

2018

Sanierung Fischgängigkeit



Stauwehr Rongellen
Variantenstudium

Pascal Barrea
Kraftwerke Hinterrhein AG
September 2018

Allgemeines

Autor/-in	Pascal Barrea
Dateiname und Pfad	Rongellen 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	Bauliche Anlagen Stauwehr	2
	3.1 Übersicht	2
	3.2 Beschreibung.....	2
	3.3 Planausschnitte	4
	3.4 Kenndaten	6
	3.5 Hochwassersituation.....	6
	3.6 Eisbildung	8
	3.7 Algenproblem.....	8
	3.8 Rechenreinigung.....	9
4	Ökologie.....	10
	4.1 Angaben zum Gewässer	10
5	Hydrologie.....	10
	5.1 Hydrologische Kenndaten.....	10
6	Variantenstudium	11
	6.1 Sanierungsziel	11
	6.2 Zielarten.....	11
	6.3 Allgemeine Anforderungen	11
	6.4 Fischschutzanlagen	11
	6.4.1 Verhaltensbarrieren	11
	6.4.2 Lenkung.....	12
	6.4.3 Physische Barrieren.....	12
7	Erweiterte Untersuchung Variante Rechen als Fischschutz (Vorschlag Kanton)	13
	7.1 Ausgangslage für erweiterte Untersuchung.....	13
	7.2 Hochwassersicherheit.....	14
	7.3 Betriebssicherheit (Algenproblem, Eisbildung)	14
	7.4 Energieverluste.....	15
	7.5 Fischschutz.....	17
	7.6 Grobkostenschätzung Investitionskosten	18
	7.7 Prinzip-Skizze	19
8	Beurteilung.....	19
9	Zusammenfassung und Empfehlung.....	21

1 Ausgangslage

Die Kraftwerke Hinterrhein AG (KHR) nutzt seit den 1960er Jahren die Wasserkraft des Hinterrheins. Unter anderem betreibt KHR auch das Kraftwerk Thusis, welches zur Energieversorgung einer Karbidfabrik in Thusis schon 1899 erstmals in Betrieb war. Das Betriebswasser wird mittels eines Stauwehrs in Rongellen gefasst. Die Betriebswassermenge des Kraftwerks beträgt heute 6 m³/s und weist eine mittlere Jahresproduktion von 16.2 GWh auf. Aufgrund diverser Gesetzesänderungen sind Massnahmen für die Wiederherstellung der Fischgängigkeit der Fliessgewässer umzusetzen. Gemäss kantonaler Planung ist für das Stauwehr Rongellen eine Sanierungspflicht bezüglich Fischschutz ermittelt worden. Als Sanierungsziel wird einzig der ausreichende Schutz vor Verdriftung von Fischen ins Triebwassersystem festgelegt.

In einem ersten Schritt erfolgt das 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:

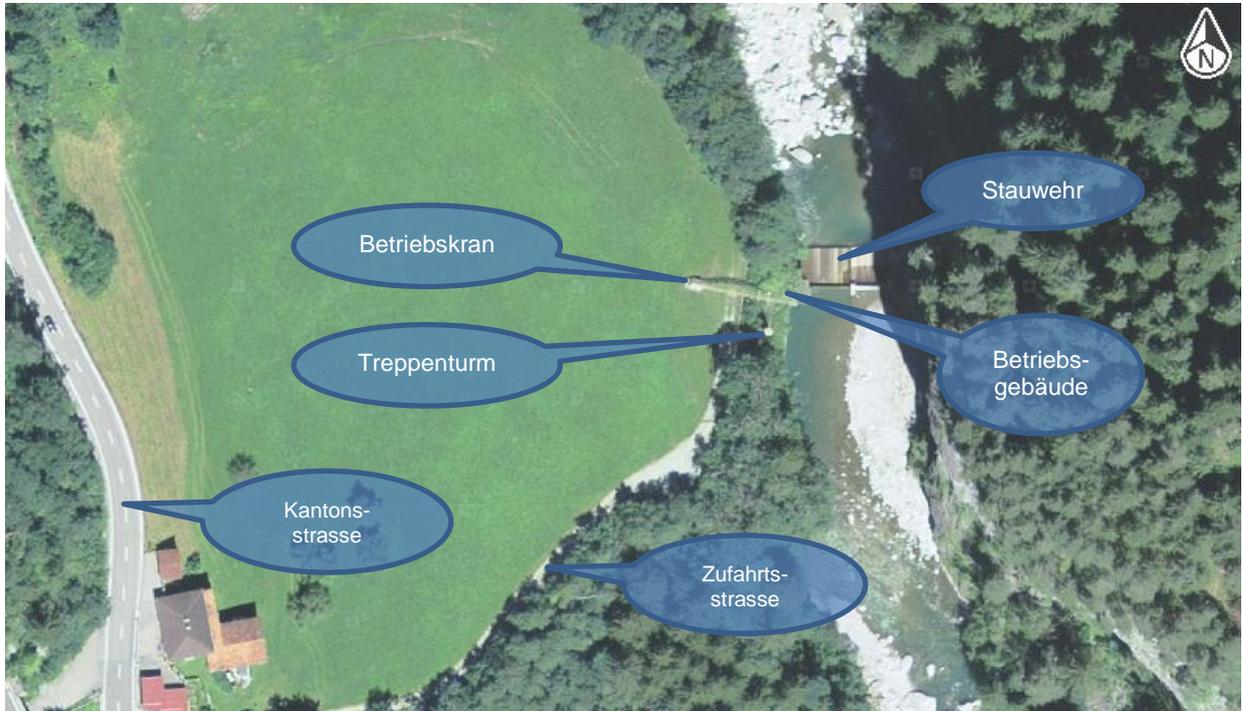
- Sanierungsanordnung der Regierung des Kantons Graubünden 06.04.2016
- Schlussbericht der strategischen Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung Dez. 2014
- Ausführungsplan 41.10.1869 WF Rongellen, Situation 1969
- Ausführungsplan 156.12.1874 Wasserfassung Rongellen 1969
- Ausführungsplan 41.10.1881 Druckstollen, LP m 0-700 1968
- Ausführungsplan 41.10.1884 Druckstollen, QP 1968
- Ausführungsplan 1-72461a Einlaufrechen 14.03.1997
- Konstruktionszeichnung 41.21.243138 Einlaufrechen 01.09.2014

Literatur:

- [1] Wiederherstellung der Fischauf- und -abwanderung bei Wasserkraftwerken BAFU 2012
- [2] Regelwerk DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung DWA 2014

3 Bauliche Anlagen Stauwehr

3.1 Übersicht



3.2 Beschreibung

Das Stauwehr Rongellen befindet sich unterhalb der Gemeinde Rongellen in der Schlucht am Hinterrhein. Von der Kantonsstrasse führt eine Naturstrasse bis zum Eingang des Treppenturmes. Mit dem Treppenturm wird die Höhendifferenz von ca. 30 m bis in die Schlucht zum Stauwehr Rongellen überwunden. Für den Warenumschlag ab Zufahrtsstrasse bis zum Stauwehr ist ein Betriebskran mit einer Nutzlast bis 1 t vorhanden.



Foto: Zufahrtsstrasse und Betriebskran

Das Stauwehr ist quer zum Fluss angeordnet und besitzt ein 10 m langes Klappwehr. Zum Spülen und Entleeren des Staubeckens dient ein Grundablassschütz. Im Grundablassschütz

sind zur Dotierwasserabgabe 4 Schieber angeordnet, welche im Sommer die Dotierwassermenge von 600 l/s und im Winter 300 l/s gewährleisten. Die maximale Betriebswassermenge des KW Thusis beträgt 6 m³/s.



Foto: Stauwehr unterwasserseitig mit Klappwehr und Grundablassschütz

Am westlichen Ufer unterhalb des Betriebsgebäudes ca. 5 m vor dem Grundablassschütz befindet sich das rechtwinklig zur Fliessrichtung abgehende Einlaufbauwerk. Der Einlauf in den Triebwasserweg ist zurückversetzt und besteht aus einer Öffnung bei welcher die Sohle und Seitenwände ein U-Profil bilden, während der Abschluss gegen oben als Gewölbe ausgebildet ist. Die Öffnung ist durch einen mittig angeordneten Betonpfeiler getrennt. Auf jeder Seite des Betonpfeilers besteht ein Einlaufschütz. Den Schützen ist jeweils ein Einlaufrechen vorgeschaltet.



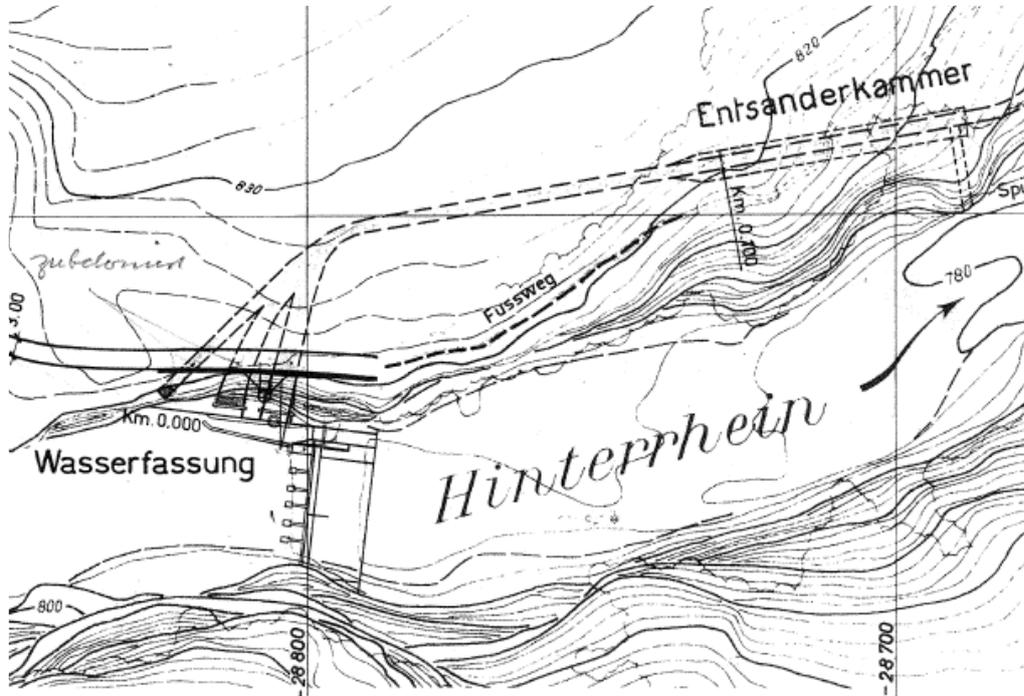
Foto: Einlaufrechen



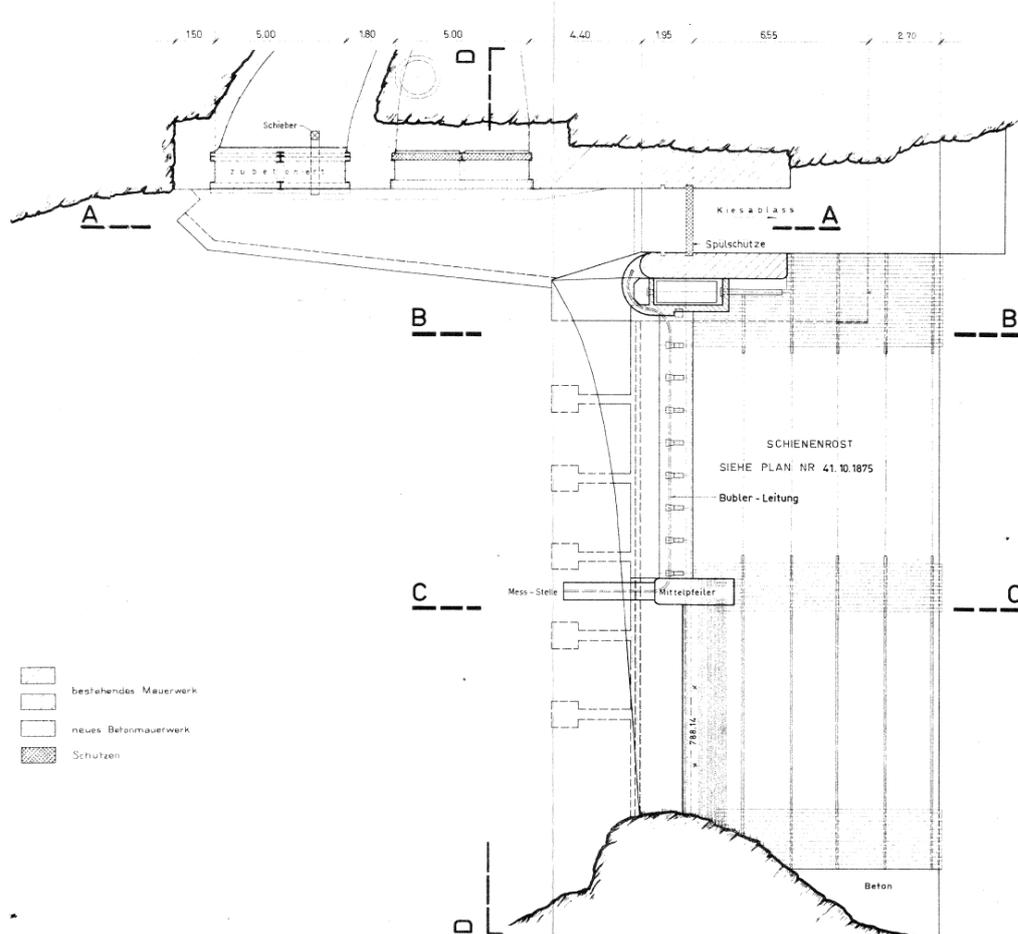
Foto: Einlauf Triebwasserweg unterwasserseitig

3.3 Planausschnitte

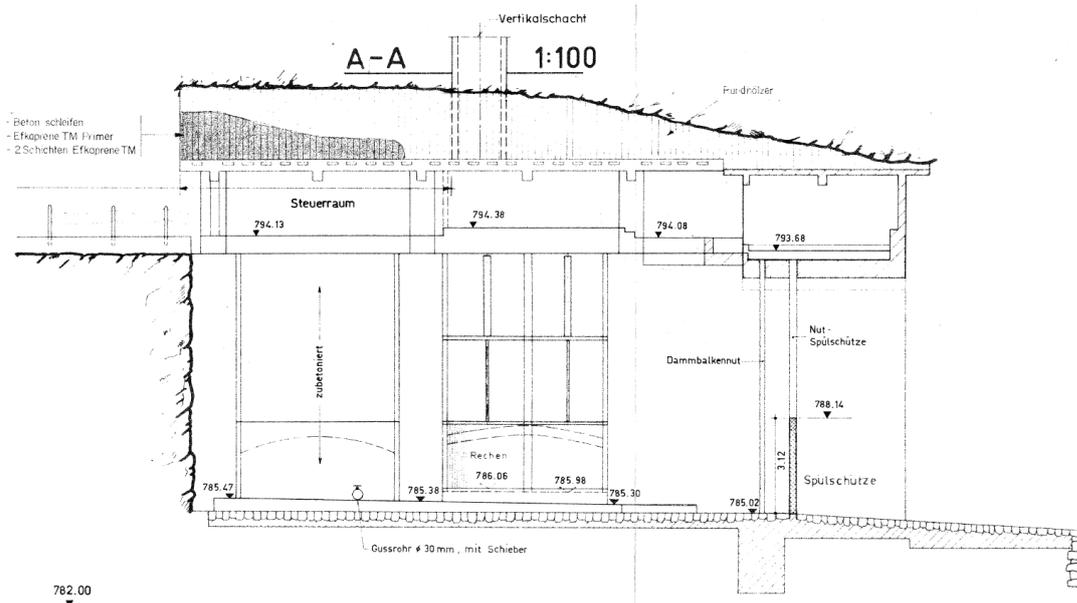
Situation Wasserfassung mit Druckstollen



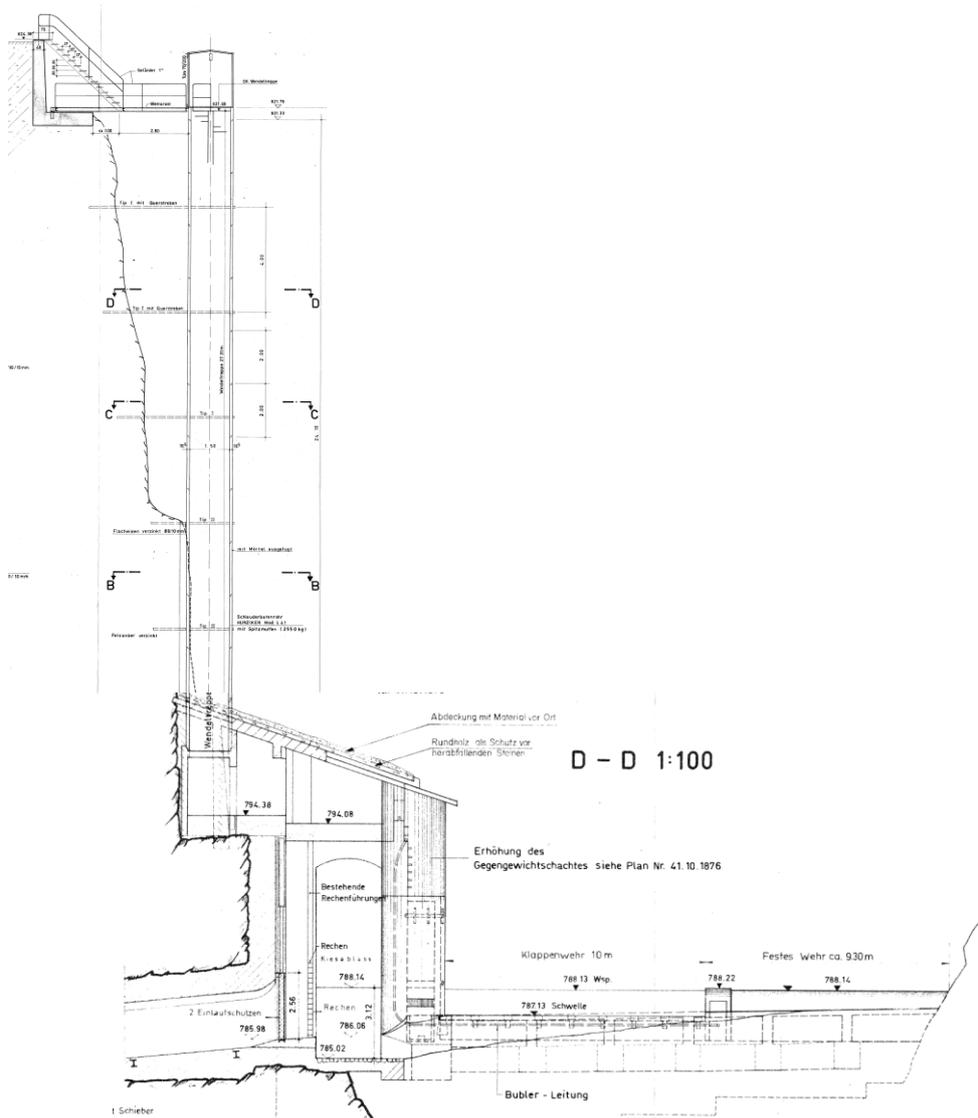
Grundriss mit Stauwehr und Einlaufbauwerk



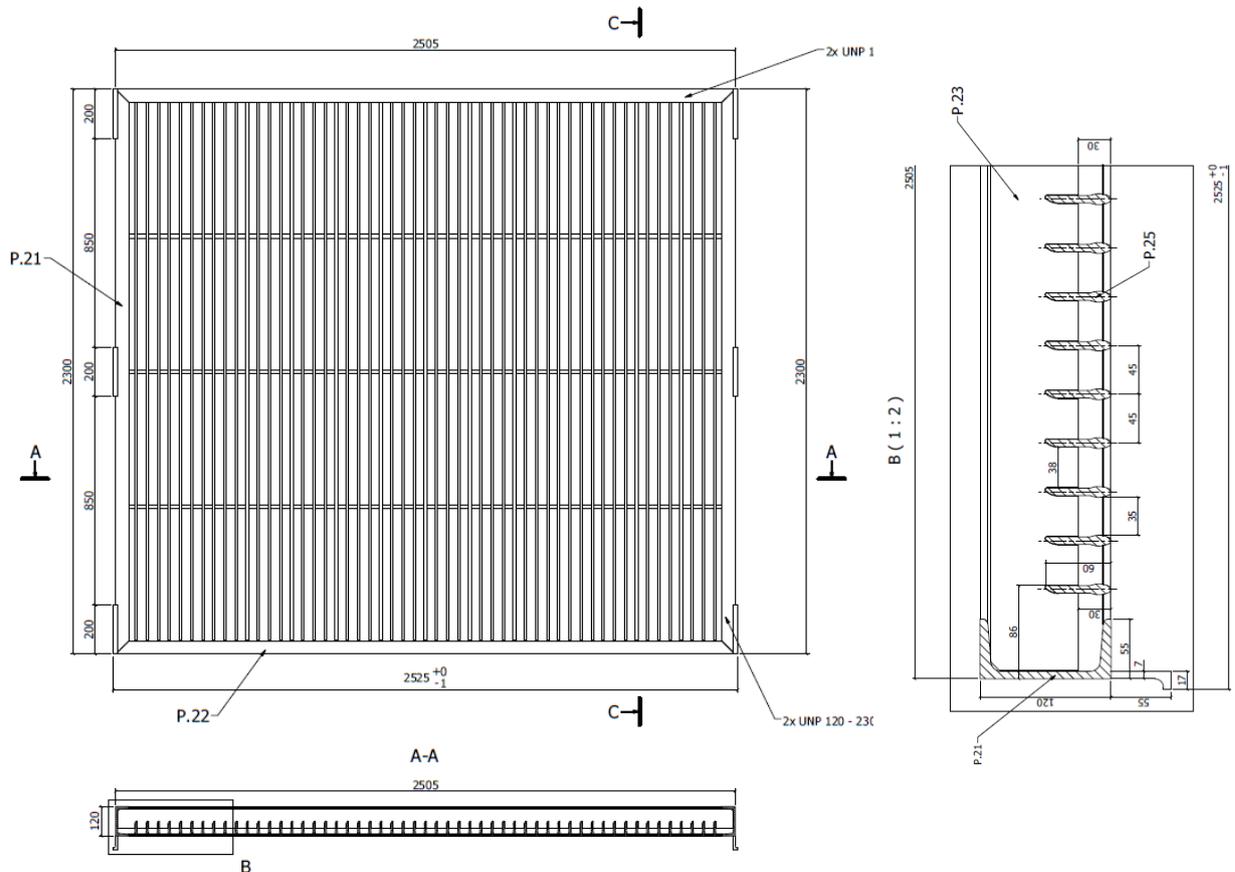
Schnitt A-A mit Einlaufbauwerk und Betriebsgebäude



Schnitt D-D mit Stauwehr, Einlaufbauwerk und Betriebsgebäude mit Treppenturm



Ansicht, Schnitt und Detail Einlaufrechen (Neubau Winter 2013/2014)



3.4 Kenndaten

Eigentümer	<i>Kraftwerke Hinterrhein AG</i>
Ort	<i>Rongellen u. Zillis-Reischen</i>
Koordinaten	<i>753'938 / 171'200</i>
Höhe	<i>790 m ü.M.</i>
Hindernistyp	<i>Stauwehr</i>
Hindernishöhe	<i>ca. 3.8 m</i>
Hindernisbreite	<i>ca. 23 m</i>
Ausrichtung im Gewässer	<i>Querbauwerk</i>
Baujahr	<i>1898-1899, Umbau 1968</i>
Letzte Sanierung	<i>Winter 2013/2014</i>
Betriebswassermenge Kraftwerk Thusis	<i>max. 6 m³/s</i>
Nutzhalt	<i>2200 m³</i>

3.5 Hochwassersituation

Infolge der engen topographischen Gegebenheit steigt bei Hochwassersituationen der Wasserspiegel schnell und hoch an. Der Hinterrhein ist in solchen Situationen schwemmholz- und stark

geschiebe-führend. Die Anlage wird bis auf Kote Betriebsgebäude dem Hochwasser ausgesetzt. Während Hochwasserereignissen ist das KW Thusis ausser Betrieb. Dies kommt im Mittel 3-mal pro Jahr vor (10-jahres Mittelwert).



Foto: Hochwassersituation



Foto: Verklauung durch Schwemmholz nach einem Hochwasser

3.6 Eisbildung

Während den Wintermonaten wird der Kraftwerksbetrieb dem reduzierten Zufluss im Hinterrhein angepasst. Ein bis zweimal pro Winter kann es vorkommen, dass im Bereich des Einlaufrechens eine Vereisung erfolgt, welche durch das Betriebspersonal entfernt werden muss, um einen störungsfreien Kraftwerksbetrieb zu gewährleisten.

3.7 Algenproblem

Der Hinterrhein zwischen Zillis und Thusis weist vermehrt Algen im Gewässer auf. Die Algen wachsen hauptsächlich im benetzten Bereich der Flusssohle an Steinen und Felsen. Von Zeit zu Zeit lösen sich Algenfetzen und treiben im Wasser mit. Die Algenfetzen schweben über die ganze Wassertiefe verteilt. Im Bereich des Staubeckens Rongellen, beim Einlauf in den Triebwasserweg kann dies gut beobachtet werden. Die Algen bleiben am Einlaufrechen über die ganze Rechenhöhe verteilt hängen. Durch ihre längliche Form schlängeln sich die Algen teilweise um die Rechenstäbe. Durch das Hängenbleiben der Algen am Einlaufrechen verkleinert sich der Nettoquerschnitt des Rechens kontinuierlich. Je mehr Algen daran haften, desto schneller nimmt die Rechenverlegung zu. Wird der Einlaufrechen nicht zeitig gereinigt führt dies zur Einstellung des Kraftwerkbetriebs.

Das Algenaufkommen ist nicht jedes Jahr von gleicher Dauer und Intensität. Es gibt Perioden, in welchen der Rechen täglich gereinigt werden muss damit der Kraftwerksbetrieb störungsfrei aufrechterhalten werden kann. Nach Hochwasserereignissen verbessert sich die Situation kurzfristig.

Die Ursache für das Algenvorkommen ist nicht bekannt.



Foto: Staubecken mit Algenfetzen

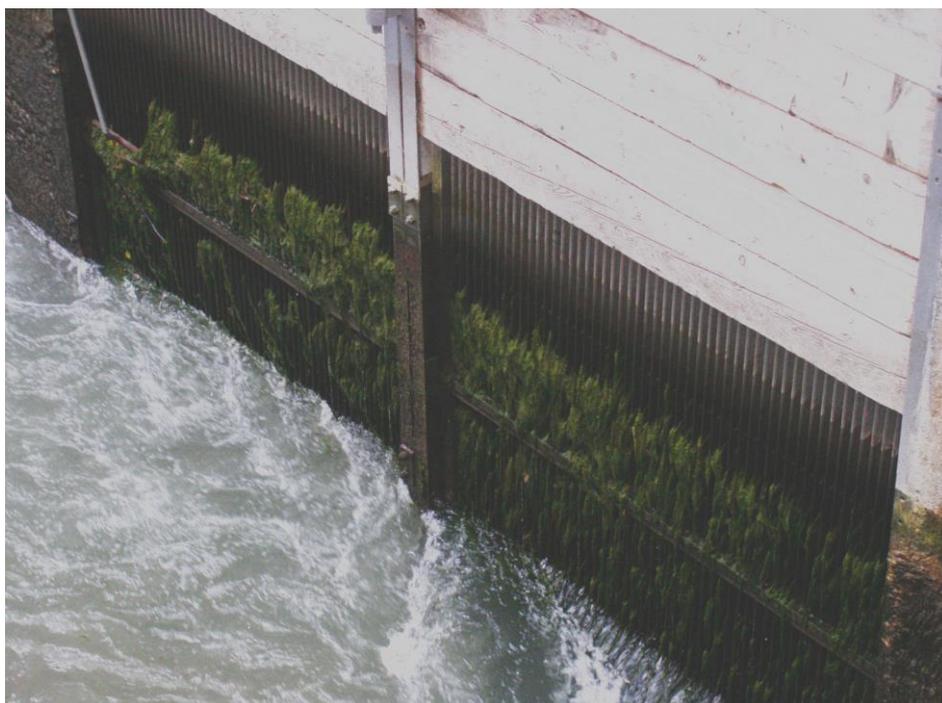


Foto: Einlaufrechen mit Algenverlegung, links oben Harke für Rechenreinigung

3.8 Rechenreinigung

Es besteht keine Rechenreinigungsmaschine (RRM). Die Rechenreinigung erfolgt heute mittels Spülungen, bei welchen das Staubecken entleert wird. Je nach Verlegungsgrad bedarf es einen Reinigungseinsatz, welcher vor Ort durch das Betriebspersonal händisch mittels einer Harke ausgeführt wird.

Nachfolgend sind die Anzahl der Reinigungseinsätze seit dem letzten grösseren Hochwasser im 2014 und sowie die Aufwände pro Einsatz aufgelistet:

Reinigungseinsätze

Jahr	2014	2015	2016	2017	bis Juli 2018
Anzahl Spülungen	43	130	78	84	221
davon zusätzliche mittels Harke	18	40	42	38	95
Anzahl Hochwassersituation	5	2	2	3	0
Dauer Hochwasser [h]	213	14	50	45	0

Im Durchschnitt sind dies 124 Spülungen pro Jahr, davon 52 mittels Harke.

Aufwand pro Spülung

			CHF	CHF
Produktionsausfall Spülung:				
- Entleerung Nutzinhalt: $2200 \text{ m}^3 \times 0.22 \text{ kWh/m}^3$	484 kWh		à 0.05	24.20
- Wasserverlust während Spülung: 10 min. $\times 2.6 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.22 \text{ kWh/m}^3$	343 kWh		à 0.05	17.15
Total pro Spülung				41.35

Aufwand pro Reinigungseinsatz

			CHF	CHF
Personal (Anfahrt, Reinigung, Rückfahrt)	2 Mann	1 Std.	à 95.00	190.00
Fahrzeug (Sils - Rongellen, retour)	1 PW	12 km	à 0.80	9.60
Produktionsausfall Spülung: - Entleerung Nutzinhalt: 2200 m ³ x 0.22 kWh/m ³	484 kWh		à 0.05	24.20
- Wasserverlust während Reinigung: 15 min. x 2.6 m ³ /s x 0.22 kWh/m ³	514 kWh		à 0.05	25.70
Total pro Reinigungseinsatz mit zusätzlicher Rechenreinigung mit der Harke				249.50

Mit oben aufgeführten Daten kann der Aufwand für die Spülungen und Rechenreinigungen mit durchschnittlich CHF 15'600.- pro Jahr beziffert werden.

4 Ökologie**4.1 Angaben zum Gewässer**

Gewässername	<i>Hinterrhein</i>
Fischregion	<i>obere Forellenregion gem. DWA-M 509</i>
Leitfischarten	<i>Bach- und Seeforelle sowie Groppe (gemäss Sanierungsanordnung)</i>
Bemessungsrelevante Fischarten	<i>Bach- und Seeforelle</i>
Schwemmh Holz führend	<i>ja</i>
Sediment führend	<i>ja</i>
Algen führend	<i>ja</i>
Eisbildung	<i>ja</i>

5 Hydrologie**5.1 Hydrologische Kenndaten**

Flusssohle (Oberwasser)	<i>785 m ü.M. (gem. Ausführungsplan 156.12.1874)</i>	
Dotierwassermenge Wasserfassung Rongellen	<i>Dezember - Mai</i>	<i>300 l/s</i>
	<i>Juni - November</i>	<i>600 l/s</i>
Dotierwassermenge Wasserfassung Pignia	<i>November - April</i>	<i>50 l/s</i>
	<i>Mai - Oktober</i>	<i>100 l/s</i>
Dotierwassermenge Ausgleichsbecken Bärenburg	<i>November - April</i>	<i>950 l/s</i>
	<i>Mai u. Oktober</i>	<i>1100 l/s</i>
	<i>Juni u. September</i>	<i>1700 l/s</i>
	<i>Juli u. August</i>	<i>2800 l/s</i>
Entlastung Ausgleichsbecken Bärenburg	<i>1962 bis 2017</i>	
	<i>> 200 m³/s</i>	<i>25-mal</i>
	<i>> 300 m³/s</i>	<i>11-mal</i>
	<i>> 400 m³/s</i>	<i>6-mal</i>
	<i>> 600 m³/s</i>	<i>1-mal</i>
HQ ₁₀₀₀ gem. Wehrrglement Bärenburg	<i>1100 m³/s</i>	

6 Variantenstudium

Im Zuge des Variantenstudiums wird ein breites Spektrum an Massnahmenvarianten behandelt. Das Variantenstudium sieht die Prüfung der vom Kanton vorgeschlagenen Massnahme und weiterer Lösungsansätze sowie die Darstellung einer geeigneten Lösungsvariante im Grobentwurf vor.

6.1 Sanierungsziel

Das Stauwehr Rongellen befindet sich in einem Fischgewässer von hoher Bedeutung. Es bestehen jedoch natürliche Hindernisse, welche für Fische flussaufwärts nicht passierbar sind. Eine Wiederherstellung der Fischgängigkeit am Stauwehr bringt daher keinen ökologischen Nutzen. Der Fischabstieg ist über die im 2014 durch die Restwassersanierung erstellte Dotieröffnung sowie bei Spül- und Überlaufsituationen möglich.

Als Sanierungsziel wird daher einzig der ausreichende Schutz vor Verdriftung von Fischen ins Triebwassersystem festgelegt. Der Sanierungsbericht der strategischen Planung kommt bezüglich Massnahmen zum Fischschutz zum Schluss, dass eine Verringerung der lichten Weite beim Einlaufrechen von heute 35 mm auf max. 20 mm zielführend ist.

Die definitive Sanierungsmassnahme wird in Zusammenarbeit mit dem AJF festgelegt.

6.2 Zielarten

Als Leitfischarten im betroffenen Gewässerabschnitt wurden gemäss Sanierungsverfügung die Bach- und Seeforelle sowie die Groppe definiert.

6.3 Allgemeine Anforderungen

Allfällige Massnahmen zur Herstellung des Fischschutzes gemäss Sanierungsziel sollen folgenden Aspekten im Grundsatz der Verhältnismässigkeit genügen:

- Energieverluste
- Hochwassersicherheit
- Fischschutz
- Betriebssicherheit (Algenproblem, Eisbildung)
- Investitionskosten

6.4 Fischschutzanlagen

Im Folgenden werden Fischschutzanlagen wie Verhaltensbarrieren, Lenkung und physische Barrieren vordergründig beschrieben und behandelt. Nicht geeignete Lösungsansätze werden ausselektioniert und in diesem Dokument nicht weiter behandelt.

6.4.1 Verhaltensbarrieren

Eine Verhaltensbarriere ist eine Einrichtung, welche bei Fischen durch Reize Lock- oder Fluchtreaktionen auslösen. Diese werden unter Anwendung von bspw. Licht, Schall, Elektrofild oder Luftblasen hervorgerufen.

In Europa sind die Erfahrungen in Bezug auf Verhaltensbarrieren wenig aussagekräftig (Gosset & Travade 1999). Ihr Anwendungsbereich ist auf geringe Anströmgeschwindigkeiten < 0.3 m/s beschränkt.

Verhaltensbarrieren werden als Lösungsmassnahme in diesem Dokument nicht weiter behandelt.

6.4.2 Lenkung

Durch Lenkung soll die Schwimmrichtung des Fisches geändert werden bevor er zum Einlaufbauwerk bzw. Rechen gelangt. Eine bewährte Lösung ist der Louver. Durch Aufstellen von senkrechten Lamellen in regelmässigen Abständen wird eine Strömungsänderung in Form einer stehenden Welle verursacht, welche Fischen wie eine Leitbarriere bspw. zu einem Bypass dienen.

Eine Einrichtung zur Lenkung der Fische vor dem Einlaufbauwerk würde einem Hochwasser in Rongellen nicht standhalten. Um die Schutzfunktion der Lenkung abzuschliessen ist ein gut auffindbarer Bypass mit einer höheren Fliessgeschwindigkeit als die Anströmgeschwindigkeit Voraussetzung.

Die Lenkung wird als Lösungsmassnahme in diesem Dokument nicht weiter behandelt.

6.4.3 Physische Barrieren

Eine physische Barriere wirkt wie ein mechanischer Filter. Sie dient als Schutz vor dem Eindringen von Fischen und Treibgut in eine Anlage. Sie kann in Form eines Rechens oder einer stationären bzw. beweglichen Abschirmung ausgeführt sein. Physische Barrieren weisen zwei Nachteile für die Nutzung der Wasserkraft auf. Zum einen können die Barrieren verstopfen und müssen somit gereinigt werden, zum anderen verursachen sie einen Widerstand gegen den Abfluss, was zu hydraulischen Verlusten führt. Die Verluste sowie die Schutzfunktion hängen von der Art und Geometrie der Barriere ab.

Zu den am häufigsten verwendeten physischen Barrieren gehören der Rechen, der Wedge-Wire-Screen (Coanda) und die Abschirmung.

Wedge-Wire-Screen (Coanda)

Der Wedge-Wire-Screen besteht aus eng aneinander liegenden, dreieckigen Stäben. Deren extrem kleinen Abstände (bis zu 1 mm) ergeben eine glatte Oberfläche, auf welcher Treibgut und Fische schadlos abgleiten. Das darüber fliessende Wasser wird durch die Formgebung angesaugt und sorgt für eine selbstreinigende Wirkung.

Der Wedge-Wire-Screen eignet sich vorwiegend zur Wasserentnahme an Gewässersohlen oder Überlaufwehren. Durch ihre geringe Eigenstabilität benötigen Sie eine separate Tragkonstruktion. Diese Art von Barrieren können beachtliche hydraulische Verluste verursachen, weshalb sie dementsprechend gross dimensioniert werden müssen oder nicht angewendet werden können. Die bestehende Wasserrfassung in Rongellen ist konzeptionell für die Installation eines Wedge-Wire-Screens nicht optimal. Es wären verhältnismässig aufwendige Umbauarbeiten notwendig.

Der Wedge-Wire-Screen wird als Lösungsmassnahme in diesem Dokument nicht weiter behandelt.

Abschirmungen

Man unterscheidet je nach Funktion verschiedene Typen von Abschirmungen. Es gibt stationäre Abschirmungen wie z.B. gelochte Metallplatten oder umlaufende Abschirmungen, Trommelsiebe oder Rotationsrechen.

Umlaufende Abschirmungen bestehen aus einem mittels elektrischen Motor angetriebenen, feinmaschigen Band, welche über zwei Umlenkrollen läuft. Das Material des Bandes besteht aus einem Gewebe, Gitterelementen oder Lochblechen. Treibgut wird mittels einer Spülvorrichtung vom Band abgewaschen und in eine Spülrinne befördert.

Diese Anlagen sind bezüglich Vereisung im Winter problematisch. Bei starken Wasserstandschwankungen weisen sie eine gewisse Empfindlichkeit der Mechanik auf. Der Fischschutz des

Systems wird teils relativiert, da durch die Rotation Fische aus dem Wasser gehoben werden können.

Trommelsiebe und Rotationsrechen sind vom Prinzip her vergleichbar mit der umlaufenden Abschirmung. Die Abschirmung besteht bei diesen Systemen aus rotierenden Trommeln, deren Oberfläche aus feinmaschigem Gewebe, Lochblechen oder Stäben bestehen. Dem System wird meist ein Grobrechen vorgeschaltet.

Im Winter werden die Trommeln zum Schutz vor Vereisung aus dem Wasser gehoben. Trommelsiebe werden in der Regel in Gewässern mit wenig Treibgut eingesetzt. Bei starken Wasserstandschwankungen weisen sie eine gewisse Empfindlichkeit der Mechanik auf.

Die Abschirmung wird als Lösungsmassnahme in diesem Dokument nicht weiter behandelt.

Rechen

Rechen bestehen aus Metallstäben welche mit Distanzhaltern auf Abstand gehalten werden. Rechenstäbe gibt es in verschiedenen Formen, welche hydraulische Verluste verringern und bezüglich Fischschutz optimiert sind. Die Verluste sind zudem vom Anströmwinkel sowie von der Anströmgeschwindigkeit beeinflusst. In Abhängigkeit vom Stababstand werden Grob- und Feinrechen unterschieden. Grobrechen halten vorwiegend grösseres Treibgut und Eis fern während Feinrechen dem Fischschutz dienen. Anströmgeschwindigkeit und Rechenstababstände sind den jeweiligen Zielarten entsprechend auszuliegen.

Das bestehende Einlaufbauwerk der Wasserfassung Rongellen ist für die Installation eines Rechens konzipiert.

Können nach entsprechender Auslegung die Anforderung an den Fischschutz sowie an die Betriebs- und Hochwassersicherheit erfüllt werden, ist die im Sanierungsbericht erwähnte Massnahme, welche die Verringerung der lichten Weite beim Einlaufrechen von heute 35 mm auf max. 20 mm vorsieht, als zielführend einzustufen.

Der Rechen als Lösungsmassnahme wird daher im nächsten Kapitel weiterverfolgt und vertieft untersucht.

7 Erweiterte Untersuchung Variante Rechen als Fischschutz (Vorschlag Kanton)

Im Folgenden wird die Variante bezüglich Energieproduktion, Hochwassersicherheit, Betriebsicherheit (Algenproblem, Eisbildung), Fischschutz und Kosten weiter untersucht und der heutigen Situation gegenübergestellt.

7.1 Ausgangslage für erweiterte Untersuchung

Für die erweiterte Untersuchung wird von folgenden Eigenschaften der Rechenanlage ausgegangen.

Bestehender Rechen

Der heute eingebaute Einlaufrechen besteht aus zwei Teilstücken. Es sind zwei Stahlrahmen $b \times h = 2505 \times 2300$ mm mit je 53 vertikal angeordneten Rechenstäben von 10 mm Breite. Der Rechenstababstand beträgt im Licht 35 mm. Weitere Details sind unter Punkt 3.3 Planausschnitte sichtbar.

Neuer Rechen

Es werden zwei neue Rechen mit folgenden Eigenschaften untersucht:

- Rechen A: Vertikalrechen, analog best. Rechen mit Rechenstababstand i.L. 20 mm
- Rechen B: Horizontalrechen mit Rechenstababstand i.L. 20 mm

best. Rechen (1 von 2 Rechenelementen)		neuer Rechen A analog best. Rechen mit i.L. 20 mm	neuer Rechen B Horizontalrechen mit i.L. 20 mm
Abmessungen	bxh	2505 x 2300 mm	2505 x 2300 mm
Stahlrahmen	b	55 mm	55 mm
Querstäbe 3 Stk.	b	15 mm	15 mm
Anzahl Rechenstäbe		53 (Siderval)	80 (Siderval)
Rechenstababstand		35 mm	20 mm
Rechenstabbreite		10 mm	10 mm
Rechenstabtiefe		60 mm	60 mm
Neigungswinkel α		90°	90°
Wasserhöhe vor Rechen		2.07 m	2.07 m

Die vorherrschenden Platzverhältnisse würden eine maximale Neigung des Rechens zur Horizontalen von lediglich 16° ermöglichen. Daher wird davon ausgegangen, dass ein neuer Rechen am selben Ort und in gleicher vertikaler Ausrichtung wie der heute bestehende Rechen eingebaut würde. Bei Erhöhung der Neigung bis zu einem für den Fischschutz sinnvollen Mass von ca. 30°, wären grössere Umbau bzw. Anbauarbeiten notwendig

7.2 Hochwassersicherheit

Damit die Rechenanlage in Hochwassersituationen standhält muss sie dementsprechend massiv ausgeführt sein. Die Rechenanlage ist vom Fliessgewässer unmittelbar tangiert. Die Platzverhältnisse sind relativ eng, weshalb die Möglichkeiten eines vorgeschalteten Grobrechens als Feinrechenschutz beschränkt sind.

7.3 Betriebssicherheit (Algenproblem, Eisbildung)

Um die Betriebssicherheit zu gewährleisten muss die Rechenanlage folgenden Ansprüchen gerecht werden:

- Hochwassersicherheit --> Schutz und dementsprechend massive Ausführung
Siehe unter Punkt 7.2 Hochwassersicherheit
- Rechenverlegung --> Rechenreinigung
Eine Verringerung der Rechenstababstände erhöht die hydraulischen Verluste. Zudem nimmt die Geschwindigkeit der weiteren Rechenverlegung zu. Das heisst die Zeitspanne nach der Reinigung bis zur Neuverlegung wird verkürzt, was zusätzliche Verluste und eine Zunahme des Reinigungsaufwands bedeutet.

In Anbetracht der heute anfallenden Aufwände für die Rechenreinigung (siehe Punkt 3.6 Algenproblem) zeichnet es sich ab, dass bei Verringerung der Stabstände, die Installation einer RRM sinnvoll ist. Dies allerdings nur unter der Voraussetzung, dass eine entsprechende Reinigungsanlage zuverlässig funktioniert. Dies auch nach Hochwasserereignissen und bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt. Eine automatisierte Anlage, welche nicht einwandfrei läuft, kann unter Umständen eine Verringerung der Betriebssicherheit und eine Erhöhung der Unterhaltsaufwände gegenüber der heutigen Situation bedeuten. Betreffend Betriebssicherheit sollten auch die Auswirkungen und Massnahmen im Falle einer Störung der RRM beachtet werden. Ein Vertikalrechen lässt sich bspw. weiterhin von Hand vom Steg aus mittels einer Harke reinigen, während dies bei einem Horizontalrechen nicht zwingend der Fall ist.

Gemäss Art. 41 GSchG muss aus dem Wasser gehobenes Rechengut entsorgt werden und darf nicht wieder dem Gewässer mitgegeben werden. Dies kann durch die Behörde in Ausnahmefällen jedoch bewilligt werden.

In Rongellen sollte daher eine Rechenreinigungsanlage, welche das Rechengut abstosst und dem Gewässer mitgibt, bevorzugt werden. Die Bewirtschaftung von aus dem Gewässer gehobenem Rechengut wäre in Rongellen aufgrund der vorhandenen Erschliessungsmöglichkeiten unverhältnismässig aufwendig.

Entsprechende Rechenreinigungsanlagen wurden bereits mehrfach ausgeführt. Es bestehen bspw. Vertikalrechen, bei welchen die Reinigungsmaschine das Rechengut von oben nach unten abstosst oder Horizontalrechen, bei welchen das Rechengut in Fliessrichtung abgestossen und so über einen Bypass, Förderband, Überlauf oder dergleichen dem Gewässer mitgeben wird.

- Eisbildung --> Rechenreinigung, Konstruktion
Wird der Rechenstababstand verringert nimmt das Potential der Vereisung am Rechen zu. Damit dieses Risiko minimiert werden kann, muss auf eine geeignete Konstruktion geachtet werden. Schon heute lässt sich die Vereisung nicht verhindern, wodurch das Eis mit ein bis zwei Einsätzen pro Winter entfernt werden muss.

7.4 Energieverluste

Energieverluste entstehen einerseits infolge hydraulischer Verluste am Rechen (Rechen selbst und Verlegung) und andererseits infolge Wasserverlusten, welche durch Spülungen innerhalb des Rechenreinigungsprozesses erforderlich sind.

Rechenverlustberechnungen

Für die Rechenverlustberechnung wird jeweils nur ein Teilstück, also ein Rechenelement betrachtet. Auf das Resultat der Rechenverluste hat dies keinen Einfluss, da beide Teilstücke identisch ausgeführt sind. Die Rechenverlustberechnung erfolgt nach KIRSCHMER.

Vergleich best. Rechen mit Rechen A

Rechenverluste mit 0% Verlegungsgrad

bestehender Rechen, 53 Rechenstäbe i.L. = 35 mm		neuer Rechen A, 80 Rechenstäbe i.L.= 20 mm	
β : Formbeiwert	0.920 -	β : Formbeiwert	0.920 -
δ : Anströmwinkel	20.000 °	δ : Anströmwinkel	20.000 °
P_{re} : Verbauungsgrad Rechen	0.310 -	P_{re} : Verbauungsgrad Rechen	0.412 -
A_{VS} : Verbauungsfläche Rechenstäbe	1.161 m ²	A_{VS} : Verbauungsfläche Rechenstäbe	1.752 m ²
A_{VA} : Verbauungsfläche Rahmen, Träger, etc	0.624 m ²	A_{VA} : Verbauungsfläche Rahmen, Träger, etc	0.624 m ²
A_{RE} : Rechenfeldfläche Brutto	5.762 m ²	A_{RE} : Rechenfeldfläche Brutto	5.762 m ²
t_S : Rechenstabtiefe	0.060 m	t_S : Rechenstabtiefe	0.060 m
α : Neigungswinkel	90.000 °	α : Neigungswinkel	90.000 °
Q:	3.000 m ³ /s	Q:	3.000 m ³ /s
b: Gerinnebreite im Rechenquers.	2.395 m	b: Gerinnebreite im Rechenquers.	2.395 m
h_1 : Wasserhöhe vor Rechen	2.070 m	h_1 : Wasserhöhe vor Rechen	2.070 m
v_1 : Geschw. vor dem Rechen ohne Stäbe	0.605 m/s	v_1 : Geschw. vor dem Rechen ohne Stäbe	0.605 m/s
A_{VT} : verlegte Fläche infolge Treibgut	0.000 m ²	A_{VT} : verlegte Fläche infolge Treibgut	0.000 m ²
V_{re} : Verlegungsgrad des Rechens	0.000 -	V_{re} : Verlegungsgrad des Rechens	0.000 -
$K_{v,1}$: Verlegungsfaktor Gruppe1	1.000 -	$K_{v,1}$: Verlegungsfaktor Gruppe1	1.000 -
$h_{vre,1}$: Rechenverlust	0.007 m	$h_{vre,1}$: Rechenverlust	0.012 m
ΔE: Energieverlust pro Jahr	1.2 MWh	ΔE: Energieverlust pro Jahr	2.0 MWh

Rechenverluste mit 25% Verlegungsgrad

bestehender Rechen, 53 Rechenstäbe i.L. = 35 mm		neuer Rechen A, 80 Rechenstäbe i.L.= 20 mm	
β: Formbeiwert	0.920 -	β: Formbeiwert	0.920 -
δ: Anströmwinkel	20.000 °	δ: Anströmwinkel	20.000 °
P _{re} : Verbauungsgrad Rechen	0.310 -	P _{re} : Verbauungsgrad Rechen	0.412 -
A _{VS} : Verbauungsfläche Rechenstäbe	1.161 m ²	A _{VS} : Verbauungsfläche Rechenstäbe	1.752 m ²
A _{VA} : Verbauungsfläche Rahmen, Träger, etc	0.624 m ²	A _{VA} : Verbauungsfläche Rahmen, Träger, etc	0.624 m ²
A _{RE} : Rechenfeldfläche Brutto	5.762 m ²	A _{RE} : Rechenfeldfläche Brutto	5.762 m ²
t _S : Rechenstabtiefe	0.060 m	t _S : Rechenstabtiefe	0.060 m
α: Neigungswinkel	90.000 °	α: Neigungswinkel	90.000 °
Q:	3.000 m ³ /s	Q:	3.000 m ³ /s
b: Gerinnebreite im Rechenquers.	2.395 m	b: Gerinnebreite im Rechenquers.	2.395 m
h ₁ : Wasserhöhe vor Rechen	2.070 m	h ₁ : Wasserhöhe vor Rechen	2.070 m
v ₁ : Geschw. vor dem Rechen ohne Stäbe	0.605 m/s	v ₁ : Geschw. vor dem Rechen ohne Stäbe	0.605 m/s
A _{VT} : verlegte Fläche infolge Treibgut	1.450 m ²	A _{VT} : verlegte Fläche infolge Treibgut	1.450 m ²
V _{re} : Verlegungsgrad des Rechens	0.252 -	V _{re} : Verlegungsgrad des Rechens	0.252 -
k _{v,1} : Verlegungsfaktor Gruppe1	4.411 -	k _{v,1} : Verlegungsfaktor Gruppe1	3.221 -
h_{vre,1}: Rechenverlust	0.032 m	h_{vre,1}: Rechenverlust	0.040 m
ΔE: Energieverlust pro Jahr	5.2 MWh	ΔE: Energieverlust pro Jahr	6.5 MWh

Vergleich best. Rechen mit Rechen B

Rechenverluste mit 0% Verlegungsgrad

bestehender Rechen, 53 Rechenstäbe i.L. = 35 mm		Neuer Rechen B, 65 Rechenstäbe i.L.= 20 mm	
β: Formbeiwert	0.920 -	β: Formbeiwert	2.000 -
δ: Anströmwinkel	20.000 °	δ: Anströmwinkel	20.000 °
P _{re} : Verbauungsgrad Rechen	0.310 -	P _{re} : Verbauungsgrad Rechen	0.514 -
A _{VS} : Verbauungsfläche Rechenstäbe	1.161 m ²	A _{VS} : Verbauungsfläche Rechenstäbe	2.335 m ²
A _{VA} : Verbauungsfläche Rahmen, Träger, etc	0.624 m ²	A _{VA} : Verbauungsfläche Rahmen, Träger, etc	0.624 m ²
A _{RE} : Rechenfeldfläche Brutto	5.762 m ²	A _{RE} : Rechenfeldfläche Brutto	5.762 m ²
t _S : Rechenstabtiefe	0.060 m	t _S : Rechenstabtiefe	0.075 m
α: Neigungswinkel	90.000 °	α: Neigungswinkel	90.000 °
Q:	3.000 m ³ /s	Q:	3.000 m ³ /s
b: Gerinnebreite im Rechenquers.	2.395 m	b: Gerinnebreite im Rechenquers.	2.395 m
h ₁ : Wasserhöhe vor Rechen	2.070 m	h ₁ : Wasserhöhe vor Rechen	2.070 m
v ₁ : Geschw. vor dem Rechen ohne Stäbe	0.605 m/s	v ₁ : Geschw. vor dem Rechen ohne Stäbe	0.605 m/s
A _{VT} : verlegte Fläche infolge Treibgut	0.000 m ²	A _{VT} : verlegte Fläche infolge Treibgut	0.000 m ²
V _{re} : Verlegungsgrad des Rechens	0.000 -	V _{re} : Verlegungsgrad des Rechens	0.000 -
k _{v,1} : Verlegungsfaktor Gruppe1	1.000 -	k _{v,1} : Verlegungsfaktor Gruppe1	1.000 -
h_{vre,1}: Rechenverlust	0.007 m	h_{vre,1}: Rechenverlust	0.044 m
ΔE: Energieverlust pro Jahr	1.2 MWh	ΔE: Energieverlust pro Jahr	7.2 MWh

Rechenverluste mit 25% Verlegungsgrad

bestehender Rechen, 53 Rechenstäbe i.L. = 35 mm		Neuer Rechen B, 65 Rechenstäbe i.L.= 20 mm	
β: Formbeiwert	0.920 -	β: Formbeiwert	2.000 -
δ: Anströmwinkel	20.000 °	δ: Anströmwinkel	20.000 °
P _{re} : Verbauungsgrad Rechen	0.310 -	P _{re} : Verbauungsgrad Rechen	0.514 -
A _{VS} : Verbauungsfläche Rechenstäbe	1.161 m ²	A _{VS} : Verbauungsfläche Rechenstäbe	2.335 m ²
A _{VA} : Verbauungsfläche Rahmen, Träger, etc	0.624 m ²	A _{VA} : Verbauungsfläche Rahmen, Träger, etc	0.624 m ²
A _{RE} : Rechenfeldfläche Brutto	5.762 m ²	A _{RE} : Rechenfeldfläche Brutto	5.762 m ²
t _S : Rechenstabtiefe	0.060 m	t _S : Rechenstabtiefe	0.075 m
α: Neigungswinkel	90.000 °	α: Neigungswinkel	90.000 °
Q:	3.000 m ³ /s	Q:	3.000 m ³ /s
b: Gerinnebreite im Rechenquers.	2.395 m	b: Gerinnebreite im Rechenquers.	2.395 m
h ₁ : Wasserhöhe vor Rechen	2.070 m	h ₁ : Wasserhöhe vor Rechen	2.070 m
v ₁ : Geschw. vor dem Rechen ohne Stäbe	0.605 m/s	v ₁ : Geschw. vor dem Rechen ohne Stäbe	0.605 m/s
A _{VT} : verlegte Fläche infolge Treibgut	1.450 m ²	A _{VT} : verlegte Fläche infolge Treibgut	1.450 m ²
V _{re} : Verlegungsgrad des Rechens	0.252 -	V _{re} : Verlegungsgrad des Rechens	0.252 -
k _{v,1} : Verlegungsfaktor Gruppe1	4.411 -	k _{v,1} : Verlegungsfaktor Gruppe1	2.598 -
h_{vre,1}: Rechenverlust	0.032 m	h_{vre,1}: Rechenverlust	0.115 m
ΔE: Energieverlust pro Jahr	5.2 MWh	ΔE: Energieverlust pro Jahr	18.7 MWh

Wasserverluste

Die Rechenreinigung erfolgt heute mittels Spülungen, bei welchen das Staubecken entleert wird. Je nach Verlegungsgrad bedarf es einen Reinigungseinsatz, welcher vor Ort durch das Betriebspersonal händisch mittels einer Harke ausgeführt wird. Dadurch entstehen folgende Wasserverluste:

- Staubeckenentleerung 2'200 m³ Ø 124 x /Jahr
- Während Spülung (10 Minuten bei Ø-Nutzmenge von 2.6 m³/s) 1'560 m³ Ø 72 x /Jahr
- Während Rechenreinigung (15 Minuten bei Ø-Nutzmenge von 2.6 m³/s) 2'340 m³ Ø 52 x /Jahr

Total 506'800 m³ pro Jahr
(entspricht 111.5 MWh pro Jahr)

Zusammenstellung Energieverluste pro Jahr

ohne Rechenreinigungsmaschine

	best. Rechen, i.L. 35mm	neuer Rechen A, i.L. 20mm	neuer Rechen B, i.L. 20mm
hydraulischer Verlust	1.2 MWh	2.0 MWh	7.2 MWh
mit 25% Verlegung ¹⁾	+1.3 MWh	+1.5 MWh	+3.8 MWh
Wasserverlust ²⁾	+111.5 MWh	+167.3 MWh ³⁾	+167.3 MWh ³⁾
Total Energieverlust pro Jahr	114.0 MWh	170.8 MWh	178.3 MWh
(in Euro mit 50€/MWh)	5'700 €	8'540 €	8'915 €

¹⁾ Annahme: 124 Reinigungen/365 Tage ≈ 1/3 Jahr mit 25% Verlegung

²⁾ Durchschnittliche Wasserverluste pro Jahr infolge Reinigungsprozesse, s. Kap. 3.8 Rechenreinigung

³⁾ Mehraufwand Rechenreinigung infolge verringerter Stababstand, Annahme Faktor 1.5

mit Rechenreinigungsmaschine

	neuer Rechen A, i.L. 20mm	neuer Rechen B, i.L. 20mm	
hydraulischer Verlust	2.0 MWh	7.2 MWh	
mit 10% Verlegung ¹⁾	+0.3 MWh	+0.7 MWh	
Total Energieverlust pro Jahr	2.3 MWh	7.9 MWh	falls Weitergabe Rechengut ohne Staubeckenspülung möglich
Wasserverlust ²⁾	+90.0 MWh	+90.0 MWh	
Total Energieverlust pro Jahr	92.3 MWh	97.9 MWh	falls Weitergabe Rechengut mit Staubeckenspülung
(in Euro mit 50€/MWh)	4'615 €	4'895 €	

Annahme: zusätzliche Reinigungen infolge verringerter Stababstand, geschätzt Faktor 1.5

¹⁾ 124 Reinigungen x 1.5/365 Tage ≈ 1/2 Jahr mit 10% Verlegung

²⁾ Wasserverlust infolge Spülung Rechengut, Annahme 2200 m³ x 124 x 1.5

7.5 Fischschutz

Die Wirkung einer Rechenanlage für den Fischschutz ist, nebst dem lichten Stababstand ebenfalls stark von den Anströmungsverhältnissen abhängig. Das seitliche Fassungsbauwerk in Rongellen liegt strömungstechnisch für den Fischschutz grundsätzlich günstig. Abstiegswillige Forellen haben die Möglichkeit über die Dotieranlage oder bei Überlaufsituationen über die

Wehrklappe sich in den Unterlauf abdriften zu lassen. Allerdings wird das Wasser in Rongellen in einer Restwasserstrecke gefasst. Das zusätzliche Fassungsvermögen von 6 m³/s lässt somit Überlaufsituationen lediglich an durchschnittlich 4 Tagen im Jahr zu. Während des Betriebs wird somit der Hauptwasserstrom hauptzeitlich direkt zum Fassungsbauwerk bzw. zum Schutzrechen hingelenkt. Allerdings wird die Fassung infolge Spülvorgängen durchschnittlich 120-mal pro Jahr über den Grundablass kurz ausgeleitet. Der Schutzfunktion des Rechens kommt somit grosse Bedeutung zu.

Horizontalrechen sind bei gleichem lichten Stababstand dem Vertikalrechen für den Fischschutz vorzuziehen. Der Querschnitt des Forellentrumpfs ist aufrecht ovalförmig. Schwimmt oder driftet der Fisch auf den Rechen zu, nimmt er den Horizontalrechen als grössere Barriere wahr, weil er um hindurchschwimmen zu können, sich in Seitenlage bringen müsste. Bei einem vertikal ausgerichteten Rechen hingegen kann die Forelle stehend hindurchschwimmen sofern ihre Körpermasse dies erlauben. Ein weiterer Vorteil des horizontalen Rechens an diesem Standort dürfte die bessere Lenkwirkung auf die Fische vom Rechen hin zur Dotieranlage sein.

Da für die Fassung Rongellen zur Rechenlösung keine alternativen Schutzmassnahmen bestehen ist der Horizontalrechen aus fischökologischen Überlegungen dem Vertikalrechen eindeutig vorzuziehen.

7.6 Grobkostenschätzung Investitionskosten

Rechen A

Grobkostenschätzung für einen Vertikalrechen mit RRM und zu prüfende Optionen, welche die Weitergabe des Rechenguts ohne gänzliche Staubeckenentleerung ermöglicht.

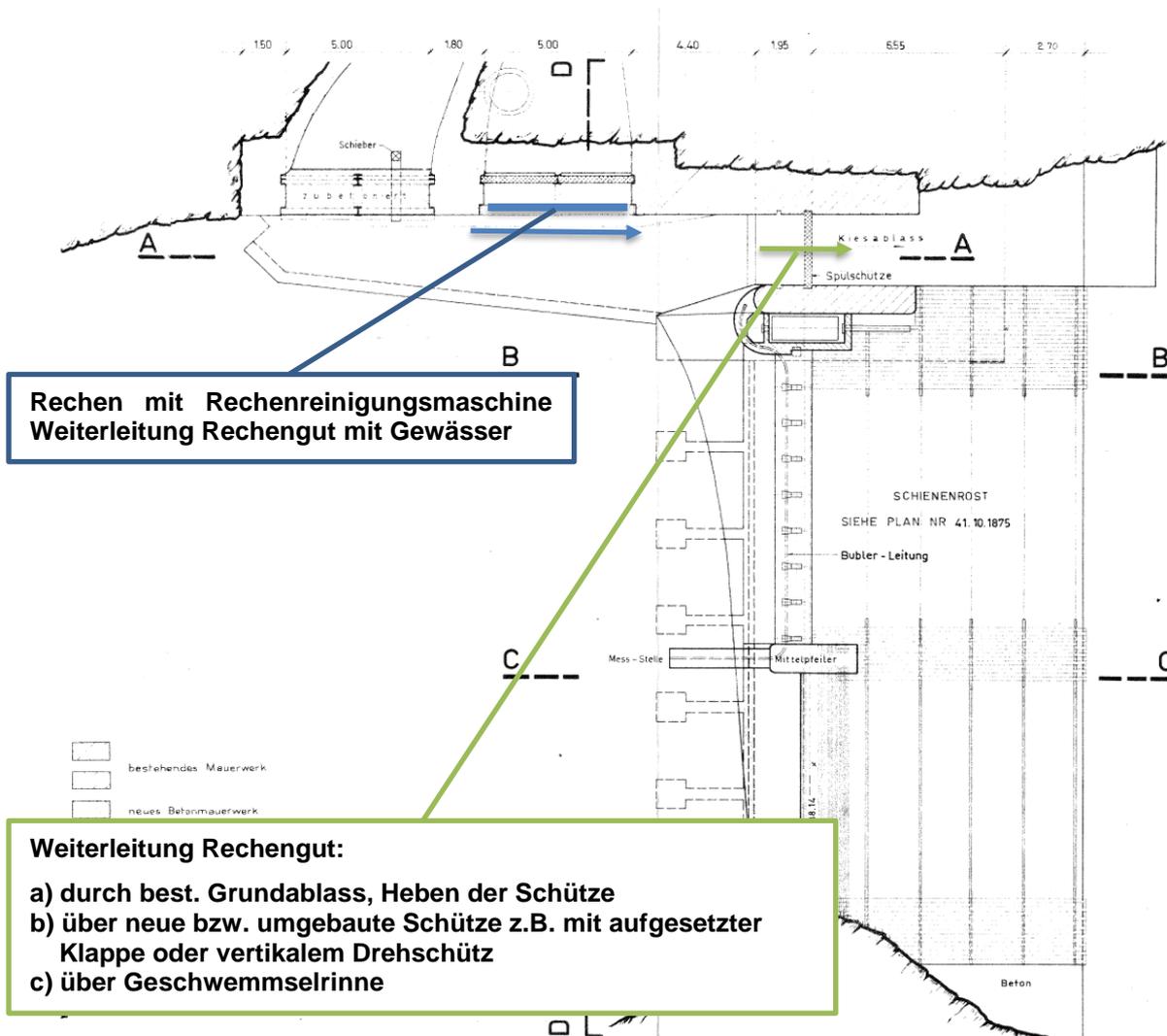
Installation	CHF	40'000.00	
Vertikalrechen	CHF	80'000.00	
Teleskop-RRM	CHF	260'000.00	
Unvorhergesehenes ca. 10%	CHF	40'000.00	
Total	CHF	420'000.00	exkl. MwSt, Projekt- und Bauleitung und Betriebsausfall
<i>Optionen:</i>			
a) Schütz mit aufgesetzter Klappe	CHF	140'000.00	
b) vertikaler Drehschütz	CHF	210'000.00	
c) Geschwemmselrinne	CHF	65'000.00	

Rechen B

Grobkostenschätzung für einen Horizontalrechen mit RRM und zu prüfende Optionen, welche die Weitergabe des Rechenguts ohne gänzliche Staubeckenentleerung ermöglicht.

Installation	CHF	40'000.00	
Horizontalrechen	CHF	100'000.00	
Horizontal-RRM	CHF	180'000.00	
Unvorhergesehenes ca. 10%	CHF	40'000.00	
Total	CHF	360'000.00	exkl. MwSt, Projekt- und Bauleitung und Betriebsausfall
<i>Optionen:</i>			
a) Schütz mit aufgesetzter Klappe	CHF	140'000.00	
b) vertikaler Drehschütz	CHF	210'000.00	

7.7 Prinzip-Skizze



8 Beurteilung

Betriebssicherheit

Schon heute kann die Betriebssicherheit nur mit einem gewissen Aufwand gegen die Rechenverlegung aufrechterhalten werden. Die Betriebssicherheit kann bei gleichzeitigem verringern der Rechenstababstände nur gewährleistet werden, wenn der Rechen mittels einer tauglichen RRM oder von Hand, regelmässig gereinigt werden kann. Während einer Störung der RRM sollte die Reinigung des Rechens mit einer alternativen Methode gewährleistet werden.

Die Betriebssicherheit wird bei einer eingesetzten RRM allerdings nur dann gewährleistet, wenn eine entsprechende Reinigungsanlage zuverlässig funktioniert. Andererseits besteht ein Restrisiko, dass durch eine nicht optimal funktionierende Anlage die Betriebssicherheit gegenüber der heutigen Situation sogar verringert wird.

Der Fall, dass eine RRM bspw. infolge einer Störung oder eines Defekts ausser Betrieb sein sollte und der Rechen sich nicht alternativ wie z.B. von Hand reinigen lässt, sollte.

Hochwassersicherheit

Unter der Annahme, dass sich eine RRM hochwassersicher installieren lässt, sind die Rechen-

arten betreffend Widerstandsfähigkeit gegenüber Hochwassereinflüssen im Vergleich zum bestehenden Rechen ebenbürtig. Denn ein Vertikalrechen könnte mit denselben Rechenstäben analog dem bestehenden Rechen ausgeführt werden. Beim Horizontalrechen sind die Rechenstäbe in der Regel sogar massiver als diejenigen eines Vertikalrechens ausgeführt. Je nach Auslegung der Rechenanlage sind zusätzlich bauliche Schutzmassnahmen erforderlich.

Energieverluste

Der Vertikalrechen weist gegenüber dem Horizontalrechen mit gleichem Rechenstababstand um ca. den Faktor 4 weniger Energieverluste auf. Die Rechenstäbe des Horizontalrechens sind massiver, wodurch sich der Nettoquerschnitt verringert. Die Energieverluste lassen sich vordergründig durch Minimierung der Wasserverluste infolge Spülungen beeinflussen.

Fischschutz

Durch die bessere Lenkwirkung der horizontalen Anordnung der Rechenstäbe ist bezüglich Fischschutz der Horizontalrechen dem Vertikalrechen vorzuziehen.

Unterhalt

Der Aufwände für die bestehende Rechenanlage beschränkt sich heute hauptsächlich auf die Reinigung des Rechens, dieser ist dafür umso intensiver. Abgesehen davon sind an der Rechenanlage keine grösseren Unterhaltsaufwände erwähnenswert, auch nicht nach Hochwasserereignissen.

Indem die lichte Weite der Rechenstäbe verringert wird ohne gleichzeitig Massnahmen gegen die Rechenverlegung zu treffen, werden nebst den Energieverlusten Reinigungsaufwände unweigerlich stark zunehmen. Unter der Annahme, dass eine allfällige RRM den Anforderungen an die Betriebssicherheit nicht genügt, besteht das Risiko, dass die Aufwände trotz RRM höher werden als dies heute der Fall ist.

Investitionskosten

Der Vertikalrechen ist etwas günstiger als der Horizontalrechen. Jedoch sind die Kosten einer RRM für einen Vertikalrechen höher. Die aufgeführten Kosten sind basieren auf Grobkostenschätzungen, wobei gewisse Ausführungsdetails im aktuellen Projektstand nicht bekannt sind.

Bewertung

Kriterien	bestehender Rechen	Rechen A Vertikalrechen mit RRM	Rechen B Horizontalrechen mit RRM
Betriebssicherheit	0	+1	0
Hochwassersicherheit	+1	+1	+1
Energieverluste	+1	+1	0
Fischschutz	-1	+1	+2
Unterhalt	-1	0 (?)	0 (?)
Investitionskosten	+2	0	+1
Total	+2	+4	+4

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

9 Zusammenfassung und Empfehlung

Mit dem Kraftwerk Thusis wird die Wasserkraft am Hinterrhein von Rongellen bis Thusis genutzt. Es wird durch die Kraftwerke Hinterrhein AG betrieben. Das Kraftwerk weist eine Betriebswassermenge von max. 6 m³/s und eine mittlere Jahresproduktion von 19 GWh auf.

Gemäss Sanierungsanordnung der Regierung des Kantons Graubünden vom 6. April 2016 besteht für das Stauwehr Rongellen eine Sanierungspflicht bezüglich Fischschutz. Als Sanierungsziel wird der ausreichende Schutz vor Verdriftung von Fischen ins Triebwassersystem festgelegt. Im Sanierungsbericht der strategischen Planung bezüglich Massnahmen zum Fischschutz wird die Verringerung der lichten Weite der Rechenstäbe des Einlaufrechens von heute 35 mm auf max. 20 mm als zielführend erachtet. Als Leitfischarten sind die Bach- und Seeforelle sowie die Groppe definiert.

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.

Die Erschliessungsmöglichkeiten des Stauwehrs Rongellen sind beschränkt. Die Fassung liegt in einer Schlucht und ist nur über eine Naturstrasse mit anschliessendem ca. 30 m hohem Treppenturm, welcher in die Schlucht führt, erreichbar. Für den Warenumschlag dient ein Betriebskran mit einer Nutzlast bis 1 to.

Infolge der schluchtartigen Topographie ist die Fassung relativ stark Hochwassersituationen ausgesetzt. Der Hinterrhein ist in diesen Situationen schwemmholz und stark geschiebe-führend. Während Hochwasserereignissen, welche im Mittel 3-mal pro Jahr vorkommen, ist das Kraftwerk Thusis ausser Betrieb. Die Anlage und deren Ausrüstung muss dementsprechend robust ausgeführt sein.

Der Hinterrhein zwischen Zillis und Thusis weist vermehrt Algen im Gewässer auf. Das Algenvorkommen ist nicht jedes Jahr von gleicher Dauer und Intensität. Die Algen bleiben am einlaufrechen hängen und verkleinern so den Nettoquerschnitt kontinuierlich. Wird der Rechen nicht zeitig gereinigt führt dies zur Einstellung des Kraftwerkbetriebs. Bei hohem Algenaufkommen müssen mehrmals täglich Rechenreinigungsaktionen durchgeführt werden. Die Rechenreinigung erfolgt heute mittels Spülungen und/oder von Hand mittels einer Harke. Der Aufwand für die Rechenreinigung beläuft sich auf durchschnittlich CHF 15'600.- pro Jahr. Die Ursache für das Algenproblem ist nicht bekannt.

Ein bis zweimal pro Winter kann es im Bereich des Einlaufrechens zur Eisbildung kommen, welche durch das Betriebspersonal entfernt werden muss.

Im Rahmen des Variantenstudiums wurden zum Schutz vor Verdriftung von Fischen ins Triebwassersystem diverse Lösungsvarianten wie Verhaltensbarrieren, Lenkung und physische Barrieren geprüft. Allfällige Massnahmen sollen den Anforderungen an Energieverlust, Hochwassersicherheit, Fischschutz, Betriebssicherheit sowie Kosten dem Grundsatz der Verhältnismässigkeit genügen.

Schliesslich wird der Rechen als physische Barriere bei entsprechender Auslegung an die Anforderungen als zielführend eingestuft.

Mit der erweiterten Untersuchung der Variante Rechen wurde der bestehende Rechen mit einem neuen Rechen A als Vertikalrechen und mit einem neuen Rechen B als Horizontalrechen bezüglich Energieverlust, Hochwassersicherheit, Fischschutz, Betriebssicherheit und Kosten verglichen.

Die vorgeschlagene Massnahme, welche die Verringerung der lichten Weite der Rechenstababstände vorsieht, erfüllt die Ziele betreffend Fischschutz. Infolge dem gegenwärtigen Algenvorkommen werden dadurch aber auch Energieverluste und Unterhaltsaufwände massgeblich erhöht. Dieses Problem kann grundsätzlich mit einer Rechenanlage in Kombination mit einer

Rechenreinigungsmaschine gelöst werden. Die untersuchten Rechen A "Vertikalrechen" und B "Horizontalrechen" stellen dabei gleichwertige Lösungen dar. Während der Rechen B bezüglich Fischschutz zu bevorzugen ist, ist im aktuellen Projektstand noch unklar, welche Lösung betreffend Hochwasser- und Betriebssicherheit zu bevorzugen ist.

Die Betriebssicherheit kann bei beiden Varianten nur dann gewährleistet werden, wenn die einzusetzende Reinigungsanlage zuverlässig funktioniert. Andererseits besteht das Restrisiko, dass die Betriebssicherheit gegenüber der heutigen Situation verringert und die Unterhaltsaufwände vergrößert werden.

Damit die Energieverluste minimiert werden, sollte eine Lösung angestrebt werden, bei welcher der Reinigungsprozess und für die Spülaktionen des Rechenguts mit möglichst wenig Wasserverlust erfolgen kann.

Empfehlung

Aufgrund der im Rahmen des Variantenstudiums erlangten Erkenntnisse, wird die Ausarbeitung eines Vorprojekts oder ggf. Bauprojekts für eine neue Rechenanlage mit Rechenreinigungsmaschine empfohlen. Im Zuge der nächsten Projektphase sollen detaillierte Lösungsmöglichkeiten, welche die Anforderungen an die Betriebs- und Hochwassersicherheit erfüllen, eruiert werden. Zudem sollen machbare Reinigungsprozesse und die damit zusammenhängenden Energieverluste abschliessend aufgezeigt werden.

Der definitive Variantenentscheid sollte zum aktuellen Zeitpunkt offengelassen werden und im Zuge der nächsten Projektphase, wenn die Erfüllungsgrade an die Anforderungen bekannt sind, bestimmt werden.

Thusis, im September 2018

Pascal Barrea