUHERRSCHAFT	20
7.2	BAULICHE UMSETZUNG	20
7.2.1	Ausführungszeitpunkt	20
7.2.2	Materialbewirtschaftung	20
7.2.3	Schutzmassnahmen für die Bauphase	20
7.3	BETRIEBS- UND UNTERHALTSKONZEPT	21
7.4	TERMINPROGRAMM	21
Anhang 1	Kolkberechnung Schwellenfuss	
Anhang 2	Hydraulik	

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Bestehende Schwellen sowie Triebwasserkanal der Energia Engiadina SA	6
Abbildung 2:	Projektperimeter	6
Abbildung 3:	Einzugsgebiet Clemgia bis zur Mündung in den Inn [5]	8
Abbildung 4:	Auszug Naturgefahrenkarte, Prozess Wasser (Quelle: <a href="https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps">https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps</a> )	10
Abbildung 5:	Hydraulisches Längenprofil Ist-Zustand, HQ100 = 48.0 m <sup>3</sup> /s	10
Abbildung 6:	Schutzzielmatrix BAFU [7]	11
Abbildung 7:	Neubau Schwelle unten, Auszug Plan Nr. W2562.32.001	15
Abbildung 8:	Längsschnitt Schwellenneubau, Auszug Plan Nr. W2562.32.001	15
Abbildung 9:	Schadenbild am oberen Schwellenbauwerk, März 2020	16
Abbildung 10:	Unterfangung und Kolkschutz an der oberen Schwelle, Längsschnitt	16
Abbildung 11:	Installationsflächen	17
Abbildung 12:	Wasserhaltung Phase 1	17
Abbildung 13:	Wasserhaltung Phase 2	18

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Ermittlung Hochwasserabflüsse bei der Mündung in den Inn auf Basis von [3]	9
Tabelle 2:	Hochwasserabflüsse Clemgia bei der Mündung in den Inn [9]	9

# ZUSAMMENFASSUNG

## **Ausgangslage**

Während eines Unwetters im Sommer 2017 erodierte die hochwasserführende Clemgia die rechtsufrige Ufermauer bei der Kraftwerkzentrale der Energia Engiadina SA und beschädigte dabei auch Teile der Zufahrtsstrasse. Vermutlich ebenfalls während dieses Ereignisses wurde die untere von zwei Flussschwellen, welche zur Sicherung der Sohlenlage der Clemgia im Zuge des Kraftwerkbaus erstellt wurden, beschädigt. Eine zunehmende Beschädigung der Flussschwelle durch nachfolgende, kleinere Ereignisse konnte aufgrund der Auswertung von Bildmaterial nachgewiesen werden.

## **Auftrag**

Um das Risiko eines Bauwerksversagens zu reduzieren hat die Gemeinde Scuol der Brem + Thanei AG sowie der HOLINGER AG den Auftrag erteilt, für die Sanierung oder den Ersatz der Flussschwelle ein Bauprojekt mit vorgezogener Variantenstudie zu erarbeiten.

## **Vorgehen**

Aufgrund einer qualitativen und quantitativen Variantenbewertung, wurde – unter Berücksichtigung erfolgter Vorabklärungen insbesondere mit dem AJF – die Variante 2 (Schwellenersatz) als Bestvariante zur Weiterprojektierung eruiert.

Im Rahmen einer informellen Vorprüfung zum BAB haben die betroffenen kantonalen Fachstellen Stellung zum Variantenstudium und zur vorgeschlagenen Bestvariante Stellung genommen. Die Variante "Schwellenersatz" wurde als gangbare und bewilligungsfähige Variante beurteilt und in der Folge bis auf Stufe Bauprojekt ausgearbeitet (vorliegendes Projekt).

## **Massnahmen**

Das untere, grössere Schwellenbauwerk wird durch einen Betonneubau ersetzt. Aufgrund der Bauwerkslänge sowie einer unzureichenden Einbindung in die Talflanken ist der Ersatzbetonbau als Stützmauer konzipiert. Es erfolgen keine Anpassungen an der Sohlenlage der Clemgia, sodass der Triebwasserkanal sowie der Betrieb der Kraftwerkzentrale der Energia Engiadina durch die Massnahmen nicht beeinflusst werden.

Am oberen, kleineren Schwellenbauwerk sind Sanierungsmassnahmen vorgesehen, um eine fortschreitende Unterkolkung und Destabilisierung des Schwellenkörpers und der angrenzenden Ufermauern zu unterbinden.

## **Kosten**

Die Gesamtkosten für die beschriebenen Massnahmen belaufen sich auf ca. 400'000 CHF (inkl. MwSt, Nebenkosten und Unvorhergesehenem).

## **Termine**

Aufgrund des baulich schlechten Zustands insbesondere der unteren Schwelle ist eine Ausführung vor Beginn der nächsten Hochwassersaison, d.h. je nach Witterungsverhältnissen, ab April/Mai 2021 vorgesehen.

# 1 ANLASS UND AUFTRAG

## 1.1 AUSGANGSLAGE, PROJEKTPERIMETER UND AUFTRAG

Auf Höhe der Kraftwerkzentrale der Energia Engiadina wurde die Sohle der Clemgia mit zwei Querbauwerken gesichert (vgl. Abbildung 1). Das untere, grössere Bauwerk mit einer Absturzhöhe von ca. 2.0 m befindet sich in einem schadhaften Zustand, was die Gemeinde Scuol dazu veranlasste, für die Sanierung des Bauwerks die Ausarbeitung eines Bau- und Auflageprojekts zu beauftragen. Im Rahmen einer Begehung des Projektperimeters [1] wurde zudem vereinbart, das zweite, kleinere Querbauwerk ebenfalls in die Betrachtungen miteinzubeziehen und Lösungsvorschläge gegen eine fortschreitende Unterkolkung des Bauwerks zu erarbeiten.



Abbildung 1: Bestehende Schwellen sowie Triebwasserkanal der Energia Engiadina SA

Die Brem + Thanei AG wurde zusammen mit der HOLINGER AG durch die Gemeinde Scuol beauftragt, für die Sanierung der Flussschwelle ein Bau- und Auflageprojekt (SIA 103, Phasen 32 + 33) mit vorgezogener Variantenstudie zu erarbeiten. Der Projektperimeter erstreckt sich über den Bachabschnitt gemäss Abbildung 2 (grün dargestellter Vermessungsperimeter).

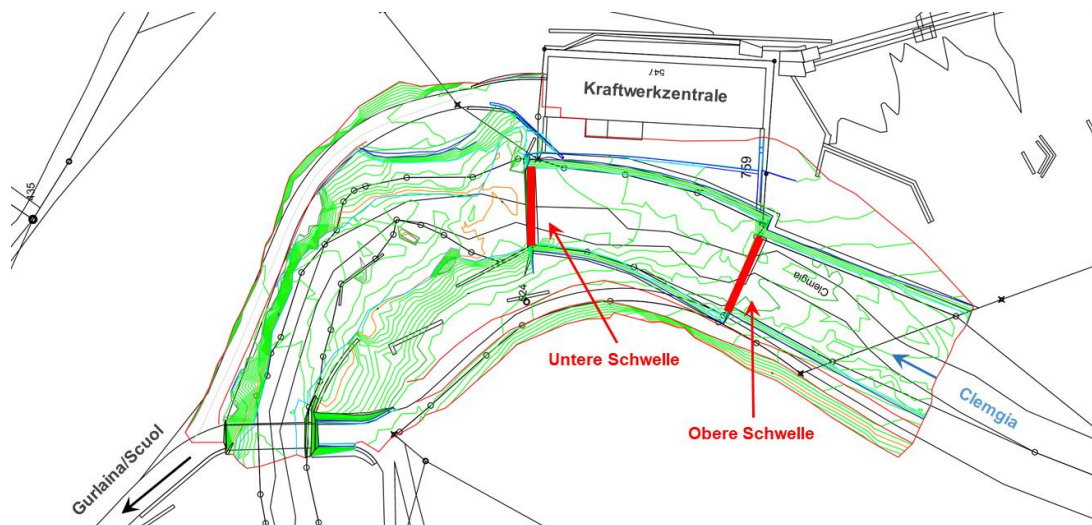


Abbildung 2: Projektperimeter

## 1.2 PROJEKTORGANISATION

### **Auftraggeber:**

Cumün da Scuol  
Uffizi da fabrica / gestiuns tecnicas  
Bagnera 171  
7550 Scuol

### **Ansprechperson:**

Jachen Stuppan  
078 689 28 90  
j.stuppan@scuol.net

### **Auftragnehmer I:**

Brem + Thanei AG  
Via da Manaröl 601  
7550 Scuol

### **Ansprechperson:**

Nic Thanei  
081 864 05 51  
thanei@ing-thanei.ch

### **Auftragnehmer II:**

HOLINGER AG  
Richtstrasse 10  
7000 Chur

### **Ansprechperson:**

Christian Nagy  
052 267 09 00  
christian.nagy@holinger.com

## 1.3 GRUNDLAGEN

- [1] Begehung Projektperimeter inkl. Besprechung und Definition der Projektrandbedingungen, 12.03.2020, Teilnehmer: J. Stuppan, Gemeinde Scuol; N. Thanei, Brem+Thanei AG; Christian Nagy, HOLINGER AG
- [2] Kindschi SA, indschegners e geometers: Vermessung Projektperimeter, Dezember 2019
- [3] EnergieBüro AG: Hochwasserabflüsse der Clemgia bei der Fassung Minger, Erstellungsdatum unbekannt
- [4] Brem+Thanei AG / HOLINGER AG: Clemgia, Sanierung Flussschwelle bei der Kraftwerkzentrale, Honorarofferte, 20. März 2020
- [5] Bundesamt für Umwelt BAFU: Topographische Teileinzugsgebiete der Schweizer Gewässer, Zugriff über [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch)
- [6] Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden: Freibord im Kanton Graubünden, 26. November 2011
- [7] Bundesamt für Wasser und Geologie: Hochwasserschutz an Fließgewässern, 2001
- [8] HecRas River Analysis System, U.S. Army Corps of Engineers: Softwarepaket zur Erstellung von hydraulischen Staukurvenberechnungen (1D), Version 5.0.3
- [9] Hunziker, Zarn + Partner AG, Gefahrenbeurteilung Inn – Nairs und Pradella bei Scuol, 29. April 2019
- [10] HOLINGER AG / BREM + THANEI AG, Hochwasserschutz Scuol, Clemgia – Sanierung der Flussschwelle bei der Kraftwerkzentrale, Kurzbericht Variantenstudie, 28.05.2020
- [11] Amt für Raumentwicklung Graubünden, Stellungnahme zur BAB-Vorabklärung, 19.08.2020

## 2 AUSGANGSSITUATION

### 2.1 EINZUGSGEBIET

Das Einzugsgebiet der Clemgia umfasst bei der Mündung in den Inn gemäss [5] eine Fläche von ca. 110.6 km<sup>2</sup> und wird dem nival-alpinen Abflussregimetyp zugeordnet. Der höchste Punkt des Einzugsgebiets ist der Piz Sesvenna (3204 m ü. M.), die Sohlhöhe der Clemgia bei der Mündung in den Inn liegt auf einer Höhe von ca. 1172m ü. M. Das Einzugsgebiet weist einen Vergletscherungsanteil von ca. 1.6 % auf. Das Einzugsgebiet verfügt über eine durchschnittliche Gebietsniederschlagssumme von 828 mm/Jahr [9].

Da sich der Projektperimeter nur ca. 250 m oberhalb der Clemgiamündung in den Inn befindet und in diesem Abschnitt keine relevanten Seitenzuflüsse in die Clemgia münden, wird für die Definition der Dimensionierungsgrössen das gesamte Einzugsgebiet der Clemgia berücksichtigt.

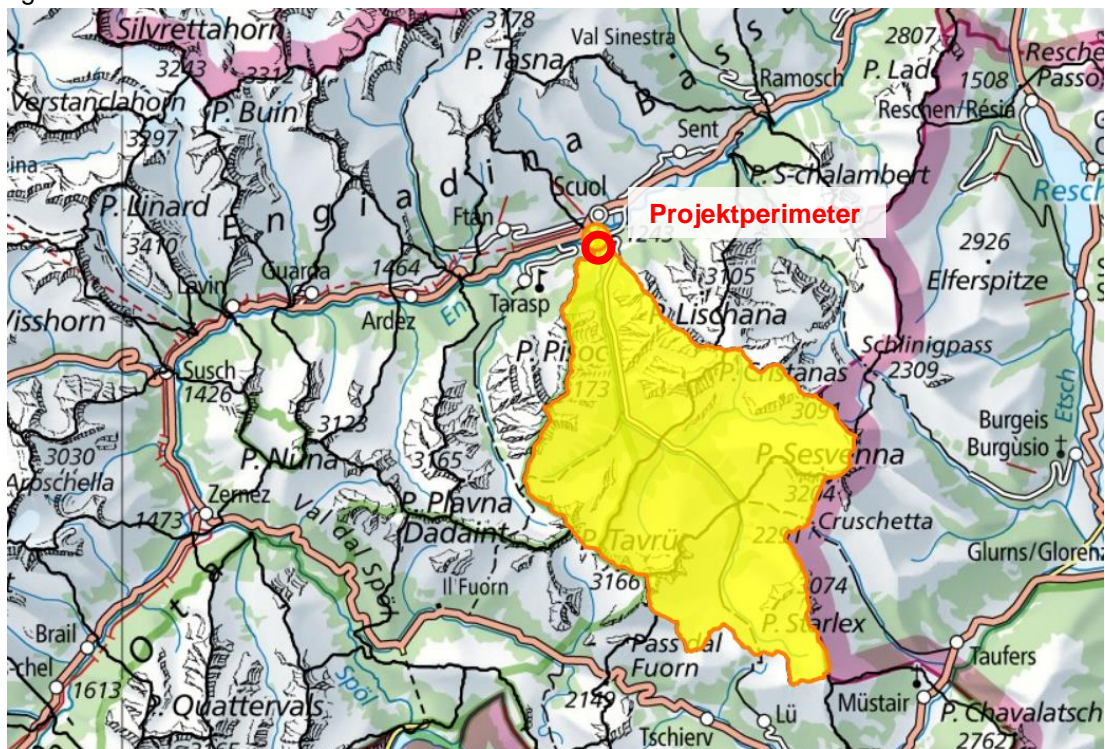


Abbildung 3: Einzugsgebiet Clemgia bis zur Mündung in den Inn [5]

### 2.2 HISTORISCHE EREIGNISSE

Die historischen Ereignisse an der Clemgia wurden nicht aufgearbeitet. Im Sommer 2017 führte jedoch ein Unwetter zu einem Hochwasserabfluss in der Clemgia mit erheblichem Feststofftransport. Dabei wurde die Zufahrtstrasse zur Kraftwerkzentrale stark unterspült und musste in der Folge instand gestellt werden.

### 2.3 HYDROLOGIE

Die Hydrologie der Clemgia wurde in [3] sowie [9] mit unterschiedlichen Verfahren beurteilt, sodass für die vorliegende Aufgabenstellung zwei Vergleichswerte beigezogen werden können.



Die Ermittlung der Hochwasserabflüsse in [3] erfolgte mit dem Programm HQx Meso CH und bezieht sich auf den Berechnungspunkt bei der Wasserfassung Minger. Das Teileinzugsgebiet der Clemgia weist gemäss [5] bei der Fassung Minger eine Fläche von ca. 92.5 km<sup>2</sup> auf.

Für die Ermittlung der Hochwasserspiegel sowie für die Massnahmenplanung werden die Hochwasserabflüsse bei der Mündung in den Inn unter der vereinfachenden Annahme einer linearen Zunahme der Hochwasserabflüsse gemäss Tabelle 1 hochgerechnet.

**Tabelle 1: Ermittlung Hochwasserabflüsse bei der Mündung in den Inn auf Basis von [3]**

HQx	Hydrologie Minger [2] [m <sup>3</sup> /s]	EZG Minger [km <sup>2</sup> ]	EZG Mündung [km <sup>2</sup> ]	Zuwachs EZG [%]	Hydrologie Mündung [m <sup>3</sup> /s]
HQmax	120	92.5	110.6	+19.6	<b>143.5</b>
HQ100	40	92.5	110.6	+19.6	<b>47.8</b>
HQ20	28	92.5	110.6	+19.6	<b>33.5</b>
HQ5	21	92.5	110.6	+19.6	<b>25.1</b>

In [9] werden die Hochwasserabflüsse der Clemgia zusätzlich mit einem flächenproportionalen Übertrag aus vergleichbaren Einzugsgebieten an der Ova da Chamuera sowie der Ova dal Fuorn ermittelt (vgl. Tabelle 2).

**Tabelle 2: Hochwasserabflüsse Clemgia bei der Mündung in den Inn [9]**

HQx	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]
HQ100	45
HQ30	32

Die ermittelten Hochwasserabflüsse der Clemgia aus [3] und [9] wurden nicht im Detail verifiziert. Der spezifische Abfluss q<sub>100</sub> bei einem hundertjährigen Ereignis HQ100 von

$$q_{100} = \frac{HQ100}{EZG} = \frac{45 - 48 \frac{m^3}{s}}{110.6 \text{ km}^2} = 0.41 - 0.43 \frac{m^3}{s \cdot km^2}$$

wird jedoch als sehr gering eingeschätzt. Bei der Planung der baulichen Massnahmen wird daher vorgeschlagen, den bestehenden Unsicherheiten in der Hochwasserhydrologie mit einer angemessenen Dimensionierungsreserve Rechnung zu tragen.

## 2.4 GEFAHRENKARTE

Die Naturgefahrenkarte (vgl. Abbildung 4) weist für die Kraftwerkzentrale der Energia Engiadina eine mittlere Gefährdung durch den Prozess Wasser aus (blaue Gefahrenstufe).

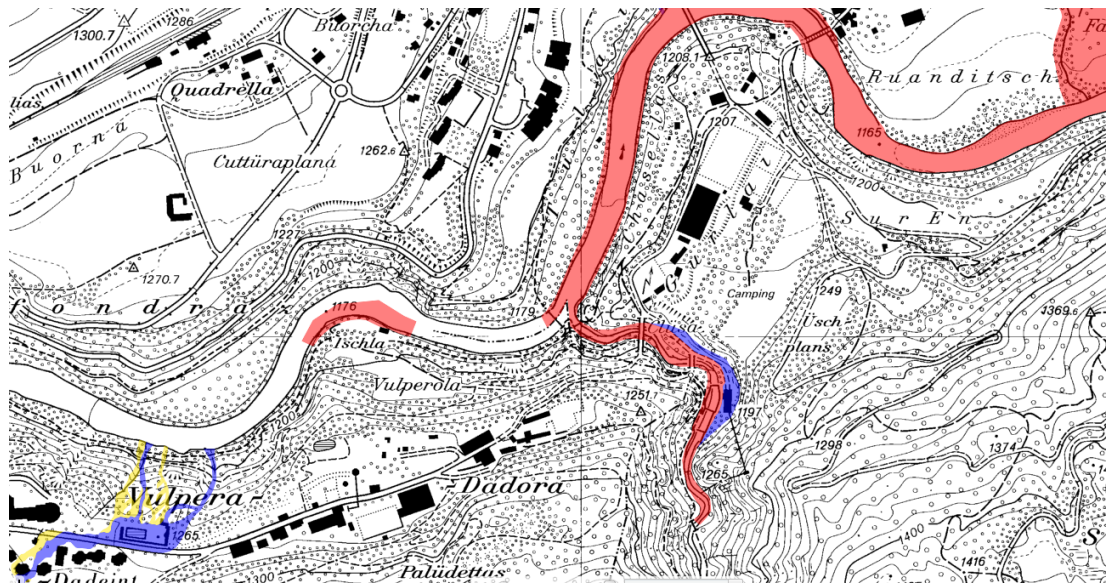


Abbildung 4: Auszug Naturgefahrenkarte, Prozess Wasser (Quelle: [https://map.geo.gr.ch/gr\\_webmaps](https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps))

## 2.5 HYDRAULISCHE VERHÄLTNISSE IM IST-ZUSTAND

Die Überprüfung der hydraulischen Verhältnisse im Projektperimeter erfolgt auf Basis der Gerinnevermessung [2] unter Verwendung des Softwarepakets HecRas [8]. Es wurden ausschliesslich Reinwasserberechnungen durchgeführt.

Das hydraulische Modell des Ist-Zustands zeigt, dass bei einem Abfluss von  $48.0 \text{ m}^3/\text{s}$  (oberer Grenzwert HQ100) sowohl der Wasserspiegel als auch die errechnete Energielinie (dargestellt als grün strichlierte Linie in Abbildung 5) im gesamten Projektperimeter unterhalb der vorhandenen Uferlinien liegt (vgl. auch Anhang 2). Im Projektperimeter liegt demnach kein Hochwasserschutzdefizit vor, Auslöser des vorliegenden Projekts ist daher ausschliesslich der mangelhafte bauliche Zustand der beiden Querbauwerke.

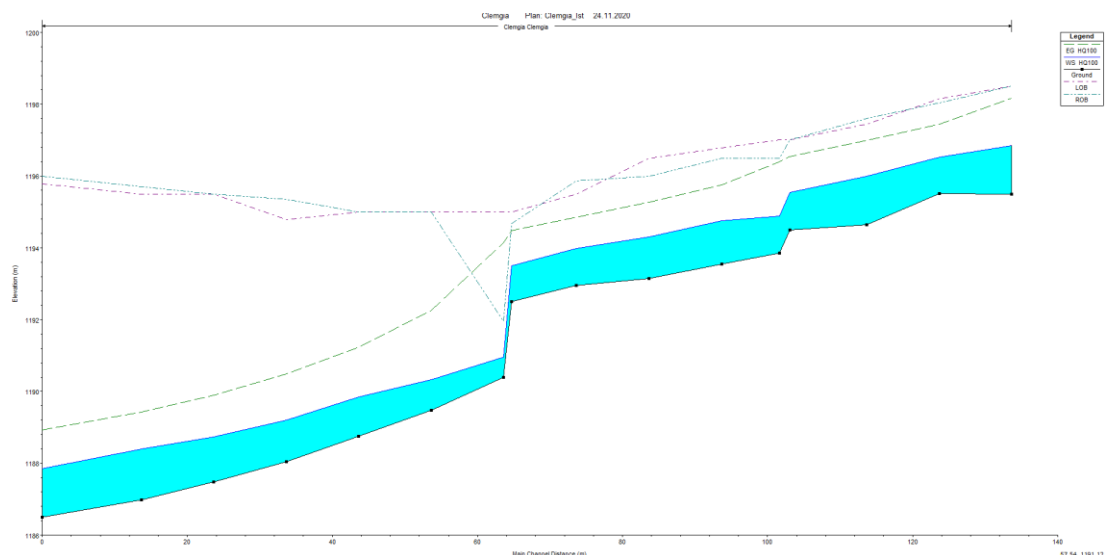


Abbildung 5: Hydraulisches Längenprofil Ist-Zustand, HQ100 =  $48.0 \text{ m}^3/\text{s}$

### 3 PROJEKTZIELE

#### 3.1 BEMESSUNGSGRÖSSEN

Die Festlegung der Bemessungsgrösse erfolgt gemäss Schutzzielmatrix des BAFU (vgl. Abbildung 6). Bei der Kraftwerkzentrale der Energia Engiadina handelt es sich um eine Infrastrukturanlage von lokaler Bedeutung, was einen vollständigen Schutz bis zu einem HQ50 rechtfertigt. Aufgrund der als relativ klein eingestuft Hochwasserabflüsse der Clemgia (vgl. Kapitel 2.3) wird jedoch vorgeschlagen, die Massnahmenplanung auf einen Abfluss von 48.0 m³/s (entspricht gemäss [3] resp. [9] einem HQ100) abzustützen, sodass die Unsicherheiten bzgl. der hydrologischen Verhältnisse durch die Erhöhung des Schutzziels abgedämpft werden können.

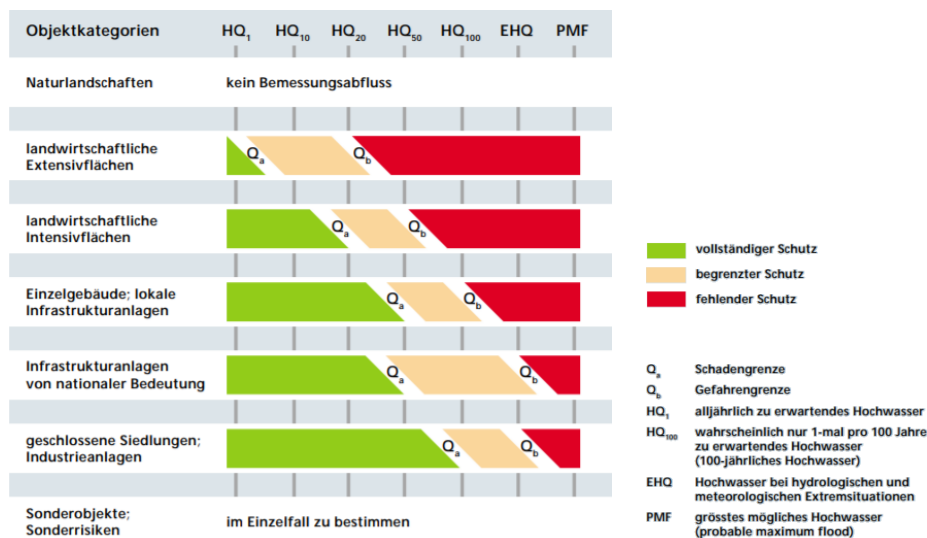


Abbildung 6: Schutzzielmatrix BAFU [7]

Die Dimensionierung der Massnahmen erfolgt auf Basis der verfügbaren hydrologischen Grundlagen [3], [9]. Als Bemessungsgrösse wird ein hundertjährliches Ereignis angenommen.

**Bemessungshochwasser = HQ100 = 48.0 m³/s (oberer Grenzwert)**

#### 3.2 FREIBORD

Das benötigte Freibord richtet sich nach den kantonalen Vorgaben [6] und wird wie folgt berechnet:

$$f = \sqrt{\left(\frac{v^2}{2g}\right)^2 + (0.06 + 0.06 * h)^2 + \sigma_{wz}^2}$$

mit:

- f = erforderliches Freibord [m]
- v = mittlere Fliessgeschwindigkeit [m/s]
- g = Erdbeschleunigung [m/s<sup>2</sup>]
- h = mittlere Abflusstiefe [m]
- σ<sub>wz</sub> = Beiwert [0.1; 1.0], für stabile Sohle gilt σ<sub>wz</sub> = 0 [-]

Bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von ca. 5 m/s, einer mittleren Abflusstiefe von 1.1 m und einem  $\sigma_{wz}$ -Wert von 1.0 für Wildbäche beträgt das errechnete Freibord (SOLL:  $0.5 < f < 1.5$  m):

$$f = \sqrt{\left(\frac{5.0^2}{2g}\right)^2 + (0.06 + 0.06 * 1.1)^2 + 1^2} = 1.62 \text{ m}$$

Es wird daher vorgeschlagen, das Freibord für den gesamten Projektperimeter einheitlich auf den **oberen Grenzwert von 1.5 m festzulegen**.

### 3.3 **GEWÄSSERRAUM**

Gemäss dem Gewässerschutzgesetz GSchG, Art. 36a ist der Raumbedarf oberirdischer Gewässer für die Gewährleistung der natürlichen Funktion der Gewässer, des Schutzes vor Hochwasser und der Gewässernutzung festzulegen. Ausnahme können u.a. Gewässer im Waldgebiet bilden, sofern keine überwiegenden Interessen vorliegen.

Das vorliegende Projekt liegt im Waldgebiet, weshalb im Projektperimeter auf eine Gewässer-raumausscheidung verzichtet wird.

### 3.4 **OBERFLÄCHENGEWÄSSER**

Bei der Sanierung ist die Hochwassersicherheit sowie der Objektschutz der Kraftwerkzentrale der Energia Engiadina sicherzustellen [11].

### 3.5 **FISCHEREI**

Aufgrund der technischen Unsicherheiten sowie den unverhältnismässigen Mehrkosten im Vergleich zum Schwellenersatz kann gemäss Stellungnahme des AJF [11] auf die Erstellung einer Blockrampe verzichtet werden. Es sind jedoch Massnahmen für einen schadlosen Fischabstieg zu treffen:

- ausreichende Überströmhöhe der Schwellenkorne
- ausreichend tiefer Schwellenkolk (mind.  $\frac{1}{4}$  der Fallhöhe = ca. 0.5 m)

### 3.6 **NATUR- UND LANDSCHAFTSSCHUTZ**

Der Projektperimeter liegt aufgrund der bestehenden Kraftwerkzentrale in einem erheblich vorbelasteten Gebiet eines Landschaftsschutzobjekts von regionaler Bedeutung. Aus Sicht Natur- und Landschaftsschutz wurden daher keine expliziten Zielsetzungen formuliert [11].

### 3.7 **WALD UND NATURGEFAHREN**

Das angrenzende Waldareal ist zu schonen und die Hochwassersituation darf durch die Sanierung der Flussschwelle nicht nachteilig beeinflusst werden. Zudem dürfen im Waldareal keine Deponien und Installationsflächen geplant werden [11].

## 4 VARIANTENSTUDIUM

Das durchgeführte Variantenstudium wurde in einem separaten Bericht behandelt [10] und dem Amt für Raumentwicklung (ARE) des Kantons Graubünden zur BAB-Vorabklärung eingereicht. Auf einen erneuten Beschrieb der Varianten wird daher an dieser Stelle verzichtet.

Die kantonale Stellungnahme zur BAB-Vorabklärung [11] hält fest, dass der in [10] als Bestvariante beschriebene Ersatz der unteren Schwelle in Kombination mit einer Sanierung der oberen Schwelle eine gangbare und bewilligungsfähige Lösung darstellt. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich daher ausschliesslich auf die Bestvariante "Schwellenersatz".

Die in der Stellungnahme formulierten Anträge wurden bei der Erarbeitung des vorliegenden Bauprojekts berücksichtigt.

## 5 MASSNAHMENBESCHRIEB

### 5.1 SCHWELLE UNTEN

#### 5.1.1 Sanierungsbedarf

Während eines Unwetters im Sommer 2017 erodierte die hochwasserführende Clemgia die rechtsufrige Ufermauer bei der Kraftwerkzentrale der Energia Engiadina SA und beschädigte dabei durch Unterspülungen auch Teile der Zufahrtsstrasse. Vermutlich ebenfalls während dieses Ereignisses wurde die Flussschwelle, welche zur Sicherung der Sohlenlage der Clemgia im Zuge des Kraftwerkbaus erstellt wurde, beschädigt. Eine zunehmende Beschädigung der Flussschwelle durch nachfolgende, kleinere Ereignisse konnte aufgrund der Auswertung von Bildmaterial nachgewiesen werden. Ohne Umsetzung von entsprechenden Massnahmen kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Schwellenbauwerk bei künftigen Hochwasserereignissen versagt und in der Folge der Objektschutz und die Betriebssicherheit der Kraftwerkzentrale nicht mehr gewährleistet werden kann.

#### 5.1.2 Massnahmen

Die schadhafte Schwelle wird durch einen Ortbetonneubau an gleicher Lage ersetzt und wird als Stützbauwerk konzipiert.

Massgebend für die Foundationstiefe ist die geplante Kolkentiefe am Schwellenfuss. Gemäss Stellungnahme des AJF zum Variantenstudium muss für einen schadlosen Fischabstieg eine minimale Kolkentiefe von  $\frac{1}{4}$  der Absturzhöhe sichergestellt werden [11]. Die rechnerische, theoretische Kolkentiefe beträgt unter Berücksichtigung der Kornverteilungen gemäss [9] ca. 4.2 m, mit Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung während eines Hochwasserereignisses ca. 3.2 m (vgl. Berechnungen im Anhang 1). Um eine übermässige Foundationstiefe der Schwelle zu verhindern, wird die Kolkentiefe am Schwellenfuss auf 1.0 m begrenzt (vgl. Abbildung 8). Dazu wird der Kolkbereich durch den Einbau von formwilden Gesteinsblöcken (3 – 4 t/Block), welche auf einer filterstabilen Schicht gelagert werden, gesichert. Der Kolkenschutz ist sowohl rechts- als auch linksufrig an den bestehenden Uferverbau anzuschliessen, um eine Ausspülung und Destabilisierung der Böschungssicherung zu unterbinden.

Die Überfallsektion weist eine Breite von 10.5 m auf und kommt analog dem Bestand auf einer Kote von 1192.68 m ü. M. zu liegen (vgl. Abbildung 7). Die Überfallsektion wird beidseitig mit einem Anzug von 1:1 begrenzt, welche die Überleitung in die Flügelsektionen sicherstellt. Am linken Ufer wird die Schwelle in die Talflanke eingebunden. Rechtsufrig erfolgt ein Anschluss an die bestehende Uferverbauung. Dabei gilt es zu verhindern, dass vom neuen Schwellenbauwerk Kräfte in die bestehenden Uferverbauungen übertragen werden.

Durch den Einbau von Entwässerungsrohren in die Stützmauer wird verhindert, dass es oberwasserseitig zu einem Aufstau von frei im Bachschotter fliessendem Wasser und damit zu einer zusätzlichen, permanenten Beanspruchung der Stützmauer kommt. Bei der Nachweisführung der Tragsicherheit wurde dennoch der konservative Fall eines hydrodynamisch wirkenden Wasserdrucks bis OK Schwelle berücksichtigt.

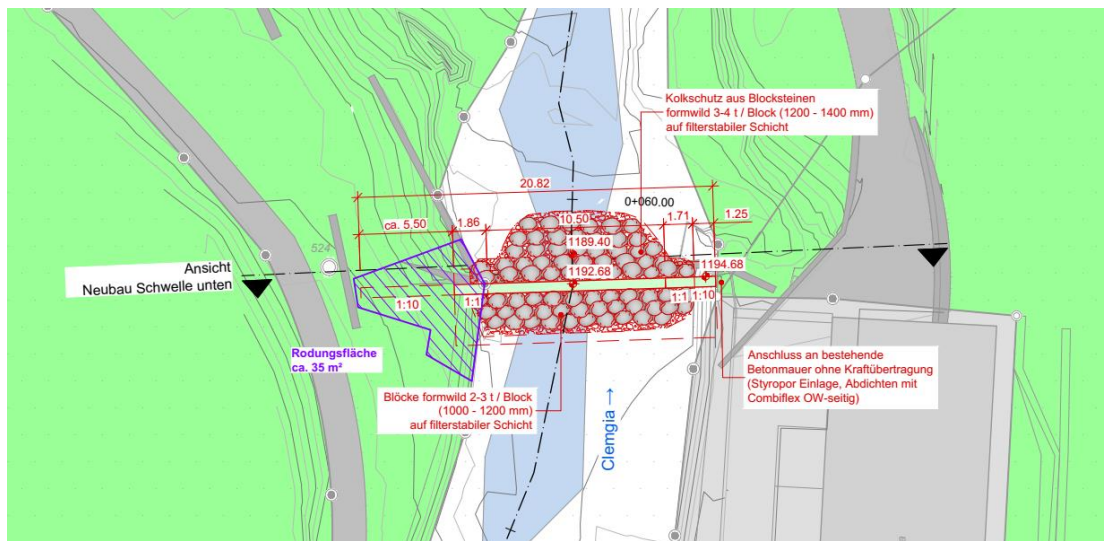


Abbildung 7: Neubau Schwelle unten, Auszug Plan Nr. W2562.32.001

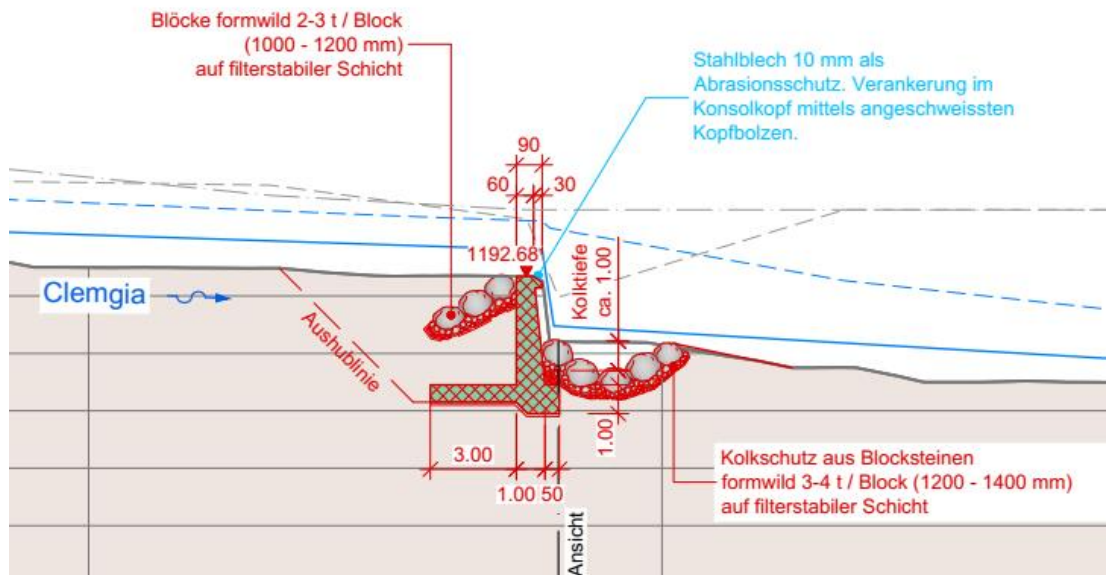


Abbildung 8: Längsschnitt Schwellenneubau, Auszug Plan Nr. W2562.32.001

## 5.2 SCHWELLE OBEN

### 5.2.1 Sanierungsbedarf

Die obere Schwelle weist aktuell nur geringfügige Schäden auf. Insbesondere am rechten Ufer sind jedoch Unterspülungen der Ufermauer ersichtlich (vgl. Abbildung 9). Zudem ist die Ausfugung zwischen den Quadersteinen durch Abrasion in ungenügendem Zustand. Um eine weitergehende Schädigung des Schwellenbauwerks zu verhindern, ist die Unterspülung der Schwelle und der Ufermauer zu beheben sowie die Auskolkung am Schwellenfuss zu begrenzen.



Abbildung 9: Schadenbild am oberen Schwellenbauwerk, März 2020

### 5.2.2 Massnahmen

Die Unterkolkung der Überfallsektion und der rechten Ufermauer wird durch eine Unterfangung mittels hinterbetonierten Blocksteinen sichergestellt (vgl. Abbildung 10). Die schadhafte Fugen zwischen den Blocksteinen der Überfallsektion werden instand gestellt (z. B. mit Sika Abraroc oder vergleichbar).

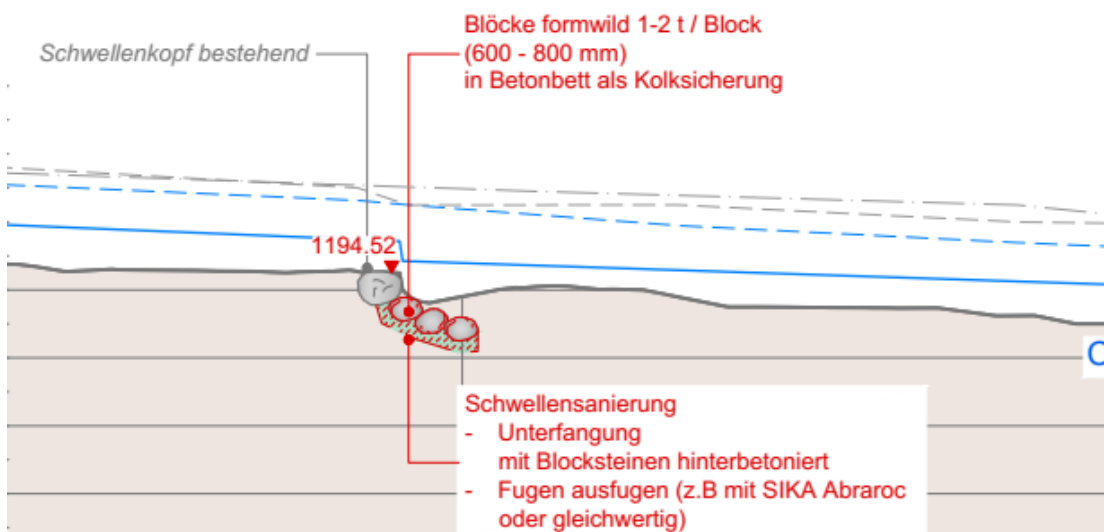


Abbildung 10: Unterfangung und Kolksschutz an der oberen Schwelle, Längsschnitt

### 5.3 BAUPROGRAMM + WASSERHALTUNG

Sowohl der Neubau der unteren Schwelle sowie die Sanierung der oberen Schwelle erfolgen in Etappen. Damit die Arbeiten im Trockenen ausgeführt werden können, sind wechselseitige Wasserhaltungsmassnahmen erforderlich. Während der Bauphase ist ein ausreichendes Hochwasserabflussprofil zu gewährleisten, um keine Zusatzgefährdung für die Zentrale der Energia Engiadina hervorzurufen. Als Unterstützung der nachfolgend beschriebenen Wasserhaltungsmassnahmen ist mit der Energia Engiadina zu klären, ob für die Bauphase die Turbinierung konstant auf hohem Niveau erfolgen kann, sodass in der Clemgia möglichst wenig Wasser abgeführt wird.



### Phase 0: Vorbereitung und Installation

→ Während der Phase 0 sind keine Massnahmen in der Clemgia vorgesehen

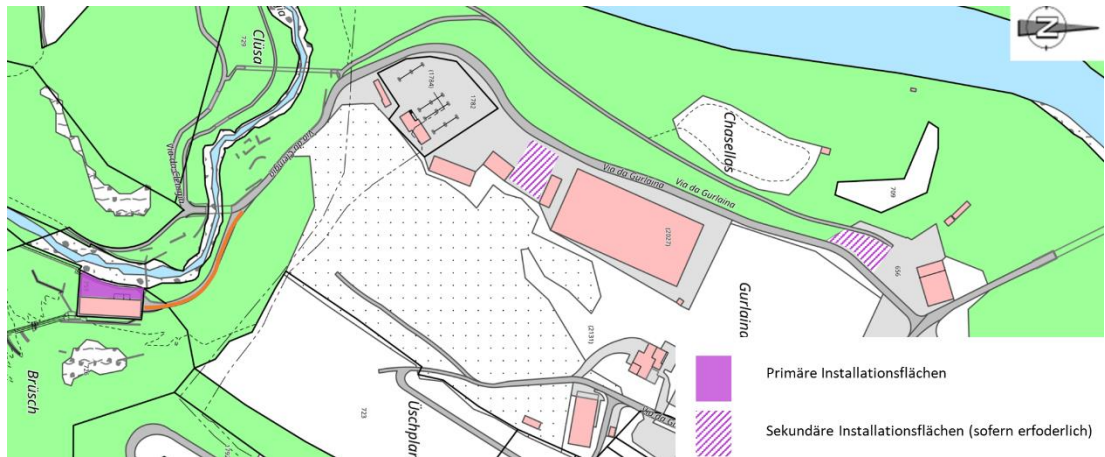


Abbildung 11: Installationsflächen

### Phase 1: Massnahmen West

Schüttung erodierbarer Fangedamm im Ober- und Unterwasser als Wasserhaltung

Sanierung obere Schwelle, Westseite

Neubau untere Schwelle, Westseite

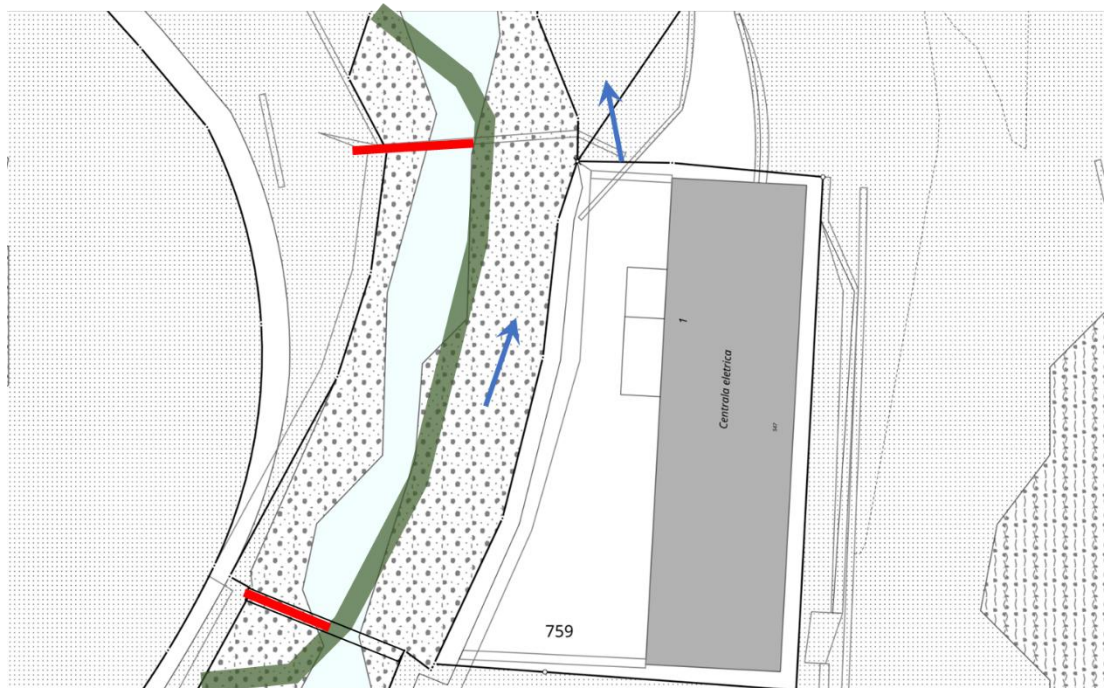


Abbildung 12: Wasserhaltung Phase 1

## Phase 2: Massnahmen Ost

Umlegung Wasserhaltungsmassnahmen

Sanierung obere Schwelle, Ostseite

Neubau untere Schwelle, Ostseite



Abbildung 13: Wasserhaltung Phase 2

## Phase 3: Abschlussarbeiten und Wiederinstandstellung

Im Rahmen der Ausführungsprojektierung wird für die Phasen 1 + 2 ein Alarmierungs- und Notfallkonzept erarbeitet, um während der Bauphase die Sicherheit im Falle eines Hochwassers sicherstellen zu können.

### 5.4 KOSTENVORANSCHLAG

Die Gesamtkosten für den Neubau der unteren Schwelle sowie die Sanierung der oberen Schwelle belaufen sich bei einer Genauigkeit von +/- 15% auf ca. 400'000 CHF (inkl. MwSt., Nebenkosten und Unvorhergesehenem). Ein detaillierter Kostenvoranschlag liegt als separate Beilage vor, diese ist jedoch nicht Bestandteil des Projektdossiers für die öffentliche Planauflage.

## **6 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN**

### **6.1 HOCHWASSERSCHUTZ UND GEFAHREZONEN**

Die Hochwassergefährdung der Kraftwerkzentrale der Energia Engiadina wird durch den Ersatzbau der unteren Schwelle sowie die Sanierung der oberen Schwelle nicht beeinflusst. Es ist daher keine Anpassung oder Reduktion der Gefährdungsflächen erforderlich.

### **6.2 GESCHIEBE UND MORPHOLOGIE**

Die beschriebenen Massnahmen haben keinen negativen Einfluss auf den Geschiebehaushalt der Clemgia. Das bisher bestehende Gleichgewicht zwischen Geschiebeeintrag in den Projektperimeter sowie Durchleitung wird nicht beeinflusst, d.h. es sind keine grossflächigen Erosionen und/oder Auflandungen zu erwarten. Die uneingeschränkte Geschiebedurchgängigkeit ist unverändert gegeben.

### **6.3 NATUR UND LANDSCHAFT**

Der Projektperimeter liegt in einem Landschaftsschutzobjekt von regionaler Bedeutung, welches durch die Kraftwerkzentrale, die Uferverbauungen sowie die bestehenden Querbauwerke erheblich vorbelastet ist. Der Ersatzbau der unteren Schwelle sowie die Sanierung der oberen Schwelle haben daher keinen negativen Einfluss auf den Natur- und Landschaftsschutz.

### **6.4 FISCHEREI**

#### **Bauzustand**

Während der Bauphase können temporäre Eingriffe im Gerinne der Clemgia nicht verhindert werden. Durch die beschriebenen Wasserhaltungsmassnahmen können mögliche negative Auswirkungen jedoch soweit als möglich reduziert werden. Die Arbeiten in und an der Clemgia werden vorgängig mit dem zuständigen kantonalen Fischereiaufseher besprochen.

#### **Endzustand**

Der Fischaufstieg bleibt – insbesondere durch die untere Schwelle – unverändert unterbunden. Durch die Schaffung eines ca. 1.0 m tiefen Kolks am Sperrenfuss wird der Fischabstieg im Vergleich zur heutigen Situation jedoch deutlich verbessert.

### **6.5 WALD**

Der Projektperimeter befindet sich im Waldgebiet. Im Bereich des linken Sperrenwiderlagers ist eine permanente Rodung erforderlich. Die Installationsflächen befinden sich primär und soweit möglich auf der Zufahrtsstrasse zur Kraftwerkzentrale sowie dem Vorplatz der Zentrale (übrige Gemeindegebiete) und, sofern erforderlich, im Bereich des Werkhofs der Gemeinde Scuol oder an der Südfassade der Eishalle Gurlaina ausserhalb der Waldzone.

### **6.6 KRAFTWERKZENTRALE ENERGIA ENGIADINA**

Die Sohlenlage am Fuss der neu zu erstellenden Schwelle bleibt unverändert. Die Massnahmen beeinflussen den Betrieb der Zentrale der Energia Engiadina nicht.

## 7 TERMINE UND WEITERES VORGEHEN

### 7.1 BAUHERRSCHAFT

Bauherrin ist die politische Gemeinde Scuol (Cumün da Scuol).

### 7.2 BAULICHE UMSETZUNG

#### 7.2.1 Ausführungszeitpunkt

Die Hochwasser in der Clemgia werden einerseits durch Sommergewitter, andererseits durch Langzeitereignisse in Kombination mit Schneeschmelze ausgelöst. Die Hochwasseraktivität der Clemgia konzentriert sich demnach auf den Früh- bis Spätsommer. Idealer Zeitpunkt für die Ausführung der Massnahmen wäre der Herbst bis Einbruch des Winters. Aufgrund des baulichen Zustands des unteren Schwellenbauwerks, kann ein Bauwerksversagen bei erneuten Hochwassereignissen nicht ausgeschlossen werden, wodurch die Umsetzung der Massnahmen möglichst früh im Jahr 2021 (ca. ab April je nach Schneebedingungen im Projektperimeter) erfolgen soll.

#### 7.2.2 Materialbewirtschaftung

Nachfolgende Auflistung zeigt Hauptpositionen für die baulichen Massnahmen:

- Erdbewegungen ca. 580 m<sup>3</sup>
- Beton bewehrt ca. 100 m<sup>3</sup>
- Bewehrung ca. 15 to
- Beton unbewehrt ca. 20 m<sup>3</sup>
- Blocksteine ca. 215 to

Aushubmaterial für die Baugrube wird für die Hinterfüllung sowie die Ufer und Böschungsgestaltung wiederverwendet. Aufgrund des vorliegenden Sohlenmaterials kann davon ausgegangen werden, dass im Aushub ausreichend Gesteinsblöcke vorhanden sind, um diese für die Kalksicherungen an der oberen und unteren Schwelle zu verwenden. Andernfalls sind Blöcke mit den erforderlichen Abmessungen zuzuführen.

Anfallender Waldboden wird separat abgetragen und zwischengelagert und im Rahmen der Abschlussarbeiten für die Böschungsgestaltung wiederverwendet.

Der Aufbau der bestehenden Schwelle ist unbekannt. Sollte beim Rückbau Betonabbruch anfallen, wird dieser fachgerecht in einer bewilligten Deponie entsorgt.

#### 7.2.3 Schutzmassnahmen für die Bauphase

Ein Schutz- und Notfallkonzept für die Bauphase wird in der Ausführungsprojektierung erstellt. Folgende Punkte müssen darin abgehandelt werden:

- Gewässerschutz (umweltgefährdende Stoffe, Wassertrübungen, Baustellenwasser etc.)
- Sicherheit (Absturzsicherungen, Hochwasser etc.)
- Emissionen (insb. Luftverschmutzung)

### 7.3 BETRIEBS- UND UNTERHALTSKONZEPT

Ein Betriebs- und Unterhaltskonzept, welches auf Basis der PAW-Dokumentation (Pläne des ausgeführten Werkes) erstellt wird, beinhaltet Angaben zu den relevanten Kontroll- und Unterhaltsarbeiten, um einen fachgerechten Unterhalt und Betrieb des neuen Bauwerks sicherzustellen.

### 7.4 TERMINPROGRAMM

Für die Projektumsetzung wird derzeit von folgendem Zeitplan ausgegangen:

- |  |                     |
|--|---------------------|
| - Projektgenehmigungsverfahren (BAB-Verfahren) | ab Januar 2021      |
| - Projektauflage                               | Januar 2021         |
| - Ausführungsprojektierung                     | Februar – März 2021 |
| - Submission und Arbeitsvergabe                | März 2021           |
| - Bauliche Umsetzung                           | April – Mai 2021    |
| - Projektabschluss / PAW                       | Sommer 2021         |

Chur/Scuol, 18.12.2020

Christian Nagy, Nic Thanei

### BREM+THANEI AG / HOLINGER AG



Nic Thanei  
Projektleiter  
Brem+Thanei AG  
thanei@ing-thanei.ch  
+41 81 864 05 51



Markus Langenbacher  
Fachbereichsleiter Bautechnik  
HOLINGER AG  
markus.langenbacher@holinger.com  
+41 52 267 09 49



Christian Nagy  
Projektleiter  
HOLINGER AG  
christian.nagy@holinger.com  
+41 52 267 09 37



# ANHANG 2

## HYDRAULIK

### Hydraulik Ist-Zustand

River Sta	Profile	Q	Total	Min	Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel	Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #	Chl	LOB Elev	ROB Elev	Freibord Links	Freibord Rechts
		[m³/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[m²]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	133.65 HQ100	47.8	1195.5	1196.79	1197.24	1198.33	0.075202	5.48	8.72	14.07	2.22	1198.5	1198.5	1.71					
	123.65 HQ100	47.8	1195.51	1196.45	1196.79	1197.58	0.05222	4.71	10.15	15.85	1.88	1198.15	1198.03	1.7					
	113.65 HQ100	47.8	1194.64	1195.92	1196.29	1197.1	0.043891	4.81	9.95	12.66	1.73	1197.45	1197.61	1.53					
	103.09 HQ100	47.8	1194.5	1195.48	1195.83	1196.63	0.043204	4.75	10.06	12.97	1.72	1197.12	1197.02	1.64					
obere Schwelle	101.61 HQ100	47.8	1193.85	1194.86	1195.35	1196.5	0.068015	5.69	8.41	11.45	2.12	1197.22	1197	2.36					
	93.65 HQ100	47.8	1193.55	1194.68	1195.05	1195.9	0.053399	4.89	9.77	14.55	1.91	1196.79	1196.5	2.11					
	83.65 HQ100	47.8	1193.14	1194.24	1194.58	1195.39	0.044766	4.76	10.04	13.44	1.76	1196.5	1196	2.26					
	73.65 HQ100	47.8	1192.95	1193.91	1194.21	1194.95	0.037576	4.51	10.61	13.37	1.62	1195.5	1195.86	1.59					
	64.71 HQ100	47.8	1192.5	1193.52	1193.84	1194.59	0.040443	4.59	10.43	13.07	1.64	1195	1194.68	1.48					
untere Schwelle	63.61 HQ100	47.8	1190.4	1190.95	1191.64	1194.28	0.230494	8.08	5.92	12.15	3.7	1195.5	1191.96	4.55					
	53.65 HQ100	47.8	1189.47	1190.28	1190.91	1192.53	0.097776	6.64	7.19	10.06	2.51	1195	1195	4.72					
	43.65 HQ100	47.8	1188.76	1189.78	1190.27	1191.45	0.084254	5.73	8.35	13.07	2.29	1195	1195	5.22					
	33.65 HQ100	47.8	1188.04	1189.13	1189.59	1190.67	0.065435	5.49	8.71	12.45	2.1	1194.78	1195.35	5.65					
	23.65 HQ100	47.8	1187.48	1188.66	1189.08	1190.05	0.051656	5.22	9.16	11.32	1.85	1195.5	1195.5	6.84					
	13.65 HQ100	47.8	1186.98	1188.3	1188.67	1189.56	0.039119	4.98	9.59	9.93	1.62	1195.5	1195.7	7.2					
	0 HQ100	47.8	1186.5	1187.77	1188.16	1189.04	0.037306	4.99	9.57	9.78	1.61	1195.79	1196	8.02					

### Hydraulik Projekt

River Sta	Profile	Q	Total	Min	Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel	Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #	Chl	LOB Elev	ROB Elev	Freibord Links	Freibord Rechts
		[m³/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[m²]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	133.65 HQ100	47.8	1195.5	1196.79	1197.24	1198.33	0.075202	5.48	8.72	14.07	2.22	1198.5	1198.5	1.71					
	123.65 HQ100	47.8	1195.51	1196.45	1196.79	1197.58	0.05222	4.71	10.15	15.85	1.88	1198.15	1198.03	1.7					
	113.65 HQ100	47.8	1194.64	1195.92	1196.29	1197.1	0.043891	4.81	9.95	12.66	1.73	1197.45	1197.61	1.53					
	103.09 HQ100	47.8	1194.5	1195.48	1195.83	1196.63	0.043204	4.75	10.06	12.97	1.72	1197	1197	1.52					
obere Schwelle	101.61 HQ100	47.8	1193.85	1194.85	1195.34	1196.5	0.068764	5.7	8.46	11.88	2.13	1197	1196.5	2.15					
	93.65 HQ100	47.8	1193.55	1194.68	1195.05	1195.89	0.052742	4.87	9.81	14.57	1.9	1196.79	1196.5	2.11					
	83.65 HQ100	47.8	1193.14	1194.24	1194.58	1195.39	0.044655	4.76	10.05	13.44	1.76	1196.5	1196	2.26					
	73.65 HQ100	47.8	1192.95	1193.91	1194.21	1194.95	0.037554	4.51	10.61	13.37	1.62	1195.5	1195.86	1.59					
	64.71 HQ100	47.8	1192.68	1193.62	1193.92	1194.62	0.032767	4.43	10.78	12.41	1.52	1195	1194.68	1.38					
untere Schwelle	63.61 HQ100	47.8	1190.4	1190.95	1191.64	1194.31	0.234382	8.12	5.89	12.15	3.72	1195	1191.96	4.05					
	53.65 HQ100	47.8	1189.47	1190.27	1190.91	1192.54	0.09842	6.66	7.18	10.06	2.52	1195	1195	4.73					
	43.65 HQ100	47.8	1188.76	1189.78	1190.27	1191.45	0.084468	5.73	8.34	13.06	2.29	1195	1195	5.22					
	33.65 HQ100	47.8	1188.04	1189.13	1189.59	1190.67	0.065457	5.49	8.71	12.45	2.1	1194.78	1195.35	6.22					
	23.65 HQ100	47.8	1187.48	1188.66	1189.08	1190.05	0.051656	5.22	9.16	11.32	1.85	1195.5	1195.5	6.84					
	13.65 HQ100	47.8	1186.98	1188.3	1188.67	1189.56	0.039119	4.98	9.59	9.93	1.62	1195.5	1195.7	7.4					
	0 HQ100	47.8	1186.5	1187.77	1188.16	1189.04	0.037306	4.99	9.57	9.78	1.61	1195.79	1196	8.23					