

2018

Sanierung Fischgängigkeit



Schwelle Albula, Sils i.D.
Variantenstudium

Pascal Barrea
Kraftwerke Hinterrhein AG
Oktober 2018

Allgemeines

Autor/-in	Pascal Barrea
Dateiname und Pfad	Sils Bericht Variantenstudium.docx
Dokumentnummer	1
Geltungsbereich	
Vertraulichkeit	
Bedeutung	
Urheberrechte	
Version	1
Genehmigung	

Änderungskontrolle

Version	Autor/-in	Datum	Seiten	Änderung

Verteiler

Version	Datum	Wer	Anzahl Exemplare

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	1
2	Grundlagen	1
3	Bestehende bauliche Anlagen.....	2
3.1	Übersicht	2
3.2	Planausschnitte	2
3.3	Beschreibung.....	3
3.3.1	Albulaumlegung, Absturzbauwerk, Auslauf KHR Zentrale Sils	3
3.3.2	Fischtreppe	5
3.3.3	Kabelbrücke.....	5
3.4	Eigentumsverhältnisse.....	6
3.5	Angaben zum Absturzbauwerk.....	6
3.6	Problematik Leistungsreduktion KHR	7
4	Ökologie.....	7
4.1	Angaben zum Gewässer	7
5	Hydrologie.....	8
5.1	Hydrologische Kenndaten.....	8
6	Variantenstudium	8
6.1	Sanierungsziel	8
6.2	Grundsätze	9
6.3	Allgemeine Anforderungen	9
6.3.1	Betriebszeit.....	9
6.3.2	Zielarten.....	9
6.3.3	Auffindbarkeit.....	9
6.4	Platzverhältnisse.....	9
7	Varianten zur Herstellung der Fischgängigkeit	10
7.1	Rückbau Wanderhindernis	10
7.2	Varianten Fischaufstiegsanlagen (FAA)	11
8	Variantenbeschreibung	12
8.1	Variante A: FAA im Gewässerbereich	12
8.1.1	Variante A1: Umwandlung best. Fischtreppe in neuen Schlitzpass (Vorschlag Kanton).....	12
8.1.2	Variante A2: Blockrampe	14
8.1.3	Variante A3: Optimierung der bestehenden FAA (Teilrampe)	16

8.2	Variante B: FAA ausserhalb Gewässerbereich rechtsufrig	18
8.2.1	Variante B1: Beckenartige FAA Schlitzpass	18
8.3	Variante C: FAA ausserhalb Gewässerbereich linksufrig	20
8.3.1	Variante C1: Fischlift.....	20
8.3.2	Variante C2: Beckenartige FAA Schlitzpass.....	23
9	Variantenbewertung	28
10	Zusammenfassung und Empfehlung	28

1 Ausgangslage

Die Kraftwerke Hinterrhein AG (KHR) nutzt seit den 1960er Jahren die Wasserkraft des Hinterrheins. Unter anderem betreibt sie seit 1961 das Kraftwerk in Sils i.D. Mit dem Bau des Kraftwerks wurde der Flusslauf der Albula teilweise umgelegt und dadurch verkürzt. Vor der Wasserrückgabe der Zentrale Sils wurde zur Sohlstabilisierung ein ca. 4 m hohes Absturzbauwerk errichtet. Aufgrund diverser Gesetzesänderungen sind Massnahmen für die Wiederherstellung der Fischgängigkeit der Fliessgewässer umzusetzen. Gemäss kantonaler Planung wird für das bestehende Absturzbauwerk bzw. für die bestehende Fischtreppe in Sils i.D. eine Sanierungspflicht der KHR bezüglich Fischaufstieg angeordnet. Als Sanierungsziel wird der uneingeschränkte Aufstieg der Bach- und Seeforelle in der Albula im Bereich des Absturzbauwerks festgelegt.

In einem ersten Schritt erfolgt ein Variantenstudium, welches die vom Kanton vorgeschlagene Massnahme sowie weitere Varianten untersucht. Das Variantenstudium erfolgt durch KHR. Die fischereibiologische Fachkompetenz wird durch die Zusammenarbeit mit dem Umweltfachbüro ecowert GmbH, Chur gewährleistet.

2 Grundlagen

Basis für dieses Projekt bilden:

Dokumente

- Schlussbericht der strategischen Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung Dez. 2014
- Sanierungsanordnung der Regierung des Kantons Graubünden 06.04.2016

Pläne

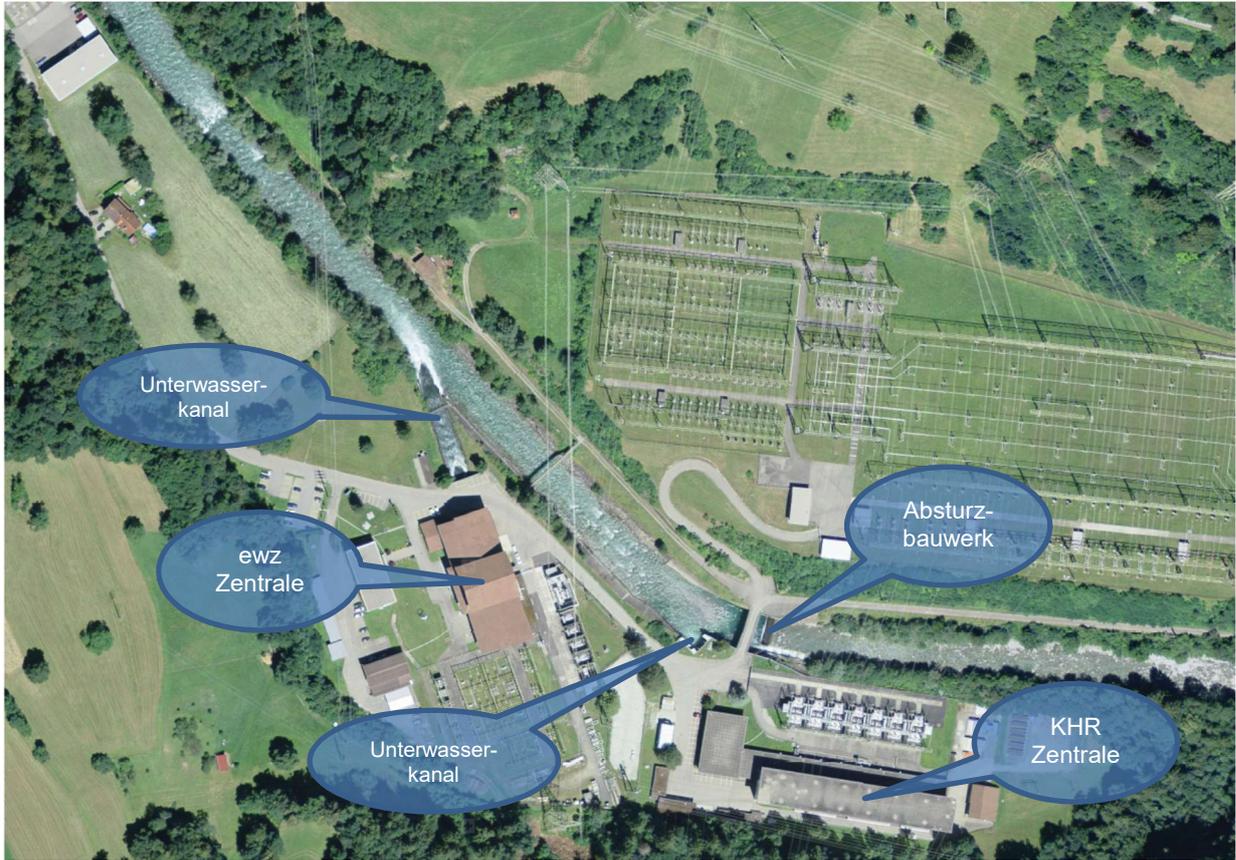
- Ausführungsplan 155.16.2454 Umbau Fischaufstieg 17.05.1985
- Ausführungsplan A05461 Fischaufstieg 25.02.1982
- Ausführungsplan 15.10.2395 Auslauf, Absturzbauwerk, Fischtreppe 14.09.1981
- Ausführungsplan 155.16.33 Albulaumleitung, Dienststeg 22.11.1962
- Ausführungsplan 155.15.227 Unterwasserkanal KHR 08.11.1962
- Ausführungsplan 155.15.535 Hochwasserleitmauer 06.11.1962
- Modellversuche VAW, Absturzbauwerk 1962
- Modellversuche VAW, Wasserrückgabe Sils 1958

Literatur

- [1] Hefti D. 2012: Wiederherstellung der Fischauf- und -abwanderung bei Wasserkraftwerken. Checkliste Best practice. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1210: 79 S.
- [2] DWA-Regelwerk: Merkblatt DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef Mai 2014. Auflage Februar 2016
- [3] Blockrampen Normalien. Manual zur Sanierung von Abstürzen. Hunziker, Zarn & Partner. Aarau, April 2008. Projekt A-300, V1.1

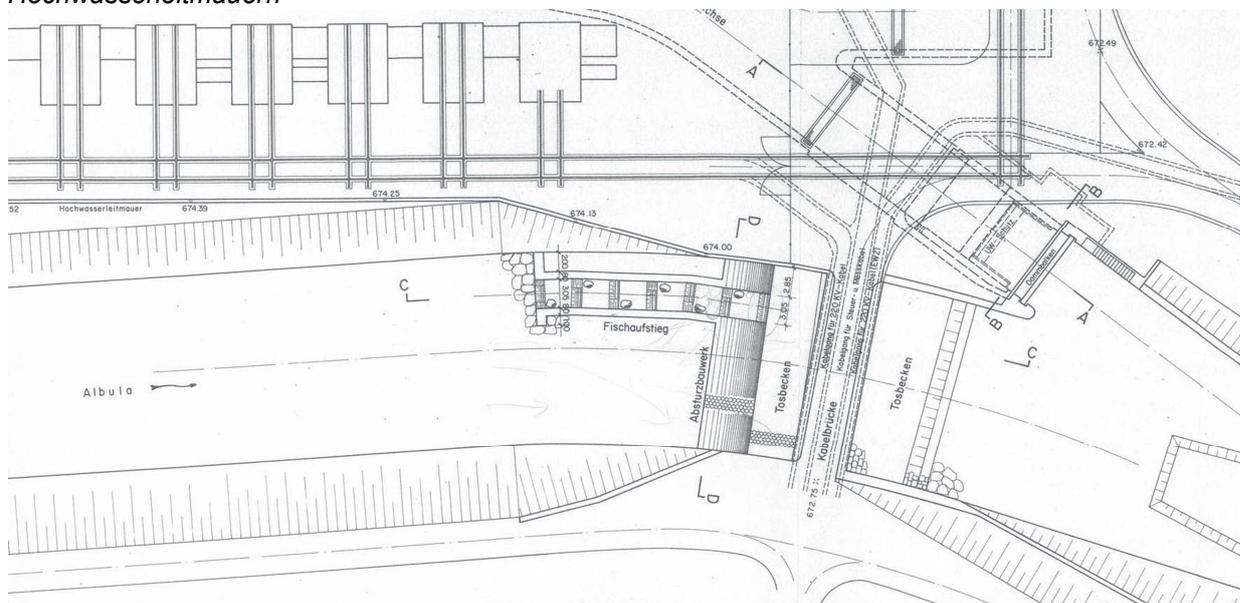
3 Bestehende bauliche Anlagen

3.1 Übersicht



3.2 Planausschnitte

Situation mit best. Absturzbauwerk, Fischaufstieg, Tosbecken, Kabelbrücke, Turbinenauslauf, Stütz- und Hochwasserleitmauern



1958 Modellversuche VAW, Wasserrückgabe Sils

Ziele:

- Erfassung der flussbaulichen Auswirkungen durch Albulaumlegung- und Vertiefung sowie durch zusätzliches Betriebswasser KHR.
- Untersuchung betreffend Ausbildung des Umleitgerinnes (Sicherstellung Geschiebetrieb, Verhinderung von Erosion und Auflandungen).
- Hydraulische Dimensionierung des Umleitgerinnes

Erkenntnisse/Massnahmen:

- Zwecks Fixierung des Albulabettes weiter flussauf- und abwärts ist ein Absturzbauwerk nötig.
- Um Erosionen in der Bachsohle und Kolke nach dem Tosbecken zu vermeiden sind Sohlenpflasterungen und Blockwürfe entlang der Ufer nötig. Zudem muss der Absturz erhöht und das Tosbecken vertieft werden, um eine Gefällszunahme der Bachsohle nach dem Absturz zu vermeiden.
- In den Modellversuchen konnte kein stabiler Endzustand der Bachsohle erreicht werden. Folglich wird vermutet, dass zusätzliche Schwellen nötig sein werden bzw. die Gefahr besteht, dass die Blockwurf-Böschungen nachsacken werden.
- Die Dimensionen des Umleitgerinne genügen um ein 1000-jähriges Hochwasser abzuleiten.
- Mauern und Schwellen müssen genügend tief fundiert werden.
- Die Schleppkraft wird durch Verengen der Gerinnebreite unterhalb Absturzbauwerk um 15 % gegenüber derjenigen von oberhalb erhöht.
- Der Wasserspiegel im Tosbecken ist von den zusammenfliessenden Wassermengen der Albulas und des Unterwasserkanals abhängig. Die hydraulischen Verhältnisse sind kompliziert, da sie schon durch das Absturzbauwerk gestört werden.

1962 Modellversuche VAW, Absturzbauwerk Sils

Ziele:

- Untersuchung Verstopfungsgefahr zwischen Absturzbauwerk und Kabelbrücke
- Überprüfung Stabilität der Blockwurf-Böschungen und Sohlenpflasterungen unterhalb Absturzbauwerk
- Dimensionierung Sohlen und Böschungssicherung

Erkenntnisse:

- Die Modellversuche zeigen, dass eine Verstopfungsgefahr zwischen Absturzbauwerk und Kabelbrücke besteht. Als Gegenmassnahme soll der Überfall des Absturzbauwerks teilweise abgebrochen und anschliessend abgerundet ausgeführt werden.
- Die rechtsufrige Blockwurf-Böschung weist eine genügende Erosionssicherheit auf. Die Sohlensicherung unterhalb des Tosbeckens längs dem linken Ufer genügt für $Q > 450 \text{ m}^3/\text{s}$ kaum. Es wird eine laufende Kontrolle des Flussbetts empfohlen.

1979/80 Albulaverbauung

Es wurde festgestellt, dass sich die Sohle des neuen Gerinnes vom Absturzbauwerk flussabwärts seit Inbetriebnahme um ca. 2 Meter vertieft hat. Die Stabilität der Wuhre war in Frage gestellt. Im Jahr 1980 wurde bei Km 0.35 am Ende des beidseits bewehrten Abschnitts eine Sohlschwelle betoniert, welche der Anhebung der Sohle auf ihre ursprüngliche Höhe diene. Von einer Blockschwelle wurde wegen zu hohen Wassergeschwindigkeiten abgesehen.

3.3.2 Fischtreppe

Der folgende Abschnitt fasst die Entstehung der heute bestehenden Fischtreppe als Überblick zusammen.

1973 Die Regierung des Kantons Graubünden verfügt die Erstellung einer Fischaufstiegsmöglichkeit.

1974 Gutachten von Dr. W Geiger der EAWG (Eidg. technische Hochschule) über Massnahmen zur Erhaltung des Fischbestandes mit Empfehlung das bestehende Bauwerk durch ein mehrstufiges Absturzbauwerk aus Natursteinblöcken zu ersetzen.

1975 Erster Projektentwurf einer Fischaufstiegsanlage (FAA) wird von KHR eingereicht

1980 Zweiter Projektentwurf einer FAA vom Ingenieurbüro für bauliche Anlagen, Zürich (IBA) im Auftrag von KHR wird eingereicht, dabei sind folgende Punkte aus der Projektierung des IBA erwähnenswert:

- Während der Fischwanderung muss sich der Fischaufstieg auf eine Rinne beschränken, damit eine minimale Wassertiefe vorhanden bleibt. Eine Abtreppung in der ganzen Breite erfüllt diesen Zweck nicht.
- Eine schwellenlose Rinne würde unter Einhaltung von $I=2.5\%$ und $v=1.7\text{m/s}$, 170 m lang werden.
- Die Albula ist bei Hochwasser stark geschiefbeführend. Der Fischaufstieg muss daher robust, gut zugänglich und selbstreinigend sein. Zudem sollte er eine geringe Verstopfungsgefahr aufweisen. Ein gedeckter Beckenpass scheidet daher aus.
- Die Fischtreppe wird linksufrig auf der Kurvenaussenseite angeordnet. Aufgrund des bestehenden Fundamentvorsprungs der Ufermauer, kann die Fischtreppe nicht ganz am linken Ufer angeordnet werden.
- Die Stufenhöhe von 50 cm wurde nur unter dem Druck der bestehenden Verhältnisse zugebilligt. Es wurde in Kauf genommen, dass nur den fortpflanzungsfähigen Forellen der Aufstieg ermöglicht wird.

1980/81 Bau der Fischtreppe und Sanierung des Absturzbauwerks

- Das Absturzbauwerk und die Treppe werden mit Schmelzbasaltplatten ausgekleidet

1982/83 Umbau und Sanierung der Fischtreppe

- Das Auskleiden der Fischtreppe mit Schmelzbasaltplatten hatte sich nicht bewährt. Die Beckenschwellen werden beidseits eingeschnürt (Abfluss zentrisch und nicht mehr mäandrierend). Zum Schutz der Beckensohle und Wände wurden Steinblöcke eingesetzt. Die Wassertiefe in den Becken wird damit verringert und beträgt neu 40 cm. In einem Schreiben erklärte das Jagd und Fischereiinspektorat ihr Einverständnis dazu.
- Für das Absturzbauwerk hatte sich die Schmelzbasaltauskleidung bewährt.

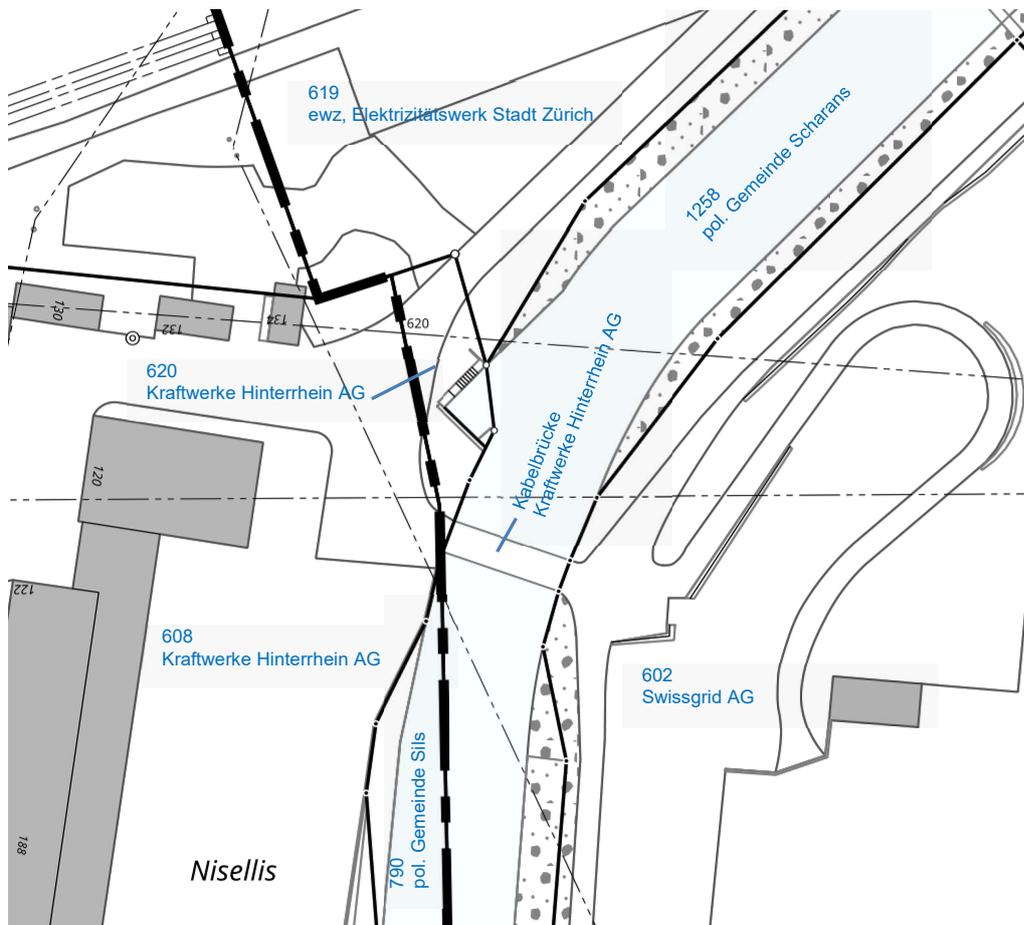
1992 Zweite Sanierung der Fischtreppe

- Die Fischtreppe weist starke Abrasionsschäden auf.

3.3.3 Kabelbrücke

Die Brücke über die Albula wurde mit dem Bau der Zentrale Sils ca. 1960 erstellt. Sie dient einerseits als Strassenbrücke und andererseits als Kabelbrücke, welche die Zentrale Sils mit der Freiluftschaltanlage verbindet. Die Lastbeschränkung der Brücke beträgt 25 to. Eigentümerin der Brücke ist KHR. Gemäss Bericht der VAW Modellversuche genügt das Freibord betreffend Hochwassersicherheit einem HQ_{1000} .

3.4 Eigentumsverhältnisse



3.5 Angaben zum Absturzbauwerk

Nutzungsberechtigter	<i>Kraftwerke Hinterrhein AG</i>
Ort	<i>Sils i.D. u. Scharans</i>
Koordinaten	<i>755'022 / 174'512</i>
Höhe	<i>665 m ü.M.</i>
Hindernistyp	<i>Absturzbauwerk</i>
Hindernishöhe	<i>ca. 6.5 m (ok Absturzbauwerk bis Sohle Tosbecken) ca. 4.2 m (WSP oberhalb bis min. WSP unterhalb Hindernis) Oberwasser: keines Unterwasser: ja, WSP variabel</i>
Hindernisbreite	<i>20 m</i>
Ausrichtung im Gewässer	<i>Querbauwerk</i>
Baujahr	<i>ca. 1960</i>
Fischaufstieg vorhanden	<i>ja, Baujahr 1980/81</i>
Ausgelegt für	<i>HQ₁₀₀₀ (gemäss Modellversuche VAW Wasserrückgabe Sils)</i>
Baulicher Zustand	<i>gut</i>

3.6 Problematik Leistungsreduktion KHR

Um eine Verlandung des Stausees Solis zu verhindern erstellte das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) einen Geschiebeumleitstollen, welcher 2012 in Betrieb genommen wurde. Dieser leitet bei Hochwasserereignissen Geschiebe aus dem Staubereich ins Unterwasser und somit in die Albula weiter.

Steigt die Abflussmenge der Albula in Sils auf über 130 m³/s an, verursacht dies einen Rückstau im Unterwasserkanal der KHR Zentrale Sils, wodurch KHR in Abhängigkeit der Wasserkote eine Leistungsreduktion vornehmen muss. Die kritische Wasserkote liegt auf 668.30 m ü.M.

4 Ökologie

4.1 Angaben zum Gewässer

Gewässername	<i>Albula</i>
Ø Gefälle	<i>ca. 15 ‰ (Solis bis Sils i.D.)</i>
Fischregion	<i>Übergang obere/untere Forellenregion gem. DWA-M 509</i>
Leitfischarten	<i>Bach- und Seeforelle (gemäß Sanierungsanordnung)</i>
Bemessungsrelevante Fischarten	<i>Seeforelle</i>
Schwemmholz führend	<i>ja</i>
Sediment führend	<i>ja (ewz Geschiebeumleitstollen Solis)</i>

In der Sanierungsanordnung werden für die Albula die Bach- und Seeforelle als Leitfischarten genannt. Als Begleitfischart kommt auch die Groppe vor.

Die Albula stellt zwischen der Staumauer der ewz in Solis und dem Absturzbauwerk oberhalb der Wasserrückgabe der KHR in Sils eine Restwasserstrecke dar, mit einem guten sich natürlich reproduzierender Forellenbestand. Bestandsuntersuchungen im Rahmen des Monitorings für den Betrieb des Geschiebeumleitstollens der ewz Solis, ergab für die Restwasserstrecke Fischdichten pro Hektare von bis zu 1200 Forellen im unteren Bereich der Restwasserstrecke und solche bis zu 650 Individuen im oberen Abschnitt. Da dort vorher über mehrere Jahre kein Fischbesatz mehr getätigt wurde, ist davon auszugehen, dass dieser Bestand mehrheitlich auf natürliche Fortpflanzung zurückzuführen ist. Diese Annahme wird durch das, insbesondere im unteren Abschnitt der Restwasserstrecke gute Angebot an Laichhabitat bestätigt. Der Bestand an Groppen ist im Vergleich dazu mit Dichten bis zu 20 Individuen pro Hektare eher bescheiden. Von der Seeforelle gab es anlässlich der Untersuchungen nur einen einzigen Nachweis. Die Restwasserstrecke der Albula weist von der Staumauer in Solis bis zur Wasserrückgabe der KHR in Sils i.D. eine Länge von rund 7 km auf und gehört mehrheitlich zur Ökomorphologieklasse «natürlich». Die Strecke ist mit Ausnahme von zwei Stromschnellen im Bereich der Mündung des Heidbachs über rund 6 km für Bachforellen durchgehend uneingeschränkt fischgängig. Die Durchgängigkeit der besagten Stromschnellen ist stark abhängig vom Geschiebeeintrag und der jeweiligen Verklausungen mit Schwemmholz an der Mündung des Heidbachs. Die Staumauer in Solis bildet ein unüberwindbares Hindernis. Ob die Restwasserstrecke in Bezug auf die Wassertiefe auch für Seeforellen durchgehend durchgängig ist, kann aufgrund der erwähnten Untersuchungen nicht beurteilt werden.

Mit der Wiederherstellung der Durchgängigkeit beim Absturzbauwerk in Sils würde oberhalb eine beträchtliche Fliessgewässerstrecke mit erheblichem Laichpotential für die aus dem Hinterrhein aufsteigenden Forellen erschlossen werden.

Der Gewässerabschnitt der Albula unterhalb des Absturzbauwerks weist ein ausgeprägtes Schwall-Sunk Abflussregime auf. Dieser Abschnitt ist in der ökomorphologischen Klasse 4 «naturfremd - künstlich» eingestuft. In diesem Abschnitt kommen zwei weitere nicht kraftwerkbedingte Querbauwerke vor. Rund 300 m unterhalb des Absturzbauwerks besteht eine sohlstabilisierende Betonschwelle und rund 600 m flussabwärts eine steilere Blocksteinschwelle. Die Betonschwelle dürfte in Abhängigkeit des Abflusses eine Absturzhöhe von wenigen Dezimetern bis zu einem halben Meter betragen. Bei Schwall-Betrieb bildet sie eine Stromschnelle. Die Blocksteinschwelle überwindet eine Höhendifferenz von rund 2 m. Die Durchgängigkeit der beiden Bauwerke werden vor allem bei Sunk-Betrieb als fischgängig eingeschätzt. Bei Schwallbetrieb dürfte sie nur für schwimmstarke Fische passierbar sein.

5 Hydrologie

5.1 Hydrologische Kenndaten

Flusssohle (Oberwasser)	668.25 (gem. Ausführungsplan 155.16.2454)	
Unterwasserstand	variabel, min. 664.04 (gem. Ausführungsplan 155.16.2454)	
Betriebswassermenge KHR Zentrale Sils	max. 73 m ³ /s	
Dotierwassermenge ewz Stauanlage Solis	Oktober - März	360 l/s
	April	450 l/s
	Mai - August	570 l/s
	September	450 l/s
Entlastung ewz Stauanlage Solis	max. seit 2012	ca. 210 m ³ /s
Dotierwassermenge ewz Fassung Heidbach (freiwillig, d.h. nicht verfügt)	Dezember - März	140 l/s
	April	180 l/s
	Mai - Juli	220 l/s
	August - November	180 l/s
HQ _M	100 m ³ /s (gem. Plan Nr. 155.16.33)	
HQ ₁₀₀	420 m ³ /s (gem. Plan Nr. 155.16.33)	
HQ ₁₀₀₀	600 m ³ /s (gem. Plan Nr. 155.16.33)	

6 Variantenstudium

Im Zuge des Variantenstudiums wird in einer frühen Projektphase ein breites Spektrum an Massnahmevarianten geprüft. Das Ziel ist die Grundlage für eine Empfehlung einer Zielvariante zu schaffen. Die definitiven Sanierungsmassnahmen werden in Zusammenarbeit mit dem AJF festgelegt.

Das Variantenstudium sieht die Prüfung und Darstellung der vom Kanton vorgeschlagenen Massnahme sowie weiterer Lösungsvarianten im Grobentwurf vor.

6.1 Sanierungsziel

Das Absturzbauwerk steht in einem Fischgewässer mit grosser Bedeutung. Oberhalb des Bauwerks sind potentielle Laichplätze für die Bach- und Seeforelle sowie gute Lebensraumstrukturen für die Bachforelle vorhanden.

Gemäss Sanierungsanordnung wird als Sanierungsziel der uneingeschränkte Aufstieg der Bach- und Seeforelle in der Albula im Bereich des Absturzbauwerks festgelegt.

6.2 Grundsätze

Grundsätzlich ist zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit als erster Schritt die Notwendigkeit des bestehenden Hindernisses zu prüfen. Ist diese nicht gegeben ist ein Rückbau aus ökologischer Sicht die beste Lösung. Nur wenn ein Rückbau nicht möglich ist sollte eine Fischaufstiegsanlage (FAA) in Erwägung gezogen werden.

Allfällige Massnahmen zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit sind auf die bestehenden Infrastrukturanlagen im Nahbereich und betreffend Hochwassersicherheit entsprechend abzustimmen. Die dafür notwendigen hydraulischen bzw. hydrologischen Bemessungen und Stabilitätsnachweise sind nicht Bestandteil des Variantenstudiums und müssen im weiteren Projektverlauf erbracht werden. Diese betreffen u.a.:

- die Stabilität der Sohlenpflasterung sowie der Blockwurf-Böschungen
- die Sicherstellung des Geschiebetriebes
- die Verhinderung von Auflandungen und Erosionen
- das Einhalten des erforderlichen Freibords im Bereich der Kabelbrücke
- die Einflüsse des Rückstaus beim Zusammenfluss der Albula und des Unterwasserkanals (siehe Kap. 3.6 Problematik Leistungsreduktion KHR)

6.3 Allgemeine Anforderungen

Die Kennwerte für die Dimensionierung und Gestaltung einer FAA erfolgen in Anlehnung an die unter Kap. 2. Grundlagen aufgeführte Literatur.

6.3.1 Betriebszeit

In der Praxis wird die Funktionsfähigkeit der FAA für 300 Tage im Jahr (Q_{30} bis Q_{330}) angestrebt.

6.3.2 Zielarten

Als Leitfischarten wurden gemäss Sanierungsverfügung die Bach- und Seeforelle definiert.

6.3.3 Auffindbarkeit

Ob eine FAA ihre Funktion erfüllt, ist stark davon abhängig, ob der Einstieg in die Anlage von der Mehrzahl der aufwärts wandernden Fische gefunden wird. Daher ist den räumlichen Gegebenheiten, der Linienwahl und der optimalen Ein- und Ausstiegsstelle besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Wanderbewegungen von Fischen folgen in der Regel der Hauptströmung, welche sich üblicherweise auf der Kurvenaussenseite am sogenannten Prallhang befindet.

6.4 Platzverhältnisse

Die vorherrschenden Platzverhältnisse sind links- sowie rechtsufrig eingeschränkt und äusserst knapp.

Am rechten Ufer im Bereich des Absturzbauwerkes bestehen bereits einige Kunstbauten. Es sind dies Hochwasserleit- und Stützmauern, das Brückenwiderlager, Wuhrbauten sowie eine entlang der Albula flussauf- und abwärts führende Nebenstrasse.

Auch linksufrig sind bestehende Bauten, wie Hochwasserleit- und Stützmauern, das Brückenwiderlager, Transformatoren mit Ölrückhaltebecken sowie der Unterwasserkanal vorhanden, welche das Platzangebot einschränken.

7 Varianten zur Herstellung der Fischgängigkeit

7.1 Rückbau Wanderhindernis

Beschreibung

Wird ein künstliches Wanderhindernis zurückgebaut ergeben sich unmittelbar gewässerökologische Vorteile. In Anbetracht einer ökologischen Gewässersanierung ist daher grundsätzlich zu prüfen ob ein Wanderhindernis entfernt oder teilweise rückgebaut werden kann.

Mit dem Bau der KHR Zentrale Sils wurde das Flussbett der Albula umgeleitet und um ca. 120 m verkürzt. Anhand der eingangs erwähnten Modellversuchen der VAW wurden die Auswirkungen auf die Gewässermorphologie infolge der Albulaumlegung untersucht und die notwendigen wasserbaulichen Kunstbauten dimensioniert. Unter anderem auch das Absturzbauwerk, welches eine wichtige Funktion zur Sohlstabilisierung erfüllt.

Das 20 m breite Absturzbauwerk wurde 1980/81 für den Bau der Fischtreppe bereits auf einer Breite von ca. 3 m abgebrochen. Damit wurde in diesem Bereich die hydraulische Funktion des Absturzbauwerks, d.h. die Energiedissipation, verändert.

Durch ein Voll- oder Teilabbruch des Absturzbauwerks werden hydraulische Veränderungen verursacht, welche sich auf die bestehenden wasserbaulichen Bauten auswirken. Welche Auswirkungen solche Veränderungen auf bestehende Infrastrukturanlagen bezüglich ihrer Dimensionierung und Stabilität sowie auf hydraulische Verhältnisse bezüglich Geschiebetrieb, Sohlstabilität, Zusammenfluss beim Unterwasserkanal, etc. haben, müssen neu beurteilt werden.

Das Absturzbauwerk erfüllt eine wichtige wasserbauliche Funktion im Gesamtgefüge der Anlage. Es gewährleistet die Auslegung der flussauf- und abwärts bestehenden Bauten bezüglich ihrer Stabilität. Würde das Absturzbauwerk rückgebaut werden, müsste theoretisch auch der verkürzte Flusslauf der Albula wieder verlängert werden.

Fazit

Mit dem Betrieb und Fortbestand der Kraftwerksanlagen an der Albula in Sils i.D. und in Scharans und aus obgenannten Gründen ist der Bestand eines sohlstabilisierenden Bauwerks notwendig. Ein Rückbau des Wanderhindernisses ohne weitere Massnahmen stellt daher keine Lösung dar und kann somit nicht weiter in Erwägung gezogen werden. Eine fischpassierbare Anlage ist vorzusehen.

7.2 Varianten Fischaufstiegsanlagen (FAA)

Folgende Typen von FAA werden aufgrund von massgebenden Randbedingungen nicht weiter untersucht und für die vorliegende Situation als nicht machbar eingestuft:

- **Fischschleuse**
Die dafür nötigen Platzverhältnisse sind nicht vorhanden.
- **Naturnahe Umwegungsgewässer**
Naturnahe Umwegungsgewässer erfordern grosszügige Platzverhältnisse. Die dafür nötigen Platzverhältnisse sind nicht vorhanden.

Aufgrund der äusserst knappen Platzverhältnisse fallen unter die als machbar einzustufenden Lösungen entweder platzsparende FAA wie Schlitzpass und Fischlift oder im Gewässerbereich liegende Werke wie Blockrampen.

Ob eine FAA funktioniert, hängt stark davon ab, ob der Einstieg in die Anlage von der Mehrzahl der aufwärts wandernden Fische gefunden wird. Daher werden die möglichen Massnahmen in einem ersten Schritt bezüglich ihrer Positionierung unterteilt. Am Absturzbauwerk in Sils lassen sie sich in drei Varianten einteilen. Diese sind nachfolgend beschrieben und dargestellt.

Variante A: FAA im Gewässerbereich

Variante A1: Umwandlung best. Fischtreppe in neuen Schlitzpass (Vorschlag Kanton)

Variante A2: Blockrampe

Variante A3: Optimierung der bestehenden FAA (Teilrampe)

Variante B: FAA ausserhalb Gewässerbereich rechtsufrig

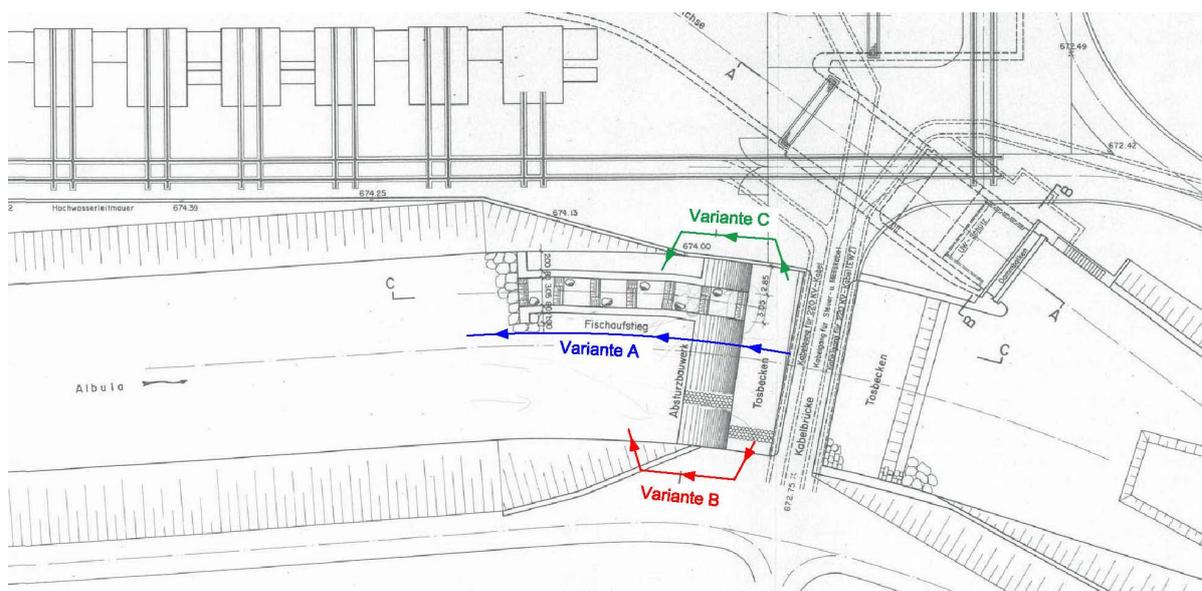
Variante B1: Beckenartige FAA Schlitzpass

Variante C: FAA ausserhalb Gewässerbereich linksufrig

Variante C1: Fischlift

Variante C2: Beckenartige FAA Schlitzpass

Abbildung Varianten Positionierung für FAA



8 Variantenbeschreibung

8.1 Variante A: FAA im Gewässerbereich

8.1.1 Variante A1: Umwandlung best. Fischtreppe in neuen Schlitzpass (Vorschlag Kanton)

Ausgangslage

Die Sanierungsanordnung verlangt die nähere Prüfung der vom Kanton vorgeschlagenen Massnahme, welche die Umwandlung der bestehenden Fischtreppe in einen neuen flacheren und somit längeren Schlitzpass vorsieht.

Wie in Kap. 3.3.2 Fischtreppe beschrieben befindet sich die bestehende Fischtreppe linksufrig innerhalb des Flussbetts der Albula. Sie wurde 1980/81 nachträglich in das Absturzbauwerk eingebaut. Dafür wurde das Absturzbauwerk teilweise abgebrochen. Damit die Fischtreppe auch bei Niederwasser stets genügend Wasser führt und eine minimale Wassertiefe aufweist, musste sie auf eine Rinne beschränkt werden. Die Albula ist bei Hochwasser stark geschiebeführend, weshalb bei der Gestaltung der Fischtreppe ein hoher Wert auf eine robuste, gut zugängliche und selbstreinigende Lösung gelegt wurde.

Bereits nach zwei Betriebsjahren wies die Fischtreppe starke Abrasionsschäden auf und musste umgebaut werden. Eine weitere Sanierung war 10 Jahre später 1992 fällig. Seit 2012 ist der Geschiebeumleitstollen der ewz Stauanlage Solis in Betrieb. Dieser leitet das Geschiebe aus dem Stausee Solis ins Unterwasser und schliesslich über das Absturzbauwerk weiter.

Variantenentwurf

Um die bestehende Fischtreppe in einen Schlitzpass umzubauen, müssten die bestehenden Stufen abgebrochen und die Rinne flacher und länger ausgeführt werden. In die Rinne wären Trennwände, mit über die gesamte Höhe reichende, vertikale Schlitze einzubauen. Ein Schlitzpass führt typischerweise von einem Oberwasser in ein Unterwasser, u.a. damit ein geregelter Abfluss und der Ein- und Ausstieg der Fische gewährleistet werden kann.

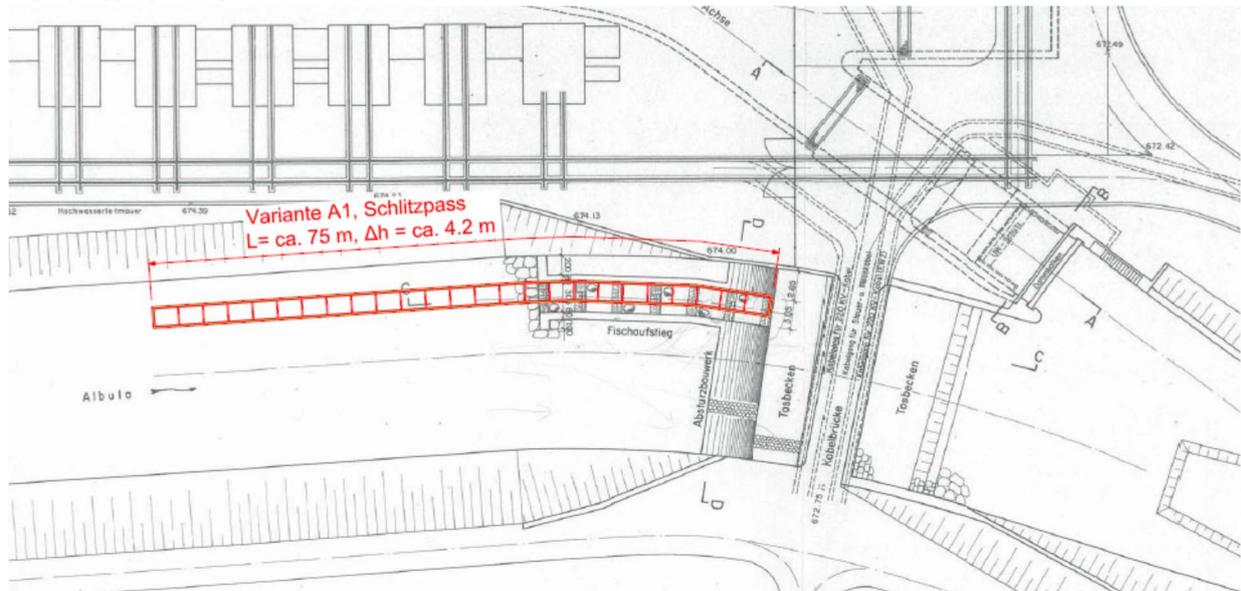
Ein Schlitzpass, bei welchem der Einstieg sich ab tiefstem Wasserspiegel im Tosbecken befindet, wird ca. 75 m lang und überwindet eine Höhendifferenz von ca. 4.2 m. Es müssten ca. 25 Becken à ca. 3.1 m Länge und 2.2 m Breite vorgesehen werden.

Als erweiternde Massnahme könnte die Sohlbindung mittels eines Blockwurfs als Sohlrampe ausgeführt werden.

Die Wassermenge im Schlitzpass muss in einem gewissen Spektrum geregelt werden. Unter anderem damit dem gewünschten Artenspektrum der Aufstieg gewährleistet werden kann. Die oberwasserseitige Anbindung an das Gewässer muss dementsprechend ausgeführt werden.

Die vom Bauwerk beanspruchte Fläche liegt teilweise auf der Parzelle Nr. 790 und Nr. 1258, welche sich im Besitz der politischen Gemeinde Sils i.D. bzw. der politischen Gemeinde Scharans befindet.

Variantenskizze



Funktion

Die Auffindbarkeit für den Fischeinstieg dürfte im Tosbecken für adulte Fische machbar sein. Für juvenile Stadien der Bachforelle ist die Sohlanbindung unzureichend. Ein weiteres Problem stellt die Gewährleistung einer ständigen Wasserführung in der Fischtreppe durch die latente Gefahr einer Verstopfung durch Geschiebe und Geschwemmsel dar. Die Anordnung des Bauwerks für den Fischeinstieg und die Einlaufkote im Oberlauf dürfte infolge von Sohlveränderungen durch Geschiebeumlagerungen ebenfalls zu Funktionsproblemen führen.

Hochwassersicherheit

Der Hochwasserquerschnitt wird nicht verändert. Für die bestehenden Infrastrukturanlagen sind keine erwähnenswerten Veränderungen bezüglich Hochwassersicherheit zu erwarten.

Ein Schlitzpass ist nicht dafür konzipiert überflutet oder einem Hochwasser ausgesetzt zu werden.

Unterhalt

Da sich die Anlage in einem stark geschiebeführenden Flussbett befindet und zudem bei Hochwasser überflutet würde, muss von hohen Aufwänden für Treibguträumungen und Instandsetzungen ausgegangen werden.

Grobkostenschätzung Investitionskosten

Keine Kostenschätzung. Siehe unter Fazit.

Fazit

Im vorliegenden Fall befindet sich die Anlage im Flussbett und führt durch ein Absturzbauwerk, welches keine stauende Funktion hat. Daher ist keine fixe Oberwasserkote, an welche der Schlitzpass angebunden werden könnte, vorhanden. Zudem würde der Schlitzpass bei Hochwasser überflutet werden. Die in der Regel filigranen Beckenkonstruktionen und Trennwände würden durch das Geschiebe sofort Schaden nehmen und es besteht die latente Gefahr, dass die Becken verklausen und schliesslich verstopft und mit Geschiebe verfüllt werden.

Die «Variante A1: Umwandlung best. Fischtreppe in neuen Schlitzpass (Vorschlag Kanton)» erfüllt die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit sowie Gebrauchstauglichkeit nicht. Sie wird daher nicht weiter als mögliche Lösung in Erwägung gezogen.

8.1.2 Variante A2: Blockrampe

Ausgangslage

Das bestehende Hindernis hat keine stauende Funktion und die Platzverhältnisse für eine FAA sind stark begrenzt. Eine FAA im Sinne einer Blockrampe, welche sich im Gewässerbereich befindet bietet sich infolge dessen vom Funktionsprinzip her an.

Variantenentwurf

Die Albula gilt als stark geschiebeführend. Daher wird von einer klassischen Blockrampe mit in Beton versetzten Steinblöcken ausgegangen. Das maximale Gefälle der Rampe wird für die untere Forellenregion in [3] mit 5% bis 6% angegeben. Ab ok Tosbeckensohle misst die zu überwindende Höhendifferenz ca. 6.2 m, wodurch die Blockrampe ca. 110 m bis 130 m lang wird. Die Gewässersohle müsste über diese Distanz abgesenkt werden. Dadurch werden zusätzlich Massnahmen an den Uferverbauungen notwendig. Es ist davon auszugehen, dass die Ufersicherungen bis auf eine zu definierende Kote analog der Blockrampe mit in Beton versetzten Steinblöcken zu erstellen sind. Um konzentrierte Sohlenbelastungen zu verringern ist die Rampensohle möglichst breit vorzusehen.

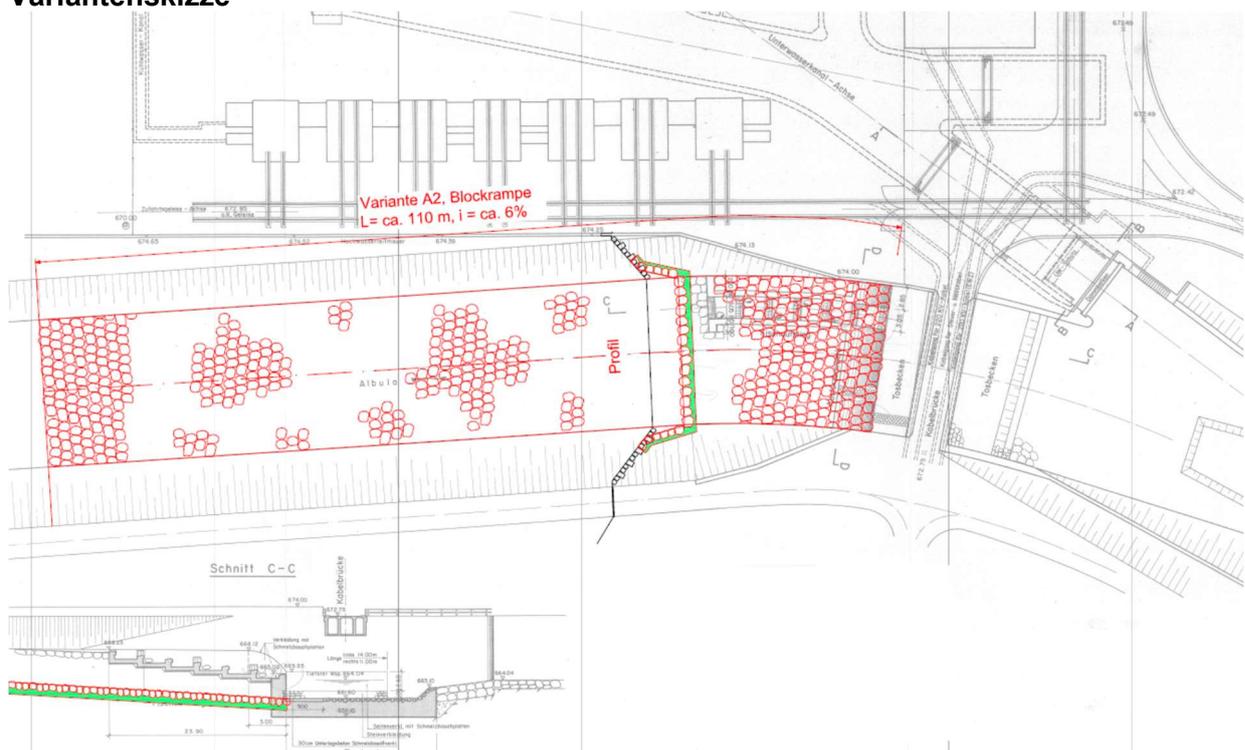
Im Bereich des Absturzbauwerkes und der Kabelbrücke weist die Albula eine minimale Querschnittsbreite von 20 m auf. Während den Wintermonaten muss sich der Fischaufstieg auf eine Rinne beschränken, damit eine minimale Wassertiefe vorhanden bleibt. Daher ist eine Blockrampe mit Niederwasserrinne vorzusehen.

Die Variante erfordert den vollständigen Rückbau des bestehenden Absturzbauwerkes und der Fischtreppe.

Der Einbau einer derartigen Rampe erfordert eine Wasserhaltung. Zudem muss damit gerechnet werden, dass der Kraftwerksbetrieb während den Bauarbeiten im Bereich des Tosbeckens zeitlich eingeschränkt oder eingestellt werden muss.

Die vom Bauwerk beanspruchte Fläche liegt teilweise auf der Parzelle Nr. 790 und Nr. 1258, welche sich im Besitz der politischen Gemeinde Sils i.D. bzw. der politischen Gemeinde Scharans befindet.

Variantskizze



Funktion

Die Blockrampe kommt ohne technische Apparaturen aus. Der Fischaufstieg kann bezogen auf die Wasserführung unterbruchsfrei und bei entsprechend rauer Ausführung für alle Leitfischarten und Altersstadien fischgängig gebaut werden.

Hochwassersicherheit

Die Albula gilt bei Hochwasser als stark geschiebeführend. Die Blockrampe hat nebst den fisch-ökologischen Anforderungen auch diejenigen betreffend Stabilität, Sicherstellung des Geschiebetriebes, Verhinderung von Auflandungen und Erosionen, Einhaltung des erforderlichen Freibords im Bereich der Kabelbrücke, Rückstau im Unterwasserkanal, Stabilität der best. Sohlenpflasterungen und Wuhrbauten, zu genügen. Die Gewährleistung dieser Anforderungen ist im weiteren Projektverlauf genauer zu betrachten.

Unterhalt

Genügt das Bauwerk den ökologischen und wasserbautechnischen Anforderungen, ist während der Lebensdauer der Anlage von einem geringen Unterhaltsaufwand auszugehen.

Ist die Lebensdauer der Anlage bspw. infolge Abnutzung der Rampensole erreicht, fallen im Gegenzug relativ hohe Sanierungskosten an.

Grobkostenschätzung Investitionskosten

Gesamtinstallation ca. 10%	320'000.00
Abholzen	4'000.00
Abbrucharbeiten	360'000.00
Erdarbeiten	320'000.00
Wasserhaltung	120'000.00
Betonarbeiten	450'000.00
Wasserbau	2'115'000.00
Unvorhergesehenes ca. 10%	360'000.00

CHF 4'049'000.00 exkl. Mwst, Projektierung, Projekt- und Bauleitung

Fazit

Die Machbarkeit einer Blockrampe ist gegeben. Das Bauwerk und dessen Ausführungsperimeter sind im Verhältnis zu anderen Varianten relativ gross. Daher fallen auch die Erstellungskosten relativ hoch aus.

Es bestehen erhebliche bauliche Risiken, da die Anlage bestehende Kunstbauten, in deren Fundamentbereich tangiert (Abbrucharbeiten, Baugrubensicherung, etc.).

Für die Auslegung einer Blockrampe betreffend Stabilität und Hochwassersicherheit und die Untersuchung der hydraulischen Einflüsse werden digitale Modellierungen herangezogen. Die ökologische Gestaltung sowie die Überwachung der Ausführung erfordern dementsprechende Fachkenntnisse.

Aus fischereibiologischer Sicht ist die «Variante A2: Blockrampe» zu bevorzugen.

8.1.3 Variante A3: Optimierung der bestehenden FAA (Teilrampe)

Ausgangslage

Mit dem Bau der Fischtreppe 1980/81 wurde in Kauf genommen, dass nur fortpflanzungsfähigen Forellen der Aufstieg ermöglicht wird. Die Stufenhöhe von 50 cm wurde damals unter dem Druck der bestehenden Verhältnisse zugebilligt. Infolge starker Abrasionsschäden nach den ersten zwei Betriebsjahren wurde die Fischtreppe 1982/83 umgebaut. Der Abfluss über die Treppe wurde neu zentrisch und nicht mehr mäandrierend geführt. Zum Schutz der Beckensohle und Wände wurden Steinblöcke eingesetzt, wodurch sich die Wassertiefe in den Becken von 60 cm auf neu 40 cm änderte. Das Jagd und Fischereiinspektorat Graubünden erklärte sich damals mit dem Umbau einverstanden.

Gemäss Erhebungsblatt und Schlussbericht der strategischen Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung vom Dezember 2014 wird der Höhenunterschied von Becken zu Becken, das Gefälle und die Leistungsdichtedissipation als zu hoch erachtet.

Variantenentwurf

Die Variante A3 sieht die Prüfung von Massnahmen zur Optimierung der bestehenden Anlage vor. Unter Berücksichtigung der lokalen, technischen Gegebenheiten und der biologischen Anforderungen sollen optimale Aus- und Umbaumöglichkeiten eruiert werden.

Es sind Abklärungen und weitere Untersuchungen vorzusehen wie bspw. zu folgenden, nicht abschliessenden, Fragestellungen:

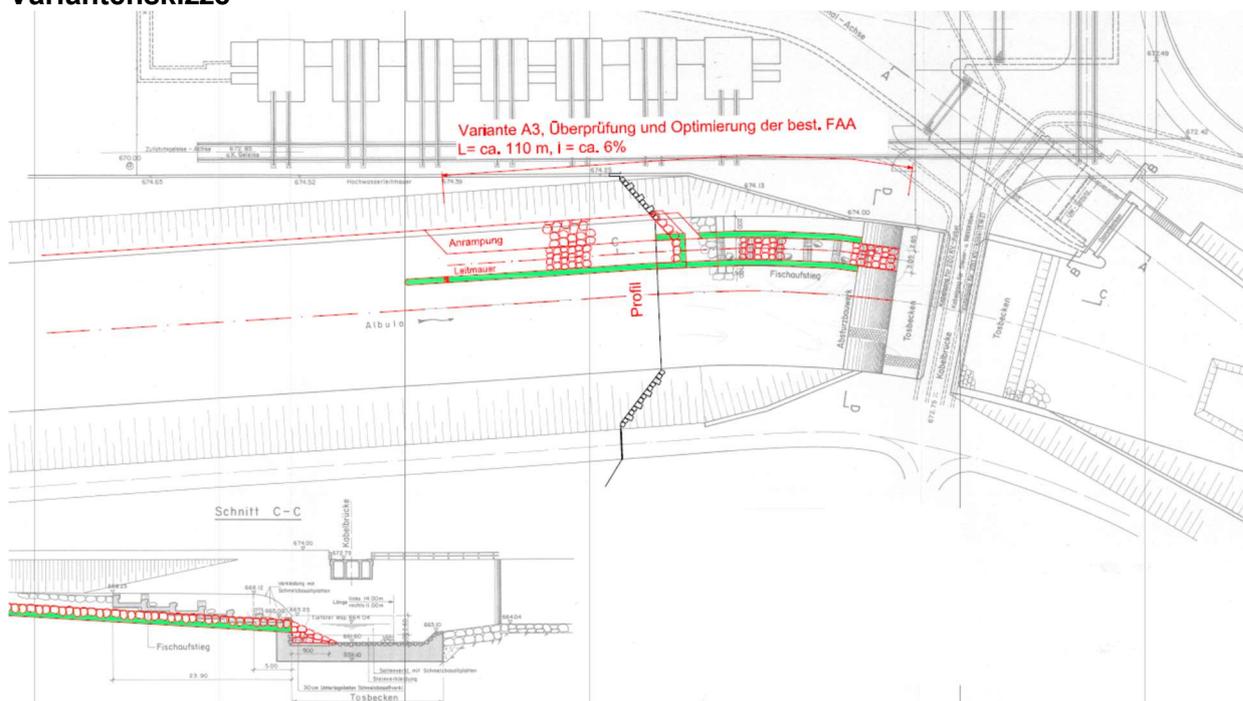
- Lässt sich das Konzept der bestehenden Fischtreppe in Anlehnung an die vom Kanton vorgeschlagene Variante verlängern und somit flacher ausführen?
- Lässt sich die bestehende Rinne, unter Berücksichtigung der massgebenden Anforderungen an eine FAA, in ein teilgewässerbreites Raugerinne bzw. in eine Teilrampe umbauen?
- Funktioniert die Sohlanbindung im Tosbecken mittels eines Blockwurfs als Sohlrampe?
- Lässt sich die, in die FAA fliessende, Wassermenge mit einer spezifischen Ausbildung der Gewässersohle im Oberwasser in Kombination mit der Anordnung einer Leitmauer als "Wasserscheide" begrenzen und wie müsste diese ausgestaltet werden?

Die Variante erfordert einen Teilabbruch bzw. Umbau der bestehenden Fischtreppe. Das Absturzbauwerk würde grösstenteils bestehen bleiben.

Der Umbau der bestehenden FAA erfordert eine Wasserhaltung. Der Kraftwerksbetrieb müsste während den Bauarbeiten aus heutiger Sicht nicht eingestellt werden.

Die vom Bauwerk beanspruchte Fläche liegt teilweise auf der Parzelle Nr. 790 und Nr. 1258, welche sich im Besitz der politischen Gemeinde Sils i.D. bzw. der politischen Gemeinde Scharans befindet.

Variantenskizze



Funktion

Die Variante kommt ohne technische Apparaturen aus. Der Fischaufstieg kann unterbruchsfrei und bei entsprechend rauher Ausführung für alle Leitfischarten und Altersstadien gewährleistet werden, vorausgesetzt die Rampe schliesst im Tosbecken an die Gewässersohle an.

Hochwassersicherheit

Die Albula gilt bei Hochwasser als stark geschiebeführend. Die Massnahme hat nebst den fisch-ökologischen Anforderungen auch diejenigen betreffend Stabilität, Sicherstellung des Geschiebetriebes, Verhinderung von Auflandungen und Erosionen, Einhaltung des erforderlichen Freibords im Bereich der Kabelbrücke, Rückstau im Unterwasserkanal, Stabilität der best. Sohlenpflasterungen und Wuhrbauten, zu genügen. Die Gewährleistung dieser Anforderungen ist im weiteren Projektverlauf genauer zu betrachten.

Unterhalt

Genügt das Bauwerk den ökologischen und wasserbautechnischen Anforderungen ist während der Lebensdauer der Anlage von einem geringen Unterhaltsaufwand auszugehen. Bei einer allfälligen Leitmauer, welche sich im Fließgewässer befindet müssen gelegentliche Instandsetzungsarbeiten in Kauf genommen werden.

Ist die Lebensdauer der Anlage bspw. infolge Abnutzung der Sohle erreicht fallen im Gegenzug höhere Sanierungskosten an.

Grobkostenschätzung Investitionskosten (Bspw. Teilrampe)

Gesamtinstallation ca. 10%	85'000.00
Abholzen	1'000.00
Abbrucharbeiten	75'000.00
Erdarbeiten	30'000.00
Wasserhaltung	75'000.00
Betonarbeiten	305'000.00
Wasserbau	390'000.00
Unvorhergesehenes ca. 10%	95'000.00

CHF 1'056'000.00 exkl. MwSt, Projektierung, Projekt- und Bauleitung

Fazit

Die «Variante A3: Optimierung der bestehenden FAA (Teilrampe)» lässt die endgültige Gestaltung einer Optimierung der bestehenden Anlage offen. Sie bedarf weiterer vertieften Abklärungen. Sie hat jedoch Potential zu einer interessanten, den biologischen Gegebenheiten angepassten, nicht konventionellen Lösung zu führen. Durch Einbezug bestehender Gegebenheiten kann das Kosten/Nutzen-Verhältnis in einen interessanten Rahmen fallen.

Die bestehende Fischtreppe wurde nie einer Funktionskontrolle unterzogen. Die Beschreibungen der Fischtreppe im Erhebungsblatt des Schlussberichts der strategischen Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung vom Dezember 2014 basieren auf den Ausführungsplan von 1982, also derjenigen Situation vor dem Umbau der Fischtreppe.

Aus obgenannten Gründen empfiehlt sich die Variante weiter zu verfolgen. Weitere fischereibiologische und wasserbauliche Abklärungen sollen mögliche Aus- und Umbaumaßnahmen der bestehenden FAA aufzeigen, welche das Sanierungsziel erfüllen können.

Die «Variante A2: Blockrampe» erfordert teils ähnliche weiterführende Abklärungen. Im Falle einer weiteren Betrachtung könnten diese für die Varianten A2 und A3 gegebenenfalls parallel erfolgen. Damit würden Synergien genutzt und eine direkte Gegenüberstellung der Varianten ermöglicht werden.

8.2 Variante B: FAA ausserhalb Gewässerbereich rechtsufrig

8.2.1 Variante B1: Beckenartige FAA Schlitzpass

Ausgangslage

Die Platzverhältnisse entlang der Ufer sind stark eingeschränkt. Am rechten Ufer ist eine platzsparende Lösung einer FAA wie z.B. ein Beckenpass oder ein Schlitzpass zur Umgehung des Hindernisses vorzusehen.

Variantenentwurf

FAA wie ein Beckenpass oder ein Schlitzpass benötigen ein Ober- sowie ein Unterwasser zur Ausbildung des Ein- und Ausstieges in die Anlage. Ein Oberwasser mit einer gewissen Wassertiefe ist infolge der nichtstauenden Funktion des Hindernisses nicht vorhanden. Dieses muss daher künstlich erstellt werden. Hierzu würde sich ein Schlauchwehr anbieten, welches oberhalb des Absturzbauwerkes installiert wird.

Das Schlauchwehr besteht aus einer Gummimembrane welche mit Luft gefüllt wird. Es reguliert sich selbständig über eine, mit dem Oberwasser verknüpften Steuerung (Schwimmer). Die Regulierung ermöglicht die Ableitung von Hochwasserabflüssen. Die Luft wird durch die erhöhten Abflussmengen aus dem Schlauch gepresst damit sich der Schlauch flach in das vorhandene Betonbett legt und so einen freien Durchfluss gewährleistet.

Die Variante erfordert den Rückbau der bestehenden Fischtreppe. Das Absturzbauwerk bleibt bestehen und muss im Bereich Fischtreppe ergänzt werden.

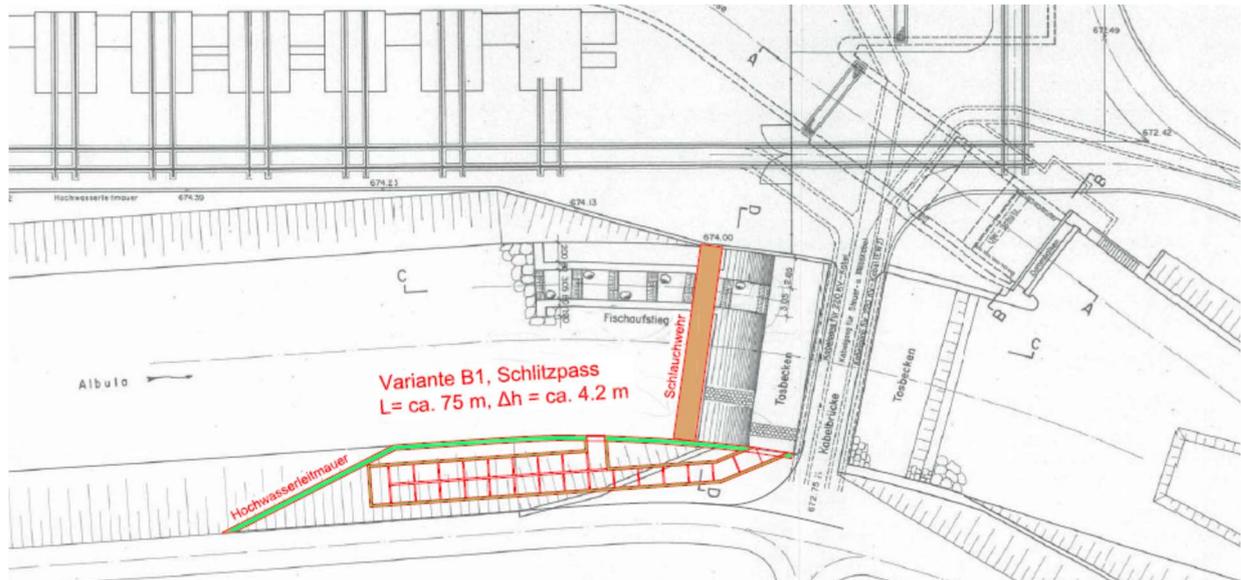
Der Umbau der FAA erfordert eine Wasserhaltung. Der Kraftwerksbetrieb muss während den Bauarbeiten aus heutiger Sicht nicht eingestellt werden.

Ein Schlitzpass, bei welchem der Einstieg sich ab tiefstem Wasserspiegel im Tosbecken befindet, wird ca. 75 m lang und überwindet eine Höhendifferenz von ca. 4.2 m. Es müssten ca. 25 Becken à ca. 3.1 m Länge und 2.2 m Breite vorgesehen werden. Um rechtsufrig eine FAA zu erstellen müssen die bestehenden Wuhrbauten und Hochwasserleitmauern teilweise abgebrochen und angepasst werden. Es werden Aushubtiefen und neue Stützbauwerke bis 9 m Höhe erforderlich.

Als erweiternde Massnahme könnte die Sohlanbindung mittels eines Blockwurfs als Sohlrampe ausgeführt werden.

Die vom Bauwerk beanspruchte Fläche liegt teilweise auf der Parzelle Nr. 602 und Nr. 1258, welche sich im Besitz der swissgrid AG bzw. der politischen Gemeinde Scharans befindet.

Variantskizze



Funktion

Im Bereich des Hindernisses bildet die Albula eine Rechtskurve mit entsprechendem Gleithang am rechten Ufer, an welchem auch die FAA zu liegen käme. Stromaufwärts gerichtete Wanderungen erfolgen mehrheitlich entlang der Hauptströmung, welche sich in der Regel am Prallhang, d.h. auf der Kurvenaussenseite befinden. Die Positionierung des Einstieges in die FAA am rechten Ufer bietet sich daher nicht an. Ergänzende Massnahmen zur Optimierung der Lockströmung wären vorzusehen. Die erforderliche Wassertiefe beim Fischausstieg würde durch das Schlauchwehr sichergestellt werden.

Der Fischaufstieg kann in Bezug auf die Wasserführung unterbruchsfrei und voraussichtlich für alle Leitfischarten und Altersstadien gewährleistet werden. In Bezug auf die Auffindbarkeit müsste ein gewisser Nachteil in Kauf genommen werden.

Hochwassersicherheit

Durch die Verschiebung der Hochwasserleitmauer werden die hydraulischen Verhältnisse im Bereich vor dem Absturzbauwerk verändert. Die symmetrische Einschnürung des Abflusses vor dem Absturzbauwerk ist nicht mehr gegeben. Der Hochwasserquerschnitt in diesem Bereich verringert sich. Ein allfälliges Schlauchwehr muss mit dem Zufluss korrelieren, damit es sich bei Hochwasser entleert um eine Querschnittsverringering zu vermeiden. Im Rahmen einer Weiterbearbeitung der Variante sind bezüglich Hochwassersicherheit weitere Abklärungen notwendig.

Unterhalt

Da sich die Anlage im Nebenbereich befindet, ist von einem normalen Unterhalt der Anlage auszugehen. Bei der Gestaltung der Anlage sollte eine gute Zugänglichkeit dennoch berücksichtigt werden. Mit dem Betrieb eines Schlauchwehrs entstehen zusätzliche, jedoch geringe Unterhaltsarbeiten. Ein Schlauchwehr besitzt je nach Beanspruchung eine Lebensdauer von ca. 25 bis 30 Jahren.

Grobkostenschätzung (Schlitzpass mit Schlauchwehr)

Die Installation eines Schlauchwehres sowie die Anpassungen bestehender Stütz- und Leitmauern erhöhen die Baukosten. Zudem schlägt sich auch der notwendige Rückbau der bestehenden Fischtreppe auf die Kosten nieder.

Gesamtinstallation ca. 10%	175'000.00
Abholzen	1'000.00
Abbrucharbeiten	75'000.00
Erdarbeiten	35'000.00
Wasserhaltung	100'000.00
Betonarbeiten	755'000.00
Schlauchwehr	330'000.00
Schlitzpass	530'000.00
Wasserbau	20'000.00
Leitschranken	15'000.00
Unvorhergesehenes ca. 10%	190'000.00

CHF 2'226'000.00 exkl. Mwst, Projektierung, Projekt- und Bauleitung

Fazit

Die «Variante B1: Schlitzpass» ist unter bestimmten Voraussetzungen grundsätzlich machbar.

Ein massgebendes Kriterium, nämlich die optimale Positionierung des Einstieges in die FAA, wird nicht erfüllt. Der Einstieg auf der rechten Uferseite bietet sich ohne zusätzlichen Massnahmen nicht an, denn er befindet am Gleithang.

Es ist ein künstlich zu erstellendes Oberwasser nötig. Bspw. mittels eines Schlauchwehrs. Die Auswirkungen auf die best. Infrastrukturanlagen im Nahbereich des erhöhten Überfalls müssten im weiteren Projektverlauf noch genauer beurteilt werden.

Es bestehen bauliche Risiken, da die Anlage bestehende Kunstbauten, teils in deren Fundamentbereich tangiert (Abbrucharbeiten, Baugrubensicherung, etc.).

8.3 Variante C: FAA ausserhalb Gewässerbereich linksufrig

8.3.1 Variante C1: Fischlift

Ausgangslage

Die Platzverhältnisse am linken Flussufer sind noch eingeschränkter als diejenigen rechtsufrig. Ein Fischlift stellt bei engen Platzverhältnissen eine Alternative zu konventionellen FAA dar.

Variantenentwurf

Der Einstieg in die FAA wird rechtsufrig zwischen Absturzbauwerk und Widerlager der Kabelbrücke angeordnet. Der Einstieg befindet sich ab ok Sohle Tosbecken. Es folgt der Übergang vom Einstieg in den Fischlift. Der Fischlift überwindet einen Höhenunterschied von ca. 6.5 m. Der Liftschacht misst im Durchmesser ca. 2.0 m und weist eine Höhe von ca. 11 m auf. Vom Liftausstieg führt ein Korridor weiter bis ins Oberwasser.

Der Antrieb des Lifts lässt sich auf verschiedene Arten bewerkstelligen:

- a) Seilwindenbetrieb
- b) Pumpenbetrieb
- c) Schwimmerbetrieb

Beim Ausstieg ist ein Oberwasser mit einer minimalen, der Leitfischart angepassten, Wassertiefe notwendig.

Ein Oberwasser mit einer gewissen Wassertiefe ist infolge der nichtstauenden Funktion des Hindernisses nicht gegeben. Dieses muss daher künstlich erstellt werden. Hierzu würde sich ein Schlauchwehr anbieten, welches oberhalb des Absturzbauwerkes installiert wird.

Das Schlauchwehr besteht aus einer Gummimembrane welche mit Luft gefüllt wird. Es reguliert sich selbständig über eine, mit dem Oberwasser verknüpften Steuerung (Schwimmer). Die Regulierung ermöglicht die Ableitung von Hochwasserabflüssen. Die Luft wird durch die erhöhten Abflussmengen aus dem Schlauch gepresst damit sich der Schlauch flach in das vorhandene Betonbett legt und so einen freien Durchfluss gewährleistet.

Die Variante erfordert beim Einsatz eines Schlauchwehrs den Rückbau der bestehenden Fischtreppe. Das Absturzbauwerk bleibt bestehen.

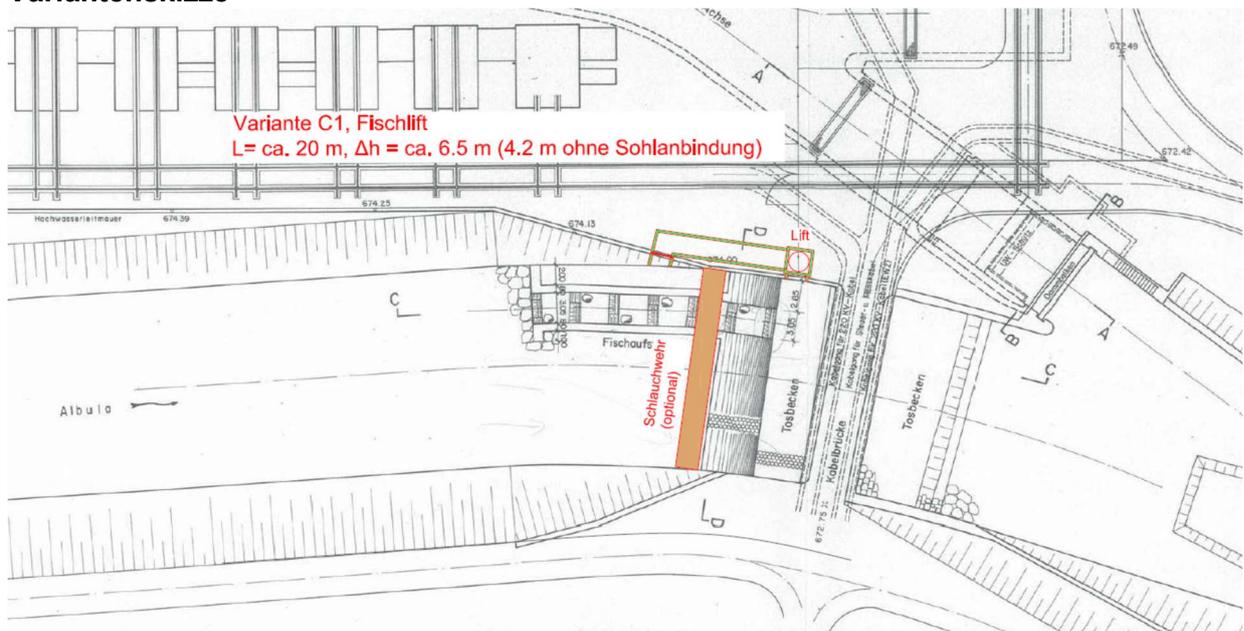
Der Bau der FAA erfordert eine Wasserhaltung. Der Kraftwerksbetrieb muss während den Bauarbeiten aus heutiger Sicht nicht eingestellt werden.

Um linksufrig eine FAA zu erstellen, müssen die Hochwasserleitmauern teilweise abgebrochen und angepasst werden. Es werden Aushubtiefen und neue Stützbauwerke bis 9 m Höhe erforderlich.

Der Fischeaufstieg könnte alternativ statt ab Kote Sohle Tosbecken, ab minimalem Wasserspiegel erfolgen. Dadurch würde sich die Höhe des Fischlifts um ca. 2.3 m reduzieren. Als erweiternde Massnahme könnte in diesem Fall die Sohlanbindung mittels eines Blockwurfs als Sohlrampe ausgeführt werden.

Die vom Bauwerk beanspruchte Fläche liegt teilweise auf der Parzelle Nr. 608 und Nr. 790, welche sich im Besitz der KHR AG bzw. der politischen Gemeinde Sils i.D. befindet.

Variantenskizze



Funktion

Der Einstieg in die FAA befindet sich auf der Kurvenaussenseite und somit am Prallhang, was sich auf die Auffindbarkeit der FAA positiv auswirkt.

Die Auffindbarkeit der FAA ist abhängig von der Lockströmung. Eine wirksame Lockströmung im Tosbecken zu erzeugen, die nicht vom Wasserüberfall am Wehr konkurriert wird, ist nicht ohne Weiteres zu bewerkstelligen. Dasselbe gilt auch für die bodennahe Anbindung z.B. für juvenile Forellen.

Der Fischlift ist mit Apparaturen wie Schieber und Pumpen ausgestattet und dadurch gegenüber anderen Varianten mit potentiellen Störungsquellen behaftet. Die Apparaturen sowie die Funktionalität der Anlage lassen sich mittels entsprechender Ausrüstung fernüberwachen.

Bedingt durch die Funktionsweise eines Fischlifts ist kein unterbrechungsfreier Aufstieg gewährleistet.

Hochwassersicherheit

Ein allfälliges Schlauchwehr muss mit dem Zufluss der Albula korrelieren, damit es sich bei Hochwasser entleert und eine Verringerung des Hochwasserquerschnitts vermeidet. Für die bestehenden Infrastrukturanlagen sind keine erwähnenswerten Veränderungen bezüglich Hochwassersicherheit zu erwarten. Auch die Anlage selbst befindet sich nicht im Einflussbereich eines Hochwassers.

Unterhalt

Da sich die Anlage im Nebenbereich befindet, ist von einem normalen Unterhalt der Anlage auszugehen. Bei der Gestaltung der Anlage sollte eine gute Zugänglichkeit dennoch berücksichtigt werden. Zu beachten sind die technischen Apparaturen, welche zusätzlich unterhalten werden müssen und Einsätze zur Störungsbehebung verursachen können. Mit dem Betrieb eines Schlauchwehrs entstehen zusätzliche jedoch geringe Unterhaltsarbeiten. Ein Schlauchwehr besitzt je nach Beanspruchung eine Lebensdauer von ca. 25 bis 30 Jahren.

Grobkostenschätzung (Fischlift mit Schlauchwehr)

Die Installation eines Schlauchwehres erhöhen die Baukosten. Zudem schlägt sich auch der notwendige Rückbau der bestehenden Fischtreppe auf die Kosten nieder.

Gesamtinstallation ca. 10%	130'000.00
Abbrucharbeiten	40'000.00
Erdarbeiten	20'000.00
Wasserhaltung	80'000.00
Betonarbeiten	445'000.00
Schlauchwehr	330'000.00
Fischlift	355'000.00
Wasserbau	15'000.00
Unvorhergesehenes ca. 10%	140'000.00

CHF 1'555'000.00 exkl. Mwst, Projektierung, Projekt- und Bauleitung

Fazit

Die «Variante C1: Fischlift» ist unter bestimmten Voraussetzungen grundsätzlich machbar.

Der Fischlift ist eine technische Einrichtung. Es sind gesteuerte Apparaturen für dessen Betrieb nötig, welche potentielle Störquellen darstellen. Die Apparaturen erfordern eine regelmässige Wartung. Die Funktion der Anlage sollte überwacht werden.

Der Fischlift wird in einem definierten Intervall betrieben. Ein unterbruchsfreier Aufstieg ist daher nicht gewährleistet.

Die Höhe des Fischliftschachtes hängt zum einen davon ab, ob der Einstieg im Tosbecken sohlennah oder bezüglich minimalem Wasserstand angeordnet wird. Zum anderen ist sie von der Gestaltung des Ausstiegs im Oberwasser abhängig. Die Auffindbarkeit des Einstiegs muss mit einer ausreichenden und strömungswirksamen Anordnung der Lockströmung erzielt werden.

Es ist ein künstlich zu erstellendes Oberwasser nötig. Bspw. mittels eines Schlauchwehrs. Die Auswirkungen auf die best. Infrastrukturanlagen im Nahbereich des erhöhten Überfalls müssten im weiteren Projektverlauf genauer beurteilt werden.

Es bestehen bauliche Risiken, da die Anlage bestehende Kunstbauten, teils in deren Fundamentbereich tangiert (Abbrucharbeiten, Baugrubensicherung, etc.).

8.3.2 Variante C2: Beckenartige FAA Schlitzpass

Ausgangslage

Die Platzverhältnisse entlang der Ufer sind stark eingeschränkt. Als Alternative zum Fischlift und in Anlehnung an die vom Kanton vorgeschlagene «Variante A1: Umbau best. Fischtreppe in neuen Schlitzpass» wird die Anordnung eines Schlitzpasses entlang des linken Ufers, innerhalb des heutigen Gewässerquerschnitts der Albula geprüft. Im Gegensatz zur Variante A1 wird die FAA vom Fliessgewässer getrennt, wodurch diese während Hochwasserereignissen geschützt ist und nicht überflutet werden kann. Ein Schlitzpass benötigt grundsätzlich ein Ober- sowie ein Unterwasser zur Anbindung eines funktionstüchtigen Ein- bzw. Ausstieges in die Anlage. Weil infolge der nichtstauenden Funktion des Hindernisses kein Oberwasser gegeben ist, sollte dieses idealerweise, wie in den vorangegangenen Varianten beschrieben, künstlich erstellt werden. Im Zuge der Erarbeitung der Variante C2 wird dennoch versucht eine alternative Lösung darzustellen.

Variantenentwurf

Mittels einer neu zu erstellenden Leitmauer entlang des linken Ufers wird die FAA komplett von der Albula abgegrenzt. Dadurch entsteht zwischen der bestehenden und der neuen Leitmauer ein Korridor, in welchem eine FAA angeordnet werden kann. Der Korridor muss so schmal wie möglich gestaltet werden um den Gewässerquerschnitt der Albula so gering wie möglich zu reduzieren. Daher bietet sich der Schlitzpass als platzsparender FAA-Typ an.

Die FAA wird entlang der bestehenden Leitmauer mit Verlängerung über das Tosbecken mit sohlennaher Anbindung platziert. Weil die Gewässersohle nach dem Tosbecken gegen das Ende des Unterwasserkanals wieder ansteigt reduziert sich die zu überwindende Höhendifferenz der FAA um ca. 1.5 m. Damit die FAA auch bei minimalem Wasserspiegel im Tosbecken funktioniert muss der Einstieg der FAA um ca. 5 m vom Ende des Unterwasserkanals zurückversetzt angeordnet werden. Ein Schlitzpass, bei welchem der Einstieg sich ab tiefstem Wasserspiegel im Tosbecken befindet, wird ca. 80 m lang und überwindet eine Höhendifferenz von ca. 4.2 m. Es müssten ca. 25 Becken à ca. 3.1 m Länge und 2.2 m Breite vorgesehen werden. Der Ausstieg der FAA befindet sich damit ca. 55 m vom Absturzbauwerk flussaufwärts.

Damit der Schlitzpass mit genügend Wasser beaufschlagt und dessen Ausstieg am Fliessgewässer angebunden werden kann, muss das in der Albula zufließende Wasser mehrheitlich in die FAA geleitet werden. Dies könnte mit einem in der Bachsohle befestigtem Leitbauwerk bewerkstelligt werden. Der Ausstieg ist so zu gestalten, dass der maximale Zufluss in die FAA begrenzt wird.

Die bestehenden Wuhrbauten und die Hochwasserleitmauer müssen baulich angepasst werden. Deren Fundamentfüsse müssen abgebrochen und bis 3 m tief neu unterfangen werden. Es sind neu zu erstellende Stützbauwerke nötig. Die neue Leitmauer misst vom Mauerfuss bis zur Mauerkrone eine maximale Höhe von ca. 11 m.

Die Variante erfordert den Rückbau der bestehenden Fischtreppe. Das Absturzbauwerk bleibt bestehen und muss im Bereich Fischtreppe ergänzt werden.

Während der Bauphase ist eine Wasserhaltung erforderlich. Zudem muss damit gerechnet werden, dass der Kraftwerksbetrieb während den Bauarbeiten im Bereich des Tosbeckens zeitlich eingeschränkt oder eingestellt werden muss.

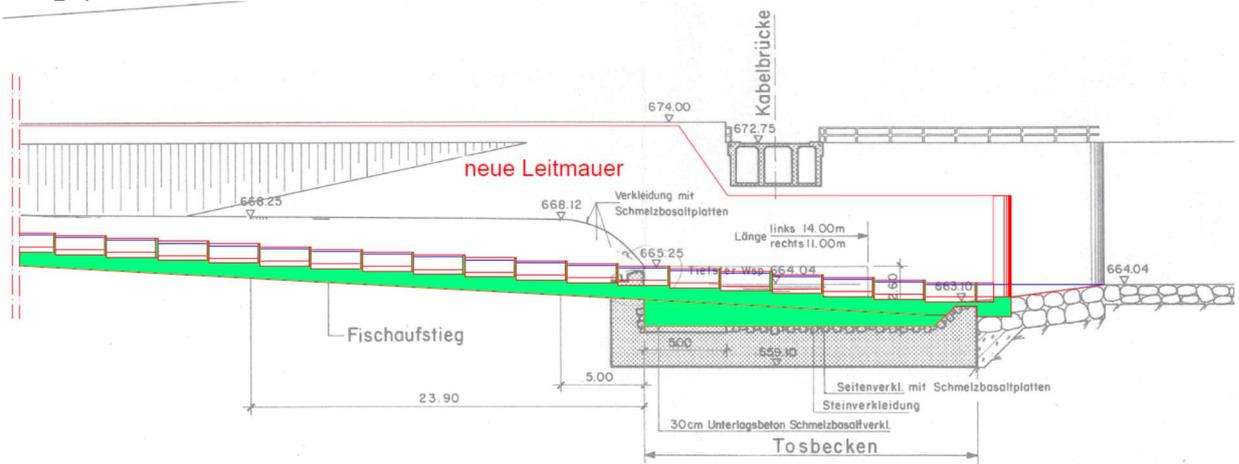
Die vom Bauwerk beanspruchte Fläche liegt teilweise auf der Parzelle Nr. 790 und Nr. 1258, welche sich im Besitz der politischen Gemeinde Sils i.D. bzw. der politischen Gemeinde Scharans befindet.

Variantenskizzen

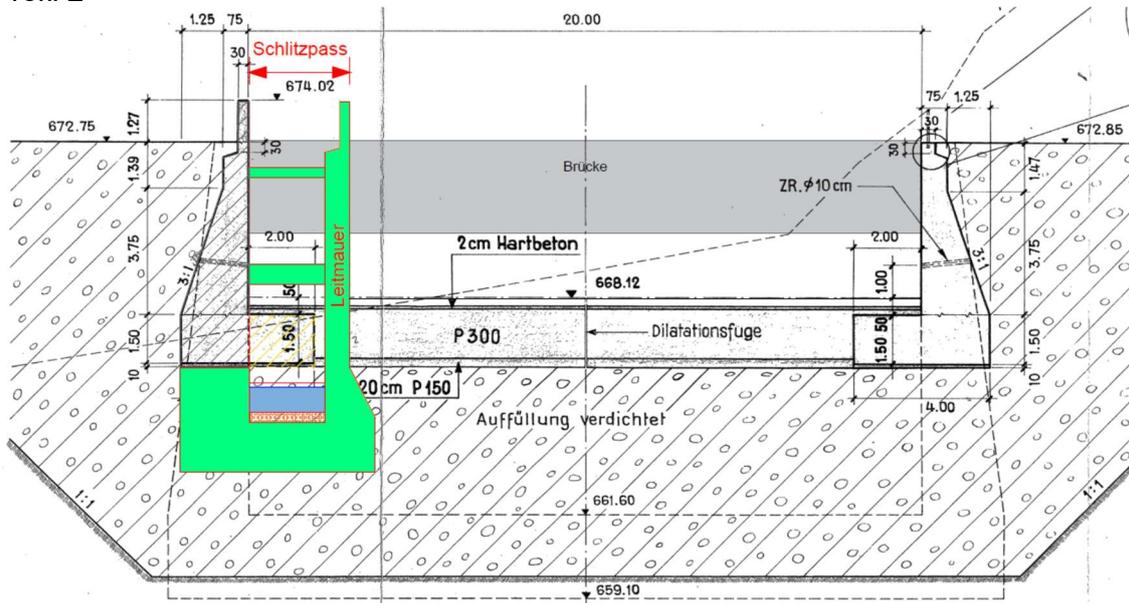
Situation



Längsprofil



Profil 2



Funktion

Der Einstieg in die FAA befindet sich auf der Kurvenaussenseite und liegt somit am Prallhang. Bezüglich Auffindbarkeit der FAA ist dies die geeignetere Uferseite. Bedingt durch den Unterwasserkanal wird der Prallhang jedoch im Nahbereich des Einstieges sprunghaft abgestuft. Vom Hindernis ragt der Einstieg in die FAA ca. 25 m weit in das Unterwasser, wodurch eine erheblich lange "Sackgasse" entsteht, welcher die Auffindbarkeit des Einstieges erschwert. Der Einstieg befindet sich im Nahbereich des Unterwasserkanals. Die Wassermenge, die die FAA verlässt steht in direkter Konkurrenz zu den turbinierten Wassermengen. Damit die Lockströmung der FAA eine genügende Attraktivität gegenüber der Betriebswassermenge erreicht, sollte diese 1 bis 5 % der Betriebswassermenge ausmachen. Bei 3 % der maximalen Betriebswassermenge wären dies ca. 2.2 m³/s. Die Zuflüsse der Albula lassen sich anhand der Dotierwassermengen in Solis (Winter 360 l/s, Sommer 570 l/s) grob abschätzen. Das Zwischeneinzugsgebiet von Solis bis zur Wasserrückgabe in Sils misst rund 73 km². Legt man einen spezifischen durchschnittlichen Abfluss von 12 l/s pro km² zugrunde, so dürften zur Dotierung in Solis auf der Strecke im Sommerhalbjahr rund 700 bis 800 l/s hinzukommen. Aufgrund dieser groben Abschätzung dürfte das Verhältnis Lockströmung aus der FAA zum Betriebswasser im Rahmen von ca. 1.5% liegen. Damit würden sie den minimalen Anforderungen knapp genügen.

Mittels einem in der Bachsohle befestigtem Leitbauwerk wird das in der Albula zufließende Wasser über das Jahr grösstenteils in den Schlitzpass geleitet. Bedingt dadurch, dass kein stehendes Oberwasser besteht hängen die Turbulenzen und Fliessgeschwindigkeiten im Bereich des Ausstieges mit der zufließenden Wassermenge zusammen. Der Ausstieg sollte in einer wenig turbulenten Zone und die Fliessgeschwindigkeiten unter 1.5 m/s liegen. Allfällig realisierbare Lösungen, welche den Anforderungen genügen sowie die finale Ausgestaltung des Ausstieges müssten in einem weiteren Schritt genau untersucht werden.

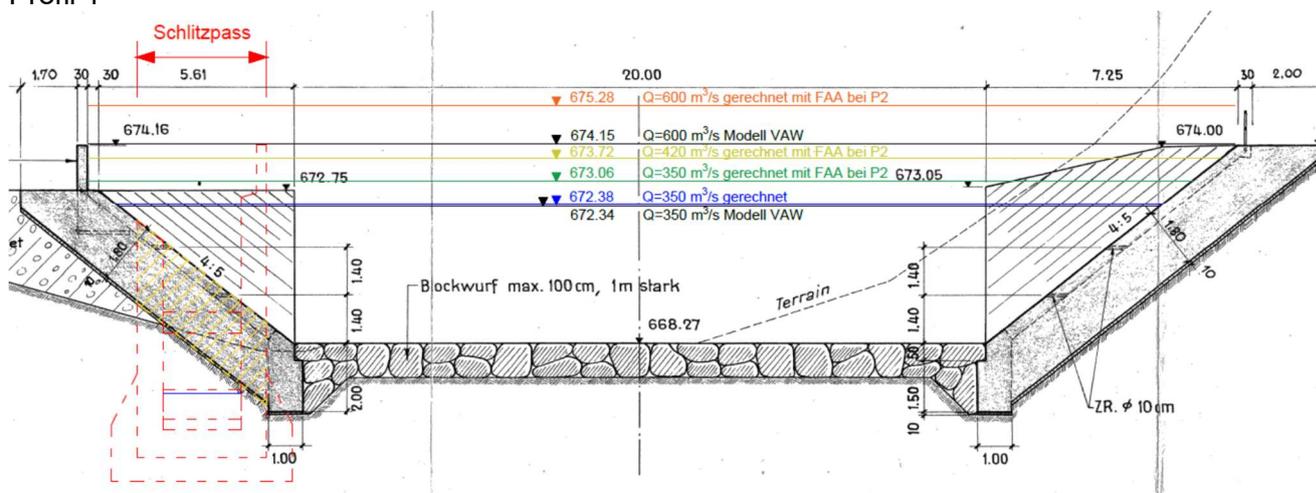
Der Fischaufstieg kann in Bezug auf die Wasserführung unterbruchsfrei und voraussichtlich für alle Leitfischarten und Altersstadien gewährleistet werden. In Bezug auf die Auffindbarkeit müsste ein Nachteil in Kauf genommen werden.

Hochwassersicherheit

Durch die Erstellung einer neuen Hochwasserleitmauer werden die anhand der Modellversuche definierten hydraulischen Verhältnisse verändert. Die gewollte symmetrische Einschnürung des Abflusses zur Erhöhung der Schleppkraft wird aufgehoben. Die verfügbare Abfluss-Querschnittsfläche entlang der FAA wird verringert, was bei Hochwasser den Wasserspiegel höher ansteigen lässt. Die bestehende Anlage wurde zur Ableitung von bis zu 600 m³/s (HQ₁₀₀₀) ausgelegt. Erste hydraulische Berechnungen zeigen, dass durch die Verringerung der Querschnittsfläche, wie aus Profil 2 ersichtlich, die Aufnahme von 600 m³/s nicht mehr gewährleistet werden kann. Schon ein Abfluss von 500 m³/s (ca. HQ₃₀₀) wäre sogar kritisch. Dabei wurde der negative Einfluss der Querschnittsverringering im Profil 1 noch nicht berücksichtigt.

Das nachfolgende Profil zeigt verschiedene Wasserspiegelkoten infolge Verringerung der Querschnittsfläche im Profil 2, dabei ist die Querschnittsverringering im Profil 1 noch nicht berücksichtigt. Schwarz ist die Wasserspiegelkote gemäss Modell VAW dargestellt.

Profil 1



Die Albula gilt bei Hochwasser als stark geschiebeführend. Um eine Verlandung im Bereich des Ausstieges zu verhindern oder zu reduzieren sind technische Vorkehrungen wie bspw. ein Geschiebeableitsporn und Schliessorgane vorzusehen. Deren finale Ausgestaltung sind in einem weiteren Schritt detailliert zu lösen.

Weil die FAA über das Hindernis ins Unterwasser ragt, wird auch im Tosbeckenbereich die verfügbare Abfluss-Querschnittsfläche verringert. Dies hat einen direkten negativen Einfluss auf die unter "Kap. 3.6 Problematik Leistungsreduktion KHR" beschriebene Situation. Denn durch die Querschnittsverringering steigt bei höheren Zuflüssen der Albula der Wasserspiegel im Tosbecken schneller an. Die kritische Wasserkote, bei welcher KHR eine Leistungsreduktion vornehmen muss, wird daher gegenüber der heutigen Situation noch früher erreicht.

Unterhalt

Mittels einem in der Bachsohle befestigtem Leitbauwerk wird das in der Albula zufließende Wasser über das Jahr mehrheitlich in den Schlitzpass geleitet. Das bedeutet, dass auch Treibgut wie Laub und Holz sowie Schwebstoffe wie Sedimente und Algen und teils Geschiebe zum Schlitzpass geleitet werden. Dadurch sind im Bereich des Ausstieges der FAA Verklausungen und Verstopfungen zu erwarten, welche zur Gewährleistung der Funktion der FAA regelmässig entfernt werden müssen. Es ist davon auszugehen, dass die Becken von Zeit zu Zeit verlanden und regelmässig gereinigt werden müssen.

Für Unterhaltsarbeiten sollte bei der Gestaltung der Anlage auf eine gute Zugänglichkeit geachtet werden.

Grobkostenschätzung

Gesamtinstallation ca. 10%	230'000.00
Abholzen	1'000.00
Abbrucharbeiten	95'000.00
Erdarbeiten	32'000.00
Wasserhaltung	120'000.00
Betonarbeiten	1'393'000.00
Schlitzpass	520'000.00
Wasserbau	175'000.00
Unvorhergesehenes ca. 10%	256'000.00

CHF 2'822'000.00 exkl. MwSt, Projektierung, Projekt- und Bauleitung

Fazit

Die «Variante C2: Beckenartige FAA Schlitzpass» ist unter bestimmten Voraussetzungen grundsätzlich machbar.

Ein massgebendes Kriterium, nämlich die optimale Positionierung des Einstieges in die FAA, wird nicht erfüllt. Der Einstieg in die FAA ragt vom Hindernis ca. 25 m weit in das Unterwasser, wodurch eine "Sackgasse" entsteht. Zudem steht die Lockströmung der FAA in direkter Konkurrenz zu den turbinieren Wassermengen. Dadurch wird die Auffindbarkeit des Einstieges massgeblich verringert.

Bedingt durch die Verringerung der Abfluss-Querschnittfläche im Bereich Absturzbauwerks wird die Abflusskapazität verringert. Zudem werden die anhand der Modellversuche definierten flussbaulichen Anlagen verändert. So wird bspw. die symmetrische Einschnürung zur Erhöhung der Schleppkraft aufgehoben. Die Aufnahme der ausgelegten Hochwassermenge kann nicht mehr gewährleistet werden. Im Bereich des Tosbeckens wird die kritische Wasserkote, bei welcher KHR eine Leistungsreduktion vornehmen muss, früher erreicht. Betreffend Hochwassersicherheit wirkt sich die Variante C2 negativ aus und es entstehen zusätzliche Risiken.

Die Albula gilt bei Hochwasser als stark geschiebeführend. Um eine Verlandung im Bereich des Ausstieges zu verhindern oder zu reduzieren sind technische Vorkehrungen wie bspw. ein Geschiebeableitsporn und Schliessorgane vorzusehen.

Es ist vorgesehen den Schlitzpass direkt mit dem zufließenden Wasser der Albula mittels einem in der Bachsohle befestigtem Leitbauwerk zu speisen. Weil kein gestautes Oberwasser an welches der Schlitzpass angebunden werden kann vorgesehen ist, ist davon auszugehen, dass Treibgut, Schwebstoffe und Geschiebe eine einwandfreie Funktion der FAA infolge Verklausungen, Verstopfungen und Verlandung potenziell gefährden. Betriebsunterbrüchen der FAA müssen in Kauf genommen werden. Es besteht das Risiko, dass die FAA den hydraulischen und biologischen Anforderungen nicht genügen kann.

Die finale Gestaltung des Ausstieges der FAA muss detailliert untersucht und gelöst werden damit die Dauerhaftigkeit und Funktionstüchtigkeit einigermaßen gewährleistet und die für die Leitfischarten erforderlichen hydraulischen Verhältnisse garantiert werden können.

Es muss von einem erhöhten Unterhaltsaufwand ausgegangen werden. Für Unterhaltsarbeiten sollte bei der Gestaltung der Anlage auf eine gute Zugänglichkeit geachtet werden.

Es bestehen bauliche Risiken, da die Anlage bestehende Kunstbauten, teils in deren Fundamentbereich tangiert (Abbrucharbeiten, Baugrubensicherung, etc.).

9 Variantenbewertung

	Varianten	A2	A3	B1	C1	C2
Kriterien	Funktion Auffindbarkeit	+2	+1	0	0	0
	Funktion Passierbarkeit	+2	+1	+2	+2	+1
	Sohlanschlüsse	+2	0	0	0	0
	Risiken Baugrund	-1	0	0	0	0
	Risiken best. Bauten	-1	+1	0	0	-1
	Kraftwerksbetrieb	+2	+1	+1	+1	-1
	Unterhalt	+1	+1	+1	0	-1
	Baukosten	-1	+1	0	0	0
	Total	+6	+6	+4	+3	-2

+2	sehr gut
+1	gut
0	mässig
-1	unbefriedigend
-2	schlecht

10 Zusammenfassung und Empfehlung

Die Kraftwerke Hinterrhein AG nutzt seit den 1960er Jahren die Wasserkraft des Hinterrheins. Unter anderem betreibt sie das Kraftwerk in Sils i.D. Mit dem Bau des Kraftwerks wurde der Flusslauf der Albula teilweise umgelegt und dadurch verkürzt, weshalb vor der Wasserrückgabe der Zentrale Sils ein ca. 4 m hohes Absturzbauwerk zur Sohlstabilisierung errichtet werden musste. Gemäss Sanierungsanordnung der Regierung des Kantons Graubünden vom 6. April 2016 besteht für das bestehende Absturzbauwerk bzw. die bestehende Fischtreppe in Sils i.D. eine Sanierungspflicht bezüglich Fischgängigkeit. Als Sanierungsziel wird der uneingeschränkte Aufstieg der Bach- und Seeforelle in der Albula im Bereich des Absturzbauwerks festgelegt.

Mit dem Variantenstudium wurden die vom Kanton vorgeschlagene sowie weitere Varianten untersucht. Das Variantenstudium wurde von KHR durchgeführt. Für die fischereibiologischen Belange erfolgte eine Zusammenarbeit mit dem Umweltfachbüro ecowert GmbH, Chur.

Um zu verstehen, welche Funktionen das Absturzbauwerk und die in dessen Nahbereich liegenden Bauten erfüllen, wurde in einem ersten Schritt die Projekt- und Baugeschichte aufgearbeitet. Für die Erfassung der flussbaulichen Auswirkungen sowie für die hydraulische Dimensionierung wurden 1958 und 1962 Modellversuche durch die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (VAW) durchgeführt. Bereits Mitte sechziger Jahre musste das Absturzbauwerk bereits zum ersten Mal umgebaut werden. 1980 musste bei Km 0.35 eine weitere Schwelle zur Sohlstabilisierung in das Flussbett der Albula gebaut werden. Im Jahr 1973 verfügte die Regierung des Kantons Graubünden die Erstellung einer Fischaufstiegsmöglichkeit beim Absturzbauwerk. Das letztlich eingereichte Projekt wurde unter dem Druck der bestehenden Verhältnisse zugebilligt. Es wurde in Kauf genommen, dass damit nur

fortpflanzungsfähigen Forellen der Aufstieg ermöglicht wird. Im Winter 1980/81 wurde das Absturzbauwerk saniert und eine Fischtreppe gemäss eingereichtem Projekt in das Absturzbauwerk gebaut. Bereits im Winter 1982/83 musste die Fischtreppe saniert und umgebaut werden. Eine weitere Sanierung der Fischtreppe erfolgte 1992.

Die Albula gilt als stark geschiebeführendes Gewässer. Seit 2012 betreibt ewz für die Stauanlage Solis einen Geschiebeumleitstollen, welcher bei Hochwasserereignissen Geschiebe aus dem Staubereich ins Unterwasser und somit in die Albula weiterleitet.

Das Absturzbauwerk steht in einem Fischgewässer hoher Bedeutung. Oberhalb des Bauwerks sind potentielle Laichplätze für die Bach- und Seeforelle sowie gute Lebensraumstrukturen für die Bachforelle vorhanden. Gemäss Sanierungsbericht der strategischen Planung ist die bestehende Fischtreppe nur für schwimmstarke Forellen passierbar.

Die bestehende Treppe wurde nie einer Erfolgskontrolle unterzogen. Die Beschreibungen der Fischtreppe im Erhebungsblatt des Schlussberichts der strategischen Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung vom Dezember 2014 basieren auf dem Ausführungsplan von 1982, also derjenigen Situation vor dem Umbau der Fischtreppe.

Im Rahmen des Variantenstudiums wurden diverse Varianten wie Rückbau Wanderhindernis, naturnahe Umgehungsgewässer, Fischschleuse, Blockrampen, beckenartige Fischaufstiegsanlagen und Fischlift im Grobentwurf geprüft. Dabei wurden Kriterien wie Platzverhältnisse, Hochwassersicherheit, Funktion, Unterhalt und Investitionskosten berücksichtigt sowie je Variante ein möglicher Entwurf mit Skizze erstellt.

Die Varianten Rückbau Wanderhindernis, naturnahe Umgehungsgewässer, Fischschleuse sowie die vom Kanton vorgeschlagene Massnahme können die Anforderungen an das Sanierungsziel und an die Funktionalität nicht erfüllen. Daher werden die Varianten basierend auf den Erkenntnissen des Variantenstudiums als nicht zielführende Lösungsansätze betrachtet.

Die übrigen der untersuchten Varianten werden grundsätzlich als machbar erachtet. Die Varianten wurden unter Berücksichtigung von fischereibiologischen wie auch technische Kriterien anhand einer Variantenbewertung gegenübergestellt. Demzufolge gehen die «Variante A2: Blockrampe» und «Variante A3: Optimierung der bestehenden FAA (Teilrampe)» als die zu bevorzugenden Massnahmen hervor.

Empfehlung

Aufgrund der im Rahmen des Variantenstudiums erlangten Erkenntnisse, wird die Ausarbeitung eines Vorprojekts oder ggf. Bauprojekts der «Variante A3: Optimierung der bestehenden FAA (Teilrampe)» empfohlen. In Anlehnung an die vom Kanton vorgeschlagene Massnahme, soll der Anspruch sowie die Art und Weise einer Optimierung der bestehenden Fischtreppe genau definiert werden. Hierfür sind weiterführende, vertiefte Abklärungen betreffend Stabilität der FAA und der bestehenden Infrastrukturanlagen sowie der flussbaulichen und hydraulischen Auswirkungen notwendig. Der Lösungsansatz hat jedoch Potential zu einer interessanten, den biologischen Gegebenheiten angepassten Lösung zu führen. Durch Einbezug der bestehenden Gegebenheiten kann das Kosten/Nutzen-Verhältnis in einen interessanten Rahmen fallen.

Bei der Erarbeitung weiterer Grundlagen für die Variante A3 sollte die Variante A2 dennoch nicht vollständig ausser Acht gelassen werden. Die Varianten sind artverwandt und erfordern teils gleichartige weiterführende Abklärungen. Denn müsste die Variante A3 aufgrund der in der nächsten Projektphase erlangten Erkenntnisse fallengelassen werden, können die erarbeiteten Grundlagen der Weiterbearbeitung der «Variante A2: Blockrampe» dienen.

Thusis, im Oktober 2018

Pascal Barrea