

Kraftwerksanlagen oberes Puschlav

Sanierung Schwall/Sunk KW Robbia

Variantenstudium

31.03.2026

Schwall-Sunk Sanierung KW-Robbia

Agenda

- Einleitung
- Ausgangslage
- Methodik
- Defizit- und Ursachenanalyse
- Variantenstudium Massnahmen

Schwall-Sunk Sanierung KW-Robbia

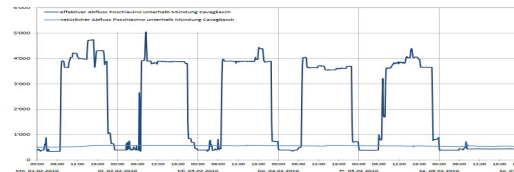
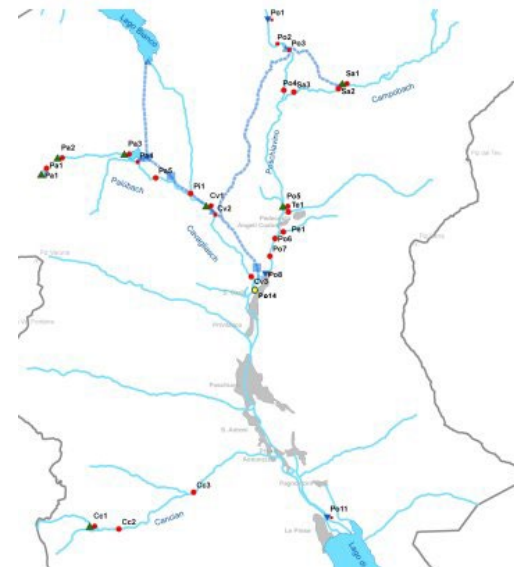
Ausgangslage

- Anlagen oberes Puschlav, Hydrologie
- Wassernutzungsrechte, best. Konzessionen
- Projekte im oberen Puschlav, Ersatzmassnahmen
- Wiederherstellung Fischgängigkeit, Restwassersanierung und Sanierung Geschiebehaushalt

1 Einleitung

Verfügung Variantenstudium für bewilligungsfähige und umsetzbare Massnahmen

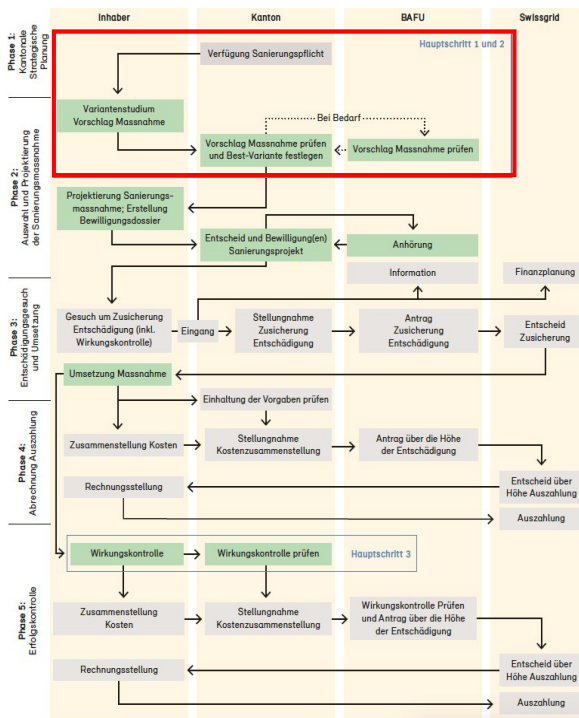
- Im Regierungsbeschluss vom 4. Februar 2020, (RB 51/2020) wird festgestellt, dass der Poschiavino unterhalb der Wasserrückgabe des Kraftwerks Robbia und dem Lago di Poschiavo durch **Schwall und Sunk** wesentlich beeinträchtigt wird.
- Die Repower hat dem ANU bis zum 15. Juli 2024 ein **Variantenstudium** für bewilligungsfähige und umsetzbare Massnahmen einzureichen.
- Das Gesuch vom 1. Juli 2024 um **Verlängerung der angesetzten Frist auf den 31. März 2026** für das Variantenstudium wurde am 6. November 2024 durch die Regierung des Kantons Graubünden (Protokoll 867/2024) bewilligt.
- *Die Regierung weist ausdrücklich darauf hin, dass die Gesetzliche Frist nach Art. 83a des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG; SR 814.20) nicht erstreckbar ist, also mit dem Bau allfälliger Sanierungsmassnahmen bis spätestens Ende des Jahres 2030 zu beginnen ist.*



Indikator	Schwall-Sunk	Referenz
F1 Fischfauna gem. MSK	mässig	mässig
F4 Reproduktion der Fischfauna (Brüttdichte)	schlecht	mässig
F5 Produktion der Fische (fischerliche Ertragsfähigkeit)	mässig (> 1000 m G.M) unbefriedigend (< 1000 m G.M)	gut
B1 Biomasse des Makrozoobenthos	keine Angaben	keine Angaben
B2 Index Biologique IBCH	gut	gut
B4 Vorkommen der Familien der Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven	gut	gut
H1 Kolmation (Innere Kolmation bei Schwall)	nach Abschätzungen wird keine innere Kolmation verursacht.	
A1 Mindestabfluss gemäss GSchG bei Sunk (nicht) erfüllt	erfüllt	

1 Einleitung

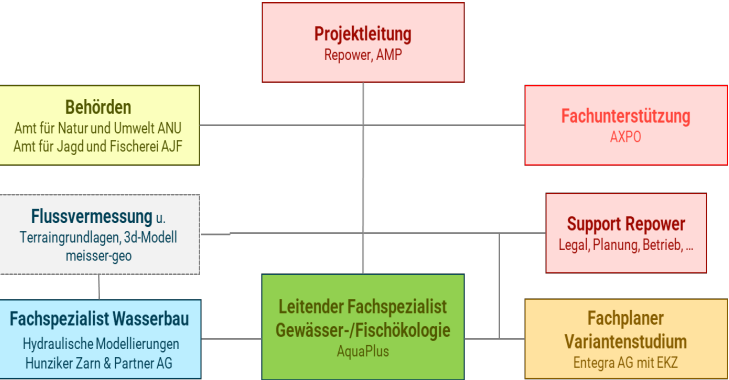
Schema des Vorgehens zur Festlegung der Massnahmen und Erfolgskontrolle gem. Vollzugshilfe „Schwall-Sunk“ BAFU 2017



1 Einleitung

Organisation

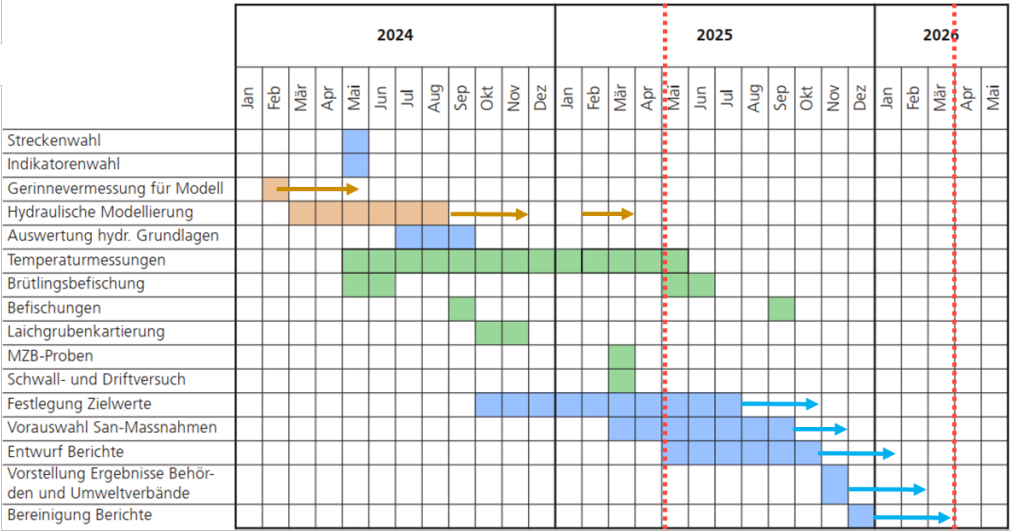
Projektteam



Terminplan

8. Mai 2025 Begleitgruppensitzung

Frist Var.St.



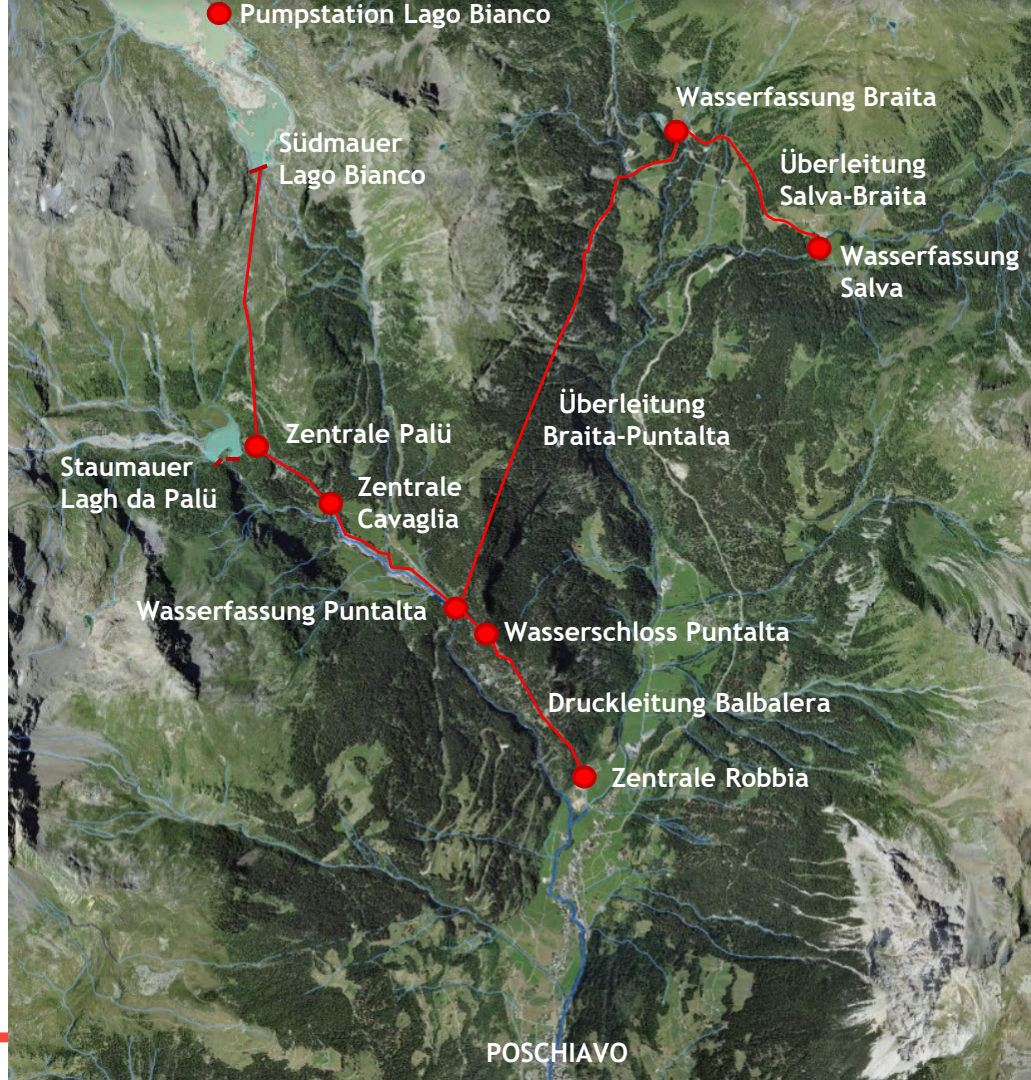
Schwall-Sunk Sanierung KW-Robbia

Einleitung

- Ausgangslage
- Übergeordnetes Vorgehen
- Organisation und Termine

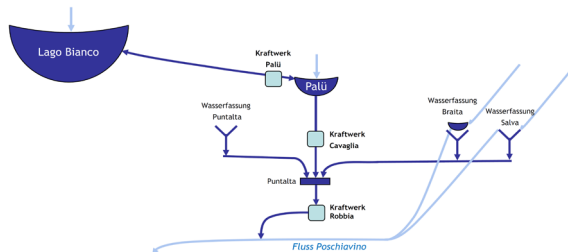
2 Ausgangslage

Anlagen ob. Puschlav



2 Ausgangslage

Anlagen oberes Puschlav



Grösse	Kenndaten
Ausbauwassermenge [m³/s]	6.3
max. Bruttofallhöhe [m]	613
Installierte Leistung [MW]	34.5
Mittlere Jahresproduktion [GWh]	120

Hydrologie Le Prese

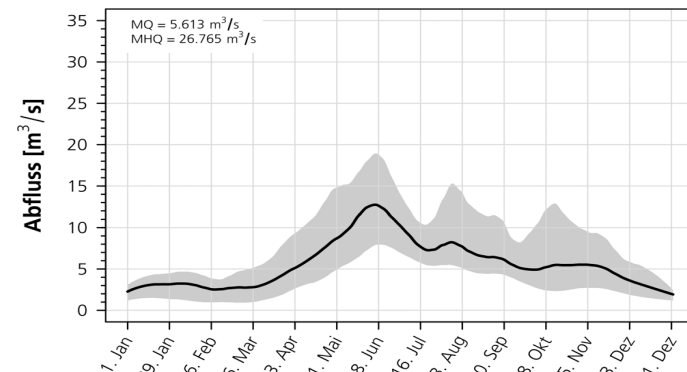
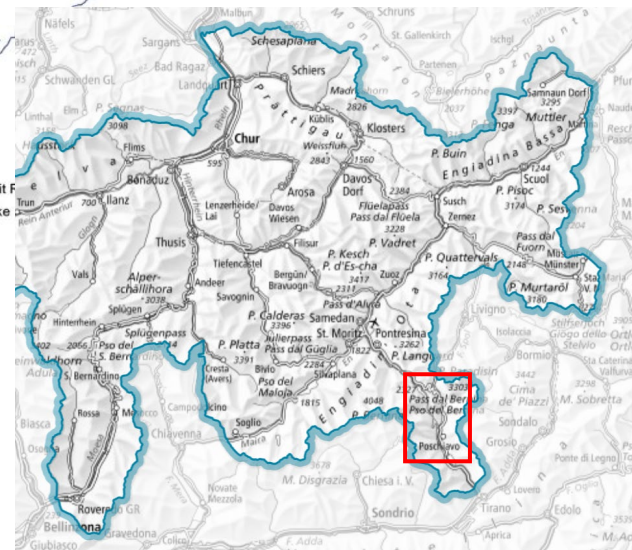
Kennwerte [m³/s]	Periode	Bemerkung
Q347 berechnet	1.862	01.01.2014–14.06.2022 9 Jahre
MQ	5.613	01.01.2014–14.06.2022 9 Jahre
MHQ	26.765	01.01.2014–14.06.2022 9 Jahre

Monatsmittelwerte MQ [m³/s]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
2.97	2.98	2.7	4.5	8	11.92	8.15	7.48	5.43	5.48	4.89	2.84

Methode:

Auswertung Messreihe von BAUFU-Messstelle «Poschiavino – Le Prese» gemäss Pfaundler et al. 2011 «Berechnungsmöglichkeit 1» (Q347: Auswertung Dauerlinie gemäss Estoppey et al. 2000).



2 Ausgangslage

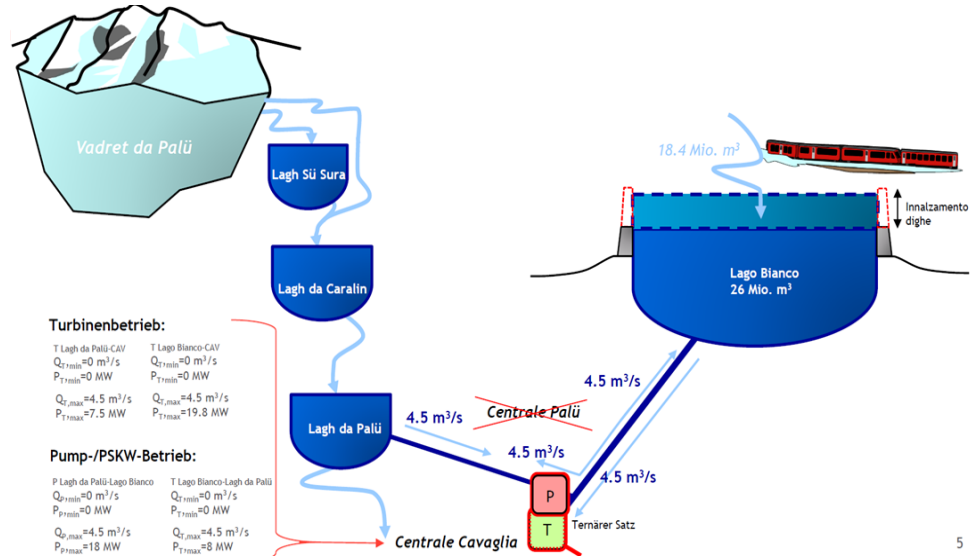
Wassernutzungsrechte

- **Konzessionen 1997 /1998 zum Weiterbetrieb der best. Anlagen :**
 - Wassernutzungsrechte Repower AG im oberen Puschlav: 1997 Gde. Poschiavo, 1998 Gde. Pontresina
 - Genehmigung GR (Prot. Nr. 937/2006) Weiterbetrieb best. Anlagen mit drei Kraftwerksstufen Palü, Cavaglia und Robbia (Konzessionen „I“ und „A“),
 - Rückzug des Ausbauvorhaben mit Seerhöhung und Ausbau KW Cavaglia (Konzessionen „II“ und „B“)
 - Rechtskraft (Verfügung BG 9. Juni 2009), Beginn achzigjährige Konzessionsdauer
- **Projektgenehmigung „Lagobianco“zum (Aus)bau PSKW sowie zur Erneuerung der best. Anlagen:**
 - zentrales Element „Lagobianco“ ist neues 1000 MW-Pumpspeicherkraftwerk [PSKW] sowie Erneuerung und Weiterbetrieb der oberen und unteren Puschlaver Werke
 - Genehmigung Konz.prj. 25. März 2014 (Prot. Nr. 285/2014) resp. Projektgenehmigung 25. Oktober 2016 (Prot. 932/2016)
- **Konzessionsnachträge zur Erneuerung der bestehenden Anlagen:**
 - Damit Wassernutzungsrechte bis Inbetriebnahme PSKW, aber auch bei Nichtrealisierung PSKW, für Fortsetzung der Wasserkraftnutzung in best. u. erneuerten Anlagen geregelt u. sichergestellt, genehmigte GR am 8. November 2022 (Prot. Nr. 841/2022) Konzessionsnachträge vom 4. Juni 2019 zu „Konzessionen 1997“ u. zur „Konzession 2011“ betr. Weiterbetrieb der erneuerten oberen respektive unteren Stufe.
 - Wesentlicher Inhalt bilden veränderte Nutzung u. neue Dotierwasserregelung gem. Konzessionsgenehmigung 2014
Zudem wurden für Weiterbetrieb der Puschlaver Werke ohne PSKW die zu leistenden NHG-Ersatzmassnahmen neu festgelegt.

2 Ausgangslage

Projekte im oberen Puschlav

- Projekt „Lagobianco“ LB (Baugenehmigung bis 2027, soll verlängert werden)
 - PSKW Lago Bianco-Lago di Poschiavo
 - Erneuerung Werke oberes und unteres Puschlav
- Erneuerung und Ausbau oberes Puschlav
 - Erhöhung Lago Bianco um 2.7m (LB 4.35m) resp. Nutzvolumen um 4.2 Mio m³ von 18.6 auf 22.8 Mio m³ und Pumpen in Puntalta und Cavaglia
- Ern. u Erw. Freischaltanlage Robbia Swissgrid
- Landumlegungsverfahren (Erwerb GewRm durch Gde. zur Umsetzung Ersatzmassnahmen) pausiert aktuell wegen Unsicherheit Massnahmen Schwall-Sunk sowie Swissgrid



Variante 1: 2 x MSCDN, 1 x Drossel

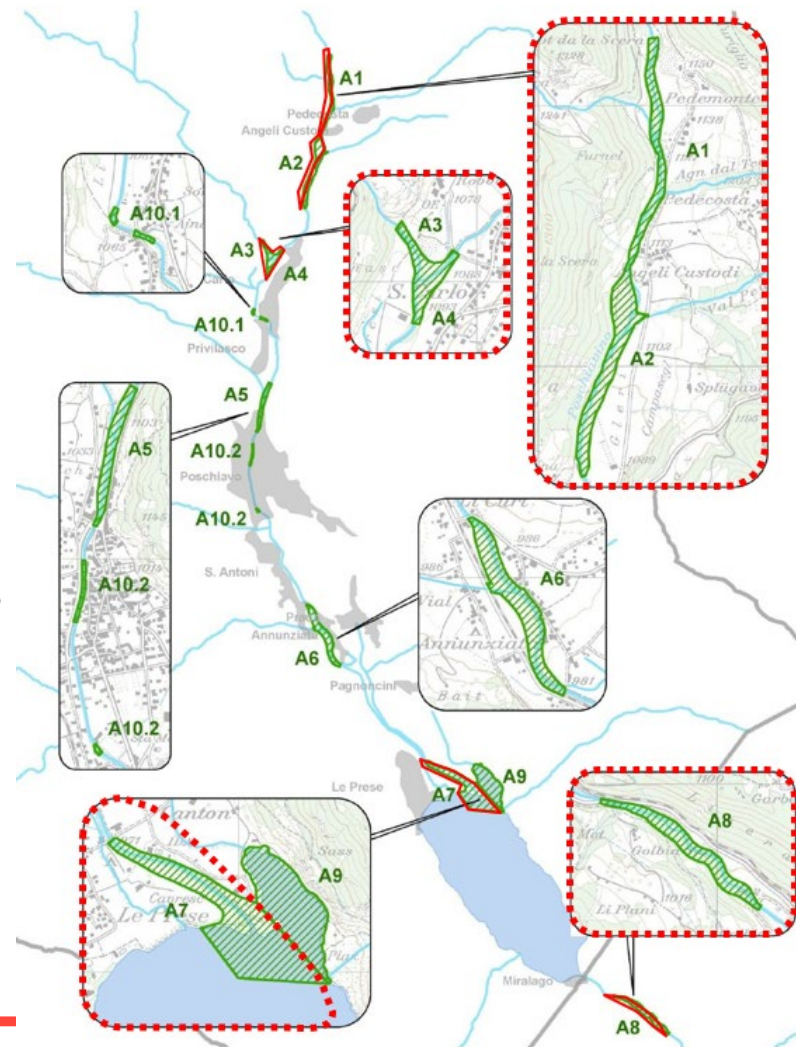


2 Ausgangslage

Ersatzmassnahmen Repower

Genehmigte NHG-Ersatzmassnahmen am Poschiavino (ohne Seitenbäche). Mit der Erneuerung der Puschlaver-Werke sind u.a. folgende Massnahmen verfügt, in Umsetzung oder bereits realisiert:

- EM A1 und A2: Revitalisierung mit Aufweitung des Poschiavino in der Restwasserstrecke zwischen Permunt und Raviscè .
- EM A3 und A4: Revitalisierung des Poschiavinos zu Beginn des Schwall-Sunk Abschnittes im Mündungsbereich des Cavagliaschs beim KW Robbia
- EM A7: Revitalisierung des Poschiavino am Ende des Schwall-Sunk Abschnittes zwischen Le Prese und der Mündung in den Lago di Poschiavo. Das Projekt sieht eine Aufweitung des Abschnittes sowie eine Neugestaltung des Mündungsbereichs mit Anbindung an den Lago di Poschiavo (Längsvernetzung) vor.



2 Ausgangslage

Sanierungen im Puschlav

■ Wiederherstellung Fischgängigkeit:

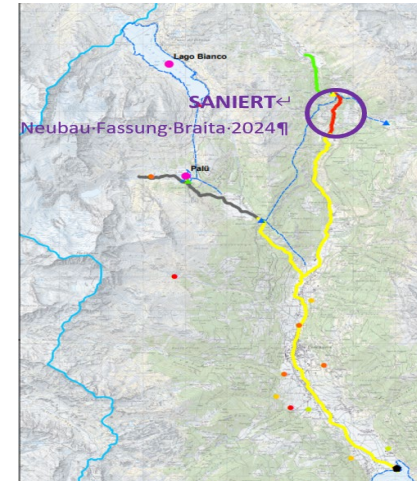
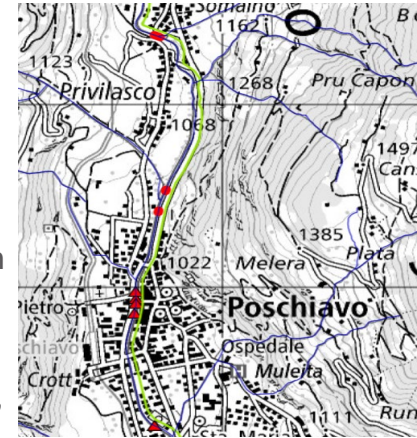
- NHG-Ersatzmassnahmen zur Erneuerung der Puschlaver Werke sehen bei den Revitalisierungen explizit Massnahmen zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit vor. Folgende sind bereits realisiert oder bewilligt/verfügt: Umgehungsgerinne Salva, Renat. U LV Poschiavino - Lago di Poschiavo, Dotiersee Miralagu und LV Golbia
- Längsvernetzung Schwelle Fisler ist nicht teil der Konzessionsnachträge. Es gibt Bestrebungen, diese über Ökofonds zu finanzieren und umzusetzen.

■ Restwassersanierung gem. Art. 31ff resp. 80 GschG :

- neue Dotierwassermengen Puschlaver Werke (Repower) mit Konzessionsnachträgen gem. RB 2022 umgesetzt
- Für KW Fisler u. Puntunai läuft mehrmals verlängerte Frist zur Restwassersanierung Ende 2026 aus; -> Ab 2027 sollte der Poschiavino somit saniert sein

■ Sanierung Geschiebehaushalt: (Studie HZP 2014)

- Geschiebeaufkommen im EZG Poschiavino aufgrund Geologie vergleichsweise gering: vernachlässigbare Beeinträchtigung
- Kiesschleuse Palü leitet seit 1994 das Geschiebe weiter bis Cavaglia-Ebene
- in Cavaglia wird das Geschiebe aufgrund der natürlichen Gegebenheiten nur bedingt weitergeleitet und wird als Spezialfall betrachtet
- Mit Neubau Fassung Braita kann seit 2024 bei HW das Geschiebe am Poschiavino weitergeleitet werden (Defizit saniert)



Schwall-Sunk Sanierung KW-Robbia

Methodik

- Indikatoren
- Ist-Zustand/Betrieb (historisch und aktuell)
- künftiger Betrieb bei 1:1 Erneuerung und Ausbau (Erhöhung Lago Bianco 2.7m und Zubringerpumpen)

3 Methodik

Indikatoren zur Bestimmung der Ursachen- und Defizitanalyse gem. Vollzugshilfe „Schwall-Sunk“ BAFU 2017

- Festlegung Indikatoren mit kant. Amtsstellen ANU u. AJF (2023/24)

Ist-Zustand/Ist-Betrieb:

- Gewässerökologische Erhebungen 2024 /2025
- Modellierungen historischer Betrieb vor Erneuerung KW-Robbia mit Ganglinien 2012-2022 (nicht repräsentativ)
- Modellierungen aktueller Betrieb nach Erneuerung KW Robbia mit Ganglinien 2024/2025 (teilweise repräsentativ)

Künftiger Betrieb:

- Modellierungen künftiger Betrieb nach gesetzeskonformer (1:1) Erneuerung Kaskade
- Modellierungen künft. Betrieb nach Ausbau obere Stufe mit Erhöhung Lago Bianco u. Pumpen (Ausbauvariante)

Indikatortyp	Indikator	Defizitanalyse durchgeführt (strat. Planung)	Durchführung Ursachen- und Defizitanalyse	Vorgehen	Hydrologische Kenngrösse
Kernindikatoren	A2 Hydrologische Kenngrössen	–		auf Basis anderer Indikatoren	Summenindikator
	F2 Stranden von Fischen	–		Modellierung	Pegelrückgangsrage
	F3 Laichareal der Fische	–		Modellierung und evtl. Schwallversuch (Einfärben von Kiesflächen)	minimaler Sunkabfluss maximaler Schwallabfluss
	F6 Habitateignung Fische	–		Modellierung	minimaler Sunkabfluss maximaler Schwallabfluss
	B5 Habitateignung MZB	–		Modellierung gemäss Tonolla et al. 2023	minimaler Sunkabfluss maximaler Schwallabfluss
	Q1 Wassertemperatur	–		Messung mit Temperaturloggern	Pegelanstiegssgrate Pegelrückgangsrage
Schwall-Sunk sensitive Indikatoren	F4 Jungfischvorkommen			Befischung	keine
	B1 Biomasse u. Diversität MZB	–		MZB-Probenahme	keine
	B3 Längenzonation MZB	–		MZB-Probenahme	keine
	B4 EPT-Familien MZB			MZB-Probenahme	keine
	D1 Drift	–		Modellierung gemäss Tonolla et al. 2023, evtl. Schwallversuch (Driftversuch)	Pegelanstiegssgrate maximaler Schwallabfluss
Breitband	F1 MSK-Modul Fische			Befischung	keine
	B2 MSK-Modul MZB			MZB-Probenahme	keine
Zusatz	H1 Innere Kolmation	–		Messung	keine
	H2 Äussere Kolmation	–	–	Gutachterliche Einschätzung	keine

**F2 «Stranden
von Fischen»**

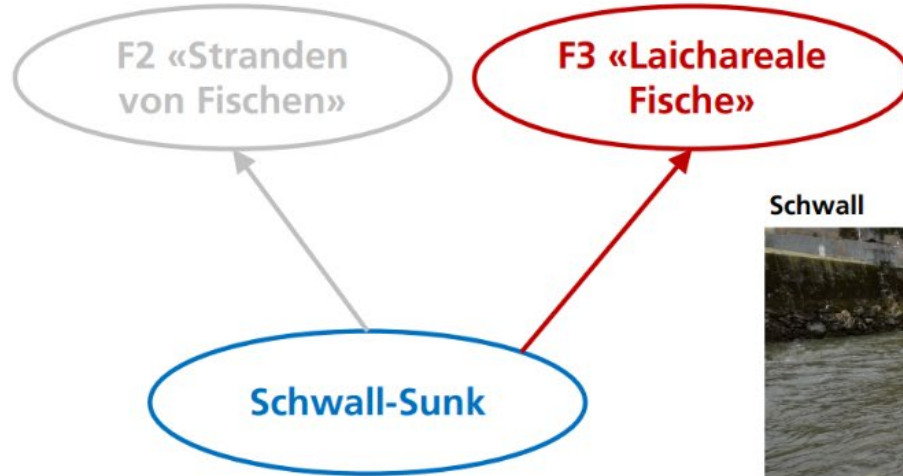
Schwall-Sunk

Schwall



Sunk



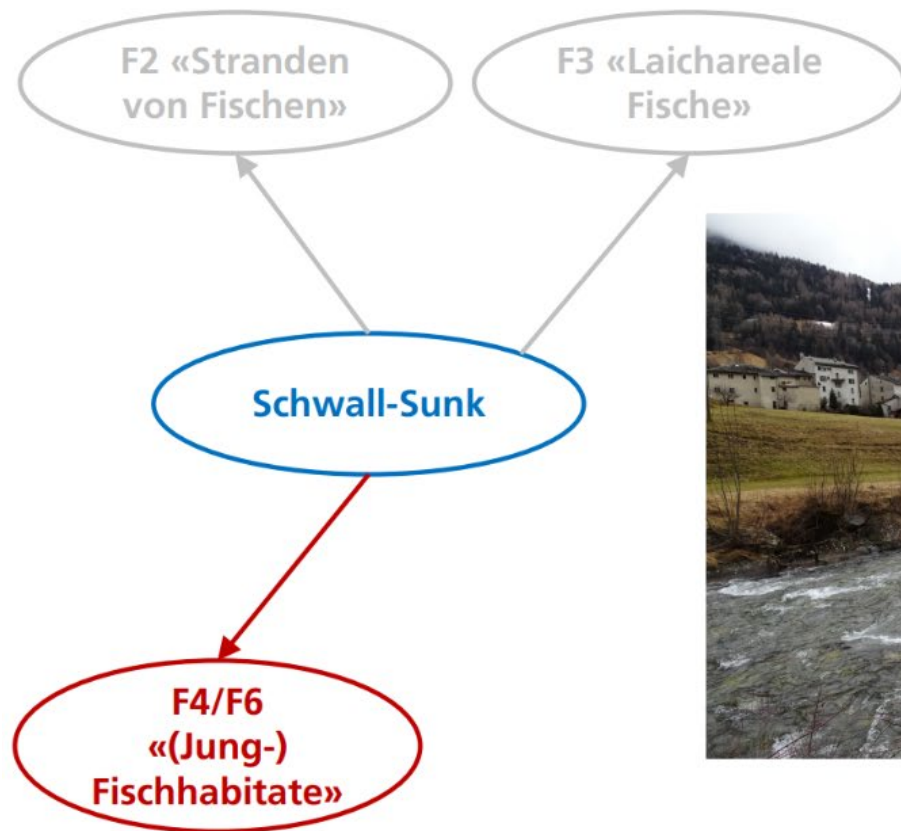


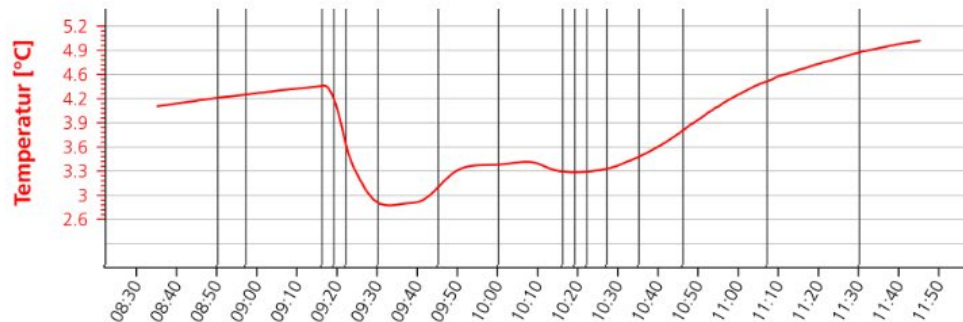
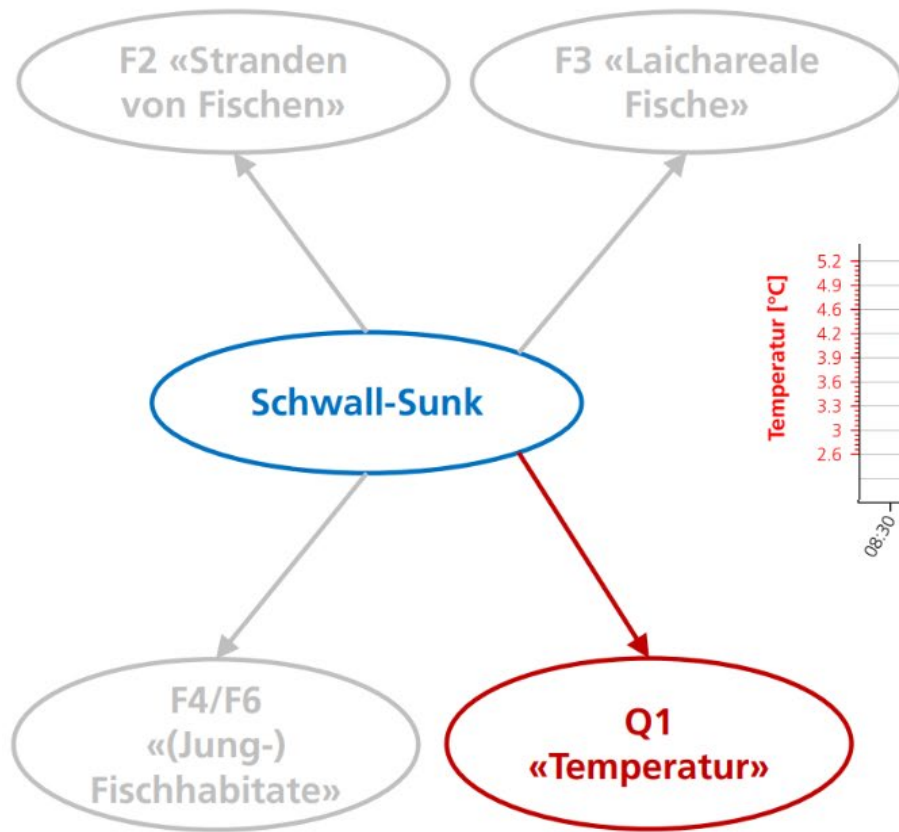
Schwall

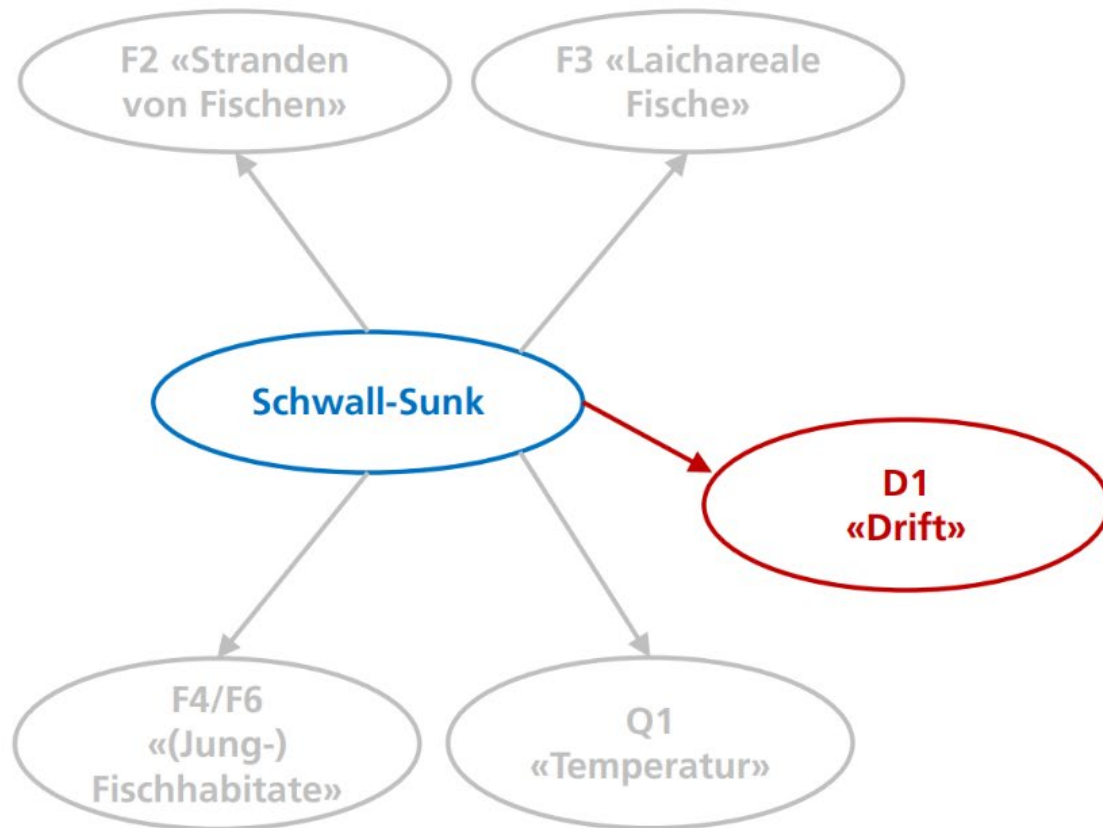


Sunk

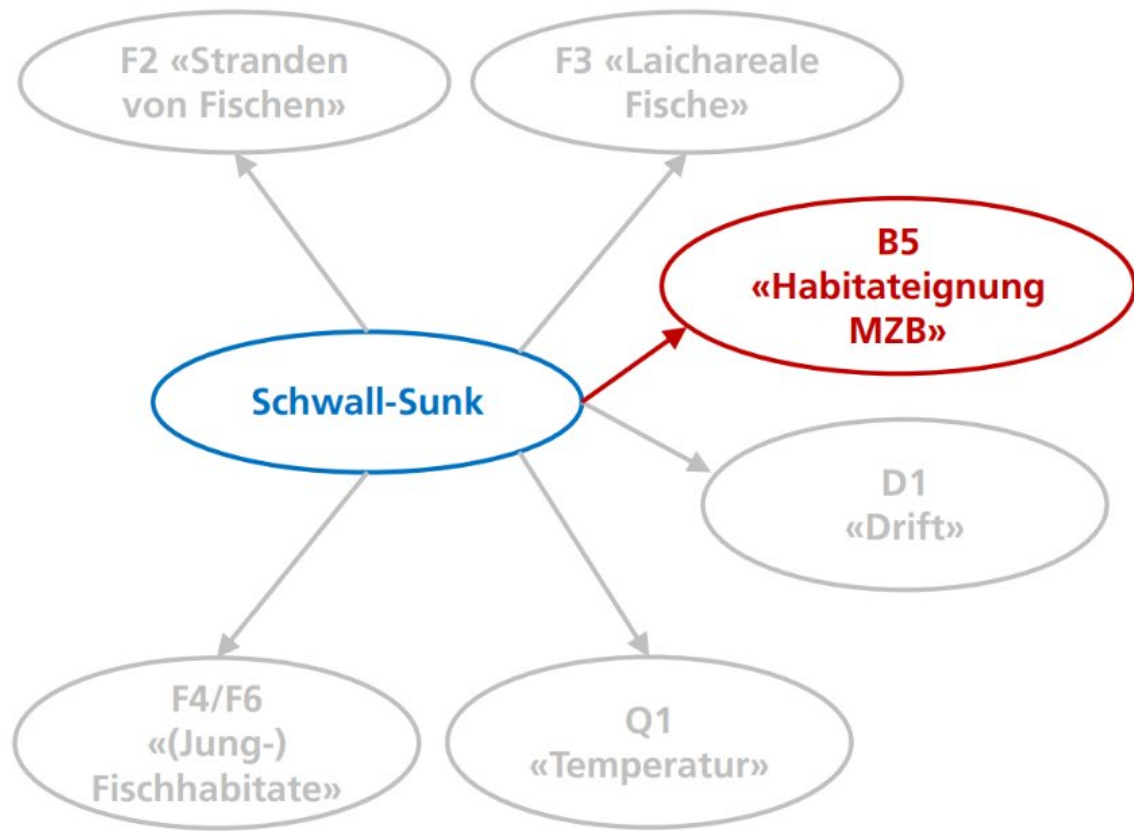




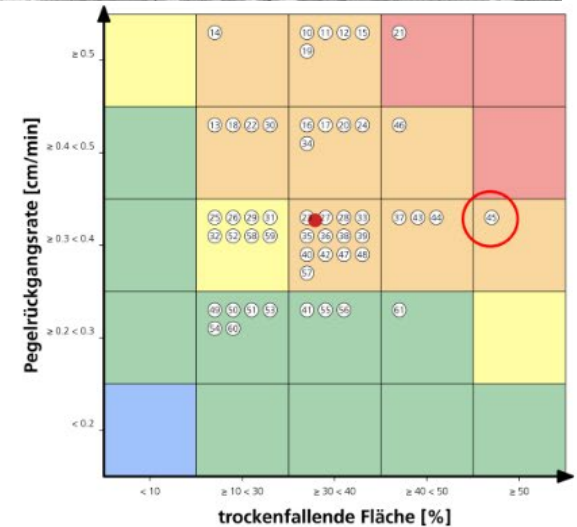
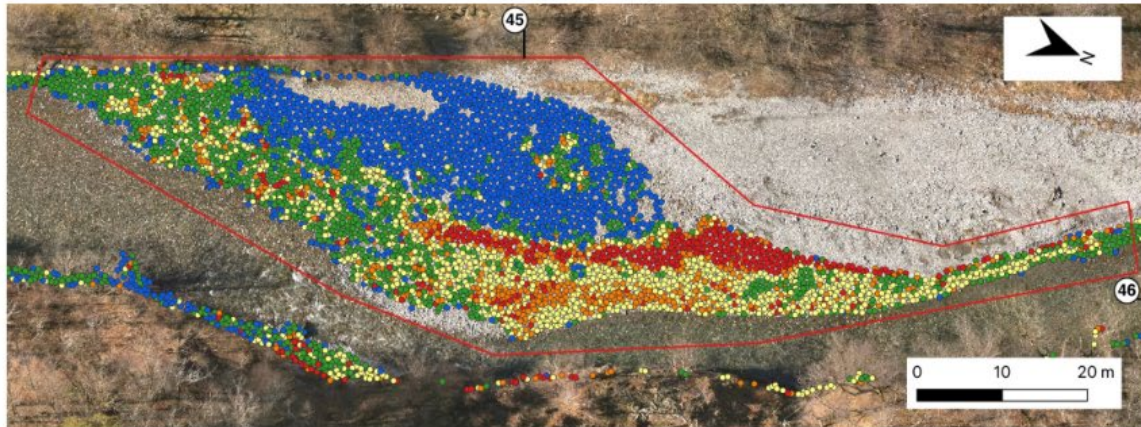
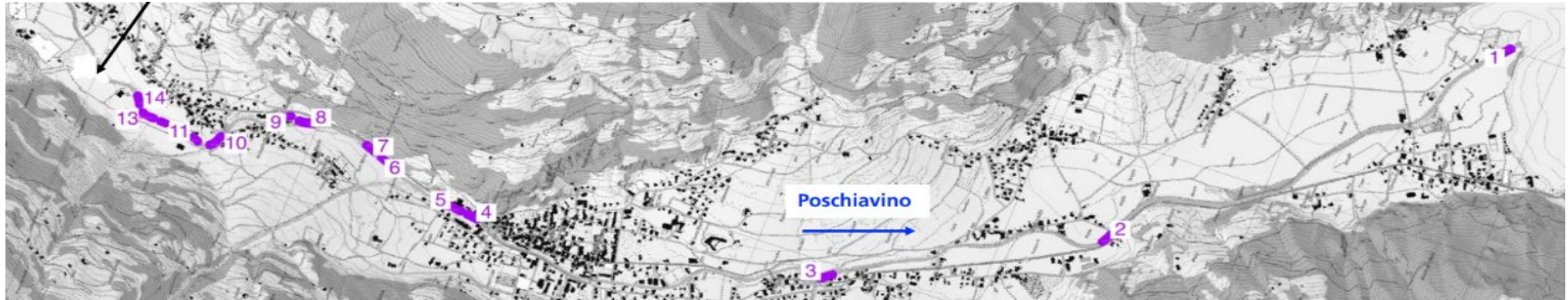


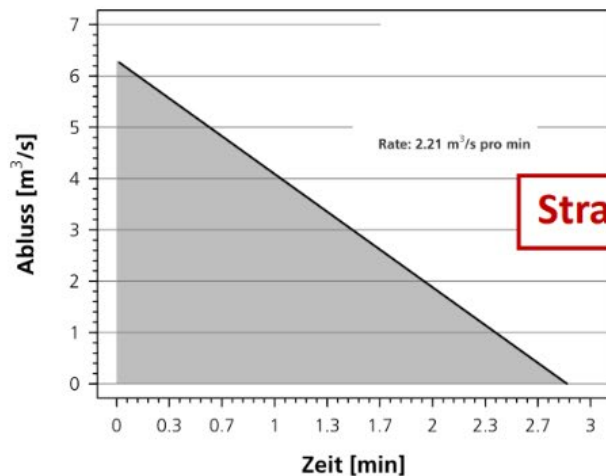


Quelle: Zustand Soloturner Gewässer 2020

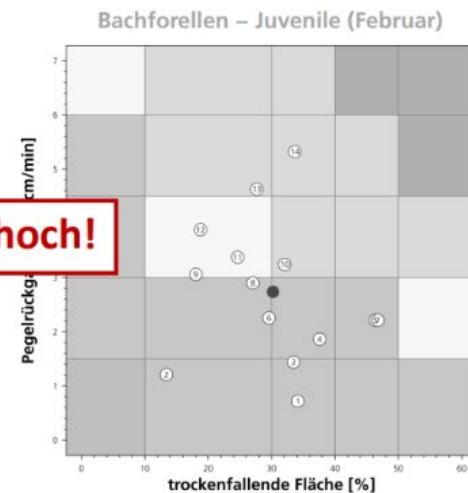


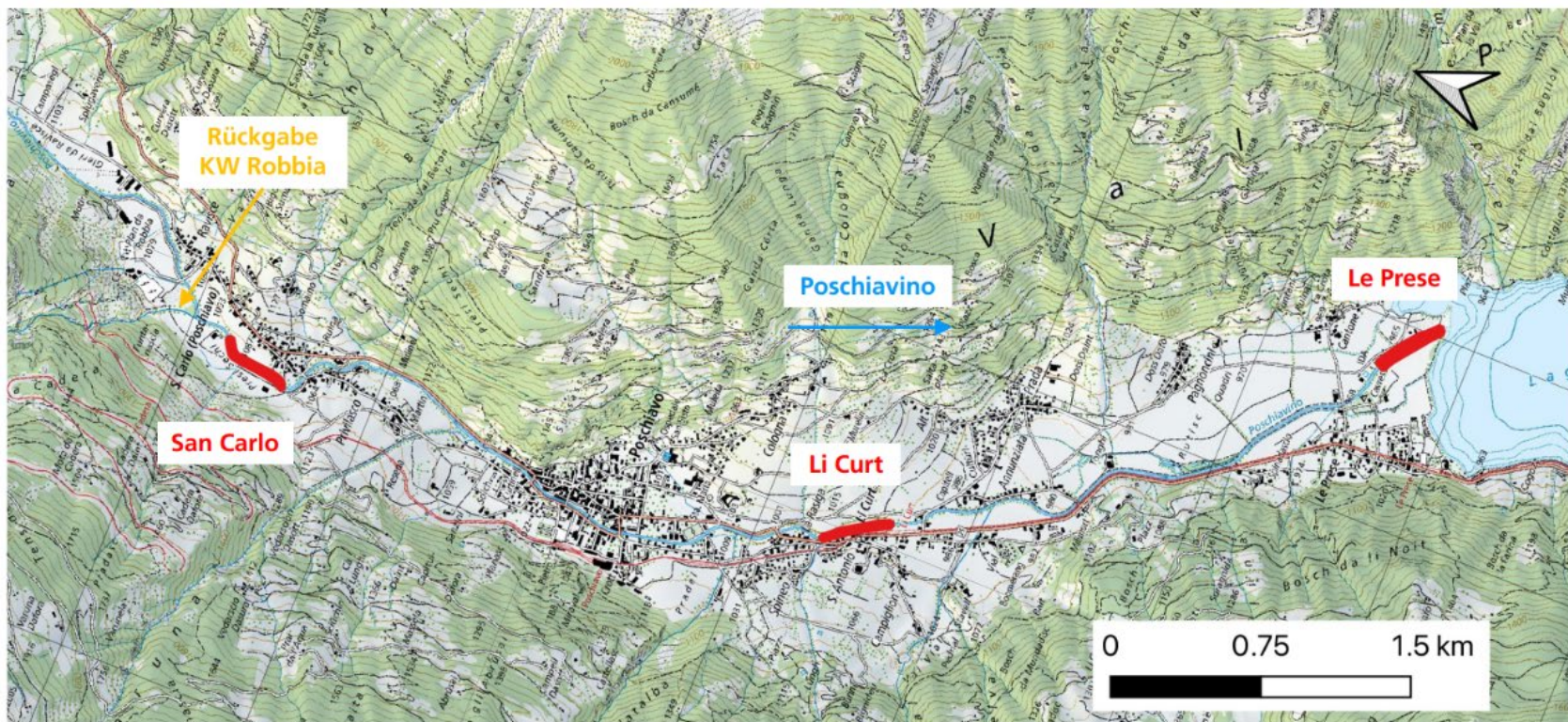
F2 «Stranden von Fischen»





Strandungsrisiko im Ist-Zustand zu hoch!





Ist-Zustand F3 (Sunkabfluss) Bachforelle						
Untersuchungsstrecke	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Gesamtbewertung pro Strecke
San Carlo						mässig
Li Curt						sehr gut
Le Prese						sehr gut

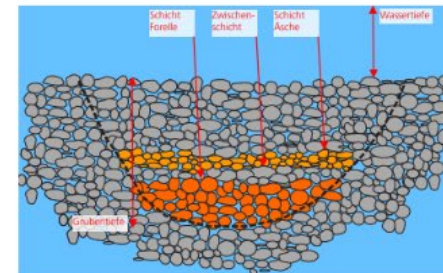
Für Bewertung «gut»:+160 l/s

Zustand	Flächenverlust [%]
sehr gut	<10 oder Flächengewinn
gut	10 - <30
mässig	30 - <50
unbefriedigend	50 - <70
schlecht	≥70

F3 «Laichareale Fische» – Schwallabfluss

AquaPlus

vorher



nachher (+ 4 m³/s)



- Sohlschubspannung reicht nicht aus um Laichgruben auszuspülen!

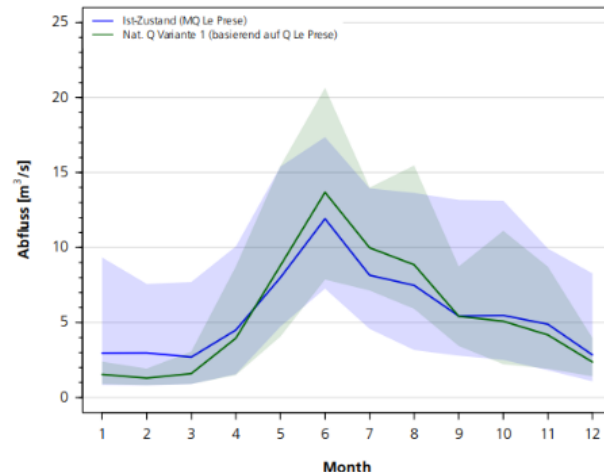
F6 «Habitateignung Fische»

Ist-Zustand F6 Bachforelle¹ (Einhaltenswahrscheinlichkeit 60 %)

Untersuchungsstrecke	Entwicklungsstadium	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Gesamtbewertung pro Strecke
San Carlo	Larval													sehr gut
	Juvenil	↑	↑	↑									↑	unbefr.
	Adult	↑	↑	↑									↑	gut
Li Curt	Larval													sehr gut
	Juvenil	↑	↑	↑									↑	unbefr.
	Adult	↑	↑	↑									↑	mässig
Le Prese	Larval													sehr gut
	Juvenil	↑	↑	↑									↑	unbefr.
	Adult	↑	↑	↑									↑	gut

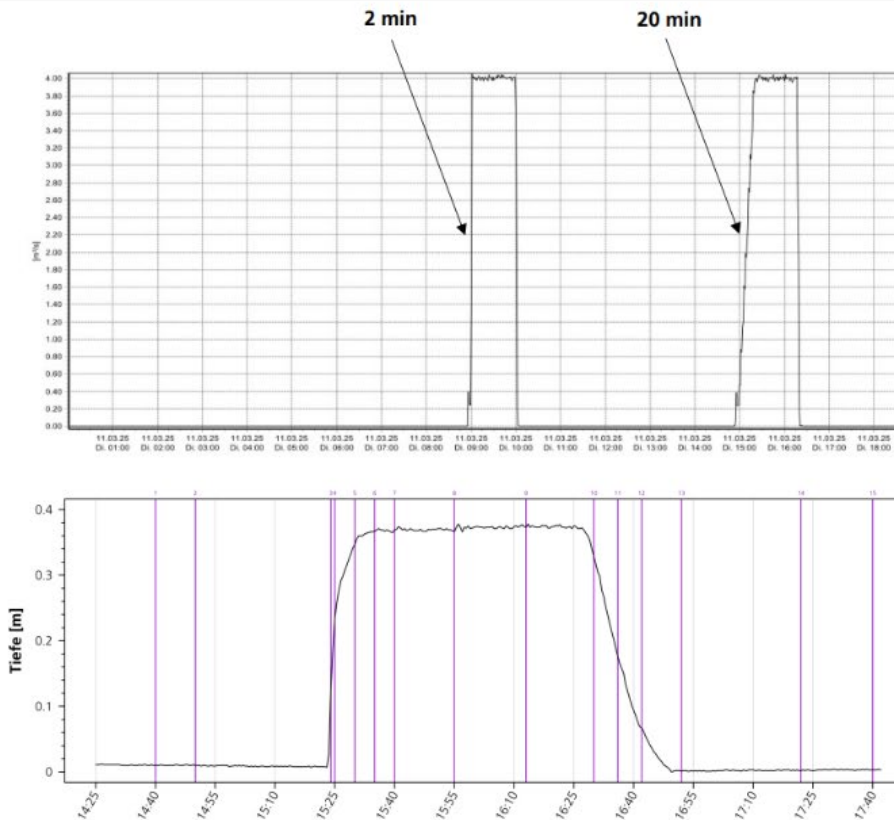
Zustand	Flächenverlust [%]	↑ Bewertung aufgrund des Schwallabflusses	↓ Bewertung aufgrund des Sunkabflusses
sehr gut	<10 oder Flächengewinn		
gut	10 - <20		
mässig	20 - <30		
unbefriedigend	30 - <50		
schlecht	≥50		
nicht relevanter Zeitraum			

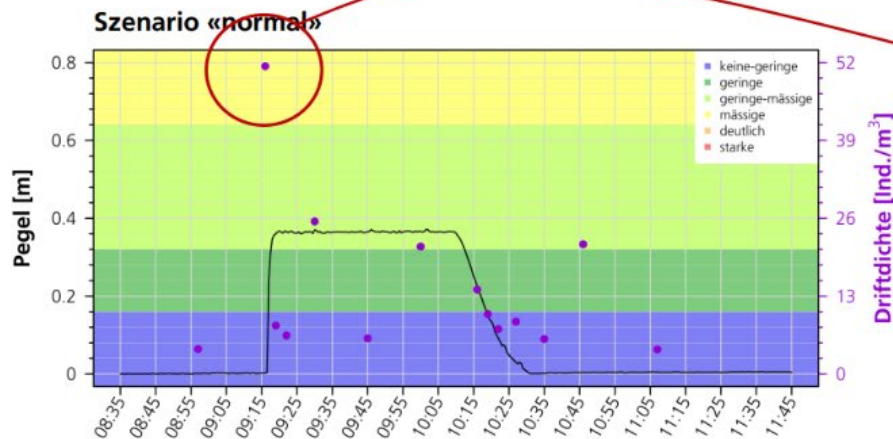
¹ Inkl. Seeforelle (Larval- und Juvenilhabitat identisch)



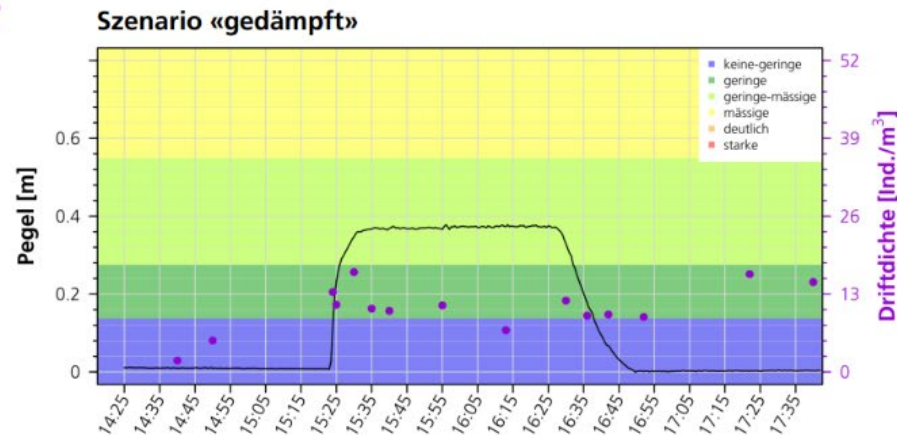
Ist-Zustand B5 Makrozoobenthos													
Untersuchungs- strecke	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Gesamt- bewertung pro Strecke
San Carlo								↓				↓	gut
Li Curt													sehr gut
Le Prese													sehr gut

Zustand	Flächenverlust [%]	↑ Bewertung aufgrund des Schwallabflusses	↓ Bewertung aufgrund des Sunkabflusses
sehr gut	<20 oder Flächengewinn		
gut	20 - <40		
mässig	40 - <60		
unbefriedigend	60 - <80		
schlecht	≥80		





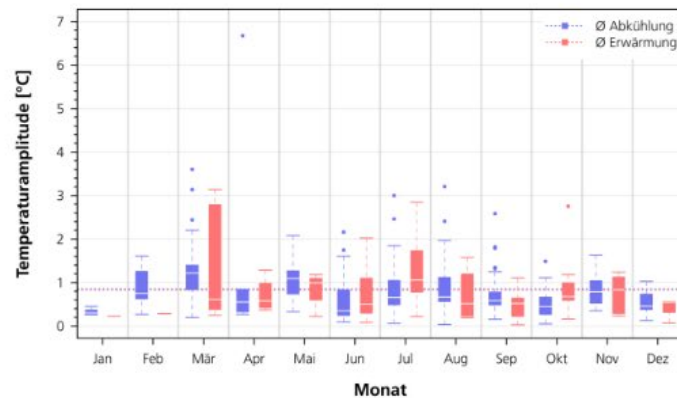
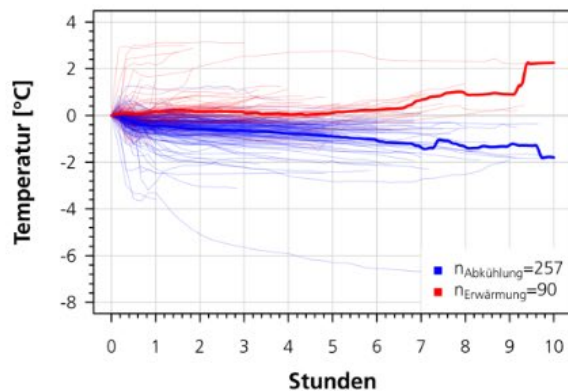
«mässig» erhöhte Drift durch Schwall!



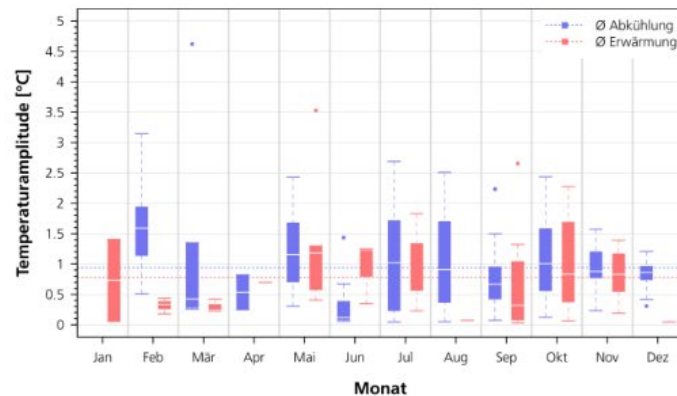
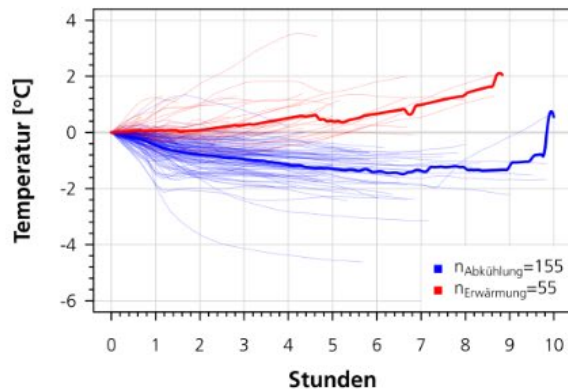
Q1 «Temperatur»

AquaPlus

San Carlo:



Le Prese:



3 Methodik

Bestimmung von repräsentativen Abflussganglinien; Berücksichtigung von Betrieb, Markt und Klima

«Schwall-Sunk - Massnahmen - Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer»; Anhang E

- Ziel der Berücksichtigung von Betrieb, Markt und Klima in den Abflussganglinien ist es, bei der Dimensionierung von Massnahmen künftige Entwicklungen nach aktuellem Wissen einzubeziehen.
- Eine mittelfristige Prognose der Betriebs-, Markt- und Klimaänderungen gestaltet sich im heutigen Umfeld als praktisch unmöglich. Demzufolge ist es aus heutiger Sicht sinnvoll, der Massnamenerarbeitung als Ausgangslage Abflussganglinien des Zeitraums der letzten 5 bis 10 Jahre zu Grunde zulegen (gemäss Art. 41f Abs. 2 GSchV). Dies soll und darf den Inhaber eines Kraftwerks nicht daran hindern, Betrieb, Markt und Klima kritisch zu hinterfragen, und Abflussganglinien, welche insbesondere die konzessionierte Ausbauwassermenge berücksichtigen, vergleichend herbeizuziehen.
- Der vorgeschlagene Grundsatz ist:
 - Der Inhaber zeigt auf, wie die Abflussganglinien der letzten 5 bis 10 Jahre ausgesehen haben.
 - Der Inhaber schlägt vor, welche Abflussganglinien ab Kraftwerk der Massnamenerarbeitung zu Grunde gelegt werden.
 - Der Inhaber legt allfällige Unterschiede dar und begründet diese, falls die beobachteten und vorgeschlagenen Abflussganglinien massgeblich voneinander abweichen.

3 Methodik

Bestimmung von repräsentativen Abflussganglinien; Berücksichtigung von Betrieb, Markt und Klima

«Schwall-Sunk - Massnahmen - Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer»; Anhang E

- Berücksichtigung von Systemdienstleistungen (SDL):

Viele der grossen Speicherwerke haben in den letzten Jahren ihre Produktion dem Bedarf von Systemdienstleistungen (SDL) angepasst. Es gibt ausserdem Einzelfälle von Kraftwerkanlagen, die zwar Zugriff auf einen Speicher haben, heute aber beinahe wie Flusskraftwerke betrieben werden. Dadurch erfolgt die Produktion gleichmässiger und die konzessionierte Ausbauwassermenge wird nicht oder sehr selten gefahren. Aus heutiger Sicht kann nicht gesagt werden, wie lange und in welcher Form dieser SDL-Markt weiter besteht. Es besteht das Risiko, dass bei Verwendung dieses Betriebsregimes Massnahmen unterdimensioniert werden. Es muss daher in Betracht gezogen werden, eine auf den künftigen Betrieb ausgerichtete repräsentative Abflussganglinie ebenfalls zu berücksichtigen. Es besteht andererseits das Risiko einer Überdimensionierung, wenn die Sanierungsmassnahme auf eine mögliche zukünftige Beeinträchtigung bemessen wird, deren Realisierung noch nicht sicher ist. Der Umgang mit diesen Risiken ist im Einzelfall abzuklären.

3 Methodik

Ursachen für die massgeblich abweichenden Abflussganglinien

- Die Ganglinie November 2024 - Oktober 2025 widerspiegelt deutlich die jüngsten Veränderungen und Probleme bei der Energiebereitstellung und auf dem Energiemarkt. Insbesondere die PVAs und auch die Windkraft bedingen künftig eine hohe Flexibilität mit Ergänzung/Ausgleich durch die Wasserkraft.
- *Der Bypass im KW Palü (Druckerhöhung KW Cavaglia) drosselt seit 2017 den Abfluss zur Produktion von 4.5 m³/s Konzessionsmenge auf 3.8 m³/s was mit der Erneuerung der Druckleitung sowohl im IST-Zustand wie auch bei Saxophon behoben wird und künftig zur Verschärfung der Schwall-Sunk-Problematik führt (Ganglinie 2012 -2022 mässig repräsentativ).*
- *Mit der Erneuerung des KW Robbia wurde die Fassungs- / Ausbauwassermenge bei den Wasserfassungen Salva und Braita um 1.7 m³/s (von 1.5 auf 3.2 m³/s) erhöht. Die Ausbauwassermenge der Anlage Robbia wurde bei der Kollaudation auf 6.2 resp. 6.6 m³/s festgelegt. Die Ganglinien des Ist-Analyse von 2012-2022 sind diesbezüglich ungenügend repräsentativ.*
- 2024/2025 wurden nur rund 110'000 m³ Volumen des Palüsee (150'000 m³) genutzt, infolge Fixierung der Überlaufklappe der Westmauer (Ganglinie 2024/25 mässig repräsentativ)

3 Methodik

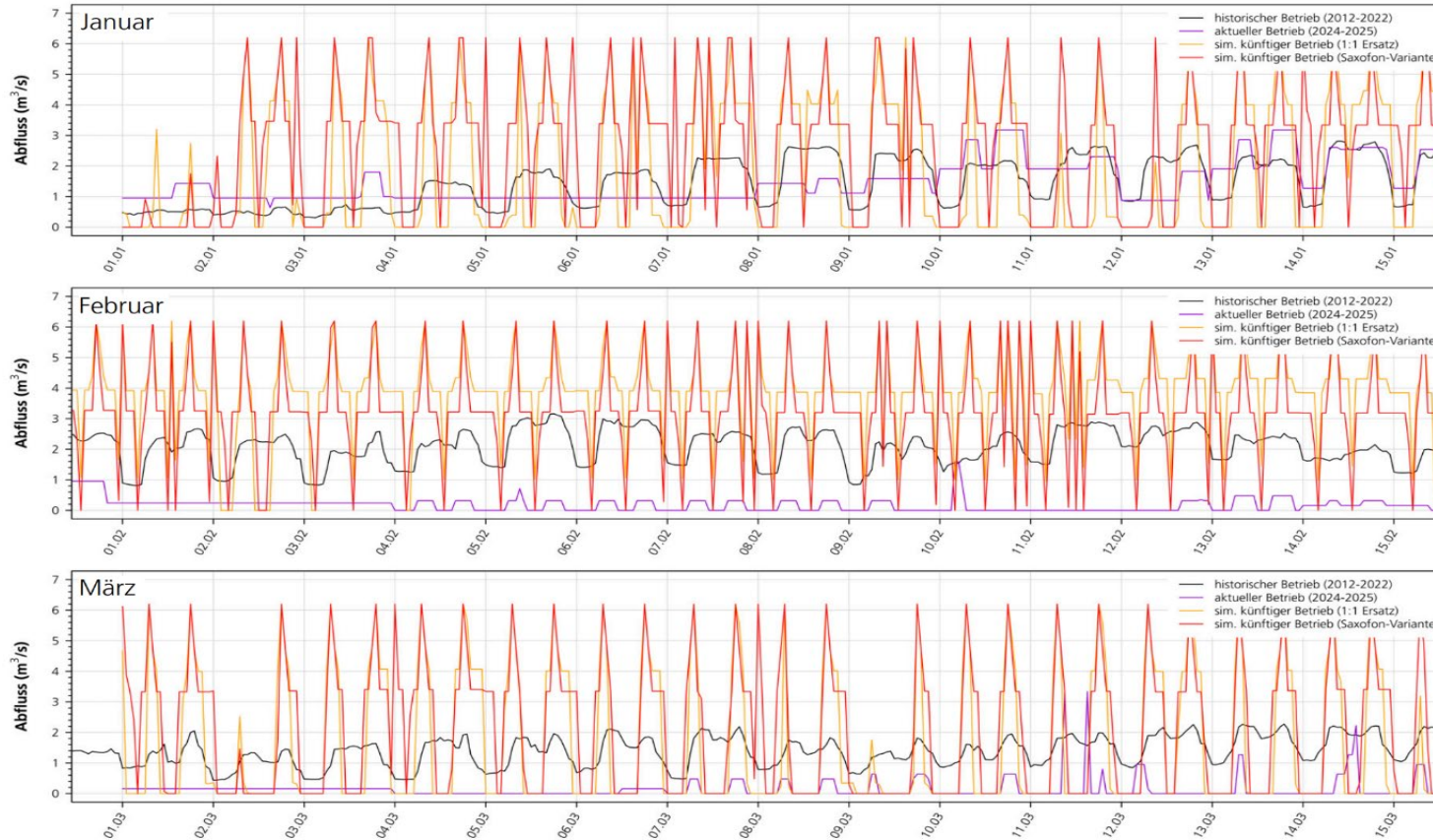
klärung relevanter Betriebszustand bei laufender Konzession; IST-Zustand oder künftiger Betrieb?!

- «Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Massnahmen»; Kapitel 2.1 Massnahmen mit Bezug zu bestehenden Wasserkraftanlagen; Tab. 1 > Übersicht Entschädigung von Sanierungsmassnahmen; Fussnote 2; S.14:

2 Bei einer Änderung einer bestehenden Anlage (z. B. Erhöhung der turbinierten Wassermenge bei einem Speicherkraftwerk) tragen die Inhaber von Wasserkraftwerken die Kosten zur Einhaltung der Umweltverträglichkeit dieser Anlageänderung wie die Inhaber von Neuanlagen selbst, erhalten jedoch wie die Inhaber anderer bestehender Anlagen Beiträge für die Beseitigung bereits vor der Änderung bestehender Beeinträchtigungen.

3 Methodik

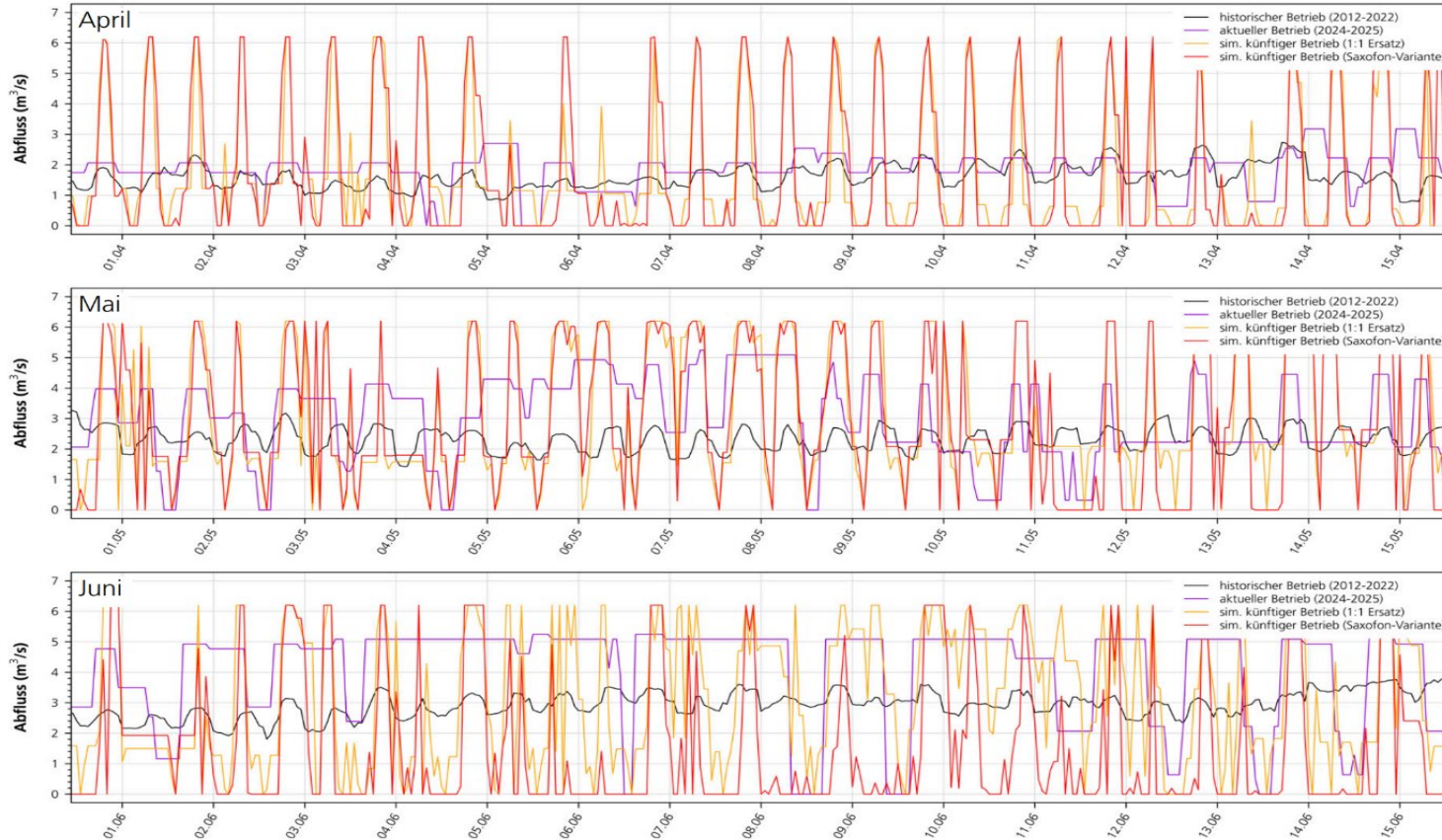
Bestimmung von repräsentativen Abflussganglinien Berücksichtigung von Betrieb, Markt und Klima



Regime
fisch-
ökologisch
problematisch

3 Methodik

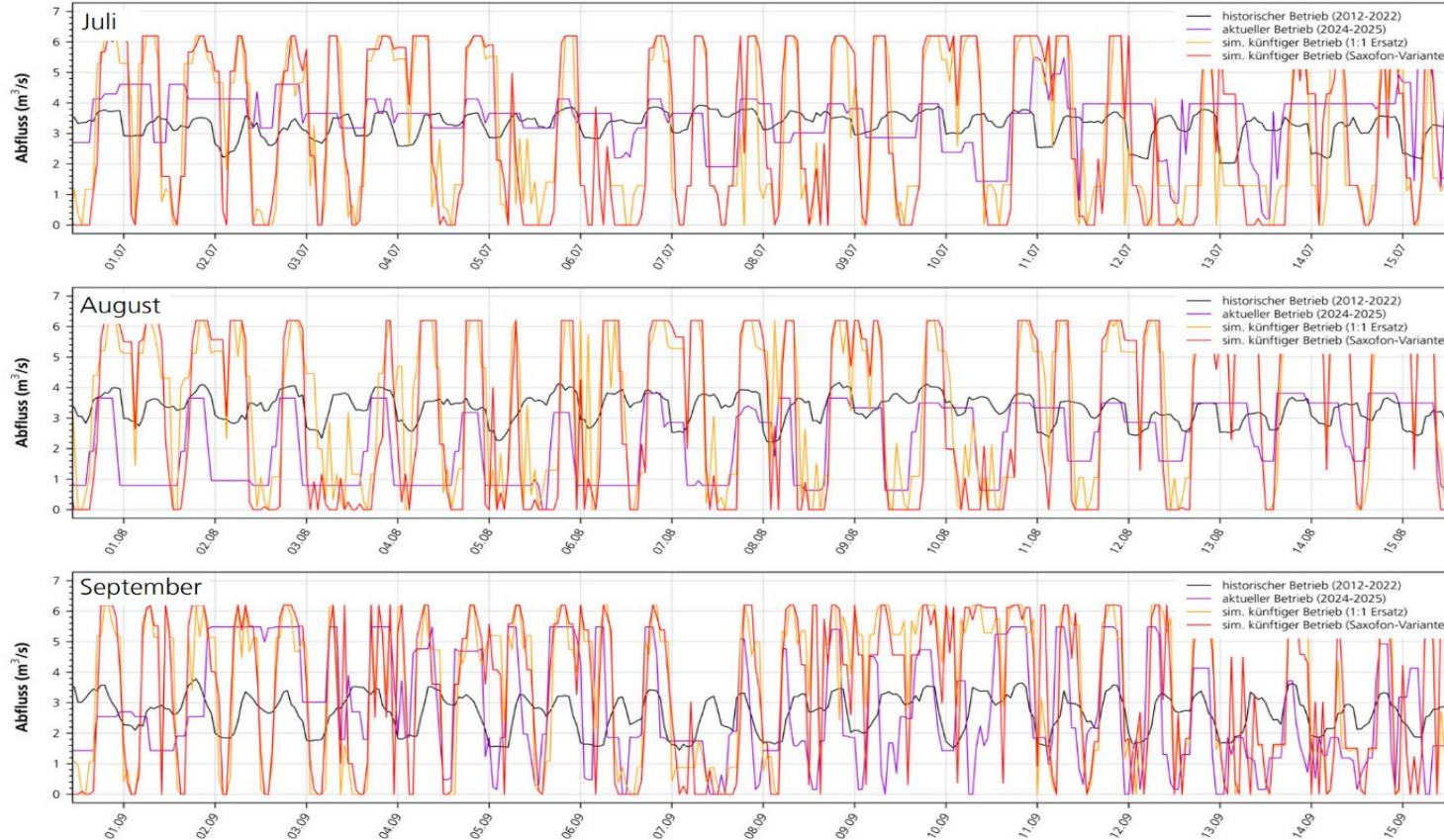
Bestimmung von repräsentativen Abflussganglinien Berücksichtigung von Betrieb, Markt und Klima



Regime
gewässer-/
fisch-
ökologisch
vertretbar

3 Methodik

Bestimmung von repräsentativen Abflussganglinien Berücksichtigung von Betrieb, Markt und Klima

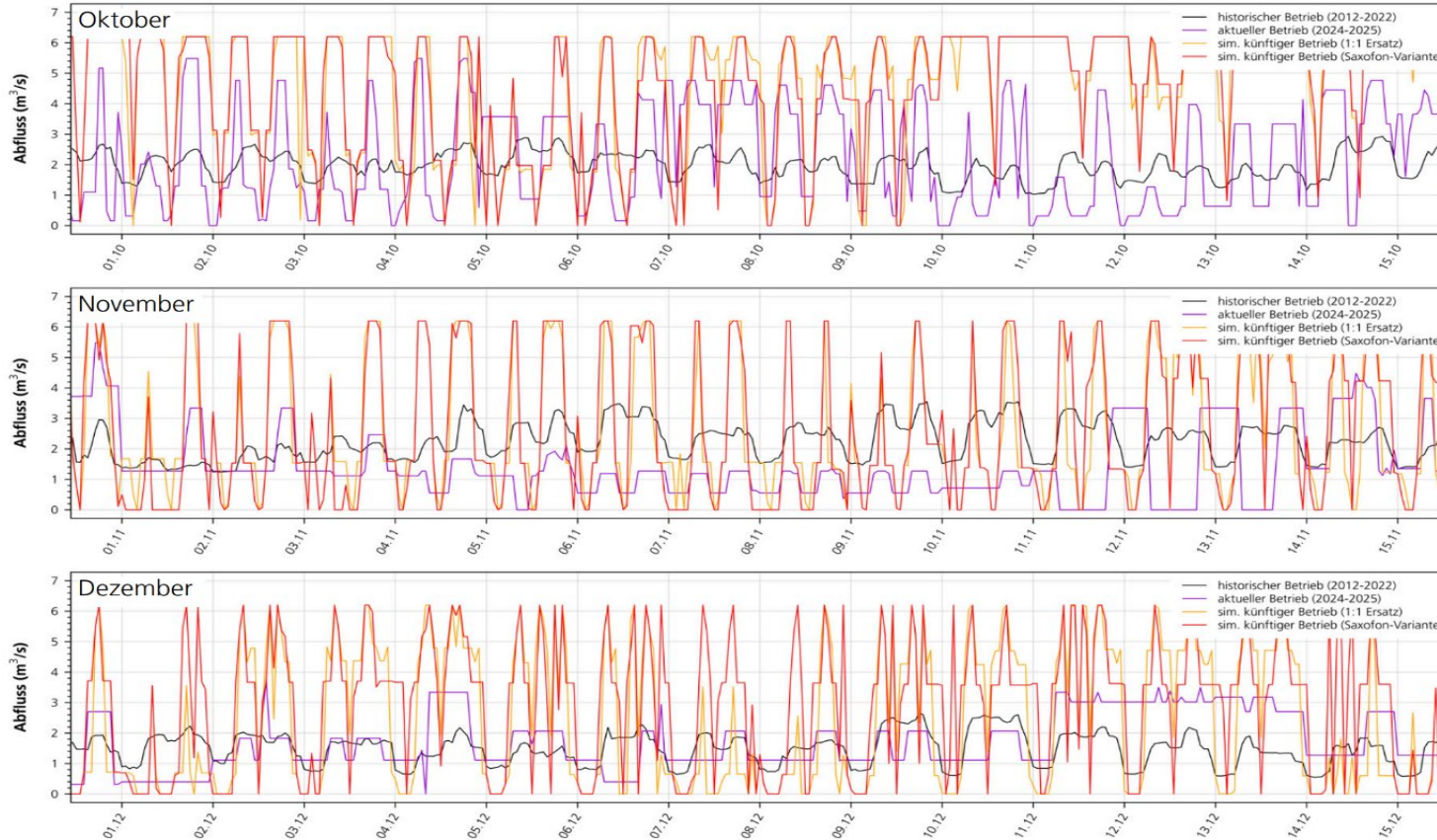


Regime
gewässer-/
fisch-
ökologisch
vertretbar

Regime
fisch-
ökologisch
problematisch

3 Methodik

Bestimmung von repräsentativen Abflussganglinien Berücksichtigung von Betrieb, Markt und Klima



Regime
gewässer-/
fisch-
ökologisch
vertretbar

Regime
fisch-
ökologisch
problematisch

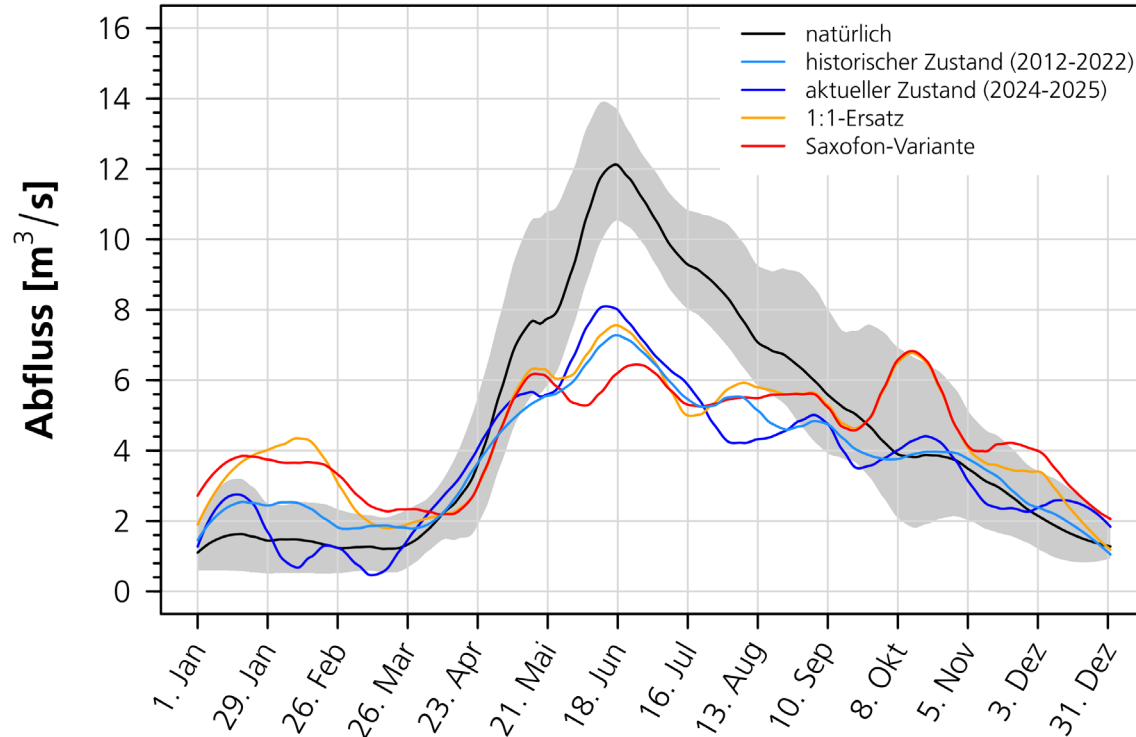
Schwall-Sunk Sanierung KW-Robbia

Defizit- und Ursachenanalyse

- Verlagerung der Abflüsse
- Übersicht ökologische Beurteilung; Ist-Zustand und aktuellen Betrieb

4 Defizit- und Ursachenanalyse

Verlagerung der Abflüsse



- natürlich: Beobachtete Zuflüsse während der letzten 10 Jahren ohne Kraftwerk

4 Defizit- und Ursachenanalyse

Übersicht ökologische Beurteilung

Relevante Indikatoren		Ist-Zustand Historischer Betrieb (2012-2022)				Ist-Zustand Aktueller Betrieb (2024-2025)				Zielzustand
		Gewässerabschnitt			Gesamt	Gewässerabschnitt			Gesamt	
		San Carlo	Li Curt	Le Prese		San Carlo	Li Curt	Le Prese		
F2 Stranden von Fischen	F2 (BF-SF-Larven) April	1			1	1			1	3
	F2 (BF-SF-Juvenil) Sept-März	2			2	2			2	
	F2 Gesamt				1				1	
F3 Laichneal der Fische	F3 (Laichhabitat BF) Nov-März	3	5	5	4	3	5	5	4	4
	F3 (Laichhabitat SF) Nov-März	-	4	4	4	-	4	4	4	
	F3 Gesamt				4				4	
F6 Habitatsteignung Fische	F6 (Larvahabitat BF/SF) April-Mai	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	F6 (Juvenilhabitat BF/SF) Jan-Dez	2	2	2	2	4	2	3	3	
	F6 (Adulthabitat BF) Jan-Dez	4	3	4	4	4	4	3	4	
	F6 Gesamt				4				4	
D1 Makrozoobenthos	D1 (Drift) Jan-Dez	3			3	3			3	4
	D1 Gesamt				3				3	
Q1 Wassertemperatur	Q1 (Temperatur) Jan-Dez	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Q1 Gesamt				4				4	
B5 Makrozoobenthos	B5 (Makrozoobenthos) Jan-Dez	4	5	5	5	4	5	5	5	4
	B5 Gesamt				5				5	

-Ist-Zustand/Ist-Betrieb:

Gewässerökologische Erhebungen 2024 /2025

Modellierungen aktueller Betrieb nach Erneuerung KW Robbia mit Ganglinien 2024/2025 (teilweise repräsentativ)

Modellierungen historischer Betrieb vor Erneuerung KW-Robbia mit Ganglinien 2012-2022 (nicht repräsentativ)

Keine Entlassung aus der Sanierungspflicht!

Sanierungsmassnahmen müssen insbesondere Strandrungsrisiko von Fischen Reduzieren!

Zustand
sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

- Gesamtbewertung darf nirgends schlechter sein als «mässig»
- Mehrheit der Indikatoren (d.h. 4/6) müssen mindestens «gut» sein
➤ 4/6 ✓

4 Defizit- und Ursachenanalyse

Übersicht ökologische Beurteilung

Relevante Indikatoren		Ist-Zustand Historischer Betrieb (2012-2022)				Ist-Zustand Aktueller Betrieb (2024-2025)				Zielzustand
		Gewässerabschnitt			Gesamt	Gewässerabschnitt			Gesamt	
		San Carlo	Li Curt	Le Prese		San Carlo	Li Curt	Le Prese		
F2 Stranden von Fischen	F2 (BF-SF-Larven) April	1			1	1			1	3
	F2 (BF-SF-Juvenil) Sept-März	2			2	2			2	
	F2 Gesamt				1				1	
F3 Laichareal der Fische	F3 (Laichhabitat BF) Nov-März	3	5	5	4	3	5	5	4	4
	F3 (Laichhabitat SF) Nov-März	-	4	4	4	-	4	4	4	
	F3 Gesamt				4				4	
F6 Habitatsteigerung Fische	F6 (Larvalhabitat BF/SF) April-Mai	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	F6 (Juvenilhabitat BF/SF) Jan-Dez	2	2	2	2	4	2	3	3	
	F6 (Adulthabitat BF) Jan-Dez	4	3	4	4	4	4	3	4	
	F6 Gesamt				4				4	
D1 Makrozoobenthos	D1 (LIT) Jan-Dez	3			3	3			3	4
	D1 Gesamt				3				3	
Q1 Wassertemperatur	Q1 (Temperatur) Jan-Dez	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Q1 Gesamt				4				4	
B5 Makrozoobenthos	B5 (Makrozoobenthos) Jan-Dez	4	5	5	5	4	5	5	5	4
	B5 Gesamt				5				5	

Künftiger Betrieb:

- Modellierungen künftiger Betrieb nach gesetzeskonformer (1:1) Erneuerung Kaskade

Untersuchungsstrecke	Entwicklungsstadium	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Gesamtbewertung pro Strecke
San Carlo	Larval													sehr gut
	Juvenil	↑	↑	↑						↑			↑	schlecht
	Adult	↑	↑	↑						↑			↑	schlecht
Li Curt	Larval													sehr gut
	Juvenil	↑	↑	↑									↑	schlecht
	Adult	↑	↑	↑						↑			↑	schlecht
Le Prese	Larval													sehr gut
	Juvenil	↑	↑	↑									↑	schlecht
	Adult	↑	↑	↑						↑			↑	schlecht

- Gesamtbewertung darf nirgends schlechter sein als «mässig»
- Mehrheit der Indikatoren (d.h. 4/6) müssen mindestens «gut» sein
➤ 4/6 ✓

4 Defizit- und Ursachenanalyse

Randbedingungen und Vorgaben (bisher)

- *Kraftwerk Robbia: max. 32.7 MW bei 6.6 m³/s, EGW 1.443 kWh/m³*
- *Vorgaben Ökologie:*
 - Ausleitung in den Lago di Poschiavo möglich (Botul muss umgangen werden)
 - Kein minimaler Sunk- oder maximaler Schwallabfluss
 - Abflussrückgangskurve Becken → Poschiavino von Vollast auf Null
 - Abflussanstiegsrate ganzjährig gleich und konstant + 550 l/s pro Minute
 - **neues Kriterium: Intensität bzw. Häufigkeit von Schwallereignissen, Kriterien Summenhäufigkeit. Dieses zusätzliche Kriterium wirkt sich auf die Beckengrösse aus.**
- *Massgebende Lastganglinien «V0inflow2019» und «C22inflow2019»
Der im April und Mai seltene Fall, dass nach längerer Zeit Vollast plötzlich abgeschaltet wird und mehrere Stunden (> 4 h) Stillstand herrscht, definiert das für die Einhaltung der ökologisch zulässigen Abflussrückgangskurve erforderliche Wasservolumen und damit die Beckengrösse.*

Schwall-Sunk Sanierung KW-Robbia

Variantenstudium Massnahmen

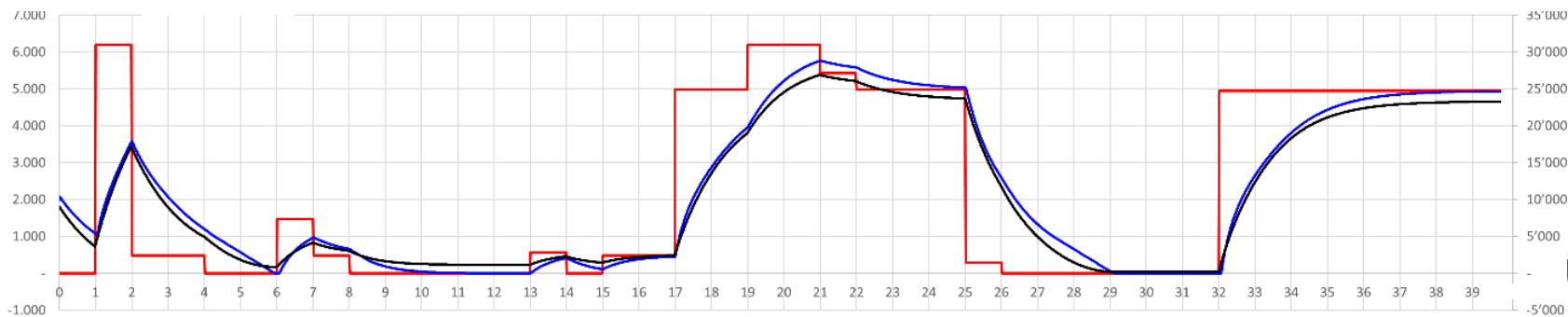
- Ziel/Zweck, Absicht
- Übersicht
- Direktableitung
- Rückhaltebecken/-Kaverne, mit betrieblichen Massnahmen, in Kombination mit Batteriespeicher
- Beurteilung der Varianten
- Wahl der Bestvariante
- Bestvariante und mögl. Finanzierung

5 Variantenstudium

Ziel/Zweck, Absicht

Mit den Massnahmen wären folgende allgemeinen hydrologischen und ökologischen Verbesserungen zu erwarten:

- Eine kleinere **Pegelanstiegsrate** verhindert eine **Katastrophendrift** beim **Makrozoobenthos**, reduziert die Gefahr der **Verdriftung von Jungfischen** und verhindert zu grosse Wassertemperaturschwankungen (alle Varianten)
- Eine kleinere **Pegelrückgangsrate** reduziert das **Strandungsrisiko von Jungfischen und Makrozoobenthos** und verhindert zu grosse Wassertemperaturschwankungen (alle Varianten)
- Ein reduzierter **maximaler Schwallabfluss** vermeidet zu grosse Veränderungen im **Habitatangebot** für Fische (Variante I, VI-b und IX)



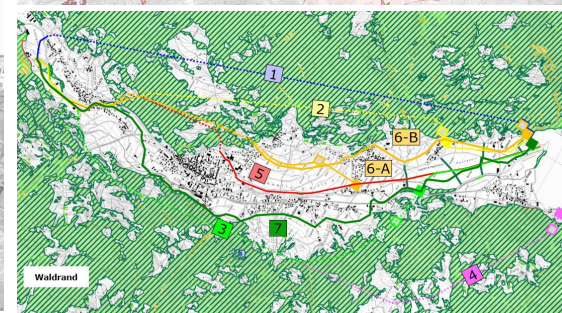
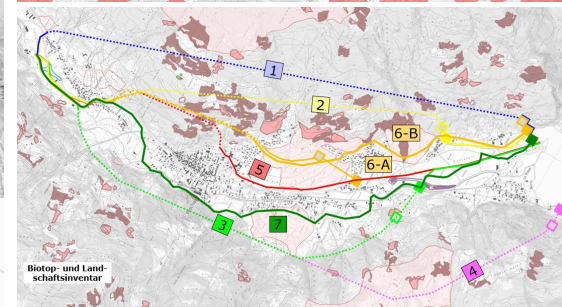
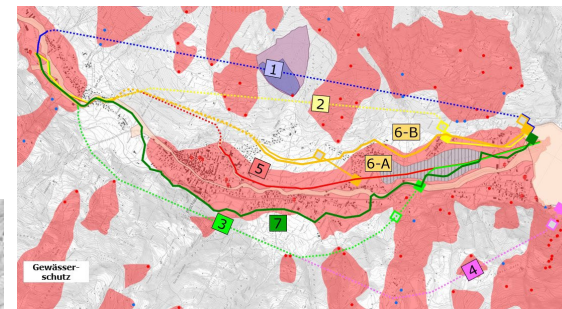
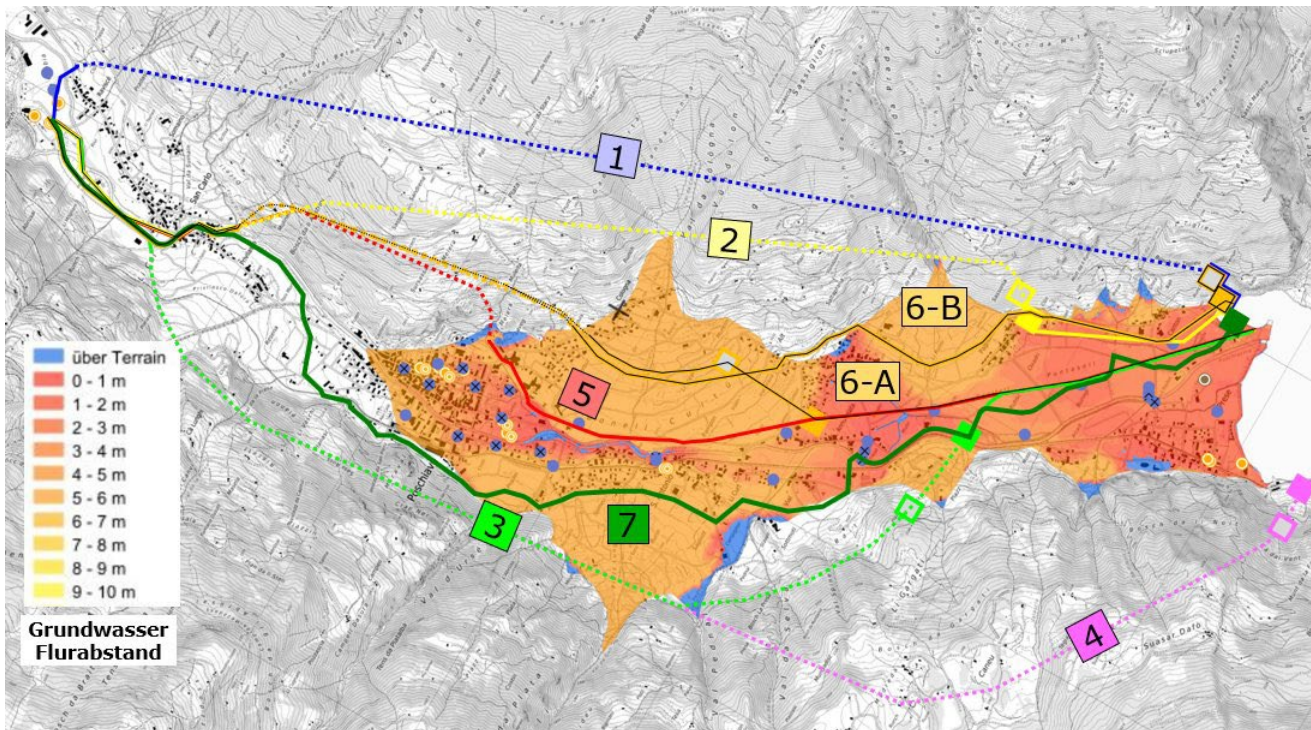
5 Variantenstudium

Varianten- übersicht

Variante	Bauliche Massnahme	Rückhaltevolumen	Betriebliche Massnahmen	Kostenschätzung (Mio CHF)
I	Direktableitung (9 Untervarianten)	-	-	88.8–143
II	Rückhaltebecken	8'000 m ³	-	7.4
III	Rückhaltebecken	16'000 m ³	-	10.2
IV	Rückhaltebecken	23'000 m ³	-	12.5
V	Rückhaltebecken	31'000 m ³	-	18.6
VI-a	Rückhaltebecken (opt. Pegelrückgang)	28'000 m ³	-	16.3
VI-b	Rückhaltebecken (opt. Pegelrückgang)	28'000 m ³	Schwalldämpfung Sep, Dez–Mär	60.3
VI-c	Rückhalte-kaverne (opt. Pegelrückgang)	28'000 m ³	-	54.4
VII	Batteriespeicher	-		197.1
VIII	Rückhaltebecken + Batteriespeicher	8'000 m ³		152.8
IX	Pumpspeicherkraftwerk	-		3'000

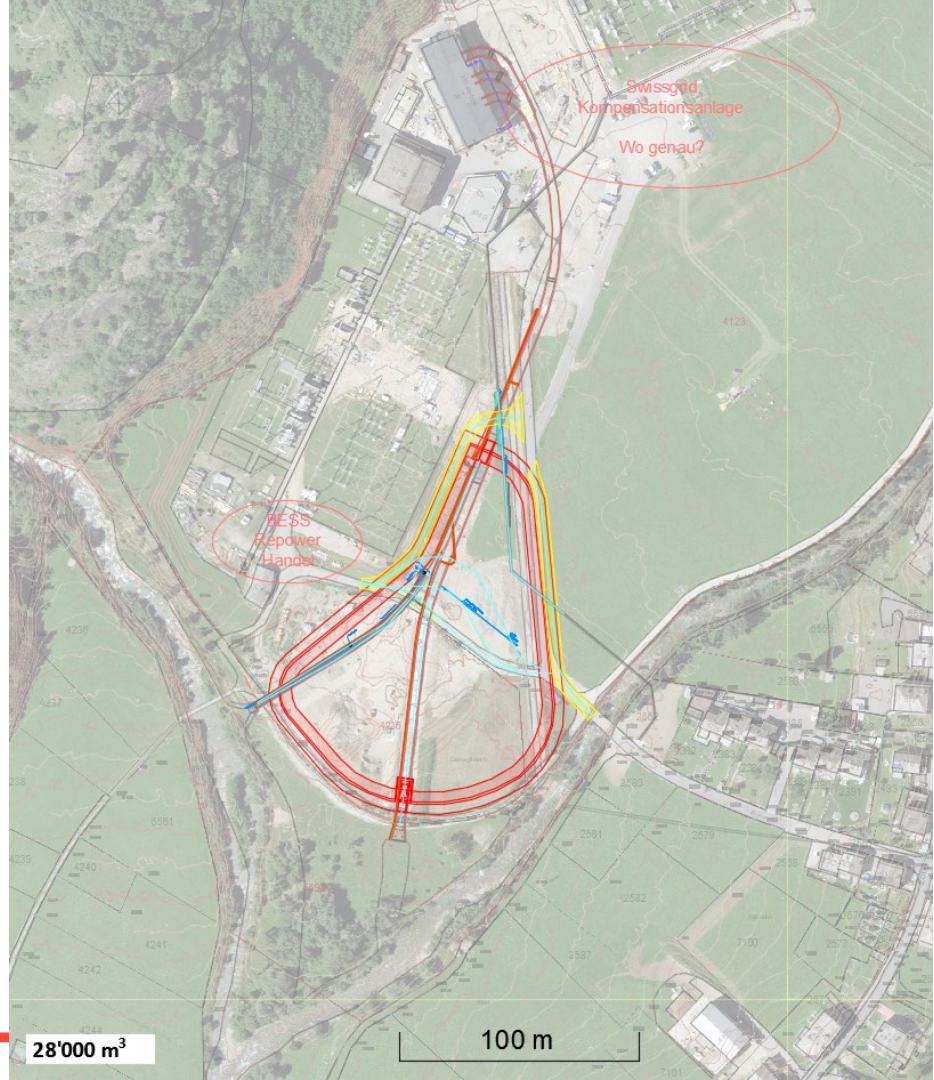
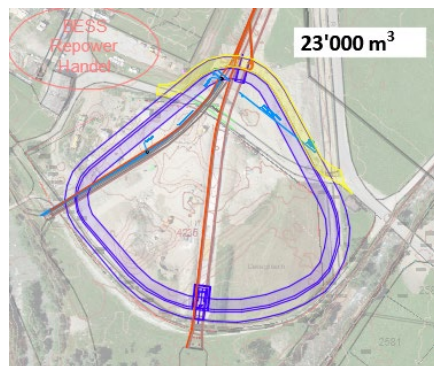
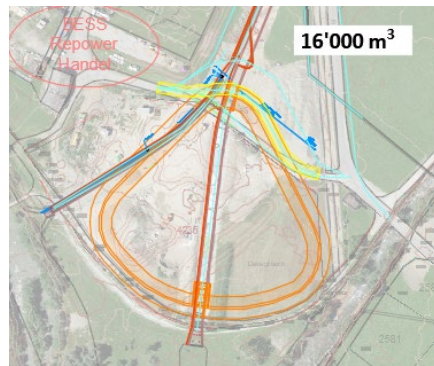
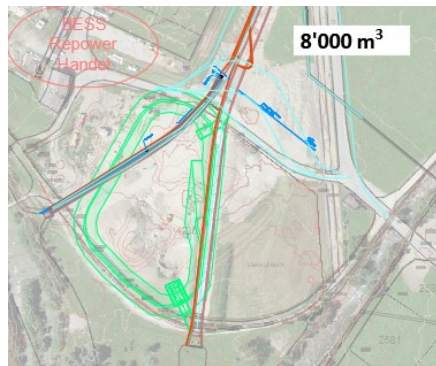
Massnahmen zur Schwall-Sunk Sanierung

Direkte Ableitung in den Lago die Poschiavo
Varianten Ausleitkraftwerk



5 Variantenstudium

Ausgleichsbecken; Grössen und mögliche Anordnungen



5 Variantenstudium

Kosten, Übersicht

Struktur BAFU	Robbia Sanierung Schwall - Sunk				
	Kostenvergleich möglicher Massnahmen				
	Variantenstudie, Genauigkeit +/- 30%				
	Stand am 4. März 2026				
		MWST.	a = anrechenbar n = nicht anr. b.	e = einmalig w = wiederkeh.	

I			
Direktableitung			
1 bis 6-A	6-B	6-B opt.	7
(verworfen)			
+/- 30%	+/- 25%	+/- 25%	

II	III	IV	V	VI-a	VI-b	VI-c	VII	VIII	IX
Becken						Ka-verne	BESS	BESS + Becken	Lago Bianco
8'000	16'000	23'000	31'000	28'000	Schwall-dämpfg 28'000	28'000	-	8'000	
+/- 25%	+/- 25%	+/- 25%	+/- 25%	+/- 25%	+/- 25%	+/- 30%	+/- 25%	+/- 25%	

"STEP 1" nur Sanierung Schwall Sunk --> Zeithorizont = 40 Jahre, ohne Abdiskontierung

A	Planungskosten (SIA-Phasen 1 - 5), anrechenbar	inkl.	a	e	Mio. CHF
	Planungskosten (SIA-Phasen 1 - 5), nicht anrechenbar	inkl.	n	e	Mio. CHF
B	Kosten einmalige Investition, anrechenbar	inkl.	a	e	Mio. CHF
	Kosten einmalige Investition, nicht anrechenbar	inkl.	n	e	Mio. CHF
C	Erlöseinbussen Bauzeit	exkl.	a	e	Mio. CHF
D	Jährliche Erlöseinbussen (BESS, SDL)	exkl.	a	w	Mio. CHF/a
	über 40 Jahre	exkl.	a	w	Mio. CHF
E	Wiederkehrende Massnahmen (Ersatz)	inkl.	a	w	Mio. CHF/a
	über 40 Jahre	inkl.	a	w	Mio. CHF
F	Wirkungskontrolle	inkl.	a	e	Mio. CHF
G	Betriebs- und Unterhaltskosten	exkl.	a	w	Mio. CHF/a
	über 40 Jahre	exkl.	n	w	Mio. CHF
H	Weiteres	inkl.	a	e	Mio. CHF

anrechenbare, vom BAFU zu entschädigende Kosten

Summe einmalige Kosten (Investition)	a	e	Mio. CHF
Summe wiederkehrende Kosten	a	w	Mio. CHF
Total			Mio. CHF

nicht anrechenbare, von Repower zu tragende Kosten

Summe einmalige Kosten (Investition)	n	e	Mio. CHF
Summe wiederkehrende Kosten	n	w	Mio. CHF
Total			Mio. CHF

alle Kosten

Summe einmalige Kosten (Investition)	e	Mio. CHF
Summe wiederkehrende Kosten	w	Mio. CHF
Total alle Kosten = Vergleichsbasis		Mio. CHF

10.6 ... 16	8.7	7.6	9.6
-	-	-	-
73.6 ... 115	73.8	63.7	82.7
-	-	-	-
-	0.1	0.1	0.1
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	0.5	0.5	0.5
0.5 ... 1	0.5	0.4	0.5
8 ... 11	19.4	16.9	21.7
-	0.9	0.8	1.0

1.4	1.7	1.9	2.4	2.2	2.2	4.5	2.8	2.7
-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	6.1	7.7	12.1	10.5	10.5	39.0	89.2	69.4
-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
-	-	-	-	-	1.1	-	1.0	3.3
-	-	-	-	-	44.0	-	1.0	3.3
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	2.6	1.9
1.3	1.8	2.2	3.4	2.9	2.9	10.2	103.6	76.8
0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	1.0	0.8

CHF 3 Mia.

84.6 ... 132	83.0	71.9	92.9
-	-	-	-
84.6 ... 132	83.0	71.9	92.9

6.1	8.4	10.2	15.2	13.4	13.4	44.2	92.6	72.8
-	-	-	-	-	44.0	-	1.0	3.3
6.1	8.4	10.2	15.2	13.4	57.4	44.2	93.5	76.0

-	-	-	-
8 ... 11	19.4	16.9	21.7
8 ... 11	19.4	16.9	21.7

-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3	1.8	2.2	3.4	2.9	2.9	10.2	103.6	76.8
1.3	1.8	2.2	3.4	2.9	2.9	10.2	103.6	76.8

84.6 ... 132	83.0	71.9	92.9
8 ... 11	19.4	16.9	21.7
92.6 ... 143	102.4	88.8	114.6

6.1	8.4	10.2	15.2	13.4	13.4	44.2	92.6	72.8
1.3	1.8	2.2	3.4	2.9	46.9	10.2	104.5	80.0
7.4	10.2	12.5	18.6	16.3	60.3	54.4	197.1	152.8

Varianten mit Erreichung der Sanierungsziele

Anrechenbare Kosten der günstigsten Variante mit Erreichung der Sanierungsziele

5 Variantenstudium

Ökologische Beurteilung Massnahmen bei künftigen Betrieb

bei historischem Betrieb (2012-2022)

bei aktuellem Betrieb (2024/25)

Relevante Indikatoren		Ist-Zustand				Zeileinstand	Prognosezustand nach Umsetzung der Massnahmen Historischer Betrieb (2012-2022)																							
		Gewässerabschnitt					Variante I und IG: Direktableitung, Pumpspeicherkraftwerk				Variante II-B: Rückhaltebecken (8'000 m³ -16'000 m³)				Variante IV-V: Rückhaltebecken (23'000 m³ -31'000 m³)				Variante VI-a/c, VII-VIII: Rückhaltebecken/kaverne (28'000 m³) oder Batteriespeicher				Variante VI-b: Rückhaltebecken (28'000 m³) + betriebliche Massnahmen							
							Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt							
		San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt		San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt
F2 Stranden von Fischen	F2 (BF-S/Lanen) April	1			1	5			1	1			2		2		3			3				3				3		
	F2 (BF-S/Lanen) Sept-März	2			2	5	5		4	4		4	4		4		4		4		4		4		4		4			
	F2 Gesamt				1		5			1				2				3									3			
F3 Lachsal der Fische	F3 (Lachsal der Fische) Nov-März	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	
	F3 (Lachsal der Fische) Nov-März	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	
	F3 Gesamt				4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4	
F6 Habitatgestaltung Fische	F6 (Lachsal der Fische) April-Mai	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	F6 (Lachsal der Fische) April-Mai	2	2	2	2	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	F6 (Lachsal der Fische) Jan-Dez	4	3	4	4	5	5	5	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	
D1 Makrozoobenthos	D1 (D1) Jan-Dez	3			3	5			3,5	3,5			3,5			3,5			3,5			3,5			3,5			3,5		
	D1 (D1) Jan-Dez				3		5				3,5				3,5				3,5				3,5				3,5			
	D1 Gesamt				4																									
Q1 Wasser-temperatur	Q1 (Temperatur) Jan-Dez	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	Q1 (Temperatur) Jan-Dez				4		5		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4			
	Q1 Gesamt				4						4				4				4				4				4			
B5 Makrozoobenthos	B5 (Makrozoobenthos) Jan-Dez	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5		
	B5 (Makrozoobenthos) Jan-Dez				5				5				5				5				5				5			5		
	B5 Gesamt				5						5				5				5				5				5			

Relevante Indikatoren		Ist-Zustand				Prognosezustand nach Umsetzung der Massnahmen Aktueller Betrieb (2024-2025)																			
		Zustand				Variante I und II: Direktableitung, Pumpspeicherkraftwerk				Variante II-B: Rückhaltebecken (8'000 m³-16'000 m³)				Variante IV-V: Rückhaltebecken (23'000 m³-31'000 m³)				Variante VI-a/c, VII-VIII: Rückhaltebecken/-kaverne (28'000 m³) oder Batteriespeicher				Variante VI-b: Rückhaltebecken (28'000 m³) + betriebliche Massnahmen			
						Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt			
		San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt
F2 Stranden von Fischen	F2 (BF-S/Lanen) April	1		1		5	5	1	1	2	2			3	3			3	3			3	3		
	F2 (BF-S/Lanen) Sept.-März	2		2	3	5	5	4	4	4	4			4	4			4	4			4	4		
	F2 Gesamt			1			5		1		2				3				3				3		
F3 Lachsal der Fische	F3 (Lachsal der Fische) Nov-März	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4
	F3 (Lachsal der Fische) Nov-März	-	4	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4
	F3 Gesamt				4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4
F6 Habitatgestaltung Fische	F6 (Lachsal der Fische) April-Mai	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	F6 (Lachsal der Fische) Jan-Dez	4	2	3	3	5	5	5	4	2	3	3	4	2	3	3	4	2	3	3	4	2	3	3	
	F6 (Lachsal der Fische) Jan-Dez	4	4	3	4	5	5	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
D1 Makrozoobenthos	D1 (D1) Jan-Dez	3		3		5	5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
	D1 Gesamt			3			5		3.5		3.5		3.5		3.5		3.5		3.5		3.5		3.5		
	Q1 (Temperatur) Jan-Dez	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Q1 Wasser-temperatur	Q1 Gesamt				4		5		4		4		4		4		4		4		4		4		
	B5 (Makrozoobenthos) Jan-Dez	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	
	B5 Gesamt				5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		

KW Robbia im Winter 2024/2025 teilweise noch im Testbetrieb u. daher bessere Verhältnisse/Beurteilung in den kritischen Wintermonaten

5 Variantenstudium

Ökologische Beurteilung Massnahmen bei künftigem Betrieb

bei gesetzeskonformen 1:1 Ersatz obere Stufe

Relevante Indikatoren					Ist-Zustand		Zeitraum	Prognosezustand nach Umsetzung der Massnahmen Simulationen künftiger Betrieb (1:1 Ersatz)																		Variante VII-8 Rückhaltebecken (28'000 m³) + betriebliche Massnahmen			
					Variante I und II-8 Direktableitung, Pumpspeicherwerk				Variante III-8 Rückhaltebecken (8'000 m³ – 16'000 m³)				Variante IV-8 Rückhaltebecken (23'000 m³ – 31'000 m³)				Variante VIa/8 Rückhaltebecken/-kaverne (28'000 m³) oder Batteriespeicher												
Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt													
San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt	San Carlo	Li Curt	Le Prese	Gesamt										
F2 Stranden von Fischen	F2 (BF-S/Laven) April	1	1	3	5	5	1	1	17	17	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27									
	F2 (BF-S/L Juvem) Sept.-März	2	2		5	5	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37									
	F2 Gesamt		1			5		1		17		27		27		27		27		27	27								
F3 Lachshabitat Fische	F3 Lachshabitat BF Nov.-März	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4								
	F3 Lachshabitat SF Nov.-März	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4								
	F3 Gesamt			4			4		4			4		4		4				4	4								
F6 Habitatbildung fische	F6 Lachshabitat BF(S) April-Mai	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5								
	F6 Lachshabitat BF(S) Jan.-Dez	2	2	2	2	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3								
	F6 Lachshabitat BF Jan.-Dez	4	3	4	4	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3								
	F6 Gesamt			4			5		2			2			2			2			4								
D1 Makrozoobenthos	D1 (Ditt) Jan.-Dez	3	3	4	5	5	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37								
	D1 Gesamt		3			5		37		37		37		37		37		37		37	37								
Q1 Wasser-temperatur	Q1 (Temperatur) Jan.-Dez	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4								
	Q1 Gesamt			4		5			4			4			4			4			4								
B5 Makrozoobenthos	B5 (Makrozoobenthos) Jan.-Dez	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5								
	B5 Gesamt			5		5		5		5		5		5		5		5		5	5								

bei Ausbau obere Stufe

(Saxofon-Variante mit Erhöhung Lago Bianco 2.7m und Zubringerpumpen)

Relevante Indikatoren		Ist-Zustand				Zeitraum	Prognosezustand nach Umsetzung der Massnahmen Simulationen künftiger Betrieb (Saxofon-Variante)																																								
		Gewässerabschnitt					Variante I und II: Direktableitung, Pumpspeicherkraftwerk				Variante III-IV: Rückhaltebecken (8'000 m³ – 16'000 m³)				Variante V-IV: Rückhaltebecken (23'000 m³ – 31'000 m³)				Variante VIa/IV, VII-VIII: Rückhaltebecken/-kaverne (28'000 m³) oder Batteriespeicher				Variante VII-IV: Rückhaltebecken (28'000 m³) + betriebliche Massnahmen																								
							Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt				Gewässerabschnitt																								
San Carlo				Li Curt				Le Prese				Gesamt				San Carlo				Li Curt				Le Prese				Gesamt				San Carlo				Li Curt				Le Prese				Gesamt			
F2 Stranden von Fischen	F2 (BF-S/Laven) April	1	1			5	5	1	1	17	17	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27												
	F2 (BF-S/Laven) Sept.-März	2	2			5	5	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37													
	F2 Gesamt		1			5		1	17	17	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27													
F3 Lachshabitat der Fische	F3 (Lachshabitat BF) Nov.-März	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4														
	F3 (Lachshabitat BF) Nov.-März	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4	-	4	4	4														
	F3 Gesamt			4			4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4														
F6 Habitatbegünstigung Fische	F6 (Lachshabitat BF) April-Mai	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5														
	F6 (Lachshabitat BF) Jan.-Dez	2	2	2	2	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	3																	
	F6 (Lachshabitat BF) Jan.-Dez	4	3	4	4	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3																	
	F6 Gesamt			4		5		2			2			2			2			2			2			2			4			4															
D1 Makrozoobenthos	D1 (Ditt) Jan.-Dez	3	3			5	5	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37														
	D1 Gesamt		3				5		37	37		37		37		37		37		37		37		37		37		37		37		37	37														
Q1 Wasser-temperatur	Q1 (Temperatur) Jan.-Dez	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4														
	Q1 Gesamt			4		5				4				4			4			4			4								4		4														
B5 Makrozoobenthos	B5 (Makrozoobenthos) Jan.-Dez	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5														
	B5 Gesamt		5			5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		5															

5 Variantenstudium

Ökologische Beurteilung Massnahmen bei künftigem Betrieb (gesetzeskonformer 1:1 Ersatz)

Reduktion des Schwallabflusses zur Zielerreichung auf ein ökologisch verträgliches Minimum:

- Bauliche Massnahmen
 - > würden ein **unrealistisch grosses Rückhaltevolumen** von >6 Mio.m³ zur Folge haben

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ökol. verträglicher max. Schwallabfluss (1:1 Ersatz / Saxofon-Variante) [m ³ /s]	2.15 / 2.17	1.82	2.70	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	5.30 / 5.32	6.30	6.30	2.96 / 2.94

Benötigtes Rückhaltevolumen [Mio. m ³]	1.928	4.211	0.054	0.026	0.027	0.008	0.008	0.008	0.044	0.008	0.008	0.271
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- Betriebliche Einschränkung der Produktion
 - > *Produktionseinbusse für Stufe Robbia ca. CHF 0.5-0.9 Mio/a*
 - > *Produktionseinbusse gesamte Kaskade ca. CHF 0.85-1.5 Mio/a*
(CHF 65-115/MWh u 5.11% kalk. Zins)
 - (vom Bund würden nur 40 Jahre entschädigt, danach gingen die Einbussen zu Lasten des Betreibers)
- Betriebliche Massnahmen sind keine Option!**

Variante VI-bz Rückhaltebecken (28'000 m³) + betriebliche Massnahmen				
Gewässerabschnitt				Gesamt
San Carlo	Li Curt	Le Prese		
2?				2?
3?				3?
				2?
3	5	5		4
-	4	4		4
				4
5	5	5		5
3	2	3		3
3	3	3		3
				4
3?				3?
				3?
4	4	4		4
				4
4	5	5		5
				5

month	Verlust_mio_m3_V0	MWh	CHF
1	3.666	5'288	343'723
2	4.899	7'068	459'410
3	1.585	2'287	148'632
4	0.000	0	0
5	0.000	0	0
6	0.000	0	0
7	0.000	0	0
8	0.000	0	0
9	0.563	812	52'804
10	0.000	0	0
11	0.000	0	0
12	1.423	2'054	133'482
total	12.136	17'508	1'138'050

Kosten = Barwert über die Entschädigungsdauer von 40 Jahren 19'237'294

TNG, 5. Feb. 2026

Wichtigste Daten KW Robbia, bestätigt von Repower / Daniele Pai
Tel. Daniele direkt: 081 839 71 70

	Durchfluss und Leistung m ³ /s	MW
ursprünglich vorgesehen	6.2	32.2
offiziell für Schwall-Sunk	6.3	32.7
Kollaudation	6.7 nicht relevant	
	1.0	5.19

Parameter für Kosten- und Wirtschaftlichkeitsberechnung
Energiepreis CHF / MWh 65.00 (Gian Paolo Lardi, Ko)
Kalkulatorischer Zins 5.11% (Gian Paolo Lardi, Ko)

5 Variantenstudium

Ökologische Beurteilung Massnahmen bei künftigem Betrieb

bei historischem Betrieb (2012-2022)

Zustand	Zielerreichung	Relevante Indikatoren	Ist-Zustand	Zielzustand	Zielerreichungsgrad (Δ Prognosezustand - Zielzustand) Historischer Betrieb (2012-2022)											
					Variante I: Direktableitung	Variante II: Rückhaltebecken (8'000 m³)	Variante III: Rückhaltebecken (16'000 m³)	Variante IV: Rückhaltebecken (23'000 m³)	Variante V: Rückhaltebecken (31'000 m³)	Variante VI-a: Rückhaltebecken (opt: 28'000 m³)	Variante VI-b: Rückhaltebecken (opt: 28'000 m³) + bet. Massnahmen	Variante VI-c: Rückhaltebecken (28'000 m³)	Variante VII: Batterspeicher	Variante VIII: Rückhaltebecken (8'000 m³) + Batterspeicher	Variante IX: Pumpspeicher-Kraftwerk	
sehr gut	Ziel übererfüllt	Ziel erreicht Ziel nicht erreicht Ziel nicht erreicht Ziel nicht erreicht Ziel nicht erreicht	F2 Stranden von Fischen	1	3	2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	2
gut	Ziel erreicht		F3 Laichareale der Fische	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
massig	Ziel erreicht		F6 Habitatelignung Fische	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
unbefriedigend	Ziel nicht erreicht		D1 Drift	3	4	1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	1
schlecht	Ziel nicht erreicht		Q1 Wassertemperatur	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		B5 Makrozoobenthos	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Gesamtwirkung = Gesamtzielerreichungsgrad (Summe über alle Indikatoren)					6	-1.5	-1.5	-0.5	-0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6	

bei aktuellem Betrieb (2045/25)

Zielerreichung		Relevante Indikatoren	Ist-Zustand	Zielzustand	Zielerreichungsgrad (Δ Prognosezustand - Zielzustand) Aktueller Betrieb (2024-2025)																
					Variante I: Direktableitung	Variante II: Rückhaltebecken (8'000 m³)	Variante III: Rückhaltebecken (16'000 m³)	Variante IV: Rückhaltebecken (23'000 m³)	Variante V: Rückhaltebecken (31'000 m³)	Variante VI-a: Rückhaltebecken (opt: 28'000 m³)	Variante VI-b: Rückhaltebecken (opt: 28'000 m³) + bet. Massnahmen	Variante VI-c: Rückhaltebecken (28'000 m³)	Variante VII: Batteriespeicher	Variante VIII: Rückhaltebecken (8'000 m³) + Batteriespeicher	Variante IX: Pumpspeicherkraftwerk						
Ziel erreicht Ziel nicht erreicht	Zielerreichung	F2: Stunden von Fischen	1	3	2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	2						
			F3: Lichtverale der Fische	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
				F6: Habitatelignung Fische	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
					D1: Drift	3	4	1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	1			
						Q1: Wasser-temperatur	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
							B5: Makro-zoobenthos	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
								Gesamtwirkung = Gesamtzielerreichungsgrad (Summe über alle Indikatoren)				6	-1.5	-1.5	-0.5	-0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6

5 Variantenstudium

Ökologische Beurteilung Massnahmen bei künftigem Betrieb

bei gesetzeskonformen 1:1 Ersatz obere Stufe

Zustand	Relevante Indikatoren	In-Zustand	Zielzustand	Zielerreichungsgrad (Δ Prognosezustand - Zielzustand) Simulationen künftiger Betrieb (1:1 Ersatz)									
				Zielerreichungsgrad (Δ Prognosezustand - Zielzustand)									
				Variante I: Direktableitung	Variante II: Rückhaltebecken (8'000 m³)	Variante III: Rückhaltebecken (16'000 m³)	Variante IV: Rückhaltebecken (23'000 m³)	Variante V: Rückhaltebecken (31'000 m³)	Variante VI-a: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³)	Variante VI-b: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³) + Batterspeicher	Variante VI-c: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³) + Batterspeicher	Variante VI-d: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³) + Batterspeicher	Variante VI-e: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³) + Batterspeicher
F2 Stranden von Fischen		1	3	2	-2	-2	-2	-2	-1	0	-1	-1	-1
F3 Licheneile der Fläche		4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F6 Habitatsteigerung Fläche		4	4	1	-3	-3	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3
D1 Drift		3	4	1	-1	-1	-1	-1	-1	-0.5	-1	-1	-1
Q1 Wasser-temperatur		4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B5 Makro-zoobenthos		5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gesamtwirkung = Gesamtzielerreichungsgrad (Summe über alle Indikatoren)				6	-5	-5	-5	-5	-4	0.5	-4	-4	-4

bei Ausbau obere Stufe
(Saxofon-Variante mit Erhöhung Lago Bianco 2.7m und Pumpen)

Zustand	Relevante Indikatoren	In-Zustand	Zielzustand	Zielerreichungsgrad (Δ Prognosezustand - Zielzustand) Simulationen künftiger Betrieb (Saxofon-Variante)									
				Zielerreichungsgrad (Δ Prognosezustand - Zielzustand)									
				Variante I: Direktableitung	Variante II: Rückhaltebecken (8'000 m³)	Variante III: Rückhaltebecken (16'000 m³)	Variante IV: Rückhaltebecken (23'000 m³)	Variante V: Rückhaltebecken (31'000 m³)	Variante VI-a: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³)	Variante VI-b: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³) + Batterspeicher	Variante VI-c: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³) + Batterspeicher	Variante VI-d: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³) + Batterspeicher	Variante VI-e: Rückhaltebecken (opt. 28'000 m³) + Batterspeicher
F2 Stranden von Fischen		1	3	2	-2	-2	-2	-2	-1	0	-1	-1	-1
F3 Licheneile der Fläche		4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F6 Habitatsteigerung Fläche		4	4	1	-3	-3	-3	-3	-3	0	-3	-3	-3
D1 Drift		3	4	1	-1	-1	-1	-1	-1	-0.5	-1	-1	-1
Q1 Wasser-temperatur		4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B5 Makro-zoobenthos		5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gesamtwirkung = Gesamtzielerreichungsgrad (Summe über alle Indikatoren)				6	-5	-5	-5	-5	-4	0.5	-4	-4	-4

5 Variantenstudium

Erkenntnisse und Fazit

Lago Bianco

- Mit dem Projekt wäre SchwaSu so gelöst, dass Auswirkungen auf Poschiavino tolerierbar

Rückhaltebecken in Kombination mit BESS

- Kleine Beckenvarianten mit Batteriespeicher (BESS) lösen SchwaSu nicht!
- Erstinvestitionen sind sehr hoch, die BESS müssen ca. alle 15 Jahre ersetzt werden; nach gängiger BAUF-Praxis werden derzeit nur die ersten 40 Jahre finanziert, danach der KW-Betreiber.
- -> keine Option!

Rückhaltebecken

- Zur vollständigen Sanierung von SchwaSu wäre ein Becken von ca. 6 Mio m³ oder mehr erforderlich
- Oder ein Becken mit ca. 30'000 m³ in Kombination mit Betrieblichen Massnahmen (Einschränkungen) während 5 Monaten (Sept, Dez.-Mar.). Die hohen Ertragseinbussen werden nach gängiger Praxis nur die ersten 40 Jahre finanziert!
-> keine Option!

5 Variantenstudium

Erkenntnisse und Fazit

Rückhaltebecken

- Ob lediglich eine Verbesserung der SchwaSu-Situation mit einem Becken von ca. 30'000 m³ toleriert resp. akzeptiert wird ist fraglich, da Nutzen begrenzt.
- Bereits 2014 haben Gemeinde und auch Kanton eine Beckenlösung vehement abgelehnt (Boden, Landschaftsbild, Versiegelung, ...).
Die im Rahmen von Lago Bianco von der Regierung verfügte Landumlegung ist im Gang (derzeit inf. SchwaSu-Abkl. pausiert) und zeigt, dass Boden ein rares Gut ist.
-> «heikle» Variante (Landw., Politik, ...)
-> **Becken-Varianten werden als nicht bewilligungsfähig eingeschätzt!**

Kaverne

- Grösse und Funktion dito Rückhaltebecken
- Kosten um ein vielfaches grösser
- -> unrealistisch, keine Option!

5 Variantenstudium

Erkenntnisse und Fazit

Ausleit-KW (Direktableitung)

- Einzige Lösung zur vollständigen SchwaSu-Sanierung!
- Teuer, nicht alleine über SchwaSu finanzierbar!
-> erforderlich Investitionsbeiträge >50% zusammen mit Optimierung oberes Puschlav
- Best. Restwassermenge im Poschiavino mit Bewilligung 2022 zu Konzessionsnachträgen abgedeckt
- Neukonzessionierungen KW-Fisler u. Aino unterh. Robbia bergen Konfliktpotential da Mühle in den letzten Jahren sehr vom Betrieb Robbia profitiert hat!
- Keine Ersatzmassnahmen erf. nach Einschätzung K. Grünenfelder u. M. Giovanini
- **Ausleit-KW deckt «IST-künftig» und «Ausbau mit Erhöhung Lago Bianco und Pumpen»**
-> **grösste Freiheitsgrade für Erneuerung und Ausbau oberes Poschlav**
- «Sollte keine realisierbare und dem Grundsatz der Verhältnismässigkeit entsprechende Massnahme getroffen werden können, wird das weitere, die Sanierung betreffende Vorgehen, in einer neuen Verfügung geregelt».

5 Variantenstudium

Wahl Bestvariante

Hauptaspekte	Variante										
	I	II	III	IV	V	VI-a	VI-b	VI-c	VII	VIII	IX
Bauliche Massnahme	Direktab- leitung	Becken 8'000 m ³	Becken 16'000 m ³	Becken 23'000 m ³	Becken 31'000 m ³	Becken 28'000 m ³	Becken 28'000 m ³ + Schwall- dämp- fung	Kaverne 28'000 m ³	Batterie- speicher	Becken 8'000 m ³ + Batterie- speicher	Pumpspei- cherkraft- werk
Technische Mach- barkeit	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Betriebliche Mass- nahmen	-	-	-	-	-	-	Schwall- dämp- fung	-	-	-	-
Erfüllung des Sanierungsziels (hist. Betrieb)	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfüllung des Sanierungsziels (akt. Betrieb)	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfüllung des Sanierungsziels (1:1 Ersatz)	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja
Erfüllung des Sanierungsziels (Ausbauvariante)	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja
Geschätzte Kos- ten [Mio CHF]	89-143	7	10	13	19	16	60	54	197	153	3000

5 Variantenstudium

Wahl Bestvariante

Hauptaspekte	Variante										
	I	II	III	IV	V	VI-a	VI-b	VI-c	VII	VIII	IX
Bauliche Massnahme	Direktab- leitung	Becken 8'000 m ³	Becken 16'000 m ³	Becken 23'000 m ³	Becken 31'000 m ³	Becken 28'000 m ³	Becken 28'000 m ³ + Schwall- dämp- fung	Kaverne 28'000 m ³	Batterie- speicher	Becken 8'000 m ³ + Batterie- speicher	Pumpspei- cherkraft- werk
Aspekte gemäss Art. 39a Abs2 GSchG											
Grad der Beein- trächtigung (mässig, stark, sehr stark)	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark
ökologisches Poten- zial (gering, mittel, gross)	gross	-	-	-	-	-	mittel	-	-	-	gross
Verhältnismässigkeit des Aufwandes	evtl. verhält- nismäs- sig	verhält- nismäs- sig	verhält- nismäs- sig	verhält- nismäs- sig	verhält- nismäs- sig	verhält- nismäs- sig	evtl. verhält- nismäs- sig	nicht verhältnis- mässig	nicht verhältnis- mässig	nicht verhältnis- mässig	nicht verhältnis- mässig
Interessen des Hochwasserschut- zes	positiv	neutral	neutral	neutral	neutral	neutral	neutral	neutral	neutral	neutral	positiv
Förderung erneuer- barer Energien/be- triebliche Einschrän- kungen	positiv	neutral	neutral	neutral	neutral	neutral	negativ	neutral	positiv	positiv	positiv

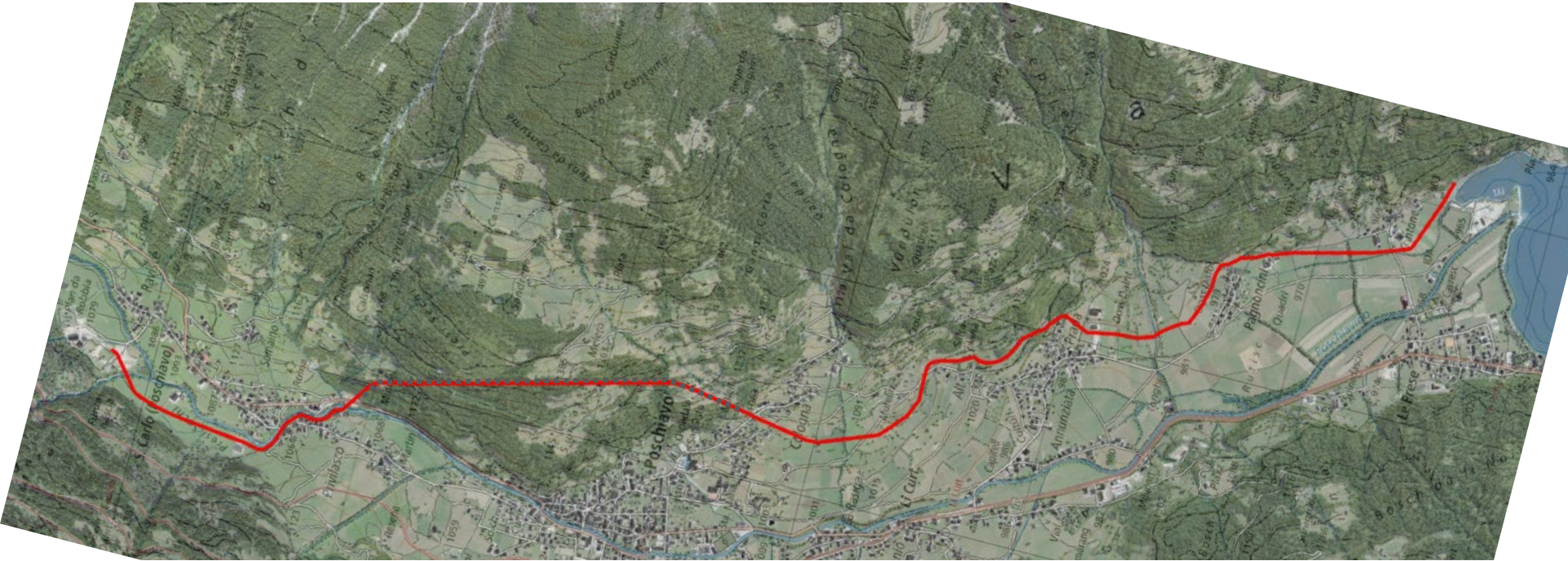
5 Variantenstudium

Wahl Bestvariante

Hauptaspekte	Variante										
	I	II	III	IV	V	VI-a	VI-b	VI-c	VII	VIII	IX
Bauliche Massnahme	Direktab- leitung	Becken 8'000 m ³	Becken 16'000 m ³	Becken 23'000 m ³	Becken 31'000 m ³	Becken 28'000 m ³	Becken 28'000 m ³ + Schwall- dämp- fung	Kaverne 28'000 m ³	Batterie- speicher	Becken 8'000 m ³ + Batterie- speicher	Pumpspei- cherkraft- werk
Weitere Aspekte											
Landbedarf	gering	gering	gross	gross	gross	gross	gross	gering	gering	gering	gering
Landschaftsbild	wenig beeinträchtigt	wenig beeinträchtigt	stark beeinträchtigt	stark beeinträchtigt	stark beeinträchtigt	stark beeinträchtigt	stark beeinträchtigt	wenig beeinträchtigt	wenig beeinträchtigt	wenig beeinträchtigt	wenig beeinträchtigt
Hydrogeologisches Risiko	gross	moderat	moderat	moderat	moderat	moderat	moderat	moderat	gering	moderat	gross
Gesamtbeurteilung	Bestvariante						*				

5 Variantenstudium

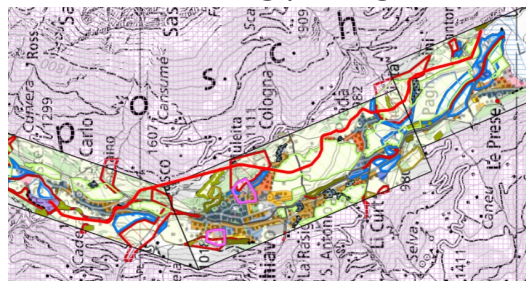
Bestvariante, Beurteilung und Wirtschaftlichkeit: Ausleitkraftwerk



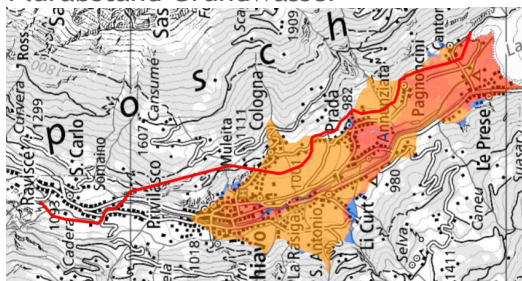
5 Variantenstudium

Bestvariante, Beurteilung und Wirtschaftlichkeit: Ausleitkraftwerk

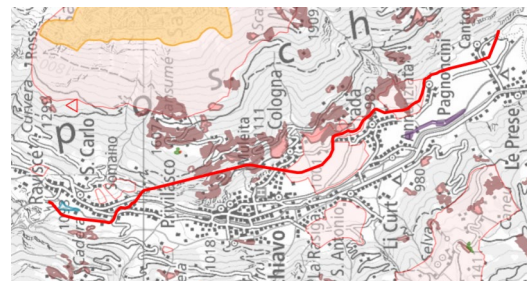
Bauzonen / Nutzungsplanung



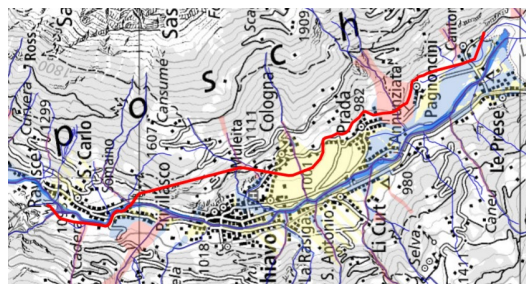
Flurabstand Grundwasser



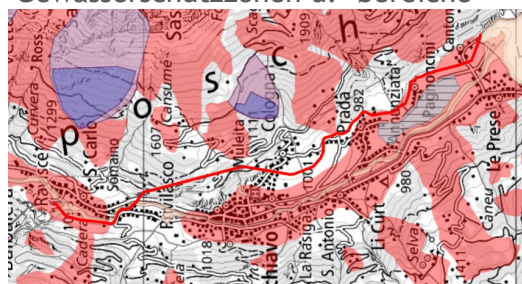
Natur- und Landschaftsschutz



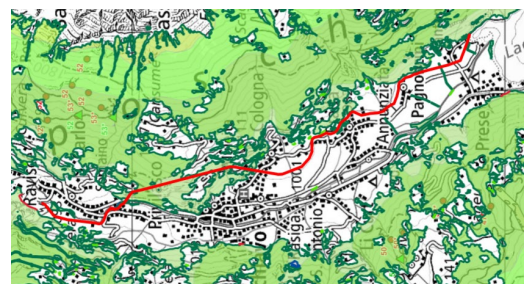
GK Wasser und Gewässerraum



Gewässerschutzzone u. -bereiche

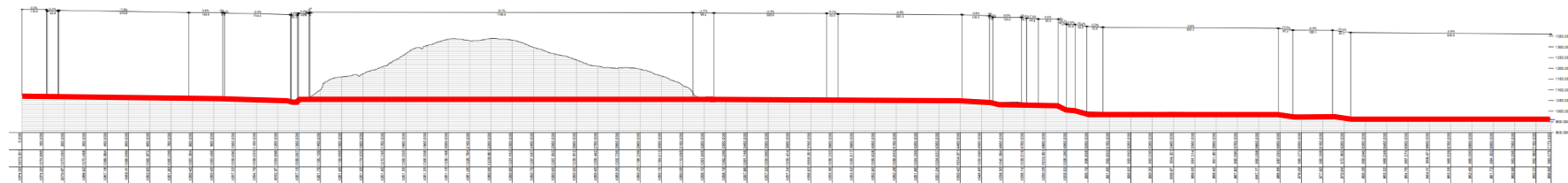


Wald



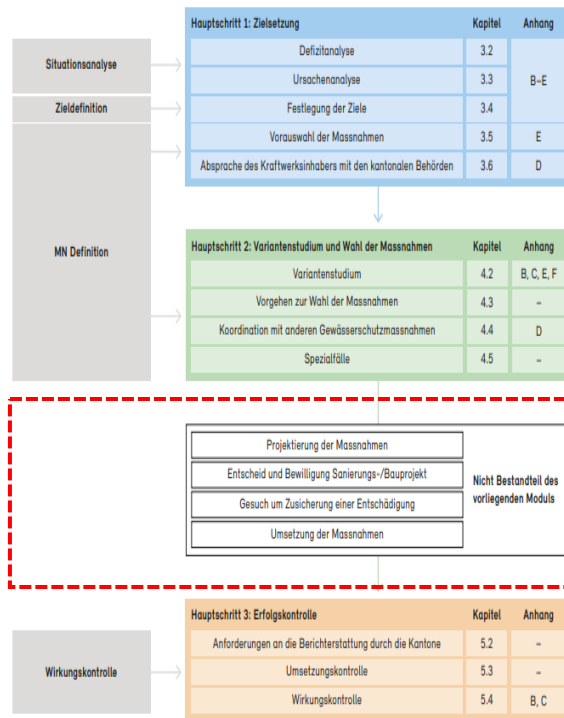
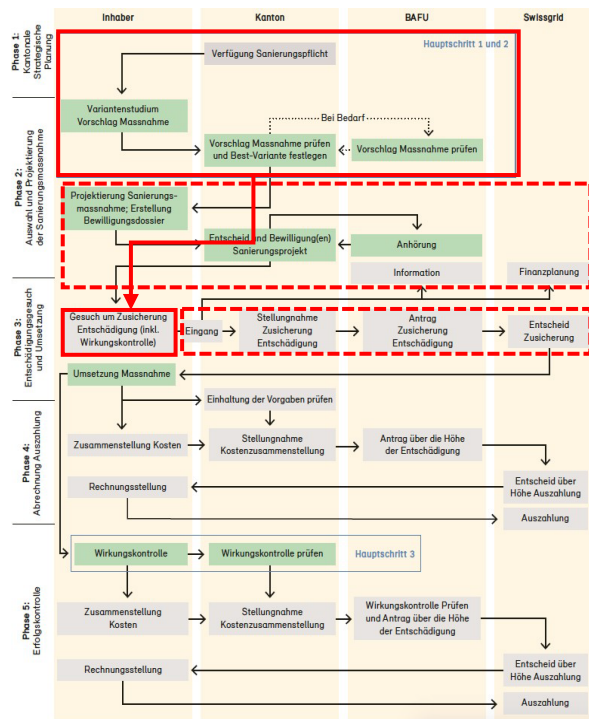
5 Variantenstudium

Bestvariante, Beurteilung und Wirtschaftlichkeit: Ausleitkraftwerk



6 weiteres Vorgehen

Schema des Vorgehens zur Festlegung der Massnahmen und Erfolgskontrolle
gem. Vollzugshilfe „Schwall-Sunk“ BAFU 2017



- Finanzierungsgesuch zur Planung z.H. GR/BAFU
- Konzessions- und Bauprojekt erarbeiten
 - vorgängige Planerausschreibung
 - int. Budget-Zusicherung

A photograph of a small, clear stream flowing over rocks in a wooded area. The water is clear, revealing the rocks and pebbles on the stream bed. The surrounding vegetation consists of bare trees and shrubs, suggesting a late autumn or winter setting. The text "Gibt es Fragen?" is overlaid on the left side of the image.

Gibt es Fragen?

The image shows a lush green valley with a river flowing through it. A small dam is visible in the foreground, with water cascading over it. In the middle ground, there is a large electrical substation with several tall metal structures and power lines. The background is dominated by a steep, forested mountain with several high-voltage power line towers. The sky is blue with some light clouds, and a snow-capped mountain peak is visible in the distance on the right.

Herzlichen Dank.