



HOCHWASSERSCHUTZ SCUOL, CLEMGIA

SANIERUNG DER FLUSSSCHWELLE BEI DER KRAFTWERKZENTRALE

KURZBERICHT VARIANTENSTUDIUM



Chur, 28. Mai 2020

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

HOLINGER AG

Richtstrasse 10, CH-7000 Chur

Telefon +41 52 267 09 00

chur@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Kontrolle	Verteiler
1.0	28.05.2020	C. Nagy	J. Heilig	1x Cumün da Scuol 1x Brem + Thanei AG 1x HOLINGER AG

BE_HWS Scuol, Clemgia Sanierung Flussschwelle Variantenstudium.docx

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	3
1 ANLASS UND AUFTRAG	4
1.1 AUSGANGSLAGE, PROJEKTPERIMETER UND AUFTRAG	4
1.2 PROJEKTORGANISATION	5
1.3 GRUNDLAGEN	5
2 AUSGANGSSITUATION	6
2.1 EINZUGSGEBIET	6
2.2 HISTORISCHE EREIGNISSE	6
2.3 HYDROLOGIE	6
3 VARIANTENSTUDIUM	8
3.1 VARIANTE 1: SCHWELLENSANIERUNG	8
3.1.1 Variantenbeschreibung	8
3.1.2 Grobkostenschätzung	8
3.1.3 Qualitative Variantenbeurteilung	9
3.2 VARIANTE 2: SCHWELLENERSATZ	9
3.2.1 Variantenbeschreibung	9
3.2.2 Grobkostenschätzung	9
3.2.3 Qualitative Variantenbeurteilung	10
3.3 VARIANTE 3: BLOCKRAMPE KURZ	10
3.3.1 Variantenbeschreibung	10
3.3.2 Grobkostenschätzung	12
3.3.3 Qualitative Variantenbeurteilung	12
3.4 VARIANTE 4: BLOCKRAMPE LANG	12
3.4.1 Variantenbeschreibung	12
3.4.2 Grobkostenschätzung	14
3.4.3 Qualitative Variantenbeurteilung	14
3.5 EMPFEHLUNG BESTVARIANTE	14
4 FAZIT UND WEITERES VORGEHEN	15

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Bestehende Schwellen sowie Triebwasserkanal der Energia Engiadina SA	4
Abbildung 2: Projektperimeter	4
Abbildung 3: Einzugsgebiet Clemgia bis zur Mündung in den Inn [5]	6
Abbildung 4: Massnahmenübersicht Variante 1	8
Abbildung 5: Massnahmenübersicht Variante 2	9
Abbildung 6: Massnahmenübersicht Variante 3 (Längsschnitt)	10
Abbildung 7: Massnahmenübersicht Variante 3 (Querschnitt)	11
Abbildung 8: Blockrampe an der Julia zwischen Marmorerasee und Bivio	11
Abbildung 9: Massnahmenübersicht Variante 4 (Längsschnitt)	13
Abbildung 10: Massnahmenübersicht Variante 4 (Querschnitt)	13

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ermittlung Hochwasserabflüsse bei der Mündung in den Inn auf Basis von [2]	7
Tabelle 2: Grobkostenschätzung Variante 1 (Kostengenauigkeit +/- 30%)	8
Tabelle 3: Grobkostenschätzung Variante 2 (Kostengenauigkeit +/- 30%)	9
Tabelle 4: Grobkostenschätzung Variante 3 (Kostengenauigkeit +/- 30%)	12
Tabelle 5: Grobkostenschätzung Variante 4 (Kostengenauigkeit +/- 30%)	14

ZUSAMMENFASSUNG

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 Flussschwelle, welche zur Sicherung der Sohlenlage der Clemgia im Zuge des Kraftwerksbaus erstellt wurde, beschädigt. Eine zunehmende Beschädigung der Flussschwelle durch nachfolgende, kleinere Ereignisse kann aufgrund der Auswertung von Bildmaterial nachgewiesen werden.

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.

Vorliegender Kurzbericht befasst sich ausschliesslich mit dem Variantenstudium, in welchem folgende vier Varianten untersucht wurden:

- Variante 1: Schwellensanierung
- Variante 2: Schwellenersatz
- Variante 3: Blockrampe kurz
- Variante 4: Blockrampe lang

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

Im Rahmen einer informellen Vorprüfung zum BAB soll den betroffenen kantonalen Fachstellen sowie der Kraftwerksbetreiberin die Möglichkeit gegeben werden, zum Variantenstudium und zur vorgeschlagenen Bestvariante Stellung zu nehmen. Somit soll für die Gemeinde Scuol die erforderliche Planungssicherheit (Randbedingungen, Projektziele etc.) für die Bauprojektphase erreicht werden.

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. Das untere, grössere Bauwerk mit einer Absturzhöhe von ca. 2.0 m befindet sich in einem schadhafte 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 festgehalten, 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).

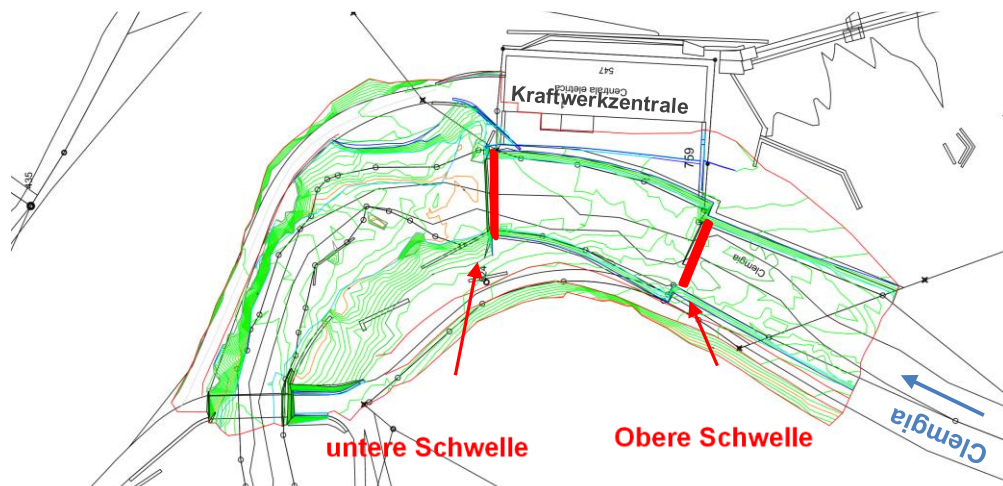


Abbildung 2: Projektperimeter

1.2 PROJEKTORGANISATION

Auftraggeber:

Cumün da Scuol
Uffizi da fabrica / gestiuns technicas
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 37
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, Horarofferte, 20. März 2020
- [5] Bundesamt für Umwelt BAFU: Topographische Teileinzugsgebiete der Schweizer Gewässer, Zugriff über 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

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 [2]

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

Die ermittelten Hochwasserabflüsse der Clemgia [2] bei der Fassung Minger wurden nicht im Detail verifiziert. Der spezifische Abfluss q_{100} bei einem hundertjährigen Ereignis HQ100 von

$$q_{100} = \frac{HQ100}{EZG} = \frac{40 \text{ m}^3/\text{s}}{92.5 \text{ km}^2} = 0.43 \frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{km}^2 \cdot \text{s}}$$

wird jedoch als sehr gering eingeschätzt.

Für die Planung der baulichen Massnahmen wird daher empfohlen, die Hydrologie der Clemgia zu verifizieren oder zumindest den bestehenden Unsicherheiten in der Hochwasserhydrologie mit einer angemessenen Dimensionierungsreserve Rechnung zu tragen.

3 VARIANTENSTUDIUM

3.1 VARIANTE 1: SCHWELLENSANIERUNG

3.1.1 Variantenbeschreibung

Die untere, grössere Schwelle wird mit hinterbetonierten Blocksteinen unterfangen. Zudem sind beidseitig die Mauerfüsse der Ufermauern instand zu stellen und gegen Unterkolkung zu sichern.

Die obere Schwelle wird mit einem Kolkchutz (Blocksteine hinterbetoniert) gesichert und die Sohlenlage mit anstehendem Sohlmaterial ausgeglichen.

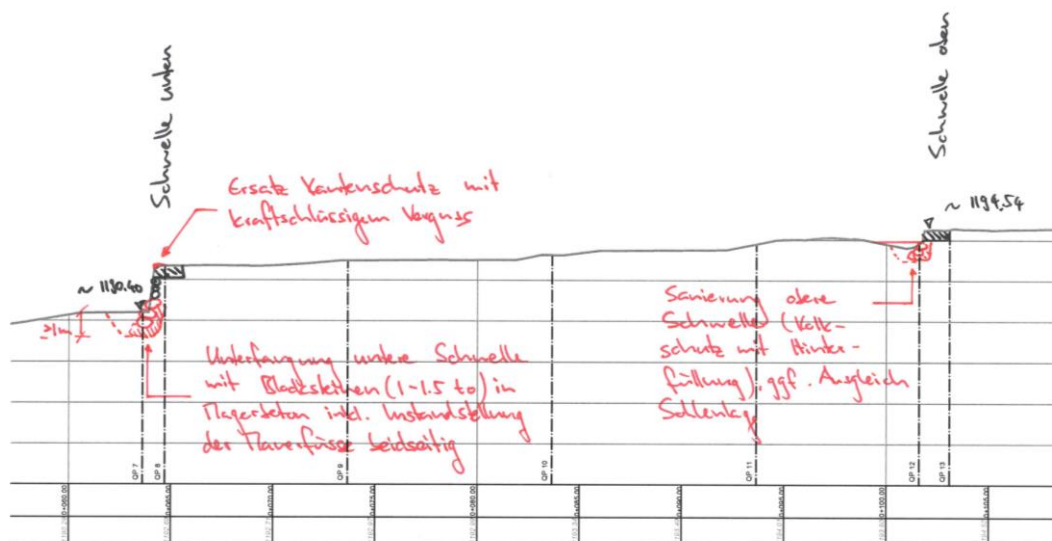


Abbildung 4: Massnahmenübersicht Variante 1

3.1.2 Grobkostenschätzung

Nachfolgende Tabelle 2 zeigt die Grobkostenschätzung (exkl. MwSt., exkl. Honorare und NK) für die Variante 1.

Tabelle 2: Grobkostenschätzung Variante 1 (Kostengenaugigkeit +/- 30%)

Variante 1: Sanierung beider Schwellen			
1.0 Baustelleneinrichtung		ca. 10%	3'500 CHF
1.1 Wasserhaltung installieren und Phasenweise vorhalten	20 m	150.00 CHF/m	3'000 CHF
1.2 Sanierung Schwelle oben	12 m	500.00 CHF/m	6'000 CHF
1.3 Aushub Kolk-sicherung	36 m ³	30.00 CHF/m ³	1'080 CHF
1.4 Beton für Hinterfüllung Kolk-sicherung liefern und einbauen	9 m ³	500.00 CHF/m ³	4'500 CHF
1.5 Blocksteine für Kolk-sicherung liefern und einbauen	48 t	110.00 CHF/t	5'247 CHF
1.6 Beton für Sicherung Mauerfuss liefern und einbauen	8 m ³	500.00 CHF/m ³	3'750 CHF
1.7 Blocksteine für Sicherung Mauerfuss liefern und einbauen	40 t	110.00 CHF/t	4'373 CHF
1.8 Baugrube auffüllen aus Zwischenlagerung, etappenweises verdichten	23 m ³	30.00 CHF/m ³	675 CHF
1.9 Erneuerung Kantenschutz inkl. Vergiessen	15 m	350.00 CHF/m	5'250 CHF
1.10 Kleinpositionen/Regiearbeit (ca. 3% der Baukosten)		ca. 3%	1'126 CHF
		Summe	38'500 CHF

3.1.3 Qualitative Variantenbeurteilung

Vorteile

- Kleinstmöglicher Eingriff ins Gewässer
- Auslauf Triebwasserkanal wird nicht beeinflusst

Nachteile

- Restlebensdauer der bestehenden Bausubstanz fraglich (untere Schwelle)
- Hindernisse für Fischwanderung bleiben bestehen

Insbesondere aufgrund der unsicheren Restlebensdauer der bestehenden Bausubstanz wird vorgeschlagen, die **Variante 1 zu verwerfen und nicht weiter zu verfolgen**.

3.2 VARIANTE 2: SCHWELLENERSATZ

3.2.1 Variantenbeschreibung

Die untere, grössere Schwelle wird rückgebaut und neu erstellt. So kann ein robustes und den hydraulischen Anforderungen genügendes Bauwerk mit einer angemessenen Lebensdauer erstellt werden. Die Materialisierung und Dimensionierung der Schwelle erfolgt bei einer allfälligen Weiterverfolgung der Variante 2 in der Bauprojektphase.

Die obere Schwelle wird mit einem Kolkchutz (Blocksteine hinterbetoniert) gesichert und die Sohlenlage mit anstehendem Sohlmaterial ausgeglichen.

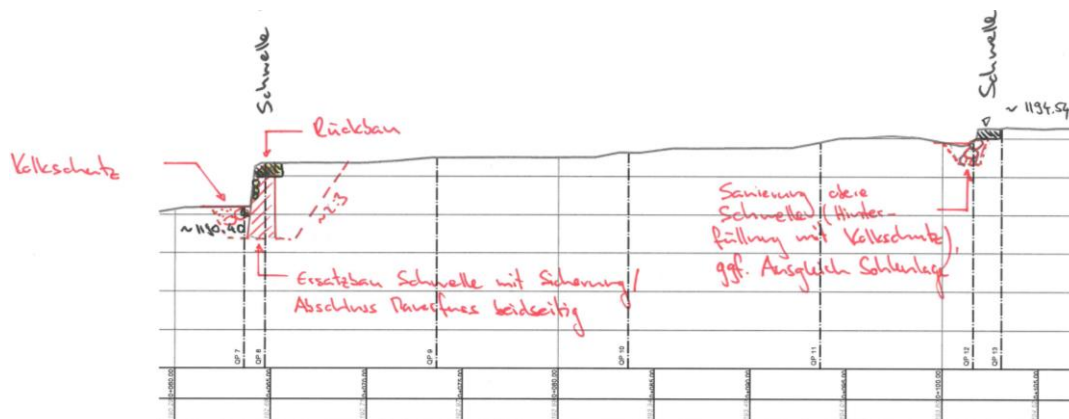


Abbildung 5: Massnahmenübersicht Variante 2

3.2.2 Grobkostenschätzung

Nachfolgende Tabelle 3 zeigt die Grobkostenschätzung (exkl. MwSt., exkl. Honorare und NK) für die Variante 2.

Tabelle 3: Grobkostenschätzung Variante 2 (Kostengenauigkeit +/- 30%)

Variante 2: Ersatz Schwelle unten, Sanierung Schwelle oben			
1.0 Baustelleneinrichtung		ca. 10%	19'000 CHF
1.1 Wasserhaltung installieren und Phasenweise vorhalten	30 m	150.00 CHF/m	4'500 CHF
1.2 Sanierung Schwelle oben	12 m	500.00 CHF/m	6'000 CHF
1.3 Rückbau, Abtransport und Entsorgung bestehende Schwelle	15 m3	500.00 CHF/m3	7'500 CHF
1.4 Aushub Baugrube, Zwischenlagerung auf Platz (Annahme: kein Abtransport erfo)	420 m3	30.00 CHF/m3	12'600 CHF
1.5 Baugrubensicherung	120 m2	500.00 CHF/m2	60'000 CHF
1.6 Schalung	120 m2	100.00 CHF/m2	12'000 CHF
1.7 Beton liefern und einbauen	90 m3	500.00 CHF/m3	45'000 CHF
1.8 Bewehrung	14 t	1'800.00 CHF/t	24'300 CHF
1.9 Baugrube auffüllen aus Zwischenlagerung, etappenweises verdichten	330 m3	30.00 CHF/m3	9'900 CHF
1.10 Kleinpositionen/Regiearbeit (ca. 3% der Baukosten)		ca. 5%	9'200 CHF
		Summe	210'000 CHF

3.2.3 Qualitative Variantenbeurteilung

Vorteile

- Robustes Bauwerk realisierbar
- Auslauf Triebwasserkanal wird nicht beeinflusst

Nachteile

- Hindernisse für Fischwanderung bleiben bestehen
- Relevanter Eingriff in die Gewässersohle (Foundationstiefe Schwellenneubau)
- Zufahrt für schweres Gerät beschränkt
- Anspruchsvolle Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Aufgrund der moderaten Realisierungskosten sowie der Robustheit des Bauwerks wird die **Variante 2 zur Weiterverfolgung vorgeschlagen.**

3.3 VARIANTE 3: BLOCKRAMPE KURZ

3.3.1 Variantenbeschrieb

Um die Längsvernetzung der Clemgia zu verbessern und einen Fischaufstieg aus dem Inn in die Laichgebiete weiter bachaufwärts zu ermöglichen, werden die bestehenden Sohlabstürze aufgehoben.

Die untere Schwelle wird aufgehoben und durch einen betonierten Riegel, welcher als unterer Rampenfixpunkt sowie als Erosionssicherung der Mauerfüsse dient, ersetzt. Die obere Schwelle wird als oberer Rampenfixpunkt in das Rampenbauwerk integriert und oberwasserseitig mit 2 – 3 in die Sohle eingelassenen Steinreihen gegen Erosion gesichert. Es resultiert eine Rampenlänge von ca. 35 m.

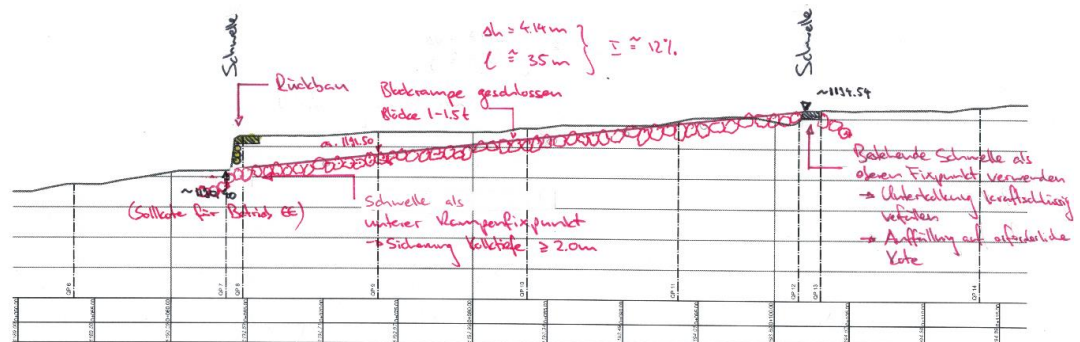


Abbildung 6: Massnahmenübersicht Variante 3 (Längsschnitt)

Durch den Ausgleich des Sohlgefälles zwischen den heutigen Schwellen müssen die bestehenden Ufermauern beidseitig unterfangen werden.

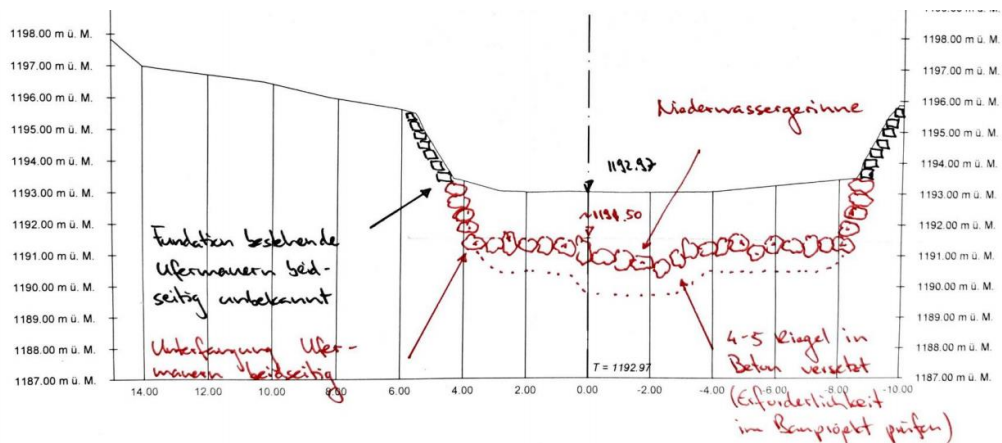


Abbildung 7: Massnahmenübersicht Variante 3 (Querschnitt)

Aufgrund der Gefälleverhältnisse, den daraus resultierenden hydraulischen Beanspruchungen sowie des erheblichen Geschiebetriebs im Hochwasserfall muss die Rampe als herkömmliche, geschlossene und gesetzte Blockrampe ausgeführt werden. Um eine ausreichende Energie-dissipation sicherzustellen und den Fischaufstieg zu ermöglichen, ist während der Ausführung auf eine unregelmässige Anordnung der Blocksteine zu achten. Als Zielzustand kann beispielsweise die Julia im Abschnitt zwischen Marmoreraese und Bivio beigezogen werden, wo im Jahr 2000 zwei bestehende Schwellen rückgebaut und durch eine Blockrampe ersetzt wurden (vgl. Abbildung 8).



Abbildung 8: Blockrampe an der Julia zwischen Marmoreraese und Bivio

3.3.2 Grobkostenschätzung

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt die Grobkostenschätzung (exkl. MwSt., exkl. Honorare und NK) für die Variante 3.

Tabelle 4: Grobkostenschätzung Variante 3 (Kostengenaugigkeit +/- 30%)

Variante 3: Blockrampe kurz			
1.0 Baustelleneinrichtung		ca. 10%	30'000 CHF
1.1 Wasserhaltung installieren und Phasenweise vorhalten	40 m	150.00 CHF/m	6'000 CHF
1.2 Rückbau, Abtransport und Entsorgung bestehende Schwelle	15 m ³	500.00 CHF/m ³	7'500 CHF
1.3 Ufermauern unterfangen beidseitig, ohne Verblendung	70 m	2'000.00 CHF/m	140'000 CHF
1.4 Sanierung Schwelle oben	12 m	500.00 CHF/m	6'000 CHF
1.5 Erstellung Querschwelle als unteren Rampenfixpunkt	12 m	1'000.00 CHF/m	12'000 CHF
1.6 Einbau Geröll aus Gewässersohle auf erforderliche Koten, etappenweise Verdicht	210 m ³	10.00 CHF/m ³	2'100 CHF
1.7 Gebrochenes Material für filterstabilen Aufbau Untergrund der Blockrampe	210 m ³	30.00 CHF/m ³	6'300 CHF
1.8 Blocksteine für Blockrampe liefern und einbauen	1'113 t	110.00 CHF/t	122'430 CHF
1.9 Kleinpositionen/Regiearbeit (ca. 3% der Baukosten)		ca. 3%	7'670 CHF
		Summe	340'000 CHF

3.3.3 Qualitative Variantenbeurteilung

Vorteile

- Verbesserung der Längsvernetzung
- Rückbau der bestehenden Sohlabstürze
- Auslauf Triebwasserkanal wird nicht beeinflusst

Nachteile

- Grosses Gefälle auf der Blockrampe (12 %)
- Massive Unterfangung der Ufermauern erforderlich
- Risiko Überlastfall

Aufgrund des sehr hohen Rampengefälles sowie der erforderlichen Unterfangungen wird die **Variante 3 verworfen und nicht zur Weiterverfolgung vorgeschlagen.**

3.4 VARIANTE 4: BLOCKRAMPE LANG

3.4.1 Variantenbeschreibung

Die Variante 4 stützt sich grundsätzlich auf die Variante 3. Durch eine Verlängerung des Rampenbauwerks wird jedoch das Rampengefälle reduziert um die Bemessungssicherheit sowie das Systemverhalten im Überlastfall zu verbessern (das Risiko eines schlagartigen Versagens soll soweit möglich reduziert werden).

Um die Längsvernetzung der Clemgia zu verbessern und einen Fischaufstieg aus dem Inn in die Laichgebiete weiter bachaufwärts zu ermöglichen, werden die bestehenden Sohlabstürze aufgehoben.

Die untere Schwelle wird aufgehoben und durch einen Betonierte Riegel, welcher als Erosionssicherung der Mauerfüsse dient, ersetzt. Um eine Reduktion des Rampengefälles zu erreichen, wird die Rampe um ca. 25 m ins Unterwasser verlängert (Rampenlänge total ca. 60 m). Die obere Schwelle wird als oberer Rampenfixpunkt in das Rampenbauwerk integriert und oberwasserseitig mit 2 – 3 in die Sohle eingelassenen Steinreihen gegen Erosion gesichert.

Durch die Abflachung des Rampengefälles wird die Gerinnesohle im Bereich der unteren Schwelle um ca. 60 cm angehoben. Bei einer Weiterverfolgung der Variante 4 ist mit der Kraftwerksbetreiberin im Detail zu klären, ob der Betrieb der Kraftwerkzentrale eine Sohlenanhebung erlaubt. Aufgrund des bestehenden Absturzes im Triebwasserkanal wird davon ausgegangen, dass bei einer Sohlenanhebung von 60 cm keine Beeinträchtigung des Betriebs erfolgt.

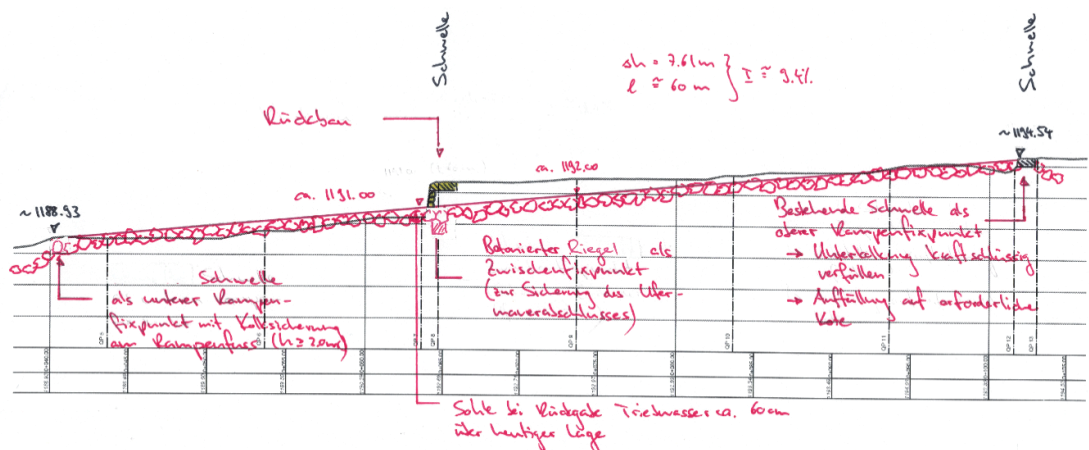


Abbildung 9: Massnahmenübersicht Variante 4 (Längsschnitt)

Durch den Ausgleich des Sohlgefälles zwischen den heutigen Schwellen müssen die bestehenden Ufermauern beidseitig unterfangen werden.

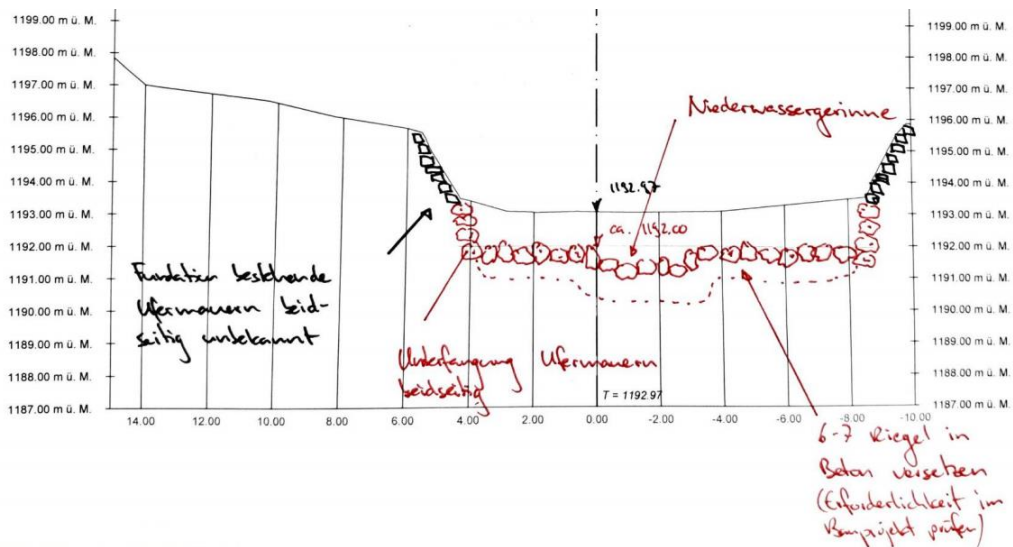


Abbildung 10: Massnahmenübersicht Variante 4 (Querschnitt)

Trotz Reduktion der Gefälleverhältnisse (im Vergleich zur Variante 3), den daraus resultierenden hydraulischen Beanspruchungen sowie des erheblichen Geschiebetriebs im Hochwasserfall muss die Rampe als herkömmliche, geschlossene und gesetzte Blockrampe ausgeführt werden. Um eine ausreichende Energiedissipation sicherzustellen und den Fischaufstieg zu ermöglichen, ist während der Ausführung auf eine unregelmässige Anordnung der Blocksteine zu achten. Als Zielzustand dient wie bei Variante 3 die Julia bei Bivio (vgl. Abbildung 8).

Mit einem Rampengefälle von über 9% sind die Gefälleverhältnisse auch bei der Variante 4 sehr steil. Sofern diese Variante weiterverfolgt wird, sind in der Bauprojektphase Möglichkeiten zu prüfen, ob die Gefälleverhältnisse mit vertretbarem Aufwand weiter reduziert werden können.

3.4.2 Grobkostenschätzung

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt die Grobkostenschätzung (exkl. MwSt., exkl. Honorare und NK) für die Variante 4.

Tabelle 5: Grobkostenschätzung Variante 4 (Kostengenauigkeit +/- 30%)

Variante 4: Blockrampe lang			
1.0 Baustelleneinrichtung		ca. 10%	40'000 CHF
1.1 Wasserhaltung installieren und Phasenweise vorhalten	70 m	150.00 CHF/m	10'500 CHF
1.2 Rückbau, Abtransport und Entsorgung bestehende Schwelle	15 m3	500.00 CHF/m3	7'500 CHF
1.3 Ufermauern unterfangen beidseitig, ohne Verblendung	70 m	2'000.00 CHF/m	140'000 CHF
1.4 Sanierung Schwelle oben	12 m	500.00 CHF/m	6'000 CHF
1.5 Erstellung Querschwelle Zwischenfixpunkt	12 m	1'000.00 CHF/m	12'000 CHF
1.6 Erstellung Querschwelle als unteren Rampenfixpunkt	12 m	1'000.00 CHF/m	12'000 CHF
1.7 Einbau Geröll aus Gewässersohle auf erforderliche Koten, etappenweise Verdicht	432 m3	10.00 CHF/m3	4'320 CHF
1.8 Gebrochenes Material für filterstabilen Aufbau Untergrund der Blockrampe	360 m3	30.00 CHF/m3	10'800 CHF
1.9 Blocksteine für Blockrampe liefern und einbauen	1'908 t	110.00 CHF/t	209'880 CHF
1.10 Kleinpositionen/Regiearbeit (ca. 3% der Baukosten)		ca. 3%	12'000 CHF
		Summe	465'000 CHF

3.4.3 Qualitative Variantenbeurteilung

Vorteile

- Verbesserung der Längsvernetzung
- Rückbau der bestehenden Sohlabstürze

Nachteile

- Unterfangung der Ufermauern erforderlich
- Beeinflussung Triebwasserkanal (im Detail zu klären)
- Realisierungskosten
- Risiko Überlastfall

Aufgrund der Verbesserung der Längsvernetzung der Clemgia wird die **Variante 4** trotz erheblicher Mehrkosten **zur Weiterverfolgung vorgeschlagen**.

3.5 EMPFEHLUNG BESTVARIANTE

Aufgrund der Überlegungen in den vorangehenden Kapiteln wird vorgeschlagen, von den verbliebenen Varianten 2 und 4 die **Variante 2 (Schwellenersatz) als Bestvariante vorzuschlagen** und in der Bauprojektphase zu konkretisieren und dimensionieren. Dieser Entscheid stützt sich insbesondere auf die folgenden Punkte:

- Realisierungskosten: Die Umsetzung der Variante 2 ist im Vergleich zur Variante 4 mit erheblich geringeren Realisierungskosten verbunden.
- Zielsetzungen Ökologie: Gemäss erster Vorabklärungen mit dem AJF spielt die Clemgia als Laichgewässer aufgrund des erheblichen Geschiebetriebes nur eine untergeordnete Rolle. Aufgrund der erheblichen Mehrkosten einer Blockrampe im Vergleich zum Schwellenersatz scheint die Verhältnismässigkeit für einen Schwellenrückbau nicht gegeben zu sein.
- Gefälleverhältnisse: Die Gefälleverhältnisse bewegen sich mit über 9% Rampengefälle im oberen Grenzbereich für geschlossene Blockrampen. Im Überlastfall erhöht sich damit das Risiko eines unerwünschten, schlagartigen Versagens des Bauwerks. Weiterführende Massnahmen zur Reduktion des Rampengefalles sind infolge Verlängerung der Rampe stets auch mit erheblichen Mehrkosten verbunden.

4 FAZIT UND WEITERES VORGEHEN

Ziel der Gemeinde Scuol ist es, unabhängig der definitiven Variantenbeurteilung die erforderlichen Massnahmen im Herbst 2020, spätestens im Frühjahr 2021 umzusetzen, damit das schadhafte Schwellenbauwerk noch höchstens während einer Hochwassersaison den äusseren Einwirkungen ausgesetzt ist.

Nach der informellen Vorprüfung zum BAB soll im Sommer 2020 das Bauprojekt unter Berücksichtigung der Rückmeldungen der kantonalen Fachstellen erarbeitet werden und im Anschluss zur Bewilligung und Projektauflage eingereicht werden.

Chur, 28.05.2020

Christian Nagy

BREM+THANEI AG / HOLINGER AG

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

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

Jörn Heilig
Qualitätssicherung
HOLINGER AG
jörn.heilig@holinger.com
+41 61 206 77 10