

Kanton Solothurn, Amt für Umwelt

KONZEPT ERFOLGSKONTROLLE AARE OLTEN BIS AARAU

Gewässerökologische Aufwertung im Zusammenhang mit den Neukonzessionierungen KW Gösgen und KW Aarau sowie dem Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Olten bis Aarau



ARGE **AareErfolg**

IC Infraconsult, Fischwerk und Hunziker, Zarn & Partner AG

12. Mai 2014

Bild Titelseite: Ufer in der Restwasserstrecke des Kraftwerks Gösgen (Foto: Werner Dönni, 2013)

AUFTRAGGEBER:

Amt für Umwelt des Kantons Solothurn
Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn

Kontaktperson: Martin Heeb

Telefon: +41 32 627 24 90
Fax: +41 32 627 76 93
Mail: Martin.Heeb@bd.so.ch

AUFTRAGNEHMER/BEARBEITENDE:

ARGE AareErfolg
c/o IC Infraconsult AG
Kasernenstrasse 27
3013 Bern

Kontaktperson: Nicole Schiltknecht

Telefon: +41 (0)31 359 24 22
Mail: nicole.schiltknecht@infraconsult.ch

VERSIONEN:

Version	Datum	Status	Adressat	Bemerkungen
1	11.11.2013	Entwurf	Fachstellen Kantone SO und AG	
1.1	4.12.2013	Bericht	Fachstellen Kantone SO und AG und Kraftwerksbetreiber	
1.2	20.12.2013	Bericht	Fachstellen Kantone SO und AG und Kraftwerksbetreiber	
1.3	10.01.2014	Bericht	Fachstellen Kantone SO und AG sowie Kraftwerksbetreiber und Naturschutzorganisationen	
1.4	24.02.2014	Bericht	Fachstellen Kantone SO und AG sowie Kraftwerksbetreiber	
1.5	12.05.2014	Bericht	Fachstellen Kantone SO und AG sowie Kraftwerksbetreiber	

INHALT

1.	EINLEITUNG	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Erfolgskontrolle	4
2.	KONZEPT	6
2.1	Vorgehen	6
2.2	Zielsystem	6
2.3	Indikatoren	9
2.4	Massnahmentypen	12
2.5	Untersuchungsstrecken	14
2.6	Aufnahmeintervalle	18
2.7	Anzahl Aufnahmen	18
2.8	Basiserhebungen	19
2.9	Auswertungen	19
3.	BESCHREIBUNG DER INDIKATOREN	21
3.1	Geschiebehalt	21
3.2	Qualität und Korngrößenverteilung des Substrats	23
3.3	Hydromorphologischer Index der Diversität (HMID)	24
3.4	Dynamik der Sohlenstruktur	26
3.5	Dynamik der Uferstruktur	28
3.6	Veränderung des Fischbestandes	29
3.7	Durchgängigkeit für Fische	31
3.8	Libellen	33
3.9	Zeitliches Mosaik und Sukzession	35
3.10	Landschaftsstrukturmasse	37
3.11	Besucherzahl	38
3.12	Fotografische Dokumentation	39
4.	ANHANG 1: ZIELSYSTEM	40
5.	ANHANG 2: LITERATURVERZEICHNIS	43

1. EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSLAGE

Drei Projekte an der Aare	Auf dem Aareabschnitt zwischen Olten und Aarau werden in den kommenden Jahren das Hochwasser- und Revitalisierungsprojekt Aare Olten bis Aarau realisiert sowie die Wasserkraftwerke Gösgen und Aarau neu konzessioniert. Dadurch ergeben sich verschiedenartige Eingriffe am und entlang des Gewässers und den angrenzenden Lebensräumen. Die Projekte verfolgen alle u.a. das Ziel neue, wertvolle, vom Wasser geprägte Lebensräume zu schaffen. Das vorliegende Konzept beinhaltet für die drei Projekte eine übergeordnete Erfolgskontrolle für den Aare-Abschnitt Olten bis Aarau.
Geltungsbereich	Das Erfolgskontrollen-Konzept bezieht sich auf das Konzessionsgebiet der Wasserkraftwerke Gösgen und Aarau von Aarburg bis Aarau. Damit ist auch der Perimeter des Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojektes abgedeckt. Der Schwerpunkt der Erfolgskontrolle liegt im Raum vom Wehr Winznau flussabwärts und beschränkt sich auf die beiden Restwasserstrecken und den Stauraum Schönenwerd.
Ökologisches Leitbild	Das bestehende ökologische Leitbild Aare Olten bis Aarau gibt die zukünftige Entwicklungsrichtung für die Aare vor und definiert langfristige Ziele für die raumwirksamen Tätigkeiten und für die Massnahmen an der Aare.

1.2 ERFOLGSKONTROLLE

Wirkungskontrolle	<p>Der Begriff ‚Erfolgskontrolle‘ fasst zwei Kontrollarten zusammen, nämlich die ‚Umsetzungskontrolle‘ und die ‚Wirkungskontrolle‘ (siehe dazu auch UVP-Handbuch, Modul 6, Seite 3). Mit den in diesem Konzept vorgeschlagenen Indikatoren soll die Wirkung der realisierten Massnahmen der drei Aareprojekte auf die Umwelt überprüft werden.</p> <p>Im Rahmen einer Wirkungskontrolle soll mit ex ante (vor) und ex post (nach Massnahmen) Erhebungen auf bestimmten Untersuchungsstrecken der Zustand der Lebensräume im und entlang des Gewässers anhand ausgewählter Indikatoren bestimmt werden. Durch den Vorher-Nachher-Vergleich und einem Vergleich mit den angestrebten Zielen können Aussagen zur Zielerfüllung gemacht werden. So soll überprüft werden, ob mit den ausgeführten Massnahmen die beabsichtigte Wirkung erreicht wird. Die Wirkungskontrolle erfolgt ohne Einbezug eines nicht revitalisierten Kontrollabschnittes oder eines natürlichen Referenzgewässers. Oftmals können in Wirkungskontrollen Kausalitäten nicht eindeutig nachgewiesen werden. Auch die Wirkung externer Faktoren (z.B. Klimawandel, Pathogene) kann nur in Ausnahmefällen genauer analysiert werden.</p> <p>Es werden auch keine Untersuchungen in die Erfolgskontrolle aufgenommen, die generell zum Monitoring eines Bau- bzw. Hochwasserschutzprojektes gehören. Ebenfalls werden keine Aspekte untersucht, in denen durch die Projekte keine Veränderungen erwartet werden.</p>
-------------------	--

Ziel des
Erfolgskontrollen-
konzeptes

Weitere
Untersuchungen im
Perimeter

Das Erfolgskontrollen-Konzept weist die zu untersuchenden Indikatoren aus und zeigt auf wo, wann und wie sie erhoben werden sollen.

Die Kontrolle der Dotierwassermengen, das Grundwassermonitoring sowie die Wirkungskontrolle der Fischmigrationshilfe sind Aufgaben der Kraftwerksbetreiber und daher nicht Teil dieses Konzeptes.

Ebenfalls nicht Teil der Erfolgskontrolle sind Aspekte der Baubegleitung (z.B. Einhaltung Belastungsgrenzwerte, Umgang mit belasteten Standorten).

Auch müssen die Kartierung von und der Umgang mit Neophyten im Rahmen der verschiedenen Unterhaltskonzepte geregelt werden. Eine Erhebung muss im Sinne einer Überwachung regelmässig (mind. jährlich) erfolgen.

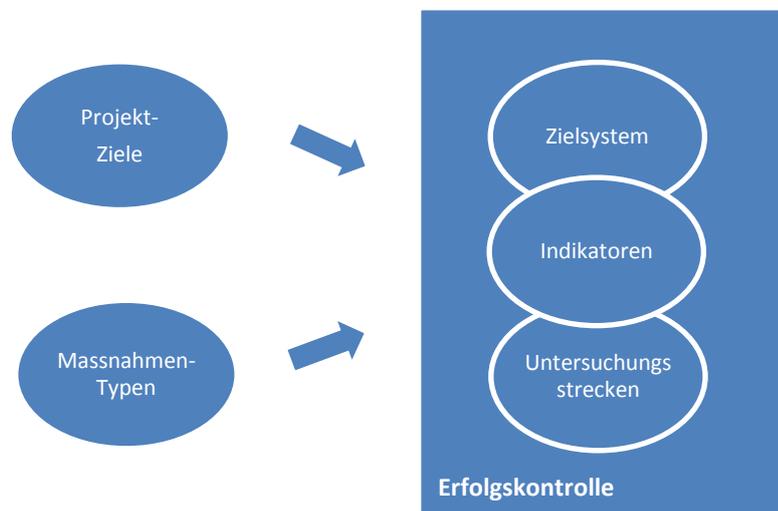
2. KONZEPT

2.1 VORGEHEN

Ablauf

Die Erarbeitung des Konzepts für die Erfolgskontrolle erfolgte über vier Schritte. In einem ersten Schritt wurde ausgehend von den vorgegebenen Projektzielen ein Zielsystem definiert. Im zweiten Schritt wurden die Teilziele des Zielsystems mit entsprechenden Indikatoren ergänzt. Anschliessend wurden die durch die drei Projekte realisierten Massnahmen in Typengruppen eingeteilt. Nachfolgend wurde bestimmt auf welchen Streckenabschnitten die Indikatoren erhoben werden. Diese vier Schritte werden nachfolgend kurz dargelegt.

Übersicht Ablauf



2.2 ZIELSYSTEM

Aufbau

Das Zielsystem orientiert sich an einem hierarchischen Wirkungsprinzip, dass die Reaktivierung grundlegender Prozesse an oberster Stelle stellt, gefolgt von den durch die Prozessen geprägten Lebensräume und den Organismen, die diese Lebensräume besiedeln. Die drei Hierarchiestufen werden folgendermassen definiert:

- **Prozesse:**
Wasserhaushalt, Feststoffhaushalt, Grundwasserhaushalt und Untergrund
- **Lebensräume:**
Strukturen und Vernetzung
- **Organismen:**
Fauna, Flora und Mensch

Das vollständige Zielsystem ist im Anhang 1: Zielsystem zu finden.

Projektziele

Diesen Hierarchiestufen wurden nun die Projektziele zugeordnet, die im Bericht „Zusammenstellung der Anforderungen der Kantone AG und SO“ [5]¹ aufgeführt sind:

1. Messbare Aufwertung der Ökologie (Anzahl Habitate, naturnahe Diversität und Abundanz von Fauna und Flora, Schaffung zusätzlicher gewässertypischer Lebensräume) und Verbesserung der longitudinalen und lateralen Vernetzung
2. Eingriffe ohne messbaren Schaden in den betroffenen Lebensräumen
3. Erhöhung der Strukturvielfalt in der Aare (morphologische Variabilität)
4. Verbesserung der Fliessgewässerdynamik (hydraulische Variabilität, Strömungsvariabilität)
5. Keine Verschlechterung des Temperaturregimes im Fliessgewässer
6. Verbesserung Geschiebetrieb
7. Erhöhung der Resilienz (Stress-Resistenz) des Gewässers
8. Hohe Zufriedenheit bei Erholungssuchenden und Interessegruppen

Die Projektziele sind zu grob formuliert, um ihnen spezifische Indikatoren zuweisen zu können. Sie werden deshalb zwecks Präzisierung in Haupt- und Teilziele und diese wiederum in Zielbereiche unterteilt.

Die Haupt- und Teilziele wurden dem Bericht „Zusammenstellung der Anforderungen der Kantone AG und SO“ [6] und dem „Ökologischen Leitbild Aare Olten bis Aarau“ [5] entnommen und leicht umformuliert. Die Präzisierungen der Teilziele resp. die Definition von Zielbereichen erfolgten durch die ARGE.

Hauptziele

Die Hauptziele lauten:

- Reaktivierung fluss- und auentypischer Prozesse
- Entstehung zusätzlicher fluss- und auentypischer Lebensräume
- Verbesserung der Vernetzung
- Förderung der standorttypischen Diversität
- Optimierung Erholungsnutzung

Im Zielsystem werden nur Bereiche betrachtet, bei denen durch die Projekte auch tatsächlich Änderungen erwartet werden. Ebenfalls nicht weiter ausgeführt werden – gemäss Vorgabe Kanton Solothurn– Teilziele bei denen ein Monitoring² vorgesehen ist oder vorzusehen ist.

¹ Die verwendete Literatur ist im Text als [Zahl] angegeben und wird im Literaturverzeichnis in Anhang 2 aufgeführt.

² Mit einem Monitoring wird die Entwicklung bestimmter Systemkomponenten unabhängig von Massnahmen überwacht.

Wirkungsprinzip		Ziele	
Hierarchiestufe	Kompartiment	Hauptziel	Teilziele
Prozesse 	Wasserhaushalt	Reaktivierung fluss- und auentypischer Prozesse	Ausreichende Wasserführung für eine flusstypische Lebensgemeinschaft
			Kein nachteiliges Temperaturregime
	Feststoffhaushalt (Geschiebe, Schwemmholz)		Geschiebetrieb verbessern
	Grundwasserhaushalt		<i>Kein explizites Teilziel definiert</i>
	Untergrund	<i>Kein explizites Teilziel definiert</i>	
Lebensräume 	Strukturen	Entstehung zusätzlicher fluss- und auentypischer Lebensräume	Zusätzliche gewässertypische Lebensräume schaffen
			Strukturvielfalt erhöhen
	Vernetzung	Verbesserung der Vernetzung	Vernetzung longitudinal verbessern
			Vernetzung lateral verbessern
Organismen	Fauna/Flora	Förderung der standorttypischen Diversität	Aquatische Fauna fördern
			Terrestrische Fauna fördern
			Terrestrische Flora fördern
	Mensch	Optimierung Erholungsnutzung	Besucherlenkung verbessern
			Erholungsdruck erkennen
		Projektakzeptanz der Interessengruppen erhöhen	

Tabelle 1: Ausschnitt aus dem Zielsystem mit dem Wirkungsprinzip und den Haupt- und Teilzielen.

Zuweisung Indikatoren Die Teilziele wurden weiter in Zielbereiche unterteilt. Diese orientieren sich an der Zusammenstellung der Indikatoren im Bericht „Zusammenstellung der Anforderungen der Kantone AG und SO“ [5]. Den Zielbereichen werden mögliche Indikatoren zugeordnet. Es werden dabei auch Überlegungen zur Indikatorenwahl kurz ausgeführt (Streichen eines Indikators, Ausführungen zu bestimmten Themen etc.).

Nachvollziehbarkeit Zur besseren Verständlichkeit werden die ursprünglich formulierten Ziele aus dem „Zusammenstellung der Anforderungen der Kantone AG und SO“ [5] und dem „Ökologischen Leitbild Aare Olten bis Aarau“ [6] in der Tabelle im Anhang aufgeführt (siehe Anhang 1: Zielsystem). Damit wird sichergestellt, dass die Nachvollziehbarkeit aller Entscheide gewährleistet ist.

2.3 INDIKATOREN

Auswahl

Die Indikatoren wurden unter Berücksichtigung der vorgesehenen Projektmassnahmen festgelegt. Folglich wurden keine Indikatoren vorgeschlagen, wenn keine Massnahmen zu einem bestimmten Teilziel vorgesehen sind. Es wurden nur Indikatoren vorgeschlagen, die die Zielerfüllung messen können, bei denen Erhebungen mit vertretbarem Aufwand möglich sind und die im vorgesehenen Zeitraum auch Aussagen liefern können.

Da es sich bei den geplanten Massnahmen in erster Linie um Eingriffe in die Ökomorphologie handelt, bieten sich Indikatoren an, die strukturelle Aspekte bewerten. Die meisten Indikatoren sind somit auf der Stufe «Lebensräume» anzusiedeln. Einige Indikatoren indizieren auf Stufe der «Prozesse», die für die Gewässerstrukturen verantwortlich sind. Zusätzlich kommen auch Indikatoren zur Anwendung, die primär von der ökomorphologischen Struktur abhängende biologische Aspekte bewerten (Arten).

Demnach haben Indikatoren, die Prozesse indizieren prinzipiell die höchste und solche die Organismen indizieren die geringste Priorität. Da die Indikatoren aber in erster Linie den Erfolg baulicher Massnahmen zeigen sollen, sind Indikatoren, die Strukturen betrachten besonders wichtig. Instinktiv sucht man aber den Erfolg eher in organismischen Indikatoren – die deshalb auch besser für die Öffentlichkeitsarbeit geeignet sind – auch wenn deren Ausprägung oft nicht eindeutig auf die strukturellen Massnahmen zurückzuführen ist.

Kriterien

Die Auswahl der Zielbereiche, für die Indikatoren vorgeschlagen wurden, erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Haupt- und Teilziel vorhanden (siehe Tabelle 2)
- Geplante Massnahmen beeinflussen den Zielbereich
- Thematik wird nicht im Rahmen eines Monitorings oder im Rahmen der Baukontrollen untersucht.
- Eine Kausalität zwischen Indikator und Massnahme lässt sich mit einer gewissen Sicherheit herstellen.

Grundlagen

Die Beschreibung der Indikatoren orientiert sich an folgenden Grundlagen:

- Handbuch EAWAG für die Erfolgskontrolle an Fliessgewässern [9]
- ExpertInnen-Wissen
- Bereits erhobene Daten im Projektgebiet

Festgelegte
Indikatoren

Es wurden die folgenden Indikatoren festgelegt (eine umfassende Beschreibung der Indikatoren erfolgt in Kapitel 3):

- 3.1 Geschiebehaushalt
- 3.2 Qualität und Korngrößenverteilung des Substrats
- 3.3 Hydromorphologischer Index der Diversität (HMID)
- 3.4 Dynamik der Sohlenstruktur
- 3.5 Dynamik der Uferstruktur
- 3.6 Veränderung des Fischbestandes
- 3.7 Durchgängigkeit für Fische
- 3.8 Libellen
- 3.9 Zeitliches Mosaik und Sukzession
- 3.10 Landschaftsstrukturmasse
- 3.11 Besucherzahl
- 3.12 Fotografische Dokumentation

Öffentlichkeit

Synergiemöglichkeiten zwischen der Öffentlichkeitsarbeit der drei Projekte und der Erfolgskontrolle sollen genutzt werden. Die Erhebung der ausgewählten Indikatoren wird eher wissenschaftlich geprägte Ergebnisse liefern. Sie sind nur bedingt geeignet, den ökologischen Erfolg einer breiten Öffentlichkeit aufzuzeigen. Um diese über die erzielten bzw. erhofften Auswirkungen des Projektes zu informieren, soll die Erfolgskontrolle deshalb mit einer speziellen Fotodokumentation ergänzt werden, die hier ebenfalls als Indikator betrachtet wird. Bilder sind die besten Informationsträger für die Öffentlichkeitsarbeit. Es macht deshalb mehr Sinn, einen gewissen Aufwand in eine ausführliche Fotodokumentation zu stecken, als einen zusätzlichen Indikator mit «Kuschelfaktor» (z. B. Eisvogel) zu definieren.

Indikatoren		3.1 Geschiebehaushalt	3.2 Qualität und Korngrößenverteilung des Substrats	3.3 Hydromorphologischer Index der Diversität (HMID)	3.4 Dynamik der Sohlenstruktur	3.5 Dynamik der Uferstruktur	3.6 Veränderung des Fischbestandes	3.7 Durchgängigkeit für Fische	3.8 Libellen	3.9 Zeitliches Mosaik und Sukzession	3.10 Landschaftsstrukturmasse	3.11 Besucherzahl	3.12 Fotografische Dokumentation
Teilziele													
Prozesse	Geschiebetrieb verbessern	•	•	•	•								
	Zusätzliche Gewässertypische Lebensräume schaffen	•				•	•		•	•	•		•
Lebensräume	Strukturvielfalt erhöhen	•	•	•	•	•	•			•	•		•
	Vernetzung longitudinal verbessern						•	•					
	Vernetzung lateral verbessern					•	•		•	•	•		
Organismen	Aquatische Fauna fördern			•	•	•	•	•					
	Terrestrische Fauna fördern								•				
	Terrestrische Flora fördern									•	•		
	Optimierung Erholungsnutzung											•	
Total direkte Messgrösse		1	2	1	1	2	1	1	1	4	4	1	2
Total indirekte Messgrösse		2		2	2	2	4	1	2				

Tabelle 2: Wirkung der ausgewählten Indikatoren (Nummer = Kapitel) hinsichtlich der im Zielsystem definierten Teilziele

- direkte Messgrösse. Der Indikator zielt direkt auf dieses Teilziel ab.
- indirekte Messgrösse. Der Indikator zielt nur indirekt auf dieses Teilziel ab, d.h. er indiziert einen anderen Parameter, der dieses Teilziel beeinflusst.

2.4 MASSNAHMENTYPEN

Bildung von Massnahmentypen	Durch die drei Projekte Hochwasser- und Revitalisierungsprojekt Aare Olten bis Aarau, Neukonzessionierung Wasserkraftwerk Gösgen und Neukonzessionierung Wasserkraftwerk Aarau werden unterschiedliche Massnahmen im Aareraum realisiert. Die ARGE teilte die vorgesehenen Massnahmen, die Einfluss auf die zu überprüfenden Ziele haben, in Typengruppen ein. So können jedem Teilziel ein oder mehrere Massnahmentypen zugeordnet werden (siehe Tabelle 3). Nachfolgend werden die einzelnen Massnahmentypen kurz beschrieben.
Geschiebehalt	Vorgesehen sind ein neues Lenkungsbauwerk, welches die Geschiebedurchgängigkeit beim Wehr Schönenwerd ermöglicht und ein Öffnen der Schützen beim Wehr Winznau bei $650\text{m}^3/\text{s}$ statt bei $860\text{m}^3/\text{s}$ sowie ein Kieszugabepplatz unterhalb des Wehrs Winznau. Kieszugaben sind dann vorgesehen, wenn ein Geschiebedefizit nachgewiesen werden kann.
Seitengerinne	Durch den Abtrag von Feinsedimentablagerungen im Uferbereich und der Gestaltung von Inseln werden stabile, ständig durchflossene Seitengerinne geschaffen (Sohle 50 cm unter Niederwasserspiegel). Die Inselspitzen werden teilweise befestigt.
Uferstrukturierungen	Gewisse Uferabschnitte werden mit eingehängten Bäumen, Baumbuhnen, Wurzelstämmen, Eisvogelwänden und Fischunterstände aus Totholz strukturiert. Zusätzlich werden Blocksätze begrünt und die Ufererosion gefördert (passiv).
Stillgewässer	Stehende Weiher werden auf dem Areal Netzbau, im Grien, beim Erzbachpumpwerk und im Obergösger Schachen realisiert.
Auenvegetation	Auf eine Revitalisierung der Auenvegetation wird nicht direkt durch die Umsetzung von spezifischen Massnahmen abgezielt. Massnahmen, wie die Seitengerinne, haben aber direkte Auswirkungen auf die Vegetation im Uferbereich und daher eine direkte Wirkung auf die Auenvegetation.
Rückbau Ballyschwelle	Die Ballyschwelle inklusive Uferanschlüsse wird vollständig rückgebaut und ein offener Sohlengurt eingebaut.

Massnahmentypen									
Teilziele		Geschiebehaushalt	Seitengerinne	Uferstrukturierungen	Stillgewässer	Auenvegetation	Rückbau Ballyschwelle	Anzahl Massnahmentypen direkte Wirkung	Anzahl Massnahmentypen indirekte Wirkung
Prozesse	Geschiebetrieb verbessern	•	•					1	1
Lebensräume	Zusätzliche Gewässertypische Lebensräume schaffen	•	•	•	•	•		4	1
	Strukturvielfalt erhöhen	•	•	•	•	•		4	1
	Vernetzung longitudinal verbessern					•	•	1	1
	Vernetzung lateral verbessern	•	•	•		•		3	1
Organismen	Aquatische Fauna fördern	•	•	•	•		•	2	3
	Terrestrische Fauna fördern	•	•	•	•	•		1	4
	Terrestrische Flora fördern	•	•	•		•		1	3
	Erholungsnutzung optimieren		•		•	•	•	0	4

Tabelle 3: Wirkung der Massnahmentypen hinsichtlich der im Zielsystem definierten Teilziel (ohne Teilziele, welchen keine Indikatoren zugewiesen wurden)

- direkte Wirkung. Die Massnahme zielt direkt auf dieses Teilziel ab.
- indirekte Wirkung. Die Massnahme zielt nur indirekt auf dieses Ziel ab, d.h. sie indiziert einen anderen Parameter der dieses Teilziel beeinflusst.

2.5 UNTERSUCHUNGSSTRECKEN

Auswahl	Die ARGE bezeichnete im Projektgebiet 9 Untersuchungsstrecken (vgl. Abb. 1). Die Auswahl der Strecken orientierte sich an den geplanten Massnahmen in den drei Projekten (siehe Kapitel 2.4). Die Restwasserstrecke des Kraftwerks Aarau wird aufgrund des erhöhten Abflusses während der Bauphase untersucht. Auf jeder Untersuchungsstrecke wird im Rahmen der Erhebungen zum Ausgangszustand ein ca. 300 m langer Abschnitt festgelegt, in der Restwasserstrecke Aarau sind es ca. 800 m. Die Breite für die terrestrischen Aufnahmen orientiert sich am Projektperimeter. Nachfolgend wird jeder Abschnitt kurz charakterisiert.
U1: Ganzer Projektabschnitt	Die Geschiebedurchgängigkeit wird im Abschnitt vom Wehr Winznau bis unterhalb des Wehrs Schönenwerd durch ein früheres Öffnen der Schützen beim Wehr Winznau sowie einem Lenkungsbauwerk beim Wehr Schönenwerd erhöht werden. Optional ist eine Kieszugabe in die Restwasserstrecke Gösgen möglich.
U2: Seitengrinne Schachen Winznau	Das Erstellen von Seitengerinnen stellt die Hauptmassnahme zur Erhöhung der Durchflusskapazität der Aare dar. Dadurch soll es zu einer deutlichen Aufwertung der aquatischen und semiaquatischen Lebensräume kommen.
U3: Stillgewässer Schachenwald Obergösgen	In einem verlandeten Altarm werden zwei stehende, grundwassergespiesene Weher erstellt. Sie dienen der Förderung verschiedener Amphibien- und Libellenarten und der Erhöhung der Strukturvielfalt.
U4: Uferstrukturierung Schachen Niedergösgen	Die Uferlinie und der ufernahe Unterwasserbereich werden durch die Schaffung von Fischunterständen aus Totholz, Begrünung des Blocksatzes und den Einbau von Wurzelstämmen und Baumbuhnen strukturiert.
U5: Seitengrinne Schachen Niedergösgen	Das Erstellen von Seitengerinnen stellt die Hauptmassnahme zur Erhöhung der Durchflusskapazität der Aare dar. Dadurch soll es zu einer deutlichen Aufwertung der aquatischen und semiaquatischen Lebensräume kommen.
U6: Rückbau Ballyschwelle	Durch den Rückbau der Ballyschwelle wird die Durchgängigkeit für Fische wieder hergestellt und der Rückstau flussaufwärts soll aufgehoben werden.
U7: Eigendynamik Wöschnau/Seitengrinne Grien	Während des Umbaus des Kraftwerks Aarau wird der Oberwasserkanal während ca. sieben Monaten abgeschaltet und der Abfluss in der Restwasserstrecke markant erhöht. Neben dem neuen Seitengrinne wird deshalb dieser temporär stark erhöhte Abflusses wesentliche Auswirkungen auf die Morphologie in der Restwasserstrecke des Kraftwerks Aarau haben. Diese Untersuchungsstrecke U7 wurde deshalb nicht nur wegen einer baulichen Massnahme, sondern auch wegen den spezifischen Abflussverhältnissen während der Bauphase ausgewählt. Damit unterscheidet sich U7 von den übrigen Untersuchungsstrecken. Aufgrund dieser spezifischen Situation weist sie eine Länge von 800 m auf. ³

³ In Kap. 2.4 wird kein spezifischer Massnahmentyp zur Abflusserhöhung formuliert.

- U8: Stillgewässer Grien Im Grien wird ein durchflossenes Seitengewässer und ein Amphibienteich erstellt. Sie dienen der Förderung verschiedener Amphibien- und Libellenarten und der Erhöhung der Strukturvielfalt.
- U9: Stillgewässer Netzbau Das ganze Areal Netzbau wird naturnah gestaltet. Es werden zwei neue Weiher erstellt. Sie dienen der Förderung verschiedener Amphibien- und Libellenarten und der Erhöhung der Strukturvielfalt.

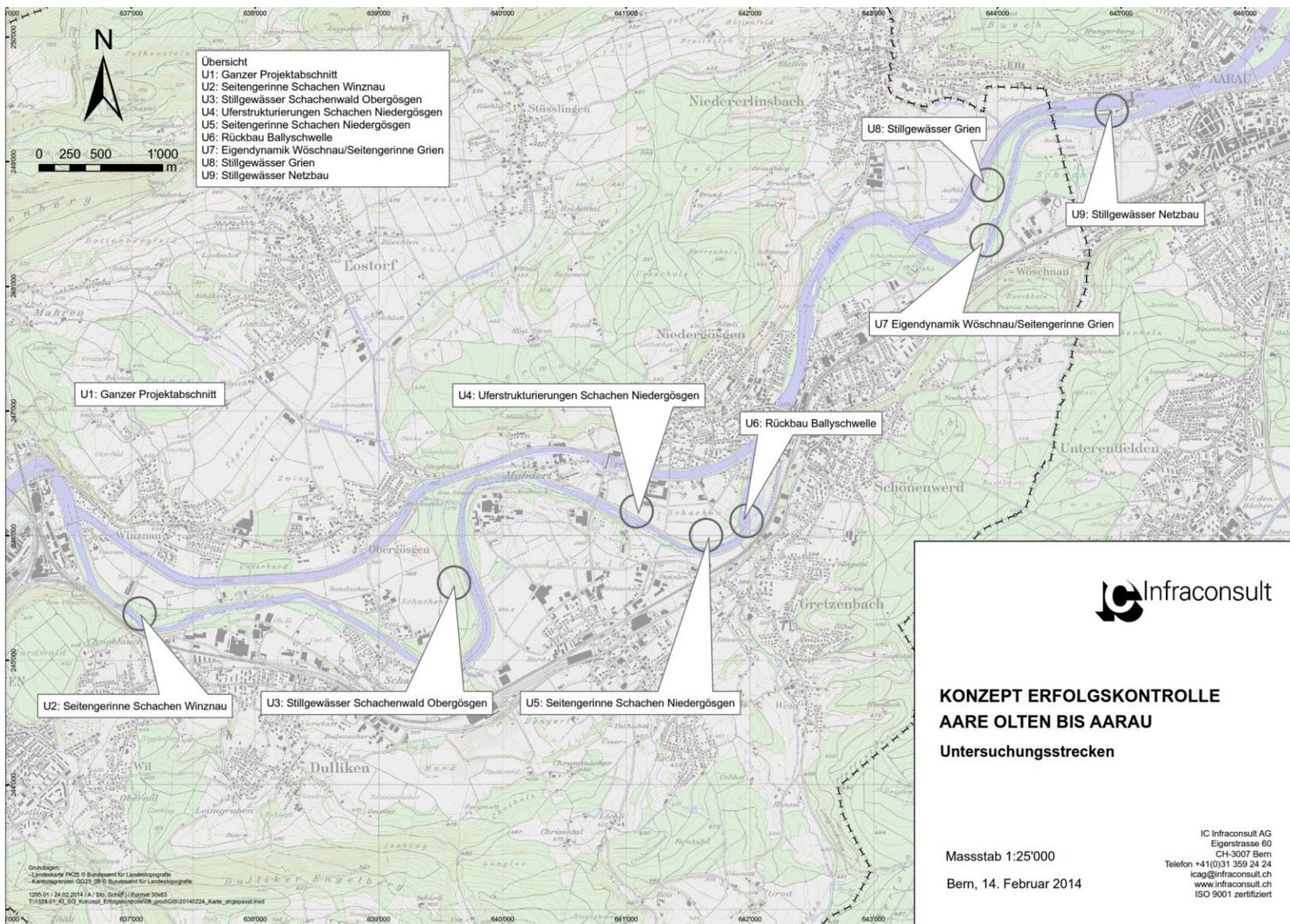


Abbildung 1: Standorte der Untersuchungsstrecken für die Erfolgskontrolle

	Indikatoren	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12
		Geschiebehaushalt	Qualität und Korngrößenverteilung des Substrats	Hydromorphologischer Index der Diversität (HMID)	Dynamik der Sohlenstruktur	Dynamik der Uferstruktur	Veränderung des Fischbestandes	Durchgängigkeit für Fische	Libellen	Zeitliches Mosaik und Sukzession	Landschaftsstrukturmasse	Besucherzahl	Fotografische Dokumentation
Untersuchungsstrecken	U1 Ganzer Projektabschnitt	1											
	U2 Seitengerinne Schachen Winznau		1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
	U3 Stillgewässer Schachenwald Obergösgen								1				
	U4 Uferstrukturierung Schachen Niedergösgen					1							
	U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen		1	1	1	2	1	1		1	1		1
	U6 Rückbau Ballyschwelle							1				1	1
	U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien		1	1	1	1	1		1	1	1		1
	U8 Stillgewässer Grien								1				1
	U9 Stillgewässer Netzbau											1	
Erhebungszeitpunkt	Frühling												
	Sommer			•			•		•	•	•	•	•
	Herbst			•	•		•	•					
	Winter	•	•	•	•	•		•					•
	Niederwasser	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
	Mittelwasser												
	Hochwasser												
Total Erhebungen		1	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	5

Tabelle 4: Für die Erfolgskontrolle zu verwendende Indikatoren, deren Prioritäten (1 oder 2), die Untersuchungsstrecken und Erhebungszeitpunkte

2.6 AUFNAHMEINTERVALLE

Aufnahmeintervalle Die bauliche Umsetzung der Massnahmen wird sich über mehrere Jahre erstrecken (bis ca. 2019). Die Etappierung der Bauarbeiten ist derzeit noch nicht bekannt und kann Auswirkungen auf den Zeitplan für die Aufnahmen des Projektzustandes haben. Zudem muss den revitalisierten Flussabschnitten Zeit für die Entwicklung der Strukturen eingeräumt werden. Die Erfolgskontrolle umfasst daher die Erhebung von drei Zeit-Zuständen.

- Ausgangszustand (ca. 2014):
Dokumentation des Zustandes vor Beginn der Bauarbeiten.
- Zustand Bauende (nur Untersuchungsstrecke „ U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien“):
Dokumentation des Zustandes unmittelbar nach dem Bau
- 1. Aufnahme des Projektzustandes (Wirkungskontrolle/Validierung):
ca. 5 Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten und nach kleineren Hochwassern (d.h. $Q > 400 \text{ m}^3/\text{s}$ in der Restwasserstrecke, entspricht ca. einem HQ5 in der Aare).
- 2. Aufnahme des Projektzustandes (Wirkungskontrolle/Validierung):
10 Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten.

Monitoring Grundsätzlich wird ein Abschluss der Erfolgskontrolle bereits wenige Jahre nach Beendigung der Bauarbeiten der langfristigen Entwicklung der aquatischen, amphibischen und terrestrischen Lebensräume bis zur Erreichung der angestrebten Ziele möglicherweise nicht gerecht. Die Erfolgskontrolle soll deshalb bei Bedarf in ein Monitoring (Überwachung der Langzeitentwicklung) überführt werden, indem die Indikatoren, die sich bewährt haben, regelmässig erhoben werden.

2.7 ANZAHL AUFNAHMEN

Jahreszeiten und Pegelstände Ein Indikator kann auf verschiedenen Untersuchungsstrecken, zu verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedenen Abflüssen erhoben werden. Hier wurden ebenfalls Prioritäten gesetzt. Beispiel: Ein Indikator muss bei Niederwasser (Priorität 1) und sollte wenn möglich auch bei Mittelwasser (Priorität 2) erhoben werden.

Anzahl Aufnahmen Eine Aufnahme entspricht der Untersuchung auf einer bestimmten Untersuchungsstrecke zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Anzahl Aufnahmen pro Indikator ergeben sich somit aus der Anzahl der Untersuchungsstrecken, der Anzahl zu untersuchender Zustände (Jahreszeit/Abfluss) und dem Aufnahmeintervall (1 Ausgangszustand, 1 Zustand Bauende⁴, 2 Projektzustände⁵).

⁴ Nur in der Untersuchungsstrecke " U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien"

⁵ In der Untersuchungsstrecke " U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien" nur 1 Projektzustand

2.8 BASISERHEBUNGEN

Bestehende Datenbasis	Im Projektperimeter wurden bisher sehr viele Untersuchungen im Umweltbereich gemacht. In den meisten Fällen können die vorhanden Daten jedoch nicht direkt für die Erfolgskontrolle verwendet werden, da die Erhebungen sich in Zielsetzung und Methode unterscheiden.
Synergien	Einige Indikatoren basieren auf der gleichen Datenbasis oder können im Zuge der gleichen Feldkartierung erhoben werden. Allenfalls sind kleinere indikatorspezifische Zusatzerhebungen notwendig. Daraus ergeben sich verschiedene Synergien.
Numerisch hydraulische 2d-Modelle	Beim numerischen hydraulischen 2d-Modell handelt es sich um ein Computermodell, welches aufgrund von Terrain- und Abflussdaten die Strömungsrichtung, die Wasserspiegel und die Fliessgeschwindigkeiten berechnet. Numerische Simulationen haben den entscheidenden Vorteil, dass verschiedene Indikatoren ohne aufwändige Feldarbeiten für verschiedene Abflussmengen erfasst werden können [7]. Die Untersuchungsstrecke wird detailliert vermessen. Aufgrund der aufgenommenen Gerinnegeometrie wird anschliessend ein Geländemodell erstellt, welches die Basis für ein hydraulisches 2d-Strömungsmodell bildet. Für die gewünschten Abflüsse werden die mittleren Fliessgeschwindigkeiten (tiefengemittelt) und die Wassertiefen berechnet. Das Modell muss etwas länger als die Untersuchungsstrecke gewählt werden und die ganze Breite der Restwasserstrecke abbilden.
Lebensraumtypenkartierung, terrestrisch	Die Kartierung umfasst Fläche und Lage der einzelnen Lebensraumtypen, die durchschnittliche Vegetationsdeckung (in %) und Vegetationshöhe (in m) (Details vgl. Handbuch EAWAG, Steckbrief 19, [9]). Gegenüber den im Steckbrief aufgelisteten Lebensraumtypen wird eine verfeinerte Einteilung nach Delarze & Gonseth [3] angewandt. Zusätzlich soll der Typ "Neophytenbestände" definiert und erhoben werden. Die Lebensraumtypen werden anhand der floristischen Zusammensetzung ausgeschieden. Die Erhebungen werden während der Vegetationsperiode durchgeführt. Wald: Mai-Juli; krautige Vegetation: Juni-September

2.9 AUSWERTUNGEN

Überprüfung	<p>Nach der 1. und 2. Aufnahme wird überprüft, ob die Revitalisierungsmassnahmen die gewünschte physikalische Wirkung auf Ebene der Prozesse und Lebensräume sowie die postulierten Reaktionen auf Ebene der Arten erzielten.</p> <p>Nach der 2. Aufnahme des Projektzustandes erfolgt eine Gesamtschau zum ökologischen Erfolg der umgesetzten Massnahmen. Falls der ökologische Erfolg sich nicht im gewünschten Masse einstellt, müssen die Ursachen gefunden werden. Erst dann können adäquate „Verbesserungs“-Massnahmen diskutiert werden. Welche Massnahmen das sein könnten, lässt sich zum heutigen Zeitpunkt nicht sagen.</p>
-------------	---

Bewertung	<p>Nach der 1. Aufnahme des Projektzustands erfolgt eine erste Bewertung gemäss dem Handbuch der EAWAG [9]. Die Indikatorwerte werden standardisiert (Wert zwischen 0 und 1), um sie vergleichen zu können. Für Indikatoren, die nicht im Handbuch enthalten sind, wird ein Standardisierungsverfahren entwickelt, sofern dies sinnvoll erscheint. Die Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand werden mit Hilfe einer Vergleichsmatrix ermittelt. Abschliessend wird die Entwicklung der kontrollierten Ziele beurteilt.</p>
Vorgehen	<p>Auf der Basis der Ergebnisse der 1. Aufnahme des Projektzustands wird über das weitere Vorgehen entschieden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Welche Indikatoren haben sich bewährt und werden deshalb weiter erhoben? ▪ Welche Indikatoren haben sich nicht bewährt (wenig Aussagekraft, schwierige Erhebung, hohe Kosten usw.) und werden daher nicht weiter erhoben? ▪ Bei welchen Zielen ist der Zielerfüllungsgrad deutlich tiefer als erwartet? Soll bereits mit spezifischen Massnahmen eingegriffen oder soll erst nach der 2. Projektzustandserhebung darüber entschieden werden?

3. BESCHREIBUNG DER INDIKATOREN

3.1 GESCHIEBEHAUSHALT

Definition	Qualitative Beschreibung des Geschiebehaushaltes
Handbuch EAWAG	Steckbriefnr. 12, Geschiebe: Geschiebehaushalt
Indizierte Ziele	Abklärung, ob genügend Geschiebe in die untersuchte Strecke eingetragen wird.
Begründung	Aus ökologischer Sicht ist der Transport von Geschiebe, insbesondere von Kies (Korndurchmesser 1-10 cm), wichtig. Der Geschiebeeintrag in die Projektstrecke muss darum genügend gross sein und der Geschiebehaushalt muss sich in einem Gleichgewichtszustand oder sogar in einem leichten Auf-landungszustand befinden. In einem solchen Zustand ist mit Sohlenstrukturen und einem vielfältigen Sohlensubstrat zu rechnen.
Zu erhebende Daten	Veränderung der mittleren Sohle in den aufgenommenen Querprofilen
Vorgehen	Auswertung der vom BAFU aufgenommenen Querprofile ⁶ . Da das BAFU die Querprofile nur ca. alle 10 Jahre aufnimmt, wird der Indika-tor Geschiebehaushalt zeitlich unabhängig von den anderen Indikatoren beur-teilt. Der Quervergleich mit den anderen Indikatoren, z.B. Korngrössenvertei-lung, ist trotzdem möglich.
Erhebungszeitpunkt	Aufnahme in Niederwasserperioden, Entscheid durch Vermesser
Untersuchungsgebiet	ganzer Projektabschnitt

Untersuchungsgebiet	Erhebungszustand							
	Priorität	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität					1	1		
U1 Ganzer Projektabschnitt	1				●	●		

Auswertung	Qualitative Beurteilung des Geschiebehaushaltes, des Geschiebetransports, der Geschiebeumlagerung und der Seitenerosionsprozesse aufgrund von gemessenen Längen- und Querprofilen. Auswertung der vorhandenen Berichte von der Flussbau AG [8] zum Geschiebehaushalt der Aare.
------------	--

⁶ Die letzten Querprofilaufnahmen des BAFU wurden 2008 – d.h. nach dem Hochwasserereignis von 2007 – durchgeführt und sind somit zur Auswertung des Ausgangszustands geeignet. Die Neuvermessung durch das BAFU erfolgt alle 10 Jahre.

Synergienöglichkeiten

Die Massnahmen auf dem Projektabschnitt Olten-Aarau müssen im Rahmen der grossräumigen Massnahmen zur Reaktivierung des Geschiebetriebes in der Aare beurteilt werden.

Literatur

[9]

3.2 QUALITÄT UND KORNGRÖSSENVERTEILUNG DES SUBSTRATS

Definition	Qualität und Korngrößenverteilung des Substrates
Handbuch EAWAG	Steckbriefnr. 35
Indizierte Ziele	Die Kornverteilung des Sohlsubstrates als wichtiger Indikator im Hinblick auf einen ausgeglichenen Geschiebetransport.
Begründung	Die Korngrößenverteilung des Sohlsubstrates erlaubt Rückschlüsse, ob genügend Geschiebe transportiert wird. Aus ökologischer Sicht ist eine Variabilität der Korngrößen und insbesondere das Vorhandensein von Kies (Korndurchmesser 1-10 cm) wichtig.
Zu erhebende Daten	Korngrößenverteilung des Sohlensubstrates, Flächenverteilung verschiedener Substratklassen
Vorgehen	Messung der Granulometrie mittels Linienzahlanalysen an 5 Stellen pro Untersuchungsstrecke. Ermittlung des Flächenanteils verschiedener Substratklassen aufgrund der optischen Beurteilung verschiedener Zonen.
Erhebungszeitpunkt	Bei Niederwasser
Untersuchungsgebiet	

Untersuchungsgebiet	Priorität	Erhebungszustand						
		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität					1	1		
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1				•	•		
U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen	1				•	•		
U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1				•	•		

Auswertung	Auswertung der Linienzahlanalysen und Ermittlung der Veränderung der charakteristischen Korngrößen d35, dm und d90. Analyse der Veränderung des Flächenanteils der Substratklassen, Details vgl. Handbuch EAWAG [9].
Synergiemöglichkeiten	Synergien zum Indikator Geschiebehaushalt
Literatur	[9]

3.3 HYDROMORPHOLOGISCHER INDEX DER DIVERSITÄT (HMID)

Definition	Quantitative Ermittlung der Variabilität der maximalen Wassertiefen und der Fließgeschwindigkeitsunterschiede
Handbuch EAWAG	Basiert auf den Steckbriefnr. 16 und 17
Indizierte Ziele	Erhöhung der Strukturvielfalt und damit der Vielfalt an aquatischen Habitaten.
Begründung	<p>Die Variabilitäten der Abflusstiefen und Fließgeschwindigkeiten sind geeignete Parameter zur Beurteilung der Morphologie resp. der Sohlenstrukturen. Zudem charakterisieren sie die räumliche Verteilung unterschiedlicher Lebensräume, insbesondere für Adult- und Jungfische.</p> <p>Die Fließgeschwindigkeit und die Wassertiefe in den Restwasserstrecken der Kraftwerke Gösgen und Aarau weisen bereits heute eine relativ hohe Variabilität auf, die aber weit von naturnahen Verhältnissen entfernt ist. Hohe Variabilitäten dieser Parameter gehören zu den wichtigsten gewässerökologischen Projektzielen.</p>
Zu erhebende Daten	Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten bei verschiedenen Abflüssen mit Hilfe eines 2D-Strömungsmodells
Vorgehen	<p>Detaillierte Vermessung der Sohlentopographie der Aare (ca. 5x5 m Raster) im Untersuchungsgebiet und Aufbau eines 2D-Strömungsmodells. Berechnung der Wasserspiegel für die 3 Restwasserzustände.</p> <p>Ist-Zustand Restwasserstrecke Gösgen: 7.5 m³/s (Winter), 10 m³/s (Frühling/Herbst), 15 m³/s (Sommer).</p> <p>Projekt-Zustand Restwasserstrecke Gösgen 15 m³/s (Winter), 20 m³/s (Frühling/Herbst), 25 m³/s (Sommer).</p>
Erhebungszeitpunkt	Terrestrische Erhebung der Sohlentopographie bei Niederwasser, Echolotvermessung bei Mittelwasser von einem Boot aus oder Laservermessung, Entscheid durch Vermesser.
Untersuchungsgebiet	

Untersuchungsgebiet	Berechnungszustand							
	Priorität	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität			2	1	1	1		
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1		●	●	●	●		
U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen	1		●	●	●	●		
U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1		●	●	●	●		

Auswertung	Berechnung des Variationskoeffizienten beider Parameter. Standardisierung auf Werte zwischen 0 und 1 gemäss Handbuch EAWAG. Berechnung der Vielfältigkeit (HMID) mittels der Variationskoeffizienten gemäss [4]
Synergienmöglichkeiten	Keine
Bemerkungen	Die Tiefenvariabilität hängt zumindest teilweise von der Wasserspiegelbreitenvariabilität ab. Auch die Kartierung der Sohlenstruktur liefert Angaben zu den Wassertiefen.
Literatur	[4], [9]

3.4 DYNAMIK DER SOHLENSTRUKTUR

Definition	<p>Quantitative Verteilung der Mesohabitate.</p> <p>Mesohabitate sind Flächen, die bezüglich Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Substratzusammensetzung in sich einheitlich sind (z. B. Schnelle, Riffel, Flachwasser, Kolk usw.).</p>
Handbuch EAWAG	Steckbriefnr. 33, Sohle: Dynamik der Sohlenstruktur
Indizierte Ziele	Erhöhung der Strukturvielfalt und damit der Vielfalt an aquatischen Habitaten
Begründung	<p>Ein naturnahes Fließgewässer besteht aufgrund unterschiedlicher hydraulischer Bedingungen aus verschiedenen Sohlenformen und somit auch verschiedene Habitatstrukturen. Die Vielfalt, die Grösse, die Form und die räumliche Verteilung dieser Habitate bestimmen massgeblich die Artenzusammensetzung und Häufigkeit der aquatischen Flora und Fauna.</p> <p>Die Fließgeschwindigkeit und die Wassertiefe in den Restwasserstrecken der Kraftwerke Gösgen und Aarau weisen bereits heute eine relativ hohe Variabilität auf, die aber weit von naturnahen Verhältnissen entfernt ist. Hohe Variabilitäten dieser Parameter gehören zu den wichtigsten gewässerökologischen Projektzielen.</p> <p>Das Angebot an unterschiedlichen Habitaten ist bereits heute relativ hoch, aber weit von naturnahen Verhältnissen entfernt. Die Ausbildung dieser Sohlenstrukturen ist eines der wichtigsten gewässerökologischen Entwicklungsziele.</p>
Zu erhebende Daten	Lage und Fläche der einzelnen Mesohabitate.
Vorgehen	Im Gegensatz zu den im Steckbrief der EAWAG aufgeführten Sohlenstrukturen, werden die räumlich feiner aufgelösten Mesohabitate kartiert. Die minimale Ausdehnung eines Mesohabitats beträgt in der grössten linearen Dimension (Länge, Breite, Diagonale) etwa die mittlere Wasserspiegelbreite. Die Bestimmung erfolgt nach einem Vorschlag der American Fisheries Society [1]. Die Kartierung erfolgt soweit möglich anhand von Orthofotos und wird im Feld verifiziert bzw. ergänzt. Zusätzlich kann auf die Ergebnisse der 2d-Simulationen abgestützt werden.
Erhebungszeitpunkt	<p>Restwasserstrecke KW Gösgen: Ist-Zustand: Herbst (Restwasserabfluss = 10 m³/s), Winter (7.5 m³/s). Projekt-Zustand: Herbst (20 m³/s), Winter (15 m³/s).</p> <p>Restwasserstrecke KW Aarau: Ist-Zustand: Herbst (10 m³/s), Winter (7.5 m³/s). Zustand Bauende: Herbst (ca. 20 m³/s), Winter (ca. 12–15 m³/s) Projekt-Zustand: Herbst (ca. 20 m³/s), Winter (ca. 12–15 m³/s).</p>

Untersuchungsgebiet

Untersuchungsgebiet	Erhebungszustand							
	Priorität	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niedrigwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität				2	1	1		
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1			●	●	●		
U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen	1			●	●	●		
U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1			●	●	●		

Auswertung

Anteil der kartierten Fläche, die sich zwischen dem Ausgangszustand und dem Projektzustand verändert. Standardisierung auf Werte zwischen 0 und 1. Details vgl. Handbuch EAWAG

Synergienmöglichkeiten

Keine eigentlichen Synergien zu anderen Indikatoren. Das hydraulische 2D-Modell liefert aber erste Hinweise auf die Verteilung der Mesohabitate. Der Indikator Landschaftstrukturmasse bezieht die Verteilung der Mesohabitate in die Auswertung mit ein.

Bemerkungen

Die Länge der Untersuchungsstrecke sollte im Idealfall etwa 30x die mittlere Wasserspiegelbreite betragen, was in der Restwasserstrecke einer Flusslänge von etwa 900 m entspricht. Die sinnvolle Streckenlänge muss sich am Massnahmenperimeter orientieren.

Literatur

[9]

3.5 DYNAMIK DER UFERSTRUKTUR

Definition	Veränderung der Uferlinie und Verteilung der Uferstrukturen
Handbuch EAWAG	Steckbriefnr. 43, Ufer: Dynamik der Uferstruktur
Indizierte Ziele	Erhöhung der Strukturvielfalt und damit der lateralen Wasser-Land-Vernetzung
Begründung	<p>Die Uferlinie bildet die Schnittstelle zwischen dem aquatischen und dem terrestrischen Raum. Als Grenzbiotop bietet ein natürliches Ufer vielen spezialisierten Arten einen Lebensraum. Die Veränderung der Uferstruktur charakterisiert die Morphodynamik des Gewässers.</p> <p>Die Uferlinie in den Restwasserstrecken der Kraftwerke Gösgen und Aarau weist bereits heute eine relativ hohe Variabilität auf, die aber weit von naturnahen Verhältnissen entfernt ist.</p>
Zu erhebende Daten	Länge und Lage der natürlichen/naturnahen Uferstrukturtypen bei minimalem Restwasser
Vorgehen	Feldkartierung der Uferstrukturen mit GPS (Submetergenauigkeit), Datenauswertung im GIS
Erhebungszeitpunkt	Periode mit minimalem Restwasserabfluss ausserhalb der Vegetationszeit
Untersuchungsgebiet	

Untersuchungsgebiet	Priorität	Erhebungszustand						
		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität					1	1		
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	2				●	●		
U4 Uferstrukturierung Schachen Niedergösgen	1				●	●		
U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen	2				●	●		
U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1				●	●		

Auswertung	Uferlänge mit Veränderung der Struktur, Standardisierung auf Werte zwischen 0 und 1, Details vgl. Handbuch EAWAG
Synergiemöglichkeiten	Das hydraulisches 2D-Modell liefert zumindest Hinweise auf die Lage der Uferlinie.
Literatur	[9]

3.6 VERÄNDERUNG DES FISCHBESTANDES

Definition	Halb-quantitative Erhebung des Fischbestandes
Handbuch EAWAG	Steckbriefnr. 9, Fische: Artenvorkommen und Häufigkeit Steckbriefnr. 10, Fische: Ökologische Gilden
Indizierte Ziele	Förderung der standorttypischen Diversität der aquatischen Fauna
Begründung	Die Förderung aquatischer Strukturen ist gemäss Leitbild eines der wichtigsten Entwicklungsziele. Davon sollen in erster Linie die Fische profitieren. Der Aufbau und die Zusammensetzung der Fischartengemeinschaft zeigen, wie weit die Fischfauna den gewässertypischen Gegebenheiten entspricht, wie gross ihr Reproduktionspotenzial ist und wie gross das Ressourcenangebot und die Habitatvielfalt des Gewässers sind. Der Fokus der Erhebungen liegt auf den Jungfischen. Sie sind mehrheitlich an strömungsarme Uferbereiche und Flachwasserzonen gebunden.
Zu erhebende Daten	Art, Länge und Anzahl der gefangenen Fische
Vorgehen	Elektrische Befischung (ein Durchgang) der Uferabschnitte und aller Mesohabitate (min. 3 Mesohabitate pro Typ) im wadbaren Bereiche der Untersuchungsstrecken. Die gefangenen Fische werden nicht vermessen, aber sinnvollen Längenklassen zugewiesen, die zumindest eine Unterscheidung der im aktuellen Jahr geborener Fische zulässt (0+-Fische).
Erhebungszeitpunkt	Je eine Befischung im August und im Oktober
Untersuchungsgebiet	

Untersuchungsgebiet	Priorität	Erhebungszustand						
		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität			2	1				
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	2		●	●		●		
U5 Seitengerinne Schachen Niedergösigen	1		●	●		●		
U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1		●	●		●		

Auswertung	<p>Artenzusammensetzung, Dominanzstruktur, Dichte, Gildenzahl und Gildenstärke werden den Verhältnissen einer standorttypischen Fischfauna gegenübergestellt. Vergleich der Projektzustände mit dem Ausgangszustand bzw. Standardisierung auf Werte zwischen 0 und 1. Details vgl. Handbuch EAWAG [9]. Vergleich zur Situation in den Jahren 2011 und 2012 ([10], diese Studie beinhaltet Uferbefischung von vier anderen Stellen in der Restwasserstrecke).</p> <p>Die Fischfangstatistik wird in die Auswertung des Fischbestandes einfließen.</p>
------------	--

Synergiemöglichkeiten

Kartierung der Mesohabitate (Indikator Dynamik der Sohlenstruktur).

Literatur

[9], [10]

3.7 DURCHGÄNGIGKEIT FÜR FISCH

Definition	Freie Fischwanderung flussauf- und flussabwärts
Handbuch EAWAG	Nicht enthalten
Indizierte Ziele	Hauptziel: Verbesserung der Vernetzung Teilziel: Vernetzung longitudinal verbessern Zielbereich: Fischwanderung in den Restwasserstrecken
Begründung	<p>Die meisten Fischarten suchen im Laufe ihres Lebens eine Vielzahl verschiedener Habitate auf (Laichhabitat, Nahrungshabitat, Winterhabitat usw.). Sie sind somit auf uneingeschränkte Wandermöglichkeiten angewiesen. Die Durchwanderbarkeit muss auch für grosse Fische gewährleistet werden.</p> <p>Die grösste standort-typische Fischart ist der Lachs. Die Aare ist ein vom BAFU ausgewiesenes Lachspotenzialgewässer. Die verschiedenen Massnahmen im Gerinne (Seitengerinne, Rückbau Ballyschwelle) führen zu einer Veränderung der Gerinnetopografie.</p>
Zu erhebende Daten	Längsprofilen der Wassertiefe entlang der tiefsten Rinne (Talweg)
Vorgehen	<p>Seitengerinne: Die Längsprofile werden den 2D-Simulationen der Abflusstiefen entnommen</p> <p>Bereich Ballyschwelle: Es werden im Feld offensichtlich kritische Abschnitte (Wassertiefen <0.6 m) wattend entlang des Talwegs mit einem Messstock vermessen. Die Messpunkte erfolgen in einem regelmässigen Abstand. Abhängig vom Wechsel in der Topografie dürften dies etwa 0.5-2 m sein.</p>
Erhebungszeitpunkt	<p>Seitengerinne: Die mittels 2D-Simulation untersuchten Restwasserabflüsse für den Winter und den Frühling/Herbst</p> <p>Bereich Ballyschwelle: Während der kritischsten Phase (Winter, Laichzeit Lachs November/Dezember). Restwasserstrecke Gösgen: Ist-Zustand 7.5 m³/s, Projekt-Zustand ca. 15 m³/s</p>
Untersuchungsgebiet	

Untersuchungsgebiet	Priorität	Erhebungszustand						
		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niedrigwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität					1	1		
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1			●	●	●		
U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen	1			●	●	●		
U6 Rückbau Ballyschwelle	1				●	●		

Auswertung	Auswertung der Längsprofile hinsichtlich der Häufigkeit und der Länge der Unterschreitungen der kritischen Wassertiefe von 0.5 m.
Synergienmöglichkeiten	Hydraulisches 2D-Modell
Bemerkungen	Es gibt keine offensichtlich kritischen Strecken im Bereich der Messstellen.

3.8 LIBELLEN

Definition	Vorkommen Libellen (Adulte und/oder Larven und/oder Exuvien)
Handbuch EAWAG	Nicht enthalten
Indizierte Ziele	Hauptziel: Förderung der standorttypischen Diversität Teilziel: Terrestrische Fauna fördern Zielbereich: Libellen
Begründung	<p>Die Förderung der standorttypischen Diversität der terrestrischen Fauna ist ein wichtiges Ziel. Libellen sind eine Zielartengruppe, bei der die Lebensraumansprüche der einzelnen Arten sehr gut bekannt sind und deren Larvenstadium in Still- oder Fließgewässern stattfindet.</p> <p>Heute ist das Angebot an unterschiedlichen Lebensräumen für die teilweise komplexen Ansprüche der Arten vermutlich geringer als nach Umsetzung der Massnahmen.</p>
Zu erhebende Daten	Abundanz vorkommender Libellenarten, weiter unterteilt in „frisch geschlüpfte Individuen“, „Weibchen“, „Männchen“ und „Adulte unbestimmten Geschlechts“ und das aktuelle Verhalten (Tandem, Paarung, Eiablage, nur qualitativ) sowie Exuvien. Details vgl. Feldprotokoll für die Rote Liste der Libellen [2].
Vorgehen	Die Libellen werden an kleineren Stillgewässern (entspricht einem Beobachtungspunkt) und am Fließgewässer auf einem Abschnitt von maximal 200 m Länge erhoben. Die Beobachtungszeit hängt von der Grösse des Objekts ab und variiert zwischen 10 und 30 Minuten. In der Regel geht der/die Beobachter/in weiter, sobald keine neuen Arten beobachtet werden. Details vgl. Feldprotokoll für die Rote Liste der Libellen [2].
Erhebungszeitpunkt	4 Begehungen jeweils in den Kalenderwochen 19 bis 21, 23 bis 25, 27 bis 28 und 31 bis 33. Die Aufnahmen werden zwischen 9 und 18 Uhr entsprechend der Jahreszeit unter günstigen meteorologischen Bedingungen durchgeführt, d.h. sonniges Wetter, Temperatur höher als 17°C, vorzugsweise windstill.
Auswertung	Die Veränderung in der Abundanz vorkommender Libellenarten, dem aktuellen Verhalten und der Anzahl Exuvien wird analysiert.

Untersuchungsgebiet

Untersuchungsgebiet	Erhebungszustand							
	Priorität	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niedrigwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität			1					
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1		●			●		
U3 Stillgewässer Schachenwald Obergösgen	1		●			●		
U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1		●			●		
U8 Stillgewässer Grien	1		●			●		

Synergienmöglichkeiten

Keine Synergien mit anderen Indikatoren

Literatur

[2]

3.9 ZEITLICHES MOSAIK UND SUKZESSION

Definition	Räumliche Anordnung und zeitliche Verkettung (Sukzession) der terrestrischen Lebensraumtypen
Handbuch EAWAG	Steckbriefnr. 48 und 49
Indizierte Ziele	Hauptziel: Entstehung zusätzlicher fluss- und auentypischer Lebensräume Teilziel: Strukturvielfalt erhöhen Zielbereich: Auentypische Lebensräume/Vegetationstypen
Begründung	<p>Das Vorhandensein und die Anordnung von Vegetationstypen widerspiegelt die Dynamik oder Stabilität der Lebensräume und informiert über Trockenheit, Vernässung, Eutrophierung und Sukzession des Ökosystems. Ebenso werden auch die longitudinale und die laterale Vernetzung dokumentiert.</p> <p>Heute ist das Angebot an unterschiedlichen Lebensräumen vermutlich geringer als nach Umsetzung der Massnahmen. Die vielfältige Ausbildung der terrestrischen Lebensräume (vor allem Weich- und Hartholzaue, Pionierformationen) und natürliche Entwicklung ist eines der wichtigsten gewässerökologischen Ziele.</p>
Zu erhebende Daten	Siehe Kapitel 2.8 Lebensraumtypenkartierung, terrestrisch
Vorgehen	Die Ergebnisse der Lebensraumtypenkartierung und der Kartierung der Mesohabitate werden für die Auswertung verwendet.
Auswertung	<p>Erstellung von Zustandskarten im GIS, die durch die Parameter Vegetationstyp, Höhe der Vegetation, Deckung der Vegetation und Anteile Pionierarten beschrieben wird. Anhand der relativen Flächenanteile der einzelnen Lebensraumtypen werden die Vielfalt mittels Shannon-Index und der Anteil der Pioniertypen ermittelt, Details vgl. Handbuch EAWAG [9].</p> <p>Entlang eines senkrecht zum Flusslauf liegenden Transekts wird anhand der Entwicklung der Lebensraumtypen in Zeit und Raum der Ablauf der Sukzession analysiert und die Ergebnisse graphisch dargestellt, Details vgl. Handbuch EAWAG [9].</p>
Untersuchungsgebiet	

Untersuchungsgebiet	Erhebungszustand							
	Priorität	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität			1					
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1		●			●		
U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen	1		●			●		
U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1		●			●		

Synergiemöglichkeiten

Synergien mit Indikator Landschaftsstrukturmasse

Literatur

[9]

3.10 LANDSCHAFTSSTRUKTURMASSE

Definition	Vielfalt und räumliche Anordnung der terrestrischen und aquatischen Lebensraumtypen.
Handbuch EAWAG	Steckbriefnr. 19
Indizierte Ziele	Hauptziel: Entstehung zusätzlicher fluss- und auentypischer Lebensräume Teilziel: Strukturvielfalt erhöhen Zielbereich: Auentypische Lebensräume/Vegetationstypen
Begründung	<p>Der Indikator gibt Auskunft über die Lebensraumvielfalt und Grenzliniendichte. Eine naturnahe Flusslandschaft besteht aufgrund unterschiedlicher Umweltbedingungen aus verschiedenen Lebensraumstrukturen. Die Vielfalt, die Grösse, die Form und die räumliche Verteilung dieser Habitate bestimmen massgeblich die Artenzusammensetzung, die Häufigkeit sowie die Vernetzung der Flora und Fauna. Beispielsweise bei Fischen, aquatischen Wirbellosen und auentypischen Laufkäfern ist die Artenvielfalt positiv mit der Uferlänge korreliert.</p> <p>Heute ist das Angebot an unterschiedlichen Lebensräumen vermutlich geringer als nach Umsetzung der Massnahmen. Die Ausbildung dieser Strukturen ist eines der wichtigsten gewässerökologischen Ziele (Priorität 1).</p>
Zu erhebende Daten	Siehe Kapitel 2.8 Lebensraumtypenkartierung, terrestrisch
Vorgehen	Die Ergebnisse der Lebensraumtypenkartierung und der Kartierung der Mesohabitate werden für die Auswertung verwendet.
Auswertung	Berechnung ausgewählter Landschaftstukturmasse mit einer geeigneten Software, z.B. PatchAnalyst, im GIS, Details vergl. Handbuch EAWAG [9].
Untersuchungsgebiet	

Untersuchungsgebiet	Erhebungszustand							
	Priorität	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität			1					
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1		●			●		
U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen	1		●			●		
U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1		●			●		

Synergienmöglichkeiten	Synergien mit 3.9 Zeitliches Mosaik und Sukzession
Literatur	[9]

3.11 BESUCHERZAHL

Definition	Erholungswert der revitalisierten Flusslandschaft basierend auf der Anzahl Personen, welche das Gebiet besuchen
Handbuch EAWAG	Steckbriefnr. 5
Indizierte Ziele	Hauptziel: Optimierung Erholungsnutzung Teilziel: Erholungsdruck erkennen Zielbereich: Besucherzahl
Begründung	Naturnahe Flusslandschaften sind sehr beliebte Naherholungsgebiete. Die Flusslandschaft kann dabei für ganz verschiedene Aktivitäten genutzt werden. Durch Revitalisierungen kann die Artaktivität weiter gesteigert werden. Für die Interpretation der Ergebnisse sollen die Besucherzahlen nach Nutzungsart aufgetrennt werden. So kann unterschieden werden, wie die BesucherInnen den Flussraum zur Erholung nutzen und welche Nutzungsarten anzahlmässig zu- oder abnehmen.
Zu erhebende Daten	Zählung Anzahl Personen pro Tag und Zuordnung zu verschiedene Nutzungsarten (z.B. baden, fischen, reiten, spazieren, Fahrrad fahren, picknicken, Hund ausführen, Schlauchboot/Kanu fahren, Umweltbeobachtungen, etc.)
Auswertung	Die mittlere Anzahl BesucherInnen total und je Nutzungsart vor und nach den Bauarbeiten wird verglichen.
Erhebungszeitpunkt	Monatliche Zählungen in den Sommermonaten (Mai bis September) an Tagen mit schönem Wetter, insbesondere auch am Wochenende oder an Ferientagen (1 Tag pro Monat)

Untersuchungsgebiet

Untersuchungsgebiet	Priorität	Erhebungszustand						
		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Priorität			1					
U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1		●					
U6 Rückbau Ballyschwelle	1		●					
U9 Stillgewässer Netzbau	1		●					

Synergienmöglichkeiten Keine Synergien mit anderen Indikatoren

Literatur [9]

3.12 FOTOGRAFISCHE DOKUMENTATION

Definition	Eindeutig definierte fotografische Aufnahmen der Lebensräume.
Handbuch EAWAG	Nicht enthalten
Indizierte Ziele	Hauptziel: Entstehung zusätzlicher fluss- und auentypischer Lebensräume Teilziel: Strukturvielfalt erhöhen und zusätzliche gewässertypische Lebensräume schaffen Zielbereich: Fotodokumentation
Begründung	Die Untersuchungsstrecken werden im Laufe der Zeit eine unterschiedliche Entwicklung erfahren. Die Erhebung der anderen Indikatoren wird eher wissenschaftlich geprägte Ergebnisse liefern. Sie sind daher weniger geeignet, den ökologischen Erfolg einer breiten Öffentlichkeit aufzuzeigen. Die fotografische Dokumentation wird die optische Entwicklung festhalten.
Zu erhebende Daten	Fotos der Untersuchungsstrecken
Vorgehen	Es werden Fotostandorte ausgewählt, die sowohl im Ausgangszustand als auch in den Projektzuständen eine gute Sicht in die Untersuchungsstrecke garantieren. Sie werden mit einem GPS mit Submetergenauigkeit eingemessen und markiert. Zusätzlich werden die Distanzen zu Landmarken festgehalten. Die Aufnahmen erfolgen mittels eines Stativs. Für jeden Standort wird eine fixe Richtung (Winkel), Höhe sowie eine fixe Objektivbrennweite vorgegeben.

Untersuchungsgebiet	Untersuchungsgebiet		Erhebungszustand						
	Priorität		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
	Priorität			1		2			
	U2 Seitengerinne Schachen Winznau	1		●		●			
	U5 Seitengerinne Schachen Niedergösgen	1		●		●			
	U6 Rückbau Ballyschwelle	1		●		●			
	U7 Eigendynamik Wöschnau/Seitengerinne Grien	1		●		●			
	U8 Stillgewässer Grien	1		●		●			

Auswertung	Zusammenstellung der Fotos in einer Dokumentation.
Synergiemöglichkeiten	Keine
Bemerkungen	Die Installation von Webcams an geeigneten Standorten zur laufenden Dokumentation des Baufortschrittes, aber auch von Hochwasserereignissen sollte geprüft werden.

4. ANHANG 1: ZIELSYSTEM

Wirkungsprinzip		Ziele			Indikatoren- Auswahl	
Hierarchiestufe	Kompartiment	Hauptziel	Teilziele	Zielbereich	Indikator	Bemerkungen
Organismen	Fauna/Flora	Förderung der standorttypischen Diversität	Aquatische Fauna fördern	Fische	Veränderung des Fischbestandes (EAWAG Indikatoren 8, 9, 10)	Alle drei Indikatoren werden gemeinsam erhoben. Viele Vergleichsdaten vorhanden. Allenfalls wird der Aspekt Jungfische noch in die Betrachtungen miteinbezogen.
				Amphibien	Kein Indikator definiert	Vorkommen Amphibien (Adulte und/oder Larven): Flaggschiffarten Nationales Monitoring im Ober- und Niedergösgger Schachen
				Makrozoobenthos	Kein Indikator definiert	Taxonomische Zusammensetzung des Makrozoobenthos (EAWAG Indikator 23): Laufendes Erhebungsprogramm mit lediglich einer Messstelle im Perimeter. Synergien mit Koord. Biologischen Untersuchung möglich. Ergebnisse: repräsentative Aufnahmen und Kausalität sehr schwierig zu erfassen (Stöckli, KT, AG). Allenfalls zu prüfen, ob eine zusätzliche Aufnahme im Rahmen der Erfolgskontrolle Sinn macht.
			Terrestrische Fauna fördern	Vögel	Kein Indikator definiert	Ausser Seitenerosion (Eisvogel) keine explizite Massnahmen geplant.
					Kein Indikator definiert	Flaggschiffart Eisvogel: Vorkommen (Art und/oder Bruthöhlen)Eisvogel Aufnahmen von Individuen und Bruthöhlen für UVB
				Libellen	Libellen	Libellen sind eine Zielartengruppe, es wurden jedoch nicht explizit Arten definiert. Libellenprogramm Kt. AG als Datengrundlage (Methode, Vergleichsuntersuchungen)?
				Kleinsäuger	Kein Indikator definiert	Zusammensetzung und Dichte von Kleinsäufern in Übergangszonen (EAWAG Indikator 41): Kleinsäuger sind gute Indikatoren für den Vernetzungsgrad zwischen Wasser- und Landlebensräumen, es bestehen jedoch wenig Erfahrungswerte
				Biber	Vorkommen Biber und/oder Biberspuren	Flaggschiffart, aber alle Reviere am Flussabschnitt sind bereits besetzt, Kausalität schwierig herzustellen. Erhebungen für UVB und nationale Bestandeserhebungen
				Kleintierfauna (Arthropoden und Mollusken)	Kein Indikator definiert	Mollusken: sensible Zelgerarten, mehrere Arten haben eine starke Bindung an den Auenlebensraum (Quelle: RL), aber Kausalität schwierig herzustellen
				Grosswild	Kein Indikator definiert	Grosswild: Keine explizite Förderungs-/Aufwertungs- Massnahmen geplant. Kein spezifischer Indikator vorgesehen
			Neozoen	Kein Indikator definiert	Neozoen (Bisam, Nutria, Waschbär etc.): Es sind keine expliziten Massnahmen zur Verringerung der Neozoen- Präsenz geplant. Kein spezifischer Indikator vorgesehen.	
			Terrestrische Flora fördern	Pilze	Kein Indikator definiert	Pilze: Keine explizite Massnahmen geplant. Kein spezifischer Indikator vorgesehen.
				Flora	Kein Indikator definiert	Keine expliziten Massnahmen geplant. Schwarzpappel als seltene Art und Rohbodenkeimer wäre eine gute Zielart. Kartierung der Schwarzpappel für UVB, 2008 sowie diverse Vegetationserhebungen vorhanden. Möglich: Indikator 47 der EAWAG, auentypische Pflanzenarten
				Neophyten	Kein Indikator definiert	Neophyten: Kartierung von und der Umgang mit Neophyten sind in den Unterhaltkonzepten geregelt und Aufgabe der UBB / KW- Betreiber. Eine Erhebung muss im Sinne einer Überwachung regelmässig erfolgen (Periodizität EK zu lang). Daten können für die Erfolgskontrolle ausgewertet werden.
	Mensch	Optimierung Erholungsnutzung	Besucherlenkung verbessern	Besucherlenkung	Kein Indikator definiert	Kein entsprechendes Erholung- oder Besucherlenkungskonzept vorgesehen. Kein spezifischer Indikator definiert.
			Erholungsdruck erkennen	Besucherdzahl	Besucherdzahl (EAWAG Indikator 5)	Mit den Projekten soll keine Verbesserung der Erholungsangebote herbeigeführt werden.
			Projektazeptanz der Interessengruppen erhöhen	Interessengruppen	Kein Indikator definiert	Projektazeptanz bei den Interessengruppen (EAWAG Indikator 1). Einhaltung Belastungsgrenzwert Lärm und Rissprotokolle: Diese Aspekte werden Teil des Baustellen-Monitorings der UBB sein. Eine Überprüfung ist nicht Sache der EK.
			Fischfang	Kein Indikator definiert	Fischfangstatistik: Die fischerliche Nutzung ist kein eigentliches Projektziel. Die Daten aus der Fischfangstatistik können für die Erfolgskontrolle im Sinne ergänzender Angaben verwendet werden. Kein spezifischer Indikator vorgesehen.	

5. ANHANG 2: LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Arend K. «Macrohabitat identification»in: Bain, M. B., Stevenson, N. J. Aquatic Habitat Assessment – Common Methods, American Fisheries Society, 1999
- [2] Centre Suisse de Cartographie de la Faune CSCF «Feldprotokoll für die Rote Liste der Libellen» 2012
- [3] Delarze R. und Gonseth Y. «Lebensräume der Schweiz: Ökologie – Gefährdung – Kennarten» Ott Verlag, 2008
- [4] Gostner W. und Schleiss A. «Der hydromorphologische Index der Diversität» Wasser Energie Luft 103, 2011
- [5] Kanton Solothurn, Amt für Umwelt «Ökologischen Leitbild Aare Olten bis Aarau» 2011
- [6] Kanton Solothurn, Amt für Umwelt «Zusammenstellung der Anforderungen der Kantone AG und SO» 2013
- [7] Requena P. und von Pfuhlstein M. «Erfolgskontrolle der morphologischen Entwicklungen bei Flussaufweitungen – Erfahrungen aus der Praxis» Wasser Energie Luft 103, 2011
- [8] Schälchli & Abegg «Reaktivierung des Geschiebehaushaltes der Aare zwischen der Emme und dem Rhein» 1996
- [9] Woolsey S., Weber Ch., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Roulier Ch., Schweizer St., Tieggs S., Tockner K., Peter A. «Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen» EAWAG 2005
- [10] Rey P., Ortlepp J., Mürbe,U., Werner S. (2013) Koordinierte biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein 2011 - 2013. Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau, Bern und Solothurn. Entwurf vom 11.11.2013, 142 S.