



Kanton Graubünden



Kanton St. Gallen

Aufweitung Alpenrhein

Maienfeld / Bad Ragaz

Rhein-km 23.636 bis Rhein-km 27.050

Monitoringkonzept und Wirkungskontrolle

Öffentlich aufgelegt vom bis

vom..... bis

Kanton Graubünden / Stadt Maienfeld / Gde. Landquart

Gde. Bad Ragaz

ENTWURF, Stand 30.09.2020

Projekt-Nr. Kt. St. Gallen	Projekt-Nr. Kt. Graubünden	Projekt-Nr. Verfasser	Plan-Nr.	Beilage-Nr.	
40.003	413.13-B	1200	--	4.5	
Studie	Projektverfasser 	--	Verf.	gepr.	Datum
Vorprojekt		--	IB	rk	30.09.2020
Auflageprojekt	Berichtverfasser 	Rev			
Ausführungsprojekt		Rev			
Abschlussakten		(Name der elektronischen Ablage)			
		Format	A4/A3		

Aufweitung Alpenrhein Maienfeld / Bad Ragaz

Dossierbeilage Nr. 4.5

Monitoringkonzept und Wirkungskontrolle



*Rechtsseitiges Rheinufer bei km 24.7, mit Kiesbank, Weidengebüsch und Ulmen-Eschen-Auenwald,
Foto: Ivo Berger*

30.09.2020

Impressum

Auftraggeber Kantone St.Gallen und Graubünden, vertreten durch das Rheinunternehmen,
Rheinbaustrasse 2, 9443 Widnau

Auftragnehmer ARGE NiPo / Herzog / Tuffli
c/o: Niederer + Pozzi Umwelt AG
Burgerrietstrasse 13, Postfach 365
CH-8730 Uznach
Tel.: 055 / 285 91 80
email: admin@nipo.ch
homepage: www.nipo.ch

Berichtsv Verfasser	Ivo Berger, ARGE NiPo / Herzog / Tuffli	Bereich Ökologie
	Hannes Schumacher, Linknatur GmbH	Bereich Ökologie
	Reto Wanner, Büro für technische Geologie (BTG)	Bereich Grundwasser
	Roger Kolb, ARGE NiPo / Herzog / Tuffli	Bereich Flussmorphologie

Auftrag Aufweitung Alpenrhein Maienfeld / Bad Ragaz

Foto Titelseite Rechtsseitiges Rheinufer bei km 24.7, mit Kiesbank, Weidengebüsch und Ulmen-
Eschen-Auenwald. Foto: Ivo Berger

Hinweis Im vorliegenden Text gilt für Personennennungen jeweils immer die weibliche
und die männliche Form, auch wenn es nicht speziell erwähnt wird.

Verzeichnis der Versionen und Änderungen

Version	Datum	Status/Änderungen
1.0	30.09.2020	Entwurf für Vorprüfung

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis.....	I
Verwendete Grundlagen	I
1. Einleitung	1
1.1 Notwendigkeit einer Erfolgskontrolle	1
1.2 Begriffe	1
1.3 Untersuchungszeitraum	2
1.4 Bezug zur Wirkungskontrolle Revitalisierung des BAFU	2
1.5 Eigendynamische Entwicklung	3
1.6 Kontrollstrecke und Referenzstrecke	3
2. Themenbereich Grundwasser	4
2.1 Zielsetzung	4
2.2 Bezug zu anderen Untersuchungen.....	4
2.3 Bearbeitungsumfang und Vorgehen	4
3. Themenbereich Flussmorphologie (Gerinneentwicklung).....	5
3.1 Zielsetzung	5
3.2 Bezug zu anderen Untersuchungen.....	5
3.3 Bearbeitungsumfang und Vorgehen	5
3.3.1 Zeitplan	5
3.3.2 Im Monitoring zu tätige Aufnahmen.....	7
3.3.3 Auswertung der Aufnahmen.....	7
4. Erfolgskontrolle Themenbereich Ökologie	8
4.1 Zielsetzung	8
4.2 Bezug zu anderen Untersuchungen.....	8
4.2.1 Eigene Erhebungen im Rahmen der UVP	8
4.2.2 Basismonitoring Ökologie Alpenrhein.....	9
4.3 Bearbeitungsumfang und Vorgehen	9
4.3.1 Ablauf und Organisation.....	9
4.3.2 Mögliche Indikatoren	10
4.3.3 Vorschlag Indikator-Set	10
4.3.4 Eigene Zielarten-Erhebung	12
4.3.5 Zeitplan	12
4.4 Kostenschätzung	13

VERWENDETE GRUNDLAGEN

- [1] AMT FÜR UMWELT UND ENERGIE DES KANTONS ST. GALLEN (20.03.2015): Aufweitung Alpenrhein Maienfeld / Bad Ragaz, 2. Stellungnahme zum Vorprojekt
- [2] BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (2020): Wirkungskontrolle Revitalisierung – Gemeinsam lernen für die Zukunft
- [3] BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT BUWAL (1999): Empfehlungen zur Begriffsbildung zur Erfolgskontrolle im Natur- und Landschaftsschutz.
- [4] INTERNATIONALE REGIERUNGSKOMMISSION ALPENRHEIN IRKA(2016): Basismonitoring Ökologie 2015, Band 1 - Hauptbericht

1. EINLEITUNG

1.1 Notwendigkeit einer Erfolgskontrolle

Gemäss dem Pflichtenheft der UVP-Voruntersuchung ist im Hinblick auf die Umsetzung der Rheinaufweitung Bad Ragaz – Maienfeld ein Konzept für die längerfristige Erfolgskontrolle zu erstellen. Die Erfolgskontrolle und das Monitoring müssen insbesondere folgende drei Themenbereiche abdecken:

- Themenbereich Grundwasser
 - Grundwasserstände und Grundwassergüte, inkl. Überwachung der ausserhalb des Perimeters liegenden Grundwasserwärmenutzungsanlagen in Bad Ragaz (Fluppi) und in Maienfeld;
- Themenbereich Flussmorphologie (Gerinneentwicklung)
 - Geschiebetrieb, Sohlenlage des Alpenrheins;
- Themenbereich Ökologie
 - Ziel- und Leitarten, Ziellebensräume, Neobiota. Dabei sind die Schnittstellen bzw. Art der Rückkoppelungen zu den Nutzungs- und Pflegeplänen zu definieren.

Ein umfassendes Monitoringkonzept wird auch in der Stellungnahme des Amtes für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen vom 20. März 2015 zum Vorprojekt der Rheinaufweitung verlangt. Die darin skizzierten Anforderungen betreffen die Überwachung der Wirksamkeit und der Entwicklung der Aufweitung bezüglich Grundwasserständen und -güte, Entwicklung der Sohlenlage des Alpenrheins, Geschiebetrieb und Behebung des Geschiebedefizits.

1.2 Begriffe

Nachfolgend werden einige Begriffe erläutert, welche für das vorliegende Konzept von Bedeutung sind:

Ausgangszustand

Zustand vor Baubeginn.

Projektzustand

Zustand nach Ende der Bauausführung. Gegenstand des vorliegenden Bau- und Auflageprojekts mitsamt allen Projektplänen.

Endzustand

Dynamischer Gleichgewichtszustand, in der die eigendynamische Aufweitung abgeschlossen und die Auenvegetation vollständig entwickelt sein wird.

Monitoring

Monitoring bedeutet die wiederholte Beobachtung von Zuständen resp. das Verfolgen von positiven oder negativen Entwicklungen. Im Gegensatz zur Erfolgskontrolle steht die Dauerbeobachtung nicht in einem direkten Zusammenhang mit der Umsetzung einer Massnahme.

Erfolgskontrolle

Eine Erfolgskontrolle überprüft den Erfolg einer Massnahme und schlägt gegebenenfalls Korrekturen vor. Sie vergleicht die formulierten Ziele mit der erfolgten Umsetzung und der beobachteten Wirkung. Eine Erfolgskontrolle hat somit zwei Bestandteile, die Umsetzungskontrolle und die Wirkungskontrolle.

Bei der Umsetzungskontrolle wird untersucht, ob und in welchem Ausmass die geplanten Massnahmen umgesetzt worden sind. Sie betrifft den Projektzustand und wird in der Regel nach Abschluss der Bauarbeiten ausgeführt (Projektphase Inbetriebnahme).

Bei der Wirkungskontrolle wird untersucht, ob die ausgeführten Massnahmen die gewünschte Wirkung zeigen und die geplanten Verbesserungen herbeigeführt werden konnten.



Abbildung 1: Die zwei Bestandteile der Erfolgskontrolle

Gegenstand des vorliegenden Berichts sind das Monitoring und die langfristige Erfolgskontrolle im Sinne der Wirkungskontrolle. Sie hat zum Ziel aufzuzeigen, ob das Projekt im langfristigen Endzustand die vorgängig abgesteckten Ziele erreichen wird.

1.3 Untersuchungszeitraum

Der allgemeine Untersuchungszeitraum für die längerfristige Erfolgskontrolle wird wie folgt festgelegt:

- Das Monitoring beginnt bereits im Ausgangszustand: die Grundwassermessstellen sind seit Beginn 2020 vollständig eingerichtet. Der heutige Ausgangszustand von Fluss und Naturräumen wurde detailliert erfasst und ist im Umweltverträglichkeitsbericht und im Technischen Bericht umfassend beschrieben. Die hydrodynamischen, morphologischen und hydrogeologischen Modelle sind am Ausgangszustand geeicht worden.
- Während der rund 5 Jahre dauernden Ausführung der 1. Etappe werden mit dem Monitoring, die direkten Auswirkungen der Bauarbeiten überwacht, insbesondere beim Grundwasser. Eine Wirkungskontrolle kann jedoch während laufender Bauarbeiten noch nicht gemacht werden.
- In der explizit für ein Monitoring vorgesehenen 4-jährigen Beobachtungspause nach Fertigstellung der 1. Bauetappe und vor allfälliger Ausführung der 2. Bauetappe soll eine Wirkungskontrolle für die bereits ausgeführten Massnahmen der 1. Etappe stattfinden.
- Ausdehnung der Wirkungskontrolle bis 25 Jahre nach Fertigstellung der 2. Bauetappe hinsichtlich der Abschätzung des Entwicklungszeitraums von 20 – 50 Jahren vom Projektzustand in den Endzustand. Die vorgeschlagene längerfristige Erfolgskontrolle im Sinne der Wirkungskontrolle umfasst somit eine Zeitspanne von gesamthaft mindestens 30 Jahren.

1.4 Bezug zur Wirkungskontrolle Revitalisierung des BAFU

Das BAFU gibt ab der Programmvereinbarungsperiode 2020 bis 2024 ein einheitliches Gerüst für die Wirkungskontrolle von Flussgewässerrevitalisierungen vor. Das Gerüst besteht aus der Wirkungskontrolle STANDARD und der Wirkungskontrolle VERTIEFT. Die Vereinheitlichung bei der Wirkungskontrolle hilft beim Vergleich verschiedener Revitalisierungsprojekte. Mit den gewonnenen Erkenntnissen sollen Handlungsempfehlungen für künftige Revitalisierungen abgeleitet werden, mit denen ein Optimum für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität kosteneffizient erreicht wird.

Für die Themenbereiche Ökologie und teilweise auch Flussmorphologie (Gerinneentwicklung) basiert das vorliegende Konzept auf der vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) herausgegebenen neuen Praxisdokumentation «Wirkungskontrolle Revitalisierung - Gemeinsam lernen für die Zukunft» (Weber et al., 2020) und macht einen Vorschlag bezüglich der Wahl der Indikator-Sets, mit denen die Wirkungskontrolle erfolgen soll.

Der Themenbereich Grundwasser wird von der neuen BAFU-Praxisdokumentation nicht abgedeckt und folgt den projektspezifischen Empfehlungen in Kap. 2.

1.5 Eigendynamische Entwicklung

Die Aufweitung Maienfeld/Bad Ragaz wird nur zu einem Teil mechanisch ausgehoben. Ungefähr ein Drittel des abzutragenden Materialvolumens (nach dem Bau verbleibende Waldinseln) soll der Rhein in der Entwicklungsphase nach dem Bau selbstständig durch Seitenerosion abtragen. Insbesondere im Abschnitt der 2. Etappe wird die Endsohlenbreite erst nach und nach im Zuge dieser eigendynamischen Entwicklung erreicht.

Der Prozess der eigendynamischen Entwicklung gehört themenbezogen zum Bereich Flussmorphologie. Ihre Überwachung dient einerseits zur Beurteilung, ob der Rhein in der Lage ist, die Verbreiterung des Flussbetts selber herzustellen, welche für die Gerinnestrukturierung, die Abflusskapazität und den langfristigen Geschiebehaushalt erwünscht ist. Andererseits ist sie unter anderem auch wichtig für die Beurteilung der Indikatorsets "Habitatvielfalt" (Uferstrukturierung) und "Dynamik", welche gemäss BAFU-Richtlinie im ökologischen Themenbereich angesiedelt sind.

1.6 Kontrollstrecke und Referenzstrecke

Gemäss BAFU-Richtlinie Merkblatt Nr. 7 sind Kontrollstrecken Fließgewässerabschnitte, die die Bedingungen im Revitalisierungsabschnitt vor der Revitalisierung widerspiegeln. In Referenzstrecken dagegen herrschen bereits heute wenig beeinträchtigte, naturnahe Bedingungen wie sie mit der Revitalisierung erreicht werden sollen. Werden in der Wirkungskontrolle neben den Aufnahmen in den Revitalisierungsabschnitten auch zeitgleiche Erhebungen in benachbarten Kontroll- oder Referenzstrecken gemacht, dann kann auch mitbeurteilt werden, ob und wie sich die Verhältnisse natürlicherweise und unabhängig vom Projekt im Verlauf der Zeit ändern. Dies erlaubt Rückschlüsse, ob eine beobachtete Veränderung im Revitalisierungsabschnitt tatsächlich die Folge der Revitalisierung ist (= Wirkung) oder durch Dritteinflüsse bedingt ist.

Es ist noch offen bzw. mit den kantonalen Fachstellen abzusprechen, ob und in welchem Umfang das ökologische und flussmorphologische Monitoring neben dem Projektperimeter auch in einer Kontrollstrecke und einer Referenzstrecke zu verfolgen sind. Im Falle der Aufweitung Maienfeld/Bad Ragaz würden sich die folgenden benachbarten Rheinabschnitte dazu eignen:

- Kontrollstrecke: Rhein Bad Ragaz _Fläsch im Bereich der Brücke Fläsch: gleicher Charakter wie Projektperimeter im Ausgangszustand und nicht mehr vom Projekt beeinflusst.
- Referenzstrecke: unterer Abschnitt der Mastrilser Rheinaue, d.h. die "grosse ältere Schwester" der künftigen Rheinaufweitung Maienfeld/Bad Ragaz.

Da im kanalisiertem Rhein ohne Projekteinfluss zukünftig nur geringfügige Veränderungen im Vergleich zum heutigen Ausgangszustand zu erwarten wären, erscheint die Miterfassung einer Kontrollstrecke wenig vordringlich. Hingegen zeigt das Beispiel der Mastrilser Rheinaue, dass die künftige Dynamik in einer Aue am Wildfluss Alpenrhein sehr stark von äusseren Einflüssen aus dem Einzugsgebiet abhängig sein wird, wie z.B. Hochwasserhydrologie und Geschiebeaufkommen. Für die Unterscheidung der projektbedingten Einflüsse und der natürlichen, aus dem Einzugsgebiet stammenden Einflüsse wäre daher eine langfristige Mitverfolgung der Mastrilser Rheinaue als Referenzstrecke interessant.

2. THEMENBEREICH GRUNDWASSER

2.1 Zielsetzung

Die Erfolgskontrolle für das Projekt Aufweitung Alpenrhein Bad Ragaz - Maienfeld dient zur Überprüfung, inwieweit die im Auflageprojekt (Technischer Bericht Grundwassermodellierung, TK Consult AG; Hydrogeologischer Bericht, BTG) prognostizierten Grundwasserspiegelländerungen (Anstieg / Absenkung) eintreten resp. unter- oder überschritten wurden.

In der Wirkungskontrolle sind die prognostizierten Grundwasserspiegel für Hochwasser, Mittelwasser und Niedrigwasser mit den effektiv eintretenden Grundwasserspiegellagen anhand von Messreihen und bei Bedarf neuen Grundwassermodellierungen zu vergleichen.

Eine Umsetzungskontrolle erübrigt sich, da keine Massnahmen direkt im Grundwasser ausgeführt werden. Die Wirkung entsteht indirekt als Folge der Umsetzung der flussbaulichen Massnahmen.

2.2 Bezug zu anderen Untersuchungen

Der Grundwasserspiegel wird in der Umgebung des Projekts in etlichen Messstellen beidseits des Rheins zum Teil seit Jahren überwacht. Die Messstelle NAQUA in Maienfeld ist z.B. seit 1975 in Betrieb. Im Rahmen der Projekterarbeitung wurden zudem zusätzliche Messstellen erstellt und ins Messnetz aufgenommen.

Die Messwerte fliessen laufend in das durch die TK Consult AG betreute Grundwassermodell der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) ein, das auch die Grundlage für die projektspezifischen Grundwassermodellierungen bildete.

Niederschlagsmessungen in der weiteren Umgebung und Abflussmessungen am Rhein und weiteren Gewässern werden laufend durch verschiedene kantonale und nationale Stellen erhoben.

2.3 Bearbeitungsumfang und Vorgehen

Die mit Messsonden und Datenloggern instrumentierten Messstellen (*vgl. Anhang 7 im Hydrogeologischen Bericht zum Auflageprojekt*) sind auch weiterhin zu betreiben. An diesen Messstellen werden der Grundwasserspiegel und teilweise die Temperatur und die elektrische Leitfähigkeit erfasst.

Im Ortsteil Fluppi, Bad Ragaz, ist eine Messstelle ins Monitoringsystem zu integrieren, da in diesem Bereich etliche Grundwassernutzungen bestehen, aber bisher keine Messstelle vorhanden ist.

Im Bereich der Altablagerung Sarelli ist eine bestehende Bohrung (Geoportal des Kantons St. Gallen, Grundwasserkarte, Objekt Nr. 307721) mit einer Pegelsonde zu instrumentieren. Ausserdem ist hier die Grundwasserqualität mittels periodischer Probenahmen und Analysen (*vgl. BTG Bericht 3.2 Belastete Standorte*) zu erfassen.

Die Messwerte sind laufend, d.h. mindestens quartalsweise, auszulesen, um unterbruchsfreie Messreihen sicherzustellen. Mindestens jährlich sind die aktuellen Messwerte mit den Werten der früheren Jahre zu vergleichen, unter Berücksichtigung des jeweiligen Niederschlags- und Abflussgeschehens.

Nach der vierjährigen Beobachtungspause zwischen den beiden Bauetappen sind die Mittel- und Hochwasserstände im Grundwassermodell nachzubilden und die Ergebnisse mit den Prognosen zu vergleichen.

Die Beurteilung ist im Anschluss gutachterlich vorzunehmen, unter Berücksichtigung des Niederschlags- und Abflussgeschehens. Bei Bedarf sind Korrekturen im Rahmen der 2. Bauetappe vorzunehmen.

Auch nach der 2. Bauetappe ist das Monitoring im Rahmen der Erfolgskontrolle weiterzuführen.

3. THEMENBEREICH FLUSSMORPHOLOGIE (GERINNEENTWICKLUNG)

3.1 Zielsetzung

Der vom Projektpflichtenheft und von der UV-Voruntersuchung vorgegebene Themenbereich Flussmorphologie (Gerinneentwicklung) behandelt den Geschiebetrieb und die Sohlenlage des Alpenrheins. Daneben gehören auch die morphologische Strukturierung der Sohle und Ufer, die Ausbildung des Sohlensubstrats sowie die eigendynamische Entwicklung zum Thema Flussmorphologie. Letztere sind Gegenstand der neuen BAFU-Richtlinie Wirkungskontrolle, insbesondere der Indikatorensets Nrn. 1 (Habitatvielfalt) und 2 (Dynamik). Sie werden daher neu im Themenbereich Ökologie behandelt.

Die Ziele des Monitorings im Bereich Flussmorphologie sind:

- Überwachung und Kontrolle der mittleren Sohlenlage (Sohlenhöhe gemittelt über den hydraulisch wirksamen Querschnitt) im Projektperimeter und im unmittelbar anschließenden Flussabschnitt, hinsichtlich der möglichen Auswirkungen auf:
 - Abflusskapazität und Uferstabilität
 - Grundwasserverhältnisse, insbesondere bei Hochstand
 - Einstauhäufigkeit des Unterwasserkanals des Kraftwerks Sarelli
- Überwachung der Breiten des hydraulisch wirksamen Abflussquerschnitts ausserhalb dichter Vegetation (Regimebreite)
- Überwachung der Gerinnemorphologie im Nahbereich des Unterwasserkanals des Kraftwerks Sarelli zur Beurteilung des Risikos einer Ablagerung einer Geschiebebank beim Kanalauslauf.
- Beurteilung der Geschwindigkeit der eigendynamischen Entwicklung beim Abtrag der nach dem Bau verbleibenden Waldinseln.
- Überwachung der sich bildenden Kolkiefen und Vergleich mit den Dimensionierungsannahmen der Ufersicherung, wobei zu berücksichtigen ist, dass sich die Kolke bei abklingendem Hochwasser teilweise wieder verfüllen können. Die Interpretation der gemessenen, vom Fluss ständig offengehaltenen Kolkiefen erfordert daher hydraulisches Fachwissen.
- Bereitstellung von Grundlagen für die Indikatorensets "Habitatvielfalt" und "Dynamik" in Bezug auf die Flussmorphologie, insbesondere Ufer- und Sohlenstruktur sowie deren Veränderung, sowie Sohlensubstrat.

3.2 Bezug zu anderen Untersuchungen

Die Wirkungskontrolle und das Monitoring der Flussmorphologie stehen in starkem Bezug zu den umfangreichen im Rahmen des Vorprojekts und Bauprojekts durchgeführten Untersuchungen und Modellierungen zum Geschiebehaushalt und zur Hydraulik. Im Weiteren sind sie in die übergeordnete Sanierung des Geschiebehaushalts in der ganzen IRKA-Strecke des Alpenrheins eingebettet.

3.3 Bearbeitungsumfang und Vorgehen

3.3.1 Zeitplan

Aufgrund der Interaktionen mit den Indikatoren im Themenbereich Ökologie ist es notwendig, das Vorgehen in beiden Themenbereichen miteinander zu koppeln (vgl. Kap. 4.3.5). Es wird folgender Zeitplan vorgeschlagen:

Zeitpunkt	Aufnahmen/Erfassung	Auswertungen
Vor Baubeginn	Topografische Aufnahme Ausgangszustand (bereits ausgeführt)	Projekterarbeitung und morphologische Modellierungen (ausgeführt)
Projektzustand nach Bauende 1. Etappe	Topografische Aufnahme 1. Etappe im Rahmen der Umsetzungskontrolle	Verifikation korrekte Ausführung der Sohlenlage
Beobachtungspause	Jährliche terrestrische Begehung während Beobachtungspause Topografische Aufnahme Sarelli-SBB nach 2 Jahren (Halbzeit) Topografische Aufnahme Sarelli-SBB nach 4 Jahren (Ende) Hydrologie (laufend) Geschiebeentnahmen (laufend)	Vergleich Sohlenlage und – morphologie mit Projektzustand 1. Etp. Ausmass und Geschwindigkeit Seitenerosionen Am Ende der Beobachtungspause: Beurteilung Risiken Grundwasser und KW Sarelli Erkenntnisse für Bau 2. Etappe
Projektzustand nach Bauende 2. Etappe	Topografische Aufnahme 2. Etappe im Rahmen der Umsetzungskontrolle	Verifikation korrekte Ausführung der Sohlenlage
	Jährliche terrestrische Begehung in den ersten 4-6 Jahren nach Bauende	
4 – 6 Jahre nach Bauende	Topografische Aufnahme Tardis-SBB (nach einem HW) Luftbildaufnahme Perimeter mit vermessenen Referenzpunkten zur Generierung eines DTM Hydrologie (laufend) Geschiebeentnahmen (laufend)	Vergleich Sohlenlage und – morphologie mit Soll-Entwicklung Ausmass und Geschwindigkeit Seitenerosionen Gerinneverlagerungen und Bankbildungen Aufkommen Gehölzvegetation Beurteilung Geschiebehaushalt Evtl. hydraulische Verifikation Abflusskapazität und Einstauhäufigkeit
10 – 14 Jahre nach Bauende	Topografische Aufnahme Tardis-SBB (nach einem HW) Luftbildaufnahme Perimeter mit vermessenen Referenzpunkten zur Generierung eines DTM Hydrologie (laufend) Geschiebeentnahmen (laufend) Evtl. Topografie- und Luftbildaufnahme Referenzstrecke Mastrils	Vergleich Sohlenlage und – morphologie mit Soll-Entwicklung Ausmass und Geschwindigkeit Seitenerosionen Gerinneverlagerungen und Bankbildungen Auswertung Gehölzvegetation (Regimebreite) Beurteilung Geschiebehaushalt Evtl. hydraulische Verifikation Abflusskapazität und Einstauhäufigkeit
<i>Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite</i>		

Zeitpunkt	Aufnahmen/Erfassung	Auswertungen
<i>Fortsetzung der Tabelle von vorhergehender Seite:</i>		
Fortsetzung: Ca. 25 Jahre nach Bauende	Topografische Aufnahme Tardis-SBB Luftbildaufnahme Perimeter mit vermessenen Referenzpunkten zur Generierung eines DTM Hydrologie (laufend) Geschiebeentnahmen (laufend) Evtl. Topografie- und Luftbildaufnahme Referenzstrecke Mastrils	Vergleich Sohlenlage und – morphologie mit Vision Endzustand und Referenzstrecke Mastrils Endsohlenlage erreicht? Seitenerosion abgeschlossen? Auswertung Gehölzvegetation (Regimebreite) Beurteilung Geschiebehaushalt Evtl. hydraulische Verifikation Abflusskapazität und Einstauhäufigkeit

Tabelle 1: Grober Zeitplan für Erfolgskontrolle Themenbereich Flussmorphologie, in Abstimmung mit dem Themenbereich Ökologie gemäss Kap. 4.3.5.

3.3.2 Im Monitoring zu tätige Aufnahmen

Für das Monitoring der Flussmorphologie sind folgende periodische Aufnahmen und Erfassungen notwendig:

- Jährliche terrestrische Begehung und Fotodokumentation von speziellen morphologischen Ausprägungen im Sohlen- und Uferbereich, Zustand Schutzbauten und potentiell kritischen Phänomenen im Flussbett (vgl. Ausführungen im Unterhaltskonzept Dossierbeilage 13). Zumindest in der Beobachtungspause sowie in den ersten 4-6 Jahren nach Bauende 2. Etappe wird empfohlen, die Begehung jährlich zu wiederholen, sowie nach grösseren Hochwasserereignissen.
- Querprofilaufnahmen des Abschnitts Tardisbrücke – SBB-Brücke Bad Ragaz (Aufnahmefrequenz gemäss oben stehender Tabelle):
 - Innerhalb des Projektperimeters mindestens alle 100 m
 - Im anschliessenden Abschnitt alle 200 m
- Alternative zu QP-Aufnahmen: flächige Laserscan-Aufnahmen, welche in der Lage sind, die Bodenoberfläche durch die Vegetation hindurch zu erfassen. Wünschenswert wäre auch eine Erfassung des überfluteten Talwegs durch das Klarwasser hindurch.
- Aufnahme von entzerrten Luftbildern (Orthophotos) zur visuellen Überwachung der Gerinnemorphologie, der Regimebreite und der eigendynamischen Entwicklung (Aufnahmefrequenz gemäss oben stehender Tabelle). Diese Luftbild-Aufnahmen werden auch für die Indikatorensets "Habitatvielfalt" und "Dynamik" und "Ufervegetation" benötigt. Zusätzlich sind terrestrisch vermessene Referenzpunkte zu erfassen, damit ein DTM erstellt werden kann, mit welchem Volumenveränderungen ermittelt werden können.
- Erfassung der bei Tardis entnommenen Geschiebemengen.
- Hydrologie: kontinuierliche Erfassung der Abflüsse des Rheins im Projektabschnitt (Jahresganglinie Pegel Domat/Ems zuzüglich Plessur und Landquart).

Die Terrainaufnahmen sind im Winter bei möglichst geringer und klarer Wasserführung vorzunehmen.

3.3.3 Auswertung der Aufnahmen

Aus den periodischen QP- oder Laserscan-Aufnahmen sind die mittleren Sohlenhöhen zu bestimmen und im Längenprofil mit der Soll-Sohlenlage zu vergleichen, wobei das Hochwassergeschehen und die Geschiebeentnahmen der vergangenen Jahre mit zu interpretieren sind.

Die Soll-Sohlenlage entspricht der aus dem Geschiebemodell prognostizierten Entwicklung zum Zeitpunkt der Aufnahmen (X Jahre nach dem Bau).

Während der Wirkungskontrolle nach 10-14 Jahren bzw. nach ca. 25 Jahren ist der offene, hydraulisch wirksame Abflussquerschnitt zu kartieren, dessen durchschnittliche Breite über den ganzen Perimeter zu mitteln und mit der prognostizierten Regimebreite von 150 m zu vergleichen.

Die vermessenen Bankhöhen und Kolkiefen sind mit den prognostizierten Werten zu vergleichen.

Es empfiehlt sich, die hydraulische Abflusskapazität des Rheingerinnes periodisch ca. alle 5-10 Jahre rechnerisch zu überprüfen (vgl. Unterhaltskonzept Dossierbeilage 13). Eine erneute Berechnung mit dem Geschiebemodell ist jedoch nur im Ausnahmefall notwendig, wenn z.B. markante und kritische Abweichungen von der Soll-Sohlenlage nicht mit anderen Mitteln erklärbar sind.

Das weitere Vorgehen für den Fall, dass sich die Beobachtungen wesentlich von den Dimensionierungsannahmen des Projekts unterscheiden, ist im Unterhaltskonzept Dossierbeilage Nr. 4.10 beschrieben.

4. ERFOLGSKONTROLLE THEMENBEREICH ÖKOLOGIE

4.1 Zielsetzung

Die Erfolgskontrolle für das Projekt Aufweitung Alpenrhein Bad Ragaz - Maienfeld dient zur Überprüfung, inwieweit die im Bericht zur Umweltverträglichkeit festgelegten Ziele erreicht wurden. Einerseits soll eine Umsetzungskontrolle Aufschluss darüber geben, ob die vorgegebenen Massnahmen in quantitativer Hinsicht umgesetzt wurden, andererseits ist mit einer Wirkungskontrolle zu prüfen, ob die erwünschte positive Wirkung auf Lebensräume und Organismen auch in qualitativer Sicht erreicht wird, und wo allenfalls Verbesserungen möglich sind.

Im vorliegenden Fall bezieht sich die Erfolgskontrolle insbesondere auf die im Umweltverträglichkeitsbericht definierten Ziel- und Leitarten und die Ziellebensräume. Es sollen Aussagen gemacht werden, ob und in welchem Ausmass die definierten Arten von den getroffenen Projektmassnahmen profitiert haben. Allfällige Verbesserungsmassnahmen können über Anpassung der Nutzungs- und Pflegepläne (vgl. Pflege- Unterhalts- und Interventionskonzept) eingeflochten werden.

Ein weiterer Aspekt der Erfolgskontrolle betrifft die Neobiota (vgl. Neophyten- resp. Neozoenkonzept im UVB).

4.2 Bezug zu anderen Untersuchungen

4.2.1 Eigene Erhebungen im Rahmen der UVP

Im Rahmen der Erstellung des Umweltverträglichkeitsberichtes wurden diverse Fauna-Erhebungen im Projektperimeter durchgeführt (u. a. Avifauna, Amphibien, Reptilien, Insekten). Auf Grundlage dieser Erhebungen und auf früheren Untersuchungen (u. a. diverse Fauna-Datenbanken, Inventare, etc.) wurden im UVB Ziel- und Leitarten festgelegt.

Die für den UVB durchgeführten Erhebungen können aber nur bedingt als Referenzzustand für die Erfolgskontrolle dienen. Grund ist, dass infolge der Umgestaltung des Terrains die Erhebungs-Methodik vieler Erhebungen nicht mehr wiederholbar ist (z. B. das Aufstellen von Fallen an den gleichen Standorten, Zählen von Amphibien in den gleichen Weihern, etc.). Die Umsetzungskontrolle wird sich demzufolge auf die flächenmässige Erfassung der Ziellebensräume und die Wirkungskontrolle auf das Auftreten der definierten Ziel- und Leitarten beziehen.

4.2.2 Basismonitoring Ökologie Alpenrhein

Das Basismonitoring Ökologie Alpenrhein ist als Langzeitmonitoringprogramm angelegt, das geeignete Indikatoren (Zeiger) erfassen soll, um eine möglichst umfassende und reproduzierbare ökologische Charakterisierung des Alpenrheins vornehmen zu können. Es ist breit gefächert und wurde im Jahr 2015 zum zweiten Mal nach 2009 durchgeführt. Es behandelt die organismische Besiedlung der Flusssohle (Makrozoobenthos und Phytobenthos), die Erfassung von Jungfischhabitaten und ihre Besiedlung sowie die Besiedlung von Kiesbänken und Kiesinseln. Die Untersuchungen fanden an jeweils sechs Probestellen im Rhein und in sechs seiner wichtigsten Zuflüsse statt.

Das Basismonitoring ist somit als Dauerbeobachtung unabhängig von getroffenen Massnahmen angelegt. Es ersetzt nicht Erfolgskontrollen, die im Rahmen konkreter Massnahmen im Flussraum durchgeführt werden müssen. Solche Erfolgskontrollen, wie im vorliegenden Fall für das Aufweitungsprojekt Bad Ragaz – Maienfeld, können jedoch Kenntnisse aus dem Basismonitoring nutzen und sie mit einer inhaltlich, zeitlich und räumlich besseren Auflösung ergänzen.

4.3 Bearbeitungsumfang und Vorgehen

4.3.1 Ablauf und Organisation

Um die Planung und die Durchführung der projektbezogenen Wirkungskontrolle kümmern sich in zwei Phasen (Phase I und II) und fünf Schritten der Auftraggeber (die beiden Kantone) sowie die für die Wirkungskontrolle mandatierten Fachbüros. Das BAFU ist verantwortlich für die projektübergreifende Auswertung, die Kommunikation der Daten, sowie die Anpassungen im Gesamtkonzept.

Phase	Schritt	Bezeichnung	Beschreibung
I	1	Projektbeschreibung	Auftraggeber erstellt eine Übersicht über Revitalisierungsprojekte, für die in der Programmvereinbarungs-Periode eine Wirkungskontrolle vorgesehen ist.
	2	Berechnung des Budgets STANDARD	Mit Unterstützung des BAFU. Festlegung an der Programmvereinbarungs-Verhandlung
	3	Auswahl der Projekte und Indikator-Sets	Auftraggeber bestimmt wie das Budget STANDARD eingesetzt wird bzw. bei welchen Revitalisierungsprojekte in welchem Umfang Wirkungskontrollen durchgeführt werden und wählt die Indikator-Sets, ev. in Zusammenarbeit mit dem BAFU und den mandatierten Fachbüros.
II	4	Erhebung und Bewertung der Indikator-Sets	Es werden Vorher- und Nachher-Erhebungen durchgeführt. Grosse Projekte werden null bis zwei Jahre vor Baustart sowie vier bis sechs und zehn bis vierzehn Jahre nach Bauabschluss erhoben.
	5	Datenlieferung und Finanzreporting	Nach Abschluss der Arbeiten: Datenlieferung durch Kanton bzw. mandatierte Fachbüros.

Tabelle 2: *Ablauf und Organisation der Erfolgskontrolle von Fliessgewässerrevitalisierungen*

4.3.2 Mögliche Indikatoren

In der Praxisdokumentation des BAFU werden für die Untersuchung verschiedener Projektziele sogenannte Indikatoren-Sets aufskizziert.

Ziel	Indikatoren Set	Indikator
Morphologie <ul style="list-style-type: none"> • Vielfalt Sohle • Vielfalt Böschung, Uferbereich • Sedimentdynamik Hydrologie <ul style="list-style-type: none"> • Hydraulische Vielfalt • Seitliche Vernetzung 	1. Habitatvielfalt	<ul style="list-style-type: none"> • Sohlenstruktur • Uferstruktur • Wassertiefe • Fließgeschwindigkeit • Unterstandangebot • Substrat
	2. Dynamik	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamik Sohlenstruktur • Dynamik Uferstruktur • Veränderung Sohlenlage
	3. Vernetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Überflutungsdynamik • Uferlinie
Temperatur <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturverlauf 	4. Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur
Makrophytengemeinschaft <ul style="list-style-type: none"> • Vielfalt und Häufigkeit 	5. Makrophyten	<ul style="list-style-type: none"> • Makrophytengemeinschaft
Makrozoobenthosgemeinschaft <ul style="list-style-type: none"> • Vielfalt und Häufigkeit 	6. Makrozoobenthos	<ul style="list-style-type: none"> • Makrozoobenthosgemeinschaft
Fischgemeinschaft <ul style="list-style-type: none"> • Vielfalt und Häufigkeit 	7. Fische	<ul style="list-style-type: none"> • Fischgemeinschaft • Altersstruktur Fische • Gilden Fische
Ufer- / Auenvvegetation <ul style="list-style-type: none"> • Vielfalt und Häufigkeit 	8. Vegetation	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzenarten • Pflanzengesellschaften • Zeitliches Mosaik
Uferbereichsfauna <ul style="list-style-type: none"> • Vielfalt und Häufigkeit 	9. Avifauna	<ul style="list-style-type: none"> • Vogelarten
Gesellschaft / Wirtschaft <ul style="list-style-type: none"> • Akzeptanz 	10. Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Akzeptanz Interessengruppen
Zusätzliches spezifischeres Ziel (z. B. Libellen, Krebse, Laichgruben, Arthropoden)	11. Spezifisches Ziel	<ul style="list-style-type: none"> • Nach Absprache mit BAFU

Tabelle 3: Beschreibung der Ziele und der entsprechenden Indikatoren

4.3.3 Vorschlag Indikator-Set

Für das Aufweitungprojekt Bad Ragaz - Maienfeld wird gemäss Praxisdokumentation davon ausgegangen, dass das Indikator-Set für Einzelprojekte relevant ist (Minimum zwei, maximal sechs Indikator-Sets). Die Wahl der Indikator-Sets trifft, wie oben beschrieben, der Auftraggeber, allenfalls in Zusammenarbeit mit dem BAFU und den mandatierten Fachbüros. Um die Wirkungskontrolle für die Revitalisierung des Alpenrheinabschnitts aussagekräftig gestalten zu können, wird die Wahl folgender Indikator-Sets vorgeschlagen:

Set-Nr.	Indikator-Set	Begründung	Zielarten (vgl. UVB)
1	Habitatvielfalt	Gibt Auskunft über Morphologie und Hydrologie. Wird bei allen Wirkungskontrollen bei Revitalisierungsprojekten verlangt	-
2	Dynamik	Gibt Auskunft darüber, wie schnell und oft sich morphologische Strukturen der Sohle und der Ufer ändern.	
6	Makrozoobenthos	Ermöglicht die Beurteilung der ökologischen Qualität der Revitalisierung (morphologische und hydrologische Bedingungen, Dynamik, chemische Belastungen). Vergleichsmöglichkeiten mit Resultaten aus früheren Erhebungen	-
7	Fische	Aktuell gilt der Alpenrhein sowohl bezüglich Arten- als auch bezüglich Bestandszahl als sehr arm. Dieser Umstand wurde im gesamten Alpenrhein mehrfach untersucht, was gute Vergleichsmöglichkeiten liefert.	Äsche, Bachforelle, Groppe, Strömer
8	Vegetation	Ermöglicht eine Beurteilung der Dynamik und mögliche Beeinträchtigungen beispielsweise durch Neophyten	Zwerg-Rohrkolben, Ufer-Reitgras, Alpen-Knorpelsalat, Deutsche Tamariske, Shuttleworth's Rohrkolben, Gewöhnliche Schwarzpappel
9	Avifauna	Anhand von Vorkommen und Häufigkeit können Aussagen zu Lebensraumqualität (Brut & Nahrung) gemacht werden. Der Alpenrhein ist für die beiden definierten Zielarten das wichtigste Brutgebiet in der Schweiz.	Gänsesäger, Flussregenpfeifer, Flussuferläufer, Eisvogel, Gartengrasmücke

Tabelle 4: Indikator-Set für die Erfolgskontrolle Rheinaufweitung Bad Ragaz - Maienfeld

Die Durchführung und weitere Details für die Wirkungskontrolle sind aus den jeweiligen Beschreibungen der Indikator-Sets auf der Website des BAFU ersichtlich: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/revitalisierungen/praxisleitfaden-zur-wirkungskontrolle.html> (Zugriff im September 2020). Die Daten auf der Website werden laufend aktualisiert.

Im Rahmen der Erhebung der obigen Indikator-Sets werden auch Erkenntnisse zu den im Umweltverträglichkeitsbericht definierten Ziel- und Leitarten gesammelt und aufbereitet. Neophyten werden im Indikator-Set „Vegetation“ abgehandelt. Zusätzlich verweisen wir auf die im UVB enthaltenen Neophyten- resp. Neozoenkonzept beschriebenen Massnahmen.

4.3.4 Eigene Zielarten-Erhebung

Die im UVB aufgeführten Zielarten, die von den gewählten Indikator-Sets nicht abgedeckt sind, werden in eigenen Aufnahmen erhoben (Suche nach besonderen Arten). Diese Zielkontrolle kann erst einige Jahre nach Bau-Ende erfolgen, da das Funktionieren der Lebensräume (Sukzession) und die potentielle Einwanderung dieser Arten voraussichtlich eine bestimmte Zeit in Anspruch nehmen wird. So sind Fauna-Erhebungen während der relativ kurzen Beobachtungspause noch wenig sinnvoll.

4.3.5 Zeitplan

Ausgehend von den gewählten Indikator-Sets und den erwähnten Rahmenbedingungen wird folgender Grob-Zeitplan vorgeschlagen, welcher mit dem Themenbereich Flussmorphologie (Kap. 3.3.1) koordiniert ist:

Zeitpunkt	Indikator-Set/Erhebung	Erkenntnisse
Vor Baubeginn	Habitatvielfalt	Ausgangszustand (Zustand vor Bau)
Projektzustand nach Bauende 1. Etappe	Habitatvielfalt	Erfassung der mechanisch geschaffenen Strukturen und des Sohlensubstrats unmittelbar nach Bau
Beobachtungspause	Habitatvielfalt Dynamik Vegetation	Vergleich mit Ausgangszustand vor und Projektzustand nach Bau 1. Etappe Beurteilung der eigendynamischen Entwicklung in der 1. Etappe Erkenntnisse für Bau 2. Etappe
Projektzustand nach Bauende 2. Etappe	Habitatvielfalt	Erfassung der mechanisch geschaffenen Strukturen und des Sohlensubstrats unmittelbar nach Bau
4 – 6 Jahre nach Bauende	Alle Indikatoren-Sets Eigene Zielarten-Erhebung	Vergleich mit Zustand vor Bau (Habitatvielfalt, Ufervegetation) Beurteilung der eigendynamischen Entwicklung in der 1.+2. Etappe Evtl. Korrekturmassnahmen Zielarten-Kontrolle
10 – 14 Jahre nach Bauende	Alle Indikatoren-Sets Eigene Zielarten-Erhebung	Vergleich alle Indikatoren mit Zustand von 4 – 6 Jahre nach Bau-Ende Beurteilung der eigendynamischen Entwicklung in der 1.+2. Etappe Evtl. Korrekturmassnahmen Zielarten-Entwicklung
Ca. 25 Jahre nach Bauende	Alle Indikatoren-Sets Eigene Zielarten-Erhebung	Vergleich alle Indikatoren mit Zustand von 10-14 Jahre nach Bau-Ende Abschluss der eigendynamischen Entwicklung Zielarten-Entwicklung

Tabelle 5: Grober Zeitplan für Erfolgskontrolle Themenbereich Ökologie, in Abstimmung dem Themenbereich Flussmorphologie (Kap. 3.3.1).

4.4 Kostenschätzung

Ausgehend von der in Kap. 4.3 beschriebenen Erfolgskontrolle Ökologie, mit Bearbeitungsumfang und Zeitplan, kann mit den Kosten gemäss nachstehender Tabelle 6 gerechnet werden:

Indikator-Set	Anzahl Erhebungen	Kosten je Erhebung (CHF)	Gesamtkosten (CHF)
BAFU-Indikatoren			
Habitatvielfalt	7	9'200	64'000
Dynamik	4	3'900	16'000
Makrozoobenthos	3	3'200	10'000
Fische	3	18'900	57'000
Ufervegetation	4	4'400	18'000
Avifauna	3	2'800	8'000
Eigene Indikatoren (Zielarten)			
Fledermäuse	3	7'900	24'000
Wild- und Säugetiere	3	6'300	19'000
Reptilien	3	11'000	33'000
Amphibien	3	11'000	33'000
Insekten	3	12'600	38'000
Mollusken	3	7'900	24'000
Reserve, Unvorhergesehenes 10%			34'000
Gesamtkostenschätzung Wirkungskontrolle, exkl. MwSt.			378'000

Tabelle 6: Kostenschätzung Erfolgskontrolle Ökologie (Ausgangszustand bis 25 Jahre nach Bau-Ende)

Die Kostenschätzung für die Erhebungen der BAFU-Indikatoren-Sets basieren auf den Angaben in den jeweiligen Merkblättern der BAFU-Wirkungskontrolle Revitalisierung. In den Kosten für die eigene Zielarten-Erhebung ist auch ein Anteil für weiterführende Zielarten-Erhebung im Rahmen der BAFU-Indikatoren-Sets Fische, Vegetation und Avifauna enthalten.

Uznach/Davos/Mels, 30.09.2020

ARGE NiPo / Herzog / Tuffli

Ivo Berger, Hannes Schumacher, Reto Wanner, Roger Kolb