



2019

Methode zur Bestimmung der Finanzierung von Ausleitkraftwerken als Schwall-Sunk Sa- nierungsmassnahme¹

¹ Gilt analog auch für den Bereich Sanierung Geschiebehaushalt

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt BAFU

Kontakt

Abteilung Wasser, wasser@bafu.admin.ch

© BAFU 2019

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	4
2 Notwendigkeit einer Methode.....	4
3 Finanzierungsmethode für Ausleitkraftwerke, wenn es keine verhältnismässige Sanierungsvariante gibt	5
4 Finanzierungsmethode für Ausleitkraftwerke, wenn eine verhältnismässige Sanierungsvariante gibt.....	7
Anhänge - Methoden zur Bestimmung der Nutzwertpunkte (NWP) für Art. 39a Abs. 2 Bst. a-e GSchG	
Vorbemerkungen	8
Anhang 1: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben a «Grad der Beeinträchtigung»	9
Anhang 2: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben b «Ökologisches Potenzial des Gewässers»	17
Anhang 3: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben c «Verhältnismässigkeit des Aufwands».....	22
Anhang 4: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben d «Interessen des Hochwasserschutzes»	60
Anhang 5: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben 3 «Förderung erneuerbarer Energien»	61

1 Einleitung

Wasserkraftanlagen, die eine wesentliche Beeinträchtigung durch künstliche Abflussschwankungen (Schwall-Sunk) verursachen, müssen gemäss Gewässerschutzgesetz (Art. 39a GSchG) saniert werden. Die Inhaber der Wasserkraftanlagen werden für die Umsetzung der notwendigen Massnahmen gestützt auf Art. 34 EnG entschädigt.

Gemäss Art. 41g GSchV muss zur Bestimmung der Sanierungsmassnahme ein Variantenstudium durchgeführt werden.

Gemäss Art. 39a Abs. 2 GSchG richtet sich die Massnahme nach

- a. dem Grad der Beeinträchtigung des Gewässers;
- b. dem ökologischen Potenzial des Gewässers;
- c. der Verhältnismässigkeit des Aufwands;
- d. den Interessen des Hochwasserschutzes;
- e. den energiepolitischen Zielen zur Förderung erneuerbarer Energien.

Ausleitkraftwerke sind eine mögliche Massnahme zur Sanierung einer Schwall-Sunk Beeinträchtigung. Sie dienen primär der Energieproduktion und verursachen mit der durch die Ausleitung neu geschaffenen Restwasserstrecke eine zusätzliche gewässerökologische Beeinträchtigung. Ausleitkraftwerke als Sanierungsmassnahme zur Beseitigung von Schwall-Sunk sind Spezialfälle. Es braucht eine gesonderte Regelung für die Bestimmung des Finanzierungsbeitrags an Ausleitkraftwerke.

Der Geltungsbereich beschränkt sich auf Fälle, bei denen Ausleitkraftwerke als Sanierungsmassnahme vorgeschlagen werden. Der daraus resultierende Finanzierungsbeitrag stellt die Entschädigung für Projektierung, Umsetzung und Wirkungskontrolle dar.

2 Notwendigkeit einer Methode

Die Höhe der Entschädigung für die Sanierung entspricht im Normalfall den Kosten der günstigsten verhältnismässigen Sanierungsmassnahme aus dem Variantenstudium.

Es gibt jedoch Fälle, bei denen aus dem Variantenstudium keine machbare verhältnismässige Massnahme resultiert, aber ein Ausleitkraftwerk realisiert werden soll, welches auch als Schwall-Sunk Sanierungsmassnahme dient. In diesen Fällen braucht es eine Methode zur Festlegung des Finanzierungsbeitrags. Je nach Fall gibt es daher zwei verschiedene Ansätze zur Festlegung der Finanzierungshöhe an ein Ausleitkraftwerk als Sanierungsmassnahme (vgl. Abb. 1).

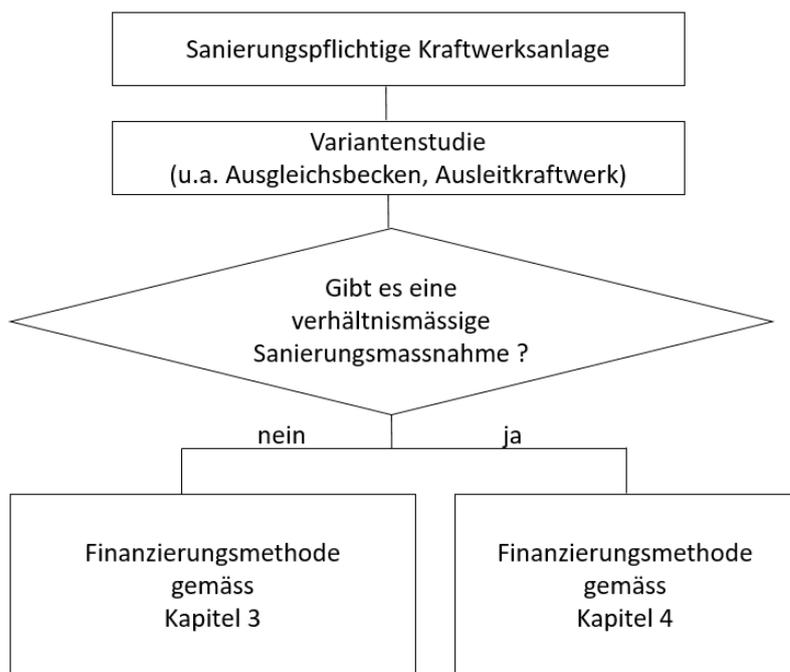


Abb.1 Schema zur Festlegung, wie der Finanzierungsbeitrag an ein Ausleitkraftwerk bestimmt wird

3 Finanzierungsmethode Ausleitkraftwerke, wenn es keine verhältnismässige Sanierungsvariante gibt

Die Höhe des Beitrags an ein Ausleitkraftwerk basiert auf seinem Nutzen im Sinne des Art. 39a GSchG. Die Eckpunkte des Ansatzes sind:

- Als Kriterien für die Beurteilung des Nutzens werden die Buchstaben a-e in Abs. 2 Art. 39a GSchG herangezogen, wobei Bst. a und b unabhängig von der gewählten Sanierungsmassnahme sind.
- Die Kriterien sind gleichwertig und werden gleichermassen gewichtet und berücksichtigt.
- Der Nutzen wird mithilfe von «Nutzwertpunkten» (NWP) abgebildet und wird von 0 NWP (kein Nutzen) bis max. 4 NWP (sehr grosser Nutzen) klassiert. Mit 5 Kriterien liegt der Höchstwert bei 20 NWP.
- Zur Bestimmung der NWP gibt es pro Kriterium, d.h. für jeden der Buchstaben a-e je eine separate Methode.
- Der Finanzierungsbeitrag pro NWP wird auf der Grundlage der Verhältnismässigkeitsgrenze von 6² Mio CHF/km festgelegt:

$$6 \text{ Mio CHF/km} : 20 \text{ NWP} = 0.3 \text{ Mio CHF} / (\text{NWP, km})^3$$

² Aus den gesetzlichen Grundlagen lässt sich keine scharfe Grenze für die Verhältnismässigkeit in Mio CHF/km ableiten. Gestützt auf bisher bekannte Sanierungsprojekte werfen spezifische Kosten grösser als 6 Mio CHF/km Fragen zur Verhältnismässigkeit auf. Sanierungsmassnahmen an kleinen Gewässern oder an Gewässern mit geringem ökologischen Potenzial können bereits bei Kosten kleiner als 6 Mio/km unverhältnismässig sein. Für Gewässerabschnitte mit übergeordneter ökologischer Bedeutung für das gesamte Einzugsgebiet können jedoch Kosten über 6 Mio CHF/km verhältnismässig sein.

³ Für den Buchstaben e ist der Nutzwert mit der Energieproduktion korreliert, d.h. $\text{NWP} = f(\text{GWh})$ und ist von der Gewässerslänge *unabhängig*: daher wird für den Buchstaben e ein spezifischer Finanzierungsbeitrag pro NWP definiert (siehe Anhang).

- Daraus folgend wird der Teilfinanzierungsbeitrag F_i pro Kriterium i wird folgendermassen berechnet:

$$F_i = 0.3 \text{ Mio CHF} / (NWP, km) \times NWP_i \times km_i^4$$

resp. für Bst. e:³ $F_e = 6.5 \text{ Mio CHF} / NWP \times NWP_e$

- Der Gesamtfinanzierungsbeitrag F_{GSchG} ist die Summe der fünf Teilfinanzierungsbeiträge.

Dieser Ansatz ist im Folgenden mit einem fiktiven Beispiel illustriert.

Fiktives Beispiel 1:

- Variantenstudium ergibt die zwei Varianten Ausgleichsbecken mit Kosten von 100 Mio CHF und Ausleitkraftwerk. Das Ausleitkraftwerk hat eine mittlere jährliche Energieproduktion von 200 GWh.
- Gewässerlänge 10 km.
- Die Ausgleichskaverne liegt mit 100 Mio CHF/10 km = 10 Mio CHF/km über der Grenze der Verhältnismässigkeit von 6 Mio CHF/km.

Das Ausleitkraftwerk weist bzgl. Bst a-e die in Tab. 1 angegebenen Nutzwertpunkte auf:

Tab.1 Bestimmung der Nutzwertpunkte

Art. 39a Abs.2 GSchG		Nutzwertpunkte NWP
Bst. a.	Grad der Beeinträchtigung des Gewässers	1
Bst. b.	Ökologisches Potenzial des Gewässers	2
Bst. c.	Verhältnismässigkeit des Aufwands	2
Bst. d.	Interessen des Hochwasserschutzes	0
Bst. e.	Förderung erneuerbarer Energien	4
Total Nutzwertpunkte		9

Daraus resultieren die in Tab. 2 angegebenen Finanzierungsbeiträge:

Tab. 2 Bestimmung des Finanzierungsbeitrags

Teilfinanzierungsbeiträge pro Buchstabe a-e (Art. 39a Abs.2 GSchG)		
F_a	$0.3 \text{ Mio CHF} / (NWP, km) \times 1 NWP \times 10 km$	3 Mio CHF
F_b	$0.3 \text{ Mio CHF} / (NWP, km) \times 2 NWP \times 10 km$	6 Mio CHF
F_c	$0.3 \text{ Mio CHF} / (NWP, km) \times 2 NWP \times 10 km$	6 Mio CHF
F_d	$0.3 \text{ Mio CHF} / (NWP, km) \times 0 NWP \times x km$	0 Mio CHF
F_e	$6.5 \text{ Mio CHF} / NWP \times 4 NWP$	26 Mio CHF
Total Finanzierungsbeitrag GSchG		41 Mio CHF⁵

Die Methoden zur Bestimmung der NWP für die Buchstaben a-e sind im Anhang erläutert.

⁴ Für Buchstaben a-c: km = gewässerökologisch relevante Gewässerlänge; für Buchstaben d: km = die für den Hochwasserschutz relevante Gewässerlänge (jene Abschnitte, welche ein Hochwasserdefizit aufweisen).

⁵ Der Finanzierungsbeitrag darf nicht zu einer übermässigen Rentabilität führen. Gegebenenfalls ist der Beitrag ansonsten zu limitieren. Unter aktuellen Strommarktbedingungen spielt dieses Kriterium wahrscheinlich keine Rolle, ausser für Anlagen, die KEV oder sonstige Förderung erhalten.

4 Finanzierungsmethode Ausleitkraftwerke, wenn es eine verhältnismässige Sanierungsvariante gibt

Wenn im Variantenstudium eine Sanierungsvariante (z.B. Ausgleichsbecken etc.) als verhältnismässig beurteilt wird, ist für die Bestimmung des Finanzierungsbeitrags für Ausleitkraftwerke wie folgt vorzugehen:

- Die Kosten der verhältnismässigen Sanierungsvariante werden herangezogen.
- Sowohl für die verhältnismässige Sanierungsvariante als auch für das Ausleitkraftwerk werden die Nutzwertpunkte bestimmt (gleiche Methode wie in Kap. 3).
- Der Finanzierungsbeitrag entspricht den Kosten der verhältnismässigen Sanierungsvariante, multipliziert mit dem Verhältnis der Nutzwertpunkte von Ausleitkraftwerk und verhältnismässiger Sanierungsvariante.

Fiktives Beispiel 2:

- Aus dem Variantenstudium resultiert ein Ausgleichsbecken mit Kosten von 15 Mio CHF.
- Die betroffene Gewässerstrecke ist 10 km lang.
- Die Kosten des Ausgleichsbeckens von 15 Mio CHF / 10 km = 1.5 Mio / km werden als verhältnismässig beurteilt.
- Anstelle des verhältnismässigen Ausgleichsbeckens soll ein Ausleitkraftwerk mit mittlerer jährlicher Energieproduktion von 25 GWh gebaut werden, welches die wesentliche Beeinträchtigung ebenfalls beseitigt.

Die beiden Varianten (Ausgleichsbeckens und Ausleitkraftwerk) weisen bzgl. Bst a-e die in Tab. 3 angegebenen Nutzwertpunkte auf:

Tab. 3 Bestimmung der Nutzwertpunkte

Sanierungsmassnahme		Ausgleichsbe-	Ausleitkraftwerk
Art. 39a Abs.2 GSchG		Nutzwertpunkte	Nutzwertpunkte
Bst. a.	Grad der Beeinträchtigung des Gewässers	2	2
Bst. b.	Ökologisches Potenzial des Gewässers	3	3
Bst. c.	Verhältnismässigkeit des Aufwands	3	1
Bst. d.	Interessen des Hochwasserschutzes	0	0
Bst. e.	Förderung erneuerbarer Energien	0	0.67
Total Nutzwertpunkte		8	6.67

Total Finanzierungsbeitrag GSchG 15 Mio CHF x 6.67 NWP / 8 NWP = 12.5 Mio CHF

Anhang - Methoden zur Bestimmung der Nutzwertpunkte (NWP) für Art. 39a Abs. 2 Bst. a-e GSchG

Vorbemerkung zu den Methoden zur Bestimmung der NWP für die Buchstaben a-c (Gewässerökologie):

- Aus der Anforderung an eine pragmatische und schweizweite Anwendung sind die Methoden ein Kompromiss zwischen einfachen Kriterien (hydrologische Kriterien, die einfach und mit geringem Aufwand zu bestimmen sind, aber die verschiedenen möglichen Gewässertypen nur eingeschränkt berücksichtigen) und spezifischen Kriterien (welche die unterschiedlichen Gewässertypen besser abbilden, aber gutachterliche Beurteilung durch Experten und mehr Aufwand bedingen).
- Die Aktualisierung der vorliegenden Methodik ist entsprechend dem Stand des Wissens und den Erkenntnissen der Praxis in regelmässigen Abständen notwendig.
- Es muss definiert werden, welcher Zustand des Gewässers für die Beurteilung herangezogen wird. Dafür wird einerseits der «gesetzeskonforme IST-Zustand» mit dem aktuellen Betriebsregime des Schwall/Sunk verursachenden Kraftwerks betrachtet sowie mit der Annahme umgesetzter Sanierungen Restwasser (Frist 2012 abgelaufen) und ggf. Berücksichtigung übriger Sanierungen (Fischgängigkeit, Geschiebe, Revitalisierung). Zudem ist ein hypothetischer aber realistischer Zustand zu berücksichtigen, der im Rahmen der geltenden Konzession mit den bestehenden Bauten möglich wäre, sowie die gesetzlich nötigen Sanierungen (Restwasser etc.) abbildet, der sogenannte «gesetzeskonforme Zustand mit angepasster Betriebsweise». Aus pragmatischen Gründen wird vorgeschlagen, dass der Mittelwert aus der Beurteilung beider Zustände für die Festlegung der NWP verwendet wird (vgl. Anhang 3).
- Zu Beginn ist jeweils der Betrachtungsperimeter zu definieren, d.h. die betroffenen Gewässer, die der Beurteilung zu Grunde gelegt werden. Zudem kann es erforderlich sein, diese Gewässer in Abschnitte zu unterteilen, falls die Beurteilung entlang des Gewässers ändert. Die abschnittweise Beurteilung ist dann wiederum zu aggregieren, um zum Total NWP pro Buchstaben zu kommen (vgl. Anhang 3).

Anhang 1: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben a «Grad der Beeinträchtigung»

$$F_a = 0.3 \text{ Mio CHF} / (NWP, km) \times NWP_a \times km_a$$

Unter Grad der Beeinträchtigung wird das Ausmass der bestehenden Schwall/Sunk Beeinträchtigung durch die verursachende, sanierungspflichtige Wasserkraftanlage verstanden.

Die Methode, wie der Grad der Beeinträchtigung in NWP klassiert wird, stützt sich primär auf das Schwall-Sunk Verhältnis und den Indikator «Stranden von Fischen» ab.

km_a ist die Länge der Gewässerstrecke, die durch die sanierungspflichtige Anlage eine wesentliche Schwall/Sunk Beeinträchtigung aufweist. Bei langen betroffenen Gewässerstrecken kann sich der Grad der Beeinträchtigung flussabwärts verringern. Es ist daher eine sinnvolle Abschnittsbildung vorzunehmen und ein längengewichtetes Mittel zu bestimmen.

Grad der Beeinträchtigung: Grundsätze

Grundidee: Je höher das Ausmass der bestehenden Schwall/Sunk-Beeinträchtigung durch die verursachende, sanierungspflichtige Wasserkraftanlage ist, desto wichtiger ist dessen Sanierung, und desto mehr Nutzwertpunkte werden vergeben.

Der Grad der Beeinträchtigung durch Schwall/Sunk wird durch folgende Kriterien beurteilt:

- Schwall-Sunk-Verhältnis
- Stranden von Fischen, beurteilt für das larvale Entwicklungsstadium

Der Grad der Beeinträchtigung hängt von der aktuellen Situation ab (bzw. Beurteilungszustand, siehe Anhang 3). Er ist unabhängig von der gewählten Sanierungsmassnahme.

Es wird eine Beurteilung pro Gewässerabschnitt vorgenommen, dann ein längengewichtetes Mittel verwendet (für die Unterteilung der Gewässerabschnitte siehe Anhang 3, Bearbeitungsschritt 3.2).

Schwall-Sunk-Verhältnis: Definition

- repräsentatives Verhältnis der Abflüsse während der Schwall- resp. der Sunkphasen.
- 80 % - Quantil der Verhältnisse von Abfluss-Tagesmaximum (Q_{\max}) zu Abfluss-Tagesminimum (Q_{\min}) einer repräsentativen Stichprobe.
- Berücksichtigung Messdaten aus mind. 2 Monaten in der Saison mit den stärksten Schwall-Sunk – Verhältnissen.

Stranden von Fischen (larval): Definition

- Berücksichtigung immer für Gewässerabschnitte wo Fisch-Larven potentiell vorkommen können und wo eine Strandung überhaupt anzunehmen ist (vgl. Kriterium empfindlichste Morphologie gem. Baumann et al. 2012).
Der Indikator wird z.B. für einen vollständig kanalisierten Gewässerabschnitt mit unveränderter benetzter Gewässersohle bei Schwall und Sunk nicht angewendet.
- Es werden die Klassengrenzen gemäss gemäss VZH «Schwall-Sunk Massnahmen» (Anhang C, Indikator F2) für Tageslicht verwendet.
- Es wird nur die Periode des Entwicklungsstadium "Larval" betrachtet, da das Strandrungsrisiko deutlich erhöht ist. Für Bachforellen und Äschen gelten die gleichen Klassengrenzen der Pegelrückgangsrates "Larval".
- Die zu berücksichtigenden Monate sind in Abhängigkeit der vorkommenden Leitfischarten (Äsche / Bachforelle) und des Gewässers zu bestimmen.

Stranden von Fischen (larval): Bestimmung

- Es sind Messdaten oder eine konstruierte Abflussganglinie für eine repräsentative Abflussperiode mit Larval-Stadien und hohen Schwall-Sunk – Amplituden zu berücksichtigen (worst-case-Betrachtung).
- Die trockenfallende Fläche kann je nach Gewässer und Anforderungen detailliert anhand 2D-Modellierungen oder grob anhand Querprofilen und 1D-Modellen berechnet werden.
- Die Beurteilung des Indikators im Rahmen der vorliegenden Methode basiert auf den Wertefunktionen gemäss folgender Tabellen der VZH Schwall-Sunk – Massnahmen, Anhang C, Indikator F2:
 - Tab. C7: Trockenfallende Fläche
 - Tab. C8: Pegelrückgangsraten für larvale Äschen und Bachforellen bei Tageslicht
 - Tab. C11: Aggregation zur Ermittlung der Gesamtbewertung
- Wertefunktion Zielwerterreichung: 95% - Quantil

Stranden von Fischen (larval): Beurteilungsskala

Tab. C7

Wertefunktion für trockenfallende Flächen.

Bewertung	Zustand	Kriterium: Anteil trocken fallender Fläche an gesamter benetzter Fläche
	sehr gut	< 10 %
	gut	≥ 10 < 30 %
	mässig	≥ 30 < 40 %
	unbefriedigend	≥ 40 < 50 %
	mässig-schlecht	≥ 50 %

Tab. C8

Wertefunktionen der Pegelrückgangsraten für larvale Äschen und Bachforellen bei Tageslicht.

Bewertung	Zustand	Kriterium: Pegelrückgangsrate (cm/min)
	sehr gut	< 0,2
	gut	≥ 0,2 < 0,3
	mässig	≥ 0,3 < 0,4
	unbefriedigend	≥ 0,4 < 0,5
	schlecht	≥ 0,5

Tab. C11

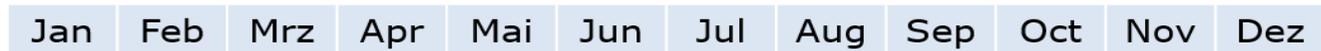
Aggregation der Kriterien «trocken fallender Fläche» und «Pegelrückgangsrate» zur Ermittlung der Gesamtbewertung des Indikators F2*.

		Kriterium: Anteil trocken fallender Fläche an gesamter benetzter Fläche				
		sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Kriterium: Pegelrückgangsrate	schlecht	mässig	unbefriedigend	unbefriedigend	schlecht	schlecht
	unbefriedigend	gut	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	schlecht
	mässig	gut	mässig	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend
	gut	gut	gut	gut	gut	mässig
	sehr gut	sehr gut	gut	gut	gut	gut

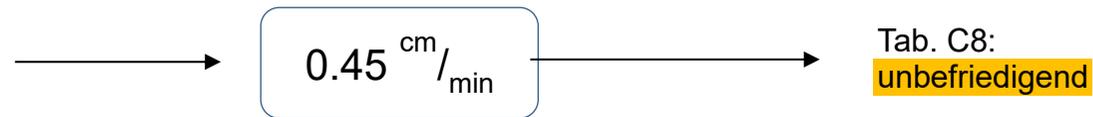
Stranden von Fischen (larval): Beispiel

Beispiel für einen Abschnitt

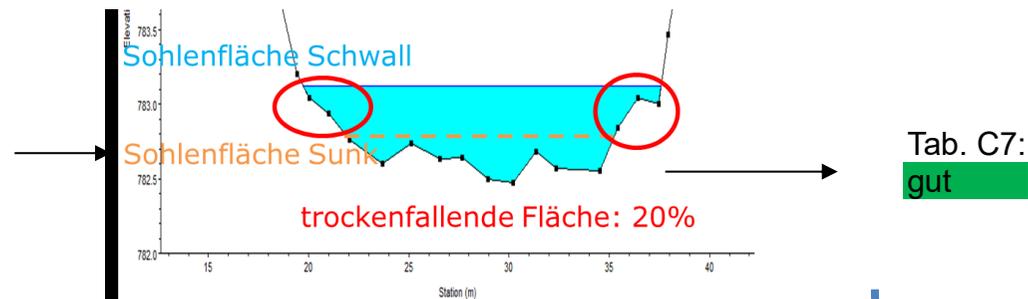
Monate, in denen die Fischlarven besonders empfindlich sind



Rückgangrate, 95% Quantil Mrz-Apr



trockenfallende Fläche, 95% Quantil Mrz-Apr



Tab. C7: gut

Gesamtbewertung:



Tab. C11: unbefriedigend

Grad der Beeinträchtigung

- Ableitung der NWB aus dem Schwall/Sunk-Verhältnis und dem Stranden von Fischen, pro Abschnitt
- Interpolation zwischen Klassengrenzen

Nutzwertpunkte in Funktion des Grads der Beeinträchtigung vor der Realisierung von Massnahmen (Beurteilungszustand, siehe Erläuterung in Anhang 3, Schritt 1)

Schwall-Sunk Verhältnis	> 15	2	2	3	4	4
	8 – 15	2	2	3	3	4
	4 – 8	1	1	2	3	3
	1.5 – 4	1	1	1	2	2
	0 – 1.5	0	0	0	0	0
		sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
		Stranden von Fischen				

- längengewichteter Mittelwert nur über die Gewässerabschnitte im Untersuchungsperimeter mit Schwall-Sunk Beeinträchtigung (für die Abschnittbildung, siehe Anhang 3, Schritt 3.2)

Anhang 2: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben b «Ökologisches Potenzial des Gewässers»

$$F_b = 0.3 \text{ Mio CHF} / (NWP, km) \times NWP_b \times km_b$$

Gemäss Art. 33a GSchV wird unter ökologischem Potenzial die ökologische Bedeutung des Gewässers verstanden. In der Vollzugshilfe zu den strategischen Revitalisierungsplanungen werden dazu Kriterien definiert. Die Kantone haben in ihren kantonalen strategischen Planungen für ihre Gewässer das ökologische Potenzial ausgewiesen. Die Methode für die Bestimmung der Nutzwertpunkte stützt sich einerseits auf diese Kriterien resp. kantonale Beurteilung ab. Zusätzlich, um für die Beurteilung der Bedeutung eine «nationale Perspektive» einzubringen, fliesst die Grösse des Gewässers (als Indikator wird der mittlere Abfluss verwendet) in die Bestimmung von NWP_b ein.

$km_b = km_a$; Bei langen betroffenen Gewässerstrecken können einzelne Abschnitte eine unterschiedliche ökologische Bedeutung aufweisen. Es ist daher eine sinnvolle Abschnittsbildung vorzunehmen und ein längengewichtetes Mittel zu bestimmen.

Ökologisches Potenzial: Erläuterung

Das ökologische Potenzial eines nicht naturnahen Gewässers entspricht gemäss Art. 33a GSchV und erläuterndem Bericht der möglichen ökologischen Bedeutung des Gewässers im Zustand, in dem die vom Menschen verursachten Beeinträchtigungen so weit beseitigt sind, als dies mit verhältnismässigen Kosten machbar ist.

In der Vollzugshilfe zu den strategischen Revitalisierungs-planungen werden dazu Kriterien definiert. Diese beruhen überwiegend auf dem heutigen Zustand (z.B. Schutzgebiete) und sind deshalb durch Expertenwissen zu ergänzen. Die Kantone haben das ökologische Potenzial ausgewiesen.

Um zusätzlich eine nationale Perspektive einfliessen zu lassen, wird für die Bestimmung der Nutzwertpunkte zusätzlich die Grösse des Gewässers basierend auf dem natürlichen Mittelabfluss einbezogen.

Ökologisches Potenzial: Grundsätze

Grundidee: Je höher die potenzielle ökologische Bedeutung des Gewässers ist, desto wichtiger ist dessen Sanierung, und desto mehr Nutzwertpunkte werden vergeben.

Das ökologische Potenzial wird durch folgende Kriterien beurteilt:

- Ökologisches Potenzial gemäss kantonalen Revitalisierungsplanungen (kantonale Perspektive), allenfalls mit Expertenwissen korrigiert.
- Grösse des Gewässers (nationale Perspektive)

Das ökologische Potenzial hängt vom Gewässer mit Sanierungsbedarf ab, es ist unabhängig von der gewählten Sanierungsmassnahme.

Es wird eine Beurteilung pro Gewässerabschnitt (siehe Abschnittbildung in Anhang 3, Schritt 3.2) vorgenommen, dann ein längengewichtetes Mittel verwendet.

Ökologisches Potenzial: Bestimmung

- Natürlicher mittlerer Abfluss MQ
- ökol. Potenzial aus Revitalisierungs-Planung (ev. korrigiert)
- Interpolation zwischen Klassengrenzen

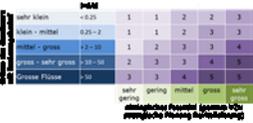
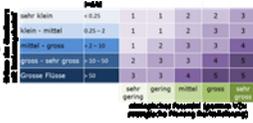
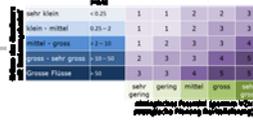
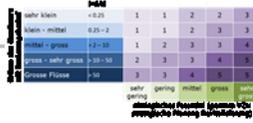
Grösse des Gewässers mit Sanierungsbedarf	MQ natürlich [m ³ /s]	Nutzwertpunkte in Funktion des ökologischen Potenzials				
	sehr klein	< 0.25	0	0	1	1
klein - mittel	0.25 – 2	0	0	1	2	2
mittel - gross	> 2 – 10	0	1	2	2	3
gross - sehr gross	> 10 – 50	1	2	2	3	4
Grosse Flüsse	> 50	2	2	3	4	4
		sehr gering	gering	mittel	gross	sehr gross

ökologisches Potenzial (gemäss VZH strategische Planung Revitalisierung)

- gewichtete Mittelwerte über die Gewässerabschnitte im Untersuchungsperimeter mit Schwall-Sunk Beeinträchtigung

Ökologisches Potenzial (Beispiel)

Das ökologische Potenzial wird für jeden durch Schwall-Sunk belasteten Gewässerabschnitt unter Berücksichtigung des Abflusses (MQnat) im Untersuchungsperimeter bestimmt und anschliessend längengewichtet aggregiert.

	MQnat - ökol. Potenzial	NWP pro Abschnitt	Abschnitts- gewichtung (Länge)
Abschnitt 1	 <p>MQnat - ökol. Potenzial matrix for Abschnitt 1. The matrix shows values for 'sehr klein' (+0.25), 'klein + mittel' (0.25-2), 'mittel + gross' (2-10), 'gross + sehr gross' (10-50), and 'Grosse Flasse' (50). The resulting NWP is 3.2.</p>	3.2	30%
Abschnitt 2	 <p>MQnat - ökol. Potenzial matrix for Abschnitt 2. The matrix shows values for 'sehr klein' (+0.25), 'klein + mittel' (0.25-2), 'mittel + gross' (2-10), 'gross + sehr gross' (10-50), and 'Grosse Flasse' (50). The resulting NWP is 4.5.</p>	4.5	11%
Abschnitt 3	 <p>MQnat - ökol. Potenzial matrix for Abschnitt 3. The matrix shows values for 'sehr klein' (+0.25), 'klein + mittel' (0.25-2), 'mittel + gross' (2-10), 'gross + sehr gross' (10-50), and 'Grosse Flasse' (50). The resulting NWP is 4.0.</p>	4.0	45%
Abschnitt 4	 <p>MQnat - ökol. Potenzial matrix for Abschnitt 4. The matrix shows values for 'sehr klein' (+0.25), 'klein + mittel' (0.25-2), 'mittel + gross' (2-10), 'gross + sehr gross' (10-50), and 'Grosse Flasse' (50). The resulting NWP is 1.2.</p>	1.2	14%
Summe der Nutzwertpunkte (NWP)		3.4	

Anhang 3: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben c «Verhältnismässigkeit des Aufwands»

$$F_c = 0.3 \text{ Mio CHF} / (NWP, km) \times NWP_c \times km_c$$

Die Verhältnismässigkeit des Aufwands trägt zwei Aspekte in sich: a) den verhältnismässigen Aufwand und b) den Nutzen. a) repräsentiert die verhältnismässigen Kosten über alle Buchstaben a-e und ist in der Methode mit der Verhältnismässigkeitsgrenze von 6 Mio CHF / km berücksichtigt. Bezüglich b) wird die Verbesserung durch die Sanierungsmassnahme beurteilt, soweit sie nicht bereits in den anderen Buchstaben bewertet wird. Da die Verbesserung des Hochwasserschutzes sowie die Förderung der erneuerbaren Energien durch die Buchstaben d und e berücksichtigt werden, wird hier nur die gewässerökologische Verbesserung durch das Ausleitkraftwerk für die Bestimmung von NWP_c betrachtet⁶.

In der Methode NWP_c wird eine gewässerökologische Bilanz des Ausleitkraftwerks aufgestellt, in der primär die Verbesserung der Schwall/Sunk Situation der Verschlechterung infolge Reduktion der Abflussmenge infolge Ausleitung sowie zusätzlicher Restwasserstrecken bei neuen Fassungen an Seitengewässern gegenübergestellt wird.

⁶ Die Buchstaben a und b sind Massnahmen-unabhängig.

Verhältnismässigkeit: Grundsätze

Die Verhältnismässigkeit hängt ab von der gewählten Sanierungsmassnahme.

Für die Nutzwertpunkte der Verhältnismässigkeit werden die **gewässerökologischen Verbesserungen** bewertet.

(Die anderen Aspekte der Verhältnismässigkeit sind bereits berücksichtigt, siehe vorangehende Seite).

Die gewässerökologische Verbesserung ergibt sich aus der Bilanz zwischen der Verbesserung der Schwall/Sunk-Beeinträchtigungen und der sich aus der neuen Ableitung ergebenden Verschlechterung (neue Restwasserstrecken).

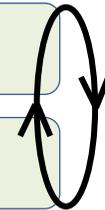
Es wird eine Beurteilung pro Gewässerabschnitt vorgenommen, dann ein Abschnittsgewichtung basierend auf Länge, ökologischem Potenzial und Abfluss verwendet (Gewichtungsformel $l * (m + ö)$ gemäss Schritt 5).

Bestimmung der gewässerökologischen Verbesserung: Grundsätze

- Die nachfolgend vorgestellte Methodik ermöglicht den Vergleich verschiedener kraftwerksbedingter Beeinträchtigungen der Gewässerökologie. Sie ist nur für die Fälle vorgesehen, in denen die Schwall/Sunk-Sanierung durch eine Ausleitung vorgesehen ist.
- Die Methodik verfolgt einen **pragmatischen Ansatz** um auf hoher Flughöhe verschiedene Beeinträchtigungen der Fliessgewässer hinsichtlich der gewässerökologischen Auswirkungen miteinander vergleichen zu können.
- Die Methodik soll weitestgehend mit **verfügbaren Daten** und Untersuchungen anwendbar sein.
- Ziel ist eine möglichst robuste Methodik, welche die **wesentlichsten Beeinträchtigungen** von Schwall/Sunk und Restwasser abbildet und vergleicht. Die Methodik soll schweizweit anwendbar sein und vergleichbare Resultate erzeugen.

Arbeitsschritte zur Bestimmung der gewässerökologischen Verbesserung der Sanierungsvariante

1. Betrachtungszustände festlegen
2. Zu behandelnde Kriterien festlegen (thematische Eingrenzung)
- 3.1 Betrachtungsperimeter bestimmen (räumliche Eingrenzung)
- 3.2 Abschnitte bilden (räumliche Differenzierung)
- 4.1 Gewässerabschnitte anhand der Kriterien beschreiben
- 4.2 Gewässerabschnitte anhand der Kriterien bewerten
5. Gewichten und aggregieren
6. Bilanzierung



ggf. Iteration

1. Betrachtungszustände festlegen

a)	Ist – Zustand
b)	gesetzeskonformer Zustand ¹⁾ mit umgesetzten Sanierungen Restwasser (Frist Ende 2012 abgelaufen), übrige Sanierungen sind gegebenenfalls zu berücksichtigen (v.a. Geschiebe, Fischgängigkeit, Revitalisierungen), jedoch noch ohne Schwall-Sunk - Sanierung
c)	gesetzeskonformer Zustand mit angepasster Betriebsweise ²⁾ wie b) und zusätzlich angepasster Betriebsweise der Schwall-Sunk verursachenden Kraftwerkzentrale
d)	Zustand mit Sanierungsvariante 1 ³⁾ (i.d.R. Ausleit-Kraftwerk) «Beurteilungsvariante»

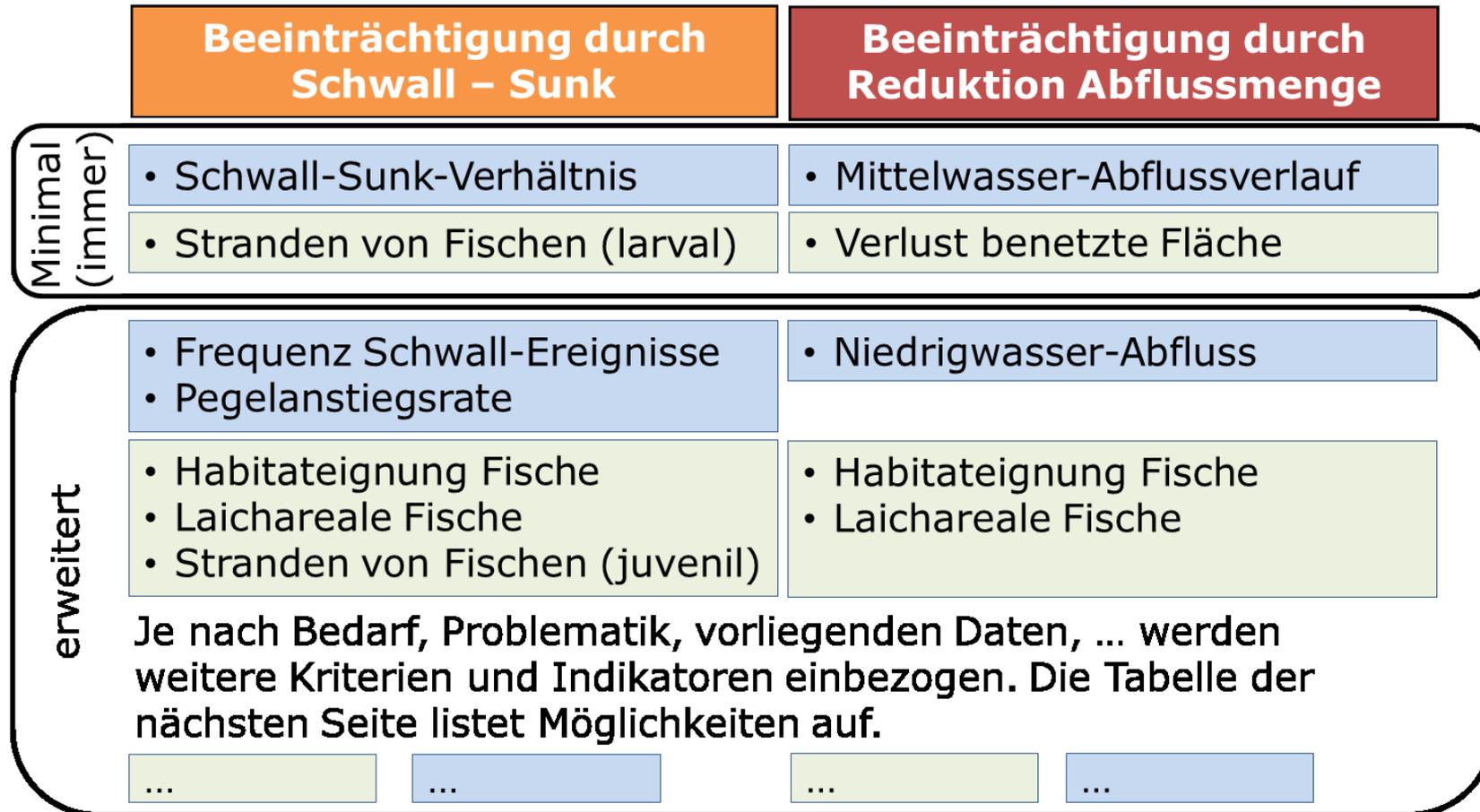
(1), (2), (3) Bemerkungen siehe nächste Seite

Aus pragmatischen Gründen wird vorgeschlagen, dass der Mittelwert der NWP aus dem Vergleich (Delta Zustand d - b) und (Delta d - c) für die Gesamtbeurteilung verwendet wird.

Bemerkungen zu den Betrachtungs-Zuständen

- ¹ Relevant für die Beurteilung sind nicht die Veränderungen in Bezug auf den Ist-Zustand, sondern ein hypothetischer Zustand, in dem die «sowieso nötigen» Sanierungen der Restwasserführung und gegebenenfalls weiterer Gewässerschutzmassnahmen schon umgesetzt sind (gem. VZH Schwall-Sunk Massnahmen, Kap. 4.2). Es sind diesbezüglich plausible Annahmen zu treffen.
- ² Werden die rechtlichen und technischen Möglichkeiten im aktuellen Betrieb des Schwall-Sunk auslösenden Kraftwerks der bestehenden Konzession nicht ausgenützt, ist ein Betrieb zu berücksichtigen, der im Rahmen der geltenden Konzession mit den bestehenden Bauten möglich wäre. Diese angepasste Betriebsweise muss aber sinnvoll-realistisch und nicht rein hypothetisch sein.
→ Expertenbeurteilung
- ³ Sind weitere Schwall-Sunk verursachende Anlagen im Untersuchungsgebiet vorhanden, ist eine Koordination und die gesamtheitliche Betrachtung aller Anlagen erforderlich. Durch die reduzierte Wasserführung des Ausleitkraftwerks verschärfte Schwall-Sunk Belastungen anderer Anlagen müssen in die Datenaufbereitung und Bilanzierung miteinbezogen werden.

2. Kriterien und Indikatoren auswählen



Farbindex: Indikatoren für Natürlichkeit des Abflussregimes Indikatoren für Natürlichkeit des Gewässerlebensraums

Liste möglicher Kriterien und Indikatoren (nicht abschliessend)

	Kriterien	Indikatoren		
1	<input checked="" type="checkbox"/> Natürlichkeit des Abflussregimes	a) Beurteilung Schwall-Sunk <input checked="" type="checkbox"/> 1. Schwall-Sunk Verhältnis <input type="checkbox"/> 2. Pegelrückgangsrage <input type="checkbox"/> 3. Pegelanstiegsrate <input type="checkbox"/> 4. Frequenz	b) Beurteilung Abflussreduktion <input checked="" type="checkbox"/> 1. Mittelwasser-Abflussverlauf <input type="checkbox"/> 2. Niedrigwasserabfluss <input type="checkbox"/> 3. Hochwasserdynamik	<input type="checkbox"/> ...
2	<input type="checkbox"/> Gewässerlebensraum	<input checked="" type="checkbox"/> 1. Stranden von Fischen (larval) <input type="checkbox"/> 3. Habitateignung Fische <input type="checkbox"/> 4. Laichareale Fische <input type="checkbox"/> 5. Stranden von Fischen (juvenil) <input type="checkbox"/> 6. Verlust benetzte Fläche	<input checked="" type="checkbox"/> 2. Verlust benetzte Fläche <input type="checkbox"/> 7. Habitateignung MZB <input type="checkbox"/> 8. Auen <input type="checkbox"/> 9. Innere Kolmation <input type="checkbox"/> 10. Äussere Kolmation	<input type="checkbox"/> ...
5	<input type="checkbox"/> Wasserqualität	<input type="checkbox"/> 1. Trübung <input type="checkbox"/> 2. Temperatur <input type="checkbox"/> 3. Nährstoffe	<input type="checkbox"/> 4. Schadstoffe <input type="checkbox"/> 5. Sauerstoff	<input type="checkbox"/> ...
6	<input type="checkbox"/> Grundwasser	<input type="checkbox"/> 1. Grundwasserspeisung	<input type="checkbox"/> 2. Trockenfallen	<input type="checkbox"/> ...
7	<input type="checkbox"/> Morphologie	<input type="checkbox"/> 1. Ökomorphologie <input type="checkbox"/> 2. Uferlänge	<input type="checkbox"/> 3. Wasserspiegelbreitenvariabilität <input type="checkbox"/> 4. Punktuelle Verbauung	<input type="checkbox"/> ...
8	<input type="checkbox"/> Geschiebe	<input type="checkbox"/> 1. Geschiebedurchgängigkeit	<input type="checkbox"/> 2. Geschiebedynamik	<input type="checkbox"/> ...
9	<input type="checkbox"/> Fischgängigkeit	<input type="checkbox"/> 1. Wassertiefe <input type="checkbox"/> 2. Longitudinale Vernetzung	<input type="checkbox"/> 3. Laterale Vernetzung <input type="checkbox"/> ...	<input type="checkbox"/> ...

Minimale Bewertung, Kriterien/Indikatoren immer zu beurteilen.

Erweiterte Bewertung, je nach Bedarf, Problematik, vorliegenden Daten zu beurteilen

«Minimale» vs. «Erweiterte» Bewertung

Minimale Bewertung	Erweiterte Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> • immer durchzuführen 	<ul style="list-style-type: none"> • je nach Bedarf, Problematik, vorliegenden Daten
<ul style="list-style-type: none"> • fixe, festgelegte Methoden und Beurteilungsskalen 	Je nach gewähltem Indikator: <ul style="list-style-type: none"> • anhand vorliegender Methoden • gutachterlich durch Experten
<ul style="list-style-type: none"> • keine gutachterliche Anpassung der Abschnittsbewertung • begründete gutachterliche Anpassung der Betrachtungs-Zustände möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • gutachterliche Einschätzung durch Experten auf Stufe "Abschnittsbewertung" und • gutachterliche Anpassung der Betrachtungs-Zustände
<ul style="list-style-type: none"> • meist ohne zusätzliche Feldaufnahmen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • je nach verfügbaren Grundlagen sind weitere Feldaufnahmen erforderlich

Definition und Diskussion der Kriterien und Indikatoren

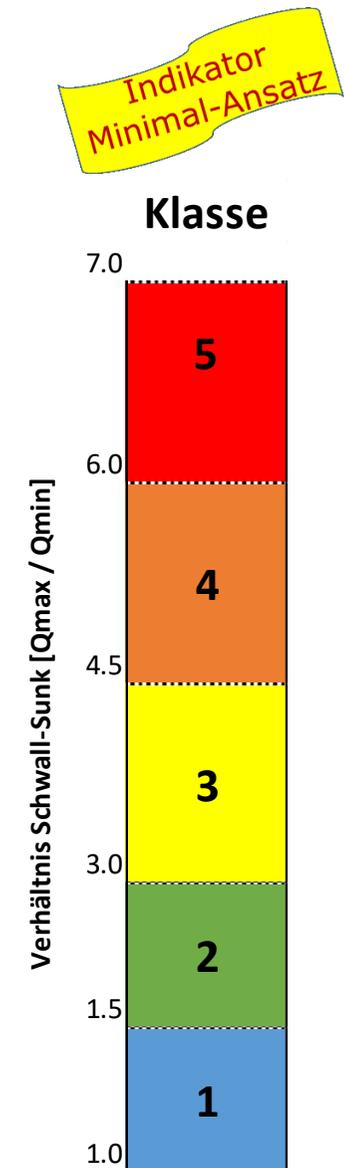
Die Definitionen gelten für die Beurteilung der gewässerökologischen Verbesserungen, wenn Schwall/Sunk durch neue Ausleitungen saniert wird, nicht in anderem Zusammenhang. Wo möglich werden bestehende Definitionen und Beurteilungsskalen übernommen. Andernfalls werden auf pragmatische Art neue Definitionen aufgestellt.

Indikatoren zur Beurteilung Schwall-Sunk: Erläuterungen

- Jüngere Untersuchungen zeigen, dass mit der Bewertung der Gewässerbeeinträchtigungen nach Hydmod-F die Schwall-Sunk-Amplitude eher zu stark und die Pegelrückgangsraten eher zu wenig berücksichtigt werden.
- Für Gewässerabschnitte, wo Fisch-Larven potenziell vorkommen können und wo eine Strandung überhaupt anzunehmen ist (vgl. Kriterium empfindlichste Morphologie gem. Baumann et al. 2012) wird deshalb immer auch der Indikator "Stranden von Fischen" einbezogen.
(Verändert sich z.B. die benetzte Fläche nicht vom Schwall- zum Sunk-Abfluss ist dieser Indikator nicht zu berücksichtigen.)
- Auch bei einer sehr langsamen Pegelrückgangsraten stellt ein Schwall-Sunk-Regime eine Beeinträchtigung der Gewässerökologie dar. Deshalb reicht das "Stranden von Fischen" alleine nicht aus und wird mit dem Schwall-Sunk – Verhältnis kombiniert.

Schwall-Sunk-Verhältnis: Definition

- repräsentatives Verhältnis der Abflüsse während der Schwall- resp. der Sunkphasen.
- 80 % - Quantil der Verhältnisse von Abfluss-Tagesmaximum zu Abfluss-Tagesminimum einer repräsentativen Stichprobe.
- Berücksichtigung Messdaten aus mind. 2 Monaten in der Saison mit den stärksten Schwall-Sunk – Verhältnissen.
- Quelle: Beurteilungsskala in Anlehnung an Hydmod-F



Stranden von Fischen (larval)

Indikator Minimal-Ansatz

- Siehe Definition, Bestimmung und Beispiel unter Anhang 1

Tab. C7

Wertefunktion für trockenfallende Flächen.

Bewertung	Zustand	Kriterium: Anteil trocken fallender Fläche an gesamter benetzter Fläche
sehr gut	sehr gut	< 10 %
gut	gut	≥ 10 < 30 %
mässig	mässig	≥ 30 < 40 %
unbefriedigend	unbefriedigend	≥ 40 < 50 %
mässig-schlecht	mässig-schlecht	≥ 50 %

Tab. C8

Wertefunktionen der Pegelrückgangsraten für larvale Äschen und Bachforellen bei Tageslicht.

Bewertung	Zustand	Kriterium: Pegelrückgangsrate (cm/min)
sehr gut	sehr gut	< 0,2
gut	gut	≥ 0,2 < 0,3
mässig	mässig	≥ 0,3 < 0,4
unbefriedigend	unbefriedigend	≥ 0,4 < 0,5
schlecht	schlecht	≥ 0,5

Tab. C11

Aggregation der Kriterien «trocken fallender Fläche» und «Pegelrückgangsrate» zur Ermittlung der Gesamtbewertung des Indikators F2*.

		Kriterium: Anteil trocken fallender Fläche an gesamter benetzter Fläche				
		sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Kriterium: Pegelrückgangsrate	schlecht	mässig	unbefriedigend	unbefriedigend	schlecht	schlecht
	unbefriedigend	gut	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	schlecht
	mässig	gut	mässig	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend
	gut	gut	gut	gut	gut	mässig
	sehr gut	sehr gut	gut	gut	gut	gut

Frequenz der Schwall-Ereignisse: Definition

- Anzahl Schwall-Ereignisse pro 24 Stunden, Mittelwert einer repräsentativen Messreihe
- Abflussregimes mit sehr häufigen Schwall-Ereignissen sollen schlechter bewertet werden, als andere.
- Es wird mit einem «Malus» gearbeitet, um die Bewertung aufgrund anderer Indikatoren zu verschlechtern.
(Siehe Schritt Aggregation)
- Beurteilungsskala: in Anlehnung an die Bewertung der Temperatur-Spitzen (Thermopeaks) gemäss Vollzugshilfe «Schwall-Sunk – strategische Planung»:

Anzahl Schwall-Ereignisse	Bewertung
≤ 5 Ereignisse / 24h	Keine Verschlechterung
> 5 Ereignisse / 24h	Verschlechterung um 1 Klasse

Pegelanstiegsrate: Definition

- Es wird mit einem «Malus» gearbeitet, um bei Regimes mit schnellem Pegelanstieg die Bewertung aufgrund anderer Indikatoren zu verschärfen.
(siehe Schritt Aggregation)
- Beurteilungsskala: Die Auswirkungen der Pegelanstiegsrate sind noch Gegenstand von Forschungsarbeiten.
- Noch unveröffentlichte Driftversuche mit Makroinvertebraten stellen eine verstärkte Verdriftung ab 1.5 cm/min fest.

Pegel - Anstiegsrate	Bewertung
< 1.5 cm/min	Keine Verschlechterung
≥ 1.5 cm/min	Verschlechterung um 1 Klasse

Mittelwasser-Abflussverlauf: Definition

- Der Indikator bewertet die Reduktion der Abflüsse, wie sie durch das Ausleitkraftwerk entstehen (Restwasser)
- Beurteilung gemäss Hydmod-F

Indikator
Minimal-Ansatz

Abb. 16 > Natürliche Referenz und beeinflusster Zustand

Natürlicher (Referenz, Messreihe 1904–1958) und beeinflusster (Messreihe 1963–2000) Verlauf der mittleren monatlichen Abflüsse sowie die Differenzen ΔMMQ_i für den Brenno bei Loderio.

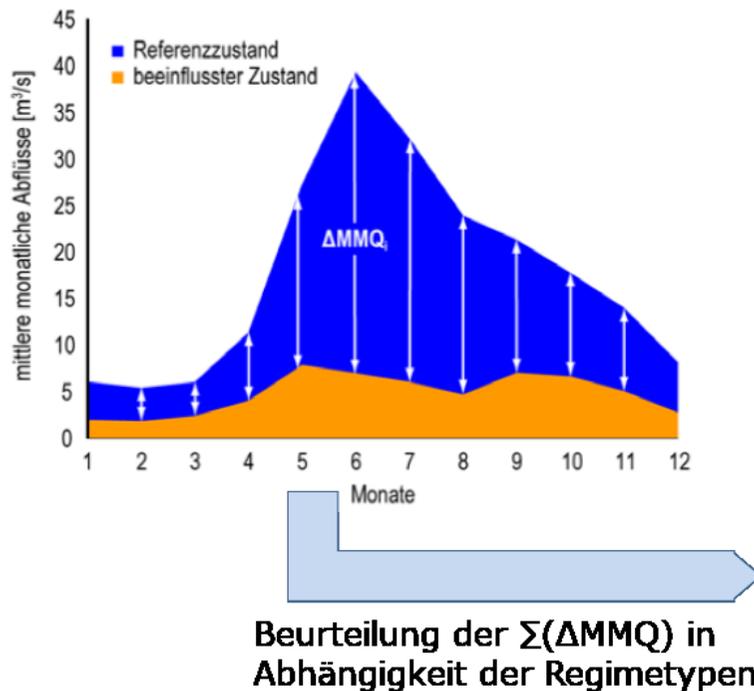


Abb. 17 > Klassierungsregel Mittelwasser-Abflussverlauf

Klasse 1	$R_{r,b} < R_{j,Regimetyp,50\%}$ oder $R_{r,b} < 30\%$
Klasse 2	$R_{r,b} < R_{j,Regimetyp,65\%}$ oder $R_{r,b} < 45\%$
Klasse 3	$R_{r,b} < R_{j,Regimetyp,80\%}$ oder $R_{r,b} < 60\%$
Klasse 4	$R_{r,b} < 85\%$
Klasse 5	$R_{r,b} \geq 85\%$

Niedrigwasser – Abfluss: Definition

- Wenn die Restwassermenge des Ausleitkraftwerks deutlich unter dem natürlichen Niedrigwasserabfluss liegt, ist das Kraftwerk schlechter zu bewerten als mit den anderen Indikatoren.
- Hierfür wird mit einem Malus gearbeitet.
- Beurteilung gemäss Hydmod-F.

Abb. 22 > Klassierungsregel Niedrigwasserabfluss

Je nach Grössenordnung des Absolutwerts von $Q_{347,r}$ kommen andere Zahlenwerte zur Anwendung. Die Klassierungsregel ist für vier $Q_{347,r}$ -Werte angegeben, für Werte dazwischen ist zu interpolieren, bei kleineren oder grösseren Werte kommen die kleinsten resp. grössten Werte zur Anwendung.

	$Q_{347,r} = 50 \text{ l/s}$	$Q_{347,r} = 200 \text{ l/s}$	$Q_{347,r} = 500 \text{ l/s}$	$Q_{347,r} = 1000 \text{ l/s}$		
Klasse 1	$\Delta Q_{347,rb} < CV \cdot Q_{347,r}$				Klasse nach Hydmod	Bewertung
Klasse 2	$\Delta Q_{347,rb} < 20\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 25\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 35\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 45\%$		
Klasse 3	$\Delta Q_{347,rb} < 40\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 45\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 55\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 65\%$	1, 2	Keine Verschlechterung
Klasse 4	$\Delta Q_{347,rb} < 65\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 70\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 80\%$	$\Delta Q_{347,rb} < 85\%$	3	Verschlechterung um 0.5 Klassen
Klasse 5	$\Delta Q_{347,rb} \geq 65\%$	$\Delta Q_{347,rb} \geq 70\%$	$\Delta Q_{347,rb} \geq 80\%$	$\Delta Q_{347,rb} \geq 85\%$		
					4, 5	Verschlechterung um 1 Klasse

Verlust benetzte Fläche: Anwendung für Abfluss-Reduktion

Indikator Minimal-Ansatz

$$\text{Verlust benetzte Fläche (\% durch Restwasser)} = \text{Benetzte Fläche im Beurteilungszustand (Median Abfluss)} - \text{Benetzte Fläche im natürlichen Zustand (Median)}$$

Die Beurteilung wird für jede Saison einzeln vorgenommen, dann werden die 4 Beurteilungen aggregiert (z.B. Mittelwert)

Benötigte Datengrundlage:

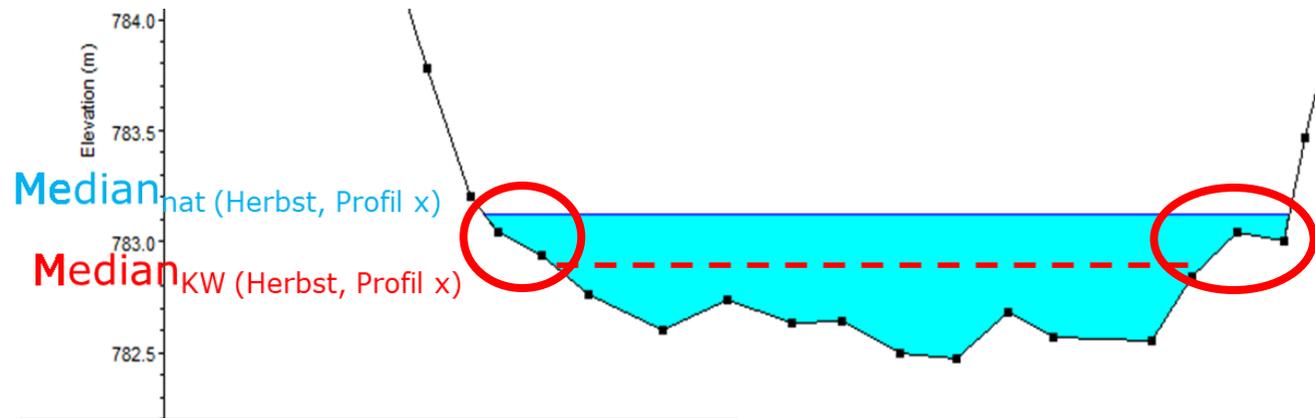
- Abflüsse (Mediane, zur Not Mittelwerte)
- Querprofile (z.B. BAFU) oder hydraulisches Modell

Bewertung	Flächenverlust benetzte Fläche (%)
sehr gut	< 5% oder Flächengewinn
gut	5 < 10%
mässig	10 < 20%
unbefriedigend	20 < 30%
schlecht	≥ 30%

Beispiel: Verlust benetzte Fläche

Indikator Minimal-Ansatz

Berechnung für alle Gewässerabschnitte mit Restwasser basierend auf hydraulischer Modellierung oder vereinfacht mittels 1D – Abflussmodell basierend auf Querprofilen



Bewertung	Flächenverlust benetzte Fläche (%)
sehr gut	< 5% oder Flächengewinn
gut	5 < 10%
mässig	10 < 20%
unbefriedigend	20 < 30%
schlecht	≥ 30%

Station (m)	Abschnitt	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Mittelwert
	1	14%	7%	6%	12%	10%
	2	8%	21%	19%	19%	17%
	3	11%	19%	19%	23%	18%
	4	14%	16%	17%	20%	17%
	5	10%	14%	14%	19%	14%
	6	9%	11%	14%	17%	13%
	7	5%	7%	8%	13%	8%
	8	10%	4%	5%	12%	8%

Habitateneignung Fische: Definition

- Verlust der für Fische geeigneten Flächen
- Flächenangebot, welches den Lebensraumsansprüchen (Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeit, Korngrösse) der betrachteten Fischart in verschiedenen Altersstadien entspricht.
- Gewässer- und Art-spezifische Beurteilung anhand von Modellen. Nicht ohne Expertenwissen anwendbar.
- In Anlehnung an Indikator F6 gemäss Vollzugshilfe «Schwall-Sunk – Massnahmen»
- Empfehlung: für wenig mobile Altersstadien (Larval, Juvenil) und bei weit auseinander liegenden Habitaten Schwall / Sunk sind nur persistente Flächen (gemäss Anhang F Schwall-Sunk – Massnahmen) zur berücksichtigen.

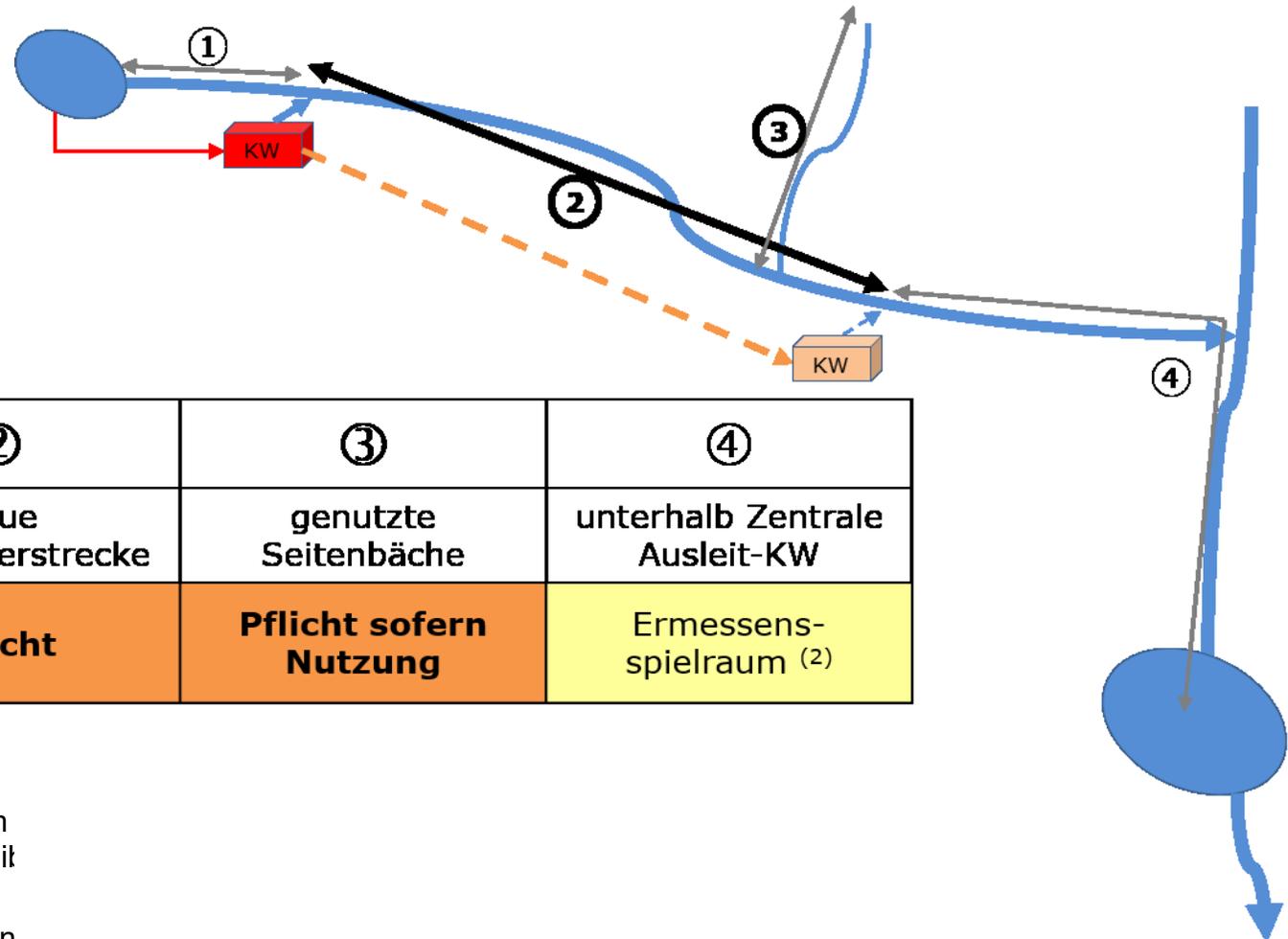


Tab. C13

Wertefunktion für die Flächenveränderung an geeignetem Habitat gegenüber dem Referenzzustand Q_{182} der Dauerkurve.

Bewertung	Zustand	Kriterium: Flächenverlust (%)
sehr gut	sehr gut	< 10 oder Flächengewinn
gut	gut	10 < 20
mässig	mässig	20 < 30
unbefriedigend	unbefriedigend	30 < 50
schlecht	schlecht	≥ 50

3.1 Betrachtungsperimeter bestimmen (räumliche Eingrenzung)



①	②	③	④
oberhalb S-S KW-Zentrale	neue Restwasserstrecke	genutzte Seitenbäche	unterhalb Zentrale Ausleit-KW
oft nicht relevant (1)	Pflicht	Pflicht sofern Nutzung	Ermessensspielraum (2)

(1) bei neuen Fassungsbauwerken u.U. im oder falls es längere Rückstaubereiche gilt

(2) ob und wie weit Gewässerabschnitte un abhängig von der verbleibenden Schwall-Sunk Belastung und im Einzelfall zu berücksichtigen.

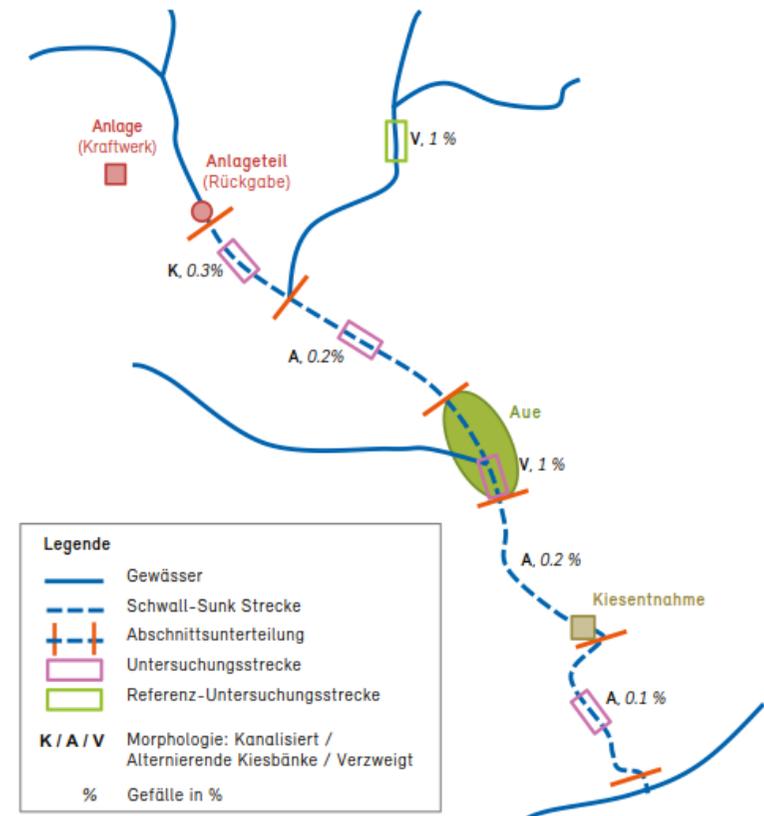
3.2 Abschnitte bilden (räumliche Differenzierung)

Es werden möglichst einheitliche Abschnitte gebildet

- Abflussverhältnisse, z.B. Grenzen bei grösseren Zuflüssen.
- evt. Morphologie,
- evt. Gefälle,
- ...

Vorgehen gemäss Vollzugshilfe
«Schwall-Sunk – Massnahmen»

Beispiel: Unterteilung der Schwall-Sunk Strecke gemäss VZH Schwall-Sunk Massnahmen, Anhang B



Kommentare zur Abschnittsbildung

Die Abschnitte müssen nicht dem Variantenstudium entsprechen, z.B. für die neue Restwassersituation können weitere Unterteilungen sinnvoll sein.

In einfachen Fällen ist allenfalls eine Vereinfachung möglich:

1. Die Abschnitte der vorliegenden Beurteilungen (z.B. Variantenstudium, UVP) beibehalten
2. Wenige, längere Abschnitte bilden

4.1 Gewässerabschnitte anhand der Kriterien **beschreiben** (*quantitativ*)

Zuerst werden die Gewässerabschnitte beschrieben. Erst danach bewertet. Die Beschreibung erfolgt für alle Beurteilungszustände, für alle Gewässer-abschnitte und mit allen gewählten Kriterien und Indikatoren.

Beispiel für 4 Gewässerabschnitte und 3 Kriterien (mit 7 quantitativen Indikatoren)

			gesetzeskonformer Zustand mit angepasster Betriebsweise					Zustand mit Ausleitkraftwerk				
			Gewässerabschnitte					Gewässerabschnitte				
			1	2	3	4	...	1	2	3	4	...
Kriterien und Indikatoren	Schwall-Sunk	Schwall-Sunk Verhältnis (1:x)	5	5	4	3.5		1	1	1	3.2	
		Pegelrückgangsrate April (cm/min)	1.5	1.5	1.2	1.0		0	0	0	0	
		Frequenz (Ereignisse / 24h)	3	3	3	3		0	0	0	3	
		Pegelanstiegsrate (cm/min)	1.8	1.6	1.4	1.4		0	0	0	1	
	Abfluss-reduktion	Mittelwasser (m ³ /s)	14	16	18	20		5	7	9	11	
		Niedrigwasserabfluss (m ³ /s)	3.5	4	4.5	5		2.8	3.0	3.3	3.4	
		...										
	Gewässer-lebens-raum	Verlust benetzte Fläche RW (%)						12	15	9	8	
		Trockenfallende Fläche S/S April (%)	22	16	10	9						
		...										

4.1 Gewässerabschnitte beschreiben (*qualitativ*)

- Bei qualitativer Beurteilung ist eine Tabelle wie auf voriger Seite vielleicht nicht möglich.
- Oftmals werden bei einer gutachterlichen qualitativen Beurteilung Beschreibung und Bewertung vermischt.
- Nötig ist immer eine transparente Zusammenstellung der verwendeten Grundlagen sowie eine nachvollziehbare Begründung der Bewertung, sowohl für die qualitative als für die quantitativen Beschreibungen.

4.2 Gewässerabschnitte anhand der Kriterien bewerten

- Bewertet wird der Natürlichkeitsgrad aller Betrachtungszustände
- Quantitative / Qualitative Beurteilung je nach Bearbeitungstiefe
- möglichst 5- stufige Beurteilung gemäss MSK

Fiktive Werte

Kriterium	Indikator	Betrachtungs-Zustand				Ist-Zustand				gesetzeskonformer Zustand				gesetzeskonformer Zustand mit angepasster Betriebsweise				Zustand mit Ausleit-Kraftwerk			
		Abschnitt	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Indikator Minimal-Ansatz	Schwall-Sunk	S-S Verhältnis	2	1	1	1	2	1	1	1	4	4	3	3	1	1	1	3			
	Schwall-Sunk	Stranden von Fischen	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	1	1	1	1			
Indikator Minimal-Ansatz	Schwall-Sunk	Frequenz	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	Schwall-Sunk	Pegelanstiegsrate	3	3	2	2	3	3	2	2	1	1	5	5	1	1	1	1			
Indikator Minimal-Ansatz	Abfluss-Reduktion	Mittelwasser-Abflussverlauf	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	2	4	3	3	2			
	Abfluss-Reduktion	Niedrigwasser-Abfluss	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	3	2	2	2			
Indikator Minimal-Ansatz	Gewässer-Lebensraum	Verlust benetzte Fläche	3	2	2	1	3	2	2	1	4	3	2	2	3	3	2	2			

5. Gewichtung + Aggregation pro Abschnitt

Aggregation der Beeinträchtigungen Schwall-Sunk

Bsp. für einen Gewässerabschnitt in einem Zustand

Minimale Bewertung

- Schwall-Sunk-Verhältnis
- Stranden von Fischen (larval)

Evt. erweiterte Bewertung

- Frequenz (Malus) **b)**
- Pegelanstiegsrate (Malus) **b)**
- Habitateignung Fische
- Laichareal Fische
- Stranden von Fischen (juvenil)
- ...

Beeinträchtigung	
5	sehr stark
4	stark
3	mässig
2	gering
1	sehr gering

- a) Mittelwert aus SS-Verhältnis und Stranden von Fischen
- b) Der höhere Wert der beiden allfälligen Malusse (Frequenz oder Pegelanstiegsrate)
- c) Beurteilung und Aggregation der weiteren Indikatoren durch Experten

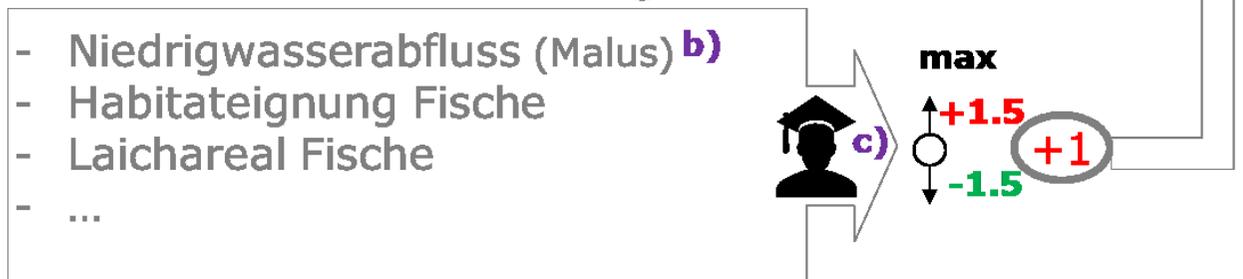
Aggregation der Beeinträchtigungen durch Abflussreduktion

Bsp. für einen Gewässerabschnitt in einem Zustand

Minimale Bewertung



Evt. erweiterte Bewertung

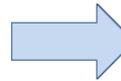


Beeinträchtigung	
5	sehr stark
4	stark
3	mässig
2	gering
1	keine

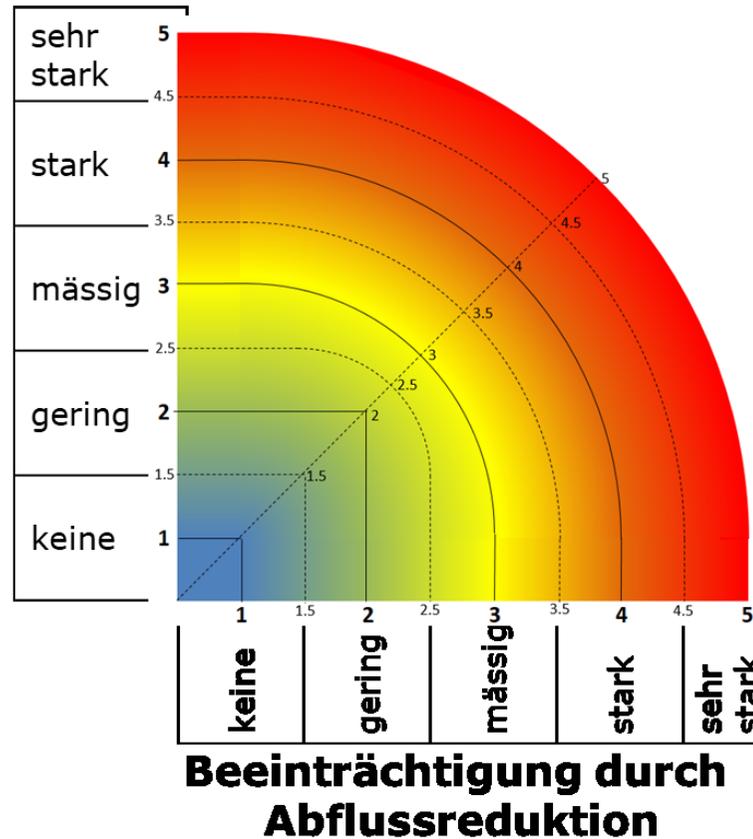
- a) Mittelwert aus Mittelwasser-Abflussverlauf und Verlust benetzte Fläche
- b) Addition eines allfälligen Malus (Niedrigwasserabfluss)
- c) Beurteilung und Aggregation der weiteren Indikatoren durch Experten

Indikatoren Schwall-Sunk

- S/S – Verhältnis
 - Stranden von Fischen (larval)
-
- Frequenz
 - Pegelanstiegsrate
 - Habitateignung Fische
 - Laichareale Fische
 - ...



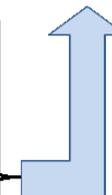
Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk



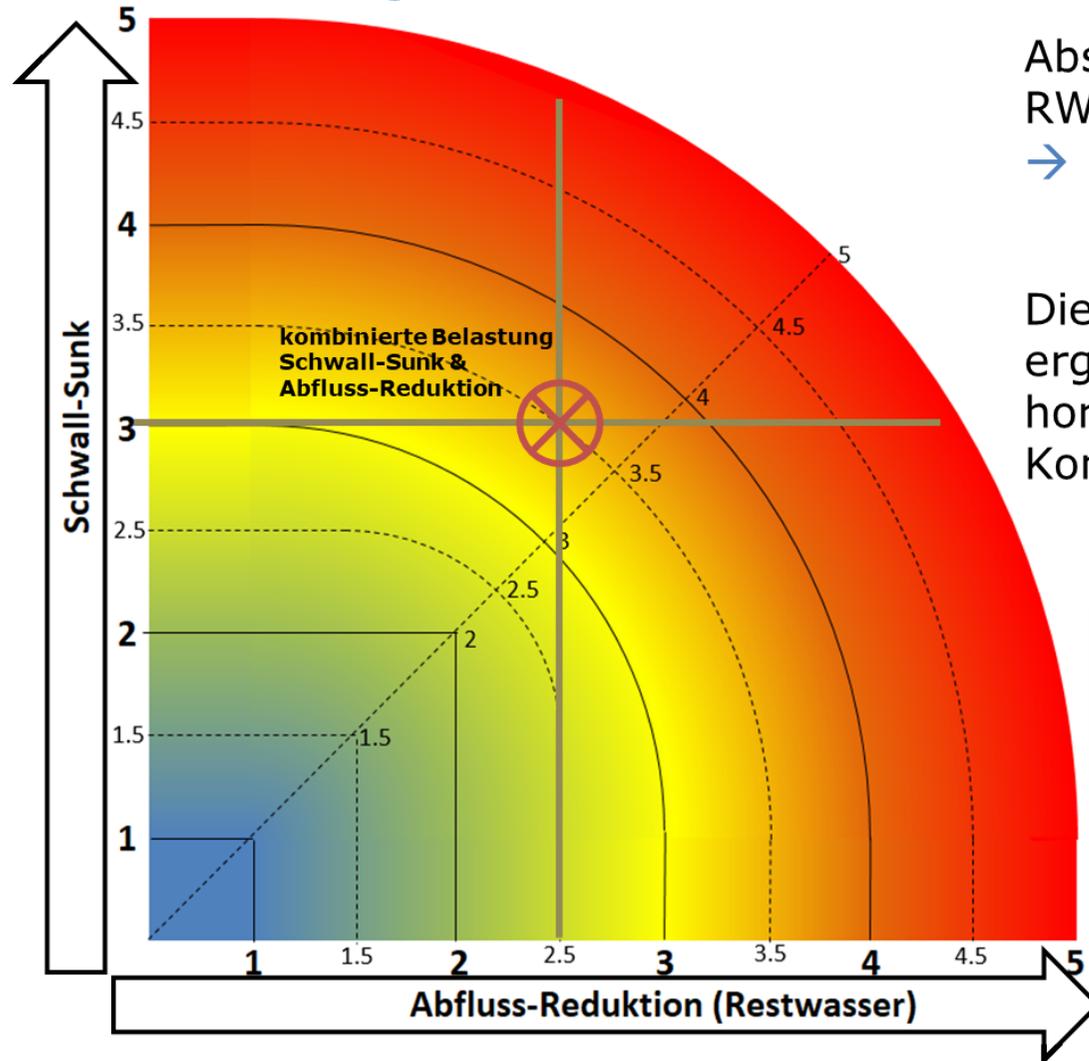
Für jeden Gewässerabschnitt und jeden Zustand werden die Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk UND durch Abflussreduktion kombiniert.

Indikatoren Restwasser

- Mittelwasser-Abflussverlauf
 - Verlust benetzte Fläche
-
- Niedrigwasserabfluss
 - Habitateignung Fische
 - Laichareale Fische
 - ...



Belastungs – Matrix



Abschnitte ohne S/S oder RW – Beeinträchtigung:
 → **Bewertung 1**
 (entsprechende Achse)

Die Abschnitts-Bewertung ergibt sich durch die horizontale und vertikale Kombination der Belastungen.

Bsp:
 Schwall-Sunk: mässig (3)
 Abfluss-Red: gering-mässig (2.5)
Abschnitt: mässig – stark (3.5)

5. Aggregierung der Abschnitte zur **Gesamtbewertung**

Gewichtung der Abschnitte [%]

$$\text{Abschnitts-Gewichtung [\%]} = \frac{l * (m + \ddot{o})}{\sum_{i=1}^n l * (m + \ddot{o})}$$

Abschnitts- Länge [l]

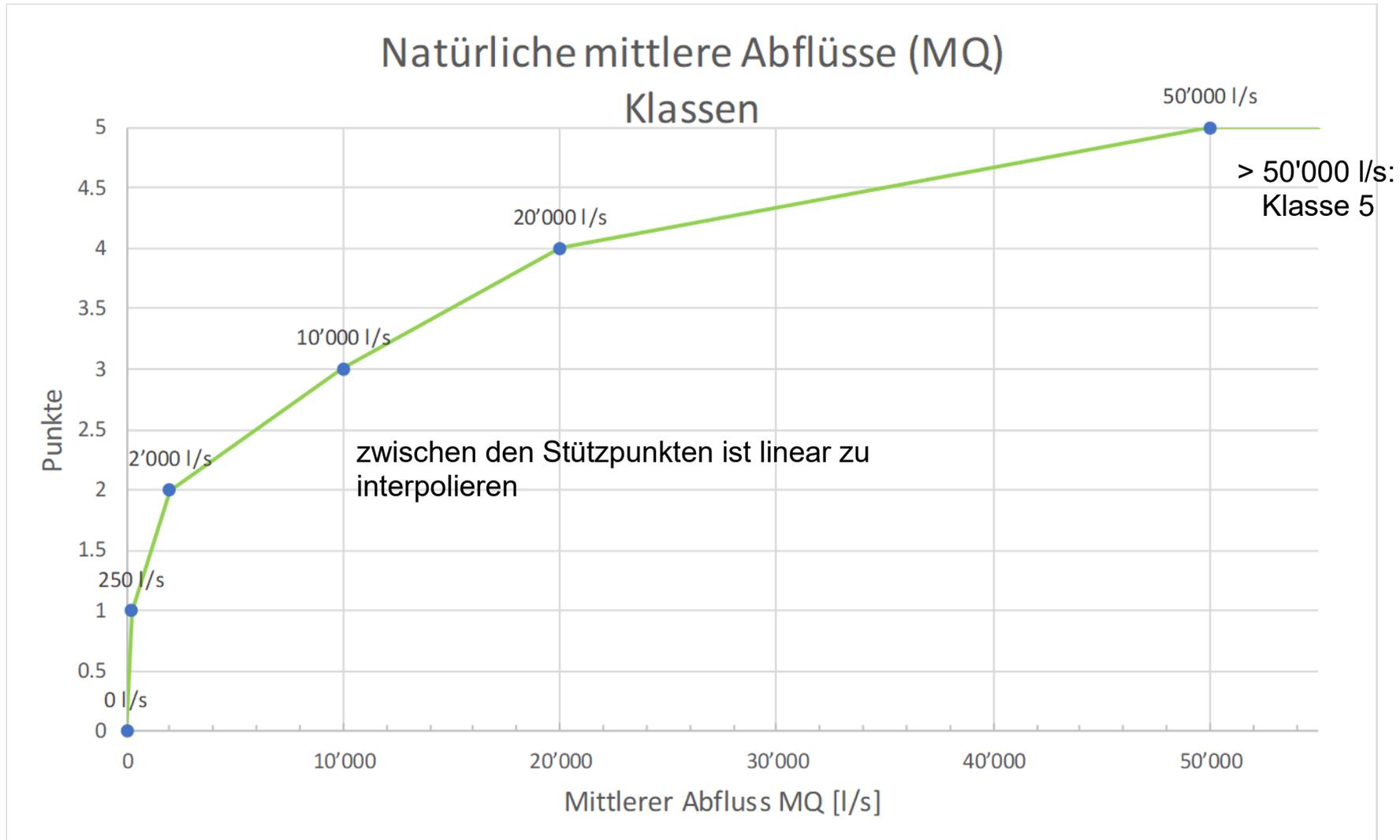
Natürliche MQ [m]: Klasseneinteilung	
MQ _{nat} [l/s]	Klasse ¹⁾
0	0
250	1
2'000	2
10'000	3
20'000	4
≥50'000	5

¹⁾ zwischen den Klassen ist linear zu interpolieren

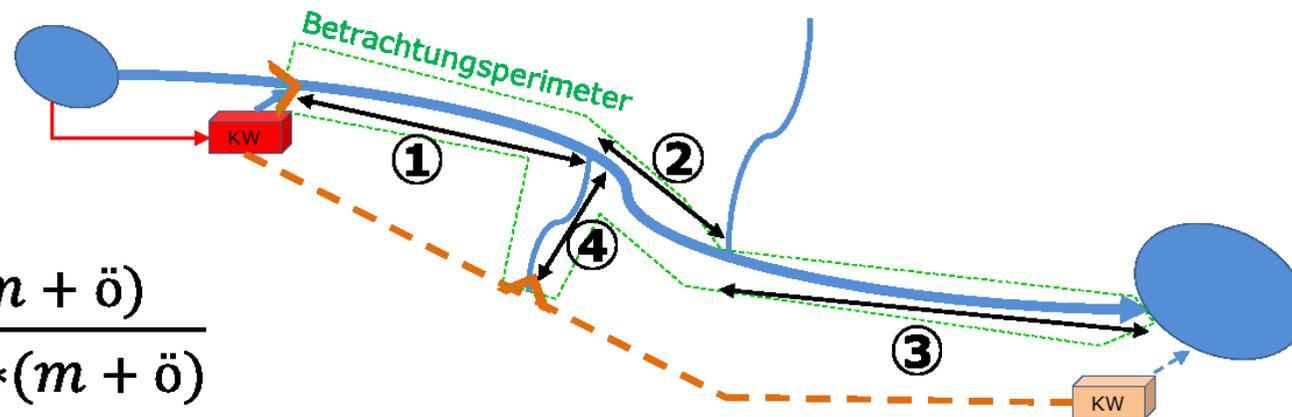
Ökologisches Potenzial [ö] aus Revitalisierungsplanung	
	Klasse ²⁾
gering	1
gering – mittel	2
mittel	3
mittel - hoch	4
hoch	5

²⁾ aus kantonaler Revitalisierungs-Planung zu adaptieren (ggf. Korrektur durch Experten)

Abschnittsgewichtung: MQ



Bsp: Abschnittsgewichtung basierend Länge, ökol. Potenzial und Abfluss



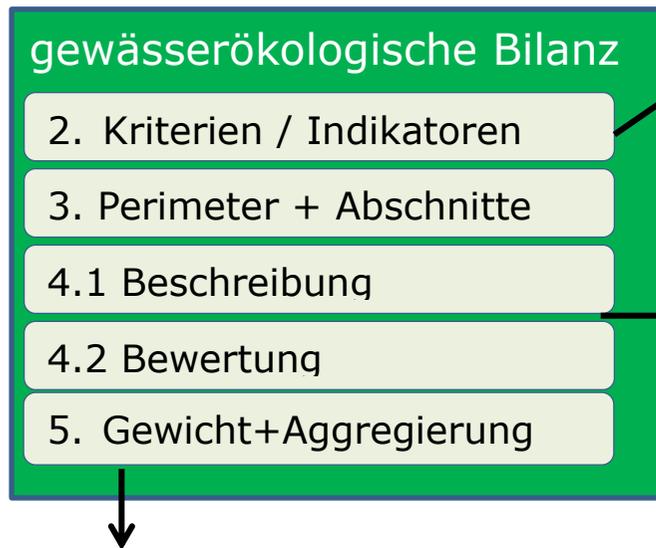
$$\% = \frac{l * (m + \ddot{o})}{\sum_{i=1}^n l * (m + \ddot{o})}$$

Abschnitt		1	2	3	4	Σ
Länge [km]	(l)	3.5	1.2	5	1.5	11.2
MQnat [m3/s]		12	14	20	0.75	
Klasse MQnat	(m)	3.2	3.4	4	1.3	
Klasse ökol. Potenzial	(ö)	3	5	4	2	
Punkte	l*(m+ö)	21.7	10.08	40	4.95	76.73
Gewichtung [%]		28%	13%	52%	6%	100%

5. Aggregation Abschnitte zur Gesamtbewertung

		gesetzes- konf.Zustand	Zustand mit Ausleit-KW
Beispiel: Gewässer mit 4 Abschnitten	Abschnitt 1		
	Abschnitt 2		
	Abschnitt 3		
	Abschnitt 4		
ggf. Ergänzung durch Experte			
Gesamtnote pro Zustand			
Bilanz der gewässerökologischen Verbesserung		Verbesserung um eine Klasse	

Die Rolle der Experten



2. ggf. Ergänzung der minimalen Beurteilung durch Auswahl weiterer Kriterien und Indikatoren (erweiterte Beurteilung)

4.1 und 4.2: Für die erweiterten Kriterien liegen nur teilweise fixe Methoden vor. Diese sind ggf. durch gutachterliche Beurteilungen zu ergänzen.

5. Die Aggregation der erweiterten Kriterien erfolgt gutachterlich, die maximale Anpassung beträgt 1.5 Klassen.

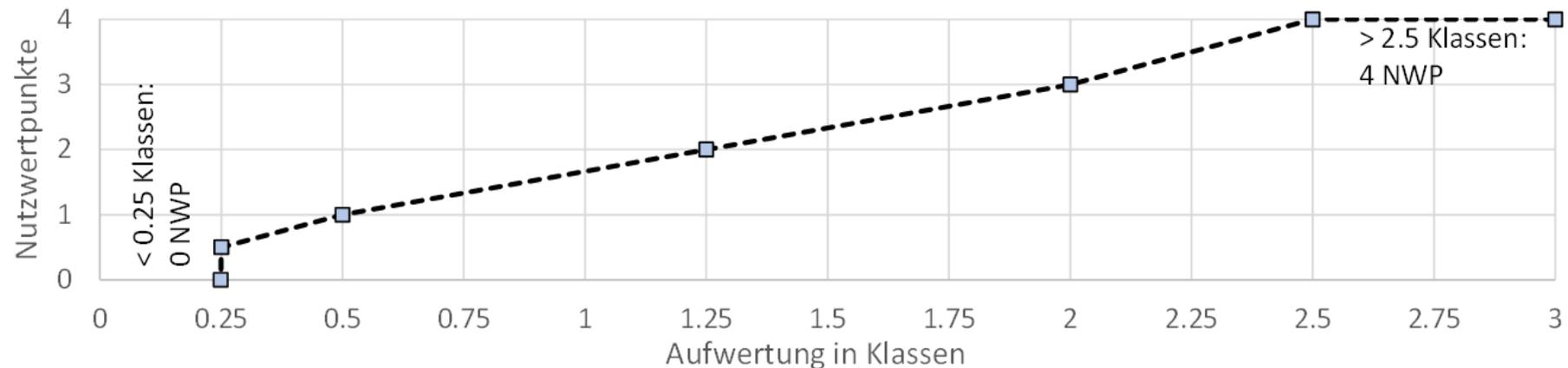
5. Die aggregierte Abschnittsbeurteilung für Schwall-Sunk und für Abflussreduktion wird durch einen Experten überprüft und plausibilisiert.

5. Die Gesamtnote pro Zustand wird bei Bedarf durch Experten ergänzt mit Kriterien, die sich nur schwer auf die einzelnen Abschnitte herunterbrechen lassen, wie z.B. Auswirkungen der punktuellen Fassungsbauwerke, Fischgängigkeit, Geschiebetrieb, ...

6. Bilanz der gewässerökologischen Verbesserung

- Unterschied der gewässerökologischen Beeinträchtigungen von zwei Zuständen (siehe Betrachtungszustände, Schritt 1)
- Interpolation zwischen Klassengrenzen

Aufwertung in Klassen		Nutzwertpunkte
≥ 2.5 Klassen	sehr grosse Verbesserung	4
2.0 Klassen	grosse Verbesserung	3
1.25 Klassen	mittlere Verbesserung	2
0.5 Klassen	geringe Verbesserung	1
0.25 Klassen	sehr geringe Verbesserung	0.5
< 0.25 Klassen	keine Verbesserung	0



Anhang 4: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben d «Interessen des Hochwasserschutzes»

$$F_d = 0.3 \text{ Mio CHF} / (\text{NWP}, \text{ km}) \times \text{NWP}_d \times \text{km}_d$$

Zur Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben d wird analysiert, ob auf der durch das Ausleitkraftwerk beeinflussten Strecke ein Hochwasserschutzdefizit besteht und wie gross allenfalls der Beitrag des Ausleitkraftwerks zur Verringerung dieses Defizits ist. Die folgende Tabelle beschreibt die diesbezügliche Klassierung von NWP_d .

NWP_d	Beschreibung
0	Es besteht kein Hochwasserschutzdefizit auf der vom Sanierungsprojekt beeinflussten Strecke, oder Es besteht zwar ein Hochwasserschutzdefizit auf der vom Sanierungsprojekt beeinflussten Strecke, das Sanierungsprojekt leistet jedoch keinen Beitrag zur Verringerung des Defizits.
1	Es besteht zwar ein Hochwasserschutzdefizit auf der vom Sanierungsprojekt beeinflussten Strecke, dieser kann allerdings mit raumplanerische und organisatorische Massnahmen gelöst werden → kein Handlungsbedarf für Schutzbauten vorhanden. Das Sanierungsprojekt leistet einen Beitrag zur Verringerung des Defizits.
2	Es besteht ein Hochwasserschutzdefizit auf der vom Sanierungsprojekt beeinflussten Strecke, die Fachstelle des Kantons anerkennt den Handlungsbedarf für die öffentliche Hand, der Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Schutzbautenprojekt behoben werden (nicht mit raumplanerischen und organisatorischen Massnahmen), Das Sanierungsprojekt behebt das Hochwasserschutzdefizit zu einem kleinen Teil, ergänzende bauliche Massnahmen (Schutzbauten) sind notwendig.
3	Es besteht ein Hochwasserschutzdefizit auf der vom Sanierungsprojekt beeinflussten Strecke, die Fachstelle des Kantons anerkennt den Handlungsbedarf für die öffentliche Hand, der Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Schutzbautenprojekt behoben werden (nicht mit raumplanerischen und organisatorischen Massnahmen), Das Sanierungsprojekt behebt das Hochwasserschutzdefizit zum grössten Teil, ergänzende organisatorische Massnahmen sind notwendig.
4	Es besteht ein Hochwasserschutzdefizit auf der vom Sanierungsprojekt beeinflussten Strecke, die Fachstelle des Kantons anerkennt den Handlungsbedarf für die öffentliche Hand, der Hochwasserschutzdefizit kann nur mit einem Schutzbautenprojekt behoben werden (nicht mit raumplanerischen und organisatorischen Massnahmen). Das Sanierungsprojekt behebt das Hochwasserschutzdefizit vollständig.

km_d = die Länge des Streckenabschnitts, welches bzgl. Hochwasserschutz ein Defizit aufweist und vom Sanierungsprojekt profitiert; gibt es mehrere Abschnitte mit unterschiedlichem Hochwasserschutzdefizit und profitieren diese Abschnitte in unterschiedlichem Ausmass vom Sanierungsprojekt (d.h. die Abschnitte weisen unterschiedliche Nutzwertpunkte auf), so wird der Finanzierungsbeitrag F_d für die einzelnen Abschnitte i bestimmt: $F_{d,i} = 0.3 \text{ Mio CHF} / (\text{NWP}, \text{ km}) \times \text{NWP}_{d,i} \times \text{km}_{d,i}$

Die Summe aller Abschnittsbeiträge $F_{d,i}$ ergibt dann den gesamten Finanzierungsbeitrag für den Buchstaben d. bzgl. Hochwasserschutz.

Anhang 5: Bestimmung der Nutzwertpunkte für den Buchstaben e «Förderung erneuerbarer Energien»

Der Nutzwert hinsichtlich Förderung erneuerbarer Energien ist mit der Energieproduktion korreliert, d.h. $NWP = f(\text{GWh})$ und ist unabhängig von der km Gewässerlänge. Der spezifische Beitrag Mio CHF pro NWP wird mit 6.5 Mio CHF festgelegt.

Damit wird für den Buchstaben e der Finanzierungsbeitrag wie folgt berechnet:

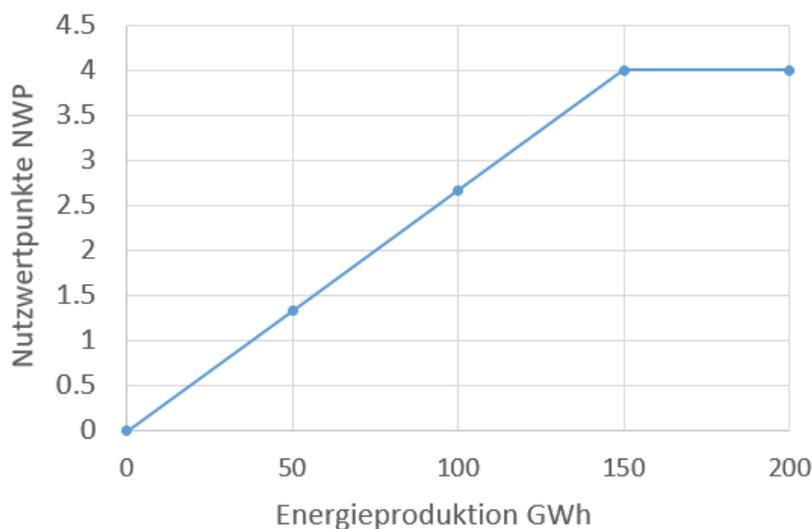
$$F_e = 6.5 \text{ Mio CHF} / NWP \times NWP_e$$

Das Energiegesetz definiert in Art. 2 Richtwerte betreffend Ausbau der Elektrizitätsproduktion aus erneuerbaren Energien. Bezüglich der Wasserkraft wird für das Jahr 2035 ein Wert für die durchschnittliche inländische Produktion von 37'400 GWh/Jahr genannt. Weitere Kriterien wie beispielsweise die Flexibilität der Produktion werden im Gesetz nicht genannt. Entsprechend erscheint es sachgerecht, bei der Methode für Bst. e) ebenfalls auf die durchschnittliche jährliche Produktion (GWh/a) abzustützen. Veränderungen in der Flexibilität eines Kraftwerks wären zudem nur mit beträchtlichem Aufwand bestimmbar.

Gemäss Potenzialabschätzungen ist für neue Grosswasserkraftanlagen ein Zubaupotenzial von knapp 1'500 GWh/a vorhanden. Anlagen, welche mehr als 10 % zu diesem Zubaupotenzial beitragen, sollen 4 NWP erhalten.

Die Nutzwertpunkte werden gemäss folgender Eckpunkte vergeben werden (vgl. Graphik):

- Energieproduktion 0 GWh/a => NWP = 0
- Energieproduktion grösser 150 GWh/a => NWP = 4
- Zwischen 0 und 150 GWh/a werden die NWP linear zwischen 0 und 4 interpoliert (siehe nachfolgende Grafik)



Für ein Kraftwerk mit 150 GWh, welches 4 NWP bekommt, wäre das ein Finanzierungsbeitrag für den Buchstaben e. von 26 Mio CHF, d.h. 0.17 Mio CHF/GWh.