

Renaturierung der Gewässer

Phase I Strategische Planung

Sanierung Schwall-Sunk

Ganzer Kanton

Schlussbericht

Vom 11. November 2014

Schwall-Sunk Sanierung Kanton Schwyz



Schlussbericht

Dokument Nr. 1217-B-02
Datum Entwurf: 17.10.2014
Datum Endfassung: 11.11.2014

Impressum

Auftraggeber: Amt für Wasserbau · Bahnhofstrasse 9 · Postfach 1214 ·
CH-6431 Schwyz

Auftragnehmer: AquaPlus AG
Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug

Projektleitung: Barbara Imhof

Mitarbeiter: Lukas Boller · Mathieu Camenzind · Ute Karaus · Fabian Peter ·
Christina Riedl · Ernst Roth

Zitiervorschlag: AquaPlus 2014: Schwall-Sunk Sanierung Kanton Schwyz.
Schlussbericht. Im Auftrag des Amts für Wasserbau, Schwyz.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangslage	1
1.2 Auftrag	1
2 Methodik	2
2.1 Schnelltest	3
2.2 Grundbewertung	12
2.3 Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung	14
2.4 Ökologisches Potential	15
2.5 Massnahmen	16
3 Literaturverzeichnis	16

Zusammengassung der Sanierungsmassnahmen	Register 1
---	------------

Einzugsgebiet Zürichsee (SZ)

Krebsbach - KW Bäch	Register 2
Wägitaleraa - KW Wägital	Register 3

Einzugsgebiet Lauerzersee

Schäfbodenbach - KW Schuler	Register 4
-----------------------------	------------

Einzugsgebiet Vierwaldstättersee

Muota - KW Bisisthal	Register 5
Muota - KW Hinterthal	Register 6
Muota - KW Wernisberg	Register 7

Nicht behandelte Kraftwerke - Notausgang

Sihl - KW Feusisberg	Register 8
Spreitenbach - KW Ruoss-Kistler	
Gersauer Dorfbach - KW Camenzind	

ANHANG

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Im Rahmen des revidierten Gewässerschutzgesetzes (SR 814.20; GSchG) und der revidierten Gewässerschutzverordnung (SR 814.201; GSchV), beide vom 1. Januar 2011, sind die Kantone aufgefordert u.a. die strategische Planung zur Sanierung von durch Schwallbetrieb erzeugten wesentlichen Beeinträchtigungen in Fließgewässern anzugehen. Sanierungspflichtige Kraftwerke sind bis am 31. Dezember 2030 zu sanieren. Die Kantone planen die notwendigen Sanierungsmassnahmen und legen die Fristen zu deren Umsetzung fest.

Dazu muss von den Kantonen in einer ersten Phase ein Zwischenbericht mit einer Liste der bestehenden Wasserkraftwerke, die Abflussschwankungen verursachen können, beim Bund (Bundesamt für Umwelt, BAFU) bis zum 30. Juni 2013 eingereicht werden. Gemäss GschV Anhang 4a sind darin folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Pro Einzugsgebiet eine Liste der Kraftwerke, welche Schwall/Sunk erzeugen könnten.
- Angaben darüber, welche Anlagen in welchen Gewässerabschnitten wesentliche Beeinträchtigungen an einheimischen Tieren und Pflanzen sowie deren Lebensräume durch Schwall/Sunk verursachen.
- Beurteilung des ökologischen Potenzials der wesentlich beeinträchtigten Abschnitte und das Ausmass der Beeinträchtigung.
- Für jede Anlage, die wesentliche Beeinträchtigungen verursacht, mögliche Sanierungsmassnahmen.
- Falls Sanierungsmassnahmen noch nicht festgelegt werden können, Frist innert welcher diese Angaben dem BAFU abgeliefert werden.

Die erste Phase wird von den Kantonen bis zum 30. Dezember 2014 mit einem Schlussbericht abgeschlossen, welcher folgende Elemente enthält (GSchV Anhang 4a):

- Liste mit Kraftwerksanlagen, die Sanierungsmassnahmen zur Beseitigung von wesentlichen Beeinträchtigungen treffen müssen Angaben zu den vorgesehenen Massnahmen sowie den Fristen, innert welchen diese Massnahmen geplant und umgesetzt werden.
- Angaben darüber, wie diese Massnahmen mit anderen Sanierungsmassnahmen zum Lebensraum- und Hochwasserschutz abgestimmt werden.
- Falls Sanierungsmassnahmen noch nicht festgelegt werden können, Frist innert welcher die fehlenden Angaben dem BAFU abgeliefert werden.

1.2 Auftrag

Der Auftrag für den Zwischenbericht umfasste zwei Teile, einerseits wurde die Firma AquaPlus vom Amt für Wasserbau des Kantons Schwyz am 29. Oktober 2012

beauftragt, Erhebungen zur Beurteilung des Ausmasses der Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk an der Muota im EZG Vierwaldstättersee durchzuführen. Dabei werden die Indikatoren des Schnelltests untersucht.

Der Auftrag für die Schwall-Sunk-Abklärungen im restlichen Kanton (EZG Zürichsee und Lauerzersee) wurde am 27. März 2013 ebenfalls durch das Amt für Wasserbau Schwyz erteilt. Untersucht wurden sowohl die Indikatoren des Schnelltests als auch jene der Grundbewertung, welche die Auswirkungen von Schwall-Sunk spezifischer erfassen.

Falls eine wesentliche Beeinträchtigung vorliegt, werden mögliche Massnahmenvarianten zur Sanierung genannt.

Nach Vorlage des Zwischenberichtes und der Besprechung des Zwischenberichtes mit Vertretern des BAFU (25.3.2014) wurde die Firma AquaPlus im Juni 2014 vom Amt für Wasserbau des Kantons Schwyz beauftragt, den Zwischenbericht gemäss der Stellungnahme des BAFUs (ANHANG C) zu überarbeiten und den Schlussbericht zu erstellen.

Der vorliegende Bericht soll dem Amt für Wasserbau als Basis für den Schlussbericht ans BAFU im Rahmen der strategischen Planung dienen.

2 Methodik

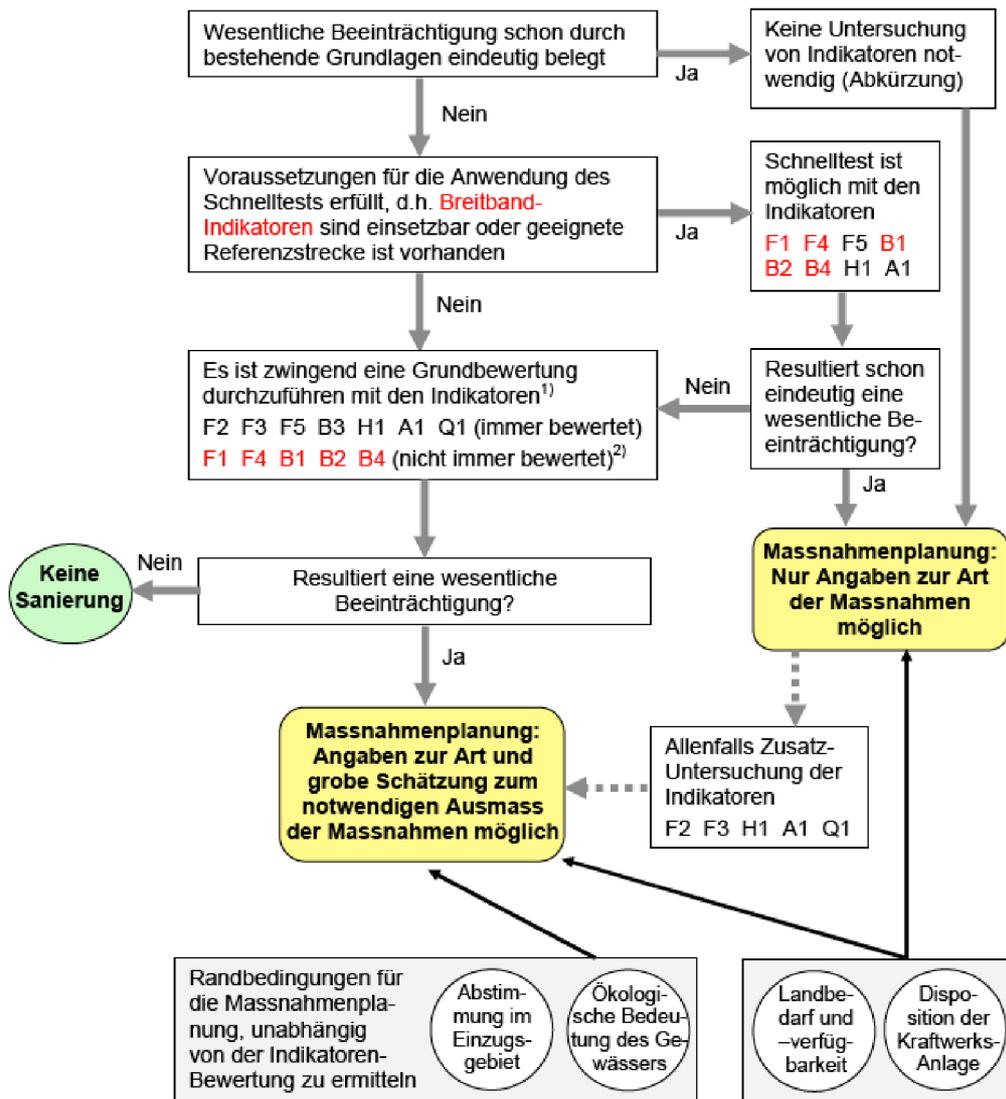
Damit ein Schwall verursachendes Kraftwerk gemäss GSchG saniert werden muss, ist eine wesentliche Beeinträchtigung der einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume nachzuweisen. Dazu sind die nachfolgenden Bedingungen Voraussetzung:

- Das Kraftwerk muss Abflussschwankungen verursachen.
- Nach GSchV Art. 41e Bst. a muss die Abflussmenge bei Schwall mindestens 1.5-mal grösser sein als bei Sunk.
- Die standortgerechte Menge, Zusammensetzung und Vielfalt der pflanzlichen und tierischen Lebensgemeinschaften muss durch Schwall-Sunk nachteilig verändert sein.

Die Überprüfung einer wesentlichen Beeinträchtigung erfolgt über verschiedene Indikatoren, welche in Schnelltest und Grundbewertung unterteilt werden. Der Planungs- und Untersuchungsablauf aus der Wegleitung des Bundes (Baumann et al. 2012) ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Bewertung erfolgte grundsätzlich gemäss Baumann et al. (2012). Bei einigen Indikatoren wurde die Methodik angepasst bzw. vereinfacht. Diese Abweichungen werden bei den einzelnen Indikatoren beschrieben.

Abb 1: Möglicher **Planungs- und Untersuchungsablauf** mit den jeweils zu untersuchenden Indikatoren und mit der detaillierten Vorgehensweise für die drei Schritte «Abkürzung», «Schnelltest» und «Grundbewertung» aus Baumann et al. (2012).

Die rot hervorgehobenen **Breitband-Indikatoren** können nur unter bestimmten Voraussetzungen uneingeschränkt angewendet werden (Kap. 2.4.2).



¹ Indikatoren, die schon beim Schnelltest eingesetzt worden sind, müssen bei der Grundbewertung nicht mehr zwingend untersucht werden, eine nochmalige Aufnahme wird aber empfohlen (Kap. 2.5.2).
² Die Breitband-Indikatoren werden auch bei der Grundbewertung mit untersucht. Sie können aber nur bewertet werden, wenn die Voraussetzungen dafür erfüllt sind

2.1 Schnelltest

Zur Beurteilung, ob die durch den Kraftwerksbetrieb bedingten Abflussschwankungen die Gewässerlebensräume wesentlich beeinträchtigen oder nicht, wird in erster Linie ein sogenannter Schnelltest durchgeführt (Baumann et al. 2012). Damit der Schnelltest durchgeführt werden kann, sind einige grundsätzliche Bedingungen einzuhalten:

- Es müssen morphologisch natürliche/naturnahe oder leicht beeinträchtigte Strecken vorliegen.
- Bei komplexen Situationen mit sich überlagernden Schwällen muss der Anteil jedes einzelnen Kraftwerks an der Gesamtbeeinträchtigung abgeschätzt werden können.

Die Auswahl der Referenzstrecken war aufgrund der vorhandenen Situationen nicht immer gemäss Baumann et al. (2012) möglich. In den Bächen Wägitaleraa, und Schäfbodenbach konnten keine Referenzstrecken gefunden werden. Im Krebsbach wurde eine ökomorphologisch wenig beeinträchtigte Vollwasserstrecke als Referenz herangezogen. In der Muota war es aufgrund der komplexen hydrologischen Situation nicht möglich Vollwasserstrecken als Referenz heranzuziehen, es wurde jedoch meist eine ökomorphologisch wenig beeinträchtigte Restwasserstrecke herangezogen. Auf eine explizite Beurteilung der Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk aufgrund des Vergleiches von Schwall-Sunk beeinflussten Strecken mit Referenzstrecken wurde verzichtet, da Restwasserstrecken bereits eine mehr oder weniger starke ökologische Beeinträchtigung aufweisen und ein direkter Vergleich nicht zulässig ist.

2.1.1 Indikator F1 Modul-Stufen-Konzept Modul Fische Stufe F

Der fischökologische Zustand wurde nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische, Stufe F (Schager & Peter 2004) erhoben und ausgewertet.

Es wurde halbquantitativ und nach Möglichkeit an ein Hindernis heran gefischt, um ein Entweichen von Fischen am oberen Streckenende zu verhindern. Alle gefangenen Fische wurden entnommen, mit Nelkenöl betäubt und auf die Art bestimmt. Besondere Merkmale wie Deformationen, Verpilzungen, flächige Schuppenverluste, Parasitenbefall oder Verletzungen wurden ebenfalls festgehalten. Nach der Vermessung wurden die Fische so lange in einem Becken gehältert, bis sie sich wieder vollständig erholt hatten und anschliessend wieder verteilt über die Gewässerstrecke ausgesetzt. Die Auswertung erfolgte nach Schager & Peter (2004). Tabelle 1 zeigt zusammenfassend die Bewertungskriterien sowie deren zugehörige Punktezahle aller vier verwendeten Parameter.

Tab. 1: Bewertung des fischökologischen Zustands (nach Schager & Peter 2004).

Parameter 1				Punkte
a) Artenspektrum				
Standortgerechtes Artenspektrum entsprechend der Fischregion				0
Mässig verändertes Artenspektrum in Bezug auf die Fischregion/das erwartete Artenspektrum (wenige/individuelle Arten fehlen oder sind nicht fischregionstypisch; einzelne Exoten)				1
Untypisches Artenspektrum (massive Artenreduktion; untypische Fischarten; Exoten mehr als Einzelfund)				2
b) Dominanzverhältnis				
Dominanz der Indikatorarten/weiterer typischer Arten				0
Dominanz der toleranten Arten				1
Dominanz der untypischen Arten/Exoten				2
Parameter 2				Punkte
Populationsstruktur der Indikatorarten				
a) Bachforelle (Altersklassen und 0⁺-Fischdichte)				
Sehr gut				0
Gut				1
Mittel				2
Schlecht				3
Sehr schlecht				4
b) Wanderarten, Äsche, Kleinfischarten (0⁺-Fische bzw. verschiedene Altersstadien)				
Vorhanden				0
Nicht vorhanden				4
Parameter 3				Punkte
Fischdichte der Indikatorarten				
a) Bachforellendichte (Ind/ha)				
	Mittelland	Voralpen	Alpen	0
Hoch	>2500	>2000	>500	2
Mittel	1000 - 2500	500 - 2000	200 - 500	4
Gering	<1000	<500	<200	
b) durchschnittliche Dichte aller anderen Indikatorarten				
Hoch				0
Mittel				2
Gering				4
Parameter 4				Punkte
Deformationen/Anomalien				
Keine bzw. vereinzelt (<1 %)				0
Wiederkehrend (1 – 5 %)				2
Häufig (>5 %)				4

Die Anzahl der vergebenen Punkte steigt mit der Abweichung vom unter natürlichen Bedingungen zu erwarteten Zustand, das heisst, je mehr Punkte vergeben werden, desto schlechter wird der jeweilige Parameter eingestuft. In der Tabelle 2 sind die Bewertungsstufen aufgelistet.

Tab. 2: Fischökologischer Zustand (nach Schager & Peter 2004).

Bewertung	Zustand	Punktezahl
	sehr gut	0 - 1
	gut	2 - 5
	mässig	6 - 9
	unbefriedigend	10 - 13
	schlecht	14 - 16

2.1.2 Indikator F4 Reproduktion der Fische

Stellvertretend für die Reproduktion der Fischfauna, wie in der Wegleitung (Baumann et al. 2012) empfohlen, wurde die Reproduktion der Bachforelle beurteilt. Dazu wurden die Ergebnisse der Befischungen (vgl. Indikator F1) herangezogen und hinsichtlich der Sömmerlingsdichte (Dichte der 0⁺-Fische) ausgewertet. Die Berechnung erfolgte nach Schager & Peter (2004). Die Bewertung der Sömmerlingsdichte erfolgte nach Tabelle 3.

Tab. 3: Reproduktion der Bachforelle (nach Schager & Peter 2004)

Bewertung	Zustand	Sömmerlingsdichte (Ind/ha)		
		Alpen	Voralpen	Mittelland/Jura
	sehr gut	>400	>2000	>2500
	gut	300 - 400	1000 - 2000	1500 - 2500
	mässig	200 - 300	500 - 1000	1000 - 1500
	unbefriedigend	100 - 200	250 - 500	250 - 1000
	schlecht	<100	<250	<250

2.1.3 Indikator F5 Produktivität der Fische

Aus dem Nassgewicht der Makrozoobenthosbiomasse (vgl. Indikator B1) wurde eine Abschätzung des Ertragsvermögens der Gewässer vorgenommen. Das fischereiliche Ertragsvermögen wurde gemäss Vuille (1997) nach unten stehender Formel abgeschätzt:

$$K = 10 * B * k1 * k2 * k3$$

K: fischereiliche Ertragsfähigkeit

Maximal möglicher fischereilicher Ertrag oder Jahreshektarertrag in kg/ha*Jahr.

B: Bonitätsfaktor

Der Bonitätsfaktor widerspiegelt den Wert eines Fischgewässers hinsichtlich des Angebotes an autochthonen (im Wasser lebenden) und allochthonen (Insektenanflug) Nährtieren. Anflug als Nahrungsbestandteil spielt nur im Sommerhalbjahr eine Rolle. Die Bestimmung des modifizierten Bonitätsfaktors erfolgte gemäss Tabelle 4 nach Vuille (1997).

Tab. 4: Ermittlung des **Bonitätsfaktors B** anhand der Biomasse der Makroinvertebraten verändert nach Vuille (1997).

	Nährtierbestand [g/m ²]	Bonitätsfaktor B
«arme Gewässer»	0 - 1.5	0.5
	1.5 - 3	1.0
	3 - 4.5	1.5
	4.5 - 6	2.0
	6 - 8	2.5
	8 - 10	3.0
	10 - 15	3.5
«mittlere Gewässer»	15 - 20	4.0
	20 - 25	4.5
	25 - 30	5.0
	30 - 35	5.5
	35 - 40	6.0
	40 - 45	6.5
	45 - 50	7.0
«reiche Gewässer»	50 - 55	7.5
	55 - 60	8.0
	60 - 65	8.5
	65 - 70	9.0
	70 - 80	9.5
	> 80	10.0

k1: mittlere Jahreswassertemperatur

0.75 = Sommertemperaturen <12 °C

1.00 = Sommertemperaturen >12 °C

1.25 = Sommertemperaturen >16 °C

1.50 = Sommertemperaturen >18 °C

1.75 = Seeausflüsse im Mittelland

k2: Lebensraumfaktor

Für die Beurteilung der Strukturvielfalt wurde vereinfachend die Ökomorphologie herangezogen (ohne Berücksichtigung der Durchgängigkeit).

0.5 = Klasse 4

0.75 = Klasse 3

1 = Klasse 2

1.5 = Klasse 1

k3: Fischregion

1.00 = Forellenregion

1.25 = Äschenregion

1.50 = Barbenregion

2.00 = Brachsenregion

Zur Beurteilung der fischereilichen Produktion (Bonitierung) wurde der Jahreshektarertrag unter Berücksichtigung der Meereshöhe gemäss der Tabelle 5 bewertet.

Tab. 5: Fischreiliche Produktion (nach Baumann et al. 2012).

Bewertung	Zustand	Jahreshektarertrag		
		<500 m.ü.M	500 - 1000 m.ü.M	>1000 m.ü.M
	sehr gut	≥60 kg	≥40 kg	≥30 kg
	gut	41 - 60 kg	31 - 40 kg	21 - 30 kg
	mässig	31 - 40 kg	21 - 30 kg	11 - 20 kg
	unbefriedigend	21 - 30 kg	11 - 20 kg	6 - 10 kg
	schlecht	≤20 kg	≤10 kg	≤5 kg

2.1.4 Indikator B1 Biomasse des Makrozoobenthos

Der Indikator B1 wurde gemäss der Wegleitung nach Baumann et al. (2012) ermittelt, er vergleicht die Biomasse des beprobten Makrozoobenthos mit einem berechneten Sollwert. Die Probenahmen für den Indikator B1 erfolgten nach Stucki (2010). Die Biomasse-Werte der untersuchten Stellen wurde mit einem Biomasse-Sollwert verglichen, der aufgrund der Meereshöhe ermittelt wurde und sich nach folgender Formel berechnen lässt (Jungwirth et al. 1980):

$$BM = 1 / [(0.000261 * H) - 0.032]$$

BM = Biomasse (Nassgewicht) in g/m²

H = Meereshöhe in m.ü.M.

Die Bewertung des Indikators B1 erfolgte durch einen Vergleich zwischen gemessener Biomasse und dem entsprechenden Sollwert (Baumann et al. 2012) gemäss Tabelle 6.

Tab. 6: Biomasse Makrozoobenthos (nach Baumann et al. 2012)

Bewertung	Zustand	Anteil an der Soll-Biomasse
	sehr gut	≥80 %
	gut	61 - 80 %
	mässig	46 - 60 %
	unbefriedigend	30 - 45 %
	schlecht	<30 %

2.1.5 Indikator B2 Modul-Stufen-Konzept Modul Makrozoobenthos Stufe F

Die Probenahmen für den Indikator B2 erfolgte ebenfalls nach Stucki (2010) und entspricht dem Vorgehen gemäss dem Modul-Stufen-Konzept, Modul Makrozoobenthos, Stufe F. Dabei werden die Proben nach Organismengruppen ausgezählt. Die vorgefundene Diversität und die Empfindlichkeit gewisser festgestellter Indi-

katororganismen ergeben anschliessend den IBCH. Für die Bewertung wird die Abstufung gemäss Stucki (2010) verwendet (Tabelle 7).

Tab. 7: MSK Modul Makrozoobenthos (nach Stucki 2010).

Bewertung	Zustand	IBCH
	sehr gut	17 - 20
	gut	13 - 16
	mässig	9 - 12
	unbefriedigend	5 - 8
	schlecht	0 - 4

2.1.6 Indikator B4 EPT-Familien des Makrozoobenthos

Die Probenahmen für den Indikator B4 erfolgte ebenfalls nach Stucki (2010) und richtet sich nach dem Vorgehen gemäss dem Modul-Stufen-Konzept, Modul Makrozoobenthos, Stufe F. Der biologische Zustand wird aufgrund der Anzahl Familien der Insekten-Grossgruppen Ephemeroptera (Eintagsfliegenlarven), Plecoptera (Steinfliegenlarven) und Trichoptera (Köcherfliegenlarven) ("EPT-Familien") ermittelt (Tabelle 8).

Tab. 8: Anzahl EPT -Familien (nach Baumann et al. 2012).

Bewertung	Zustand	Anzahl EPT-Familien
	sehr gut	>12
	gut	8 - 12
	mässig	5 - 7
	unbefriedigend	2 - 4
	schlecht	0 - 1

2.1.7 Indikator H1 Kolmation

Es wurde im Vergleich zu Baumann (2012) ein vereinfachtes Verfahren gewählt und auf die Beprobung der Schwebstoffkonzentrationen verzichtet, da die Beprobung im Hochwinter aufgrund der Vergabe des Auftrages im März (EZG Zürichsee u. Lauerzersee) oder aufgrund des Aufwandes (EZG Muota) nicht möglich war. Stattdessen wurde die Kolmation direkt bei Sunk gemessen. Es wurde dabei unterschieden zwischen innerer Kolmation im trockenen Bereich und innerer Kolmation im benetzten Bereich. Als Grundlage für die Erhebung der inneren Kolmation im trockenen Bereich diente die Publikation von Schälchli (2002) und für die Erhebung der inneren Kolmation im benetzten Bereich das Modul "Äusserer Aspekt" von Binderheim et al. (2007). Für die Gesamtbewertung der Kolmation wurde, wo vorhanden, ausschliesslich die innere Kolmation im trockenen Bereich berücksichtigt (Tabelle 9). An Gewässerabschnitten, wo aufgrund der Abflussverhältnisse bei Schwall sowie Sunk eine Beprobung im trockenen Bereich verunmöglicht war, wurde die innere Kolmation im benetzten Bereich verwendet. Auf die Aggregation der beiden Bewertungen, wo vorhanden, wurde verzichtet,

da mit der Methode Schälchli (2002) die innere Kolmation im trockenen Bereich nachvollziehbar aufgenommen und bildlich festgehalten werden kann. Die Beprobung im benetzten Bereich kann je nach Wasserstand nur erschwert beurteilt werden. Zudem werden die freigelegten Sedimente durch die Strömung aufgewirbelt und verfrachtet.

Tab. 8: Bewertung der Kolmation nach Schälchli (2002) und Binderheim et al. (2007).

Bewertung	Innere Kolmation, trockener Bereich (Schälchli 2002)	Innere Kolmation, benetzter Bereich (Binderheim 2007)
	keine	keine
	schwache	
	mittlere	leicht-mittel
	starke	
	vollständig	stark

2.1.8 Indikator A1 Mindestabfluss

Zur Prüfung, ob die Restwasserabflüsse nach GSchG eingehalten sind, wurden nebst der Abschätzung des Q_{\min} nach GSchG Art. 31 Abs. 1 Längsprofile erhoben. Mit den Längsprofilen liess sich abschätzen, ob auch das Q_{\min} nach GSchG Art. 31 Abs. 2 Bst. d (erforderliche Wassertiefe zur Gewährleistung der freien Fischwanderung) eingehalten wird. Sie sollen stellvertretend für die Einschätzung der minimal notwendigen Restwassermenge bzw. für den minimal zulässigen Sunk beurteilt werden.

Entlang der jeweils tiefsten Stelle im Querprofil (entlang des Talwegs) wurden in den Untersuchungsstrecken die Wassertiefen in einem Abstand eines kurzen Schrittes (ca. 0.5 m) auf einer Länge von jeweils rund 100 m erhoben. Die Längsprofile wurden je bei einem typischen Schwall- bzw. Sunkabfluss im Rahmen der Dotierversuche aufgenommen. Der jeweilige Abfluss wurde in den Untersuchungsstrecken mittels der Salzverdünnungsmethode (4-Sondenmessgerät) gemessen.

Folgende Kenngrössen wurden zur Bestimmung der erforderliche Wassertiefen, welche eine freien Fischwanderung gewährleisten, herangezogen:

Fische benötigen für ihre Wanderungen in der Regel ganzjährig eine durchgehende Rinne von mindestens 20 cm Tiefe (Botschaft zur Revision des Gewässerschutzgesetzes, BBl 1987 II, S. 1133). Gemäss Estoppey et al. (2000) sind aber nicht diese 20 cm, sondern die ökologischen Ansprüche der vorhandenen Fischarten entscheidend.

Generell sind für Bachforellen Wassertiefen von 20 - 30 cm notwendig. In einer Wegleitung des Kantons St. Gallen (Aquarius 2000) wird für die deutlich grösseren Seeforellen eine Rinne von 30 cm empfohlen. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass nebst der erforderlichen Tiefe auch eine gewisse Minimalbreite der Rinne notwendig ist. Nach neueren Erkenntnissen (Dehus 2005) gelten Wassertiefen mit mindestens der 2-fachen Körperhöhe der mittleren Maximalhöhe der vor-

kommenden Fischarten als ideal. Im Folgenden werden drei Bereiche der Wassertiefen zur Beurteilung der Fischwanderung unterschieden:

- a) Zur Gewährleistung der Fischwanderung dürfen kritische Wassertiefen (Körperhöhe des Fisches) nicht unterschritten werden. Auf kürzere Distanzen können kritische Wassertiefen von Fischen gerade noch überwunden werden. Bei einer geringeren Wassertiefe als die Körperhöhe kann eine Distanz von max. 2 m bewältigt werden (Dehus 2005). Längere Strecken können nur noch von einzelnen Individuen mit grossem Kraftaufwand überwunden werden, für einen Grossteil der Fische sind sie aber nicht überwindbar und gelten deshalb als Wanderhindernisse. Folgende kritischen Wassertiefen wurden für die Untersuchung herangezogen (nach Dehus 2005 und Schneider 2009):
 - Bachforelle <12 cm
 - Seeforelle <18 cm
- b) Als suboptimale Wassertiefe (eingeschränkte Durchwanderbarkeit) werden Wassertiefen eingestuft, die zwischen der kritischen und der optimalen Wassertiefe liegen. Bei suboptimalen Wassertiefen sind mit Einschränkungen der Durchwanderbarkeit (erhöhter Energieaufwand) für Fische zu rechnen. Je näher sie bei der kritischen Wassertiefe liegen, desto grösser sind die Einschränkungen der Durchwanderbarkeit für Fische einzustufen. Einzelne kurze Distanzen mit suboptimaler Wassertiefe sind jedoch zulässig, damit eine Durchwanderbarkeit noch möglich ist.
- c) Als optimale Wassertiefen (uneingeschränkte Durchwanderbarkeit) werden Wassertiefen angesehen, die es Fischen erlauben eine Gewässerstrecke ohne Einschränkungen bzw. ohne übermässigen Kraftaufwand zu durchschwimmen. Für die Untersuchung wurden folgende optimale Wassertiefen herangezogen (Dehus 2005 und Schneider 2009):
 - Bachforelle ≥ 20 cm
 - Seeforelle ≥ 36 cm

Die Bestimmung des minimalen Abflusses zur Gewährung der Fischdurchgängigkeit orientiert sich nach unserer Einschätzung an folgenden Bedingungen (Minimalkriterien):

- auf dem Grossteil (≥ 70 %) der Untersuchungsstrecke liegen optimale Wassertiefen vor
- kritische Wassertiefen sind nur vereinzelt auf kurzen Distanzen ≤ 2 m vorhanden
- suboptimale Wassertiefen sind nur vereinzelt auf kürzeren Distanzen vorhanden (≤ 5 m)

Die Bewertung des Mindestabflusses erfolgte gemäss Tabelle 9.

Tab. 9: Mindestabfluss
nach Art. 31 - 33
GSchG

Bewertung	Zustand	Anforderungen
	gut	erfüllt
	schlecht	nicht erfüllt

Es wurde stellvertretend die Fischgängigkeit nach Art. 31. Abs. 2 Bst. d bewertet

2.2 Grundbewertung

Ergänzend zu den Indikatoren des Schnelltests wurden in den Einzugsgebieten Zürichsee und Lauerzersee die nachfolgenden Indikatoren der Grundbewertung gemäss Baumann et al. (2012) untersucht¹. Diese Indikatoren gelten als schwall-spezifisch und können demnach auch aussagekräftigere Hinweise zum Umfang der Sanierungsmassnahmen geben.

2.2.1 Indikator F2 Stranden von Fischen

Für die Bewertung des Strandrungsrisikos von Fischen in den Einzugsgebieten von Zürichsee und Lauerzersee wurde ein vereinfachtes Verfahren gewählt und auf die Erstellung eines hydraulischen Modells verzichtet. Die erforderlichen Parameter für die Bewertung wurden direkt während den Dotierversuchen im Feld aufgenommen. Für die Beurteilung an der Muota kamen 2D-Abflussmodelle zum Einsatz. Die Auswertung erfolgte jedoch abweichend von der Wegleitung (Baumann et al. 2012).

Die Abschätzung der trocken fallenden Fläche beim Wechsel von Schwall- zu Sunkabfluss erfolgte durch die Aufnahme von Querprofilen. Dafür wurden möglichst repräsentative Querprofile ausgewählt und jeweils bei Sunk- und bei Schwallabfluss vermessen. Die jeweils benetzten Flächen wurden mit dem Anteil der Untersuchungsstrecke, für welche das jeweilige Querprofil repräsentativ ist, multipliziert. Durch die Differenz der benetzten Flächen im Verhältnis zur benetzten Fläche bei Schwall konnte der Anteil an trocken fallender Fläche bei Sunk ermittelt werden (Tabelle 10).

Tab. 10: Anteil trocken fallende Fläche bei Sunk (nach Baumann et al. 2012)

Bewertung	Zustand	Anteil tr. fall. Fläche [%]
	sehr gut	<10
	gut	10 - 30
	mässig - schlecht	>30

Zur Bestimmung des Wasserandrückgangs bei abklingendem Schwall wurde in der Untersuchungsstrecke ein Pegel gesetzt und während des Schwallrückgangs die Pegeländerung pro Zeit gemessen. Die Bewertung der Geschwindigkeit des Schwallrückgangs erfolgte nach Tabelle 11.

¹ Bei den Muotakraftwerken wurde lediglich der Indikator F2 (Stranden von Fischen) beurteilt.

Tab. 11: Geschwindigkeit des Schwallrückgangs (nach Baumann et al. 2012)

Bewertung	Zustand	Geschw. des Schwallrückgangs [cm/min]
	sehr gut	<0.3
	gut	0.3 - 0.5
	mässig - schlecht	>0.5

2.2.2 Indikator F3 Laichareale der Fische

Zur Beurteilung des Einflusses durch Schwall-Sunk auf potenzielle Laichareale wurde auf eine hydraulische Modellierung gemäss Baumann et al. (2012) verzichtet und stattdessen eine gutachterliche Einschätzung im Rahmen der Dotierversuche vorgenommen. Stellvertretend für die gesamte Fischfauna wurde das potenzielle Laichhabitat der Bachforelle bei Sunk und bei Schwall gutachterlich eingeschätzt. Dazu wurde folgendermassen vorgegangen:

1. Das potenzielle Laichhabitat für die Bachforelle bei Sunkabfluss wurde grob abgeschätzt (Kategorien: kein, wenig, mittel oder viel Laichhabitat).
2. Bei Schwallabfluss wurde beurteilt, ob die Sohle an Stellen mit potenziellem Laichsubstrat stabil bleibt oder nicht. Allenfalls wurde das bei Sunk festgestellte Habitatangebot um den Anteil mit instabiler Sohle bei Schwall verringert (Kategorien: kein, wenig, mittel oder viel Laichhabitat)
3. Das abgeschätzte Laichhabitat wurde mit dem unter unbeeinträchtigter Hydrologie (sofern bekannt) vorhandenen Laichhabitat verglichen und die Differenz nach Tabelle 12 bewertet.

Tab. 12: Differenz zw. nat. und bei Schwall/Sunk vorhandenem pot. Laichhabitat

Bewertung	Zustand	Differenz
	gut	keine - gering
	mässig	mittel
	schlecht	gross

2.2.3 Indikator B3 Längszonation des Makrozoobenthos

Die Probenahmen für den Indikator B3 erfolgte ebenfalls nach Stucki (2010) und entspricht dem Vorgehen gemäss dem Modul-Stufen-Konzept, Modul Makrozoobenthos, Stufe F. Dabei werden die Proben möglichst auf Art- oder Gattungsniveau bestimmt. Für die ausreichend genau bestimmten Taxa kann die längenzonale Einstufung zu einem integrierenden Längenzonationsindex (LZI) für die ganze Probe verrechnet werden. Dieser Wert wird mit der biozönotischen Region verglichen, welche für das Untersuchungsgewässer anhand der abiotischen Kenngrössen Breite, Gefälle und allenfalls Temperatur berechnet wurde (Tabelle 13).

**Tab. 13: Längenzonati-
on Makrozoobenthos**
(nach Baumann et al.
2012)

Bewertung	Zustand	Abweichung vom Sollwert
	sehr gut	$< \pm 0,25$ Einheiten
	gut	$\pm 0,25$ bis $< \pm 0,5$ Einheiten
	mässig	$\pm 0,5$ bis $< \pm 0,75$ Einheiten
	unbefriedigend	$\pm 0,75$ bis ± 1 Einheit
	schlecht	> 1 Einheit

2.2.4 Indikator Q1 Temperatur

Dieser Indikator bewertet die kurzfristigen, schwallbedingten Veränderungen der Wassertemperatur. Aufgrund der fehlenden Datengrundlagen konnte dieser Indikator nicht bewertet werden.

2.3 Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung

Zur Beurteilung, ob eine wesentliche Beeinträchtigung an einheimischen Tieren und Pflanzen sowie deren Lebensräumen durch Schwall-Sunk vorliegt, wurde nach der Wegleitung (Baumann et al. 2012) vorgegangen.

Gemäss der Wegleitung ist die Beeinträchtigung als wesentlich einzustufen, falls beim Schnelltest oder bei der Grundbewertung:

- mindestens ein Indikator einen schlechten Zustand anzeigt (Farbe rot) oder
- mindestens zwei Indikatoren einen unbefriedigenden Zustand anzeigen (Farbe orange) oder
- mindestens drei Indikatoren einen mässigen Zustand anzeigen (Farbe gelb)

Die Bestimmung der wesentlichen Beeinträchtigung erfolgte pro Untersuchungsstrecke. Lagen mehrere Untersuchungsstrecken vor, wurden Aussagen bezüglich der gesamten Schwallstrecke anhand der Aggregation der einzelnen Untersuchungsstrecken gemacht. Das heisst, es wurden sowohl die Ergebnisse der einzelnen Indikatoren pro Untersuchungsstrecke wie auch die Gesamtbewertung der jeweiligen Untersuchungsstrecke nach dem "worst case"-Prinzip aggregiert. Dementsprechend wurde jeweils die schlechteste Bewertung pro Indikator und Strecke für die Bewertung der gesamten Schwallstrecke herangezogen.

2.3.1 Grad der Beeinträchtigung

Der Grad der Beeinträchtigung zeigt an wie stark die jeweilige Strecke aufgrund von Schwall-Sunk negativ beeinflusst wird. Er steht in direktem Zusammenhang mit der Anzahl an Indikatoren der Grundbewertung die einen mässigen, unbefriedigenden oder schlechten Zustand aufweisen. Zur Beurteilung des Beeinträchtigungsgrades wurden bewusst die Indikatoren der Grundbewertung herangezogen, da diese eine Schwall-Sunk spezifische Beurteilung des Gewässerzustandes zu lassen.

Demnach wird von einer **mässigen Beeinträchtigung** gesprochen wenn:

- mindestens drei Indikatoren einen mässigen Zustand anzeigen oder
- mindestens zwei Indikatoren einen unbefriedigenden Zustand anzeigen oder
- mindestens ein Indikator einen schlechten Zustand anzeigt.

Eine **starke Beeinträchtigung** liegt dann vor wenn:

- mindestens vier Indikatoren einen mässigen Zustand anzeigen oder
- mindestens drei Indikatoren einen unbefriedigenden Zustand anzeigen oder
- mindestens zwei Indikatoren einen schlechten Zustand anzeigen.

Eine **sehr starke Beeinträchtigung** ist dann vorhanden, wenn:

- mindestens vier Indikatoren einen unbefriedigenden Zustand anzeigen oder
- mindestens drei Indikatoren einen schlechten Zustand anzeigen.

Wurde keine Grundbewertung durchgeführt oder nicht alle Parameter untersucht, wurde der Grad der Beeinträchtigung anhand einer Experteneinschätzung vorgenommen.

Um Aussagen über den Grad der Beeinträchtigung der gesamten Schwallstrecke machen zu können, wurde eine Aggregation der einzelnen Untersuchungsstrecken vorgenommen. Die Aggregation basiert auf einer "worst case"-Betrachtung, das heisst, dass jeweils die schlechteste Bewertung für die Gesamtbetrachtung ausschlaggebend ist.

2.4 Ökologisches Potential

Das ökologische Potenzial dient im Wesentlichen dazu Sanierungsmassnahmen aufeinander abzustimmen bzw. als Basis für eine Priorisierung der Massnahmen. Bei der Festlegung des ökologischen Potenzials ist nach Art. 33a GSchV die ökologische Bedeutung des Gewässers bzw. der Gewässerstrecken für zwei in der Wegleitung (Baumann et al. 2012) definierte Zustände explizit zu berücksichtigen:

- Für den heutigen Zustand (Ist-Zustand)
- Für den gedachten, zukünftigen Zustand, in dem die von Menschen verursachten Beeinträchtigungen soweit beseitigt sind, als dies mit verhältnismässigen Kosten machbar ist (Entwicklungsziel).

Das methodische Vorgehen zur Abschätzung des ökologischen Potenzials richtete sich nach der Wegleitung (Baumann et al. 2012). Demnach ergibt sich das ökologische Potenzial nach Art. 33a GSchV bei naturnahen Gewässern aus der ökologischen Bedeutung des Gewässers in seinem heutigen Zustand und bei bereits

beeinträchtigten Gewässern aus der Bedeutung in einem gedachten, zukünftigen Zustand, bei dem die vom Menschen verursachten Beeinträchtigungen so weit als möglich beseitigt sind. Als Beurteilungskriterien für die Bedeutung im heutigen Zustand dienen nationale und kantonale Inventare, Vorkommen gefährdeter oder prioritärer Arten, die Lage im Gewässernetz und/oder der landschaftsprägende Charakter. Die zukünftige Bedeutung kann einerseits aus dem Zustand einer natürlichen Referenzstrecke und andererseits aus Anhaltspunkten zum absehbaren Zustand abgeleitet werden.

2.5 Massnahmen

Das Gewässerschutzgesetz (Artikel 39a Absatz 1) sieht primär bauliche Massnahmen zur Sanierung der Schwall-Sunk Strecken vor, und nur auf Antrag des Inhabers des Wasserkraftwerks sind sekundär betriebliche Massnahmen möglich. Es werden die möglichen Massnahmen aufgeführt und die in Zusammenarbeit mit den Betreibern als voraussichtlich zu treffende Massnahme aufgeführt. Zusätzlich ist eine Kostenschätzung und eine einfache Aussage zur Verhältnismässigkeit der voraussichtlichen Massnahme angefügt.

3 Literaturverzeichnis

- AquaPlus (2003). Sanierungsbericht Wasserentnahmen Kanton Schwyz.
- AquaPlus (2010). HYDMOD - Anwendung am Beispiel des Einzugsgebietes Muota. 25 S. + Anhang.
- Aquarius (2000) Beurteilungshilfe für die Erhöhung der Restwassermenge nach Art. 31 ABS. 1 GSchG aufgrund fischereilicher Aspekte nach Art. 31 Abs. 2 GSchG. Baudepartement des Kantons St. Gallen. 17 S. + Anhang.
- BAFU (Hrsg.) 2009: Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2008. Umwelt-Wissen Nr. 0921. Bundesamt für Umwelt, Bern. 578 S.
- Basler & Hofmann (1998) Sanierungsbericht Wasserentnahmen - Teilbericht Hydrologie. Baudepartement Tiefbauamt Kanton Schwyz. 18 S.
- Baumann, P., Kirchhofer, A., Schälchli, U. (2012) Sanierung Schwall/Sunk - Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt - Vollzug Nr. 1203: 56 S. + Anhang.
- Bruder, A., Vollenweider, S., Schweizer, S., Tonolla, D., Meile, T. (2012) Schwall und Sunk: Planung und Bewertung von Sanierungsmassnahmen - Möglichkeiten und Empfehlungen aus wissenschaftlicher Sicht. Wasser Energie Luft. 104. Jahrgang, 2012, Heft 4. 265 - 272.
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2011).

- Dehus, P. (2005) Anforderungsprofile von Indikator-Fischarten. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 97, 125-153.
- Estoppel, R., Kiefer, B., Kummer, M., Lagger, S., Aschwanden, H. (2000) Angemessene Restwassermengen – Wie können sie bestimmt werden? Wegleitung BUWAL. Bern.
- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. August 2011).
- Halleraker, J.H., Salveit, S.J., Harry, A., Arnekleiv, J.V., Fjeldstad, H.P., Kohler, B. (2003): Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Research and Applications*. 19: 589 - 603.
- Huet, M. (1949). Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courants. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 11: 333 - 351.
- Hütte, M., Niederhauser, P. (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). BUWAL – Mitteilungen zum Gewässerschutz 27. 49 S.
- Jungwirth, M., Moog, O., Winkler, H. (1980) Vergleichende Fischbestandesaufnahmen an elf niederösterreichischen Fliessgewässerstrecken. Jubiläumsschrift der Österreichischen Fischereigesellschaft, Wien, S. 81 - 104.
- Kirchhofer, A., Breitenstein, M., Zaugg, B. (2007) Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt - Vollzug Nr. 0734. 64 S.
- Moog, O. (2002): Fauna Aquatica Austriaca. 2. Lieferung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Loseblattordner.
- Schager, E., Peter, A. (2004): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Fische Stufe F (flächendeckend). BUWAL – Mitteilungen zum Gewässerschutz 44, 63 S.
- Schälchli, Abegg und Hunzinger (2002): Kolmation - Methoden zur Erkennung und Bewertung, 26 S.
- Stucki P. (2010) Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.
- Verordnung über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung (Auenverordnung) vom 28. Oktober 1992 (Stand am 2. Dezember 2003).
- Vuille, T. (1997) Ertragsvermögen der Patentgewässer im Kanton Bern. Fischereispektorat des Kantons Bern. 31 S. + Anhang.

Zusammenfassung der Sanierungsmaßnahmen

Register 1



1 Zusammenfassung der Sanierungsmassnahmen

Gewässer	Anlage	Sanierungsmassnahmen					Priorität
		Massnahme	Machbarkeit	Nutzen	Verhältnismässigkeit	Kosten [Mio SFr.]	
Krebsbach	KW Bäch	Steuertechnische Massnahmen an der Maschine, evtl. in Kombination mit strukturellen Massnahmen an der Gewässersohle	zu prüfen	gering	Vermutlich Ja	<2	3
Wägitaleraa	KW Wägital	Direktableitung	zu prüfen	gross	Noch offen	25 - 50	1
		Bau Ausgleichsbecken	zu prüfen	gross	Noch offen	25 - 50	
Schäffobdenbach	KW Schuler	Direktableitung	Ja	gross	Ja	<2	2
		Umbau in Laufkraftwerk	zu prüfen	gross	Vermutlich Ja	<2	
Muota	KW Bisisthal	Direktableitung	zu prüfen	gross	Ja	2 - 10	2
Muota	KW Hinterthal	Bau Ausgleichsbecken	zu prüfen	gross	Vermutlich Ja	10 -25	2
Muota	KW Wernisberg	Direktableitung	zu prüfen	gross	Vermutlich Ja	25 - 50	1
		Bau Kaverne	zu prüfen	gross	Vermutlich Ja	25 - 50	

Tab. 1.1: Übersicht der sanierungspflichtigen Kraftwerke mit Angaben zur voraussichtlichen Massnahme, deren Machbarkeit, zum gewässerökologischen Nutzen, einer Einschätzung der Verhältnismässigkeit und den zu erwartenden Kosten.

Einzugsgebiet Zürichsee (SZ)

Krebsbach - KW Bäch

Register 2



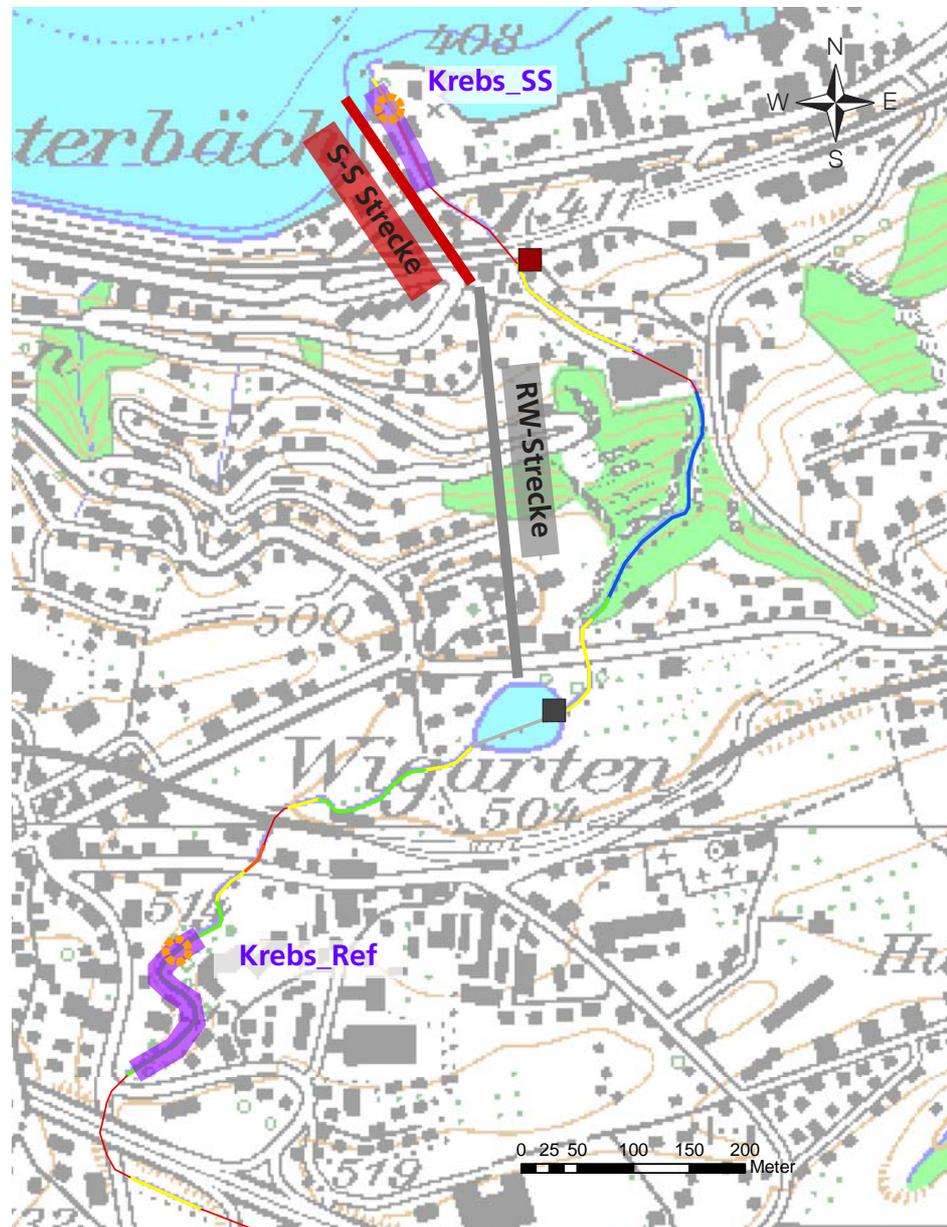
1	Kraftwerksbetrieb	1
2	Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$	2
3	Wasserqualität	2
4	Untersuchungsstrecken	2
5	Schnelltest	4
5.1	MSK-Modul Fische (F1)	4
5.2	Reproduktion der Fische (F4)	11
5.3	Produktivität der Fische (F5)	12
5.4	Biomasse des MZB (B1)	13
5.5	MSK-Modul MZB Stufe F (B2)	13
5.6	EPT-Familien MZB (B4)	13
5.7	Kolmation (H1)	14
5.8	Mindestabfluss (A1)	14
6	Grundbewertung	16
6.1	Stranden der Fische (F2)	16
6.2	Laichareale der Fische (F3)	19
6.3	Längenzonation MZB (B3)	20
6.4	Wassertemperatur (Q1)	21
7	Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung	21
7.1	Grad der Beeinträchtigung	22
8	Ökologisches Potential	23
9	Massnahmen	24

1 Kraftwerksbetrieb

Das Kraftwerk Bäch nutzt den Weingartenweiher als Speicher und wird von der KW Bäch AG betrieben. Der Speicher liegt auf 495 m ü.M., die Rückgabe in den Krebsbach auf ca. 410 m ü.M. (Abbildung 1.1). Gemäss AquaPlus (2003) beträgt die Ausbaumwassermenge der Anlage 500 l/s. Die Produktion richtet sich meist nach dem Füllstand des Weingartenweiher, welcher ein Volumen von 6000 m³ aufweist. Der Weingartenweiher wird bis zum Maximum gefüllt und das Wasser anschliessend so lange turbinert, bis der Speicher leer ist. Bei ausreichendem Zufluss kann die Anlage durchgehend betrieben werden, teilweise läuft sie jedoch am Abend um 19.30 Uhr zum letzten Mal, danach füllt sich der Weiher während der Nacht wieder auf. Hochfahren und Abstellen der Anlage dauern jeweils nur etwa eine Minute. Das Q₃₄₇ beträgt gemäss dem Sanierungsbericht Wasserentnahmen (Basler & Hofmann 1998) bei der Fassung 51 l/s.

Abb. 1.1: Übersichtskarte mit den Untersuchungsstrecken im Krebsbach.

- Entnahme
(697'500 / 228'100)
- Rückgabe
(697'500 / 228'500)
- ☀ MZB-Probenahme
- 📏 Untersuchungsstrecke
- Ökomorphologie**
- natürlich/ naturnah
- wenig beeinträchtigt
- stark beeinträchtigt
- naturfremd/ künstlich
- eingedolt



2 Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$

In Tabelle 2.1 sind die Schwall-Sunk Verhältnisse ($V_{S/S}$) gemäss Auslegung des Kraftwerks und beim Dotierversuch in der Schwall-Sunk Untersuchungsstrecke Krebs_SS dargestellt. Eine Abflussmessstelle im Krebsbach besteht nicht. Während des Dotierversuchs wurde ein Schwallabfluss von 528 l/s gemessen. Der Sunkabfluss betrug im Unterschied dazu 7 l/s. Daraus folgt ein Schwall-Sunk Verhältnis von 75.

Es wird festgestellt, dass das Kraftwerk Bäch Abflussschwankungen im Krebsbach verursacht, und dass diese den Faktor von 1.5 deutlich übersteigen.

Tab. 2.1: Schwall-Sunk-Verhältnis im Krebsbach.

Krebs_SS	Dotierversuch 13.6.2013	Angaben Kraftwerks- betreiber	Angaben Restwasser- sanierung (AquaPlus 2003)
Q_{Schwall} [l/s]	528	500	505
Q_{Sunk} [l/s]	7	-	5
$V_{S/S}$	75	-	101

3 Wasserqualität

Die Wasserqualität im Krebsbach wurde im Rahmen der DÜFUR-Aufnahmen 2013 anhand des Äusseren Aspekts und der Wasserwirbellosen erhoben. Die Untersuchungen im Frühjahr und Herbst zeigten jeweils, dass die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV knapp nicht eingehalten wurden. Gründe dafür waren die vorgefundene Menge an Abfall, Schaum und der Grad der Kolmatierung.

4 Untersuchungsstrecken

Der Krebsbach bildet sich als Ausfluss aus dem Hüttnerseeli, Gemeinde Hütten (ZH) auf 658 m ü.M. Er durchfliesst danach den Ittimoosweiher, ist von Landwirtschaftsgebiet und Wald gesäumt bevor er das Siedlungsgebiet von Wollerau erreicht. Nachdem er im Weingartenweiher aufgestaut wurde mündet der Krebsbach in Bäch in den Zürichsee. Der Krebsbach ist sowohl in der Restwasserstrecke als auch in der Schwall-Sunk Strecke ein Fischgewässer.

Die **Untersuchungsstrecke Krebs_Ref** liegt im Siedlungsgebiet, weist aber eine wenig beeinträchtigte Ökomorphologie auf (Abbildung 4.1). Sie wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung als morphologische Referenzstrecke verwendet.

Abb. 4.1: Untersuchungsstrecke Krebs_Ref am 11.6.2013.



Abb. 4.2: Untersuchungsstrecke Krebs_SS am 13.6.2013 bei Sunk.



Die **Untersuchungsstrecke Krebs_SS** befindet sich vor dem Zürichsee. Die 200 m lange Strecke nach der Wasserrückgabe verläuft im Siedlungsgebiet und ist je zur Hälfte eingedolt und naturfremd/künstlich (Abbildung 4.2). Die ausgewählte Untersuchungsstrecke liegt unterhalb der Ausdolung und reicht bis zur Mündung in den See. Zur Zeit des Dotierversuchs hatte der Zürichsee in Folge einer vorausgegangenen Regenperiode einen hohen Wasserstand (406.11 m.ü.M.). Im Vergleich zum mittleren Wasserstand von 405.94 m.ü.M (BAFU, 2009) war

deshalb ein Rückstau des Krebsbaches in den untersten ca. 70 m vor der Mündung in den See feststellbar.

5 Schnelltest

5.1 MSK-Modul Fische (F1)

Die halbquantitativen Befischungen erfolgten am 11.6.2013 in der Schwall/Sunk-Strecke Krebs_SS und der Referenzstrecke Krebs_Ref. Nach Möglichkeit wurde an ein Hindernis heran gefischt, um ein Entweichen von Fischen am oberen Streckenende zu verhindern. Dies war jedoch in der Strecke Krebs_SS nicht möglich. Es kann dementsprechend davon ausgegangen werden, dass hier einzelne Fische

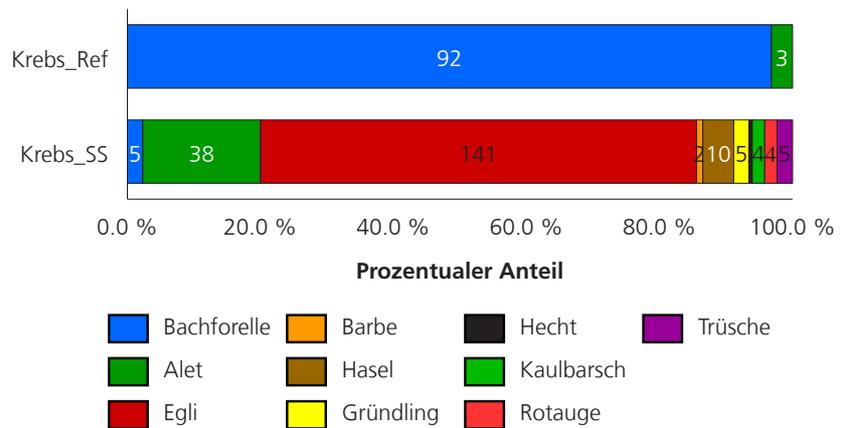
Tab. 5.1: Übersicht der Fischdaten in den Untersuchungsstrecken im Krebsbach.

	Krebs_Ref	Krebs_SS
mittlere Breite (m)	4.0	2.8
Streckenlänge (m)	101	88
Befischte Fläche (ha)	0.04	0.02
Ökoregion	Mittelland	Mittelland
Fischregion	Forellenregion	Forellenregion
gefangene Fischarten	A, BF	A, B, BF, E, Ha, He, K, R, T
# gefangene BF	92	5
# BF/ha	2'277	203
# gefangene 0 ⁺ - BF	68	0
# 0 ⁺ - BF/ha	1'683	0
0 ⁺ / ^{>} 0 ⁺ BF	2.83	-
# andere gefangene Indikatorarten	-	2 (B), 10 (Ha), 5 (T)
# andere Indikatorarten/ha	-	81 (B), 406 (Ha), 203 (T)
versch. Altersstadien bzw. 0 ⁺ -Fische von Indikatorarten	-	ja (B, Ha, T)
# Anomalien	2	5
Anomalien (%)	2	2

A: Alet; B: Barbe; BF: Bachforelle; E: Egli, G: Gründling Ha: Hasel, He: Hecht, K: Kaulbarsch, R: Rotauge, T: Trüsche

Abb. 5.1: Dominanzverhältnisse der gefangenen Fische in den untersuchten Strecken des Krebsbachs.

Die Werte in den Balken entsprechen den gefangenen Individuen pro Art.



entweichen konnten und nicht erfasst wurden. Zusätzlich muss hier von weiteren nicht erwishten Fischen ausgegangen werden, da zum Zeitpunkt der Befischung der Wasserstand des Zürichsees sehr hoch und eine Befischung am unteren Streckenende schwierig war. In Anhang A finden sich Fotos der Befischungen.

Die Tabelle 5.1 gibt einen Überblick der relevanten Befischungsdaten. Die Befischungstrecken waren 88 bzw. 101 m lang, die mittleren benetzten Breiten lagen zwischen 2.8 und 4.0 m. Beide Strecken sind der Ökoregion des Mittellandes zuzuordnen, sie zählen nach Huet (1949) zur Forellenregion. In den Abbildungen 5.2 bis 5.13 sind die Längenhistogramme der gefangenen Fische in den beiden Untersuchungsstrecken dargestellt.

Artenspektrum und Dominanzverhältnis

In beiden Strecken wurden Bachforellen (*Salmo trutta fario*) und Alet (*Leuciscus cephalus*) gefangen. Zusätzlich wurden in der Strecke Krebs_SS noch weitere 8 Arten nachgewiesen: Barbe (*Barbus barbus*), Egli (*Perca fluviatilis*), Gründling (*Gobio gobio*), Hasel (*Leuciscus leuciscus*), Hecht (*Esox lucius*), Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernuus*), Rotaug (*Rutilus rutilus*) und Trüsche (*Lota lota*). Als Indikatorarten gelten gemäss Schager & Peter (2004) Bachforelle, Barbe, Hasel und Trüsche. In der Schwall/Sunk beeinflussten Strecke Krebs_SS dominierten die toleranten Arten und insbesondere das Egli den Fischbestand mit rund 90 %, was als mässig eingestuft wird (Abbildung 5.1 und Tabelle 5.2). In der Referenzstecke Krebs_Ref dominierte hingegen die Bachforelle den Fischbestand mit rund 97 %, entsprechend wird dieser Parameter als gut bewertet.

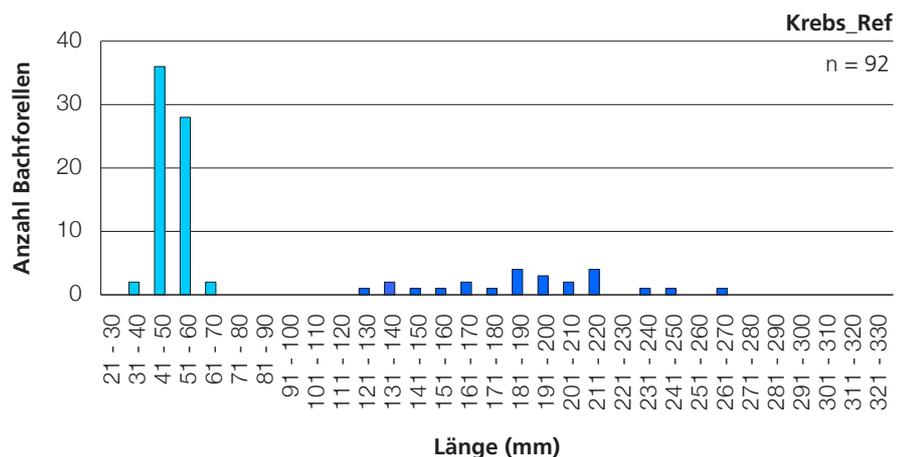
Das Artenspektrum in beiden Strecken war leicht beeinträchtigt. In der Referenzstrecke wäre die Groppe (*Cottus gobio*) zu erwarten gewesen, da Gropfen im Krebsbach weiter oberhalb schon nachgewiesen wurden (mündl. Mitt. J. Kälin, zuständiger Fischereiaufseher, ANJF SZ). Entsprechend muss hier von einem mässig verändertem Artenspektrum ausgegangen werden (Tabelle 5.2). Auch in der Schwall/Sunk-Strecke muss von einem leicht verändertem Artenspektrum gesprochen werden, da neben der Groppe auch die Schmerle (*Barbatula barbatula*) zu erwarten gewesen wären (Tabelle 5.2). Hingegen konnten einige aufgrund der

unmittelbaren Nähe zum Zürichsee zu erwartende Fischarten der Mündungsregion bzw. Seearten (z.B. Hasel, Trüsche, Egli, Rotaugen usw.) nachgewiesen werden¹

Populationsaufbau der Indikatorarten

Der Altersaufbau der gefangenen Bachforellen setzte sich in beiden Untersuchungsstrecken völlig unterschiedlich zusammen und wich v.a. in der Schwall/Sunk-Strecke deutlich von einer naturnahen Populationsstruktur ab. In der Schwall/Sunk-Strecke konnten nur wenige grössere Tiere, aber keine 0⁺-Fische nachgewiesen werden (Abbildung 5.4). Eine Naturverlaichung fand hier nicht statt. Die Populationsstruktur der Bachforelle wird als schlecht eingestuft. Da aber von den zusätzlich nachgewiesenen Indikatorarten (Hasel, Trüsche und Barbe) jeweils verschiedene Altersstadien bzw. 0⁺-Fische vorhanden waren, muss die Populationsstruktur des gesamten Fischbestandes als gut eingestuft werden (Tabelle 5.2). In der Referenzstrecke konnten demgegenüber viele 0⁺-Fische gefangen werden. Das Verhältnis 0⁺/ $>0^+$ wurde als sehr gut eingestuft, aufgrund der Dichte an 0⁺-Fischen (Individuen/ha) wird hier die Populationsstruktur leicht abgewertet und als gut eingestuft (Tabelle 5.2).

Abb. 5.2: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Krebs_Ref am 11.6.2013.
(0⁺-Fische in hellblau)



¹ Die Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*) als weitere potenzielle Art bzw. Ökotyp der Bachforelle wurde in der Bewertung nicht berücksichtigt, da adulte Tiere zum Befischungszeitpunkt nicht zu erwarten waren und Juvenile sich nicht eindeutig von juvenilen Bachforellen unterscheiden lassen.

Abb. 5.3: Längenklassenverteilung Alet in der Strecke Krebs_Ref am 11.6.2013.
(0⁺-Fische in hellgrün)

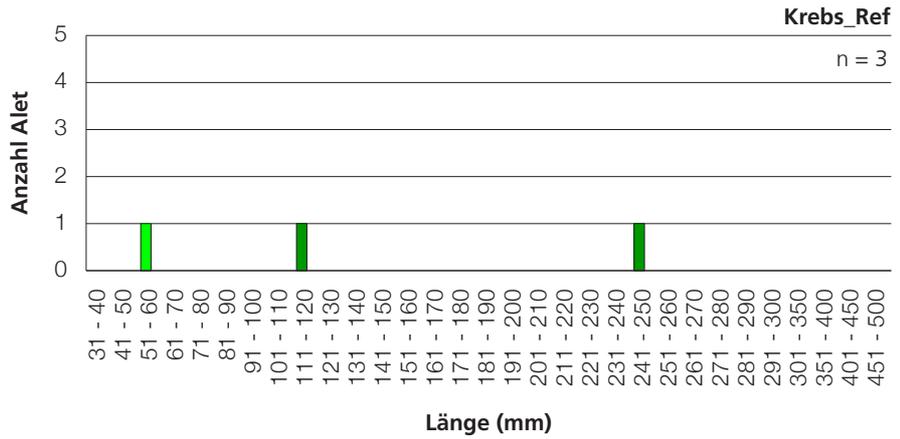


Abb. 5.4: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.
(0⁺-Fische in hellblau)

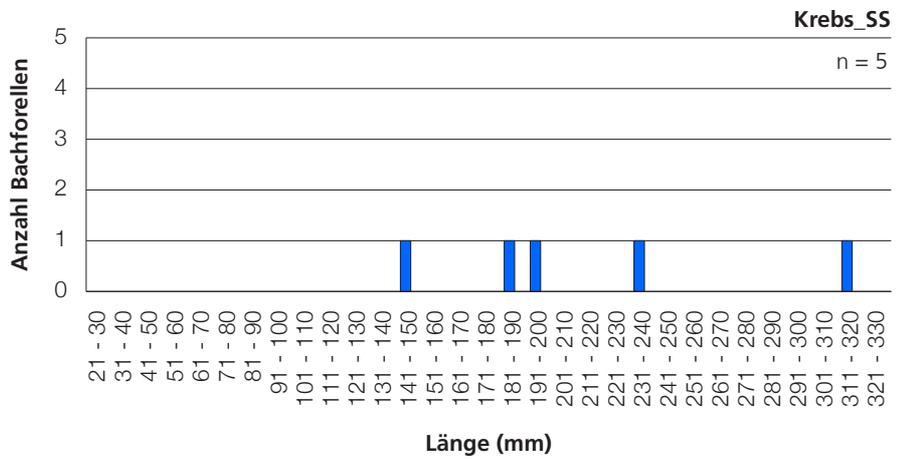


Abb. 5.5: Längenklassenverteilung Alet in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.
(0⁺-Fische in hellgrün)

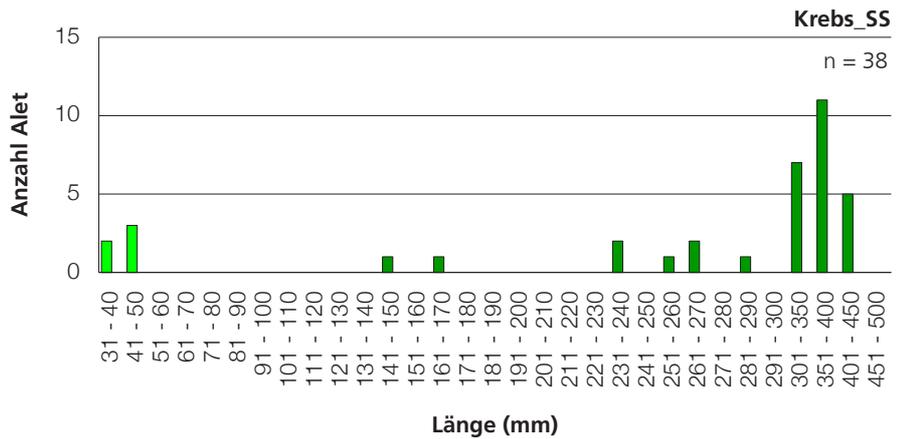


Abb. 5.6: Längenklassenverteilung Egli in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.

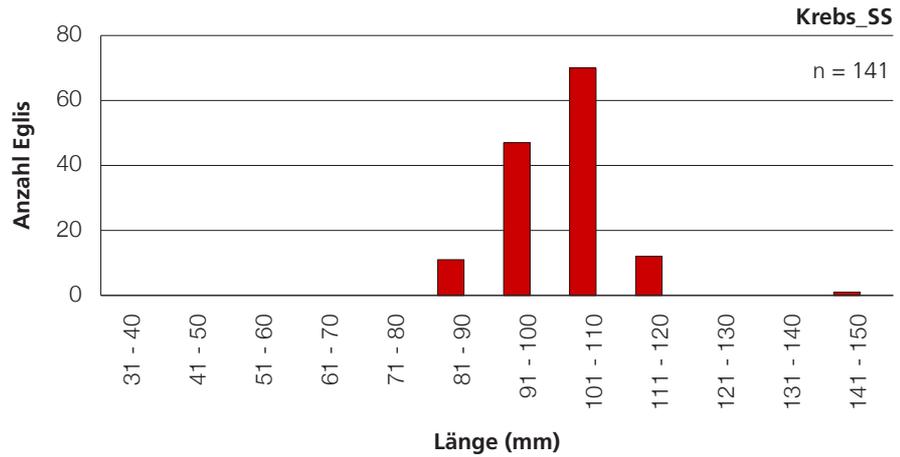


Abb. 5.7: Längenklassenverteilung Barbe in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.
(0⁺-Fische in gelb)

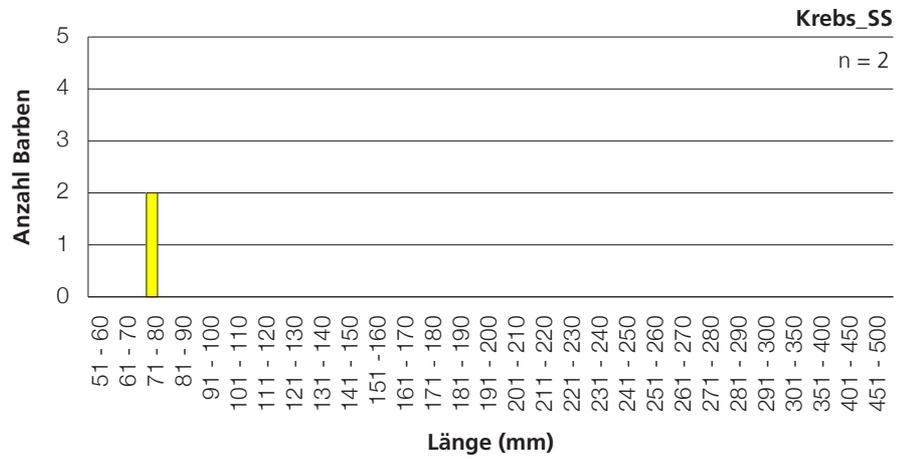


Abb. 5.8: Längenklassenverteilung Hasel in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.

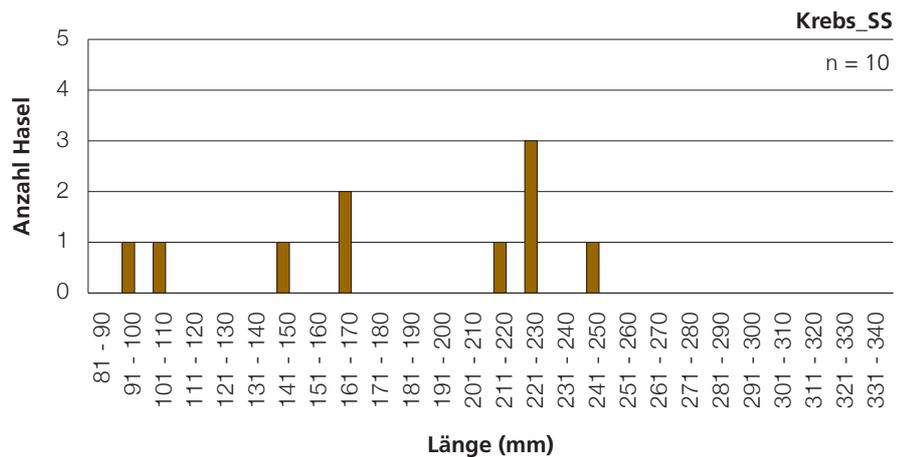


Abb. 5.9: Längenklassenverteilung Gründling in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.

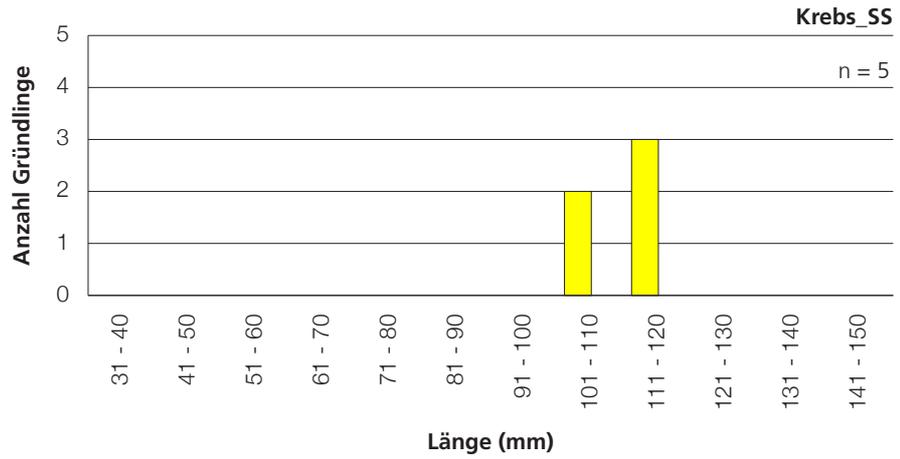


Abb. 5.10: Längenklassenverteilung Hecht in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013. (*0⁺-Fische in grau*)

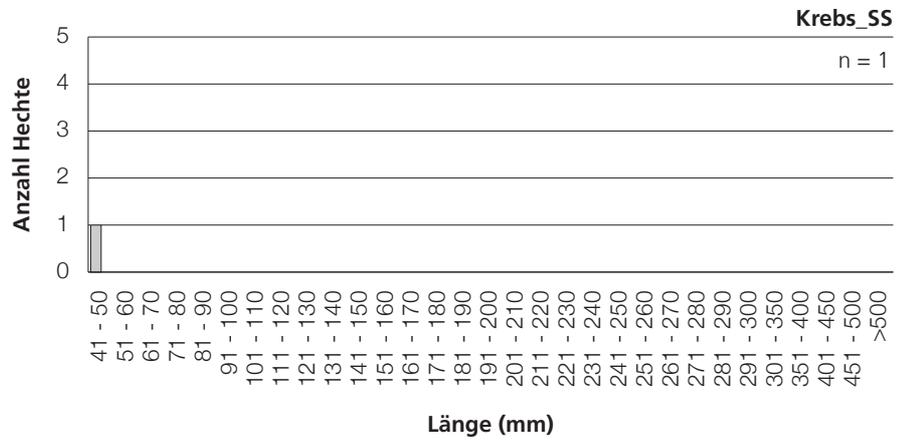


Abb. 5.11: Längenklassenverteilung Kaulbarsch in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.

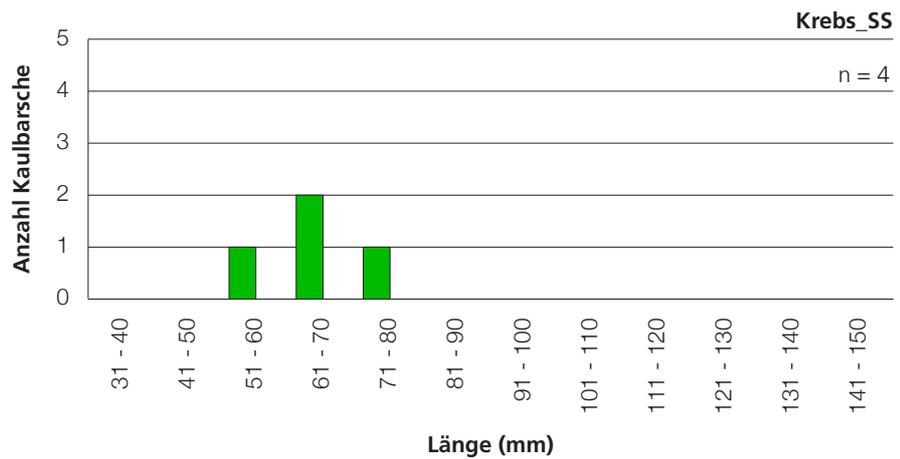


Abb. 5.12: Längenklassenverteilung Rotauge in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.

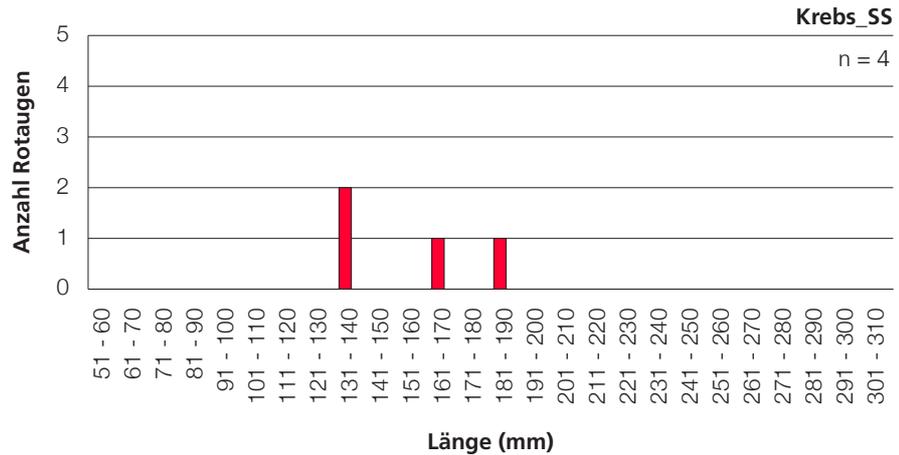
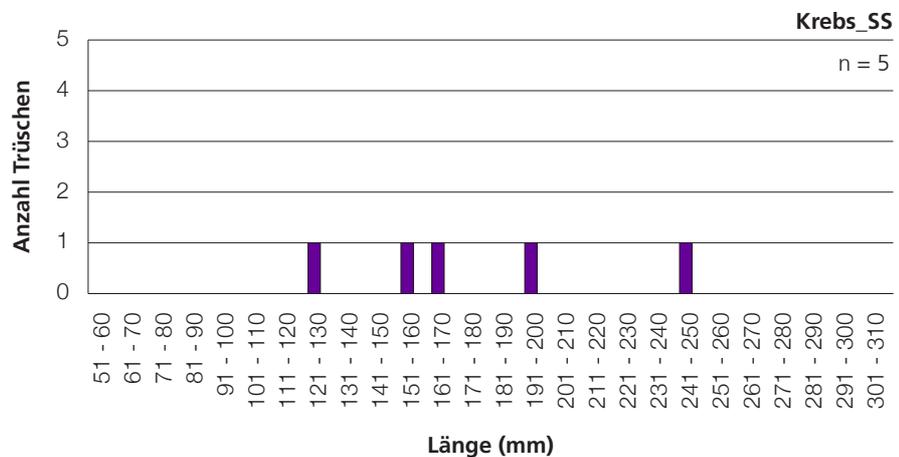


Abb. 5.13: Längenklassenverteilung Trüsche in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013.



Individuendichte der Indikatorarten

In beiden Untersuchungsstrecken wurden mittelgrosse Fischbestände festgestellt. Für Bachforellen lag die hochgerechnete Dichte in der Referenzstrecke bei 2'277 Ind./ha, was für das Mittelland als mittel eingestuft wird. Da die Bachforelle hier die einzige Indikatorart war, ergab die Bewertung einen mässigen Zustand (Tabelle 5.2). Für die Schwall/Sunk-Strecke wurde ebenfalls ein mässiger Zustand bewertet, der allerdings anders zustande kam. Die Bachforellendichte war hier mit hochgerechnet 203 Ind/ha zwar sehr gering, durch Mittelwertbildung mit der Bewertung des mittleren Haselbestandes (406 Ind/ha) sowie anschliessender Rundung ergibt sich dennoch ein mässig Zustand (Tabelle 5.2). Die ebenfalls festgestellten Indikatorarten Barbe und Trüsche wurden nicht hinsichtlich ihren Dichten bewertet, da sie als ausgesprochene Wanderarten gelten.

Anomalien und Deformationen

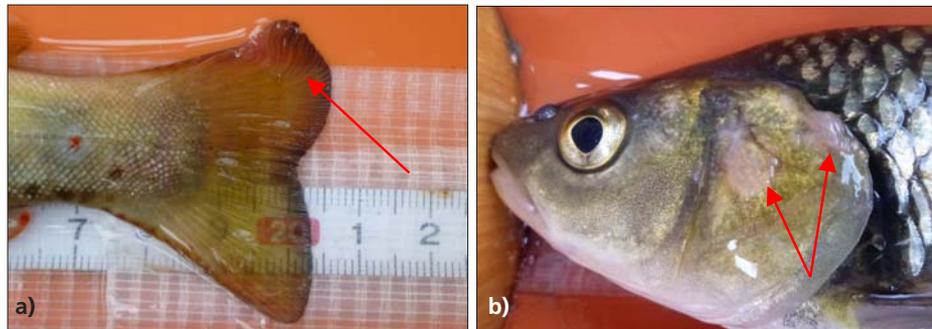
In beiden Untersuchungsstrecken konnten Anomalien und Deformationen festgestellt werden. Eine Bachforelle in der Strecke Krebs_Ref wies eine Deformation der Schwanzflosse auf (Abbildung 5.14). Daneben war ein flächiger Schuppenver-

lust bei einem Alet zu verzeichnen. Auch in der Strecke Krebs_SS war bei mehreren grösseren Alet ein flächiges Fehlen von Schuppen feststellbar. Zusätzlich fand sich am linken Kiemendeckel eines Individuums Geschwüre (Abbildung 5.14). Prozentual lag der Anteil von Anomalien in beiden Strecken bei 2 %, was einem mässigen Zustand entspricht (Tabelle 5.2).

Abb. 5.14: Anomalien und Deformationen

(Markierung mit rotem Pfeil)

- a) Deformation der Schwanzflosse Bachforelle (Strecke Krebs_Ref)
- b) Geschwüre an linkem Kiemendeckel Alet (Strecke Krebs_SS).



Die zusammenfassende Beurteilung nach Schager & Peter (2004) ist in der Tabelle 5.2 zu finden.

Tab. 5.2: Beurteilung der Fischfauna im

Krebsbach nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F gemäss Schager & Peter (2004).

sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

<i>Indikator F1 Beurteilung der Fischfauna</i>		
	Krebs_Ref	Krebs_SS
Artenspektrum	1	1
Dominanzverhältnis	0	1
Populationsstruktur der Indikatorarten	1	1
Fischdichte der Indikatorarten	2	2
Anomalien und Deformationen	2	2
Bewertung	6	7

Der fischökologische Zustand wird demnach sowohl in der Referenzstrecke als auch in der Schwall/Sunk-Strecke als mässig bewertet. Es muss angefügt werden, dass sich die zwei untersuchten Strecken hinsichtlich des Fischbestands kaum miteinander vergleichen lassen, da sie sich einerseits morphologisch sehr stark unterscheiden (Krebs_Ref: wenig beeinträchtigt, Krebs_SS: künstlich) und andererseits ihre Lage im Gewässersystem komplett verschieden ist (Krebs_Ref: durch Abstürze isolierter Abschnitt, Krebs_SS: Mündung in den Zürichsee).

5.2 Reproduktion der Fische (F4)

Da eine Reproduktion der Bachforelle in der Strecke Krebs_SS nicht nachgewiesen werden konnte und keine 0+-Fische gefangen wurden, muss die Reproduktion hier als schlecht eingestuft werden. Bei der Referenzstrecke war hingegen eine erfolgreiche Reproduktion nachweisbar, die entsprechende Sömmerlingsdichte

lag bei 1'683 Ind/ha (Tabelle 5.1), was als gut gilt. Die Reproduktion der Fische wird in der Referenzstrecke als gut, in der Schwall/Sunk-Strecke als schlecht eingestuft (Tabelle 5.3). Die Ursache für das schlechte Abschneiden in der Strecke Krebs_SS liegt jedoch nicht nur an der veränderten Hydrologie, sondern auch an der mangelhaften Morphologie (fehlendes Laichhabitat).

Tab. 5.3: Beurteilung der Reproduktion aufgrund der Reproduktion der Bachforelle auf Basis der Befischungen (F1) (nach Schager & Peter 2004).

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator F4 Reproduktion der Fische		
	Krebs_Ref	Krebs_SS
Sömmerlingsdichte der Bachforelle [Ind/ha]	1'683	0

5.3 Produktivität der Fische (F5)

Das theoretische jährliche Ertragsvermögen lag in den untersuchten Abschnitten bei jeweils 6.3 kg/ha*Jahr, was einem sehr ertragsarmen Gewässer entspricht. Die Produktivität der Fische muss in beiden Strecken als schlecht eingestuft werden (Tabelle 5.4). Obwohl keine Fischbiomasse erfasst wurde, widersprechen die Befischungsergebnisse mit vielen grossen Individuen (vorwiegend Bachforelle und Alet) in beiden Strecken diesem Befund deutlich (vgl. Indikator F1). Für die Strecke Krebs_SS lässt sich dies mit der Nähe und dem hohen Wasserstand des Zürichsees zum Zeitpunkt der Befischung erklären. Folglich kann davon ausgegangen werden, dass ein Grossteil der gefangenen Fische aus dem Zürichsee stammen und sich nur zeitweise in der Strecke Krebs_SS aufhalten. Für die Strecke Krebs_Ref fehlt eine Erklärung.

Tab. 5.4: Ergebnisse der Bonitierung.

Als Grundlage diente das für die untersuchten Abschnitte im Frühjahr 2013 erhobene Nassgewicht der Wasserwirbellosen (vgl. Indikator B1).

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator F5 Produktivität der Fische		
	Krebs_Ref	Krebs_SS
Bonitätsfaktor B^1	0.5	1.0
Temperaturkoeffizient ² k_1	1.25	1.25
Lebensraumkoeffizient k_2	1.00	0.50
Fischregion k_3	1.00	1.00
K^3 [kg/ha*Jahr]	6.3	6.3

¹ Nach Vuille (1997)

² Abschätzung

³ Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.4 Biomasse des MZB (B1)

Alle Stellen am Krebsbach wiesen einen schlechten biologischen Zustand hinsichtlich der Biomasse auf (Tabelle 5.5).

Tab. 5.5: Biomasse der Wasserwirbellosen, Meereshöhe, Sollwert Biomasse sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

<i>Indikator B1 Biomasse des Makrozoobenthos</i>		
	Krebs_Ref	Krebs_SS
Biomasse [g/m ²]	1.3	2.4
Meereshöhe [m.ü.M.]	510	406
Sollwert Biomasse ¹ [g/m ²]	7.5	9.4
Bewertung ²		

¹ Nach Jungwirth et al. (1980)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.5 MSK- Modul MZB Stufe F (B2)

Am Krebsbach war der biologische Zustand auf Basis des IBCH an beiden Stellen mässig (Tabelle 5.6).

Tab. 5.6: Bewertung der Wirbellosenfauna anhand des «Index Biologique IBCH».

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

<i>Indikator B2 IBCH</i>		
	Krebs_Ref	Krebs_SS
IBCH ¹	11	9
Bewertung ¹		

¹ Nach Stucki (2010)

5.6 EPT-Familien MZB (B4)

Der biologische Zustand hinsichtlich des Vorkommens von EPT-Familien war am Krebsbach mässig bis unbefriedigend (Tabelle 5.7), die von Schwall/Sunk beeinflusste Stelle Krebs_SS wies weniger EPT-Familien auf als die Referenzstelle.

Tab. 5.7: EPT-Familien
der Wasserwirbellosen so-
wie der sich daraus erge-
bende biologische Zu-
stand.

sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

Indikator B4 EPT-Familien Makrozoobenthos		
	Krebs_Ref	Krebs_SS
EPT-Familien¹	6	4
Bewertung²		

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.7 Kolmation (H1)

Die Ergebnisse zeigen sowohl in der Referenzstrecke (Krebs_Ref) wie auch in der Schwall-Sunk-Strecke eine erhebliche bis sehr starke Kolmation der Gewässersohle. In der Gesamtwertung ist die Kolmation bei beiden Strecken als stark zu bezeichnen. Bei der Schwall-Sunk-Strecke (Krebs_SS) ist dabei zu berücksichtigen, dass die Aufnahme der Kolmation im unteren Streckenbereich erfolgen musste, da der Krebsbach ansonsten in einer Betonrinne verläuft. Der seenahe Abschnitt ist jedoch durch Rückstau aus dem Zürichsee geprägt, was sich wiederum auf die Kolmation der Gewässersohle auswirkt. Es ist daher davon auszugehen, dass die festgestellte Kolmation in der Schwall-Sunk-Strecke nicht oder nur teilweise auf den Kraftwerksbetrieb zurückzuführen ist.

Tab. 5.8: Bewertung der Kolmation, unterteilt nach innerer Kolmation im benetzten und trockenen Bereich.

keine
geringe
erhebliche
starke
sehr starke

Indikator H1, Kolmation		
	Krebs_Ref	Krebs_SS
Bewertung der inneren Kolmation im trockenen Bereich^{1,2}		

¹ Aufgenommen nach Schälchli (2002)

² Bewertung der inneren Kolmation im trockenen Bereich in Anlehnung an Baumann et al. (2012)

Innere Kolmation, benetzter Bereich³		
--	--	--

³ Nach Binderheim et al. (2007) (Zusatzinformation, bei der Bewertung nicht berücksichtigt)

5.8 Mindestabfluss (A1)

Das Längsprofil bei Schwall und Sunk ist in Abbildung 5.15 dargestellt. Am unteren Ende der Strecke Krebs_SS konnten am Untersuchungstag auch bei Sunk die für die freie Fischwanderung generell geforderte Wassertiefe von 20 cm eingehalten werden. Die hohe Wassertiefe ist jedoch auf den Rückstau durch den See zurückzuführen. Ausserhalb des Einstaubereiches lagen die Wassertiefen unter 20 cm. Die hier auch bei 7 l/s noch relativen hohen Wassertiefen von > 12 cm sind durch die im Betongerinne vorhandenen Holzriegel verursacht, welche ein Abfliessen des Wassers verhindern. Betrachtet man die minimal für die Seeforelle erforderliche Wassertiefe von 36 cm so sind die Anforderungen an die Wassertiefe

fe deutlich nicht erfüllt. Mehr als 95 % der gemessenen Wassertiefen entlang des Talweges lagen unter den erforderlichen 36 cm (Abbildung 5.16).

Der minimale Sunkabfluss erfüllt die Anforderung an die Restwassermenge gemäss Art. 31 Abs. 2 GSchG nicht (Tabelle 5.9).

Abb. 5.15: Messwerte der Abflusstiefen entlang des Talweges in der Strecke Krebs_SS am 13.6.2013, aufgetragen gegen die Fliessrichtung. Messwerte der untersuchten Abflüsse. Bezeichnung der optimalen Wassertiefen für die Seeforelle von 36 cm (blau) und die generell geforderte Wassertiefe von 20 cm (violett).

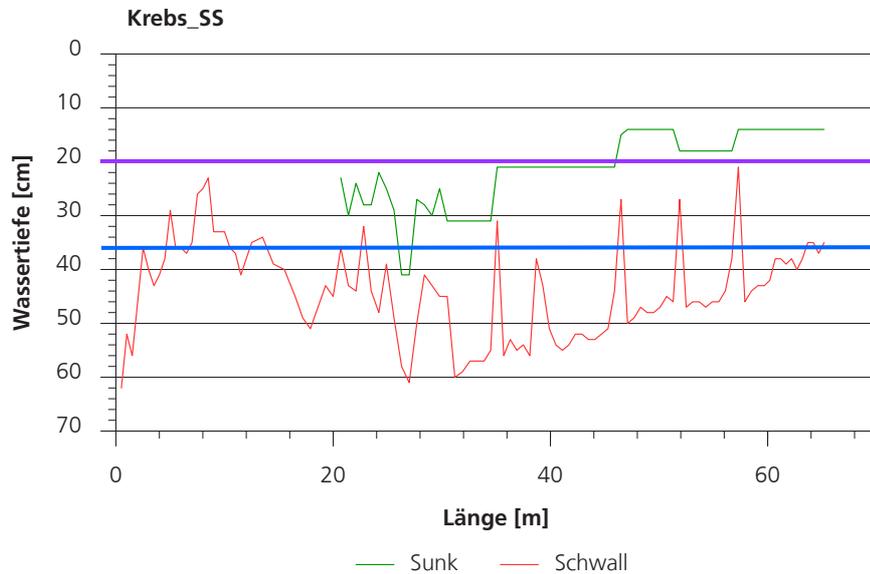


Abb. 5.16: Summenverteilung der Wassertiefen entlang des Talweges in der Strecke Krebs_SS am 13.6.2013. Messwerte für die untersuchten Abflüsse. Bezeichnung der optimalen Wassertiefen für die Seeforelle von 36 cm (blau) und die generell geforderte Wassertiefe von 20 cm (violett).

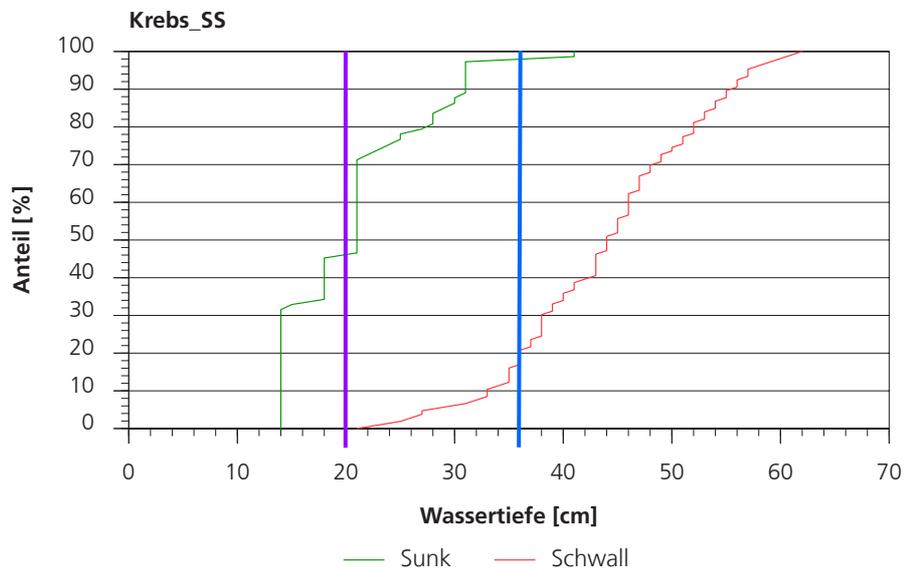
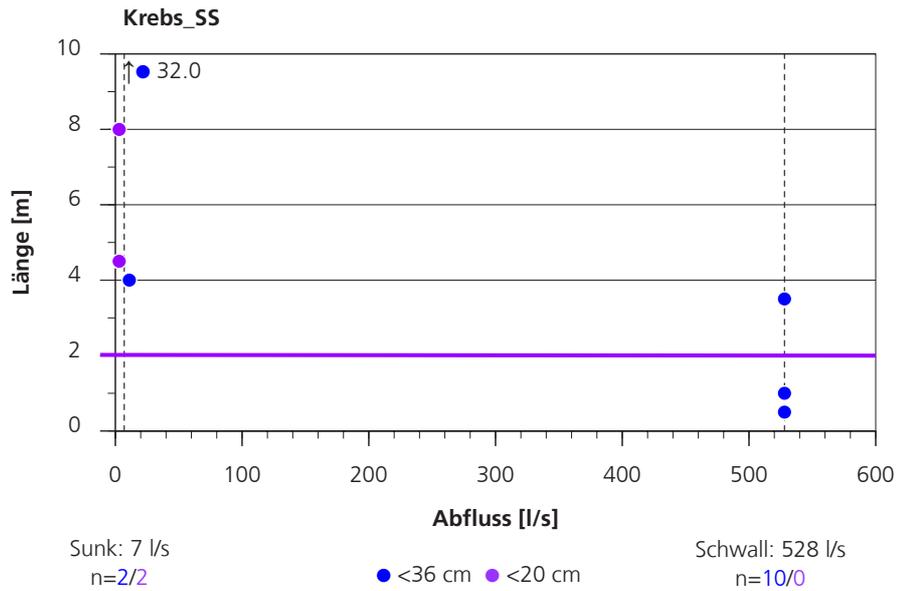


Abb. 5.17: Häufigkeit und Länge der Unterschreitungen von kritischen und suboptimalen Wassertiefen in der Strecke Krebs_SS am 13.6.2013. Bezeichnung der von der Seeferelle maximal passierbaren Gewässerlänge (2 m) bei einer Wassertiefe von 20 cm (violett).



Tab. 5.9: Mindestabfluss nach GSchG Art. 31 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. d.

eingehalten
nicht eingehalten

Indikator A1 Mindestabfluss	
	Krebs_SS
Sunk gemessen [l/s]	7
Q ₃₄₇ ¹ [l/s]	51
Q _{min} GSchG Art. 31 Abs. 1 [l/s]	50
Bewertung	nicht eingehalten

¹ Nach Basler & Hofmann (1998)

6 Grundbewertung

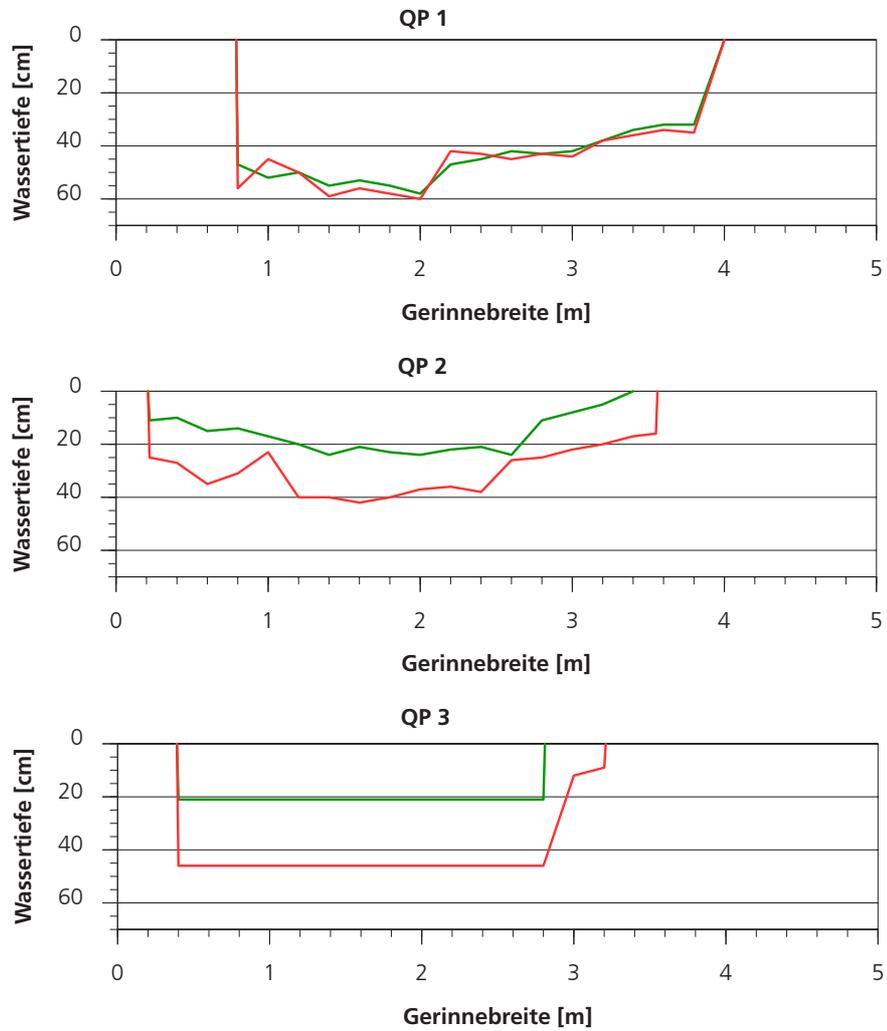
6.1 Stranden der Fische (F2)

Die Abbildung 6.1 zeigt die erhobenen Querprofile in der Untersuchungsstrecke Krebs_SS während des Schwall- bzw. Sunkabflusses. Das Querprofil 1 lag im Einstaubereich des Sees. Von Schwall zu Sunk ist damit keine Abnahme der benetzten Breite zu verzeichnen. Bei den Querprofilen 2 und 3 nimmt die benetzte Breite nur

geringfügig um geschätzte 6 % ab (Tabelle 6.1). Der Zustand kann damit gemäss Baumann et al. (2012) als sehr gut bezeichnet werden (Tabelle 6.3).

Abb. 6.1: Messwerte der Abflusstiefen entlang der Querprofile in der Strecke Krebs_SS bei Schwall und Sunk am 13.6.2013, aufgetragen von links nach rechts.

- Schwall
- Sunk

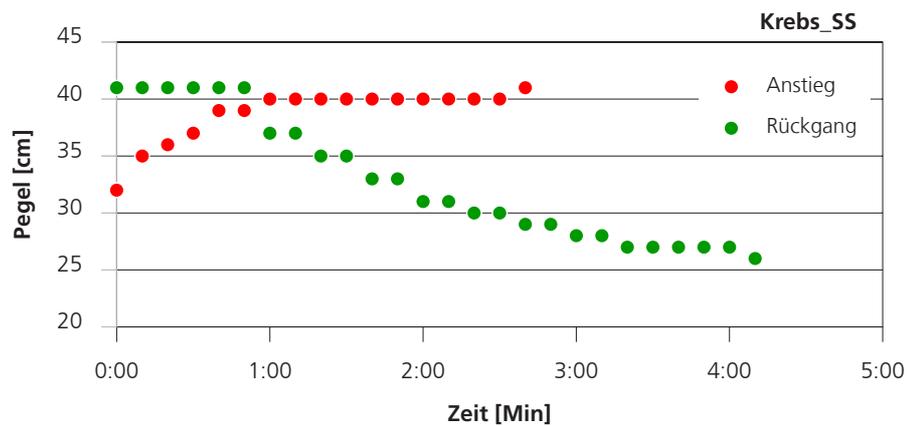


Tab. 6.1: Anteil trocken fallender Fläche bei Sunk in der Strecke Krebs_SS. Berechnung durch Multiplikation der benetzten Breite und der Länge des für das Querprofil repräsentativen Gewässerabschnitts.

Krebs_SS	QP1	QP2	QP3
Gerinnebreite [m]	3.4	3.33	2.80
benetzte Breite bei Sunk [m]	3.2	3.18	2.40
benetzte Breite bei Schwall [m]	3.2	3.33	2.80
Änderung der benetzten Breite [m]	0.00	0.15	0.40
Anteil benetzte Fläche bei Sunk [m ²]	232		
Anteil benetzte Fläche bei Schwall [m ²]	247		
Anteil trocken fallender Fläche [%]	6.07		

Wie die Resultate in Abbildung 6.2 und Tabelle 6.2 zeigen, liegt die Pegelrückgangsrage bei 4.5 cm/min. Die Geschwindigkeit des Schwallrückgangs muss damit gemäss Baumann et al. (2012) als mässig-schlecht bezeichnet werden (Tabelle 6.3).

Abb. 6.2: Pegelanstieg und -rückgang in der Strecke Krebs_SS während des Schwallversuches vom 13.6.2013.



Tab. 6.2: Geschwindigkeit des Abflussanstiegs und -rückgangs beim Schwallversuch am 13.6.2013 in der Strecke Krebs_SS.

Pegelanstiegsrate			Pegelrückgangsrate		
Pegeländerung [cm]	Zeit [min]	[cm/min]	Pegeländerung [cm]	Zeit [min]	[cm/min]
9	2:40	3.38	15	3:20	4.5

Tab. 6.3: Stranden von Fischen.

	sehr gut
	gut
	mässig-schlecht

Indikator F2 Stranden von Fischen	
	Krebs_SS
Anteil trocken fallender Fläche [%]	6
Geschwindigkeit des Schwallrückgangs [cm/min]	4.5
Anzahl gestrandete Fische [Ind./100 m]	nicht bewertet
Gesamtbewertung	

6.2 Laichareale der Fische (F3)

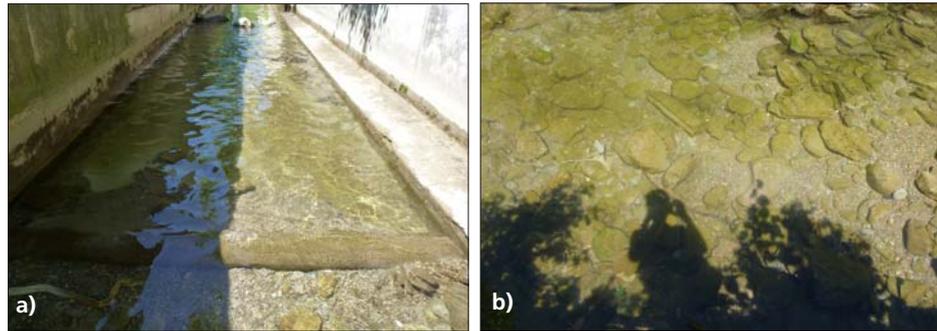
Beurteilt wurde nur die Schwall beeinflusste Strecke Krebs_SS. Rund 80 % dieser Strecke wurde von einer blanken Betonsohle gebildet, die nur punktuell Kies aufwies (Abbildung 6.3). Am unteren Streckenende fand sich zwar eine natürliche Bachsohle, diese bestand aber mehrheitlich aus groben Steinen mit feinem Material dazwischen (Abbildung 6.3). Dieser Abschnitt korrespondiert mit dem Zürichsee und steht in Abhängigkeit von dessen Wasserstand regelmässig im Einstaubebereich und kann deshalb die notwendige Frischwasserzufuhr für die Eientwicklung kaum gewährleisten. Insgesamt ist in Strecke Krebs_SS, unabhängig von der Hydrologie, durch ihre morphologische Ausprägung nicht als Laichhabitat für Bachforellen (bzw. Seeforelle) geeignet. Aus diesem Grund konnte auch keine negative Veränderung des Laichhabitatangebots durch Schwall/Sunk festgestellt werden und der Indikator F3 muss als sehr gut eingestuft werden (Tabelle 6.4). Die Bewertung sehr gut, kommt daher zu Stande, dass der Unterschied zwischen dem Laichhabitatpotential bei Sunk gegenüber dem Laichhabitatpotential bei einem natürlichen Winterabfluss beurteilt wird. Ergibt sich folglich kein Unterschied zwischen diesen beiden Betrachtungszuständen, so wird der Indikator als sehr gut beurteilt. Der Indikator wird selbst dann als sehr gut beurteilt, wenn kein Laichhabitatpotential vorhanden ist, sofern dies für beide Betrachtungszustände gilt.

Abb. 6.3: Choriotope

Potenzielles Laichsubstrat für die Bachforelle in der Strecke Krebs_SS fehlt.

a) mehrheitlich Betonsohle, nur punktuell Kies vorhanden.

b) kaum geeignetes Kies im untersten Streckenabschnitt.



Tab. 6.4: Beurteilung der Laichareale. Gutachterliche Beurteilung des potenziellen Laichhabitats für die Bachforelle.

■ sehr gut
■ mässig
■ schlecht

<i>Indikator F3 Laichareal der Fische</i>	
	Krebs_SS
Potenzielles Laichareal bei Sunk ¹	kein
Potenzielles Laichareal bei Sunk abzüglich den Stellen mit instabiler Sohle bei Schwall ¹	kein
Potenzielles Laichareal bei natürlichem Winterabfluss ¹	kein
Differenz zw. potenziellem Laichareal bei Schwall/Sunk und bei nat. Winterabfluss ²	kein

¹ Kategorien: kein, wenig, mittel, viel

² Kategorien: kein, gering, mässig, gross

6.3 Längenzonation MZB (B3)

Im Krebsbach wurde keine standortgerechte Zusammensetzung des Makrozoobenthos hinsichtlich der Längenzonation festgestellt (Tabelle 6.5). Der Vergleich des Längenzonationsindex mit dem aus Breite und Gefälle ermittelten Sollwert ergab an beiden Stellen einen schlechten Zustand. An beiden Stellen am Krebsbach deuten die ermittelten Werte auf eine Potamalisierung hin. Die untere Stelle des Krebsbachs liegt unmittelbar oberhalb des Zürichsees, so dass eine Potamalisierung nicht verwunderlich ist. An der oberen Stelle Krebs_Ref könnte eine organische Belastung und / oder der Rückstau des Laufkraftwerks etwas unterhalb der Stelle für die Potamalisierung verantwortlich sein.

Tab. 6.5: Längenzonationsindex (LZI) der Wasserwirbellosen, Sollwert Längenzonation im Vergleich zur Bewertung der Makrozoobenthosprobenahme vom 5.4.2013.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B3 (Längenzonation Makrozoobenthos)		
	Krebs_Ref	Krebs_SS
LZI	4.16	5.48
Sollwert (Breite, Gefälle)	Epirhithral (3.0)	Metarhithral (4.0)
Bewertung ¹		

¹ Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

6.4 Wassertemperatur (Q1)

Dieser Indikator wurde aufgrund fehlender Temperaturdaten nicht bewertet.

7 Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung

Für die Strecke Krebs_SS zeigt sowohl der Schnelltest als auch die Grundbewertung eine wesentliche Beeinträchtigung an. Der schlechte Zustand ist allerdings nicht nur auf die Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk zurückzuführen, da die Morphologie der Untersuchungsstrecke ebenfalls stark beeinträchtigt ist.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse verursacht das **KW Bäch** eine wesentliche Beeinträchtigung an Flora und Fauna sowie deren Lebensräumen im Krebsbach und ist deshalb **sanierungspflichtig**.

Tab. 7.1: Überblick der geprüften Indikatoren und Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht
	nicht beurteilt
	nicht beurteilbar

	Krebs_Ref	Krebs_SS
F1 MSK Modul Fische		
F4 Reproduktion Fische		
F5 Produktivität Fische		
B1 Biomasse MZB		
B2 MSK Modul MZB		
B4 EPT-Familien MZB		
H1 Kolmation		
A1 Mindestabfluss		
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012		Ja

F2 Stranden Fische		
F3 Laichareale Fische	-	
B3 Längenzonation MZB		
Q1 Temperatur	-	-
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012		Ja

7.1 Grad der Beeinträchtigung

Wie in Tab. 7.1 dargestellt, wurden nicht alle Parameter der Grundbewertung erhoben. Der Grad der Beeinträchtigung in der Strecke Krebs_SS wurde anhand der Indikatoren F2 (Stranden Fische) und B3 (Längszonation MZB) beurteilt, die beide als schlecht eingestuft wurden. Dementsprechend wird unserer Einschätzung nach für die vorliegenden Schwallstrecke von einer **starken Beeinträchtigung** ausgegangen (Tab. 7.2).

Tab. 7.2: Grad der Beeinträchtigung der einzelnen Untersuchungsstrecken.

	mässig
	stark
	sehr stark
-	keine Beeinträchtigung

	Krebs_SS
Grad der Beeinträchtigung	stark

8 Ökologisches Potential

Der Krebsbach weist in der Schwall-Sunk Strecke aufgrund der morphologischen und hydrologischen Defizite ein geringes Lebensraumangebot auf. Allerdings ist die unmittelbare Nähe zum Zürichsee von Bedeutung (Schwallstrecke mündet direkt in den Zürichsee) und der Krebsbach ist als potenzielles Seeforellengewässer einzustufen.

Das ökologische Potenzial wird in der Strecke Krebs_SS im heutigen Zustand als klein eingestuft (Tab. 8.1). Dies kann damit begründet werden, dass dieser Abschnitt sich ökomorphologisch in einem naturfremden bzw. künstlichen Zustand befindet, in keinem kantonalen oder nationalen Inventar aufgeführt ist und mit Ausnahme der Bachforelle und der Barbe (potentiell gefährdet) kein gefährdeten Arten vorkommen. Zwar kann der Krebsbach als potenzielles Seeforellengewässer eingestuft werden, aufgrund des geringen Lebensraumangebots und insbesondere aus Mangel an geeignetem Laichhabitat im heutigen Zustand kann er jedoch von Seeforellen nicht als Laichgewässer genutzt werden. Die Schwallstrecke als Vernetzungstrecke ist für weiter oberhalb liegende Gewässerabschnitte von Bedeutung.

Für den zukünftigen Zustand der Strecke Krebs_SS wird ebenfalls ein kleines Potenzial prognostiziert (Tab. 8.1). Der Krebsbach verläuft im Siedlungsraum und der Raum für morphologische Aufwertungen fehlt, weshalb wohl auch im zukünftigen Zustand die Ökomorphologiekategorie «naturfremd/künstlich» bestehen bleiben wird.

Aufgrund des geringen ökologischen Potenzials, der Bedeutung als Zufluss des Zürichsees und einer eher geringen Bedeutung im Gewässernetz des Kantons Schwyz ist dem Krebsbach bei der Umsetzung der Schwall-Sunk-Sanierung eine **geringe Priorität** einzuräumen.

Tab. 8.1: Bewertungszustände und Bedeutung der Untersuchungsstrecke.

	Krebs_SS
ökologisches Potenzial im Ist-Zustand	klein
ökologisches Potenzial im zukünftigen Zustand	klein

9 Massnahmen

Die möglichen Sanierungsmassnahmen mit Ausnahme der strukturellen Aufwertung wurden vom Amt für Wasserbau mit der Betreiberin diskutiert.

Bauliche Massnahmen:

- Direktableitung in den Zürichsee:
Grundsätzlich möglich, jedoch ist das Bauen in der Seekreide teuer. Zudem sind aufgrund des geringen Höhenunterschiedes grosse Rohrdurchmesser unterhalb des Betonkanals erforderlich. Die Nutzung als Pumpspeicherwerk wurde von der Betreiberin bereits in der Gründungszeit verworfen.
- Ableitung in separatem Kanal (Trennwand im Gerinne):
Die Machbarkeit bliebe abzuklären, es sind aber grosse Auswirkungen auf die Hydraulik, die Hochwassersicherheit und die Gewässerökologie zu erwarten.
- Gradientenbecken:
Wird aufgrund des Platzmangels verworfen.

Die Betreiberin ist grundsätzlich mit dem Treffen von **betrieblichen Massnahmen** einverstanden:

- Dauerbetrieb Kraftwerk/ Erhöhung Minimalabfluss/ Verminderung Maximalabfluss:
Heute herrscht nur bei einem Zufluss von > 500 l/s ein 24h- Stundenbetrieb. Die Betreiberin schätzt die Wahrscheinlichkeit gering ein, dass ein wirtschaftlicher 24-Betrieb erreicht werden kann.
- Anpassung der Anstiegs- und Rückgangsraten:
Die Betreiberin ist bereit, steuertechnische Massnahmen an der Maschine für einen langsameren Pegelanstieg und Pegelrückgang zu überprüfen.

Strukturelle Massnahmen:

- Durch strukturelle Verbesserungen der Gewässersohle (heute Beton) mittels den Einbau von Steinen/Blöcken lässt sich möglicherweise die Vernetzung mit oberhalb liegenden Gewässerabschnitten verbessern und eine geringfügige Lebensraumaufwertung erreichen. Diese Massnahme muss weiter überprüft werden. Eine Kombination mit einer betrieblichen Massnahme ist vorzusehen.

Als **voraussichtlichste Massnahme** wird die **steuertechnische Massnahme** zur Verringerung der Anstiegs- und Rückgangsrate angesehen, allenfalls in Kombination mit strukturellen Aufwertung der Gewässersohle.

Die **Kosten** belaufen sich schätzungsweise auf **<2 Mio. CHF**. Durch diese Massnahme ist mit einer Abnahme der Pegelrückgangsraten unter den als heute wesentlich erachteten Grenzwert zu rechnen. Gleichzeitig kann die Vernetzung mit oberliegenden Gewässerstrecken möglicherweise verbessert werden.

Eine wesentliche Verbesserung der Lebensraumsituation ist durch dadurch jedoch nicht zu erwarten (**geringer Nutzen**), solange die morphologischen Defizite nicht behoben werden.

Die konkrete Wirksamkeit der Massnahme sollte anhand einer **Erfolgskontrolle** (Art. 41g Abs. 3 GSchV) überprüft werden.

Aufgrund der geringen Kosten und der zu erwartenden Wirkung ist die Massnahme **vermutlich** als **verhältnismässig** anzusehen.

Einzugsgebiet Zürichsee (SZ)

Wägitaleraa - KW Wägital

Register 3



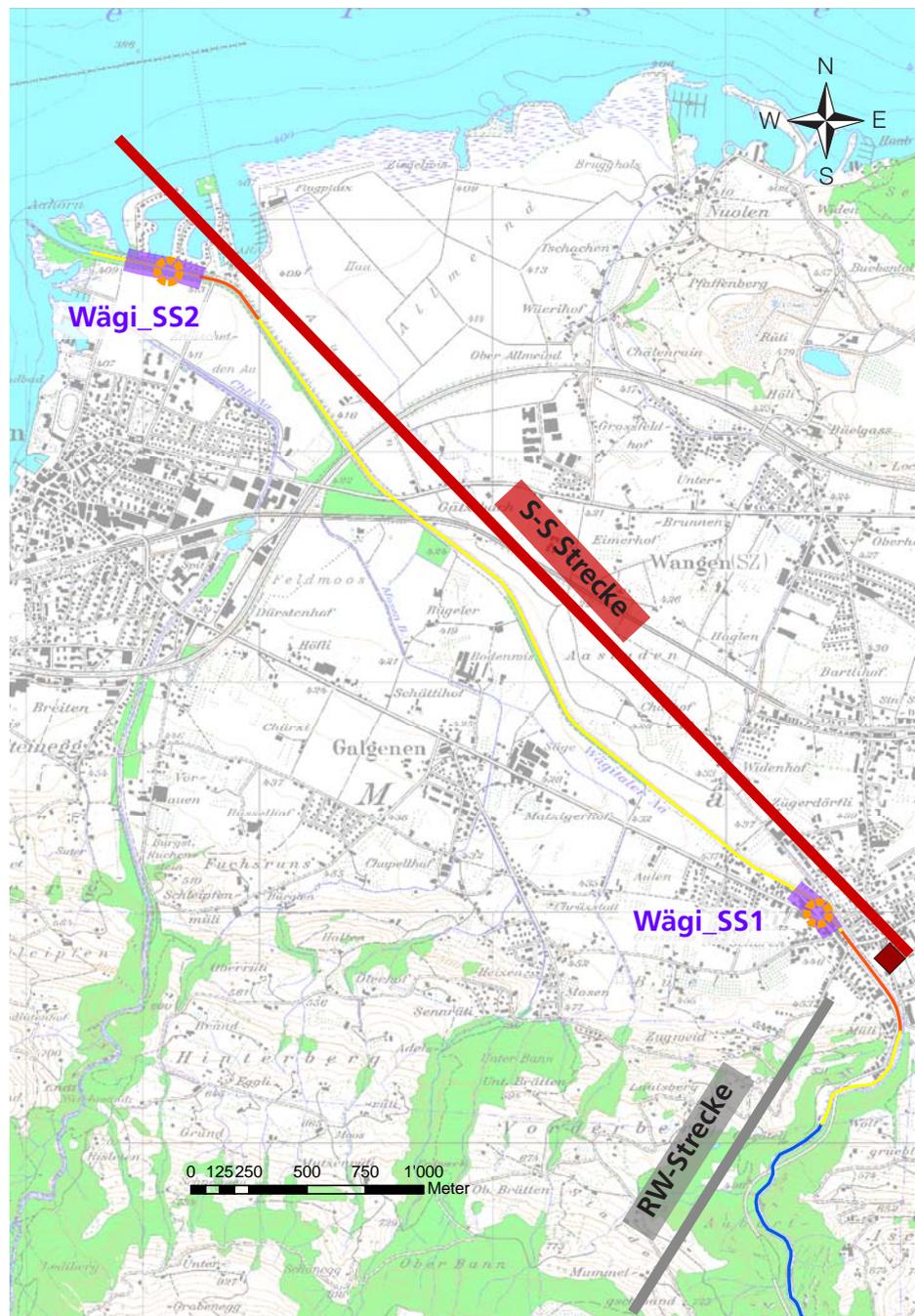
1	Kraftwerksbetrieb	1
2	Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$	2
3	Wasserqualität	2
4	Untersuchungsstrecken	3
5	Schnelltest	4
5.1	MSK-Modul Fische (F1)	4
5.2	Reproduktion der Fische (F4)	8
5.3	Produktivität der Fische (F5)	9
5.4	Biomasse des MZB (B1)	9
5.5	MSK-Modul MZB Stufe F (B2)	10
5.6	EPT-Familien MZB (B4)	10
5.7	Kolmation (H1)	10
5.8	Mindestabfluss (A1)	11
6	Grundbewertung	13
6.1	Stranden der Fische (F2)	13
6.2	Laichareale der Fische (F3)	18
6.3	Längenzonation MZB (B3)	19
6.4	Wassertemperatur (Q1)	20
7	Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung	20
7.1	Grad der Beeinträchtigung	21
8	Ökologisches Potential	22
9	Massnahmen	23

1 Kraftwerksbetrieb

Das Kraftwerk Wägital ist ein zweistufiges Pumpspeicherwasserkraftwerk, welches auch über die gesamte Höhe als einstufiges Kraftwerk betrieben werden kann. Zum Kraftwerk gehören u.a. die Staubecken Wägitalersee (901 m.ü.M) und Rempen (642 m.ü.M) sowie die Zentralen Rempen und Siebnen (444 m.ü.M). Nur die untere Zentrale in Siebnen produziert Schwall-Sunk, da das Rempenbecken wie ein Ausgleichsbecken funktioniert. Die Rückgabe findet in der Gemeinde Siebnen in die Wägitaleraa statt (Abbildung 1.1). Die Ausbaumwassermenge beträgt 32 m³/s, die vier Turbinen werden stets unter Volllast betrieben. Im Mittel wird das Kraftwerk an 1200 h pro Jahr betrieben, wobei 75% der Stromprodukti-

Abb. 1.1: Übersichtskarte mit den Untersuchungsstrecken in der Wägitaleraa.

- Entnahme (710'700 / 222'400)
- Rückgabe (710'550 / 225'900)
- MZB-Probenahme
- Untersuchungsstrecke
- Ökomorphologie**
- natürlich/ naturnah
- wenig beeinträchtigt
- stark beeinträchtigt
- naturfremd/ künstlich
- eingedohlt



on im Winterhalbjahr stattfindet. Die Grundlage für die Wassernutzung bildet eine Konzession, welche bis Ende 2040 gilt.

Das Q_{347} beträgt gemäss dem Sanierungsbericht Wasserentnahmen (Basler & Hofmann 1998) bei der Fassung Rempen 350 l/s. Mit dem Zwischeneinzugsgebiet erhöht sich dieser Wert auf ca. 500 l/s. Die Restwassermenge wurde im Rahmen der Restwassersanierung auf ein abrufbares Jahresvolumen von 500'000 m³ festgelegt.

2 Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$

In Tabelle 2.1 sind die Schwall-Sunk Verhältnisse ($V_{S/S}$) gemäss Auslegung des Kraftwerks und beim Dotierversuch in den Schwall-Sunk Untersuchungsstrecken dargestellt. Während des Dotierversuchs wurde ein Schwallabfluss von 28.5 m³/s gemessen (Messung durch den Kraftwerksbetreiber). Aus dem Zwischeneinzugsgebiet ergab sich ein Sunkabfluss von 33 l/s (Wägi_SS1) bzw. 15 l/s (Wägi_SS2). Daraus folgt ein Schwall-Sunk Verhältnis von 894 (SS1) bzw. 1900 (SS2).

Es wird festgestellt, dass das Kraftwerk Wägital Abflussschwankungen in der Wägitaleraa verursacht, und dass diese den Faktor von 1.5 in beiden Untersuchungsstrecken deutlich übersteigen.

Tab. 2.1: Schwall-Sunk-Verhältnis in der Wägitaleraa.

Wägitaleraa	Dotierversuch 19.6.2013		Angaben Kraftwerksbetreiber	Angaben Restwassersanierung (AquaPlus 2003)
	Wägi_SS1	Wägi_SS2		
Q_{Schwall} [m ³ /s]	28.5	28.5	32	32
Q_{Sunk} [m ³ /s]	0.03	0.02	0	0
$V_{S/S}^1$	864	1900	-	-

3 Wasserqualität

Die Wasserqualität in der Wägitaleraa wurde im Rahmen der DÜFUR-Aufnahmen 2013 anhand des Äusseren Aspekts und der Wasserwirbellosen erhoben. Wie die Probenahme im Frühjahr zeigte, wurden die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV eingehalten. Bei der Probenahme im Herbst wurden nur zwei unterschiedliche Makroinvertebratenarten festgestellt, weshalb die Anforderungen gemäss GSchV nicht eingehalten wurden.

4 Untersuchungsstrecken

In der oberen Kraftwerksstufe wird Wasser vom Wägitalersee der Zentrale beim Ausgleichsbecken Rempen zugeführt. Erst nach der zweiten Druckstufe, bei der Zentrale in Siebnen, wird das Triebwasser wieder der Wägitaleraa zugeleitet. Am Ende des Unterwasserkanals, unmittelbar oberhalb der eigentlichen Rückgabestelle in die Wägitaleraa, erfolgt bei Schwall eine Ausleitung von 2 m³/s zur Speisung von vier Kraftwerken am Nuolener Industriekanal, der in den Zürichsee mündet. Das beim KW-Wägital der Wägitaleraa zurückgegebene Wasser fliesst

Abb. 4.1: Untersuchungsstrecke Wägi_SS1 am 11.6.2013 bei Sunk.



Abb. 4.2: Untersuchungsstrecke Wägi_SS2 am 11.6.2013 bei Sunk.



im ursprünglichen Gerinne mit geringem Gefälle zum Zürichsee. Beim "Aahorn", dem Mündungsdelta der Wägitaleraa in der Zürichsee, handelt es sich um eine Aue von nationaler Bedeutung (Auenverordnung, Nr. 225, Aahorn).

Die **Untersuchungsstrecke Wägi_SS1** befindet sich direkt nach der Rückgabe des KW Siebnen am Beginn der 5 km langen Schwall-Sunk Strecke. Das Gewässer befindet sich in diesem Abschnitt in einem ökomorphologisch stark beeinträchtigten Zustand (Abbildung 4.1).

Die **Untersuchungsstrecke Wägi_SS2** liegt dagegen am Ende der Schwall-Sunk Strecke kurz vor dem Zürichsee. Auch hier ist die Ökomorphologie stark beeinträchtigt (Abbildung 4.2). Beim Flussdelta wurden kürzlich seitens des Kantons intensive Anstrengungen zur Revitalisierung des Gewässers und des umliegenden Schutzgebietes gemacht.

5 Schnelltest

5.1 MSK-Modul Fische (F1)

Die halbquantitativen Befischungen erfolgten am 11.6.2013 in den Strecken Wägi_SS1 und Wägi_SS2. Nach Möglichkeit wurde an ein Hindernis heran gefischt, um ein Entweichen von Fischen am oberen Streckenende zu verhindern. Dies war jedoch in der Strecke Wägi_SS2 nicht möglich. Es kann dementsprechend davon ausgegangen werden, dass hier einzelne wenige Fische entweichen konnten und nicht erfasst wurden. In Anhang A finden sich Fotos der Befischungen.

Die Tabelle 5.1 gibt einen Überblick zu den relevanten Befischungsdaten. Die Befischungsstrecken waren 98 (Wägi_SS1) bzw. 117 m (Wägi_SS2) lang, die mittleren benetzten Breiten lagen zwischen 8.1 und 11.0 m. Beide Strecken sind der Ökoregion des Mittellandes zuzuordnen, sie zählen nach Huet (1949) zur Forellenregion. Möglicherweise war der Unterlauf der Wägitaleraa in ihrer historischen Ausprägung der Äschenregion zuzuordnen, dies entzieht sich unserer Kenntnis, weshalb die Auswertung nach der Forellenregion erfolgt. In den Abbildungen 5.2 und 5.3 sind die Längenhistogramme der gefangenen Fische in den einzelnen Strecken dargestellt.

Artenspektrum und Dominanzverhältnis

In beiden Strecken wurden einzig Bachforellen (*Salmo trutta fario*) gefangen. Die Bachforelle gilt gemäss Schager & Peter (2004) als Indikatorart. Entsprechend dominierten sie in beiden Strecken den Bestand zu 100 %, was als gut eingestuft wird (Abbildung 5.1 und Tabelle 5.2).

Das Artenspektrum in beiden Strecken war beeinträchtigt. In der Strecke Wägi_SS1 wäre nebst der Bachforelle die Groppe zu erwarten gewesen, entsprechend muss hier von einem mässig verändertem Artenspektrum ausgegangen

werden (Tabelle 5.2). In der Strecke Wägi_SS2 muss sogar von einem untypischen Artenspektrum mit einer massiven Artenreduktion gesprochen werden, da nebst der Groppe aufgrund der Nähe zum Zürichsee zumindest einzelne Individuen von weiteren Fischarten der Mündungsregion oder Seearten (z.B. Hasel, Trüsche, Rotauge, Egli usw.)¹ zu erwarten gewesen wären (Tabelle 5.2).

Tab. 5.1: Übersicht der Fischdaten in den Untersuchungsstrecken der Wägitaleraa.

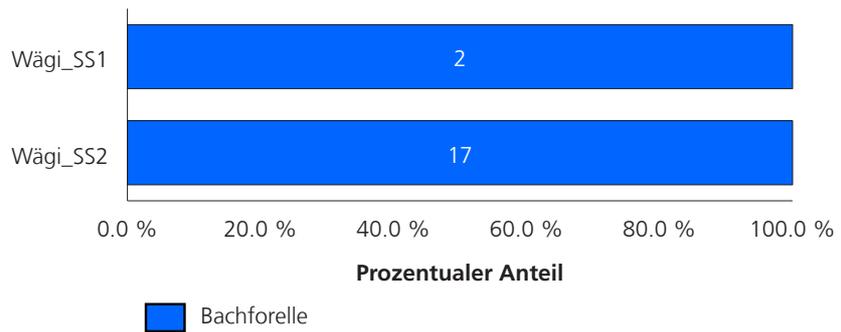
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
mittlere Breite (m)	11.0	8.1
Streckenlänge (m)	117	98
Befischte Fläche (ha)	0.13	0.08
Ökoregion	Mittelland	Mittelland
Fischregion	Forellenregion	Forellenregion
gefangene Fischarten	BF	BF
# gefangene BF	2	17
# BF/ha	16	214
# gefangene 0 ⁺ - BF	0	16
# 0 ⁺ - BF/ha	0	202
0 ⁺ />0 ⁺ BF	-	16.00
# andere gefangene Indikatorarten	-	-
# andere Indikatorarten/ha	-	-
versch. Altersstadien bzw. 0 ⁺ -Fische von Indikatorarten	-	-
# Anomalien	0	1
Anomalien (%)	0	6

BF: Bachforelle

¹ Die Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*) als weitere potenzielle Art bzw. Ökotyp der Bachforelle wurde in der Bewertung nicht berücksichtigt, da adulte Tiere zu der Jahreszeit des Befischungszeitpunkts nicht in Fließgewässern zu erwarten sind und Juvenile sich nicht eindeutig von juvenilen Bachforellen unterscheiden lassen.

Abb. 5.2: Dominanzverhältnisse der gefangenen Fische in den untersuchten Strecken der Wägitaleraa.

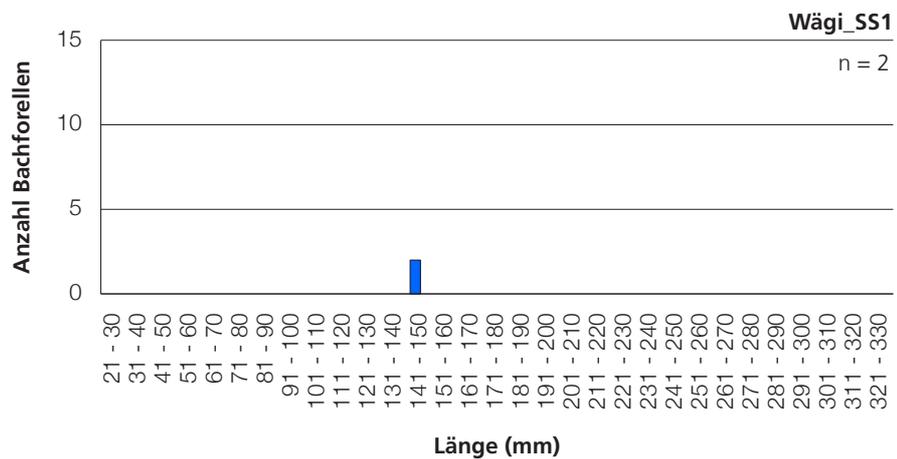
Die Werte in den Balken entsprechen den gefangenen Individuen pro Art.



Populationsaufbau der Indikatorarten

Der Altersaufbau der gefangenen Bachforellen² setzte sich in den beiden Untersuchungsstrecken unterschiedlich zusammen und wich v.a. in der Strecke Wägi_SS1 deutlich von einer naturnahen Populationsstruktur ab (Abbildungen 5.2 und 5.3). In der Strecke Wägi_SS1 konnten nur zwei Individuen der 1⁺-Kohorte in einem permanent benetzten Kolk gefangen werden³. Das Verhältnis zwischen 0⁺-Fischen und älteren Tieren konnte in dieser Strecke nicht berechnet werden. Eine Naturverlaichung fand hier nicht statt, die Populationsstruktur wird als schlecht eingestuft. In der unteren Strecke Wägi_SS2 konnten erstaunlicherweise 16 Individuen von 0⁺-Fischen ausgemacht werden, nur ein einzelnes Tier war grösser⁴. Das Verhältnis 0⁺/[>]0⁺ wird zwar als sehr gut eingestuft, aufgrund der sehr geringen Dichte an 0⁺-Fischen (Individuen/ha) wird aber auch hier die Populationsstruktur als schlecht eingestuft.

Abb. 5.2: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Wägi_SS1 am 11.6.2013. (0⁺-Fische in hellblau)

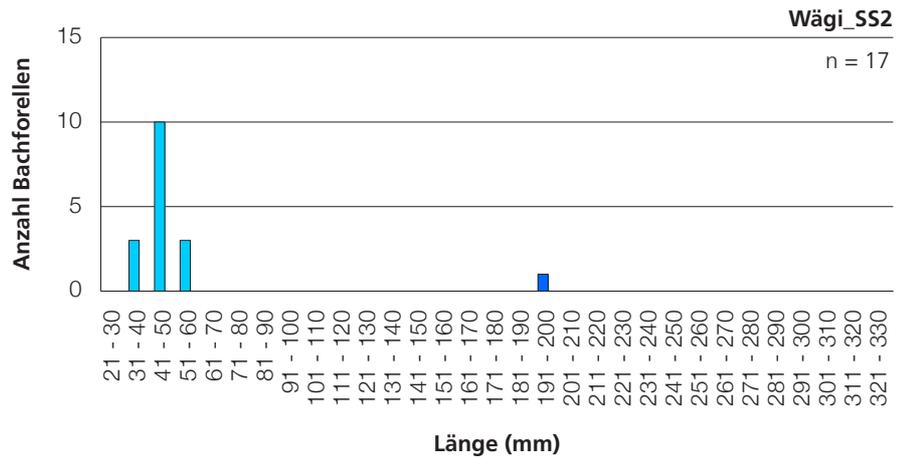


² Bei den gefangenen Bachforellenlarven könnte es sich auch um junge Seeforellen gehandelt haben, dies lässt sich aber in diesem Altersstadium nicht mit Sicherheit feststellen. Für die vorliegende Bewertung wurden alle Forellen als Bachforellen angesprochen.

³ Vermutlich handelt es sich um zwei von weiter oberhalb abgeschwemmte Tiere.

⁴ Unterhalb der Befischungsstrecke befand sich eine wahrscheinlich immer benetzte Gleite mit idealem Laichsubstrat, die offenbar eine geringe Eientwicklung und ein Jungfischauftreten zuließ.

Abb. 5.3: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Wägi_SS2 am 11.6.2013.
(0⁺-Fische in hellblau)



Individuendichte der Indikatorarten

In beiden Strecken wurden sehr kleine Fischbestände festgestellt. Für Bachforellen lagen die hochgerechneten Dichten zwischen 16 und 214 Ind./ha, was für das Mittelland als sehr gering eingestuft wird. Bezüglich der Individuendichte der Indikatorarten ergibt sich in beiden Untersuchungsstrecken ein schlechter Zustand (Tabelle 5.2).

Anomalien und Deformationen

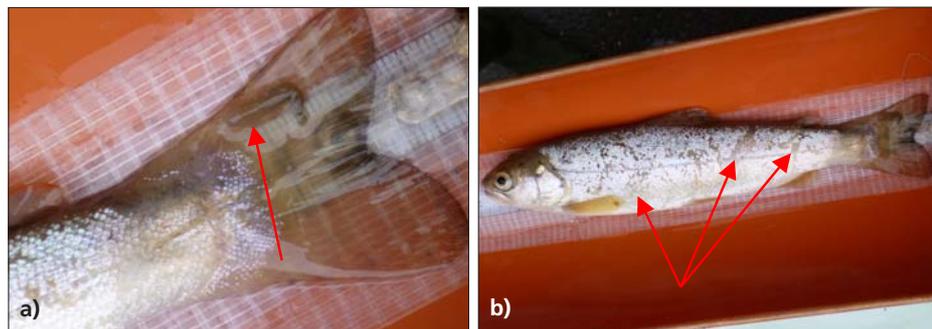
Nur ein Fisch in der Strecke Wägi_SS2 wies Anomalien auf (Abbildung 5.4). Einerseits hatten sich zwei Egel, je einer an Kopf und an der Schwanzflosse festgesaugt und andererseits wiesen die Flanken grössere Bereiche mit fehlenden Schuppen auf. Obwohl nur ein einziges Individuum Anomalien aufwies, liegt der prozentuale Anteil in der Strecke Wägi_SS2 bei >5 %, was einem schlechten Zustand entspricht. Die Strecke Wägi_SS1 wird aufgrund fehlender Anomalien als gut eingestuft.

Abb. 5.4: Anomalien und Deformationen

(Markierung mit rotem Pfeil)

- a) Parasitenbefall (Egel) Bachforelle (Strecke Wägi_SS2)
b) Flächiger Schuppenverlust Bachforelle (Strecke Wägi_SS2)

Es handelt sich bei beiden Bildern um das selbe Individuum.



Die zusammenfassende Beurteilung nach Schager & Peter (2004) ist in der Tabelle 5.2 zu finden. Der fischökologische Zustand wird demnach als mässig bis schlecht bewertet. Aufgrund der für ein Gewässer von der Grösse der Wägitaleraa sehr

geringen Anzahl gefangener Fische wird beiden Untersuchungsstrecken ein schlechter fischökologischer Zustand zugewiesen.

Tab. 5.2: Beurteilung der Fischfauna in der Wägitaleraa nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F gemäss Schager & Peter (2004).



<i>Indikator F1 Beurteilung der Fischfauna</i>		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
Artenspektrum	1	2
Dominanzverhältnis	0	0
Populationsstruktur der Indikatorarten	4	4
Fischdichte der Indikatorarten	4	4
Anomalien und Deformationen	0	4
Bewertung¹	9	14
Bewertung²		

¹ Bewertung nach Schager & Peter (2004)

² Bewertung nach unserer Einschätzung aufgrund der sehr geringen Individuenzahlen

5.2 Reproduktion der Fische (F4)

Die Sömmerlingsdichte bei der Strecke Wägi_SS1 war 0, da keine 0+-Fische gefangen wurden. Eine Reproduktion der Bachforelle konnte nicht nachgewiesen werden. Bei der Strecke Wägi_SS2 war zwar eine erfolgreiche Reproduktion nachweisbar, die Sömmerlingsdichte lag jedoch bei bescheidenen 202 Ind/ha (Tabelle 5.1). Für beide Strecken wird die Reproduktion der Fische demnach als schlecht eingestuft (Tabelle 5.3).

Tab. 5.3: Beurteilung der Reproduktion aufgrund der Reproduktion der Bachforelle auf Basis der Befischungen (F1) (nach Schager & Peter 2004).



<i>Indikator F4 Reproduktion der Fische</i>		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
Sömmerlingsdichte der Bachforelle [Ind/ha]	0	202

5.3 Produktivität der Fische (F5)

Das theoretische jährliche Ertragsvermögen lag in den untersuchten Abschnitten bei 0.0 - 3.8 kg/ha*Jahr (Tabelle 5.4). Für beide Strecken muss von einem sehr ertragsarmen Gewässer ausgegangen werden. Da in der Strecke Wägi_SS2 keine Biomasse der Wirbellosen ermittelt werden konnte, ergab das abgeschätzte Ertragsvermögen methodisch bedingt ebenfalls 0. Die Produktivität der Fische muss in beiden Strecken als schlecht eingestuft werden (Tabelle 5.4).

Tab. 5.4: Ergebnisse der Bonitierung.

Als Grundlage diente das für die untersuchten Abschnitte im Frühjahr 2013 erhobene Nassgewicht der Wasserwirbellosen (vgl. Indikator B1).

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

<i>Indikator F5 Produktivität der Fische</i>		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
Bonitätsfaktor B¹	0.5	0.0
Temperaturkoeffizient² k₁	1.00	1.00
Lebensraumkoeffizient k₂	0.75	0.75
Fischregion k₃	1.00	1.00
K³ [kg/ha*Jahr]	3.8	0.0

¹ Nach Vuille (1997)

² Abschätzung

³ Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.4 Biomasse des MZB (B1)

Alle Stellen an der Wägitaleraa wiesen einen schlechten biologischen Zustand hinsichtlich der Biomasse auf (Tabelle 5.5). Dies ist vor allem auf die geringen Individuendichten zurückzuführen.

Tab. 5.5: Biomasse der Wasserwirbellosen,

Meereshöhe, Sollwert Biomasse sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

<i>Indikator B1 Biomasse des Makrozoobenthos</i>		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
Biomasse [g/m ²]	0.6	0.0
Meereshöhe [m.ü.M.]	445	406
Sollwert Biomasse¹ [g/m ²]	8.6	9.4
Bewertung²		

¹ Nach Jungwirth et al. (1980)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.5 MSK-Modul MZB Stufe F (B2)

An der Wägitaleraa (Stelle Wägi_SS1) war der biologische Zustand auf Basis des IBCH mässig, an der unteren Stelle der Wägitaleraa (Wägi_SS2) war er sogar unbefriedigend (Tabelle 5.6).

Tab. 5.6: Bewertung der Wirbellosenfauna anhand des «Index Biologique IBCH».

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

<i>Indikator B2 IBCH</i>		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
IBCH¹	10	7
Bewertung¹		

¹ Nach Stucki (2010)

5.6 EPT-Familien MZB (B4)

Der biologische Zustand hinsichtlich des Vorkommens von EPT-Familien war in der Wägitaleraa mässig bis schlecht (Tabelle 5.7). An der Stelle Wägi_SS2 wurde nur eine Plecopteren-Familie gefunden, an der Stelle Wägi_SS1 insgesamt nur 5 EPT-Familien.

Tab. 5.7: EPT-Familien der Wasserwirbellosen sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

<i>Indikator B4 EPT-Familien Makrozoobenthos</i>		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
EPT-Familien¹	5	1
Bewertung²		

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.7 Kolmation (H1)

Beide Strecken wiesen im benetzten Bereich keine innere Kolmation auf. Während in der Strecke Wägi_SS2 jedoch auch keine äussere Kolmation im benetzten Bereich feststellbar war, war die Sohle der Strecke Wägi_SS1 mit Feinsediment bedeckt (sehr starke äussere Kolmation). Im trockenen Bereich zeigten die Strecken eine erheblich bis starke innere Kolmation.

In der Gesamtwertung ist die Kolmation bei beiden Strecken zum Untersuchungszeitpunkt als erheblich bis stark zu bezeichnen.

Tab. 5.8: Bewertung der Kolmation, unterteilt nach innerer Kolmation im benetzten und trockenen Bereich.

- keine
- geringe
- erhebliche
- starke
- sehr starke

Indikator H1, Kolmation		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
Bewertung der inneren Kolmation im trockenen Bereich^{1,2}		

¹ Aufgenommen nach Schälchli (2002)

² Bewertung der inneren Kolmation im trockenen Bereich in Anlehnung an Baumann et al. (2012)

Innere Kolmation, benetzter Bereich²		
--	--	--

² Nach Binderheim et al. (2007) (Zusatzinformation, bei der Bewertung nicht berücksichtigt)

5.8 Mindestabfluss (A1)

Die Längsprofile bei Sunk in den Strecken Wägi_SS1 und Wägi_SS2 sind in Abbildung 5.5 dargestellt. Wie sich zeigt wird bei Sunk in beiden Strecken die generell geforderte Wassertiefe von 20 cm für die Bachforelle bzw. von 36 cm für die Seeforelle mehrheitlich nicht eingehalten. Mehr als 80 % aller Messwerte entlang des Talweges lagen unter den geforderten Wassertiefen von 20 bzw. 36 cm (Abbildung 5.6). Der minimale Sunkabfluss erfüllt damit die Anforderungen an die Restwassermenge gemäss Art. 31 Abs. 2 GschG nicht (Tabelle 5.9).

Abb. 5.5: Messwerte der Abflusstiefen entlang des Talwegs in den Strecken Wägi_SS1 und Wägi_SS2 am 19.6.2013 bei Sunk, aufgetragen gegen die Fließrichtung. Die Längsprofile konnten bei Schwall nicht aufgenommen werden. Bezeichnung der optimalen Wassertiefen für die Seeforelle von 36 cm (blau) und die generell geforderte Wassertiefe von 20 cm (violett).

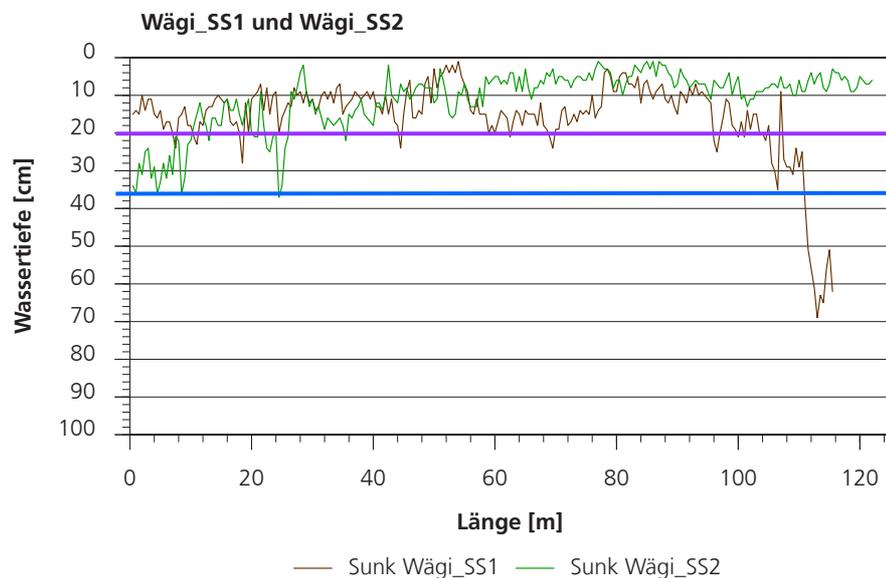


Abb. 5.6: Summenverteilung der Wassertiefen entlang des Talwegs in den Strecken Wägi_SS1 und Wägi_SS2 am 19.6.2013 bei Sunk. Bezeichnung der optimalen Wassertiefen für die Seeforelle von 36 cm (blau) und die generell geforderte Wassertiefe von 20 cm (violett).

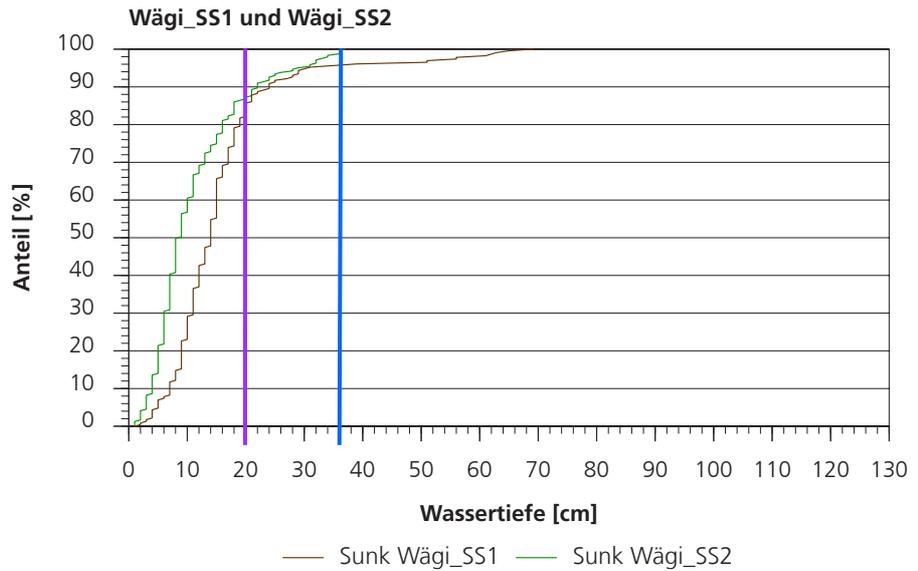
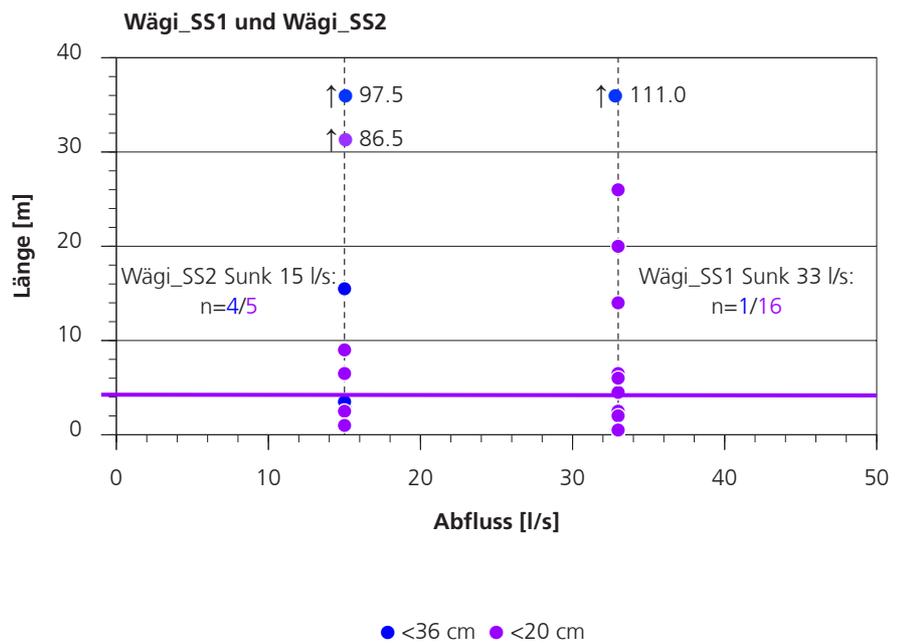


Abb. 5.7: Häufigkeit und Länge der Unterschreitungen von kritischen und suboptimalen Wassertiefen in den Strecken Wägi_SS1 und Wägi_SS2 am 13.6.2013. Bezeichnung der von Bachforellen maximal passierbaren Gewässerlänge (2 m) bei einer Wassertiefe von 12 cm (violett).



Tab. 5.9: Mindestabfluss nach GSchG Art. 31 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. d.

■ eingehalten
■ nicht eingehalten

Indikator A1 Mindestabfluss	
	Wägitaleraa
Sunk gemessen [l/s]	33
Q₃₄₇¹ [l/s]	500
Q_{min} GSchG Art. 31 Abs. 1 [l/s]	280
Bewertung	

¹ Nach Basler & Hofmann (1998)

6 Grundbewertung

6.1 Stranden der Fische (F2)

Die Abbildungen 6.1 und 6.2 zeigen die erhobenen Querprofile an den Untersuchungsstellen Wägi_SS1 und Wägi_SS2 während des Schwall- bzw. Sunkabflusses. Da eine Aufnahme der Querprofile bei Schwall nicht möglich war, wird in den Abbildungen 6.1 und 6.2 mittels der Pegelmessung bei Schwall ein vereinfachtes Rechteckprofil angegeben. Die benetzte Breite nimmt von Schwall zu Sunk an der Stelle Wägi_SS1 um ca. 45 % und an der Stelle Wägi_SS2 um ca. 72 % ab (Tabellen 6.1 und 6.2). Der Zustand muss damit gemäss Baumann et al. (2012) als mässig bis schlecht bezeichnet werden (Tabelle 6.4).

Abb. 6.1: Messwerte der Abflusstiefen entlang der Querprofile in den Strecke Wägi_SS1 bei Sunk am 19.6.2013, aufgetragen von links nach rechts. Die Querprofile bei Schwall konnten nicht gemessen werden und wurden mit einem vereinfachten Rechteckprofil visualisiert.

— Schwall
— Sunk

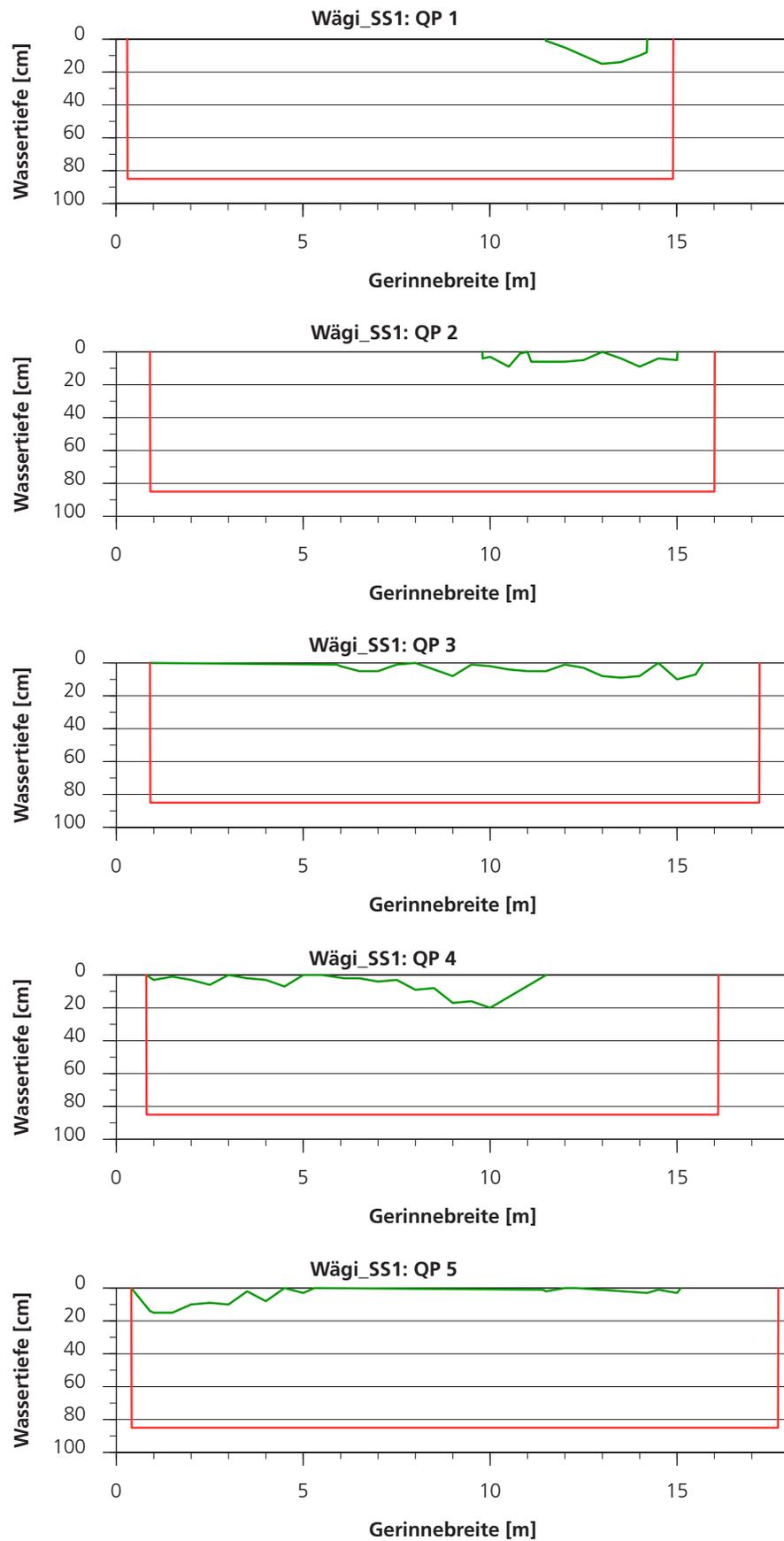
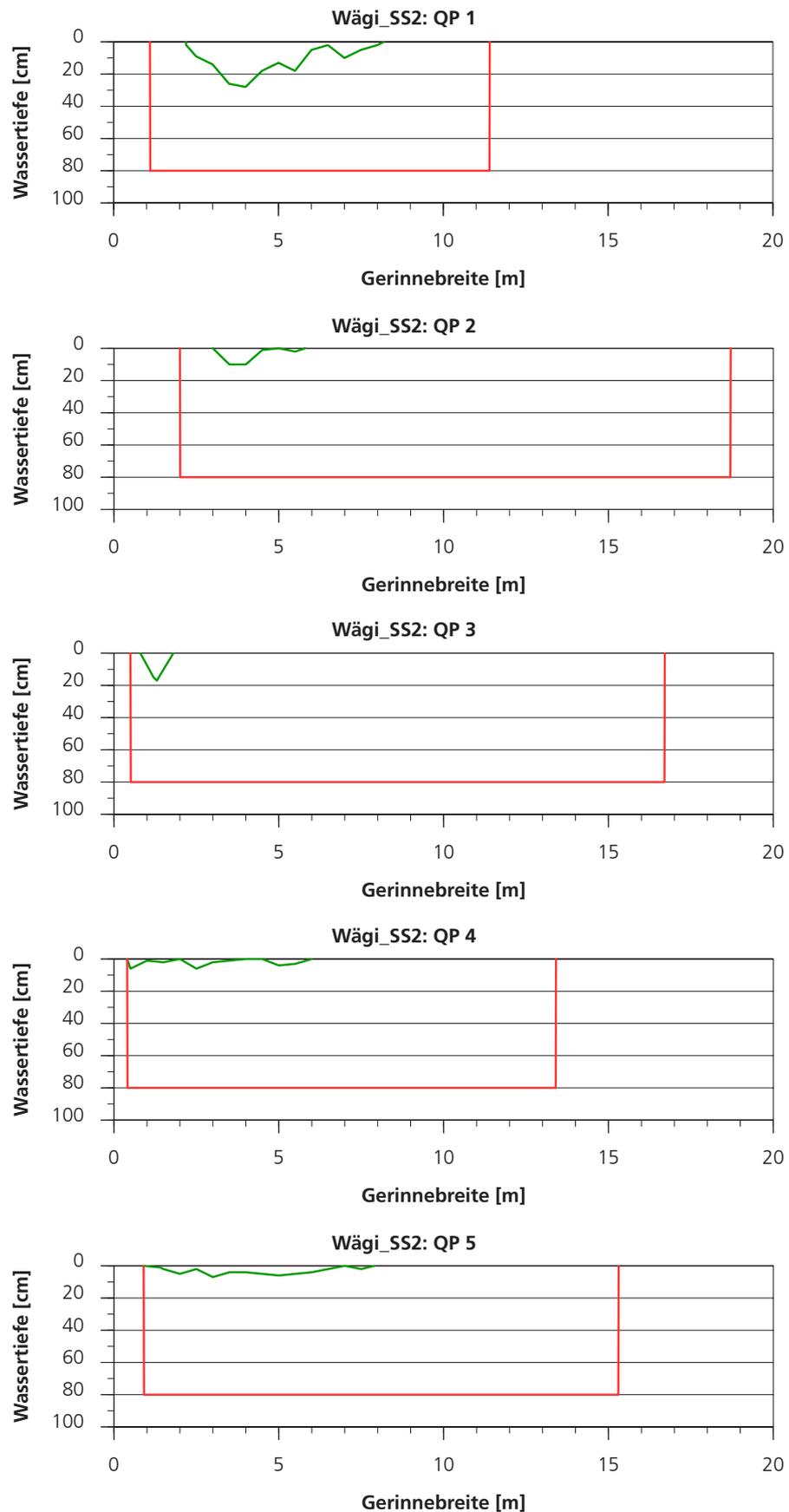


Abb. 6.2: Messwerte der Abflusstiefen entlang der Querprofile in den Strecke

Wägi_SS2 bei Sunk am 19.6.2013, aufgetragen von links nach rechts. Die Querprofile bei Schwall konnten nicht gemessen werden und wurden mit einem vereinfachten Rechteckprofil visualisiert.

— Schwall
— Sunk



Tab. 6.1: Anteil trocken fallender Fläche bei Sunk in der Strecke Wägi_SS1. Berechnung durch Multiplikation der benetzten Breite und der Länge des für das Querprofil repräsentativen Gewässerabschnitts.

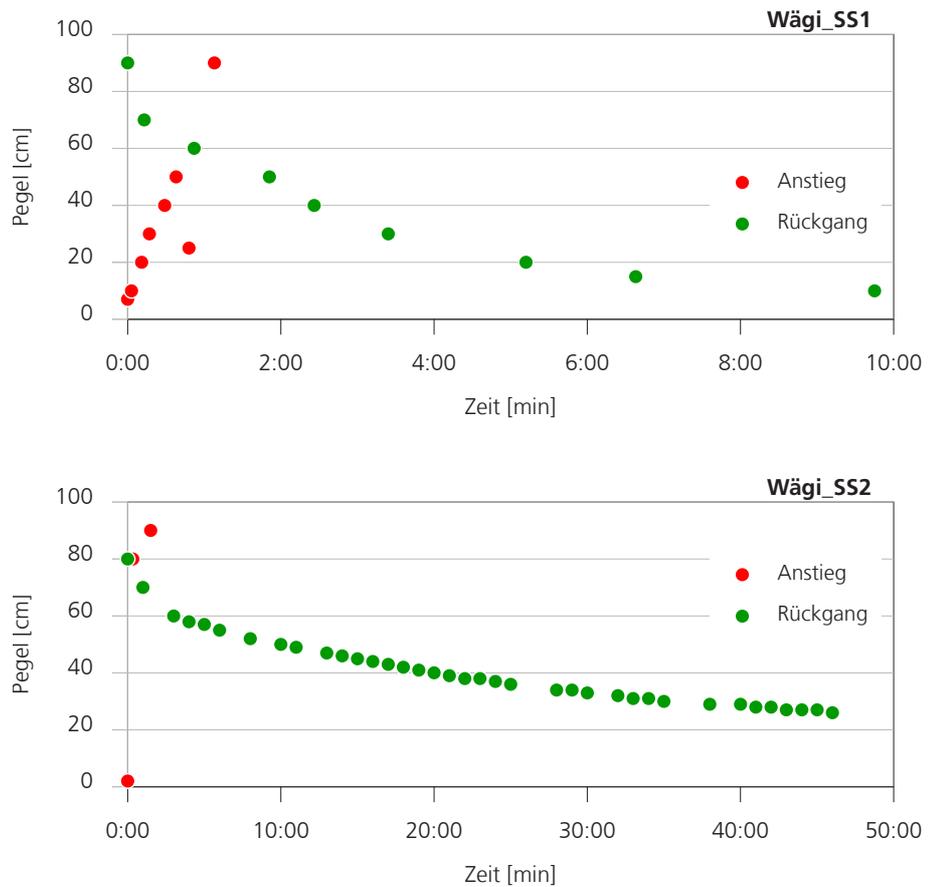
Wägi_SS1	QP1	QP2	QP3	QP4	QP5
Gerinnebreite [m]	14.6	15.1	16.3	15.3	17.3
benetzte Breite bei Sunk [m]	2.7	5.2	9.8	10.7	14.7
benetzte Breite bei Schwall [m]	14.6	15.1	16.3	15.3	17.3
Änderung der benetzten Breite [m]	11.9	9.9	6.5	4.6	2.6
Anteil benetzte Fläche bei Sunk [m ²]	1'104				
Anteil benetzte Fläche bei Schwall [m ²]	2'008				
Anteil trocken fallender Fläche [%]	45.02				

Tab. 6.2: Anteil trocken fallender Fläche bei Sunk in der Strecke Wägi_SS2. Berechnung durch Multiplikation der benetzten Breite und der Länge des für das Querprofil repräsentativen Gewässerabschnitts.

Wägi_SS2	QP1	QP2	QP3	QP4	QP5
Gerinnebreite [m]	10.3	16.7	16.2	13.0	14.4
benetzte Breite bei Sunk [m]	6	2.8	1.0	5.6	7.0
benetzte Breite bei Schwall [m]	10.3	16.7	16.2	13.0	14.4
Änderung der benetzten Breite [m]	4.3	13.9	15.2	7.4	7.4
Anteil benetzte Fläche bei Sunk [m ²]	468				
Anteil benetzte Fläche bei Schwall [m ²]	1'675				
Anteil trocken fallender Fläche [%]	72.06				

Wie die Resultate in Abbildung 6.3 und Tabelle 6.3 zeigen, liegt die Pegelrückgangsrage in der Strecke Wägi_SS1 bei 5.5 cm / Minute und bei Strecke Wägi_SS2 bei 0.4 cm / Minute. Die Geschwindigkeit des Schwallrückgangs kann damit gemäss Baumann et al. (2012) für die Strecke Wägi_SS1 als mässig-schlecht bzw. für die Strecke Wägi_SS2 als gut bezeichnet werden (Tabelle 6.4).

Abb. 6.3: Pegelanstiegs- und rückgangsverlauf bei den Schwallversuchen in den Strecken Wägi_SS1 und Wägi_SS2 am 19.6.2013.



Tab. 6.3: Raten des Pegelanstiegs- und -rückgangs bei den Schwallversuchen in den Strecken Wägi_SS1 und Wägi_SS2 am 19.6.2013.

	Pegelanstiegsrate		
	Pegeländerung [cm]	Zeit [min]	[cm/min]
Wägi_SS1	83	1:08	73.2
Wägi_SS2	98	1:30	65.3

	Pegelrückgangsrate		
	Pegeländerung [cm]	Zeit [min]	[cm/min]
Wägi_SS1	80	9:45	8.2
Wägi_SS1 relevanter Bereich	40	7:19	5.5
Wägi_SS2	54	46:00	1.2
Wägi_SS2 relevanter Bereich	4	11:00	0.4

Tab. 6.4: Stranden von Fischen.

	sehr gut
	gut
	mässig - schlecht

Indikator F2 Stranden von Fischen		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
Anteil trocken fallender Fläche [%]	45	72
Geschwindigkeit des Schwallrückgangs [cm/min]	5.5	0.4
Anzahl gestrandete Fische [Ind./100 m]	<i>nicht bewertet</i>	<i>nicht bewertet</i>
Gesamtbewertung		

6.2 Laichareale der Fische (F3)

In der Strecke Wägi_SS1 fand sich stellenweise ideales Laichsubstrat für die Bachforelle (Fein-/Mittelkies) sowie in mehreren Bereichen ein Gemisch von Mittel- bis Grobkies, das potenziell auch für die stark gefährdete Seeforelle geeignet wäre. Bei natürlichem Niederwasserabfluss kann von einem mittleren potenziellen Laichhabitat für Bachforellen ausgegangen werden. Bei Sunk lagen diese Flächen komplett trocken und standen Fischen als Laichgrund nicht zur Verfügung (Abbildung 6.4). Bei Schwall kann davon ausgegangen werden, dass die feinkiesigen Bereiche teilweise aufgrund der hohen Sohlschubspannung bewegt wurden und eine erfolgreiche Eientwicklung verhindern. In der Strecke Wägi_SS2 fanden sich einige Bereiche mit mittel- bis grobkiesigem Untergrund, der für Bach- und Seeforellen potenziell geeignet wäre (Abbildung 6.5). Hier lagen diese Flächen zwar nicht trocken, sie waren jedoch kaum durchströmt und ein Aufkommen von Jungfischen scheint nicht möglich zu sein. Wir gehen davon aus, dass sie aber bei Schwall stabil blieben und es zu keiner weiteren Verringerung der potenziellen Laichfläche kam.

Aus gutachterlicher Sicht muss die durch Schwall/Sunk hervorgerufene Veränderung der für Bachforellen (und Seeforellen) potenziell als Laichhabitat nutzbaren Fläche in beiden Strecken der Wägitaleraa als gross beurteilt und damit ein schlechter Zustand attestiert werden (Tabelle 6.5).

Abb. 6.4: Potenzielles Laichhabitat für die Bachforelle in der Strecke Wägi_SS1 bei Sunk (trocken) am 19.6.2013.



Abb. 6.5: Potenzielles Laichhabitat für die Bachforelle in der Strecke Wägi_SS2 bei Sunk (kaum durchströmt) am 19.6.2013.



Tab. 6.5: Beurteilung der Laichareale. Gutachterliche Beurteilung des potenziellen Laichhabitats für die Bachforelle.

■ sehr gut
■ mässig
■ schlecht

<i>Indikator F3 Laichareal der Fische</i>		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
Potenzielles Laichareal bei Sunk ¹	kein	kein
Potenzielles Laichareal bei Sunk abzüglich den Stellen mit instabiler Sohle bei Schwall ¹	kein	kein
Potenzielles Laichareal bei natürlichem Winterabfluss ¹	mittel	mittel
Differenz zw. potenziellem Laichareal bei Schwall/Sunk und bei nat. Winterabfluss ²	gross	gross

¹ Kategorien: kein, wenig, mittel, viel

² Kategorien: kein, gering, mässig, gross

6.3 Längenzonation MZB (B3)

In der Wägitaleraa wurde keine standortgerechte Zusammensetzung des Makrozoobenthos hinsichtlich der Längenzonation festgestellt (Tabelle 6.6). Der Vergleich des Längenzonationsindex mit dem aus Breite und Gefälle ermittelten

Sollwert ergab einen unbefriedigenden Zustand (Wägi_SS1). An der Wägitaleraa lassen die ermittelten Werte auf eine mehr oder weniger starke Rhithralisierung (Lebensgemeinschaft entspricht einem Gewässeroberlauf) der Wasserwirbellosen-Gemeinschaft schliessen, die unter anderem auf die starke Verbauung des Gewässers zurückzuführen ist. Vermutlich reguliert hauptsächlich eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit (bedingt durch den starken Verbauungsgrad sowie den Schwall/Sunk Betrieb) die Biozönose der Wasserwirbellosen. Organismen mit Präferenzen für geringe Strömungen finden keine geeigneten Fliessgeschwindigkeitsbereiche mehr vor (Moog 2002). An der Stelle Wägi_SS2 wurden nahezu keine Wasserwirbellosen gefunden, so dass eine Berechnung nicht möglich war.

Tab. 6.6: Längenzonationsindex (LZI) der Wasserwirbellosen, Sollwert Längenzonation im Vergleich zur Bewertung der Makrozoobenthosprobenahme vom 18.4.2013.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B3 (Längenzonation Makrozoobenthos)		
	Wägi_SS1	Wägi_SS2
LZI	3.0	_1
Sollwert (Breite, Gefälle)	Metarhithral (4.0)	Metarhithral (4.0)
Bewertung ²		_1

¹ nicht berechenbar aufgrund zu geringem Vorkommen von Wasserwirbellosen

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

6.4 Wassertemperatur (Q1)

Dieser Indikator wurde aufgrund fehlender langjähriger Temperaturdaten nicht bewertet.

7 Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse verursacht das **KW Wägital** eine wesentliche Beeinträchtigung an Flora und Fauna sowie deren Lebensräumen in der Wägitaleraa und ist deshalb **sanierungspflichtig**.

Die mehrheitlich stark beeinträchtigte Ökomorphologie der Wägitaleraa trägt zum schlechten ökologischen Zustand der Wägitaleraa bei, der sehr schlechte Zustand lässt sich aber hauptsächlich durch den Einfluss des Schwall-Sunk Betriebes erklären.

Tab. 7.1: Überblick der geprüften Indikatoren und **Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung.**

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht
	nicht beurteilt

	Wägi_SS1	Wägi_SS2	Schwallstrecke gesamt
F1 MSK Modul Fische			
F4 Reproduktion Fische			
F5 Produktivität Fische			
B1 Biomasse MZB			
B2 MSK Modul MZB			
B4 EPT-Familien MZB			
H1 Kolmation			
A1 Mindestabfluss			
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	Ja	Ja	Ja

F2 Stranden Fische			
F3 Laichareale Fische			
B3 Längenzonation MZB		-	
Q1 Temperatur	-	-	-
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	Ja	Ja	Ja

7.1 Grad der Beeinträchtigung

Wie in Tab. 7.1 dargestellt, wurden nicht alle Parameter der Grundbewertung erhoben. Für die Beurteilung des Beeinträchtigungsgrades wurden nebst den Indikatoren F2 (Stranden Fische), F3 (Laichareale Fische) und B3 (Längenzonation MZB) auch weitere Indikatoren, insbesondere A1 (Mindestabfluss) des Schnelltest herangezogen. Insgesamt wurden in beiden Untersuchungsstrecken mindestens 2 Parameter der Grundbewertung und eine Vielzahl Parameter des Schnelltests als schlecht eingestuft. Auch der Mindestabfluss war in keiner Strecke eingehalten. Insgesamt muss deshalb unserer Einschätzung nach für die vorliegenden Schwallstrecke von einer **sehr starken Beeinträchtigung** ausgegangen werden (Tab. 7.2).

Tab. 7.2: Grad der Beeinträchtigung der einzelnen Untersuchungsstrecken.

mässig
stark
sehr stark
-

	Wägi_SS1	Wägi_SS2	Schwallstrecke gesamt
Grad der Beeinträchtigung	sehr stark	sehr stark	sehr stark

8 Ökologisches Potential

Die Wägitaleraa weist in der Schwall-Sunk Strecke aufgrund der morphologischen und hydrologischen Defizite ein geringes Lebensraumangebot auf. Ihre ökologische Bedeutung ist gross: sie mündet als zweitgrössten Zufluss in den Zürichsee, ist ein potenzielles Seeforellengewässer und der Mündungsbereich ist als Aue von nationaler Bedeutung ausgewiesen.

Das ökologische Potenzial im heutigen Zustand wird in der Strecke Wägi_SS1 als mittel eingestuft (Tab. 8.1). Dieser Abschnitt befindet sich ökomorphologisch in einem stark beeinträchtigten Zustand, ist in keinem kantonalen oder nationalen Inventar aufgeführt und weist mit Ausnahme der Bachforelle (potenziell gefährdet) keine gefährdete Arten auf.

Für die Strecke Wägi_SS2 wird das ökologische Potenzial im heutigen Zustand ebenfalls als mittel eingestuft (Tab. 8.1). Es gelten dieselben Überlegungen wie für die Strecke Wägi_SS1, sie befindet darüber hinaus in der Nähe des im Bundesinventar der Auen von nationaler Bedeutung aufgeführten Mündungsbereichs.

Für den zukünftigen Zustand der Strecke Wägi_SS1 wird ein mittleres Potenzial prognostiziert (Tab. 8.1). Die Wägitaleraa verläuft in diesem Abschnitt im Siedlungsraum und der Raum für morphologische Aufwertungen sind gering, weshalb wohl auch im zukünftigen Zustand die heutige Ökomorphologiekategorie «stark beeinträchtigt» bestehen bleiben wird.

In der unteren Strecke Wägi_SS2 wird von einem grossen Revitalisierungspotenzial ausgegangen, deshalb wird das ökologische Potenzial im zukünftigen Zustand für diese Strecke als gross eingestuft (Tab. 8.1).

Aufgrund des mittleren bis grossen ökologischen Potenzials, der Bedeutung als wichtiger Zufluss des Zürichsees, als Seeforellengewässer, der Aue von nationaler Bedeutung des Mündungsdeltas und der grossen Bedeutung im Gewässernetz des Kantons Schwyz ist der Wägitaleraa bei der Umsetzung der Schwall-Sunk-Sanierung eine **hohe Priorität** einzuräumen.

Tab. 8.1: Bewertungszustände und Bedeutung der Untersuchungsstrecken.

	Wägi_SS1	Wägi_SS2	Schwallstrecke gesamt
ökologisches Potenzial im Ist-Zustand	mittel	mittel	mittel
ökologisches Potenzial im zukünftigen Zustand	mittel	gross	gross

9 Massnahmen

Die möglichen Sanierungsmassnahmen wurden vom Amt für Wasserbau mit der Betreiberin diskutiert.

Betriebliche Massnahmen

- Erhöhung Sunkabfluss:
Das bestehende, optimierte Kraftwerksregime produziert Spitzenstrom. Eine Erhöhung des Sunkabflusses auf 1 m³/s reduziert gemäss der Betreiberin den speicherbaren Zufluss um 25% und entspreche dem Betriebsregime eines Laufkraftwerks. Zudem sei die Vergütung der beiden Stromtarife beachtlich. Die Betreiberin zeigt sich nicht bereit, eine solche Massnahme zu beantragen.
- Anpassung der Anstiegs- und Rückgangsraten:
Von einer Anpassung der Anfahr- oder Rückfahrgeschwindigkeit der Turbinen ist gemäss der Betreiberin abzusehen, da die damit ausgelöste Resonanz die Lebenserwartung der Turbinen verringere bzw. höheren Unterhalt erfordere. Weiter könne während einer solchen Anfahr- oder Rückfahrphase Strom nicht mit dem optimalen Wirkungsgrad der Turbine produziert werden, was zu einer Minderproduktion führe. Die Betreiberin zeigt sich nicht bereit, eine solche Massnahme zu beantragen. Die Turbinen wurden erst kürzlich revidiert und ihre Einsatzdauer ist auf das Konzessionsende ausgelegt. Der Ersatz einer Turbine steht nicht an.

Bauliche Massnahmen

- Direktableitung in den Zürichsee:
Der Bau einer ca. 4 km langen Direktableitung des Schwalls in den See muss geprüft werden. Die Wägitaleraa würde dann lediglich den erforderlichen Sunkabfluss, das Wasser aus dem Zwischeneinzugsgebiet und allfälligen Überlauf bei Hochwasser führen. Die Nutzung einer solchen Direktableitung zum Pumpbetrieb von Seewasser in das 200'000 m³ fassende Rempenbecken gemäss der Betreiberin nicht attraktiv.

- Direktableitung über Mühlekanal:
Am Ende des KW-Unterwasserkanals werden nur während der Stromproduktion 2 m³/s in den alten Mühlekanal nach Nuolen gespiesen, welcher auf diese Wassermenge ausgelegt ist. Eine Umleitung des Schwalls von max. 32 m³/s in den alten Mühlekanal ist nicht möglich.
- Ausgleichsbecken:
Der Bau von Becken zur Dämpfung des Schwallvolumens oder der Schwallrate muss geprüft werden. Dabei sind sowohl das aufzufangende Volumen aus dem Betrieb als auch das erforderliche Volumen für eine angemessene Sunkwassermenge zu ermitteln. Der daraus abgeleitete Landbedarf für den Bau eines Ausgleichsbeckens nahe am Zürichsee wird zu einer Optimierungsrechnung zwischen Direktableitung und Beckenvolumen führen.

Als **vor aussicht lich ste Massnahmen** kommen grundsätzlich zwei Varianten in Frage: **Direktableitung in den Zürichsee oder der Bau eines Ausgleichsbeckens.**

Die **Kosten** belaufen sich für beide Varianten auf schätzungsweise **25 – 50 Mio. CHF**. Bei beiden Varianten wäre mit einem **grossen** gewässerökologischen **Nutzen** zu rechnen. Durch die Variante Direktableitung werden jegliche Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk behoben, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass ein ausreichender Minimalabfluss in der Wägitaleraa verbleibt. Die Wägitaleraa würde dadurch zu einer Restwasserstrecke. Bei der Variante Ausgleichsbecken werden Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk soweit gedämpft, dass sie als nicht mehr wesentlich betrachtet werden.

Die konkrete Wirksamkeit der Massnahme sollte anhand einer **Erfolgskontrolle** (Art. 41g Abs. 3 GSchV) überprüft werden.

Die Verhältnismässigkeit der Varianten lässt sich derzeit noch nicht abschätzen.

Einzugsgebiet Lauerzersee

Schäfbodenbach - KW Schuler

Register 4



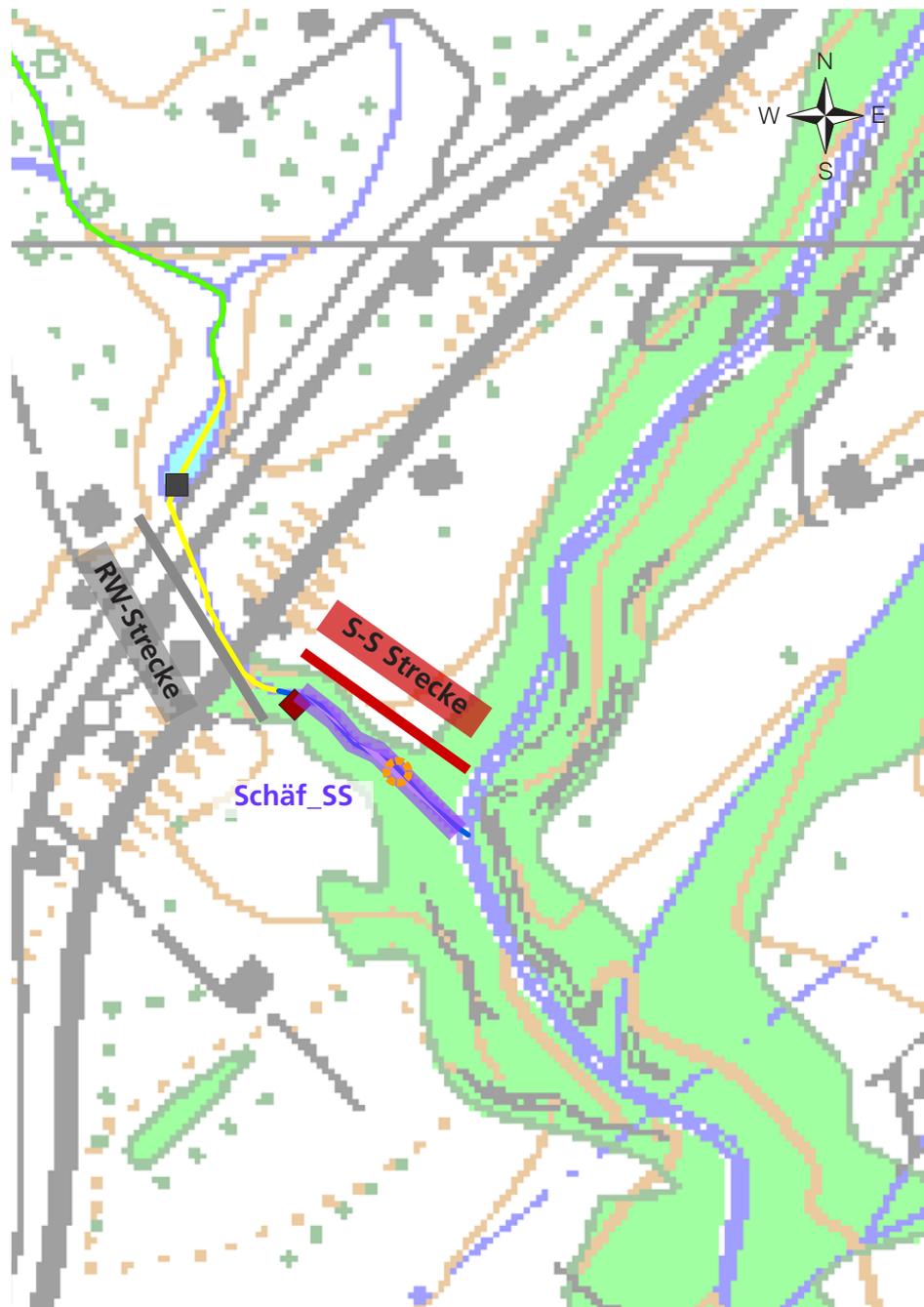
1	Kraftwerksbetrieb	1
2	Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$	2
3	Wasserqualität	2
4	Untersuchungsstrecken	2
5	Schnelltest	4
5.1	MSK-Modul Fische (F1)	4
5.2	Reproduktion der Fische (F4)	7
5.3	Produktivität der Fische (F5)	7
5.4	Biomasse des MZB (B1)	8
5.5	MSK-Modul MZB Stufe F (B2)	8
5.6	EPT-Familien MZB (B4)	8
5.7	Kolmation (H1)	9
5.8	Mindestabfluss (A1)	9
6	Grundbewertung	11
6.1	Stranden der Fische (F2)	11
6.2	Laichareale der Fische (F3)	14
6.3	Längenzonation MZB (B3)	15
6.4	Wassertemperatur (Q1)	15
7	Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung	16
7.1	Grad der Beeinträchtigung	16
8	Ökologisches Potential	17
9	Massnahmen	18

1 Kraftwerksbetrieb

Das Kraftwerk Schuler, welches das Wasser des Schäfbodenbachs nutzt, liegt in Ecce Home. Oberhalb der Kantonsstrasse liegt ein Weiher, welcher als Speicher für das Kraftwerk dient. Der Standort der Turbine und der Rückgabe des Wassers befindet sich unterhalb der SOB Linie (vgl. Abb. 1.1). Die Strecke zwischen der Wasserfassung und der Rückgabe ist sehr steil und felsig. Dieses Gefälle von 22 m wird für den Kraftwerksbetrieb genutzt.

Abbildung 1.1: Übersichtskarte mit der Untersuchungsstrecke im Schäfbodenbach.

- Entnahme
(689'520 / 213'890)
- Rückgabe
(689'550 / 213'817)
- MZB-Probenahme
- ↳ Untersuchungsstrecke
- Ökomorphologie**
- natürlich/ naturnah
- wenig beeinträchtigt
- stark beeinträchtigt
- naturfremd/ künstlich
- eingedolt



Die Produktion von elektrischer Energie erfolgt automatisiert morgens um 7 Uhr und abends um 18 Uhr und ist abhängig vom Füllstand des Weihers. Die Anlage kann nur über einen kurzen Zeitraum in der Grössenordnung einer Stunde betrieben werden, danach muss der Weiher wieder aufgefüllt werden. Die Pegelschwankungen des Weihers belaufen sich auf ca. 1 m.

Gemäss AquaPlus (2003) liegt die Produktionsmenge der Anlage zwischen 100 und 130 l/s. Von der Anlage wird kein Restwasser abgegeben, der Abfluss erfolgt bei hohem Wasserstand durch den Überlauf des Weihers bzw. durch Brunnenwasser des Nachbarn (0.1 - 0.2 l/s). Das Q_{347} beträgt gemäss dem Sanierungsbericht Wasserentnahmen (Basler & Hofmann 1998) bei der Fassung 9 l/s.

2 Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$

In Tabelle 2.1 sind die Schwall-Sunk Verhältnisse ($V_{S/S}$) gemäss Auslegung des Kraftwerks und beim Doterversuch in der Schwall-Sunk Untersuchungsstrecke Schäf_SS dargestellt. Während des Doterversuchs wurde ein Schwallabfluss von 194 l/s gemessen. Der Sunkabfluss betrug im Unterschied dazu 2 l/s. Daraus ergibt sich ein Schwall-Sunk Verhältnis von 97.

Das Kraftwerk Schuler verursacht Abflussschwankungen im Schäfbodenbach, welche den Faktor von 1.5 deutlich übersteigen.

Tab. 2.1: Schwall/Sunk-Verhältnis im Schäfbodenbach.

Schäfbodenbach	Doterversuch 13.6.2013	Angaben Kraftwerks- betreiber	Angaben Restwasser- sanierung (AquaPlus 2003)
$Q_{Schwall}$ [l/s]	194	100	100 - 130
Q_{Sunk} [l/s]	2	-	0.1 - 0.2
$V_{S/S}$	97		650 - 1000

3 Wasserqualität

Im Schäfbodenbach sind keine Informationen zur chemischen Wasserqualität vorhanden.

4 Untersuchungsstrecken

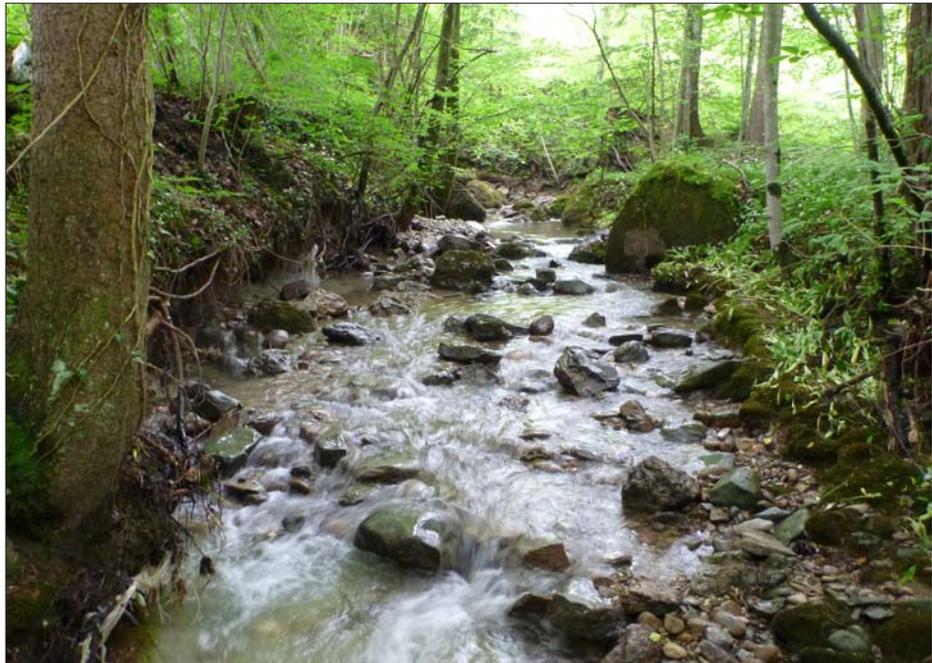
Der Schäfbodenbach entspringt in der nordöstlichen Flanke des Wildspitz im Gebiet Blattenbännli auf etwa 1400 m ü. M. Bis zum Weiler Ecce Homo durchfliesst das Gewässer hauptsächlich Wald und landwirtschaftlich genutzte Wiesen. Mehr-

heitlich ist das Gewässer in einem natürlichen bis wenig beeinträchtigten ökomorphologischen Zustand. Im Bereich der Schwall-Sunk Strecke, welche sich von der Rückgabe bis zur Mündung in die Steineraa erstreckt, befindet sich das Gewässer im Wald in einem ökomorphologisch natürlichen Zustand (vgl. Abb. 1.1).

Abb. 4.1: Untersuchungsstrecke Schäf_SS am 11.6.2013 bei Sunk nach einem Regenereignis.



Abb. 4.2: Untersuchungsstrecke Schäf_SS am 11.6.2013 bei Sunk nach einem Regenereignis.



Die Schwall-Sunk Strecke ist von der Rückgabe bis zur Mündung des Schäfbodenbachs in die Steineraa 130 m lang. Die **Untersuchungsstrecke Schäf_SS** ist identisch mit der gesamten Schwall-Sunk Strecke (siehe Abbildungen 4.1 und 4.2). Am Tag des Dotierversuchs war in Folge vorausgegangener Regenfälle Über-

lauf des Weihers feststellbar, wodurch der Abfluss bei Sunk wohl höher war als während einer Niederwasserperiode.

5 Schnelltest

5.1 MSK-Modul Fische (F1)

Die halbquantitative Befischung erfolgte am 11.6.2013 in der Strecke Schäf_SS. In Anhang B finden sich Fotos der Befischungen.

Die Tabelle 5.1 gibt einen Überblick der relevanten Befischungsdaten. Die Befischungsstrecke war 134 m lang, die mittlere benetzte Breite betrug 3.0 m. Die Strecke ist der Ökoregion der Voralpen zuzuordnen, sie zählt nach Huet (1949) zur Forellenregion. In den Abbildung 5.2 ist das Längenhistogramm der gefangenen Fische dargestellt.

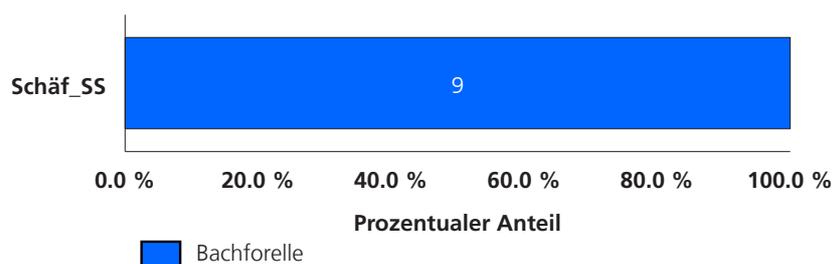
Artenspektrum und Dominanzverhältnis

Als einzige Fischart wurden Bachforellen (*Salmo trutta fario*) gefangen, die gemäss Schager & Peter (2004) als Indikatorart gilt. Entsprechend dominierten sie den Bestand zu 100 %, was als gut eingestuft wird (Abbildung 5.1 und Tabelle 5.2).

Das Artenspektrum war leicht beeinträchtigt. Aufgrund der Vernetzung mit der Steineräa wäre nebst der Bachforelle auch die Groppe zu erwarten gewesen, die in der Steineräa in geringen Dichten vorkommt. Entsprechend muss von einem mässig veränderten Artenspektrum ausgegangen werden (Tabelle 5.2).

Abb. 5.1: Dominanzverhältnis der gefangenen Fische in der untersuchten Strecke des Schäfbodenbachs.

Die Werte in den Balken entsprechen den gefangenen Individuen pro Art.



Populationsaufbau der Indikatorarten

Der Altersaufbau der gefangenen Bachforellen wich deutlich von einer naturnahen Populationsstruktur ab (Abbildung 5.2). Die meisten der grösseren Individuen konnten in einem permanent benetzten Kolk unmittelbar unterhalb der Wasser-

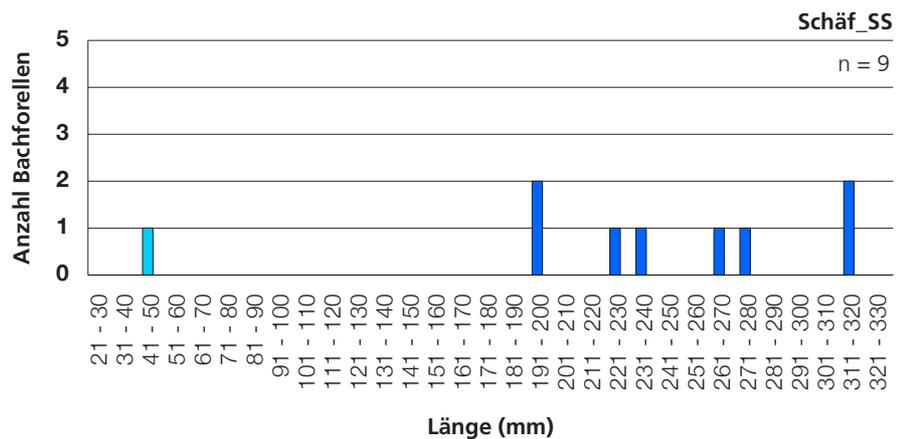
rückgabe gefangen werden. Erstaunlicherweise konnte auch ein naturverlaichter Sömmerling (0⁺-Fisch) nachgewiesen werden, obwohl der Schäfbodenbach durch Schwall/Sunk regelmässig und grossflächig trocken fällt. Sowohl die hochgerechnete Sömmerlingsdichte (25 Ind/ha) als auch das Verhältnis zwischen 0⁺-Fischen und älteren Tieren (0.13) war sehr gering und wird somit als schlecht eingestuft (Tabelle 5.2).

Tab. 5.1: Übersicht der Fischdaten in der Untersuchungsstrecke des Schäfbodenbachs.

	Schäf_SS
mittlere Breite (m)	3.0
Streckenlänge (m)	134
Befischte Fläche (ha)	0.04
Ökoregion	Voralpen
Fischregion	Forellenregion
gefangene Fischarten	BF
# gefangene BF	9
# BF/ha	224
# gefangene 0 ⁺ - BF	1
# 0 ⁺ - BF/ha	25
0 ⁺ / ^{>} 0 ⁺ BF	0.13
# andere gefangene Indikatorarten	-
# andere Indikatorarten/ha	-
versch. Altersstadien bzw. 0 ⁺ -Fische von Indikatorarten	-
# Anomalien	0
Anomalien (%)	0

BF: Bachforelle

Abb. 5.2: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Schäf_SS am 11.6.2013.
(0⁺-Fische in hellblau)



Individuendichte der Indikatorarten

Der im Schäfbodenbach festgestellte Fischbestand war sehr klein. Für Bachforellen lag die hochgerechnete Dichte bei 224 Ind./ha, was für die Voralpen als gering eingestuft wird. Bezüglich der Individuendichte ergibt sich damit ein schlechter Zustand (Tabelle 5.2).

Anomalien und Deformationen

Anomalien oder Deformationen konnten in der Strecke Schäf_SS keine festgestellt werden, der diesbezügliche Zustand wird deshalb als gut eingestuft.

Die zusammenfassende Beurteilung nach Schager & Peter (2004) ist in der Tabelle 5.2 dargestellt.

Der fischökologische Zustand wird demnach als mässig bewertet. Aufgrund der sehr geringen Anzahl gefangener Fische wird nach gutachterlicher Einschätzung dem Schäfbodenbach ein schlechter fischökologischer Zustand beschieden.

Tab. 5.2: Beurteilung der Fischfauna im Schäfbodenbach nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F gemäss Schager & Peter (2004).



Indikator F1 Beurteilung der Fischfauna	
	Schäf_SS
Artenspektrum	1
Dominanzverhältnis	0
Populationsstruktur der Indikatorarten	4
Fischdichte der Indikatorarten	4
Anomalien und Deformationen	0
Bewertung¹	9
Bewertung²	

¹ Bewertung nach Schager & Peter (2004)

² Bewertung nach unserer Einschätzung aufgrund der sehr geringen Individuenzahlen

5.2 Reproduktion der Fische (F4)

Die Sömmerlingsdichte lag im Schäfbodenbach hochgerechnet bei 25 Ind/ha (Tabelle 5.1). Dies wird als schlecht eingestuft (Tabelle 5.3).

Tab. 5.3: Beurteilung der Reproduktion aufgrund der Reproduktion der Bachforelle auf Basis der Befischungen (F1) (nach Schager & Peter 2004).

<i>Indikator F4 Reproduktion der Fische</i>	
	Schäf_SS
Sömmerlingsdichte der Bachforelle [Ind/ha]	25

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht

5.3 Produktivität der Fische (F5)

Das theoretische jährliche Ertragsvermögen lag im untersuchten Abschnitt bei 37.5 kg/ha*Jahr (Tabelle 5.4), was einem mittel ertragsreichen Gewässer entspricht. Die Produktivität der Fische darf für diese Höhenstufe als gut angesehen werden (Tabelle 5.4).

Tab. 5.4: Ergebnisse der Bonitierung.

Als Grundlage diente das für die untersuchten Abschnitte im Frühjahr 2013 erhobene Nassgewicht der Wasserwirbellosen (vgl. Indikator B1).

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht

<i>Indikator F5 Produktivität der Fische</i>	
	Schäf_SS
Bonitätsfaktor B¹	2.5
Temperaturkoeffizient² k₁	1.00
Lebensraumkoeffizient k₂	1.50
Fischregion k₃	1.00
K³ [kg/ha*Jahr]	37.5

¹ Nach Vuille (1997)

² Abschätzung

³ Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.4 Biomasse des MZB (B1)

Am Schäfbodenbach war der biologische Zustand hinsichtlich der Biomasse sehr gut (Tabelle 5.5).

Tab. 5.5: Biomasse der Wasserwirbellosen, Meereshöhe, Sollwert Biomasse sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B1 Biomasse des Makrozoobenthos	
	Schäf_SS
Biomasse [g/m ²]	7.0
Meereshöhe [m.ü.M.]	710
Sollwert Biomasse ¹ [g/m ²]	5.4
Bewertung ²	

¹ Nach Jungwirth et al. (1980)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.5 MSK-Modul MZB Stufe F (B2)

Am Schäfbodenbach war der biologische Zustand auf Basis des IBCH mässig (Tabelle 4.6).

Tab. 5.6: Bewertung der Wirbellosenfauna anhand des «Index Biologique IBCH».

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B2 IBCH	
	Schäf_SS
IBCH ¹	12
Bewertung ¹	

¹ Nach Stucki (2010)

5.6 EPT-Familien MZB (B4)

Der biologische Zustand hinsichtlich des Vorkommens von EPT-Familien war im Schäfbodenbach gut (Tabelle 5.7).

Tab. 5.7: EPT-Familien der Wasserwirbellosen sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B4 EPT-Familien Makrozoobenthos	
	Schäf_SS
EPT-Familien ¹	10
Bewertung ²	

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.7 Kolmation (H1)

Die Ergebnisse zeigen für den Schäfbodenbach keine bzw. eine geringe Kolmation der Gewässersohle. In der Gesamtbewertung kann die Kolmation als gering eingestuft werden.

Tab. 5.8: Bewertung der Kolmation, unterteilt nach innerer Kolmation im benetzten und trockenem Bereich.

- keine
- geringe
- erhebliche
- starke
- sehr starke

Indikator H1, Kolmation	
	Schäf_SS
Bewertung der Inneren Kolmation im trockenem Bereich^{1,2}	

¹ Aufgenommen nach Schälchli (2002)

² Bewertung der inneren Kolmation im trockenem Bereich in Anlehnung an Baumann et al. (2012)

Innere Kolmation, benetzter Bereich³	
--	--

³ Nach Binderheim et al. (2007) (Zusatzinformation, bei der Bewertung nicht berücksichtigt)

5.8 Mindestabfluss (A1)

Das Längsprofil bei Schwall und Sunk an der Stelle Schäf_SS ist in Abbildung 5.3 dargestellt. Wie sich zeigt, wird bei Sunk die generell geforderte Wassertiefe von 20 cm mehrheitlich nicht eingehalten. Mehr als 85 % aller Messwerte entlang des Talweges lagen unter 20 cm Wassertiefe. Mehr als 70 % aller Messwerte lagen zudem unterhalb der minimalen Wassertiefe von 12 cm. Der minimale Sunkabfluss erfüllt damit die Anforderungen an die Restwassermenge gemäss Art. 31 Abs. 2 GschG nicht (Tabelle 5.9).

Abb. 5.3: Messwerte der Abflusstiefen entlang des Talwegs in der Strecke Schäf_SS am 13.6.2013, aufgetragen gegen die Fliessrichtung. Messwerte der untersuchten Abflüsse. Bezeichnung der optimalen Wassertiefen für die Bachforelle, 20 cm (blau) und die generell geforderte Wassertiefe von 12 cm (violett).

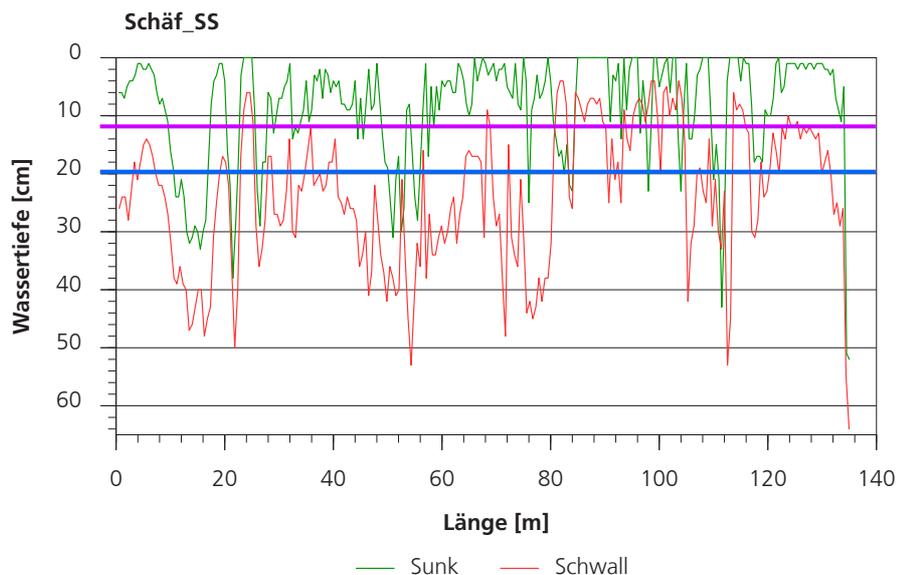


Abb. 5.4: Summenverteilung der Wassertiefen entlang des Talwegs in der Strecke Schäf_SS am 13.6.2013. Messwerte für die untersuchten Abflüsse. Bezeichnung der optimalen Wassertiefen für die Bachforelle von 20 cm (blau) und der minimalen Wassertiefe von 12 cm (violett).

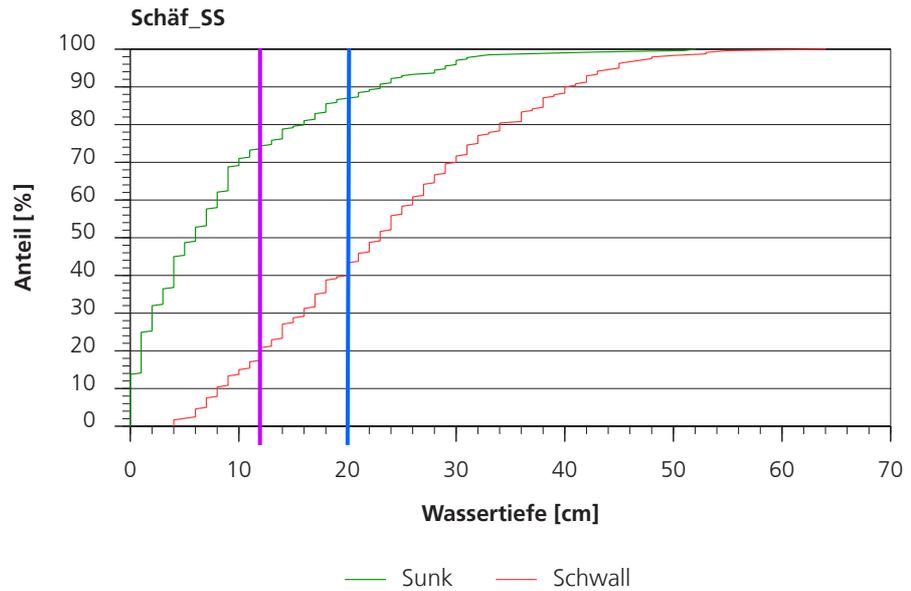
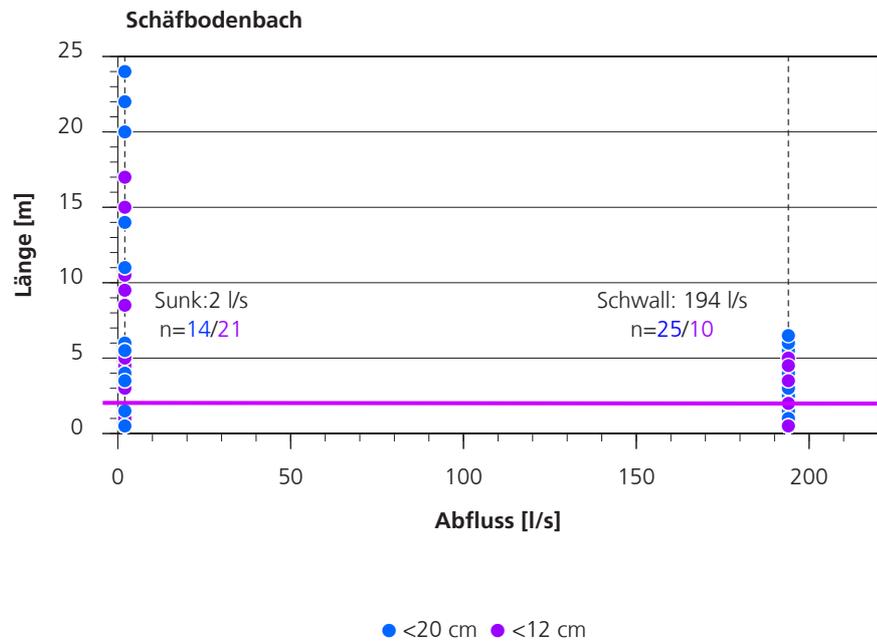


Abb. 5.5: Häufigkeit und Länge der Unterschreitungen von kritischen und suboptimalen Wassertiefen in der Strecke Schäf_SS am 13.6.2013. Bezeichnung der von Bachforellen maximal passierbaren Gewässerlänge (2 m) bei einer Wassertiefe von 12 cm (violett).



Tab. 5.9: Mindestabfluss nach GSchG Art. 31 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. d.

■ eingehalten
■ nicht eingehalten

Indikator A1 Mindestabfluss	
	Schäf_SS
Sunk gemessen [l/s]	2
Q₃₄₇¹ [l/s]	9
Q_{min} GSchG Art. 31 Abs. 1 [l/s]	50
Q_{min} GSchG Art. 31 Abs. 2 Bst. d [l/s]	-
Bewertung⁷	

¹ Nach Basler & Hofmann (1998)

6 Grundbewertung

6.1 Stranden der Fische (F2)

Die Abbildung 6.1 zeigt die erhobenen Querprofile in der Untersuchungsstrecke Schäf_SS während des Schwall- bzw. Sunkabflusses. Die benetzte Breite nimmt von Schwall zu Sunk um ca. 60 % ab (Tabelle 6.1). Der Zustand muss damit gemäss Baumann et al. (2012) als mässig-schlecht bezeichnet werden (Tabelle 6.2).

Abb. 6.1: Messwerte der Abflusstiefen entlang der Querprofile in der Schäf_SS bei Schwall und Sunk am 13.6.2013, aufgetragen von links nach rechts.

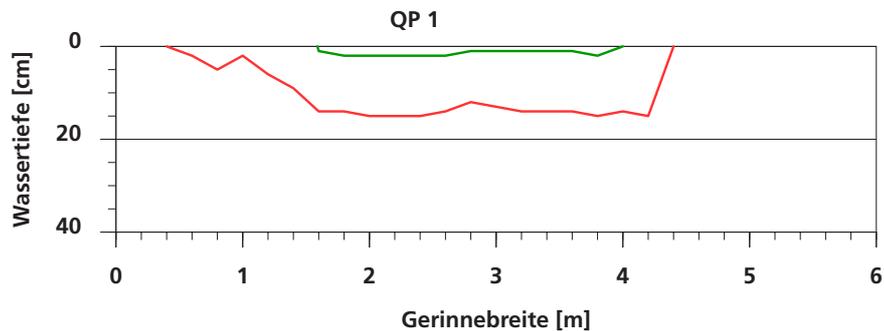
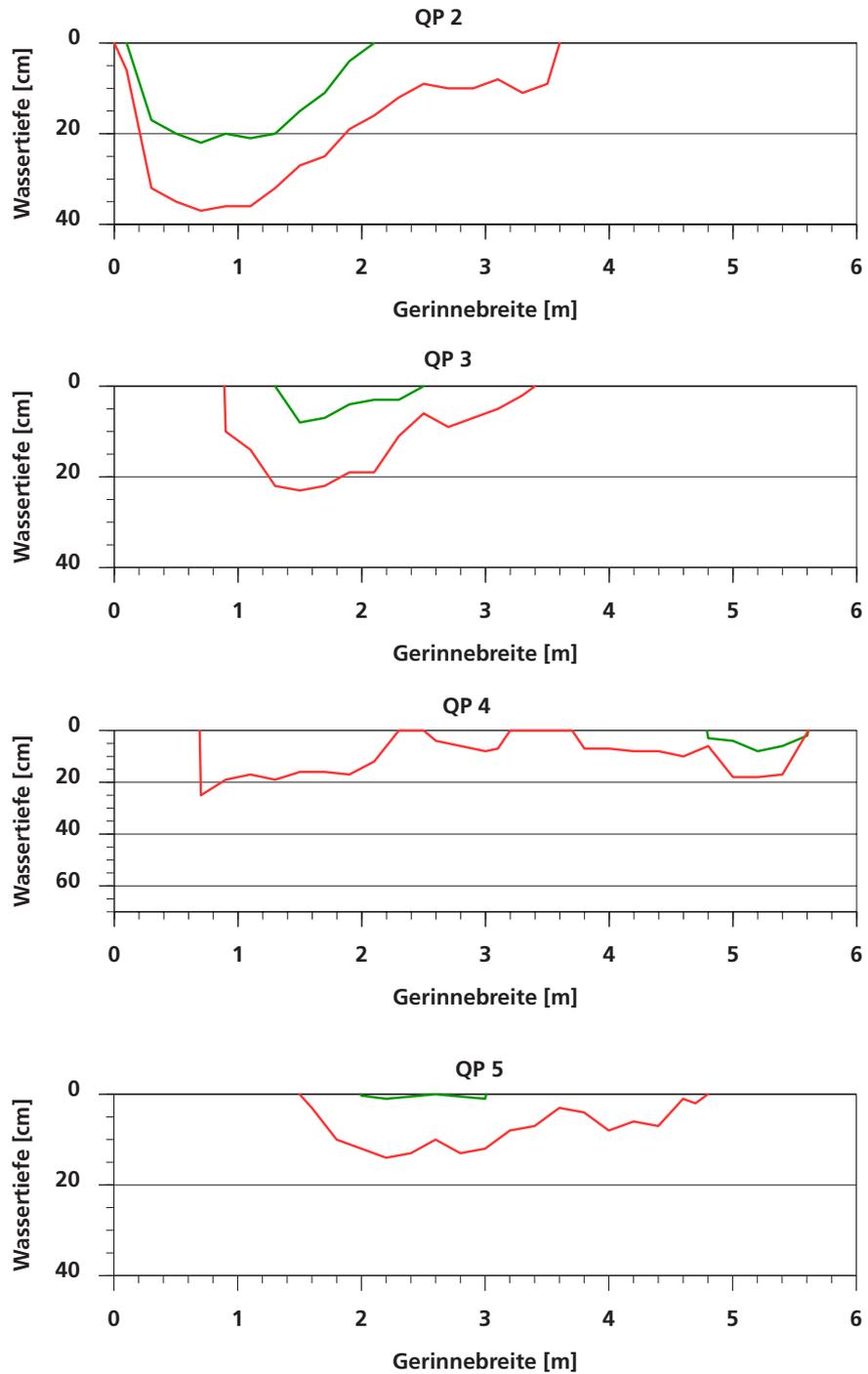


Abb. 6.1 Fortsetzung:
Messwerte der Ab-
flusstiefen entlang
der Querprofile in der
 Schäf_SS bei Schwall
 und Sunk am
 13.6.2013, aufgetragen
 von links nach rechts.

— Schwall
 — Sunk

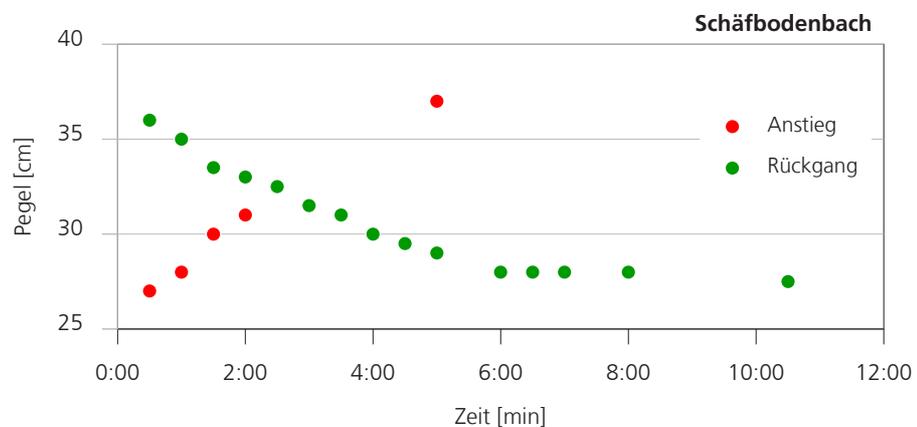


Tab. 6.1: Anteil trocken fallender Fläche bei Sunk in der Strecke Schäf_SS. Berechnung durch Multiplikation der benetzten Breite und der Länge des für das Querprofil repräsentativen Gewässerabschnitts.

Schäf_SS	QP1	QP2	QP3	QP4	QP5
Gerinnebreite [m]	4.2	3.6	2.5	7.2	3.5
benetzte Breite bei Sunk [m]	2.4	2.0	1.2	0.8	1.0
benetzte Breite bei Schwall [m]	4	3.6	2.5	3.7	3.3
Änderung der benetzten Breite [m]	1.6	1.6	1.3	2.9	2.3
Anteil benetzte Fläche bei Sunk [m ²]	117				
Anteil benetzte Fläche bei Schwall [m ²]	290				
Anteil trocken fallender Fläche [%]	59.66				

Wie die Resultate in Abbildung 6.2 und Tabelle 6.2 zeigen, liegt die Pegelrückgangsrate bei 0.85 cm / Minute. Die Geschwindigkeit des Schwallrückgangs muss damit gemäss Baumann et al. (2012) als mässig-schlecht bezeichnet werden (Tabelle 6.3).

Abb. 6.2: Pegelanstiegs- und rückgangsverlauf bei den Schwallversuchen in der Strecke Schäf_SS am 13.6.2013.



Tab. 6.2: Raten des Pegelanstiegs- und -rückgangs bei den Schwallversuchen in der Strecke Schäf_SS am 13.6.2013.

Pegelanstiegsrate			Pegelrückgangsrate		
Pegeländerung [cm]	Zeit [min]	[cm/min]	Pegeländerung [cm]	Zeit [min]	[cm/min]
10	4:30	2.2	8.5	10:00	0.85

Tab. 6.3: Stranden von Fischen.

	sehr gut
	gut
	mässig - schlecht

Indikator F2 Stranden von Fischen	
	Schäf_SS
Anteil trocken fallender Fläche [%]	60
Geschwindigkeit des Schwallrückgangs [cm/min]	0.85
Anzahl gestrandete Fische [Ind./100 m]	nicht bewertet
Gesamtbewertung	

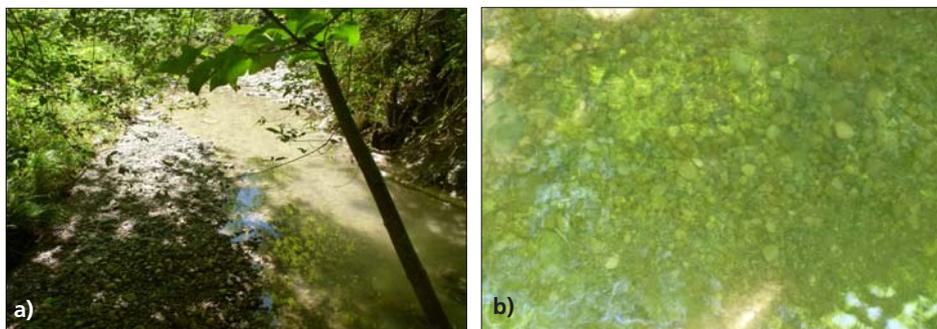
6.2 Laichareale der Fische (F3)

Stellenweise fand sich im unteren Streckenabschnitt ideales Laichsubstrat für die Bachforelle (Fein-/Mittelkies), im oberen Bereich der Untersuchungsstrecke war wiederkehrend eine etwas gröbere Kiesfraktion vorhanden, die ebenfalls noch als Laichsubstrat geeignet wäre. Bei natürlichem Niederwasserabfluss kann von einem geringen potenziellen Laichhabitat für Bachforellen ausgegangen werden. Bei Sunk lagen aber alle diese Flächen entweder trocken oder wurden nicht durchströmt und standen Fischen somit als Laichgrund nicht zur Verfügung (Abbildung 6.3). Bei Schwall kann davon ausgegangen werden, dass die kiesigen Bereiche nicht bewegt werden und die Sohle stabil bleibt, obwohl der lockere Kies auf teilweise felsigem Untergrund leicht ins Rollen geraten kann.

Die durch Schwall-Sunk hervorgerufene Veränderung der für Bachforellen potenziell als Laichhabitat nutzbaren Fläche wird im Schöfbodenbach als mittel beurteilt und damit ein mässiger Zustand attestiert (Tabelle 6.4).

Abb. 6.3: Potenzielles Laichhabitat für die Bachforelle in der Strecke Schäf_SS bei Sunk am 13.6.2013.

- a) trocken
- b) benetzt, aber ohne Strömung



Tab. 6.4: Beurteilung der Laichareale. Gutachterliche Beurteilung des potenziellen Laichhabitats für die Bachforelle.

	sehr gut
	mässig
	schlecht

Indikator F3 Laichareal der Fische	
	Schäf_SS
Potenzielles Laichareal bei Sunk ¹	kein
Potenzielles Laichareal bei Sunk abzüglich den Stellen mit instabiler Sohle bei Schwall ¹	kein
Potenzielles Laichareal bei natürlichem Winterabfluss ¹	gering
Differenz zw. potenziellem Laichareal bei Schwall/Sunk und bei nat. Winterabfluss ²	mittel

¹ Kategorien: kein, wenig, mittel, viel

² Kategorien: kein, gering, mässig, gross

6.3 Längenzonation MZB (B3)

Im Schäfbodenbach wurde keine standortgerechte Zusammensetzung des Makrozoobenthos hinsichtlich der Längenzonation festgestellt (Tabelle 6.5). Der Vergleich des Längenzonationsindex mit dem aus Breite und Gefälle ermittelten Sollwert ergab einen schlechten Zustand. Am Schäfbodenbach deuten die ermittelten Werte auf eine Potamalisierung hin (Lebensgemeinschaft entspricht dem Unterlauf von Gewässern, einem Fluss). Am Schäfbodenbach kann eine Potamalisierung durch die Morphologie erklärt werden: insbesondere bei Sunk bilden sich im Schäfbodenbach kleine Tümpel mit geringen Fließgeschwindigkeiten.

Tab. 6.5: Längenzonationsindex (LZI) der Wasserwirbellosen, Sollwert Längenzonation im Vergleich zur Bewertung der Makrozoobenthosprobenahme vom 5.4.2013.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B3 (Längenzonation Makrozoobenthos)	
	Schäf_SS
LZI	4.1
Sollwert (Breite, Gefälle)	Epirhithral (3.0)
Bewertung ¹	

¹ Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

6.4 Wassertemperatur (Q1)

Dieser Indikator wurde aufgrund fehlender Temperaturdaten nicht bewertet.

7 Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung

Für die Strecke Schäf_SS ist sowohl beim Schnelltest als auch bei der Grundbewertung von einer wesentlichen Beeinträchtigung auszugehen. Der schlechte Zustand ist unzweifelhaft auf die Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk zurückzuführen, da die Morphologie der Untersuchungsstrecke natürlich ist.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse verursacht das **KW Schuler** eine wesentliche Beeinträchtigung an Flora und Fauna sowie deren Lebensräumen im Schäfbodenbach und ist deshalb **sanierungspflichtig** (Tab. 7.2).

Tab. 7.1: Überblick der geprüften Indikatoren und **Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung.**

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht
	nicht beurteilt

	Schäf_SS
F1 MSK Modul Fische	
F4 Reproduktion Fische	
F5 Produktivität Fische	
B1 Biomasse MZB	
B2 MSK Modul MZB	
B4 EPT-Familien MZB	
H1 Kolmation	
A1 Mindestabfluss	
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	Ja

F2 Stranden Fische	
F3 Laichareale Fische	
B3 Längenzonation MZB	
Q1 Temperatur	-
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	Ja

7.1 Grad der Beeinträchtigung

Wie in Tab. 7.1 dargestellt, wurden nicht alle Parameter der Grundbewertung erhoben. Mit Ausnahme von F3 (Laichareale Fische) wurden die erhobenen Indikatoren F2 (Stranden Fische) und B3 (Längenzonation MZB) der Grundbewertung sowie der Indikator A1 (Mindestabfluss) als schlecht eingestuft. Insgesamt muss

deshalb unserer Einschätzung nach für die vorliegenden Schwallstrecke von einer **sehr starken Beeinträchtigung** ausgegangen werden (Tab. 7.2).

Tab. 7.2: Grad der Beeinträchtigung der einzelnen Untersuchungsstrecken.

mässig
stark
sehr stark
- keine Beeinträchtigung

	Schäf_SS
Grad der Beeinträchtigung	sehr stark

8 Ökologisches Potential

Der Schäfbodenbach weist in der Schwall-Sunk Strecke aufgrund der hydrologischen Defizite ein geringes Lebensraumangebot auf. Seine ökologische Bedeutung ist mittel und weist einen wertvollen Mündungsbereich zur Steineräa auf.

Das ökologische Potenzial im heutigen Zustand wird in der Strecke Schäf_SS als gross eingestuft (Tab. 8.1). Dieser Abschnitt befindet sich ökomorphologisch in einem naturnahen/natürlichen Zustand, ist aber in keinem kantonalen oder nationalen Inventar aufgeführt und weist mit Ausnahme der Bachforelle (potentiell gefährdet) keine gefährdete Arten auf. Der Schäfbodenbach ist mit der strukturell ebenfalls wertvollen Steineräa vernetzt.

Für den zukünftigen Zustand der Strecke Schäf_SS wird ein grosses Potenzial prognostiziert (Tab. 8.1). Strukturelle Aufwertungen sind nicht nötig, da sich die Schwallstrecke bereits heute in einem morphologisch unbeeinträchtigten Zustand befindet.

Aufgrund des grossen ökologischen Potenzials, aber einer eher geringen Bedeutung im Gewässernetz des Kantons Schwyz ist dem Schäfbodenbach bei der Umsetzung der Schwall-Sunk-Sanierung eine **mittlere Priorität** einzuräumen.

Tab. 8.1: Bewertungszustände und Bedeutung der Untersuchungsstrecke.

	Schäf_SS
ökologisches Potenzial im Ist-Zustand	gross
ökologisches Potenzial im zukünftigen Zustand	gross

9 Massnahmen

Beim Schäfbodenbach werden folgende **bauliche Massnahmen** vorgeschlagen:

- Direktableitung in Steineräa:
Als mögliche Massnahme zur Sanierung kommt die Direktableitung des Schwalles in den Rückstaubereich des künftigen KW Steineräa in Frage. Allenfalls kann diese Massnahme durch betriebliche Einschränkungen ergänzt oder ersetzt werden.
- Umbau in ein Laufkraftwerk:
Unter Umständen liesse sich auch die im Sanierungsbericht Wasserentnahmen (AquaPlus 2003) vorgeschlagene Massnahme umsetzen. Der Lösungsansatz bestand darin, die jetzige Turbine durch eine Turbine zu ersetzen, die einen regelmässigen Betrieb erlaubt.

Als **voraussichtlichste Massnahmen** kommen beide Varianten in Frage: **Direktableitung in die Steineräa oder Umbau in ein Laufkraftwerk.**

Die **Kosten** belaufen sich für beide Varianten auf schätzungsweise **<2 Mio. CHF**. Bei beiden Varianten wäre mit einem **grossen** gewässerökologischen **Nutzen** zu rechnen. Durch die Variante Direktableitung werden jegliche Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk behoben, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass ein ausreichender Minimalabfluss im Schäfbodenbach verbleibt. Der Schäfbodenbach würde dadurch zu einer Restwasserstrecke. Bei der Variante Umbau werden Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk soweit gedämpft, dass sie als nicht mehr wesentlich betrachtet werden.

Die konkrete Wirksamkeit der Massnahme sollte anhand einer **Erfolgskontrolle** (Art. 41g Abs. 3 GSchV) überprüft werden.

Die **Variante Direktableitung** wird als **verhältnismässig** eingeschätzt, die **Variante Umbau** ist **vermutlich** ebenfalls **verhältnismässig**.

Einzugsgebiet Muota

Muota - KW Bisisthal

Register 5



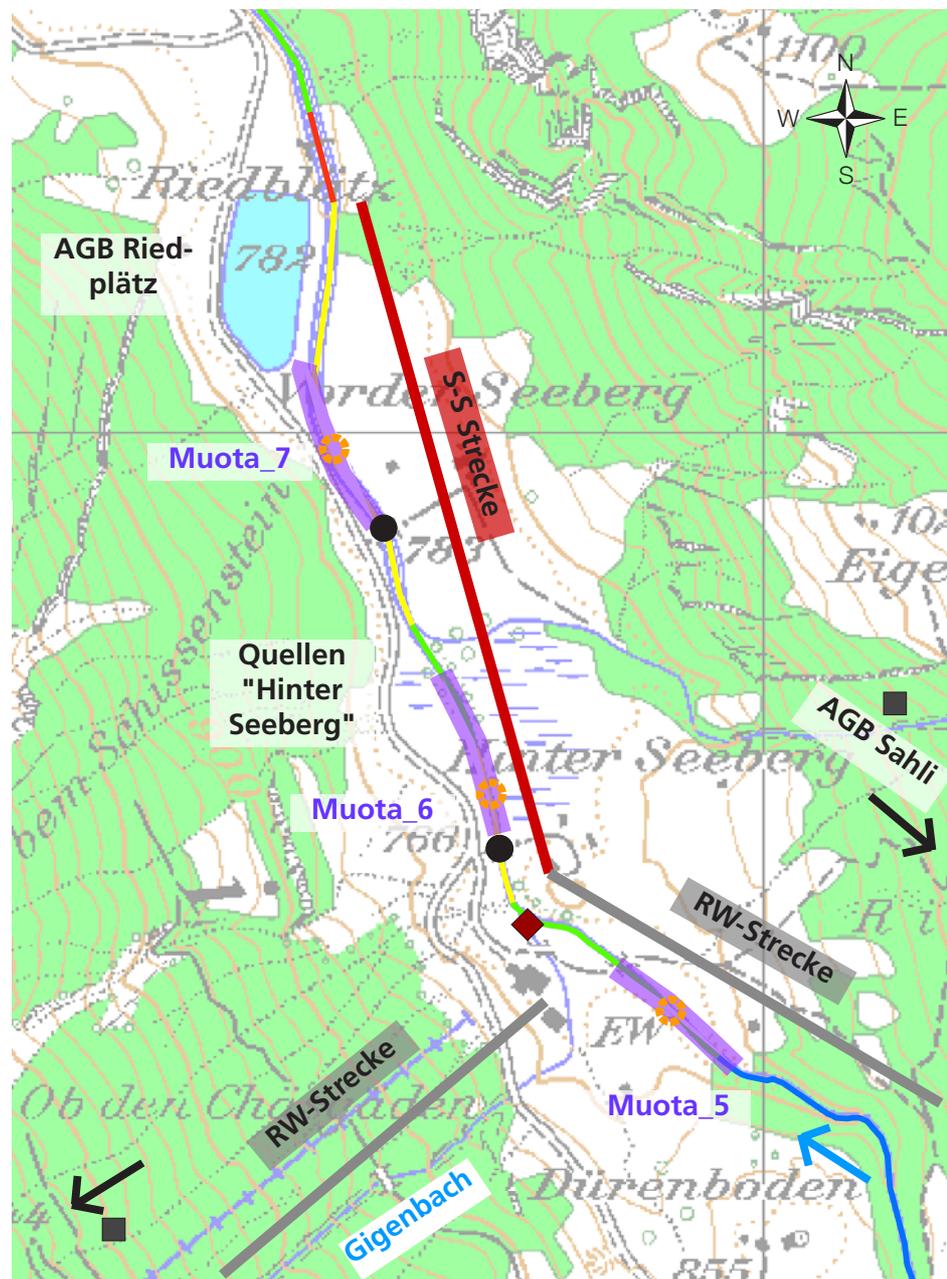
1	Kraftwerksbetrieb	1
2	Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$	2
3	Wasserqualität	2
4	Untersuchungsstrecken	2
5	Schnelltest	5
5.1	MSK-Modul Fische (F1)	5
5.2	Reproduktion der Fische (F4)	8
5.3	Produktivität der Fische (F5)	9
5.4	Biomasse des MZB (B1)	9
5.5	MSK-Modul MZB Stufe F (B2)	10
5.6	EPT-Familien MZB (B4)	10
5.7	Kolmation (H1)	11
5.8	Mindestabfluss (A1)	11
6	Grundbewertung	12
6.1	Stranden der Fische (F2)	12
6.2	Laichareale der Fische (F3)	13
6.3	Längenzonation MZB (B3)	13
6.4	Wassertemperatur (Q1)	13
7	Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung	13
7.1	Grad der Beeinträchtigung	14
8	Ökologisches Potential	15
9	Massnahmen	15

1 Kraftwerksbetrieb

Das Kraftwerk Bisisthal nutzt einerseits das Wasser der Muota, welches im Ausgleichsbecken Sahli (in welches diverse Seitenbäche geleitet werden) gefasst wird und zusätzlich an der Pumpstation Sahli, welche rund 270 m unterhalb des Ausgleichsbeckens Wasser aus Grundwasseraufstößen in die Hangleitung pumpt. Andererseits wird der viel kleinere Gigenbach gefasst. Dies führt zu einer ca. 3.2 km langen Restwasserstrecke in der Muota und einer ebensolchen von 0.8 km Länge im Gigenbach. Das mittels zweier Peltonturbinen turbinierte Wasser wird beim Kraftwerk Bisisthal in die Muota zurückgegeben und führt zu einer rund 890 m langen Schwall-Sunk Strecke in der Muota bis zur Fassung des Ausgleichs-

Abbildung 1.1: Übersichtskarte mit den Untersuchungsstrecken in der Muota.

- Entnahme AGB Sahli (706'975 / 197'485)
Fassung Gigenbach (705'329 / 199'947)
- Rückgabe (705'731 / 200'477)
- MZB-Probenahme
- Untersuchungsstrecke
- Abflussmessstelle
- Ökomorphologie**
- natürlich/ naturnah
- wenig beeinträchtigt
- stark beeinträchtigt
- naturfremd/ künstlich
- eingedolt



beckens Riedplätz (Abb 1.1). Etwa in der Mitte der Schwall-Sunk Strecke mündet das Wasser der Quellen "Hinter Seeberg" in die Muota. Die Ausbauwassermenge beträgt $5 \text{ m}^3/\text{s}$, die installierte Leistung 15.5 MW. Die Zentrale selbst wird "Seeberg" genannt.

Die Wasserrechtsverleihung des Bezirks Schwyz an das EBS (Elektrizitätswerk des Bezirks Schwyz AG) gilt bis 2030. Weder am AGB Sahli noch am Gigenbach muss heute Restwasser abgegeben werden. Das Q_{347} beträgt beim AGB Sahli 130 l/s und nach der Rückgabe des KW Bisisthals unterhalb der Quellen "Brünnen Seeberg" 520 l/s (provisorische Daten Projekt Neukonzessionierung EBS).

2 Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$

Die Schwall-Sunk-Verhältnisse ($V_{S/S}$) wurden für die beiden Abflussmessstellen "Brücke Seeberg" (oberhalb Quelle) und "Vordere Brücke" (unterhalb Quelle), welche im Rahmen der Neukonzessionierung von den EBS Ende Januar 2013 in Betrieb genommen wurden, berechnet. Für die Monate Februar und März 2013 (Niederwasserperiode) ergeben sich die Schwall-Sunk-Verhältnisse von 9.4 oberhalb der Quelle und 3.9 unterhalb der Quelle (berechnet gemäss Pfaundler 2011). Die Berechnung erfolgte anhand von Stundenmitteln, da keine genaueren Daten vorliegen. Unter Verwendung von 10-Minutenmitteln darf davon ausgegangen werden, dass die Schwall-Sunk-Verhältnisse noch weitaus höher ausfallen würden.

Es wird festgestellt, dass das Kraftwerk Bisisthal sowohl ober- wie auch unterhalb der Brünnen Seeberg Abflussschwankungen in der Muota verursacht, und dass diese den Faktor von 1.5 übersteigen.

3 Wasserqualität

Die chemische Wasserqualität wurde anhand Kieselalgenaufnahmen, welche im Rahmen der Untersuchungen zur Neukonzessionierung der EBS durchgeführt wurden, beurteilt. Wie aus den Untersuchungen hervorgeht weisen alle Strecken einen sehr guten DICH auf, wonach von einer Einhaltung der Anforderungen an die Wasserqualität hinsichtlich Kieselalgen gemäss GSchV ausgegangen werden kann.

4 Untersuchungsstrecken

Die **Untersuchungsstrecke Muota_5** befindet sich oberhalb der Rückgabe des KW Bisisthals in der Restwasserstrecke. Das Gewässer befindet sich in diesem Abschnitt in einem ökomorphologisch wenig beeinträchtigten Zustand (Abb. 4.1).

Die Strecke dient als Referenzstrecke ohne Schwall-Sunk (jedoch unter Restwasserbedingungen).

Abb. 4.1: Untersuchungsstrecke Muota_5 am 10.8.2011.



Abb. 4.2: Untersuchungsstrecke Muota_6 am 25.8.2011.



Die **Untersuchungsstrecke Muota_6** liegt zwischen der Rückgabe des KW Bisisthal und den Quellen "Hinter Seeberg". Bei diesen Quellen handelt es sich um eine der grössten Karstquellen der Schweiz. Das Gewässer befindet sich in diesem Abschnitt in einem ökomorphologisch wenig bis stark beeinträchtigten Zustand (Abb. 4.2).

Abb. 4.3: Untersuchungsstrecke Muota_7 am 25.8.2011.



Die **Untersuchungsstrecke Muota_7** liegt ebenfalls in der Schwall-Sunk Strecke, jedoch nach den Quellen "Hinter Seeberg". Die Ökomorphologie ist durchgehend stark beeinträchtigt (Abb. 4.3).

5 Schnelltest

5.1 MSK-Modul Fische (F1)

Die Befischungen der Untersuchungsstrecken Muota_6 und Muota_7 erfolgten am 25.8.2011 bei Sunkabfluss des Kraftwerks Bisisthal. Die Referenzstrecke Muota_5 wurde am 10.8.2011 befischt. Alle gefangenen Fische wurden Grössenklassen (<8 cm, 8-15 cm, 15-21cm, 21-29 cm und >29 cm) zugewiesen. Weitere Details zur Methodik finden sich im Kapitel Methodik.

Die Tabelle 5.1 gibt einen Überblick der relevanten Befischungsdaten. Die befischten Strecken waren zwischen 191 und 218 m lang, die mittleren benetzten Breiten lagen zwischen 8.3 und 13.6 m. Alle Strecken sind der Ökoregion der Voralpen zuzuordnen. Die untersuchten Strecken zählen nach Huet (1949) zur Forellenregion. Gemäss Schager & Peter (2004) zählt die Bachforelle zu den Indikatorarten. Die Indikatorart Bachforelle (*Salmo trutta fario*) dominierte beide Strecken zu 100 %. Das Artenspektrum kann als standortgerecht bewertet werden, da keine andere Fischart als die Bachforelle erwartet werden kann.

Der Altersaufbau der gefangenen Bachforellen setzte sich in den beiden Untersuchungsstrecken (Muota_6 und Muota_7) unterschiedlich zusammen und wich deutlich von einer naturnahen Populationsstruktur ab. Es konnten in beiden Strecken zumindest einzelne 0⁺-Fische nachgewiesen werden. Die Naturverlaichung der Bachforelle scheint dort zu funktionieren, wenn auch in sehr kleinem Ausmass (Besatz fand vorgängig nicht statt). In der Referenzstrecke Muota_5 konnte eine Populationsstruktur festgestellt werden, bei der die Grössenklassen < 8 cm und 8-15 cm dominierten, die jedoch immer noch deutlich von einer naturnahen Struktur abweicht. In der Referenzstrecke scheint die Naturverlaichung gut zu funktionieren.

Tab. 5.1: Übersicht der Fischdaten in den Untersuchungsstrecken der Muota.

	Muota_5 (Ref)	Muota_6	Muota_7
mittlere Breite (m)	8.3	8.5	13.6
Streckenlänge (m)	205	218	191
Befischte Fläche (ha)	0.17	0.19	0.26
Ökoregion	Voralpen	Voralpen	Voralpen
Fischregion	Forellenregion	Forellenregion	Forellenregion
gefangene Fischarten	BF	BF	BF
# gefangene BF	390	42	56
# BF/ha	2292	227	216
# gefangene 0 ⁺ - BF	76	6	12
# 0 ⁺ - BF/ha	447	32	46
0 ⁺ / ^{>} 0 ⁺ BF	0.24	0.17	0.27
# andere gefangene Indikatorarten	–	–	–
# andere Indikatorarten/ha	–	–	–
versch. Altersstadien von Indikatorarten	–	–	–
# Anomalien	0	0	0
Anomalien (%)	0	0	0

BF: Bachforelle

In den Abbildungen 5.1 bis 5.3 sind die Längenhistogramme der gefangenen Fische in den einzelnen Strecken dargestellt. In beiden Untersuchungsstrecken wurden sehr kleine Bachforellenbestände festgestellt. Die hochgerechneten Dichten betragen nur 227 bzw. 216 Individuen pro Hektar in den Strecken Muota_6 und Muota_7. In der Referenzstrecke Muota_5 wurde ein Bachforellenbestand von 2292 Individuen pro Hektar festgestellt, was für ein Gewässer der Voralpenregion als hohe Fischdichte gilt. Anomalien und Deformationen konnten weder in den Untersuchungsstrecken noch in der Referenzstrecke festgestellt werden.

Abb. 5.1: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_5 (Ref) am 10.8.2011.
(0⁺-Fische in hellblau)

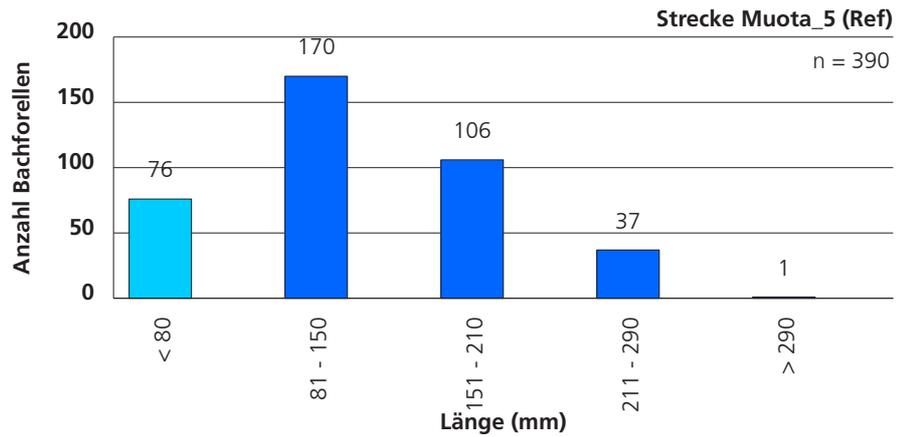


Abb. 5.2: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_6 am 25.8.2011.
(0⁺-Fische in hellblau)

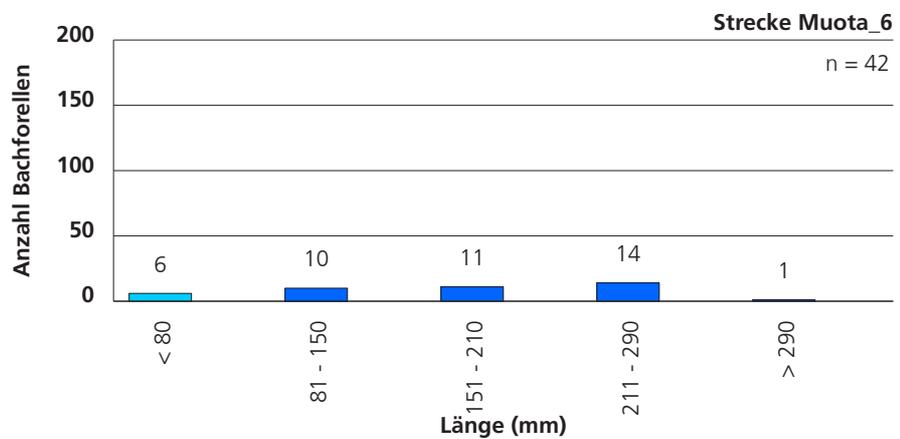
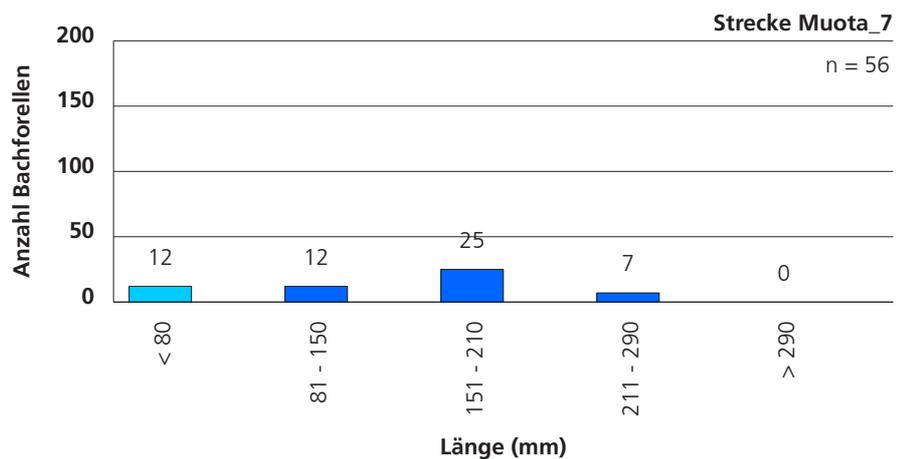


Abb. 5.3: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_7 am 25.8.2011.
(0⁺-Fische in hellblau)



Die zusammenfassende Beurteilung nach Schager & Peter (2004) ist in der Tabelle 5.2 zu finden. Der fischökologische Zustand der Untersuchungsstrecken Muota_6 und Muota_7 wird demnach als mässig bewertet. Im Vergleich dazu wird die Referenzstrecke als gut bewertet.

Tab. 5.2: Beurteilung der Fischfauna nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F nach Schager & Peter (2004).

sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

Indikator F1 Beurteilung der Fischfauna			
	Muota_5 (Ref)	Muota_6	Muota_7
Artenspektrum	0	0	0
Dominanzverhältnis	0	0	0
Populationsstruktur der Indikatorarten	4	4	4
Fischdichte der Indikatorarten	0	4	4
Anomalien und Deformationen	0	0	0
Bewertung¹	4	8	8

¹ Bewertung nach Schager & Peter (2004)

5.2 Reproduktion der Fische (F4)

Zur Erhebung der Dichte der Bachforellenbrütlinge (0⁺-Fische) wurden die Daten der Befischungen vom 10.8.2011 bzw. 25.8.2011 herangezogen. Ein Besatz mit Sömmerlingen hatte zu diesem Zeitpunkt noch nicht stattgefunden.

In den Untersuchungsstrecken Muota_6 und Muota_7 konnten Brütlingdichten von 6 bzw. 12 Individuen pro Hektar festgestellt werden, was einem schlechten Zustand entspricht. Die Referenzstrecke Muota_5 wies mit 447 Individuen pro Hektar eine wesentlich höhere Brütlingdichte auf, was gemäss Beurteilung nach Schager & Peter (2004) trotzdem noch als unbefriedigend eingestuft wird (Tab. 5.3).

Tab. 5.3: Beurteilung der Reproduktion der Fischfauna nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F nach Schager & Peter (2004).

sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

Indikator F4 Reproduktion der Fischfauna			
	Muota_5 (Ref)	Muota_6	Muota_7
0⁺-Dichte (Ind./ha)	447	6	12
Bewertung¹			

¹ Bewertung nach Schager & Peter (2004)

5.3 Produktivität der Fische (F5)

Das theoretische jährliche Ertragsvermögen der Muota lag in den untersuchten Abschnitten (Muota_6 und Muota_7) bei 11.3 bzw. 8.4 kg/ha*Jahr, was einem ertragsarmen Fischgewässer entspricht (Tab. 5.4). Auch die Referenzstrecke Muota_5 konnte mit einem theoretischen jährlichen Ertragsvermögen von 15.0 kg/ha*Jahr nur als ertragsarmes Fischgewässer eingestuft werden. Nach dem in Baumann et al. (2012) vorgeschlagenen Bewertungsschema (Kapitel Methodik) ist das Ertragsvermögen sowohl in den beiden Untersuchungsstrecken wie auch in der Referenzstrecke als ungenügend bis schlecht einzustufen.

Tab. 5.4: Ergebnisse der Bonitierung.

Als Grundlage für den Faktor B diente das für die untersuchten Abschnitte im Frühjahr erhobene Nassgewicht der Wasserwirbellosen (vgl. Indikator B1)

sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

Indikator F5 Produktivität der Fische			
	Muota 5 (Ref)	Muota_6	Muota_7
Bonitätsfaktor B¹	2.0	2.0	1.5
Temperaturkoeffizient k₁	0.75	0.75	0.75
Lebensraumkoeffizient k₂	1.00	0.75	0.75
Fischregion k₃	1.00	1.00	1.00
K² [kg/ha*Jahr]	15.0	11.3	8.4

¹ Nach Vuille (1997)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.4 Biomasse des MZB (B1)

Alle untersuchten Stellen an der Muota wiesen im Frühling einen "sehr guten" biologischen Zustand hinsichtlich der Biomasse auf (Tab. 5.5).

Tab. 5.5: Biomasse der Wasserwirbellosen, Meereshöhe, Sollwert Biomasse sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B1 Biomasse des Makrozoobenthos			
	Muota_5 (Ref)	Muota_6	Muota_7
	27.4.2011	27.4.2011	27.4.2011
Biomasse [g/m ²]	5.9	4.9	4.5
Meereshöhe [m.ü.M.]	790	787	786
Sollwert Biomasse ¹ [g/m ²]	4.8	4.8	4.8
Bewertung ²			

¹ Nach Jungwirth et al. (1980)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.5 MSK-Modul MZB (B2)

Im Frühjahr war der biologische Zustand auf Basis des IBCH an den beiden obersten Stellen Muota_5 und Muota_6 gut, an der Stelle Muota_7 mässig (Tab. 5.6).

Tab. 5.6: Bewertung der Wirbellosenfauna anhand des «Index Biologique IBCH».

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B2 IBCH			
	Muota_5 (Ref)	Muota_6	Muota_7
	27.4.2011	27.4.2011	27.4.2011
IBCH ¹	13	13	12
Bewertung ²			

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.6 EPT-Familien (B4)

Die oberen Stellen Muota_5 und Muota_6 wiesen eine höhere Anzahl EPT-Familien auf und waren somit in einem "guten" biologischen Zustand (Tab. 5.7). Die Stelle Muota_7 war bei der Frühjahrsaufnahme in einem "mässigen" biologischen Zustand hinsichtlich des Vorkommens von EPT-Familien (Tab. 5.7).

Tab. 5.7: EPT-Familien
der Wasserwirbellosen sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B4 EPT-Familien Makrozoobenthos			
	Muota_5 (Ref)	Muota_6	Muota_7
	27.4.2011	27.4.2011	27.4.2011
EPT-Familien¹	10	9	7
Bewertung²			

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.7 Kolmation (H1)

Die Beprobung der Kolmation fand im Rahmen der Markozoobenthosprobenahmen statt. Die Ergebnisse zeigen in der Muota nach dem KW Bisisthal keine Kolmation der Gewässersohle (Tab. 5.8).

Tab. 5.8: Bewertung der Kolmation, unterteilt nach innerer und äusserer Kolmation im benetzten und trockenen Bereich.

	keine
	geringe
	erhebliche
	starke
	sehr starke

Indikator H1, Kolmation			
	Muota_5 (Ref)	Muota_6	Muota_7
	27.4.2011	27.4.2011	27.4.2011
Bewertung der inneren Kolmation im benetzten Bereich^{1,2}			

¹ Aufgenommen nach Binderheim et al. (2007)

² Bewertung der inneren Kolmation im trockenen Bereich in Anlehnung an Baumann et al. (2012)

5.8 Mindestabfluss (A1)

Die Beurteilung des Mindestabflusses erfolgte nicht anhand von Schwallversuchen. Im Rahmen der laufenden Neukonzessionierung der Muotakraftwerke wurden 2D-Abflussmodellierungen zur Bestimmung des minimalen Sunkabflusses durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass ein minimaler Sunk von 200 l/s zur Sicherstellung der freien Fischwanderung ausreicht (der UVB liegt noch nicht vor). Aufgrund der Produktionsdaten des KW Bisisthal ist bekannt, dass regelmässig eine Nulldotation vorkommt und damit die Anforderungen an den Mindestabfluss nicht eingehalten sind.

Tab. 5.9: Mindestabfluss nach GSchG Art. 31 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. d.

 eingehalten
 nicht eingehalten

Indikator A1 Mindestabfluss	
	Muota
Sunk minimal [l/s]	0
Q₃₄₇ [l/s]	320
Q_{min} GSchG Art. 31 [l/s]	200
Bewertung	

6 Grundbewertung

6.1 Stranden der Fische (F2)

Die Beurteilung des Strandrungsrisikos für Fische erfolgte nicht mittels Schwallversuche sondern indirekt über die 2D-Abflussmodellierungen. Im Rahmen der Modellierungen zeigte sich beim ausgeprägtesten Schwall-Sunk-Szenario (Sunk 200 l/s, Schwall 1000 l/s) mit einer moderaten Sunkrate von 1 Stunde Dauer, dass die Pegelraten den Grenzwert von 0.5 cm/min auf rund 30 % der Fläche mit trocken fallendem potenziellen Jungfischhabitat überschreiten. Mit dem aktuellen Betriebsregime des KW Bisisthal kann ein deutlich grösserer Schwall (5 m³/s) erzeugt werden, die Turbinen werden viel schneller zurückgefahren und zusätzlich ist der Sunkabfluss im Extremfall 0 l/s. Die Geschwindigkeit des Schwallrückgangs muss demnach als schlecht eingestuft werden.

Ebenfalls indirekt wurde der Anteil der trocken fallenden Fläche durch einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der 2D-Abflussmodellierung (der UVB liegt noch nicht vor) und dem aktuellen Betriebszustand bewertet. Dabei lag der Anteil trocken fallender Fläche in Teilabschnitten beim oben beschriebenen Szenario bei knapp 40 %. Beim aktuellen Betriebsregime des KW Bisisthal ist die Wasserwechselzone zwischen Schwall und Sunk massiv grösser. Der Anteil der trocken fallenden Fläche muss demnach als mässig-schlecht eingestuft werden.

Tab. 6.1: Stranden von Fischen.

	sehr gut
	gut
	mässig-schlecht

Indikator F2 Stranden von Fischen		
	Muota_6	Muota_7
Anteil trocken fallender Fläche [%]	>>30 %	>>30 %
Geschwindigkeit des Schwallrückgangs [cm/min]		
Anzahl gestrandete Fische [Ind./100 m]	<i>nicht bewertet</i>	<i>nicht bewertet</i>
Gesamtbewertung		

6.2 Laichareale der Fische (F3)

Dieser Indikator wurde nicht bewertet.

6.3 Längenzonation MZB (B3)

Dieser Indikator wurde nicht bewertet.

6.4 Wassertemperatur (Q1)

Dieser Indikator wurde aufgrund fehlender Temperaturdaten nicht bewertet.

7 Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung

In der Muota ist in beiden Untersuchungsstrecken von einer wesentlichen Beeinträchtigung auszugehen (Tab. 7.1). Der schlechte Zustand ist allerdings nicht ausschliesslich auf die Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk zurückzuführen, da die Morphologie der Untersuchungsstrecken ebenfalls meist stark beeinträchtigt ist.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse verursacht das **KW Bisisthal** eine wesentliche Beeinträchtigung an Flora und Fauna sowie deren Lebensräumen in der Muota und ist deshalb **sanierungspflichtig**.

Tab. 7.1: Überblick der geprüften Indikatoren und **Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung**

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht
	nicht beurteilt

	Muota_5 (Ref)	Muota_6	Muota_7	Schwallstrecke gesamt
F1 MSK Modul Fische				
F4 Reproduktion Fische				
F5 Produktivität Fische				
B1 Biomasse MZB				
B2 MSK Modul MZB				
B4 EPT-Familien MZB				
H1 Kolmation				
A1 Mindestabfluss	-			
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	-	Ja	Ja	Ja

F2 Stranden Fische	-			
F3 Laichareale Fische	-	-	-	-
B3 Längenzonation MZB	-	-	-	-
Q1 Temperatur	-	-	-	-
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	-	Ja	Ja	Ja

7.1 Grad der Beeinträchtigung

Wie in Tab. 7.1 dargestellt, wurde lediglich der Indikator F2 (Stranden Fische) der Grundbewertung erhoben, der in beiden Untersuchungsstrecken als schlecht eingestuft wurde. Daneben wurde der Indikator A1 (Mindestabfluss) ebenfalls als schlecht eingestuft. Insgesamt muss deshalb unserer Einschätzung nach für die vorliegenden Schwallstrecke von einer **starken Beeinträchtigung** ausgegangen werden (Tab. 7.2).

Tab. 7.2: Grad der Beeinträchtigung der einzelnen Untersuchungsstrecken.

	mässig
	stark
	sehr stark
-	keine Beeinträchtigung

	Muota_6	Muota_7	Schwallstrecke gesamt
Grad der Beeinträchtigung	stark	stark	stark

8 Ökologisches Potential

Die Muota weist in der Schwall-Sunk Strecke des KW Bisisthal aufgrund der morphologischen und hydrologischen Defizite ein geringes Lebensraumangebot auf. Ihre ökologische Bedeutung als Hauptfluss des Muotatals ist als mittel einzustufen.

Das ökologische Potenzial im heutigen Zustand wird in der Strecke Muota_6 als mittel eingestuft (Tab. 8.1). Dieser Abschnitt befindet sich ökomorphologisch in einem stark bis leicht beeinträchtigten Zustand, ist in keinem kantonalen oder nationalen Inventar aufgeführt ist und weist mit Ausnahme der Bachforelle (potentiell gefährdet) keine gefährdete Arten auf. Die Nähe zur grossen Quelle «Hinter Seeberg» ist als Besonderheit zu erwähnen.

Für die Strecke Muota_7 wird das ökologische Potenzial im heutigen Zustand ebenfalls als mittel eingestuft (Tab. 8.1). Es gelten dieselben Überlegungen wie für die Strecke Muota_6, mit dem Unterschied, dass sich Muota_7 vollständig in einem stark beeinträchtigten Zustand befindet.

Für den zukünftigen Zustand der Strecken Muota_6 und Muota_7 wird je ein grosses Potenzial prognostiziert (Tab. 8.1). Morphologische Aufwertungen sind aufgrund der Platzverhältnisse möglich, weshalb wohl im zukünftigen Zustand die heutigen ökomorphologischen Verhältnisse von «leicht» bis «stark beeinträchtigt» zu «leicht beeinträchtigt» oder gar «natürlich/naturnah» verbessert werden können.

Aufgrund des grossen ökologischen Potenzials und der Bedeutung als mittel-grosses Gewässer im Gewässernetz des Kantons Schwyz ist der Muota bei Bisisthal bei der Umsetzung der Schwall-Sunk-Sanierung eine **mittlere Priorität** einzuräumen.

Tab. 8.1: Bewertungszustände und Bedeutung der Untersuchungsstrecken.

	Muota_6	Muota_7	Schwallstrecke gesamt
ökologisches Potenzial im Ist-Zustand	mittel	mittel	mittel
ökologisches Potenzial im zukünftigen Zustand	gross	gross	gross

9 Massnahmen

Die möglichen Sanierungsmassnahmen wurden vom Amt für Wasserbau mit der Betreiberin diskutiert.

- Direktableitung in AGB Riedblätz:

Bei der Muota nach der Rückgabe des KW Bisisthal ist als Massnahme zur Sanierung die Direktleitung des Schwalles in das Ausgleichsbecken Riedplätz zu prüfen. Dieses liegt rund 620 m flussabwärts der Rückgabe und weist ein Volumen von 50'000 m³ auf. Allenfalls muss das Volumen vergrössert werden.

- Neues Ausgleichsbecken:
Ebenfalls zu prüfen ist der Neubau eines Ausgleichsbeckens nahe bei der Rückgabe, so weit dies die Platz- und Grundwasserverhältnisse zulassen.
- Betriebliche Massnahmen:
Die Betreiberin zeigt sich nicht bereit, eine solche Massnahme zu beantragen.

Als **voraussichtlichste Massnahme** wird die **Direktleitung** angesehen.

Die **Kosten** belaufen sich schätzungsweise auf **2 - 10 Mio. CHF**. Dadurch werden jegliche Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk behoben, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass ein ausreichender Minimalabfluss in der Muota verbleibt. Die Muota würde dadurch zu einer Restwasserstrecke. Es ist von einem **grossen** gewässerökologischen **Nutzen** auszugehen.

Die konkrete Wirksamkeit der Massnahme sollte anhand einer **Erfolgskontrolle** (Art. 41g Abs. 3 GSchV) überprüft werden.

Die Direktleitung wird als **verhältnismässig** eingeschätzt.

Einzugsgebiet Muota

Muota - KW Hinterthal

Register 6



1	Kraftwerksbetrieb	1
2	Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$	1
3	Wasserqualität	1
4	Untersuchungsstrecken	4
5	Schnelltest	7
5.1	MSK-Modul Fische (F1)	7
5.2	Reproduktion der Fische (F4)	11
5.3	Produktivität der Fische (F5)	12
5.4	Biomasse des MZB (B1)	13
5.5	MSK-Modul MZB Stufe F (B2)	14
5.6	EPT-Familien MZB (B4)	14
5.7	Kolmation (H1)	15
5.8	Mindestabfluss (A1)	15
6	Grundbewertung	16
6.1	Stranden der Fische (F2)	16
6.2	Laichareale der Fische (F3)	17
6.3	Längenzonation MZB (B3)	17
6.4	Wassertemperatur (Q1)	17
7	Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung	13
7.1	Grad der Beeinträchtigung	14
8	Ökologisches Potential	15
9	Massnahmen	15

1 Kraftwerksbetrieb

Das Kraftwerk Hinterthal nutzt einerseits das Wasser der Muota, welches im Ausgleichsbecken Riedblätz gefasst wird, andererseits das Wasser des Hüribachs, welches beim Ausgleichsbecken Lipplisbüel entnommen wird. Dies führt zu einer ca. 4.3 km langen Restwasserstrecke in der Muota und einer ebensolchen von 3.2 km Länge im Hüribach. Das mittels einer Francis- und einer Pelton-turbine turbinierete Wasser wird in die Muota zurückgegeben und führt zu einer rund 8.3 km langen Schwall-Sunk Strecke in der Muota bis zum Ausgleichsbecken Selgis (Abb. 1.1). Die Ausbauwassermenge beträgt $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ für die Stufe Mettlen-Balm (Muota) und $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ bei der Stufe Lipplisbüel Balm (Hüribach). Die installierte Leistung ist für die Stufe Mettlen-Balm 8.5 MW, für die Stufe Lipplisbüel-Balm 4.5 MW. Die Zentrale selbst wird "Balm" genannt.

Die Wasserrechtsverleihung des Bezirks Schwyz an das EBS (Elektrizitätswerk des Bezirks Schwyz AG) zur Nutzung der Muota gilt bis 2030. Das Recht zur Nutzung des Hüribachs erhielt das EBS von der Genossenschaft Muotathal und von der Oberallmeindkorporation. Weder am AGB Riedplätz noch am AGB Lipplisbüel muss Restwasser abgegeben werden. Das Q_{347} beträgt bei der Rückgabe des KW Hinterthals rund $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (provisorische Daten Projekt Neukonzessionierung EBS).

2 Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$

Das Schwall-Sunk Verhältnis ($V_{S/S}$) wurde für die Abflussmessstelle "Selgis" der EBS berechnet. Diese Messstelle liegt rund 920 m oberhalb des AGB Selgis am Ende der Schwall-Sunk Strecke. Es wurden die Daten von 2006 bis 2012 jeweils von Mitte Dezember bis Ende Februar (Niederwasserperiode) verwendet. Daraus ergibt sich ein Schwall-Sunk Verhältnis von 3.6 (berechnet gemäss Pfaundler 2011, jedoch mit Stundenmitteln). Eine Berechnung des $V_{S/S}$ aufgrund der Produktionszahlen des KW Hinterthal würde aber keine verbesserte Aussage mitschbringen, da die Zuflüsse aus der Restwasserstrecke, den Schlichenden Brünnen sowie dem Starzlen, welche kurz unterhalb der Rückgabe in die Muota münden nicht bekannt sind. Es darf jedoch davon ausgegangen werden, dass die Schwall-Sunk Verhältnisse kurz nach der Rückgabe wesentlich höher sind als aufgrund der Abflussmessstelle bei Selgis.

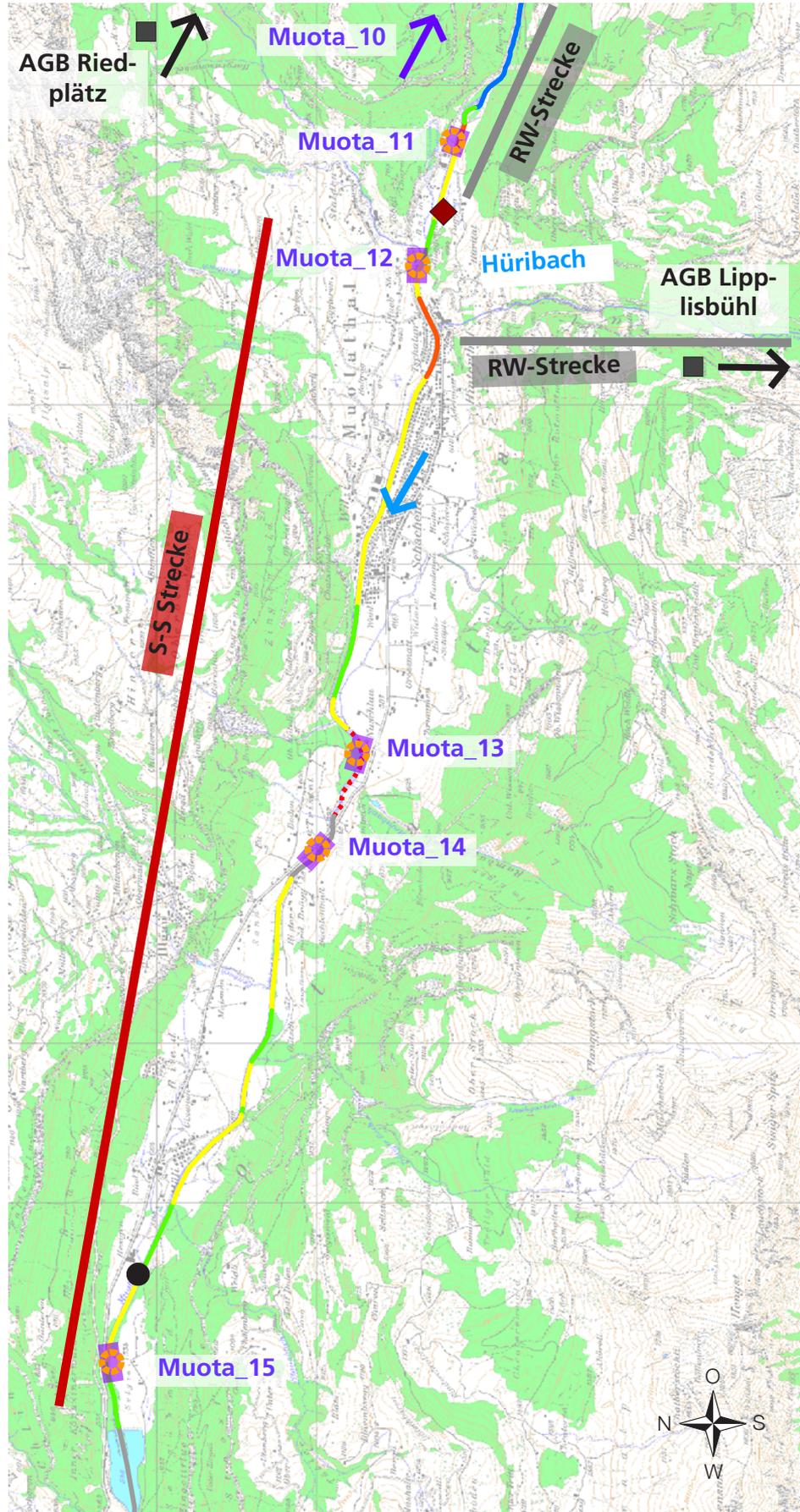
Es wird festgestellt, dass das Kraftwerk Hinterthal auf der gesamten Schwall-Sunk Strecke Abflussschwankungen in der Muota verursacht, und dass diese den Faktor von 1.5 übersteigen.

3 Wasserqualität

Die chemische Wasserqualität wurde anhand von Kieselalgenaufnahmen, welche im Rahmen der Untersuchungen zur Neukonzessionierung der EBS durchgeführt wurden, beurteilt. Wie aus den Untersuchungen hervorgeht weisen alle Strecken einen sehr guten DICH auf, wonach von einer Einhaltung der Anforderungen an

Abbildung 1.1: Übersichtskarte mit der Untersuchungsstrecke in der Muota.

- Entnahmen
AGB Riedplätz
(705'470 / 201'175)
AGB Lippisbühl
(701'328 / 200'397)
- Rückgabe
(702'148 / 203'265)
- 🌻 MZB-Probenahme
- 👉 Untersuchungsstrecke
- Abflussmessstelle
- Ökomorphologie**
- natürlich/ naturnah
- wenig beeinträchtigt
- stark beeinträchtigt
- naturfremd/ künstlich
- eingedolt



die Wasserqualität hinsichtlich Kieselalgen gemäss GSchV ausgegangen werden kann.

Abb. 4.1: Untersuchungsstrecke Muota_10 am 25.8.2011.



Abb. 4.2: Untersuchungsstrecke Muota_11 am 22.11.2012.



4 Untersuchungsstrecken

Die **Untersuchungsstrecke Muota_10** befindet sich oberhalb des Rückgabe des KW Hinterthals in der Restwasserstrecke. Das Gewässer befindet sich in diesem Abschnitt in einem ökomorphologisch wenig beeinträchtigten Zustand (Abb. 4.1). Die Strecke dient als Referenzstrecke ohne Schwall-Sunk (jedoch unter Restwasserbedingungen). Die Strecke Muota_10 liegt in einem Bereich, wo starke Grundwasserexfiltrationen auftreten.

Abb. 4.3: Untersuchungsstrecke Muota_12 am 22.11.2012.



Abb. 4.4: Untersuchungsstrecke Muota_13 am 22.11.2012.



Die **Untersuchungsstrecke Muota_11** liegt ebenfalls oberhalb des Rückgabe des KW Hinterthals in der Restwasserstrecke. Die Muota weist in diesem Bereich eine stark beeinträchtigte bis naturfremde Ökomorphologie auf. Die Strecke dient ebenfalls als Referenzstrecke ohne Schwall-Sunk (jedoch unter Restwasserbedingungen) (Abb. 4.2).

Die **Untersuchungsstrecke Muota_12** befindet sich in der Schwall-Sunk Strecke nach dem Zufluss von Schlichenden Brünnen und Starzlen, jedoch oberhalb der Einmündung des Hüribachs. Die Ökomorphologie ist ebenfalls stark beeinträchtigt (Abb. 4.3).

Abb. 4.5: Untersuchungsstrecke Muota_14 am 10.8.2011.



Abb. 4.6: Untersuchungsstrecke Muota_15 am 10.8.2011.



Die **Untersuchungsstrecke Muota_13** liegt in der Schwall-Sunk Strecke im Bereich der Aue Tristel (Auenverordnung. Nr. 104, Tristel). Die Ökomorphologie ist wenig beeinträchtigt (Abb. 4.4).

Die **Untersuchungsstrecke Muota_14** befindet sich in der Schwall-Sunk Strecke kurz unterhalb der Strecke Muota_13. Sie hat ebenfalls eine wenig beeinträchtigte Ökomorphologie, weist aber ein höheres Gefälle als die Strecke oberhalb auf (Abb. 4.5).

Die unterste **Untersuchungsstrecke Muota_15** liegt am Ende der Schwall-Sunk Strecke kurz vor dem AGB Selgis. Sie weist eine stark beeinträchtigte Ökomorphologie auf (Abb. 4.6).

5 Schnelltest

5.1 MSK-Modul Fische (F1)

Die Befischungen der Untersuchungsstrecken Muota_12, Muota_13, Muota_14 und Muota_15 erfolgten am 22.11.2012 bei Sunkabfluss des Kraftwerks Hinterthal. Die Referenzstrecken Muota_10 und Muota_11 wurden ein Jahr früher am 25.8.2011 befischt. Bei der Befischung der Referenzstrecken (Muota_10 und Muota_11) wurden die Fische Grössenklassen (<8 cm, 8-15 cm, 15-21 cm, 21-29 cm und >29 cm) zugeordnet. Weitere Details zur Methodik finden sich im Kapitel Methodik.

Die Strecke Muota_10 konnte bei der Auswertung nicht als Referenzstrecke herangezogen werden, da sie unter Umständen zeitweise kein Wasser führt und für Fische nicht zugänglich ist (Isolation durch natürliche Aufstiegshindernisse im Bereich Herrgottstutz und der grösstenteils trocken liegenden Abschnitt unterhalb des Ausgleichsbeckens Riedplätz). Die 4 gefangenen Bachforellen wurden vermutlich bei einem Hochwasserereignis von oben abgeschwemmt.

Die Tabelle 5.1 gibt einen Überblick der relevanten Befischungsdaten. Die befischten Strecken waren zwischen 105 und 146 m lang, die mittleren benetzten Breiten lagen zwischen 12.2 und 23.1 m. Alle Strecken sind der Ökoregion der Voralpen zuzuordnen. Die untersuchten Strecken zählen nach Huet (1949) zur Forellenregion. Gemäss Schager & Peter (2004) zählt die Bachforelle zu den Indikatorarten. Die Indikatorart Bachforelle (*Salmo trutta fario*) dominierte alle Strecken zu 100 %. Gemäss Fischaltas des Kantons Schwyz (AquaPlus 2002) müsste die Groppe (*Cottus gobbio*) im Abschnitt zwischen Hinterthal und Selgis vorkommen. Bei den Befischungen der Strecken Muota_12 bis Muota_15 wurde keine Groppe nachgewiesen und somit Defizite in der Artenzusammensetzung festgestellt.

Der Altersaufbau der gefangenen Bachforellen setzte sich in den Untersuchungsstrecken Muota_12, Muota_13 und Muota_14 sowie der Referenzstrecke Muota_11 unterschiedlich zusammen und wich deutlich von einer naturnahen Populationsstruktur ab. Es konnten in allen Strecken zumindest einzelne 0⁺-Fische nachgewiesen werden. Einzig in der Strecke Muota_15 konnte ein naturnaher Altersaufbau festgestellt werden, auch wenn die 0⁺-Dichte sowie die generelle Bestandesdichte sehr gering ausfiel. Die Naturverlaichung der Bachforelle scheint in allen Untersuchungsstrecken zu funktionieren, wenn auch in sehr geringem Ausmass.

Tab. 5.1: Übersicht der Fischdaten in den Untersuchungsstrecken der Muota.

	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
mittlere Breite (m)	12.2	13.1	13.2	12.4	23.1
Streckenlänge (m)	108	146	121	105	137
Befischte Fläche (ha)	0.13	0.19	0.16	0.13	0.32
Ökoregion	Voralpen	Voralpen	Voralpen	Voralpen	Voralpen
Fischregion	Forellenregion	Forellenregion	Forellenregion	Forellenregion	Forellenregion
gefangene Fischarten	BF	BF	BF	BF	BF
# gefangene BF	97	26	28	44	61
# BF/ha	736	136	175	338	193
# gefangene 0 ⁺ - BF	14	6	5	9	29
# 0 ⁺ - BF/ha	106	31	31	69	92
0 ⁺ />0 ⁺ BF	0.17	0.30	0.22	0.26	0.91
# andere gefangene Indikatorarten	–	–	–	–	–
# andere Indikatorarten/ha	–	–	–	–	–
versch. Altersstadien von Indikatorarten	–	–	–	–	–
# Anomalien	0	0	1	1	0
Anomalien (%)	0	0	4	2	0

BF: Bachforelle

In den Abbildungen 5.1 bis 5.5 sind die Längenhistogramme der gefangenen Fischarten in den einzelnen Strecken dargestellt. In allen Untersuchungsstrecken wurden kleine Bachforellenbestände festgestellt. Die hochgerechneten Dichten betragen nur zwischen 136 bis 338 Individuen pro Hektar in den Strecken Muo-

ta_12 bis Muota_15. In der Referenzstrecke Muota_11 wurde ein Bachforellenbestand von 736 Individuen pro Hektar festgestellt, was für ein Gewässer der Voralpenregion als mittlere Fischdichte gilt.

Abb. 5.1: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_11 am 25.8.2011. (*O⁺-Fische in hellblau*)

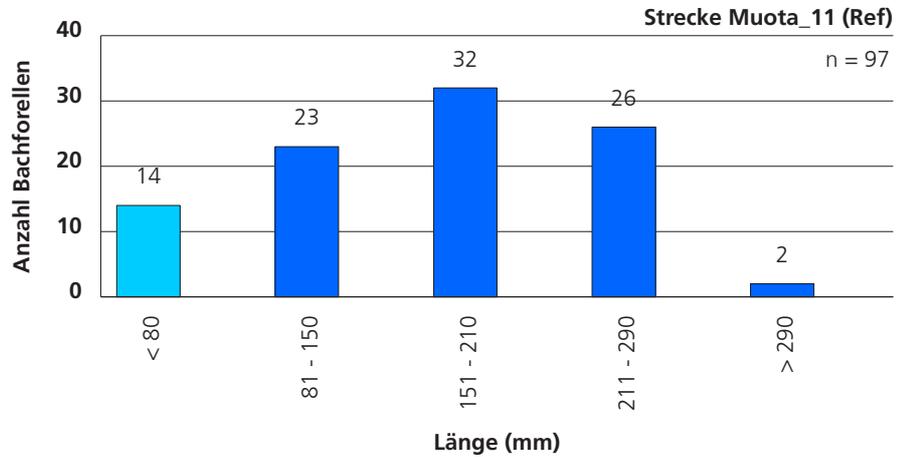


Abb. 5.2: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_12 am 22.11.2012. (*O⁺-Fische in hellblau*)

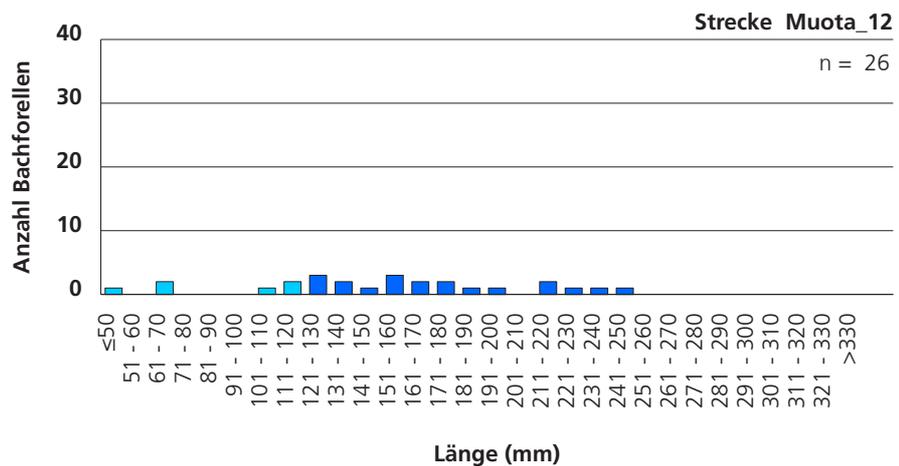


Abb. 5.3: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_13 am 22.11.2012. (*O⁺-Fische in hellblau*)

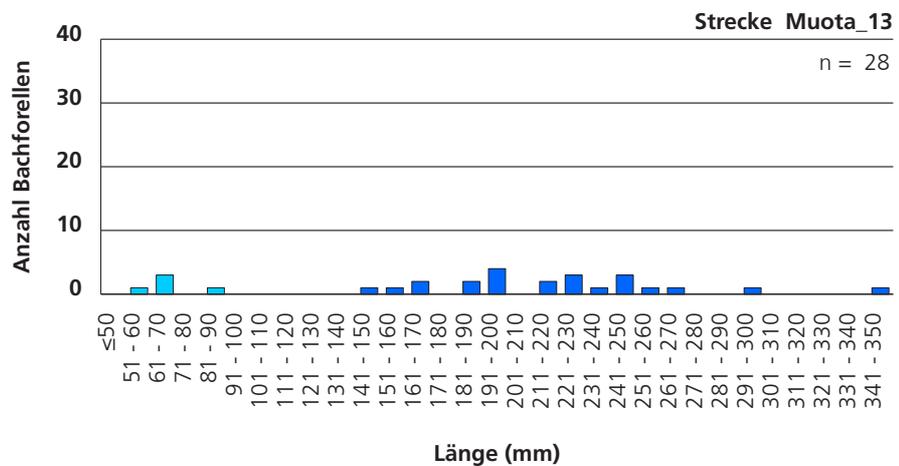


Abb. 5.4: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_14 am 22.11.2012.
(0⁺-Fische in hellblau)

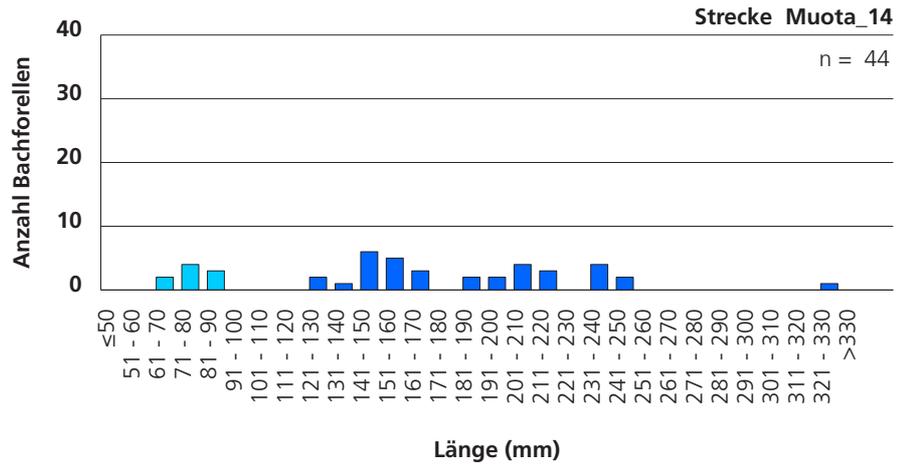
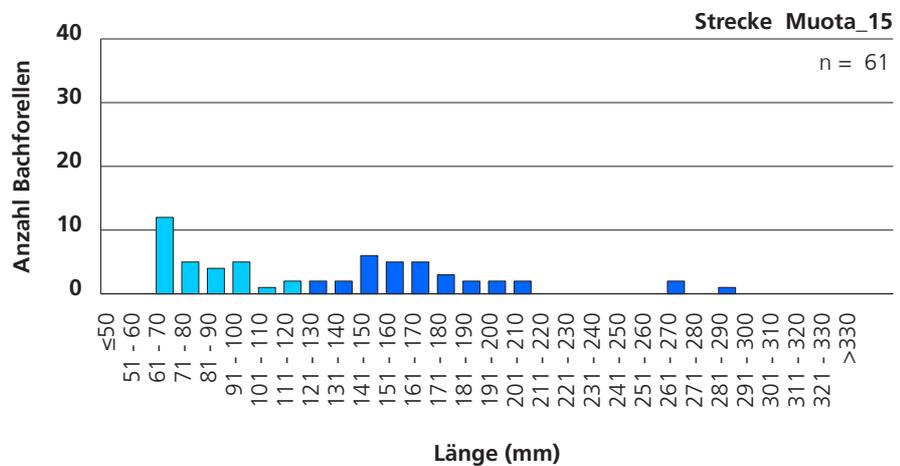


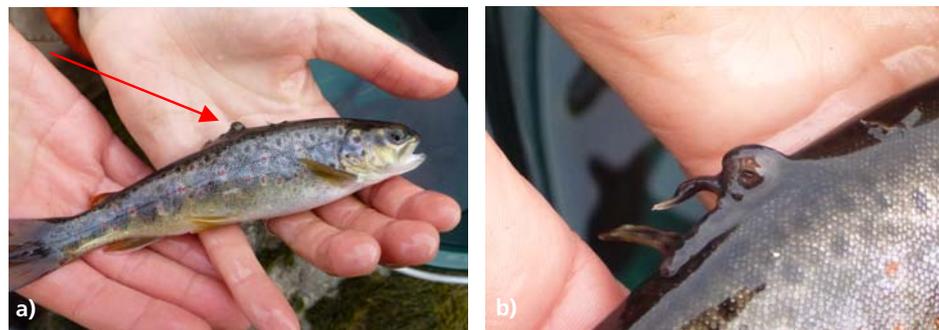
Abb. 5.5: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_15 am 22.11.2012.
(0⁺-Fische in hellblau)



Anomalien und Deformationen waren selten und konnten nur bei je einem Individuum in den Strecken Muota_13 (verkümmerte Rückenflosse) und Muota_14 (verkürzter Kiemendeckel) festgestellt werden (Abb. 5.6).

Abb. 5.6: Anomalien und Deformationen

- a) Verkümmerte Rückenflosse (Strecke Muota_13)
- b) Verkümmerte Rückenflosse im Detail (Strecke Muota_13)



Die zusammenfassende Beurteilung nach Schager & Peter (2004) ist in der Tabelle 5.2 zu finden. Der fischökologische Zustand der Untersuchungsstrecken Muota_12 bis Muota_15 wird demnach als unbefriedigend bis mässig bewertet, die Referenzstrecke Muota_11 als mässig.

Tab. 5.2: Beurteilung der Fischfauna nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F nach Schager & Peter (2004).

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

<i>Indikator F1 Beurteilung der Fischfauna</i>					
	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
Artenspektrum	1	1	1	1	1
Dominanzverhältnis	0	0	0	0	0
Populationsstruktur der Indikatorarten	4	4	4	4	4
Fischdichte der Indikatorarten	2	4	4	4	4
Anomalien und Deformationen	0	0	2	2	0
Bewertung¹	7	9	11	11	9

¹ Bewertung nach Schager & Peter (2004)

5.2 Reproduktion der Fische (F4)

Zur Erhebung der Dichte der Bachforellenbrütlinge (0⁺-Fische) wurden die Daten der Befischungen vom 25.8.2011 bzw. 22.11.2012 herangezogen. Ein Besatz mit Sömmerlingen fand zu diesem Zeitpunkt noch nicht statt.

In den Untersuchungsstrecken Muota_12 bis Muota_15 konnten Brütlingdichten von 31 bis 92 Individuen pro Hektar festgestellt werden, was einem schlechten Zustand entspricht. Die Referenzstrecke Muota_11 wies mit 106 Individuen pro Hektar eine vergleichbar geringe Brütlingdichte auf (Tab. 5.3).

Tab. 5.3: Beurteilung der Reproduktion der Fischfauna nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F nach Schager & Peter (2004).

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

<i>Indikator F4 Reproduktion der Fischfauna</i>					
	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
0⁺-Dichte (Ind./ha)	106	31	31	69	92
Bewertung¹					

¹ Bewertung nach Schager & Peter (2004)

5.3 Produktivität der Fische (F5)

Das theoretische jährliche Ertragsvermögen der Muota lag in den untersuchten Abschnitten Muota_12, Muota_14 und Muota_15 zwischen 2.8 bis 11.3 kg/ha*Jahr, was einem ertragsarmen Fischgewässer entspricht (Tab. 5.4). Auch die Referenzstrecke Muota_11 konnte mit einem theoretischen jährlichen Ertragsvermögen von 8.4 kg/ha*Jahr nur als sehr ertragsarmes Fischgewässer eingestuft werden. Einzig die Strecke Muota_13 konnte mit einem Ertragsvermögen von 33.8 kg/ha*Jahr als ertragsreich eingestuft werden. Nach dem in Baumann et al. (2012) vorgeschlagenen Bewertungsschema (Kapitel Methodik) ist das Ertragsvermögen sowohl in den Untersuchungsstrecken Muota_12, Muota_14 und Muota_15 wie auch in der Referenzstrecke als ungenügend bis schlecht einzustufen, die Strecke Muota_13 jedoch als gut.

Tab. 5.4: Ergebnisse der Bonitierung.

Als Grundlage für den Faktor B diente das für die untersuchten Abschnitte im Frühjahr erhobene Nassgewicht der Wasserwirbellosen (vgl. Indikator B1)

sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

Indikator F5 Produktivität der Fische					
	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
Bonitätsfaktor B¹	1.5	0.5	4.5	1.0	2.0
Temperaturkoeffizient k₁	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Lebensraumkoeffizient k₂	0.75	0.75	1.00	1.00	0.75
Fischregion k₃	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
K² [kg/ha*Jahr]	8.4	2.8	33.8	7.5	11.3
Biomasse³ [kg/ha]	k.A.	7.0	18.0	20.0	7.0

¹ Nach Vuille (1997)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

³ Ergebnisse der Befischungen von 2012

5.4 Biomasse des MZB (B1)

Die beiden Referenzstellen (Muota_10 und Muota_11) wiesen im Frühjahr einen "guten" biologischen Zustand hinsichtlich der Biomasse auf (Tab. 5.5). Dasselbe gilt für die morphologisch wenig beeinträchtigte Stelle Muota_13 und die unterste Stelle (Muota_15). Die Stellen Muota_12 und Muota_14 wiesen jedoch sehr geringe Biomassen auf; die geringe Biomasse an der Stelle Muota_12 könnte mit dem Zufluss des Starzlen zusammenhängen, der etwas oberhalb der Stelle einmündet und bei Gewitter (Unwetter) schnell mit Geschiebetrieb reagiert. Der Grund für den niedrigen Biomasse-Wert bei Muota_14 ist nicht klar.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Tab. 5.5: Biomasse der Wasserwirbellosen, Meereshöhe, Sollwert Biomasse sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

Indikator B1 Biomasse des Makrozoobenthos						
	Muota_10 (Ref)	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
	28.3. 2012	28.3. 2012	28.3. 2012	28.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012
Biomasse [g/m ²]	3.30	4.30	1.10	23.60	2.40	5.20
Meereshöhe [m.ü.M.]	721	638	629	588	582	554
Sollwert Biomasse ¹ [g/m ²]	5.3	6	6.1	6.5	6.6	6.9
Bewertung ²						

¹ Nach Jungwirth et al. (1980)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.5 MSK-Modul MZB (B2)

Der biologische Zustand auf Basis des IBCH war sowohl an den Stellen in der Referenzstrecke wie auch an jenen in der Schwall-Sunk Strecke "mässig" (Tab. 5.6).

Tab. 5.6: Bewertung der Wirbellosenfauna anhand des «Index Biologique IBCH».

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B2 IBCH						
	Muota_10 (Ref)	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
	28.3. 2012	28.3. 2012	28.3. 2012	28.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012
IBCH¹	10	12	12	12	11	12
Bewertung²						

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.6 EPT-Familien (B4)

Alle Stellen waren in einem "mässigen" biologischen Zustand hinsichtlich des Vorkommens von EPT-Familien (Tab. 5.7).

Tab. 5.7: EPT-Familien der Wasserwirbellosen sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Indikator B4 EPT-Familien Makrozoobenthos						
	Muota_10 (Ref)	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
	28.3. 2012	28.3. 2012	28.3. 2012	28.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012
EPT-Familien¹	6	6	7	7	6	7
Bewertung²						

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.7 Kolmation (H1)

Die Beprobung der Kolmation fand im Rahmen der Markozooobenthosprobenahmen statt. Die Ergebnisse zeigen in der Muota nach dem KW Hinterthal durchgehend eine erhebliche bis starke innere Kolmation im benetzten Bereich. Diese tritt nur in einer der beiden Referenzstrecken auf (Muota_11), während in der anderen Referenzstrecke, welche morphologisch ähnlicher ist, keine Kolmation festgestellt wurde (Muota_10) (Tab.5.8).

keine
geringe
erhebliche
starke
sehr starke

Tab. 5.8: Bewertung der Kolmation, unterteilt nach innerer und äusserer Kolmation im benetzten und trockenen Bereich.

Indikator H1, Kolmation						
	Muota_10 (Ref)	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
	28.3. 2012	28.3. 2012	28.3. 2012	28.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012
Bewertung der inneren Kolmation im benetzten Bereich^{1,2}						

¹ Aufgenommen nach Binderheim et al. (2007)

² Bewertung der inneren Kolmation im trockenen Bereich in Anlehnung an Baumann et al. (2012)

5.8 Mindestabfluss (A1)

Die Beurteilung des Mindestabflusses erfolgte nicht anhand von Schwallversuchen. Im Rahmen der laufenden Neukonzessionierung der Muotakraftwerke wurden 2D-Abflussmodellierungen zur Bestimmung des minimalen Sunkabflusses durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass ein minimaler Sunk von 700 l/s ausreicht zur Sicherstellung der freien Fischwanderung (der UVB liegt noch nicht vor). Aufgrund der Produktionsdaten des KW Hinterthal ist bekannt, dass regelmässig eine Nulldotation vorkommt und damit die Anforderungen an den Mindestabfluss nicht eingehalten sind.

Tab. 5.9: Mindestabfluss nach GSchG Art. 31 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. d.

 eingehalten
 nicht eingehalten

Indikator A1 Mindestabfluss	
	Muota
Sunk minimal [l/s]	0
Q₃₄₇ [l/s]	1030
Q_{min} GSchG Art. 31 [l/s]	700
Bewertung	

6 Grundbewertung

6.1 Stranden der Fische (F2)

Die Beurteilung des Strandrungsrisikos für Fische erfolgte nicht mittels Schwallversuche sondern indirekt über 2D-Abflussmodellierungen. Im Rahmen der Modellierungen zeigte sich beim ausgeprägtesten Schwall-Sunk-Szenario (Sunk 700 l/s, Schwall 3500 l/s) mit einer moderaten Sunkrate von 1 Stunde Dauer, dass die Pegelraten den Grenzwert von 0.5 cm/min auf rund 20 % der Fläche mit trocken fallendem potenziellen Jungfischhabitat überschreiten. Mit dem aktuellen Betriebsregime des KW Hinterthal kann ein deutlich grösserer Schwall (8.7 m³/s) erzeugt werden, die Turbinen werden viel schneller zurückgefahren und zusätzlich ist der Sunkabfluss im Extremfall 0 l/s. Die Geschwindigkeit des Schwallrückgangs muss demnach als schlecht eingestuft werden.

Ebenfalls indirekt wurde der Anteil der trocken fallenden Fläche durch einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der 2D-Abflussmodellierung (der UVB liegt noch nicht vor) und dem aktuellen Betriebszustand bewertet. Dabei lag der Anteil trocken fallender Fläche in Teilabschnitten beim oben beschriebenen Szenario über 40 %. Beim aktuellen Betriebsregime des KW Hinterthal ist die Wasserwechselzone zwischen Schwall und Sunk massiv grösser. Der Anteil der trocken fallenden Fläche muss demnach als mässig-schlecht eingestuft werden.

Tab. 6.1: Stranden von Fischen.

	sehr gut
	gut
	mässig-schlecht

Indikator F2 Stranden von Fischen				
	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15
Anteil trocken fallender Fläche [%]	>>20 %	>>20 %	>>20 %	>>20 %
Geschwindigkeit des Schwallrückgangs [cm/min]				
Anzahl gestrandete Fische [Ind./100 m]	<i>nicht bewertet</i>	<i>nicht bewertet</i>	<i>nicht bewertet</i>	<i>nicht bewertet</i>
Gesamtbewertung				

6.2 Laichareale der Fische (F3)

Dieser Indikator wurde nicht bewertet.

6.3 Längenzonation MZB (B3)

Dieser Indikator wurde nicht bewertet.

6.4 Wassertemperatur (Q1)

Dieser Indikator wurde aufgrund fehlender Temperaturdaten nicht bewertet.

7 Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung

In der Muota ist in allen Untersuchungsstrecken von einer wesentlichen Beeinträchtigung auszugehen. Der schlechte Zustand ist allerdings nicht ausschliesslich auf die Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk zurückzuführen, da die Morphologie einzelner Untersuchungsstrecken ebenfalls stark beeinträchtigt ist.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse verursacht das **KW Hinterthal** eine wesentliche Beeinträchtigung an Flora und Fauna sowie deren Lebensräumen in der Muota und ist deshalb **sanierungspflichtig**.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht
	nicht beurteilt

Tab. 6.1: Überblick der geprüften Indikatoren und **Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung.**

	Muota_10 (Ref)	Muota_11 (Ref)	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15	Schwall- strecke gesamt
F1 MSK Modul Fische	–						
F4 Reproduktion Fische	–						
F5 Produktivität Fische	–						
B1 Biomasse MZB							
B2 MSK Modul MZB							
B4 EPT-Familien MZB							
H1 Kolmation							
A1 Mindestabfluss							
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	–	–	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

F2 Stranden Fische	–	–					
F3 Laichareale Fische	–	–	–	–	–	–	–
B3 Längenzonation MZB	–	–	–	–	–	–	–
Q1 Temperatur	–	–	–	–	–	–	–
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	–	–	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

7.1 Grad der Beeinträchtigung

Wie in Tab. 7.1 dargestellt, wurde lediglich der Indikator F2 (Stranden Fische) der Grundbewertung erhoben, der in allen Untersuchungsstrecken als schlecht eingestuft wurde. Daneben wurde der Indikator A1 (Mindestabfluss) ebenfalls als schlecht eingestuft. Da alle weiteren Indikatoren des Schnelltests bestenfalls als mässig bewertet werden, muss deshalb insgesamt unserer Einschätzung nach für die vorliegenden Schwallstrecke von einer **starken Beeinträchtigung** ausgegangen werden (Tab. 7.2).

Tab. 7.2: Grad der Beeinträchtigung der einzelnen Untersuchungsstrecken.

mässig
stark
sehr stark
-

	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15	Schwallstrecke gesamt
Grad der Beeinträchtigung	stark	stark	stark	stark	stark

8 Ökologisches Potential

Die Muota weist in der Schwall-Sunk Strecke des KW Hinterthal aufgrund der morphologischen und hydrologischen Defizite ein geringes Lebensraumangebot auf. Ihre ökologische Bedeutung als Hauptfluss des Muotatal ist als mittel bis gross einzustufen.

Das ökologische Potenzial im heutigen Zustand wird in der Strecke Muota_12 als mittel eingestuft (Tab. 8.1). Dieser Abschnitt ist ökomorphologisch in einem stark beeinträchtigten Zustand, ist in keinem kantonalen oder nationalen Inventar aufgeführt ist und weist mit Ausnahme der Bachforelle (potentiell gefährdet) keine gefährdete Arten auf. Sie liegt in der Nähe zu den Zuflüssen der Schlichenden Brünnen und dem Starzlen.

Für die Strecke Muota_13 wird das ökologische Potenzial im heutigen Zustand als gross eingestuft (Tab. 8.1). Diese Strecke befindet sich gemäss Ökomorphologie in einem leicht beeinträchtigten Zustand. Sie liegt innerhalb einer als Aue von nationaler Bedeutung. Mit Ausnahme der Bachforelle (potentiell gefährdet) sind keine gefährdeten Arten bekannt.

Muota_14 weist ebenfalls ein mittleres bis grosses ökologisches Potenzial im heutigen Zustand auf (Tab. 8.1). Für die Strecke Muota_14 gelten dieselben Überlegungen wie bei Muota_13, sie gehört jedoch nicht zur Aue Tristel.

Die Strecke Muota_15 weist eine stark beeinträchtigte Ökomorphologie auf. Es gelten dieselben Überlegungen wie bei der Strecke Muota_12. Dementsprechend wird das ökologische Potenzial im heutigen Zustand als mittel eingestuft (Tab. 8.1).

Für den zukünftigen Zustand der Strecken Muota_12 wird je ein mittleres Potenzial prognostiziert (Tab. 8.1). Morphologische Aufwertungen sind aufgrund der Platzverhältnisse hier kaum möglich, weshalb im zukünftigen Zustand die heutigen ökomorphologischen Verhältnisse stark beeinträchtigt bleiben.

Bei den Strecken Muota_13 bis Muota_15 besteht grundsätzlich Raum für eine verbesserte Ökomorphologie. Deshalb wird für alle diese Strecken ein grosses ökologisches Potenzial im zukünftigen Zustand prognostiziert (Tab. 8.1).

Aufgrund des grossen ökologischen Potenzials und der Bedeutung als mittel-grosser Fluss im Gewässernetz des Kantons Schwyz ist der Muota bei Hinterthal

bei der Umsetzung der Schwall-Sunk-Sanierung eine **mittlere Priorität** einzuräumen.

Tab. 8.1: Bewertungszustände und Bedeutung der Untersuchungsstrecken.

	Muota_12	Muota_13	Muota_14	Muota_15	Schwallstrecke gesamt
ökologisches Potenzial im Ist-Zustand	mittel	gross	mittel - gross	mittel	mittel
ökologisches Potenzial im zukünftigen Zustand	mittel	gross	gross	gross	gross

9 Massnahmen

Die möglichen Sanierungsmassnahmen wurden vom Amt für Wasserbau mit der Betreiberin diskutiert.

- Direktableitung ins AGB Selgis:
Bei der Muota nach der Rückgabe des KW Hinterthal ist als Massnahme zur Sanierung die Direktableitung des Schwalles in das Ausgleichsbecken Selgis zu prüfen, welches ein Volumen von 350'000 m³ aufweist. Dies bedingt aber eine rund 7.8 km lange Leitung.
- Neues Ausgleichsbecken:
Als Alternative ist der Bau eines Ausgleichsbeckens zu prüfen, was aber aufgrund der engen Platzverhältnisse sowie aufgrund der Feuchtgebiete im Bereich der Rückgabe zusätzlich erschwert wird.
- Betriebliche Massnahmen:
Die Betreiberin zeigt sich nicht bereit, eine solche Massnahme zu beantragen.

Als **voraussichtlichste Massnahme** wird der Bau eines **Ausgleichbeckens** angesehen.

Die **Kosten** belaufen sich schätzungsweise auf **10 - 25 Mio. CHF**. Dadurch werden Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk soweit gedämpft, dass sie als nicht mehr wesentlich betrachtet werden. Es ist von einem **grossen** gewässerökologischen **Nutzen** auszugehen.

Die konkrete Wirksamkeit der Massnahme sollte anhand einer **Erfolgskontrolle** (Art. 41g Abs. 3 GSchV) überprüft werden.

Die Direktableitung wird als **vermutlich verhältnismässig** eingeschätzt.

Einzugsgebiet Muota

Muota - KW Wernisberg

Register 7



1	Kraftwerksbetrieb	1
2	Schwall-Sunk-Verhältnis $V_{S/S}$	1
3	Wasserqualität	1
4	Untersuchungsstrecken	3
5	Schnelltest	6
5.1	MSK-Modul Fische (F1)	6
5.2	Reproduktion der Fische (F4)	12
5.3	Produktivität der Fische (F5)	13
5.4	Biomasse des MZB (B1)	13
5.5	MSK-Modul MZB Stufe F (B2)	14
5.6	EPT-Familien MZB (B4)	15
5.7	Kolmation (H1)	15
5.8	Mindestabfluss (A1)	16
6	Grundbewertung	16
6.1	Stranden der Fische (F2)	16
6.2	Laichareale der Fische (F3)	17
6.3	Längenzonation MZB (B3)	17
6.4	Wassertemperatur (Q1)	17
7	Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung	17
7.1	Grad der Beeinträchtigung	18
8	Ökologisches Potential	19
9	Massnahmen	20

1 Kraftwerksbetrieb

Das Kraftwerk Wernisberg nutzt das Wasser der Muota, welches im Ausgleichsbecken Selgis gefasst wird. Dies führt zu einer ca. 2.35 km langen Restwasserstrecke in der Muotaslucht. Mit 30 MW installierter Leistung verarbeiten die drei Francisturbinen 30 m^3 Wasser pro Sekunde, wobei eine Turbine als Dotierturbine dient und ständig in Betrieb ist (jedoch nicht immer unter Volllast). Produziert wird elektrische Energie i.d.R. zeitgleich mit der natürlicheweise zuströmenden Wassermasse. Der Speicher Selgis fasst lediglich ein Volumen von $340\,000 \text{ m}^3$ für überschüssigen Wasseranfall, das unter Vollast innert drei Stunden abgebaut ist. Der produzierte Schwall wird 6.6 km unterhalb im Vierwaldstättersee aufgefangen. Die Konzession hat Gültigkeit bis zum 1. Oktober 2030. Das Q_{347} beträgt bei der Rückgabe des KW Wernisberg rund $2.23 \text{ m}^3/\text{s}$ (provisorische Daten Projekt Neukonzessionierung EBS). Ziel der Restwassersanierung war, die Wanderung der Seeforelle in der Strecke vom Vierwaldstättersee bis zu den natürlichen Felshindernissen in der Muotaslucht zu ermöglichen. Seit Herbst 2011 dotiert die Kraftwerksbetreiberin die Restwassermengen aus ihren Untersuchungen.

2 Schwall-Sunk-Verhältnis

Das Schwall-Sunk Verhältnis ($V_{S/S}$) wurde für die Abflussmessstelle "Ingenbohl" des BAFU berechnet. Diese Messstelle liegt am Ende der Schwall-Sunk Strecke, kurz vor dem Vierwaldstättersee. Es wurden für die Jahre 2008 bis 2012 jeweils die 10 Wochen mit den niedrigsten Abflüssen ausgewertet. Daraus ergibt sich ein Schwall-Sunk Verhältnis von 7.3 (berechnet gemäss Pfandler 2011). Da die Messstelle am Ende der Schwall-Sunk Strecke liegt und durch den Zufluss der Seeweren gedämpft wird, ist davon auszugehen, dass die Schwall-Sunk Verhältnisse kurz nach der Rückgabe wesentlich höher sind.

Es wird festgestellt, dass das Kraftwerk Wernisberg auf der gesamten Schwall-Sunk Strecke Abflussschwankungen in der Muota verursacht, und dass diese den Faktor von 1.5 übersteigen.

3 Wasserqualität

Die chemische Wasserqualität wurde anhand von Kieselalgenaufnahmen, welche im Rahmen der Untersuchungen zur Neukonzessionierung der EBS durchgeführt wurden, beurteilt. Wie aus den Untersuchungen hervorgeht, weisen alle Strecken einen sehr guten DICH auf, wonach von einer Einhaltung der Anforderungen an die Wasserqualität hinsichtlich Kieselalgen gemäss GSchV ausgegangen werden kann.

Abbildung 1.1: Übersichtskarte mit der Untersuchungsstrecke in der Muota.

■ Entnahme
AGB Selgis
(694'240 / 201'195)

■ Rückgabe
(692'154 / 205839)

🌸 MZB-Probenahme

📍 Untersuchungsstrecke

● Abflussmessstelle

Ökomorphologie

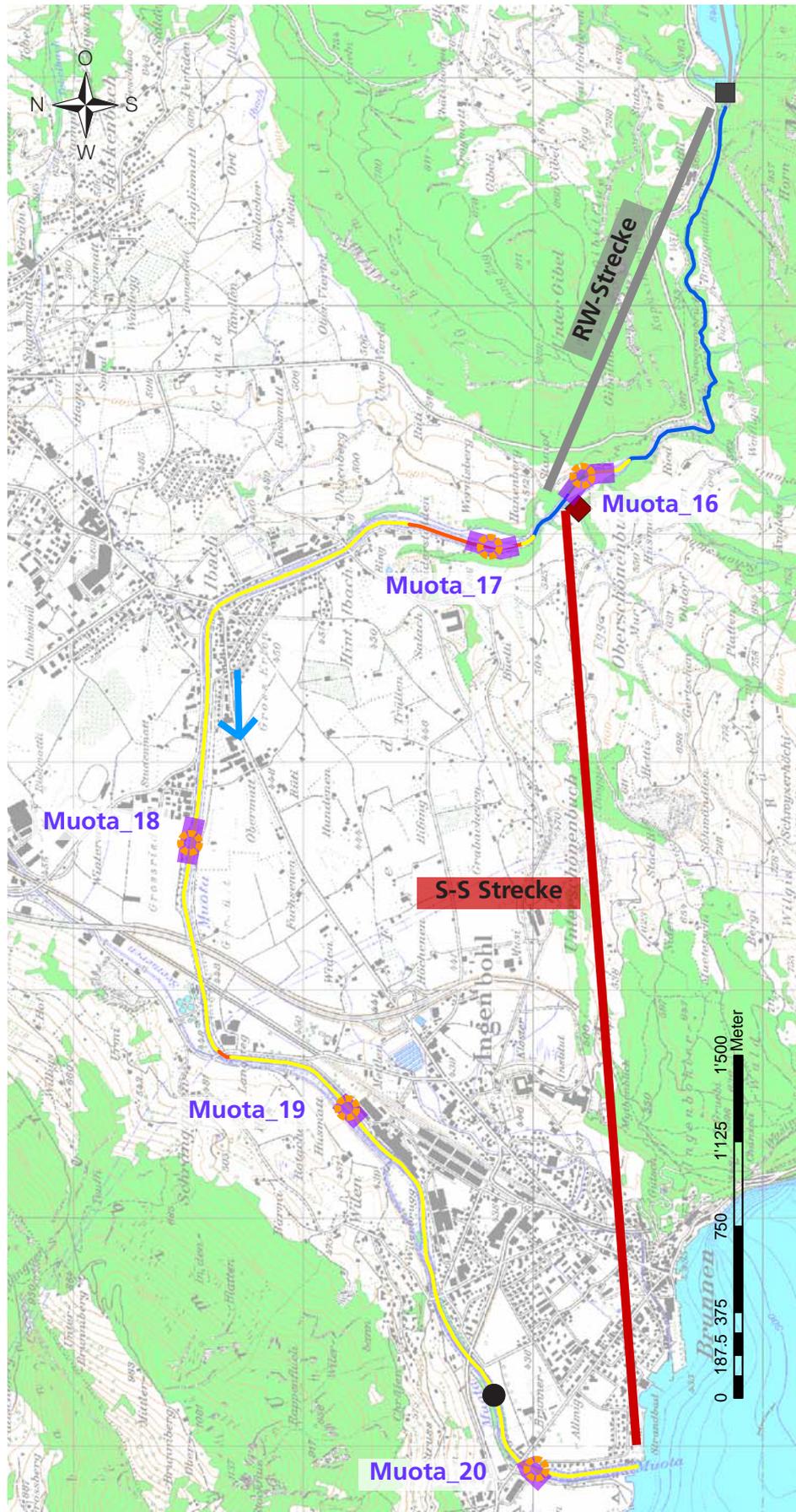
— natürlich/ naturnah

— wenig beeinträchtigt

— stark beeinträchtigt

— naturfremd/ künstlich

— eingedolt



4 Untersuchungsstrecken

Die **Untersuchungsstrecke Muota_16** befindet sich oberhalb des Rückgabe des KW Wernisbergs in der Restwasserstrecke auf Höhe der Kraftwerkszentrale Wernisberg. Das Gewässer befindet sich in diesem Abschnitt in einem ökomorphologisch wenig beeinträchtigten Zustand (Abb. 4.1). Die Strecke dient als Referenzstrecke ohne Schwall-Sunk (jedoch mit Restwasserbedingungen).

Die **Untersuchungsstrecke Muota_17** liegt in der Schwall-Sunk Strecke unmittelbar nach dem Wehr des KW Ibach. Die Muota weist in diesem Bereich eine stark beeinträchtigte Ökomorphologie auf (Abb. 4.2).

Abb. 4.1: Untersuchungsstrecke Muota_16 am 15.11.2012.

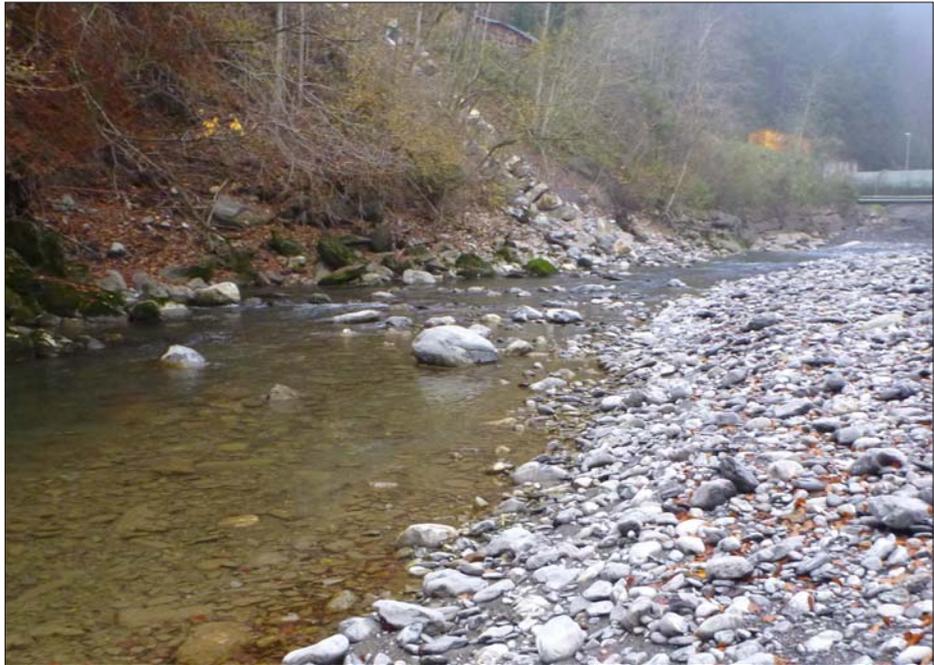


Abb. 4.2: Untersuchungsstrecke Muota_17 am 15.11.2012.



Die **Untersuchungsstrecke Muota_18** befindet sich in der Schwall-Sunk Strecke vor der Mündung der Seeweren und oberhalb des KW Brunnen. Die Ökomorphologie ist ebenfalls stark beeinträchtigt (Abb. 4.3).

Die **Untersuchungsstrecke Muota_19** liegt in der Schwall-Sunk Strecke und in der Restwasserstrecke des KW Brunnen. Die Ökomorphologie ist stark beeinträchtigt (Abb. 4.4).

Abb. 4.3: Untersuchungsstrecke Muota_18 am 15.11.2012.



Abb. 4.4: Untersuchungsstrecke Muota_19 am 15.11.2012.



Die **Untersuchungstrecke Muota_20** befindet sich am Ende der Schwall-Sunk Strecke kurz vor dem Vierwaldstättersee. Die Strecke liegt auch unterhalb des KW Brunnen. Sie hat ebenfalls eine stark beeinträchtigte Ökomorphologie (Abb. 4.5).

Abb. 4.5: Untersuchungstrecke Muota_20 am 20.9.2011 bei Schwall.



5 Schnelltest

5.1 MSK-Modul Fische (F1)

Die Befischungen der Untersuchungsstrecken Muota_17, Muota_18, Muota_19 und Muota_20 erfolgten am 9. und 15.11.2012 bei Sunkabfluss des Kraftwerks Wernisberg. Die Referenzstrecken Muota_16 wurde ebenfalls am 15.11.2012 befischt.

Die Tabelle 5.1 gibt einen Überblick der relevanten Befischungsdaten. Die befischten Strecken waren zwischen 150 und 301 m lang, die mittleren benetzten Breiten lagen zwischen 13.8 und 28 m. Alle Strecken sind der Ökoregion der Voralpen zuzuordnen. Die oberen Strecken (Muota_16, Muota_17 und Muota_18) zählen nach Huet (1949) zur Forellenregion, die Strecken Muota_19 und Muota_20 können bereits zur Äschenregion gezählt werden. Bachforellen (*Salmo trutta fario*) wurden in allen Untersuchungsstrecken gefangen. In der mit dem See verbundenen Strecken Muota_17 und Muota_20 konnten zusätzlich Trüschen (*Lota lota*), Gründlinge (*Gobio gobio*) und ein juveniles Rotaug (*Rutilus rutilus*) festgestellt werden. Gemäss Schager & Peter (2004) zählen die Bachforelle und die Trüsche zu den Indikatorarten, der Gründling und das Rotaug zu den toleranten Arten. Die Indikatorarten Bachforelle und Trüsche dominierten alle Strecken mit einem Anteil von 50 - 100 % (Abb. 5.1 und Tab. 5.2). Bei allen Strecken, inklusive der Referenzstrecke Muota_16, sind Defizite in der Artenzusammensetzung auszumachen: Gemäss Fischaltas des Kantons Schwyz (AquaPlus 2002) müsste die Groppe (*Cottus gobio*) bis nach Hinterthal vorkommen. In den Strecken Muota_17 bis Muota_20 zwischen Kraftwerk Wernisberg und der Mündung in den Vierwaldstättersee dürfte aufgrund der Seeverbindung unter natürlichen Umständen eine viel grössere Artenvielfalt vorhanden sein als bei den Befischungen nachgewiesen werden konnten.

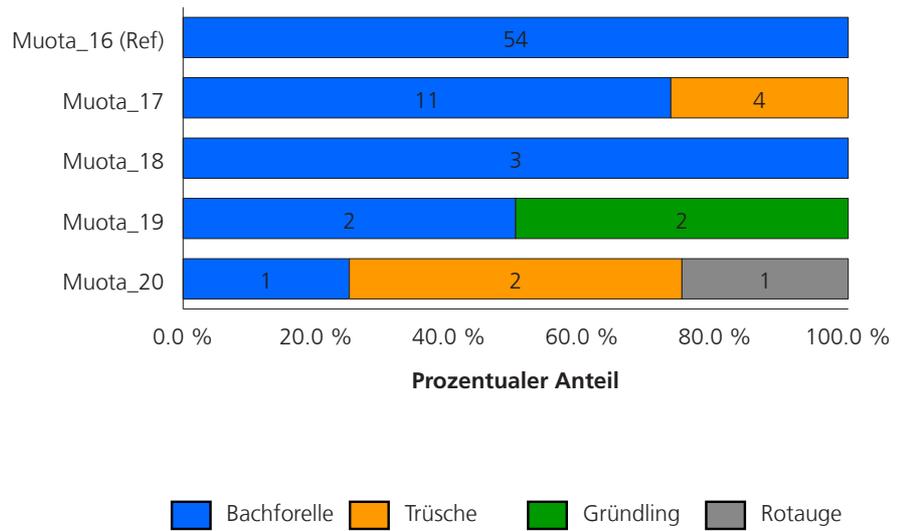
Der Altersaufbau der Bachforellen konnte in den Untersuchungsstrecken (Muota_17 bis Muota_20) aufgrund der geringen Individuenzahl nicht ermittelt werden, immerhin konnten in den Strecken Muota_18 und Muota_19 einzelne 0+-Fische nachgewiesen werden. Es ist aber anzunehmen, dass sich der Altersaufbau stark von einer naturnahen Populationsstruktur unterscheidet. Das mässige Verhältnis zwischen 0+-Fischen und älteren Tieren in der Strecke Muota_19 ist auf die sehr geringen Fischzahl und das Fehlen von grösseren Tieren zurückzuführen. Der Altersaufbau der Referenzstrecke Muota_16 weicht ebenfalls stark von einer naturnahen Populationsstruktur ab. Die Naturverlaichung der Bachforelle scheint fast überall zu funktionieren, wenn auch in sehr geringem Ausmass.

Tab. 5.1: Übersicht der Fischdaten in den Untersuchungsstrecken der Muota.

	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
mittlere Breite (m)	13.8	15.7	28.0	18.2	14.0
Streckenlänge (m)	301	177	183	180	150
Befischte Fläche (ha)	0.42	0.28	0.51	0.33	0.21
Ökoregion	Voralpen	Voralpen	Voralpen	Voralpen	Voralpen
Fischregion	Forellenregion	Forellenregion	Forellenregion	Äschenregion	Äschenregion
gefangene Fischarten	BF	BF, T	BF	BF, GL	BF, T, RA
# gefangene BF	55	11	3	2	4
# BF/ha	132	40	6	6	19
# gefangene 0 ⁺ - BF	6	0	1	2	0
# 0 ⁺ - BF/ha	14	0	2	6	0
0 ⁺ / ^{>} 0 ⁺ BF	0.12	0.00	0.50	–	0.00
# andere gefangene Indikatorarten	0	4 (T)	0	0	2 (T)
# andere Indikatorarten/ha	0	14 (T)	0	0	10 (T)
versch. Altersstadien von Indikatorarten	–	ja (T)	–	–	ja (T)
# Anomalien	1	0	0	0	0
Anomalien (%)	2	0	0	0	0

BF: Bachforelle; T: Trüsche; GL: Gründling; RA: Rotauge

Abb. 5.1: Dominanzverhältnisse der gefangenen Fische in den untersuchten Strecken der Muota.



In den Abbildungen 5.1 bis 5.10 sind die Längenhistogramme der gefangenen Fischarten in den einzelnen Strecken dargestellt. In allen Untersuchungsstrecken wurden kleine Bachforellenbestände festgestellt. Die hochgerechneten Dichten betragen nur zwischen 6 bis 40 Individuen pro Hektar in den Strecken Muota_17 bis Muota_20. In der Referenzstrecke Muota_16 wurde ein Bachforellenbestand von 132 Individuen pro Hektar festgestellt, was für ein Gewässer der Voralpenregion als sehr gering einzustufen ist.

Abb. 5.2: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_16 am 15.11.2012. (*0⁺-Fische in hellblau*)

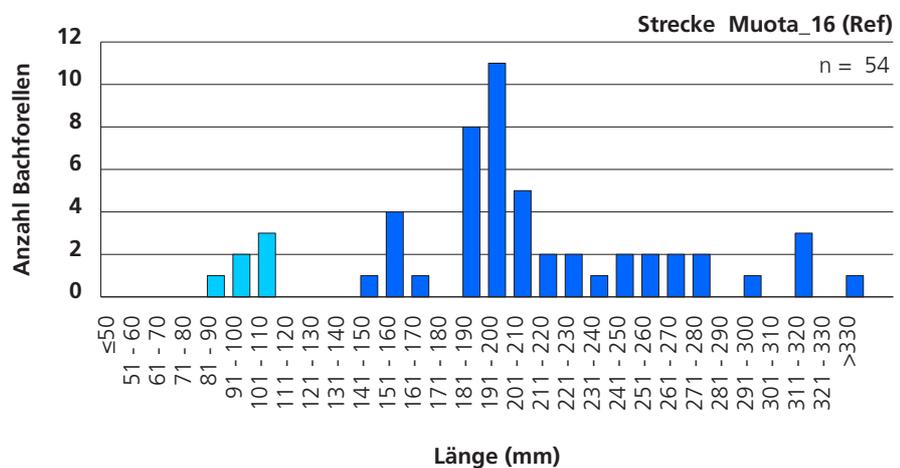


Abb. 5.3: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_17 am 15.11.2012.
(0⁺-Fische in hellblau)

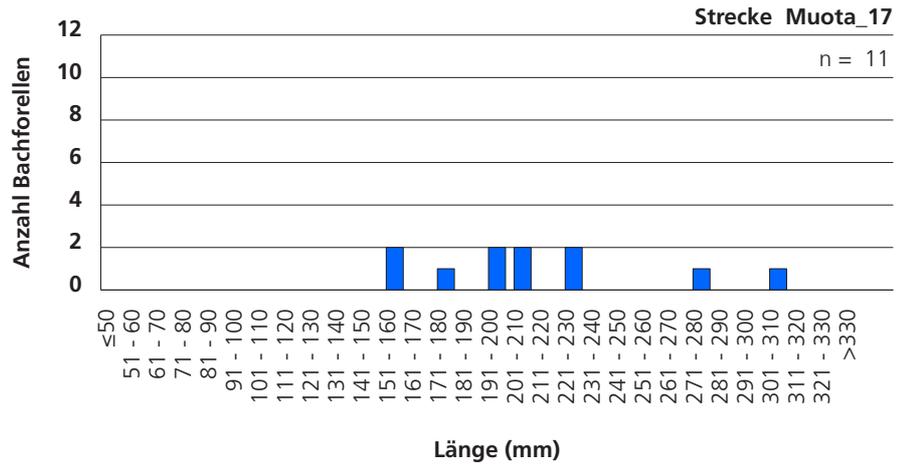


Abb. 5.4: Längenklassenverteilung Trütsche in der Strecke Muota_17 am 15.11.2012.

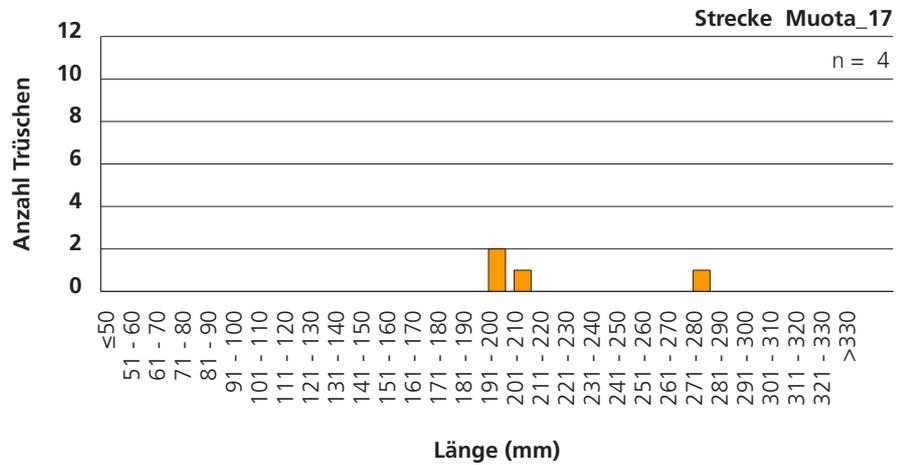


Abb. 5.5: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_18 am 15.11.2012.
(0⁺-Fische in hellblau)

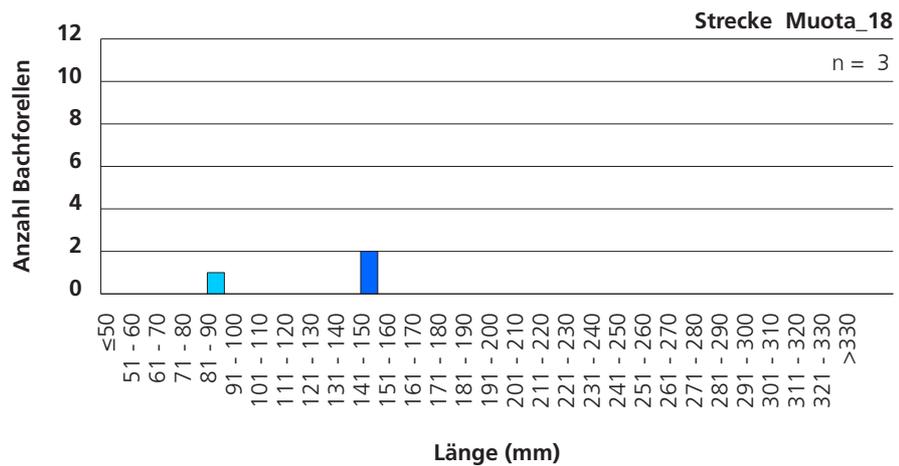


Abb. 5.6: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_19 am 15.11.2012.
(0⁺-Fische in hellblau)

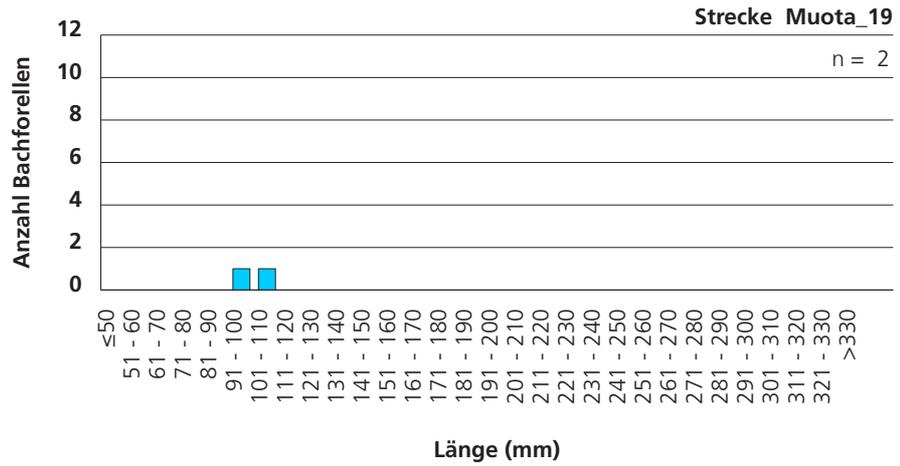


Abb. 5.7: Längenklassenverteilung Gründling in der Strecke Muota_19 am 15.11.2012.

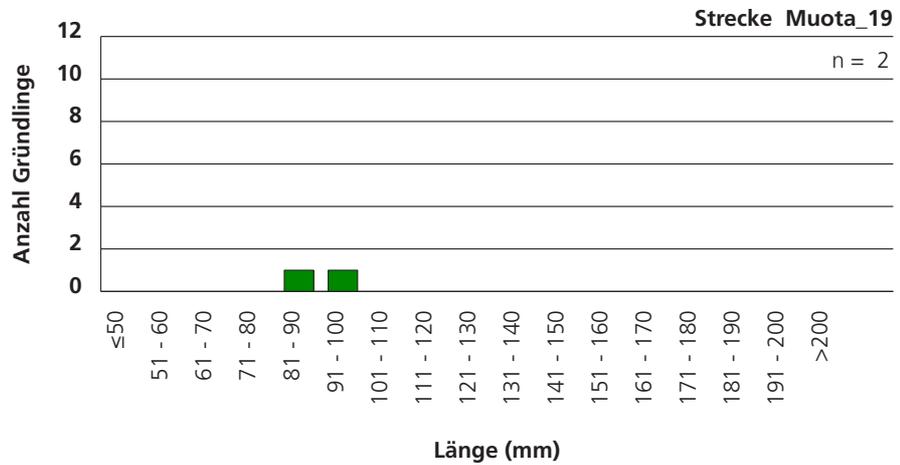


Abb. 5.8: Längenklassenverteilung Bachforelle in der Strecke Muota_20 am 9.11.2012.
(0⁺-Fische in hellblau)

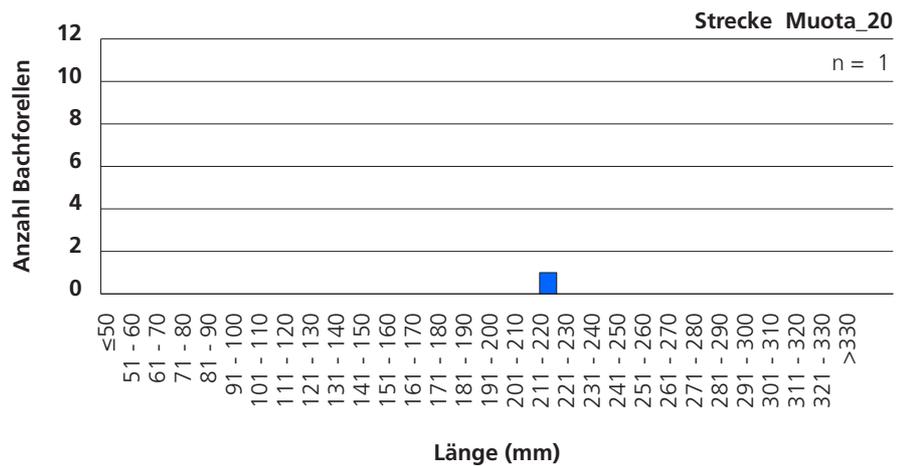


Abb. 5.9: Längenklassenverteilung Trütsche in der Strecke Muota_20 am 9.11.2012.

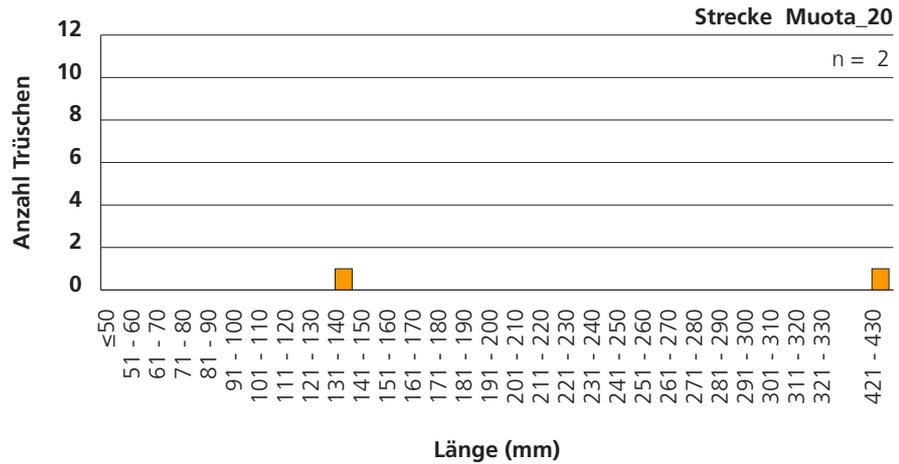
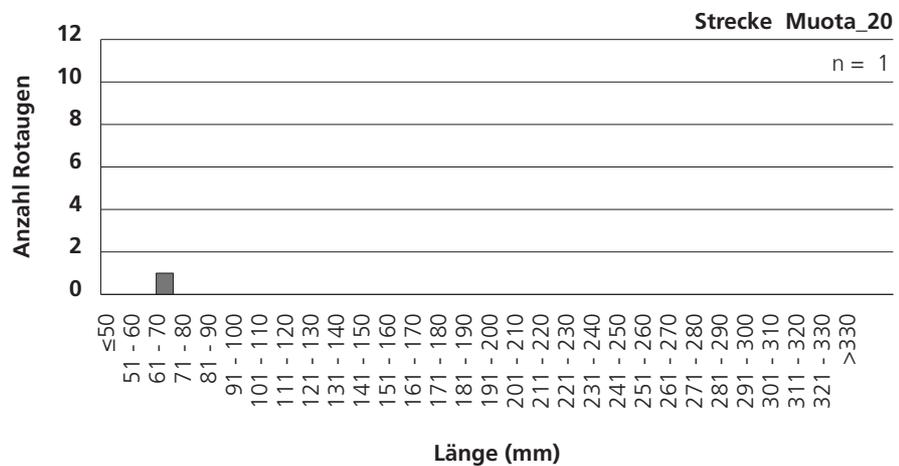


Abb. 5.10: Längenklassenverteilung Rotauge in der Strecke Muota_20 am 9.11.2012.



Anomalien und Deformationen waren selten und konnten nur bei einem Individuum in der Referenzstrecke Muota_16 (verkürzter Unterkiefer) festgestellt werden.

Die zusammenfassende Beurteilung nach Schager & Peter (2004) ist in der Tabelle 5.3 zu finden. Der fischökologische Zustand wird demnach als mässig bis unbefriedigend bewertet. **Aufgrund der für ein Gewässer von der Grösse der Muota sehr geringen Anzahl gefangener Fische (3 - 16 Ind./Strecke) wird aber den Untersuchungsstrecken (Muota_17 bis Muota_20) ein schlechter fischökologischer Zustand zugewiesen.** Dies, obwohl die angewandte Beurteilungsmethodik diesbezüglich keine Angaben macht.

Tab. 5.2: Beurteilung der Fischfauna nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F nach Schager & Peter (2004).

■	sehr gut
■	gut
■	mässig
■	unbefriedigend
■	schlecht

Indikator F1 Beurteilung der Fischfauna					
	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
Artenspektrum	1	2	2	2	2
Dominanzverhältnis	0	0	0	1	0
Populationsstruktur der Indikatorarten	4	2	4	4	2
Fischdichte der Indikatorarten	4	4	4	4	4
Anomalien und Deformationen	2	0	0	0	0
Bewertung¹	11	8	10	11	8
Bewertung²	–				

¹ Bewertung nach Schager & Peter (2004)

² Bewertung nach unserer Einschätzung aufgrund der sehr geringen Individuenzahlen

5.2 Reproduktion der Fische (F4)

Zur Erhebung der Dichte der Bachforellenbrütlinge (0⁺-Fische) wurden die Daten der Befischungen vom 9.8.2011 bzw. 15.11.2012 ausgewertet. Ein Besatz mit Sömmerlingen fand zu diesem Zeitpunkt noch nicht statt.

In den Untersuchungstrecken Muota_17 bis Muota_20 konnten Brütlingdichten von 0 bis 6 Individuen pro Hektar festgestellt werden, was einem schlechten Zustand entspricht. Die Referenzstrecke Muota_16 wies mit 14 Individuen pro Hektar eine vergleichbar geringe Brütlingdichte auf, was ebenfalls einem schlechten Zustand entspricht (Tab. 5.3).

Tab. 5.3: Beurteilung der Reproduktion der Fischfauna nach Modul-Stufen-Konzept, Modul Fische Stufe F nach Schager & Peter (2004).

■	sehr gut
■	gut
■	mässig
■	unbefriedigend
■	schlecht

Indikator F4 Reproduktion der Fischfauna					
	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
0⁺-Dichte (Ind./ha)	14	0	2	6	0
Bewertung¹					

¹ Bewertung nach Schager & Peter (2004)

5.3 Produktivität der Fische (F5)

Das theoretische jährliche Ertragsvermögen der Muota lag in den untersuchten Abschnitten Muota_17 bis Muota_20 zwischen 3.8 bis 14.1 kg/ha*Jahr, was einem ertragsarmen Fischgewässer entspricht (Tab. 5.4). Auch die Referenzstrecke Muota_16 konnte mit einem theoretischen jährlichen Ertragsvermögen von 11.3 kg/ha*Jahr nur als sehr ertragsarmes Fischgewässer eingestuft werden. Nach dem in Baumann et al. (2012) vorgeschlagenen Bewertungsschema (Kapitel Methodik) ist das Ertragsvermögen sowohl in den Untersuchungsstrecken Muota_17 bis Muota_20 wie auch in der Referenzstrecke Muota_16 als schlecht einzustufen.

Tab. 5.4: Ergebnisse der Bonitierung.

Als Grundlage für den Faktor B diente das für die untersuchten Abschnitte im Frühjahr erhobene Nassgewicht der Wasserwirbellosen (vgl. Indikator B1)

sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

Indikator F5 Produktivität der Fische					
	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
Bonitätsfaktor B¹	1.5	0.5	0.5	0.5	1.5
Temperaturkoeffizient k₁	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Lebensraumkoeffizient k₂	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Fischregion k₃	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25
K² [kg/ha*Jahr]	11.3	3.8	3.8	4.7	14.1
Biomasse³ [kg/ha]	14.0	5.0	0.1	0.1	3.0

¹ Nach Vuille (1997)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

³ Ergebnisse der Befischungen von 2012

5.4 Biomasse des MZB (B1)

Die meisten der im Frühjahr untersuchten Stellen an der Muota wiesen einen "schlechten" biologischen Zustand hinsichtlich der Biomasse auf (Tab. 5.5). Die Referenzstelle Muota_16 und die Untersuchungsstelle Muota_20 kurz vor dem Vierwaldstättersee wiesen zumindest einen mässigen Zustand auf.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Tab. 5.5: Biomasse der Wasserwirbellosen, Meereshöhe, Sollwert Biomasse sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

Indikator B1 Biomasse des Makrozoobenthos					
	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
	29.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012	10.4. 2013
Biomasse [g/m ²]	3.80	0.30	0.20	0.00	4.30
Meereshöhe [m.ü.M.]	474	460	452	440	439
Sollwert Biomasse ¹ [g/m ²]	8.1	8.3	8.4	8.7	8.7
Bewertung ²					

¹ Nach Jungwirth et al. (1980)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.5 MSK-Modul MZB (B2)

Der biologische Zustand auf Basis des IBCH war an den meisten Stellen "mässig" (Tab. 5.6); an den beiden Stellen Muota_18 und Muota_19 war er "unbefriedigend" resp. "schlecht".

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Tab. 5.6: Bewertung der Wirbellosenfauna anhand des «Index Biologique IBCH».

Indikator B2 IBCH					
	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
	29.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012	10.4. 2013
IBCH ¹	9	9	7	2	12
Bewertung ²					

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.6 EPT-Familien (B4)

Die Mehrzahl der Stellen war in einem "mässigen" biologischen Zustand hinsichtlich des Vorkommens von EPT-Familien (Tab. 5.7). Sehr geringe Anzahlen von EPT-Familien wurden an den Stellen Muota_18 und Muota_19 gefunden.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht

Tab. 5.7: EPT-Familien der Wasserwirbellosen sowie der sich daraus ergebende biologische Zustand.

Indikator B4 EPT-Familien Makrozoobenthos					
	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
	29.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012	10.4. 2013
EPT-Familien¹	6	5	4	3	6
Bewertung²					

¹ Nach Stucki (2010)

² Bewertung gemäss Wegleitung (Baumann et al. 2012)

5.7 Kolmation (H1)

Die Beprobung der Kolmation fand im Rahmen der Markozooobenthosprobenahmen statt. Die Ergebnisse zeigen in der Muota nach dem KW Wernisberg mit Ausnahme der Strecke Muota_20 keine Kolmation. Im Vergleich dazu war die Sohle in der Referenzstrecke (Muota_16) erheblich kolmatiert (Tab. 5.8).

	keine
	geringe
	erhebliche
	starke
	sehr starke

Tab. 5.8: Bewertung der Kolmation, unterteilt nach innerer und äusserer Kolmation im benetzten und trockenen Bereich.

Indikator H1, Kolmation					
	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
	29.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012	29.3. 2012	10.4. 2013
Bewertung der inneren Kolmation im benetzten Bereich^{1,2}					

¹ Aufgenommen nach Binderheim et al. (2007)

² Bewertung der inneren Kolmation im trockenen Bereich in Anlehnung an Baumann et al. (2012)

5.8 Mindestabfluss (A1)

Die Beurteilung des Mindestabflusses erfolgte nicht anhand von Schwallversuchen. Im Rahmen der laufenden Neukonzessionierung der Muotakraftwerke wurden 2D-Abflussmodellierungen zur Bestimmung des minimalen Sunkabflusses durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass ein minimaler Sunk von 2.8 m³/s zur Sicherstellung der freien Fischwanderung und insbesondere für die aus dem Vierwalstättersee aufsteigende Seeforelle ausreicht (der UVB liegt noch nicht vor). Aufgrund der Produktionsdaten des KW Wernisberg ist bekannt, dass regelmässig eine Abflussunterschreitung von 2.8 m³/s vorkommt und damit die Anforderungen an den Mindestabfluss nicht eingehalten sind.

Tab. 5.9: Mindestabfluss nach GSchG Art. 31 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. d.

 eingehalten
 nicht eingehalten

Indikator A1 Mindestabfluss	
	Muota
Sunk minimal [l/s]	<<2800
Q₃₄₇ [l/s]	2230
Q_{min} GSchG Art. 31 [l/s]	847
Bewertung	

6 Grundbewertung

6.1 Stranden der Fische (F2)

Die Beurteilung des Strandungsrisikos für Fische erfolgte nicht mittels Schwallversuche sondern indirekt über die 2D-Abflussmodellierungen. Im Rahmen der Modellierungen zeigte sich beim ausgeprägtesten Schwall-Sunk-Szenario (Sunk 2.8 m³/s, Schwall 14.0 m³/s) mit einer moderaten Sunkrate von 1 Stunde Dauer, dass die Pegelraten den Grenzwert von 0.5 cm/min auf rund 35 % der Fläche mit trocken fallendem potenziellen Jungfischhabitat überschreiten. Mit dem aktuellen Betriebsregime des KW Wernisberg kann ein deutlich grösserer Schwall (32 m³/s) erzeugt werden, die Turbinen werden viel schneller zurückgefahren und zusätzlich ist der Sunkabfluss im Extremfall deutlich unterhalb 2.8 m³/s. Die Geschwindigkeit des Schwallrückgangs muss demnach als mässig-schlecht eingestuft werden.

Ebenfalls indirekt wurde der Anteil der trocken fallenden Fläche durch einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der 2D-Abflussmodellierung und dem aktuellen Betriebszustand bewertet. Dabei lag der Anteil trocken fallender Fläche in Teilabschnitten beim oben beschriebenen Szenario über 45 %. Beim aktuellen Betriebsregime des KW Wernisberg ist die Wasserwechselzone zwischen Schwall und

Sunk massiv grösser. Der Anteil der trocken fallenden Fläche muss demnach als schlecht eingestuft werden.

Tab. 6.1: Stranden von Fischen.

	sehr gut
	gut
	mässig-schlecht

Indikator F2 Stranden von Fischen				
	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
Anteil trocken fallender Fläche [%]	>>20 %	>>20 %	>>20 %	>>20 %
Geschwindigkeit des Schwallrückgangs [cm/min]				
Anzahl gestrandete Fische [Ind./100 m]	<i>nicht bewertet</i>	<i>nicht bewertet</i>	<i>nicht bewertet</i>	<i>nicht bewertet</i>
Gesamtbewertung				

6.2 Laichareale der Fische (F3)

Dieser Indikator wurde nicht bewertet.

6.3 Längenzonation MZB (B3)

Dieser Indikator wurde nicht bewertet.

6.4 Wassertemperatur (Q1)

Dieser Indikator wurde aufgrund fehlender Temperaturdaten nicht bewertet.

7 Bestimmung wesentliche Beeinträchtigung

In der Muota ist in allen Untersuchungsstrecken von einer wesentlichen Beeinträchtigung auszugehen. Der schlechte Zustand ist allerdings nicht ausschliesslich auf die Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk zurückzuführen, da die Morphologie der Untersuchungsstrecken ebenfalls stark beeinträchtigt ist.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse verursacht das **KW Wernisberg** eine wesentliche Beeinträchtigung an Flora und Fauna sowie deren Lebensräumen in der Muota und ist deshalb **sanierungspflichtig**.

	sehr gut
	gut
	mässig
	unbefriedigend
	schlecht
	nicht beurteilt

Tab. 6.1: Überblick der geprüften Indikatoren und **Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung.**

	Muota_16 (Ref)	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20	Schwallstrecke gesamt
F1 MSK Modul Fische						
F4 Reproduktion Fische						
F5 Produktivität Fische						
B1 Biomasse MZB						
B2 MSK Modul MZB						
B4 EPT-Familien MZB						
H1 Kolmation						
A1 Mindestabfluss						
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

F2 Stranden Fische	-					
F3 Laichareale Fische	-	-	-	-	-	-
B3 Längenzonation MZB	-	-	-	-	-	-
Q1 Temperatur	-	-	-	-	-	-
Wesentliche Beeinträchtigung nach Baumann et al. 2012	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

7.1 Grad der Beeinträchtigung

Wie in Tab. 7.1 dargestellt, wurde lediglich der Indikator F2 (Stranden Fische) der Grundbewertung erhoben, der in allen Untersuchungsstrecken als schlecht eingestuft wurde. Daneben wurde der Indikator A1 (Mindestabfluss) ebenfalls als schlecht eingestuft. Da alle weiteren Indikatoren des Schnelltests meheitlich als schlecht eingestuft werden, muss deshalb insgesamt unserer Einschätzung nach für die vorliegenden Schwallstrecke von einer **sehr starken Beeinträchtigung** ausgegangen werden (Tab. 7.2).

Tab. 7.2: Grad der Beeinträchtigung der einzelnen Untersuchungsstrecken.

mässig
stark
sehr stark
-

	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20	Schwallstrecke gesamt
Grad der Beeinträchtigung	sehr stark				

8 Ökologisches Potential

Die Muota weist in der Schwall-Sunk Strecke des KW Wernisberg aufgrund der morphologischen und hydrologischen Defizite ein geringes Lebensraumangebot auf. Ihre ökologische Bedeutung als grosser Fluss, der mit dem Vierwaldstättersee vernetzt ist, ist als gross einzustufen.

Das ökologische Potenzial im heutigen Zustand aller vier Untersuchungsstrecken wird als mittel bis gross eingestuft (Tab. 8.1). Alle Abschnitte sind ökomorphologisch in einem stark beeinträchtigten Zustand und in keinem kantonalen oder nationalen Inventar aufgeführt. Allerdings liegen Nachweise von aus dem Vierwaldstättersee aufsteigenden Seeforellen vor (stark gefährdet). Zusätzlich sind weitere gefährdete oder potenziell gefährdete Fischarten wie Äsche, Bachforelle oder Barbe in System Vierwaldstättersee - Muota - Seeweren in geringen Dichte vorhanden.

Für den zukünftigen Zustand der Strecken Muota_17, Muota_19 und Muota_20 wird je ein grosses Potenzial prognostiziert (Tab. 8.1). Morphologische Aufwertungen sind aufgrund der Platzverhältnisse hier grundsätzlich möglich, weshalb im zukünftigen Zustand die heutigen ökomorphologischen Verhältnisse verbessert werden könnten.

Bei der Strecken Muota_18 fehlt der Raum für morphologische Verbesserungen. Deshalb wird für diese Strecken ein mittleres bis grosses ökologische Potenzial im zukünftigen Zustand prognostiziert (Tab. 8.1).

Aufgrund des mittleren bis grossen ökologischen Potenzials, der Bedeutung als grosser Fluss im Gewässernetz des Kantons Schwyz sowie das Vorkommen der Seeforelle ist der Muota unterhalb Wernisberg bei der Umsetzung der Schwall-Sunk-Sanierung eine **hohe Priorität** einzuräumen.

Tab. 8.1: Bewertungszustände und Bedeutung der Untersuchungsstrecken.

	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20	Schwallstrecke gesamt
ökologisches Potenzial im Ist-Zustand	mittel - gross				
ökologisches Potenzial im zukünftigen Zustand	gross	mittel - gross	gross	gross	gross

9 Massnahmen

Die möglichen Sanierungsmassnahmen wurden vom Amt für Wasserbau mit der Betreiberin diskutiert.

- Direktableitung in den Vierwaldstättersee
Bei der Muota nach der Rückgabe des KW Wernisberg ist als Massnahme zur Sanierung die Direktableitung des Schwalles in den Vierwaldstättersee zu prüfen. Die Luftlinie zum Vierwaldstättersee beträgt 3.1 km, die Ableitung müsste hierfür mittels eines Stollens realisiert werden. Dieser kreuzt aber den geplanten Ausbau des NEAT-Tunnels entlang der Axenstrasse.
- Neues Ausgleichsbecken:
Als Alternative ist der Bau eines Ausgleichsbeckens zu prüfen, was aber aufgrund der engen Platzverhältnisse zusätzlich erschwert wird.
- Bau einer Kaverne:
Als Alternative ist der Bau eines Ausgleichsbeckens zu prüfen, dazu fehlen aber noch geologische Grundlagen.
- Betriebliche Massnahmen:
Die Betreiberin zeigt sich nicht bereit, eine solche Massnahme zu beantragen.

Als **vor aussicht lich ste Massnahmen** kommen grundsätzlich zwei Varianten in Frage: **Direkt ableitung in den Vierwaldstättersee oder der Bau einer Kaverne.**

Die **Kosten** belaufen sich für beide Varianten auf schätzungsweise **25 – 50 Mio. CHF.** Bei beiden Varianten wäre mit einem **grossen** gewässerökologischen **Nutzen** zu rechnen. Durch die Variante Direkt ableitung werden jegliche Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk behoben, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass ein ausreichender Minimalabfluss in der Muota verbleibt. Die Muota würde dadurch zu einer Restwasserstrecke. Bei der Variante Kaverne werden Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk soweit gedämpft, dass sie als nicht mehr wesentlich betrachtet werden.

Die konkrete Wirksamkeit der Massnahme sollte anhand einer **Erfolgskontrolle** (Art. 41g Abs. 3 GSchV) überprüft werden.

Beide Varianten sind vermutlich als verhältnismässig anzusehen.

Nicht behandelte Kraftwerke - Notausgang

Register 8



		Seite
1	KW Feusisberg	1
2	KW Ruoss-Kistler	5
3	KW Camenzind	8

1 Kraftwerk Feusisberg

1.1 Betriebsaufbau

Das Kraftwerk Feusisberg befindet sich in Schindellegi an der Sihl und wurde Ende der 1980er Jahre in Betrieb genommen. Das Fassungsbauwerk liegt ca. 2.4 km oberhalb des Kraftwerkes und 200 m unterhalb des Zuflusses der Alp in die Sihl im Bereich Geissboden. Beim Fassungsbauwerk besteht eine dauerhafte Einstauung der Sihl. Die Höhendifferenz zwischen Fassung und Turbinierung beträgt 31.4 Meter. Auf der östlichen Seite des Fassungsbauwerkes besteht ein Umgehungsgerinne für die Fischwanderung. Durch dieses Gerinne wird die Restwasserstrecke mit den durch die Konzession auferlegten Wassermengen dotiert. Die Dotierwassermenge ist von April bis Oktober auf 400 l/s und von November bis März auf 300 l/s festgelegt. Bei normalen Abflussverhältnissen wird, ausser der jeweiligen Dotiermenge, alles zufließende Wasser gefasst und zur Produktion in Schindellegi genutzt und ca. 80 m unterhalb des Kraftwerkes entlang des rechten Sihlufers wieder zurückgegeben. 600 Meter unterhalb der Rückgabe steht die Staumauer des Kraftwerkes Sihl-Höfe. Die Stauwurzel beginnt je nach Wasserstand und Nutzung durch das KW-Sihl-Höfe rund 60 m unterhalb der Rückgabe des KW Feusisberg. Das Nutzungsrecht ist laut Konzession für maximal 3.5 m³/s erteilt.

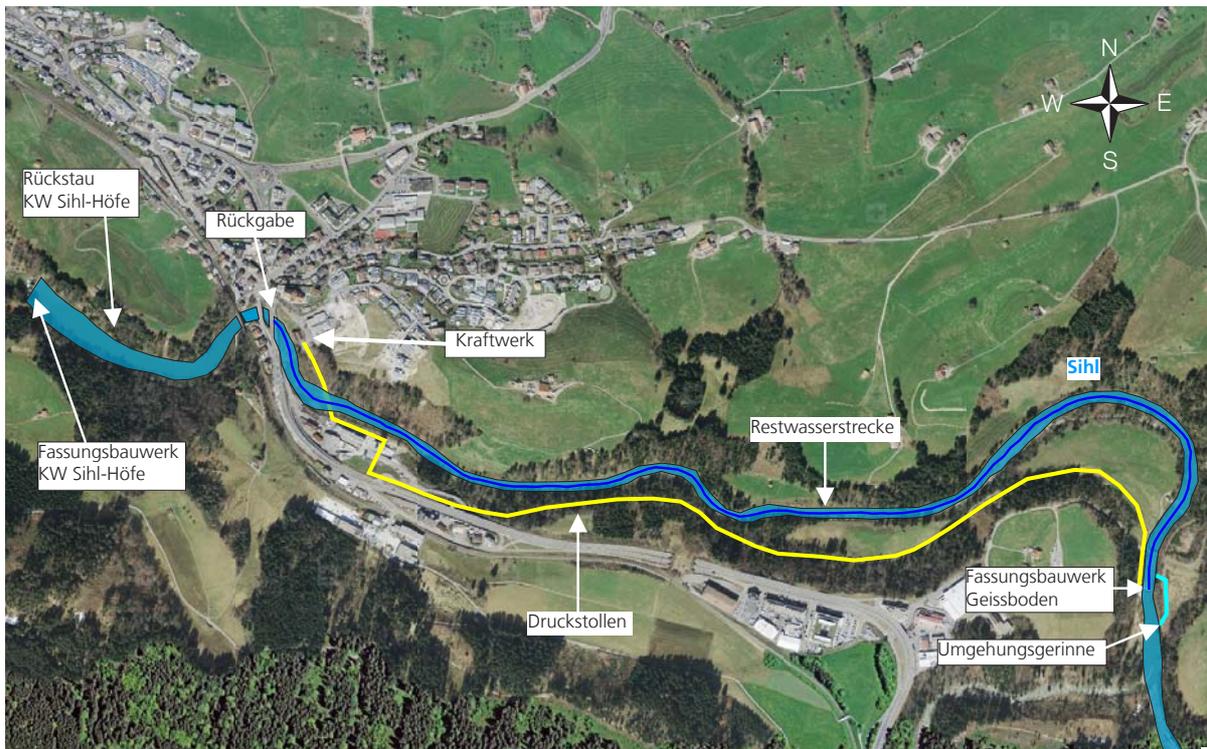


Abb. 1.1: Darstellung des Kraftwerksanlagen des KW Feusisberg. (Luftbild: www.swisstopo.ch).

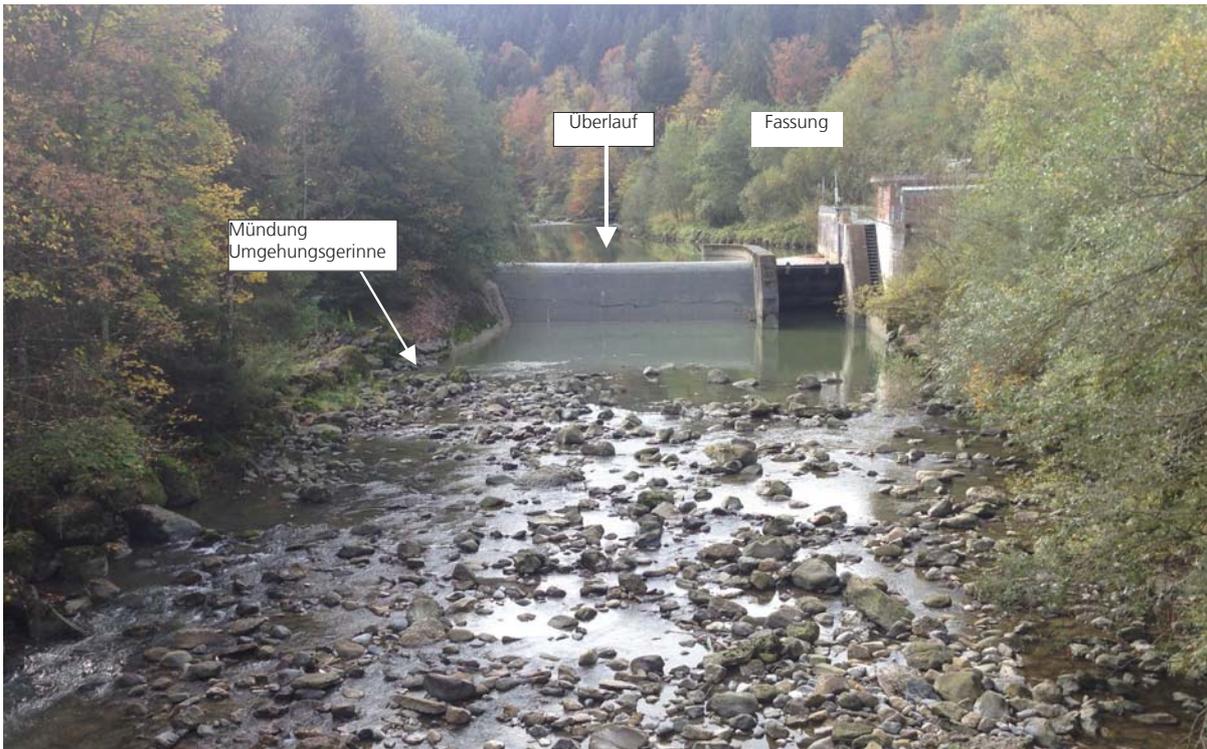


Abb. 1.2: Ansicht flussaufwärts an das Fassungsbauwerk am Standort Geissboden.



Abb. 1.2: Ansicht der Rückgabe unterhalb der Rückgabe.

Der beschriebene Betriebsablauf zeigt, dass in der Strecke unterhalb der Rückgabe durch den Kraftwerksbetrieb kein Schwall-Sunk produziert wird. Es handelt sich um ein Laufkraftwerk, welches nur die Wassermenge nutzt, die abflussbedingt zur Verfügung steht.

Am 8. Oktober wurde 2014 während rund sechs Stunden der Pegel in der Sihl unterhalb der Rückgabe und an der Stauwurzel des Staubeckens vom KW Sihl-Höfe dokumentiert. Die Abbildung 1.2 zeigt den Pegelverlauf. Der Pegel in der Sihl direkt unterhalb der Rückgabe veränderte sich im Maximum um 3 cm. Der Pegel in der Stauwurzel schwankte im gleichen Zeitraum maximal um 2.5 cm, was in der selben Grössenordnung liegt.

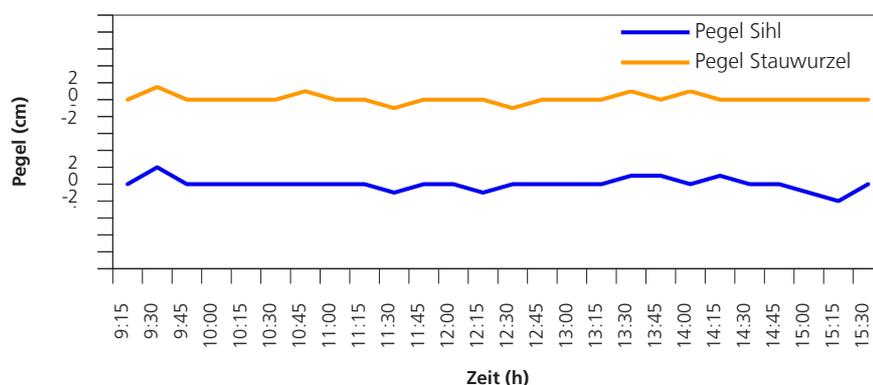


Abb. 1.2: Wasserstandsschwankungen unterhalb der Rückgabe und in der Stauwurzel des Einstaubereiches vom KW Sihl-Höfe.

1.2 Stellungnahme Kantonale Behörden

Die Anlage hat eine kleinere Ausbauwassermenge als das unmittelbar unterhalb liegende KW Sihl-Höfe. Der Kanton geht davon aus, dass es sich beim KW Feusisberg nicht um ein Schwall-Sunk erzeugendes Kraftwerk handelt. Er begründet dies wie folgt:

- Gemäss Konzession ist das Stauziel des untenliegenden Kraftwerks Sihl-Höfe auf Kote 751 m.ü.M. definiert. Der Kraftwerksbetreiber bezeichnet die Lage des Stauwurzelbeginns auf Höhe der Bahnbrücke. Dies stimmt mit der Angabe der Landestopografie überein. Weiter erfolgt die Wasserrückgabe zirka 80 m unterhalb der Kraftwerkszentrale. Es verbleibt somit eine möglicherweise schwallbeeinträchtigte Strecke von 60 m.
- Eine Aufgabe des Kraftwerk Sihl-Höfe ist, die Restwasserdotierung zum Kanton Zürich sicher zu stellen. Hierzu muss es den natürlich anfallenden Wasserüberschuss zurückhalten. Es kommt vor, dass deshalb die Rückgabestelle des KW Feusisberg leicht eingestaut wird, wodurch keine schwallbeeinträchtigte Strecke mehr übrig bleibt.

2 Kraftwerk Ruoss-Kistler

2.1 Betriebsaufbau

Das Kraftwerk Ruoss-Kistler nutzt das Wasser vom Spreitenbach. Die Wassereintnahmen befindet sich im Bereich Hinterberg. Das Bachwasser wird über eine Rinne, welche quer zur Strömung angelegt ist, in ein Speicherbecken geführt. Es handelt sich um ein Sedimentabsetzbecken. Der Wasserspiegel im Sedimentbecken wird konstant gehalten. Es kann nur mit der Wassermenge Strom produziert, welche der Bach zuführt. Grössere Wassermenge, wie sie bei erhöhtem Abfluss anfallen, mag die Konstruktion nicht zu fassen, da das Wasser die Fassungsrinne überspült. Laut telefonischer Auskunft des Betreibers beträgt die Speichermenge des Sedimentbeckens ca 2'700 m³. Die Rückgabe erfolgt unterhalb des Kraftwerkes in Steinegg. Die Produktion ist kontinuierlich. Es handelt sich um ein Laufkraftwerk.

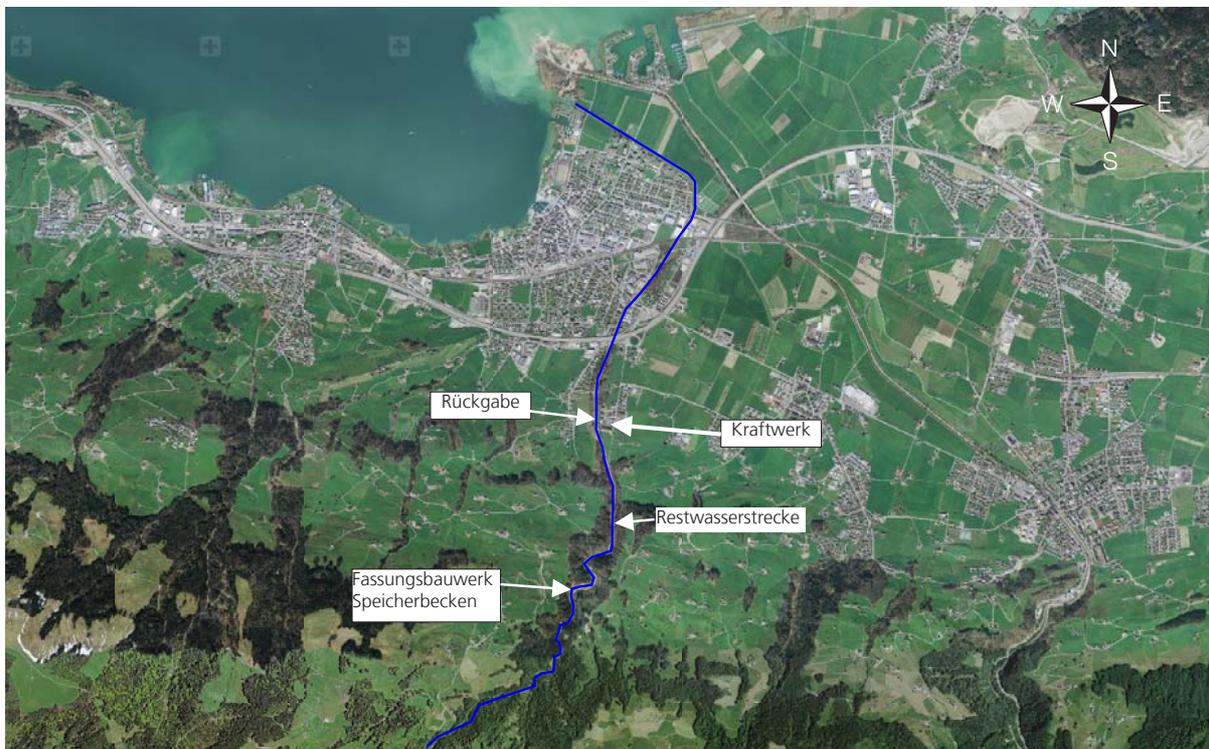


Abb. 2.1: Ansicht der Standorte der Kraftwerksanlagen des KW Ruoss-Kistler in Galgenen. (Luftbild: www.swisstopo.ch).



Abb. 2.2: Ansicht des Fassungsbauwerkes am Spreitenbach entgegen der Fließrichtung.



Abb. 2.2: Ansicht des Fassungsbauwerkes am Spreitenbach in Richtung Sedimentbecken. Das Wasser fließt über die Rinne in das Sedimentbecken.

2.2 Stellungnahme Kantonale Behörden

Der Kanton geht davon aus, dass es sich beim KW Ruoss-Kistler nicht um ein Schwall-Sunk erzeugendes Kraftwerk handelt. Er begründet dies wie folgt:

- Die kantonalen Behörden sehen das Kraftwerk in Bezug auf Schwall-Sunk als Laufkraftwerk. Sie vertreten die Meinung, dass durch den Betrieb der Anlage der Spreitenbach bezüglich Schwall-Sunk nicht wesentlich beeinträchtigt wird.
- Im unmittelbaren Bereich der betroffenen Strecke sind keine Revitalisierungen vorgesehen. Die gesamte Restwasserstrecke ist mit Sperrentreppen verbaut.

3 Kraftwerk Camenzind

3.1 Betriebsaufbau

Das Kraftwerk nutzt das Wasser des Teuffibaches. Das Wasser wird bei Brand auf rund 600 m.ü.M über ein Tirolerwehr gefasst. Die Rückgabe erfolgt unterhalb der Zentrale in den Inner Dorfbach. Dieser verläuft von der Rückgabe bis zur Mündung in den Vierwaldstättersee durch das Siedlungsgebiet von Gersau geradlinig in einer hart verbauten Natursteinschale. Das Kraftwerk verfügt über keinen Rückstaubereich und nutzt die Wassermenge, welche der Bach zuführt. Es handelt sich um ein Laufkraftwerk, welches keinen unnatürlichen Schwall verursacht.

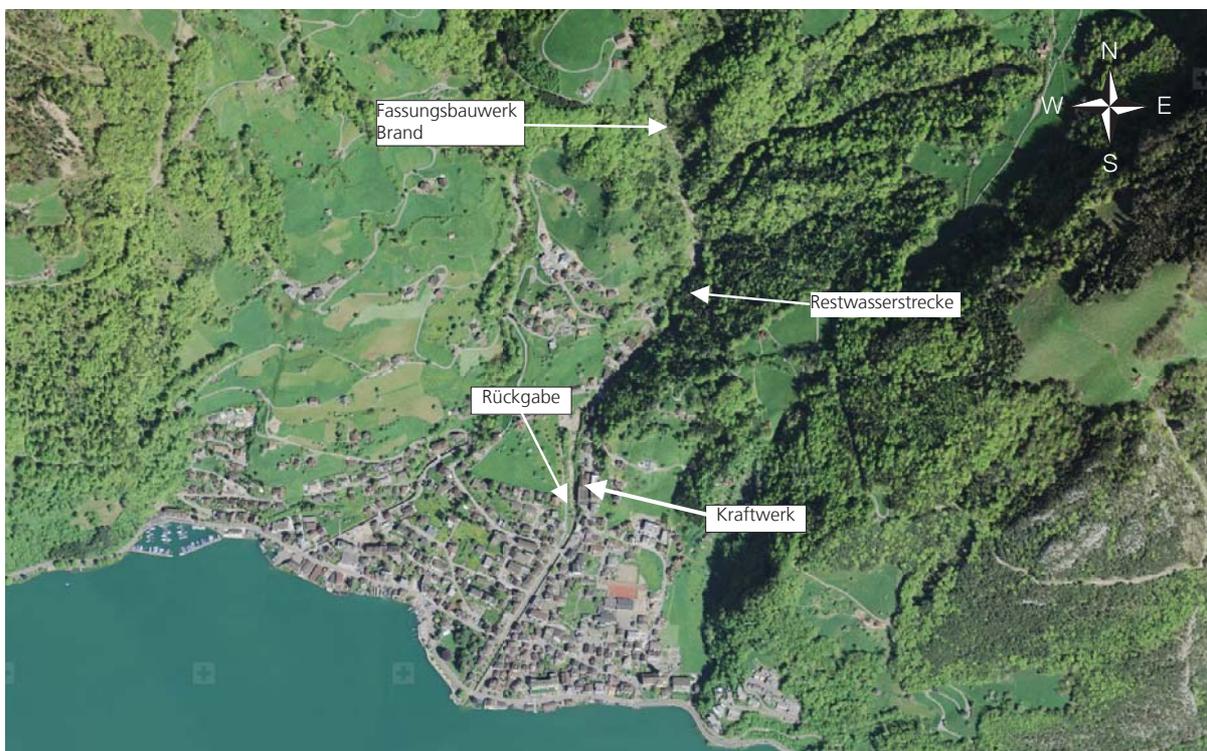


Abb. 3.1: Darstellung des Kraftwerksanlagen des KW Camenzind. (Luftbild: www.swisstopo.ch).

3.2 Stellungnahme Kantonale Behörden

Der Kanton geht davon aus, dass es sich beim KW Camenzind nicht um ein Schwall-Sunk erzeugendes Kraftwerk handelt. Er begründet dies wie folgt:

- Die kantonalen Behörden vertreten die Ansicht, dass durch den Betrieb der Anlage das Gewässer nicht wesentlich beeinträchtigt wird.
- Es ist keine Revitalisierung im unmittelbaren Bereich der Schwall-Sunk Strecke vorgesehen.
- Der betroffene Bachabschnitt ist relativ steil, hart verbaut und führt durch besiedeltes Gebiet (Dorf Gersau). Bauliche Massnahmen sind deshalb nicht verhältnismässig.

ANHANG A



Fotos Befischungen

EZG Zürichsee (SZ) - Krebsbach - KW Bäch - Strecken Krebs_Ref

Abb. A1: Befischungsstrecke Krebs_Ref am 11.6.2013

a) Unteres Streckenende (Stauwurzel)

Fließrichtung von rechts nach links

b) Oberes Streckenende (Kolk unterhalb Sperre)

Blick gegen die Fließrichtung

c) untere Streckenhälfte

Fließrichtung von rechts nach links

d) obere Streckenhälfte

Blick in Fließrichtung



Abb. A2: Gefangene Fische in der Strecke Krebs_Ref am 11.6.2013

a) Adulte Bachforelle

b) Bachforellen-Sömmerling



EZG Zürichsee (SZ) - Krebsbach - KW Bäch - Strecke Krebs_SS

Abb. A3: Befischungsstrecke Krebs_SS am 11.6.2013 bei Sunk.

a) Oberes Streckenende (Eindolung)

Blick gegen die Fliessrichtung

b) Unteres Streckenende (markanter Baum links)

Blick gegen die Fliessrichtung

c) obere Streckenhälfte

Blick gegen die Fliessrichtung

d) untere Streckenhälfte

Blick in Fliessrichtung



Abb. A4: Gefangene Fischarten in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013

a) Alet

b) Bachforelle

c) Trüsche

d) Barbe

e) Hasel

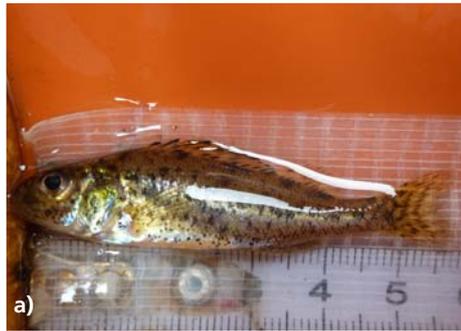
f) Egli



EZG Zürichsee (SZ) - Krebsbach - KW Bäch - Strecke Krebs_SS

Abb. A5: Gefangene Fischarten in der Strecke Krebs_SS am 11.6.2013

- a) Kaulbarsch
- b) Rotaugen
- c) Hecht
- d) Alet mit Laichausschlag



EZG Zürichsee (SZ) - Wägitaleraa - AG KW Wägital- Strecken Wägi_SS1 und Wägi_SS2

Abb. A1: Befischungsstrecke Wägi_SS1 am 11.6.2013 bei Sunk.

a) Oberes Streckenende (Wehrkolk)

Fließrichtung von rechts nach links

b) Unteres Streckenende (markanter Block rechts)

Fließrichtung von rechts nach links

c) obere Streckenhälfte

Blick in Fließrichtung

d) untere Streckenhälfte

Blick gegen die Fließrichtung



Abb. A2: Befischungsstrecke Wägi_SS2 am 11.6.2013 bei Sunk.

a) Oberes Streckenende (Oberes Ende Brücke)

Blick gegen die Fließrichtung

b) Unteres Streckenende (Gleite)

Blick in Fließrichtung

c) untere Streckenhälfte

Blick gegen die Fließrichtung

d) obere Streckenhälfte

Blick in Fließrichtung



EZG Lauerzersee - Schöbodenbach - KW Schuler - Strecke Schöf_SS

Abb. A1: Befischungsstrecke Schöf_SS am 11.6.2013

a) Oberes Streckenende (Absturz)

Blick gegen die Fließrichtung

b) Unteres Streckenende (Mündung in die Steireraa)

Blick gegen die Fließrichtung

c) obere Streckenhälfte
Blick gegen die Fließrichtung

d) untere Streckenhälfte
Blick in Fließrichtung



ANHANG B



Daten Makrozoobenthos

EZG Zürichsee (SZ) und Lauerzersee: Taxaliste Wasserwirbellose

Tab. Anhang: Taxa und Individuendichten (Ind/ 0.1 m²) der Wasserwirbellosen sowie berechnete Indices an den Untersuchungsstellen am Krebsbach, am Schöfbodenbach sowie der Wägitaleraa im April 2013.

Gewässer	Krebsbach		Schöfbodenbach		Wägitaleraa	
	Krebs_1 5.4.2013	Nr. 208 5.4.2013	Schoef_1 5.4.2013	Waegi_1 18.4.2013	Nr. 206 18.4.2013	
Stelle	Stadium					
Taxon	Grossgruppe					
Antocha sp.	Diptera	1.2	4.4			
Asellus aquaticus (LINNAEUS, 1758)	Isopoda	7.4				
Baetidae [Fam]	Ephemeroptera	2.5	14.8	1.9	0.4	
Baetis alpinus PICTET, 1843	Ephemeroptera			0.7	0.4	
Baetis rhodani PICTET, 1843	Ephemeroptera	5.8	4.8	5.9		
Brachyptera risi (MORTON, 1896)	Plecoptera			0	0	
Brachyptera sp.	Plecoptera			0.4		
Ceratopogoninae [UFam] Gen. sp.	Diptera			0.4		
Chironomidae [Fam]	Diptera	5.7	50.4	1.9	1.9	
Collembola [Ord]	Collembola	3.7				
Dicranota sp.	Diptera			1.9	0.4	
Dreissena polymorpha (PALLAS, 1771)	Bivalvia	0				
Eiseniella tetraedra (SAVIGNY, 1826)	Oligochaeta	0.4		1.1		
Electrogena ujhelyii (SOWA, 1981)	Ephemeroptera				0	
Elmis sp.	Coleoptera	0				
Eprobodellidae [Fam]	Hirudinea		0			
Esolus sp.	Coleoptera		3.7			
Esolus sp.	Coleoptera	0.4	7.4			
Gammarus fossarum KOCH, 1835	Amphipoda	3.1				
Gammarus sp.	Amphipoda	2.5	3.7	0	0.7	
Glossosomatidae [Fam] Gen. sp.	Trichoptera	0				
Gordius aquaticus (LINNAEUS)	Nematomorpha				0.4	
Habroplectoides confusa SARTORI & JACOB, 1986	Ephemeroptera	0		3.3		
Hemerodromiinae [UFam] Gen. sp.	Diptera		12.2	0.4		
Hydracarina [Fam]	Arachnida	0	3.7			
Hydropsyche instabilis (CURTIS, 1834)	Trichoptera			0		
Hydropsyche sitalai DÖHLER, 1963	Trichoptera	2.5	0.4			
Hydroptilidae [Fam]	Trichoptera		3.7			
Leuctra sp.	Plecoptera	1.2		18.9	4.1	1.5
Limnephilinae: Chaetopterygini + Stenophylacini	Trichoptera	1.2				
Micrasema setiferum (PICTET, 1834)	Trichoptera		0.4			
Naididae [Fam] Gen. sp.	Oligochaeta				1.5	
Nemoura sp.	Plecoptera			2.2		
Oligochaeta [Kl]	Oligochaeta	2.5	0.4	3.7		
Orthocladinae inkl. Diamesinae [UFam]	Diptera	134.9	216.7	28.1	21.9	1.1
Paraleptophlebia submarginata (STEPHENS, 1835)	Ephemeroptera	0				
Philopotamidae [Fam] Gen. sp.	Trichoptera			0		
Polycentropodidae [Fam]	Trichoptera			0.4		
Potamopygus antipodarum (GRAY, 1843)	Gastropoda		0			
Prodiamesinae [UFam] Gen. sp.	Diptera	0				

EZG Zürichsee (SZ) und Lauerzersee: Taxaliste Wasserwirbellose
(Fortsetzung)Tab. Anhang: Taxa und Individuendichten (Ind/ 0.1 m²) der Wasserwirbellosen sowie berechnete Indices an den Untersuchungsstellen am Krebsbach, am Schöfbodenbach sowie der Wägitaleraa im April 2013.

Gewässer	Krebsbach		Schöfbodenbach		Wägitaleraa	
	Krebs_1 5.4.2013	Nr. 208 5.4.2013	Schoef_1 5.4.2013	Waegi_1 18.4.2013	Nr. 206 18.4.2013	
Stelle						
Taxon	Grossgruppe	Stadium				
Prosimulium sp.	Diptera	Larve		0.4	1.1	
Protonemura sp.	Plecoptera	Larve		3.3	0.4	
Radix balthica (LINNAEUS, 1758)	Gastropoda		0.4			
Rhithrogena sp. Eaton, 1881	Ephemeroptera	Larve		0.4	0.4	
Rhyacophila s.str. sp.	Trichoptera	Larve		0.4		
Rhyacophila tristis PICTET, 1834	Trichoptera	Larve		0		
Simulium sp.	Diptera	Larve	1.2	0.4	2.6	
Staphylinidae [Fam] Gen. sp.	Coleoptera	Imago-Wasser		0.4		
Tanypodinae [UFam] Gen. sp.	Diptera	Larve		3.7	0.7	
Tanytarsini [Tribus] Gen. sp.	Diptera	Larve		11.1		
Tipula sp.	Diptera	Larve		0		

EZG Muota: Taxaliste Wasserwirbellose

Tab. Anhang: Taxa und Individuendichten (Ind/ 0.1 m²) der Wasserwirbellosen an den Untersuchungsstellen in der Muota im März/ April 2011/12/13.

Gewässer	Taxon	Grossgruppe	Stadium	Muota_5 27.4.2011	Muota_6 27.4.2011	Muota_7 27.4.2011	Muota_10 28.3.2012	Muota_11 28.3.2012	Muota_12 28.3.2012	Muota_13 29.3.2012	Muota_14 29.3.2012
	Atherix ibis (FABRICIUS, 1798)	Diptera	Larve	1.5	0.4			0.7			
	Baetidae [Fam]	Ephemeroptera	Larve	7.4		3.1				51.9	3.5
	Baetis alpinus PICTET, 1843	Ephemeroptera	Larve	7.0	1.1	1.1	1.5		13.9	246.7	30.3
	Baetis rhodani PICTET, 1843	Ephemeroptera	Larve	3.7				0			
	Chironomidae [Fam]	Diptera	Puppe				0.4			22.2	2.1
	Chloroperla sp.	Plecoptera	Larve				0.4				
	Chloroperlidae [Fam] Gen. sp.	Plecoptera	Larve	3.3	7.4					0.4	
	Coleoptera [Ord]	Coleoptera	Larve							0.4	
	Crunoecia irrorata (CURTIS, 1834)		Larve								
	Dicranota sp.	Diptera	Larve	3.3	8.1	2.6	0.4	0.7	0.4		8.5
	Diptera [Ord] Gen. sp.	Diptera	Larve								
	Drusinae [Ufam] Gen. sp.	Trichoptera	Larve	3.7							
	Drusus biguttatus (PICTET, 1834)	Trichoptera	Larve		12.6	10.1					
	Drusus biguttatus (PICTET, 1834)	Trichoptera	Puppe		0.7	0.4					
	Ecdyonurus helveticus-Gr.	Ephemeroptera	Larve				0			0.4	
	Ecdyonurus sp. Eaton, 1865	Ephemeroptera	Larve	5.6	0.7	2.7			1.9		
	Eiseniella tetraedra (SAVIGNY, 1826)	Oligochaeta	Larve		0.4				0		
	Gammarus pulex (LINNAEUS, 1758)	Amphipoda					0				
	Gammarus sp.	Amphipoda									
	Habropleptoides auberli (BIANCHERI, 1954)	Ephemeroptera	Larve	1.5							
	Habropleptoides sp. Schönemund, 1929	Ephemeroptera	Larve	0.4							
	Hemerodromiinae [UFam] Gen. sp.	Diptera	Larve								
	Heptageniidae [Fam]	Ephemeroptera	Larve	20.7	9.3	1.2					
	Heteroptera [UOrd] Gen. sp.	Heteroptera	Larve			0.6					
	Hydracarina [Fam]	Arachnida		1.5			0.7	0	0.5		0.7
	Isoperla grammatica (PODA, 1761)	Plecoptera	Larve							0.4	
	Isoperla rivulorum (PICTET, 1841)	Plecoptera	Larve	1.1	5.9	3.8		1.5	1.5	1.1	0
	Isoperla sp. (Banks, 1906)	Plecoptera	Larve					0.4			
	Leuctra sp.	Plecoptera	Larve	23.7	14.4	6.5	1.1	7.0	3.1	212.2	8.3
	Limnephiliinae: Chaetopterygini + Stenophylacini	Trichoptera	Larve	0.7			0.4	0.7	0.5		
	Limoniidae [Fam]	Diptera	Larve				0.4				
	Molophilus sp.	Diptera	Larve								
	Nemoura sp.	Plecoptera	Larve	4.4	16.7	4.3		0.4			0
	Oligochaeta [K]	Oligochaeta	Larve	30.4	54.1	8.0		0.7	0.5		
	Orthocladiinae inkl. Diamesinae [UFam]	Diptera	Larve	10.7	16.7	6.2	20.7	3.0	28.9	0.4	14.6
	Perla grandis / bipunctata	Plecoptera	Larve	0.4							
	Perlidae [Fam] Gen. sp.	Plecoptera	Larve		0.4						
	Perlodes intricatus (PICTET, 1841)	Plecoptera	Larve								
	Perlotidae [Fam]	Plecoptera	Larve			0.6					
	Plecoptera [Ord]	Plecoptera	Larve				4.1	4.1			2.8
	Prosimulium sp.	Diptera	Larve				0.4	1.5	0.5	22.2	0.3
	Protonemura sp.	Plecoptera	Larve	3.0	1.9	11.9			0		

EZG Muota: Taxaliste Wasserwirbellose (Fortsetzung)

Tab. Anhang: Taxa und Individuendichten (Ind/ 0.1 m²) der Wasserwirbellosen an den Untersuchungsstellen in der Muota im März/ April 2011/12/13.

Gewässer	Taxon	Grossgruppe	Stadium	Muota_5 27.4.2011	Muota_6 27.4.2011	Muota_7 27.4.2011	Muota_10 28.3.2012	Muota_11 28.3.2012	Muota_12 28.3.2012	Muota_13 29.3.2012	Muota_14 29.3.2012
	Rhabdiopteryx neglecta (ALBARDA, 1889)	Plecoptera	Larve							33.0	2.5
	Rhabdiopteryx sp.	Plecoptera	Larve								4.2
	Rhithrogena alpestris-Gr.	Ephemeroptera	Larve							1.1	
	Rhithrogena hybrida EATON, 1885	Ephemeroptera	Larve				3.0			7.4	2.6
	Rhithrogena hybrida-Gr.	Ephemeroptera	Larve				1.1	40.7	2.6	7.8	5.7
	Rhithrogena puthzi SOWA, 1984	Ephemeroptera	Larve				1.1			22.2	7.6
	Rhithrogena sp. Eaton, 1881	Ephemeroptera	Larve	18.5	0	1.1	1.5		0.7		
	Rhyacophila s.str. sp.	Trichoptera	Larve	1.9	0	0.0					
	Rhyacophila torrentium PICTET, 1834	Trichoptera	Larve			0.4					
	Rhyacophilidae [Fam]	Trichoptera	Larve	0.4			0.4				
	Simuliidae [Fam]	Diptera	Puppe								
	Simulium sp.	Diptera	Larve				0.4				1.4
	Tanypodinae [UFam] Gen. sp.	Diptera	Larve								
	Tanytarsini [Tribus] Gen. sp.	Diptera	Larve	22.2	14.8	1.2			1.9	7.4	4.9
	Turbellaria [Kl]	Turbellaria				0.6					

EZG Muota: Taxaliste Wasserwirbellose (Fortsetzung)

Tab. Anhang: Taxa und Individuendichten (Ind/ 0.1 m²) der Wasserwirbellosen an den Untersuchungsstellen in der Muota im März/ April 2011/12/13.

Gewässer	Muota_15	Muota_16	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
Taxon	29.3.2012	29.3.2012	29.3.2012	29.3.2012	29.3.2012	10.4.2013
	Grossgruppe	Stadium				
Atherix ibis (FABRICIUS, 1798)	Diptera	Larve				
Baetidae [Fam]	Ephemeroptera	Larve	7.4			
Baetis alpinus PICTET, 1843	Ephemeroptera	Larve	25.2	1.1	1.1	0.7
Baetis rhodani PICTET, 1843	Ephemeroptera	Larve	19.9	0	0	
Chironomidae [Fam]	Diptera	Puppe	5.9	7.4	1.5	8.1
Chloroperla sp.	Plecoptera	Larve				
Chloroperlidae [Fam] Gen. sp.	Plecoptera	Larve				
Coleoptera [Ord]	Coleoptera	Larve				
Crunocia irrorata (CURTIS, 1834)		Larve				
Dicranota sp.	Diptera	Larve	3.3	0.7		11.9
Diptera [Ord] Gen. sp.	Diptera	Larve	3.0			
Drusinae [Ufam] Gen. sp.	Trichoptera	Larve				
Drusus biguttatus (PICTET, 1834)	Trichoptera	Larve				
Drusus biguttatus (PICTET, 1834)	Trichoptera	Puppe				
Ecdyonurus helveticus-Gr.	Ephemeroptera	Larve				
Ecdyonurus sp. Eaton, 1865	Ephemeroptera	Larve				
Eiseniella tetraedra (SAVIGNY, 1826)	Oligochaeta		0			
Gammarus pulex (LINNAEUS, 1758)	Amphipoda					1.1
Gammarus sp.	Amphipoda					1.9
Habropleptoides auberli (BIANCHERI, 1954)	Ephemeroptera	Larve				
Habropletoides sp. Schönemund, 1929	Ephemeroptera	Larve				
Hemerodromiinae [UFam] Gen. sp.	Diptera	Larve				4.1
Heptageniidae [Fam]	Ephemeroptera	Larve				
Heteroptera [UOrd] Gen. sp.	Heteroptera	Larve				
Hydracarina [Fam]	Arachnida		1.5			
Isoperla grammatica (PODA, 1761)	Plecoptera	Larve				
Isoperla rivulorum (PICTET, 1841)	Plecoptera	Larve	0.4			
Isoperla sp. (Banks, 1906)	Plecoptera	Larve				
Leuctra sp.	Plecoptera	Larve	36.3	8.1	2.5	0.4
Limnephilinae: Chaetopterygini + Stenophylacini	Trichoptera	Larve				
Limoniidae [Fam]	Diptera	Larve				
Molophilus sp.	Diptera	Larve		1.2		0.4
Nemoura sp.	Plecoptera	Larve	4.8	1.2	0.7	
Oligochaeta [K]	Oligochaeta		1.5			35.9
Orthocladinae inkl. Diamesinae [UFam]	Diptera	Larve	38.5	72.2	4.4	11.9
Perla grandis / bipunctata	Plecoptera	Larve				10.4
Perlidae [Fam] Gen. sp.	Plecoptera	Larve				
Perloides intricatus (PICTET, 1841)	Plecoptera	Larve				0.4
Perloidiidae [Fam]	Plecoptera	Larve				
Plecoptera [Ord]	Plecoptera	Larve				
Prosimulium sp.	Diptera	Larve				2.2
Protonemura sp.	Plecoptera	Larve	3.3	2.5	0.7	0.0

EZG Muota: Taxaliste Wasserwirbellose (Fortsetzung)

Tab. Anhang: Taxa und Individuendichten (Ind/ 0.1 m²) der Wasserwirbellosen an den Untersuchungsstellen in der Muota im März/ April 2011/12/13.

Gewässer	Taxon	Grossgruppe	Stadium	Muota_15	Muota_16	Muota_17	Muota_18	Muota_19	Muota_20
				29.3.2012	29.3.2012	29.3.2012	29.3.2012	29.3.2012	10.4.2013
	Rhabdiopteryx neglecta (ALBARDA, 1889)	Plecoptera	Larve	1.5	0.7				
	Rhabdiopteryx sp.	Plecoptera	Larve			0		0	
	Rhithrogena alpestris-Gr.	Ephemeroptera	Larve						
	Rhithrogena hybrida EATON, 1885	Ephemeroptera	Larve		0.7	0.3	0.4		
	Rhithrogena hybrida-Gr.	Ephemeroptera	Larve						
	Rhithrogena puthzi SOWA, 1984	Ephemeroptera	Larve		2.2				
	Rhithrogena sp. Eaton, 1881	Ephemeroptera	Larve	5.9	1.2				0.7
	Rhyacophila s.str. sp.	Trichoptera	Larve	0.4	0.7	0			2.2
	Rhyacophila torrentium PICTET, 1834	Trichoptera	Larve	1.5					
	Rhyacophilidae [Fam]	Trichoptera	Larve						
	Simuliidae [Fam]	Diptera	Puppe						0.4
	Simulium sp.	Diptera	Larve	0		0			0.4
	Tanypodinae [UFam] Gen. sp.	Diptera	Larve				1.5		
	Tanytarsini [Tribus] Gen. sp.	Diptera	Larve	5.9			1.5	0.4	
	Turbellaria [Kl]	Turbellaria							

ANHANG C



Stellungnahme BAFU zum Zwischenbericht



CH-3003 Bern, BAFU, KM

Amt für Wasserbau
Bahnhofstrasse 9
Postfach 1214
6431 Schwyz

Umweltdepartement								
	AFU	ANJF	AWN	AWB	AVG		DS	DC
E								
Eingang 20. Juni 2014								
S								
I								

Referenz/Aktenzeichen: N243-1564

Ihr Zeichen:

Unser Zeichen: KM

Sachbearbeiter/in: KM

Bern, 18. Juni 2014

Strategische Planung "Sanierung Schwall/Sunk" nach Art. 83b GSchG Zwischenbericht des Kantons Schwyz

Am 27. Januar 2014 haben Sie uns den Zwischenbericht zur strategischen Planung der Sanierung von Schwall-Sunk im Kanton Schwyz eingereicht. Am 25. März 2014 konnten wir mit Ihren Fachpersonen Alois Rey, Felix Boller, Jan Landert und Philip Baruffa die bisherigen Arbeiten und das weitere Vorgehen besprechen sowie offene Fragen klären. Die wesentlichen Punkte dieser Besprechung wurden protokolliert. Wir sind der Ansicht, dass Ihre Planung im Hinblick auf den Schlussbericht auf sehr gutem Weg ist und nur einzelne Ergänzungen notwendig sind. Mit diesem Schreiben erhalten Sie nun unsere schriftliche Stellungnahme.

1 Rechtliche Grundlage

Gemäss Art. 39a Abs. 1 und Art. 83a des Bundesgesetzes vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (GSchG, SR 814.20) sind die Inhaber von bestehenden Wasserkraftwerken verpflichtet, wesentliche Beeinträchtigungen der einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume durch kurzfristige künstliche Änderungen des Wasserabflusses in einem Gewässer (Schwall-Sunk) bis zum 31. Dezember 2030 mit geeigneten Sanierungsmassnahmen zu beseitigen.

Die Kantone sind laut Art. 83b Abs. 1 GSchG verpflichtet, die notwendigen Sanierungsmassnahmen zur Beseitigung der Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk bei bestehenden Anlagen zu planen und die Fristen zu deren Umsetzung festzulegen. Diese strategische Planung ist gemäss Art. 83b Abs. 2 GSchG bis zum 31. Dezember 2014 dem Bund einzureichen. Art. 41f Abs. 1 und Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 1 der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) legen fest, dass die Planung einen Zwischenbericht beinhaltet, welcher bis zum 30. Juni 2013 dem Bundesamt für

Manfred Kummer
BAFU, Abteilung Wasser, 3003 Bern
Tel. +41 58 46 293 93, Fax +41 58 46 303 71
Manfred.Kummer@bafu.admin.ch
<http://www.bafu.admin.ch>

Umwelt (BAFU) einzureichen ist. Die inhaltlichen Anforderungen an Zwischen- und Schlussbericht bei der Sanierung von Schwall-Sunk sind in Anhang 4a Ziffer 2 GSchV geregelt.

Die Planung der Sanierung Schwall-Sunk nach Art. 83b GSchG ist Bestandteil des Geobasisdatensatzes „Planung und Berichterstattung der Sanierung Wasserkraft“, welcher im Katalog der Geobasisdaten des Bundesrechts (Anhang 1 der Verordnung über Geoinformation vom 21. Mai 2008, GeoIV, SR 510.620) mit dem Identifikator 192 aufgeführt ist. Gemäss Art. 9 GeoIV gibt das BAFU ein minimales Geodatenmodell (MGDM) vor. Dieses Modell wurde zusammen mit dem Hilfsmodell „Basisklassen für Oberflächengewässer für die Identifikatoren 140, 191, 192“ (WasserBase_V1), das insbesondere der räumlichen Beschreibung von Geoobjekten dient, nach Anhörung der Kantone finalisiert. Die Modelle wurden am 19. November 2013 durch die BAFU Direktion verabschiedet und stehen zum Download bereit unter <http://www.bafu.admin.ch/gis/11762/11767>.

2 Allgemeines

2.1 Fristeinhaltung

Den Zwischenbericht haben Sie uns mit Schreiben vom 27. Januar 2014 eingereicht und damit die Frist vom 30. Juni 2013 um knapp sieben Monate überschritten.

2.2 Eingereichte Unterlagen

Eingereicht wurden drei Berichtsexemplar in Papierform und eine digitale Version des Berichts. Nicht eingereicht wurden die Geodaten gemäss MGDM.

2.3 Vollständigkeit des Zwischenberichts und Vorgehensweise

Der Zwischenbericht enthält die notwendigen Angaben nach Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 1 GSchV weitgehend. Er wurde gemäss Vorgaben des Moduls „Sanierung Schwall/Sunk - Strategische Planung“ (BAFU 2012) der Vollzugshilfe „Renaturierung der Gewässer“ erstellt. Das beschriebene Vorgehen ist nachvollziehbar. Zusammen mit den an der bilateralen Besprechung vom 25. März 2014 erfolgten Ergänzungen liegen dem BAFU inzwischen alle Informationen vor, die zur Beurteilung des Zwischenberichtes notwendig sind.

Die betroffenen Kraftwerksinhabern (EBS, AKW, Sihl-Höfe, Ruoss-Kistler) wurden frühzeitig in die strategische Planung mit einbezogen (die Sitzungsprotokolle wurden dem Zwischenbericht beigelegt).

Die Koordination mit den anderen Aspekten der Sanierung Wasserkraft (Geschiebehaushalt, Fischgängigkeit) und der Revitalisierung findet statt.

Eine kantonsübergreifende Koordination ist nicht angezeigt.

2.4 Erfassung der schwallverursachenden Anlagen im Kanton

Der Zwischenbericht enthält pro Einzugsgebiet eine Liste der bestehenden Wasserkraftwerke die Abflussschwankungen im Sinne von Art. 39a Abs.1 GSchG verursachen können (gemäss Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 1 Bst. a GSchV). Die Liste ist vollständig aber nicht ganz nachvollziehbar. So stimmen verschiedene Bezeichnungen im Zwischenbericht, auf den Karten und in den Tabellen z.T. nicht überein. Im Schlussbericht wird die Beschreibung der Anlagen vereinheitlicht.

Folgende wichtige Angaben sind in der Liste oder im Bericht vorhanden: Kurzbezeichnung, Ort und Typ der Anlage sowie des Anlageteils der Schwall-Sunk verursacht; Name des Nutzungsberechtigter; Ausbauwassermenge, Einzugsgebiet. Zudem müssen die Koordinaten des Anlageteils der Schwall/Sunk verursacht (normalerweise die Rückgabestelle des turbinieren Wassers in das Gewässer) im Schlussbericht angegeben werden.

Von total 24 überprüften Anlagen wurden nach Besprechung mit dem Kanton 16 Anlagen definitiv als nicht sanierungspflichtig ausgeschieden (vgl. Kap. 3.2). Für 3 Anlagen konnte die wesentliche Beeinträchtigung noch nicht definitiv beurteilt werden (vgl. Kap. 3.1).

3 Beurteilung der einzelnen Anlagen

3.1 Vom Kanton als sanierungspflichtige Anlagen beurteilt

Die Beurteilung der wesentlichen Beeinträchtigung der einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume (Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 1 Bst. b GSchV) wurde für die Anlagen Bisisthal, Hinterthal, Wernisberg, Bäch, Siebnen, Ecce Homo nachvollziehbar und ausführlich dargelegt. Für die Anlage Bisisthal ist die Sanierungspflicht noch nicht definitiv beurteilt, da hierfür noch zusätzliche Untersuchungen notwendig sind. Für eine nachvollziehbare Beurteilung sollen für alle sechs Anlagen einige zusätzliche Erklärungen (Berechnung der Schwall-Sunk-Verhältnisse, Angaben zu den beeinträchtigten Gewässerabschnitten, Gesamtbeurteilung der Schwallstrecke) nachgeliefert bzw. ergänzt werden (vgl. Besprechungsprotokoll).

Der Zwischenbericht enthält eine Beurteilung des ökologischen Potenzials der wesentlich beeinträchtigten Gewässerabschnitte, eine Beurteilung des Grads der wesentlichen Beeinträchtigung liegt aber noch nicht vor (Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 1 Bst. c GSchV). Im Schlussbericht sollen für alle sanierungspflichtigen Anlagen die Grundlagen der Beurteilung des ökologischen Potenzials und des Grades der Beeinträchtigung nachvollziehbar erläutert werden und die Kriterien und deren Gewichtung für die Beurteilung sind klar zu beschreiben. Die Beurteilung des ökologischen Potenzials ist mit jenen der übrigen kantonalen Planungen abzugleichen.

Für jede Anlage sind nachvollziehbare Angaben zu möglichen Sanierungsmassnahmen, deren Beurteilung, Festlegung der voraussichtlich zu treffenden Massnahmen und Abstimmung dieser Massnahmen im Einzugsgebiet teilweise vorhanden (Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 1 Bst. d GSchV). Für den Schlussbericht sollen insbesondere der ökologische Nutzen, und eine Abschätzung der Machbarkeit noch nachvollziehbar dokumentiert werden. Angaben über die Verhältnismässigkeit der Sanierungsmassnahme, die Abstimmung der Massnahmen im Einzugsgebiet (bei verschiedenen Anlagen am gleichen Gewässer) sowie die Abstimmung mit anderen Sanierungsmassnahmen (v.a. Sanierung Geschiebehauhalt, Fischgängigkeit, Revitalisierung, Restwasser) sind im Schlussbericht besser zu erläutern. Wenn möglich sind die voraussichtlich zu treffenden Massnahmen festzulegen. Die Fristen, innert welcher diese Sanierungsmassnahmen geplant und umgesetzt werden sind im Schlussbericht anzugeben (Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 2 Bst. a GSchV).

3.2 Vom Kanton als nicht sanierungspflichtige Anlagen beurteilt

Das BAFU ist, nach der Besprechung mit dem Kanton, mit der Beurteilung für folgende 15 Anlagen einverstanden, wonach bei diesen Anlagen kein Schwall/Sunk im Sinne des GSchG vorhanden ist: Sahliboden, Spinnerei Ibach, Brunnen, Schöngarn, Grotzenmühle, Hesigen, Etzelwerk, Sihl-Höfe, Fürti, Mühlekanal (mit den 4 Anlagen: Nuolen, Wangen, Kopf, Fabrik), Rempen, Untermühle. Weiter sind wir mit der Anwendung des Notausgangs bei der Anlage Camenzind einverstanden. Zur Nachvollziehbarkeit sind für den Schlussbericht einige Ergänzungen zu dieser Anlage notwendig (vgl. Besprechungsprotokoll).

Bei zwei Anlagen (Ruoss-Kistler, Feusisberg) sind für die abschliessende Beurteilung im Schlussbericht noch Angaben bzw. Daten nötig (vgl. Besprechungsprotokoll), damit eine wesentliche Beeinträchtigung ausgeschlossen werden kann. Erst dann kann beurteilt werden, ob diese Anlagen sanierungspflichtig sind oder nicht.

4 Zusammenfassung

Wie bereits anlässlich der bilateralen Besprechung vom 25. März 2014 besprochen, sind wir der Ansicht, dass Ihre Planung, im Hinblick auf den Schlussbericht, auf gutem Weg ist und nur einzelne Ergänzungen notwendig sind.

Nachfolgende Übersicht fasst den derzeitigen Planungsstand im Kanton Schwyz gemäss Zwischenbericht und Besprechung vom 25. März 2014 zusammen. Die detaillierten Angaben zu den einzelnen Anlagen sowie die zusätzlich benötigten Angaben für den Schlussbericht sind im Besprechungsprotokoll aufgeführt.

Total vom Kanton geprüfte Kraftwerksanlagen	24
Sanierungspflichtige Kraftwerksanlagen¹	5
Aufgrund Abkürzung	0
Aufgrund abgeschlossenem Schnelltest	2
Aufgrund abgeschlossener Grundbewertung	3
Aufgrund abgeschlossenem Schnelltest / Grundbewertung mit ergänzenden oder teilweise anderen Indikatoren	0
Aufgrund abgeschlossener alternativer Vorgehensweise	0
Nicht sanierungspflichtige Kraftwerksanlagen¹	16
Kein Schwall-Sunk im Sinne des GSchG	15
Schwall/Sunk-Verhältnis kleiner als 1.5:1	0
Anwendung „Notausgang“ für offensichtlich vernachlässigbare Beeinträchtigung	1
Nach Grundbewertung oder anderer gründlicher und nachvollziehbarer Bewertung eindeutig keine wesentliche Beeinträchtigung	0
Sanierungspflicht noch nicht / nicht definitiv beurteilt	3

5 Anträge für den Schlussbericht

- 1) Für die Anlagen Ruoss-Kistler und Feusisberg müssen im Schlussbericht (beschlossene Planung nach Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 2 GSchV²) zusätzlich nachvollziehbare Erläuterungen nachgeliefert werden. Erst dann kann beurteilt werden, ob eine wesentliche Beeinträchtigung vorliegt und diese Anlagen sanierungspflichtig sind oder nicht.
- 2) Aus dem Schlussbericht (Ende 2014) muss für alle Anlagen klar und definitiv hervorgehen, welche Anlagen eine wesentliche Beeinträchtigung verursachen und welche nicht. Aufgrund von besonderen Verhältnissen kann nur der Entscheid über die zu treffende Sanierungsmassnahme, nicht jedoch über die Frage, ob eine wesentliche Beeinträchtigung vorliegt, aufgeschoben werden (Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 2 Bst. c GSchV).
- 3) Für alle sanierungspflichtigen Anlagen müssen nachvollziehbare Angaben zum ökologischen Potenzial der wesentlich beeinträchtigten Gewässerabschnitte und zum Grad der Beeinträchtigung (Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 1 Bst. c GSchV) sowie zu den möglichen Sanierungsmassnahmen und deren Beurteilung (Anh. 4a Ziff. 2 Abs. 1 Bst. d GSchV) und zu den zu treffenden Sanierungsmassnahmen inkl. Fristen (Anh. 4a Ziff. 2 Abs. 2 Bst. a GSchV) gemacht bzw. ergänzt werden.
- 4) Für die zu treffenden Sanierungsmassnahmen sind Angaben zur Abstimmung im Einzugsgebiet des beeinträchtigten Gewässers mit anderen Massnahmen zum Schutz der natürlichen Lebensräume und zum Schutz vor Hochwasser zu machen (Anh. 4a Ziff. 2 Abs. 2 Bst. b GSchV).

¹ Begriffe gemäss „Sanierung Schwall/Sunk - Strategische Planung; Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer“ (BAFU 2012).

² Gemäss Wortlaut und Sinn und Zweck der Bestimmung ist der Begriff „Beschlossen“ so zu verstehen, dass die Planung kantonsintern abgestimmt ist und durch kantonsinterne Meinungsunterschiede nach dem Einreichen nicht mehr geändert werden kann. Auf welcher Stufe der Beschluss auf kantonaler Ebene gefasst werden muss, richtet sich nach dem kantonalen Verfahrens- und Organisationsrecht.

6 Hinweise für den Schlussbericht

1. Nach Anhang 4a Ziff. 2 Abs. 2 Bst. a GSchV enthält die beschlossene Planung eine Liste der Wasserkraftwerke, deren Inhaber Sanierungsmassnahmen treffen müssen sowie Angaben über die zu treffenden Sanierungsmassnahmen und deren Fristen. Wir bitten Sie – möglichst unter Einbezug der betroffenen Kraftwerksinhaber – um eine Kostenabschätzung, um Angaben zur voraussichtlichen ökologischen Wirkung und um eine Einschätzung der Verhältnismässigkeit der vorgesehenen Sanierungsmassnahmen.
2. Wir empfehlen Ihnen, die Inhaber der Kraftwerke über den aktuellen Stand zu informieren und sie in die weiteren Planungsschritte einzubeziehen. Stellt der Kanton eine wesentliche Beeinträchtigung fest, so muss er dies auch den Inhabern der Wasserkraftwerke gegenüber vertreten (d.h. der Kanton muss einig mit dem Wasserkraftwerkinhaber sein, dass eine wesentliche Beeinträchtigung besteht). Bitte weisen Sie darauf hin, dass eine Anordnung nach Art. 39a GSchG die Grundlage für eine Entschädigung nach Art. 15a^{bis} des Energiegesetzes vom 26. Juni 1998 (EnG, SR 730.0) darstellt. Eine Sanierungsverfügung kann also durchaus im Interesse des Betreibers liegen. Die Massnahmen müssen bis 2030 umgesetzt werden. Nach dieser Frist müssen die Inhaber von Wasserkraftwerken die Kosten für die Gewährleistung des rechtskonformen Zustands selbst tragen.
3. Wir weisen darauf hin, dass die GeolV dem Kanton grundsätzlich eine Umsetzungsfrist von 5 Jahren ab Inkrafttreten des minimalen Geodatenmodells gewährt. Würde diese Frist ausgenutzt, wäre der Nutzen des Modells marginal, da die fachgesetzliche Frist zur strategischen Planung der Sanierung Schwall-Sunk bereits abgelaufen wäre. Wir empfehlen Ihnen daher, das Modell bereits beim Erarbeiten des Schlussberichts als Hilfsmittel, welches die Fachgesetzgebung und die Vollzugshilfe weiter konkretisiert, einzusetzen. Denn die im Modell abgebildeten Informationen erachten wir als Minimum, die strategischen Planungen auf ihre Gesetzeskonformität hin beurteilen zu können – unabhängig davon, in welcher Form sie letztlich eingereicht werden.
4. Wir bitten Sie, für den Schlussbericht dem BAFU die Version des digitalen Gewässernetzes mitzuliefern, auf welches sich die räumlichen Objekte (z.B. Schwall/Sunk-erzeugende Anlageteile, wesentlich beeinflusste Gewässerabschnitte, Massnahmen, etc.) beziehen. Nur damit werden wir in der Lage sein, Ihre Geodaten zu sichten und zu prüfen. Bitte berücksichtigen Sie diesbezüglich das Hilfsmodell „Basisklassen für Oberflächengewässer für die Identifikatoren 140, 191, 192“ (WasserBase_V1), das dem MGDM „Planung und Berichterstattung der Sanierung Wasserkraft“ (ID 192) insbesondere für die räumliche Beschreibung von Geobjekten zugrunde liegt. Nicht geliefert werden muss das Gewässernetz, sofern es sich um einen nicht veränderten Geodatensatz von Swisstopo handelt. In jedem Fall aber sind die Angaben zum verwendeten Fliessgewässernetz zu liefern (Produktebezeichnung und Version).
5. Wir weisen darauf hin, dass Abgeltungen für die kantonale Planung nach Art. 62c GSchG (35 % an die anrechenbaren Kosten) zwingend an die Einhaltung des Abgabetermins für den Schlussbericht (31.12.2014), an die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben, sowie eine sachgerechte Planung und wirtschaftliche Ausführung (Art. 63 GSchG) gebunden sind.

7 Hinweise aus energiepolitischer Sicht

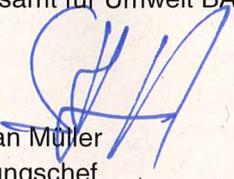
Bei der Planung der Massnahmen zur Sanierung von Schwall und Sunk ist darauf zu achten, negative Auswirkungen auf die Elektrizitätsproduktion möglichst gering zu halten. Deshalb sind baulichen Massnahmen wenn möglich und sinnvoll den Vorzug zu geben. Sollten im Schlussbericht der strategischen Planung auch betriebliche Massnahmen vorgeschlagen werden, so ist zu begründen, weshalb keine baulichen Massnahmen vorgeschlagen werden. Des Weiteren ist abzuschätzen, welchen Einfluss diese Massnahmen auf die Elektrizitätsproduktion (Jahresproduktion, Flexibilität) haben. Die Auswirkungen auf die flexible Stromproduktion sollten möglichst gering gehalten werden und die Massnahmen (betriebliche und bauliche) müssen in jedem Fall verhältnismässig sein.

8 Fragen

Für administrative, formelle und Inhaltliche Fragen wenden Sie sich bitte an den zuständigen Mitarbeiter der Abteilung Wasser, Sektion Sanierung Wasserkraft, Manfred Kummer (Telefon: 058 462 93 93, E-Mail: manfred.kummer@bafu.admin.ch).

Freundliche Grüsse

Bundesamt für Umwelt BAFU


Stephan Müller
Abteilungschef

Kopie an:

- Bundesamt für Energie (BFE), Sektion Wasserkraft, 3003 Bern
- Intern: TD, KM, KNA