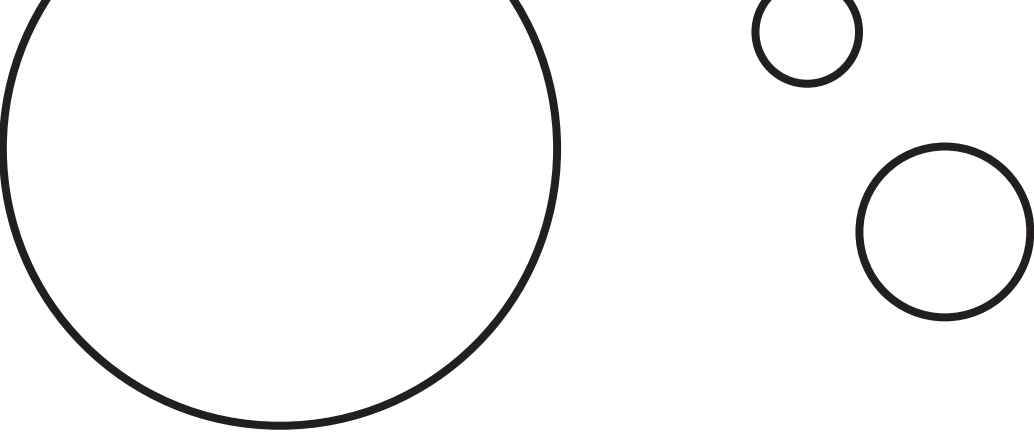
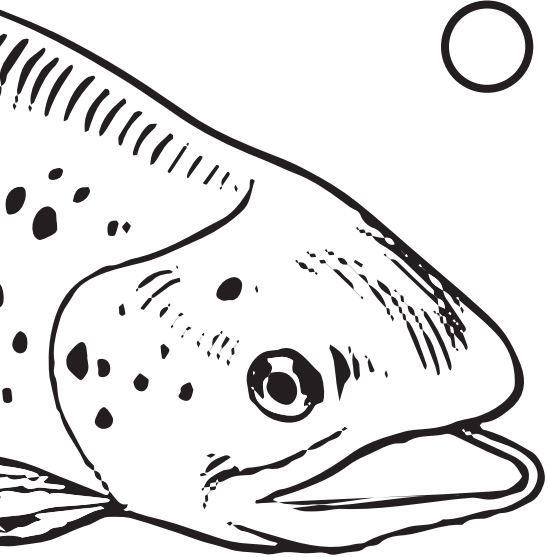




**TROCKENHEIT, HITZE
& NIEDRIGWASSER**

**KLIMA-ANPASSUNGS-
MASSNAHMEN FÜR
KÄLTELIEBENDE
FISCHARTEN**

LEITLINIEN FÜR FISCHGERECHTEN WASSERBAU

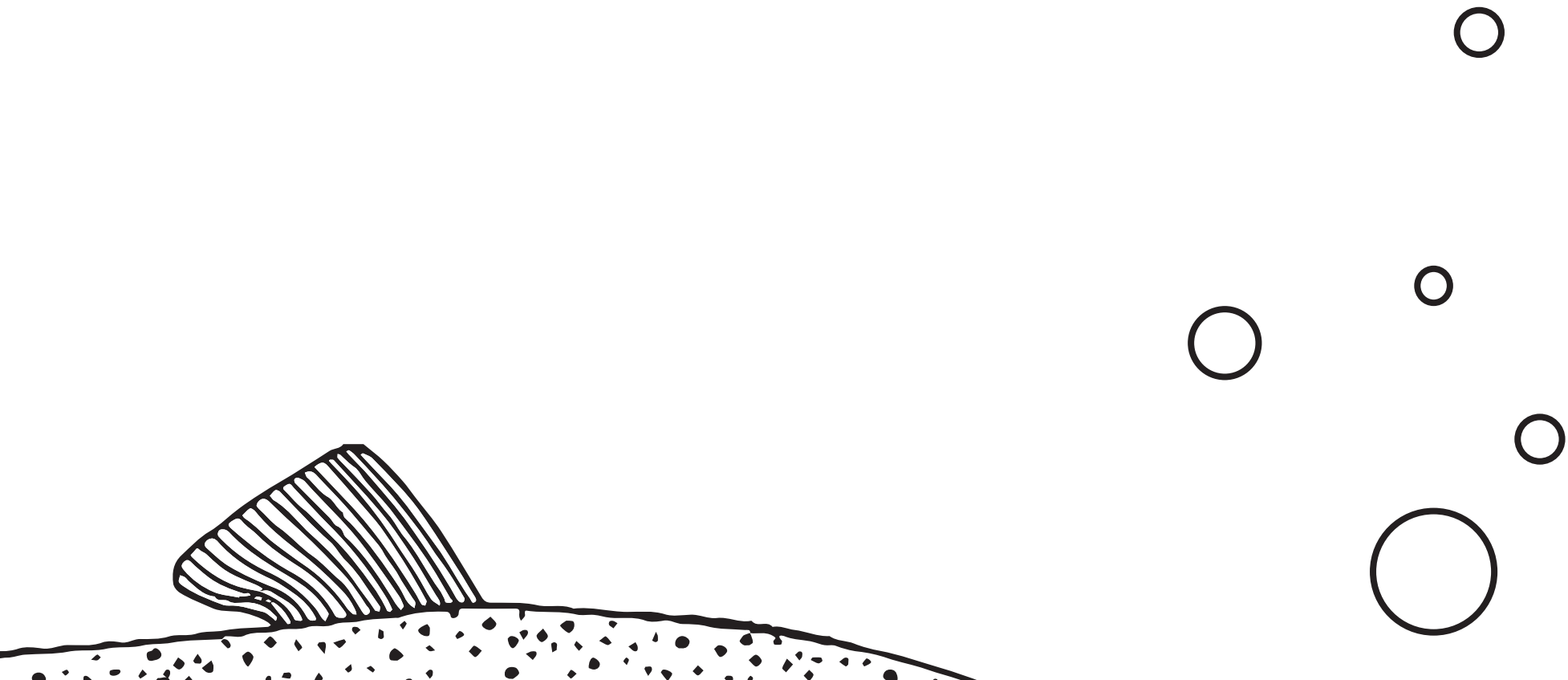


INHALT

ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL	4
VORBEMERKUNG ZU DEN EMPFEHLUNGEN	7
AUSWIRKUNGEN HOHER WASSERTEMPERATUREN AUF KÄLTELIEBENDE FISCHARTEN	8
LEBENSRAUM SCHAFFEN	10
NATURNAH, STRUKTURREICH, DYNAMISCH	12
BAUSTOFFE	13
HOLZ	14
STEIN	16
MASSNAHMEN ZUR SENKUNG DER WASSERTEMPERATUR	18
EINSCHÄTZUNG	20

GRUNDSÄTZE FÜR WASSER- BAULICHE EINGRIFFE	21
EINSCHÄTZUNGEN	23
WIRKUNGSORIENTIERUNG	25
EINSCHÄTZUNG	26
SCHONENDER UNTERHALT	27
INTEGRATIVE PLANUNGS- PROZESSE	29
WEITERE FORSCHUNGSFRAGEN	31
GLOSSAR	32
REFERENZEN UND LINKS	36
ANHANG	38
PROJEKTORGANISATION	39

ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL



ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL

Das Klima verändert sich, und die Folgen sind auch in den Schweizer Gewässern sichtbar. Nebst der Verminderung des Treibhausgasausstosses ist eine Anpassung an den Klimawandel unumgänglich. Der Bundesrat hat daher eine Strategie und einen Aktionsplan zur Anpassung der verschiedenen Sektoren in der Schweiz an den Klimawandel entwickelt. Zur Anpassungsstrategie des Bundes gehört auch das Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel». Es unterstützt beispielhafte, innovative Vorhaben der Kantone, Regionen, Städte und Gemeinden und zeigt auf, wie die Schweiz sich konkret an das veränderte Klima anpassen kann. Die Projekte dienen dazu, vor Ort die Klimarisiken zu minimieren, die Anpassungsfähigkeit zu steigern und Chancen zu nutzen.

Mit dem Ziel, die Auswirkungen des Klimawandels insbesondere auf die Fische in der Schweiz zu minimieren, unterstützten die Kantone Aargau, Baselland, Bern, Freiburg, St. Gallen und Uri zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt und dem Schweizerischen Fischerei-Verband das Projekt **«Fischgerechter Wasserbau im Lichte des Klimawandels»**. In drei Pilotregionen wurden zwischen 2019 und 2021 mittels eines partizipativen Prozesses untersucht, wie angesichts der steigenden Wassertemperaturen die Situation, insbesondere der kälteliebenden Leitarten Bachforelle und Äsche, verbessert werden kann und diese trotz Sommertrockenheit, Hitze und Niederwasser genügend Lebensraum finden¹. Die Projektleitung lag beim Schweizerischen Kompetenzzentrum Fischerei SKF.



Zu warm und zu trocken. Tausende von Bachforellen überlebten den Hitzesommer 2018 nicht (Bild: Adrian Aeschlimann, 2018).

¹ Für das vorliegende Projekt standen primär die kälteliebenden Fischarten im Fokus. Die Bedürfnisse von wärme- und sonnenliebenden Arten standen nicht im Zentrum.

Im Rahmen der Arbeiten in der Pilotregion Aargau hat eine Masterstudentin der Berner Fachhochschule Grundlagen für Massnahme-Empfehlungen zuhanden des Wasserbaus erarbeitet (Küng, 2020). Im ersten Teil der Arbeit werden verschiedene Wasserbauprojekte (Hochwasserschutz und Revitalisierungen) im Kanton Aargau analysiert, Fische, Lebensraumstrukturen und wasserbauliche Massnahmen reflektiert. In Teil zwei erfolgt eine Literaturrecherche zu den Lebensraumvorlieben und -anforderungen der Fischarten Äsche und Bachforelle, wobei die steigende Wassertemperatur gemäss Klimaszenarien² besonders berücksichtigt wird. In Teil drei werden die wasserbaulichen Massnahmen bzw. Massnahmenkombinationen, welche sich positiv bzw. negativ auf die Bachforellenpopulation ausgewirkt haben, diskutiert und Empfehlungen zur Förderung der Bachforelle abgeleitet.

Die Auswertungen in der Masterarbeit zeigen einen positiven Zusammenhang zwischen attraktiven Habitaten (analysiert nach der IAM-Methode) und der Forellenbiomasse. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass mit höherer Lebensraumattraktivität die Bachforelle gefördert werden kann.

Gemäss der IAM-Methode ist ein Habitat dann attraktiv, wenn die Vielfalt an tiefen Stellen, der Fliessgeschwindigkeit und des Substrates hoch ist. Dies hält Fischbiologie Pascal Vonlanthen fest, der diese Methode auch im Kanton Aargau angewendet hat. Nach seinen Aussagen sind für Bachforellen reich strukturierte Lebensräume mit vielen Versteckmöglichkeiten attraktiv. Insbesondere tiefe Kolke und Strukturen im Gewässer steigern die Attraktivität. Wenn nur ein Teil davon fehlt, fällt die IAM-Bewertung mässig aus.



² Hydro CH2018

Abgeleitet aus den Erkenntnissen der Masterarbeit hat die Projektbegleitgruppe der Aargauer Pilotregion (siehe Anhang) zusammen mit einem ausgewählten Kreis von Akteurinnen und Akteuren (Wasserbauer, Baufirmen, Kantons- und Bundesbehörden, Umweltorganisationen, siehe Anhang) nachfolgende Empfehlungen erarbeitet. Dabei sind die Erfahrungen und die Expertise der Teilnehmenden eingeflossen. Die Empfehlungen wurden im Rahmen von drei Workshops zwischen 2019 und 2021 erarbeitet. Wo zwischen den Akteuren aufgrund unterschiedlicher Ansichten keine Einigkeit erzielt werden konnte, werden die Positionen nach Akteursgruppe ausgewiesen. Die Empfehlungen dienen der Sensibilisierung für die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf kälteliebende Fischarten und als Anstoss für Massnahmen gegen die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässer und ihre Organismen.

Die Empfehlungen richten sich an Wasserbaufachleute, die Hochwasserschutz- sowie Revitalisierungs- und Renaturierungsprojekte planen und umsetzen, sei es in den Behörden von Bund und Kanton, in Ingenieurbüros, Baufirmen und an Hochschulen. Angesprochen sind auch Fischerinnen und Fischer in Verbänden und Vereinen, sowie Vertreterinnen und Vertreter von Kanton und Gemeinde, welche für Unterhaltsmassnahmen an den Gewässern zuständig sind.

VORBEMERKUNG ZU DEN EMPFEHLUNGEN

Die Empfehlungen sind als generelle Leitlinien zu verstehen und nicht als konkrete Handlungsanweisung. Jedes Wasserbauprojekt ist je nach Gewässertyp, Aufgabenstellung, Wirkungsziel und lokaler Situation unterschiedlich. Die Empfehlungen gliedern sich nach unterschiedlichen Aspekten, die bei Wasserbauprojekten mit Bezug auf den Klimawandel und den Erhalt von kälteliebenden Fischarten relevant sind.

AUSWIRKUNGEN HOHER WASSERTEM- PERATUREN AUF KÄLTELIEBENDE FISCHARTEN

Der Klimawandel verändert die Verfügbarkeit von Wasser im Jahresverlauf stark. Die hydrologischen Szenarien Hydro-CH2018 des Bundes zeigen, dass die wichtige Ressource zeitweise und regional so knapp oder so warm wird, dass die Natur leidet und sich schliesslich auch der Mensch einschränken muss.

Gemäss dem vom Bund im März 2021 veröffentlichten Bericht, verlieren der Schnee und die Gletscher wegen der höheren Temperaturen allmählich ihre Bedeutung als Wasserspeicher. Dadurch verändert sich die jahreszeitliche Verteilung der Abflüsse: Bäche und Flüsse der Schweiz führen in Zukunft mehr Wasser im Winter und weniger im Sommer. Auch bildet sich im Winter mehr Grundwasser neu, dafür weniger im Sommer und Herbst. Der Jahresabfluss wird aber nur leicht abnehmen.

Im Sommer werden Flüsse und Bäche tendenziell weniger Wasser führen. Grund dafür sind weniger Schmelzwasser und längerfristig betrachtet geringere Niederschlagsmengen sowie häufigere und längere Trockenperioden. Ausserdem nimmt die Verdunstung zu. Als Folge davon geht die verfügbare Wassermenge im Sommer zurück. Gleichzeitig steigt jedoch der Wasserbedarf von Natur, Gesellschaft und Landwirtschaft.

WASSERLEBEWESSEN IN BEDRÄNGNIS

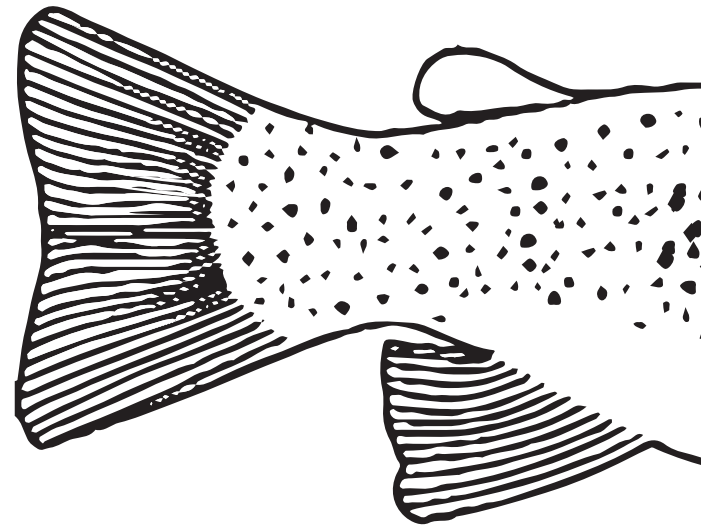
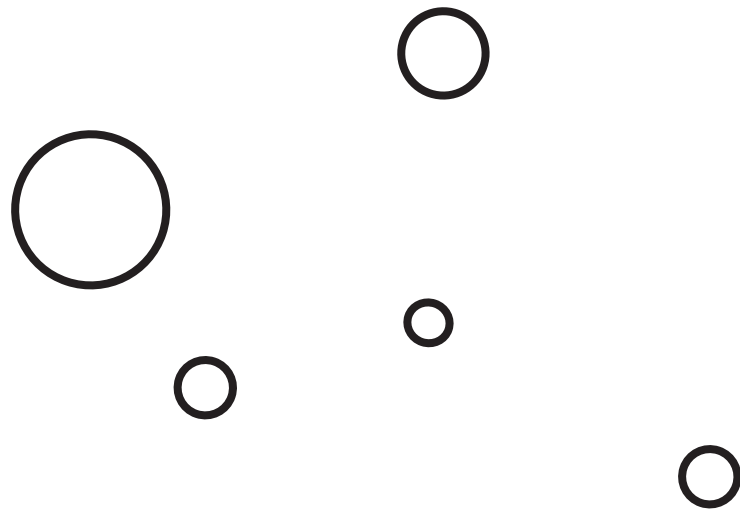
Die intensive Nutzung und starke Verbauung der Gewässer sowie der Eintrag von Schadstoffen beeinträchtigen viele Tiere und Pflanzen, die im und am Wasser leben. Der Klimawandel verstärkt die Belastung der Gewässer durch höhere Wassertemperaturen und veränderte Abflüsse. Die biologische Vielfalt in und an den Gewässern wird weiter abnehmen.

Flüsse und Bäche werden sich in allen Regionen der Schweiz weiter erwärmen. Falls Treibhausgase weltweit weiter wie bisher ausgestossen werden, könnten die sommerlichen Wassertemperaturen der Fliessgewässer bis Ende dieses Jahrhunderts um drei bis neun Grad ansteigen. Wenn Klimaschutzmassnahmen ergriffen werden, bleibt die Erwärmung im Sommer gegenüber heute voraussichtlich unter drei Grad. Im Winter fällt die Erwärmung geringer aus. Mit dem Klimawandel häufen sich auch sommerliche Niedrigwasserphasen. Immer öfter versiegen Bäche und fallen Flussabschnitte trocken.

Das Zusammenwirken von Erwärmung und Wassermangel führt sehr schnell zu starken Veränderungen in den Ökosystemen. Manche Wasserlebewesen können sich an die klimabedingten Veränderungen anpassen, indem sie in kühlere, meist höher liegende Gewässer ausweichen. Dies gelingt ihnen allerdings nur, wenn sie keine Hindernisse wie Wasserkraftwerke oder Schwellen aufhalten. Auch muss sich der neue Lebensraum für sie eignen. Für Äschen etwa wäre die Temperatur von Bergbächen optimal. Jedoch kämen sie dort nicht mit der starken Strömung zurecht.

Gefährdet ist nicht nur die Vielfalt der Fische und Krebse, die zu den am stärksten bedrohten Arten in der Schweiz gehören. Betroffen ist die gesamte einheimische Biodiversität am Wasser, die bereits heute stark unter Druck ist. Der Klimawandel erhöht diesen Druck zusätzlich. Zudem können sich invasive, gebietsfremde Arten unter den geänderten Bedingungen noch besser ansiedeln und ausbreiten. (BAFU 2021)

LEBENSRAUM SCHAFFEN



LEBENSRAUM SCHAFFEN

Fische, Wasserlebewesen und Tierarten, die in Ufernähe leben, sind auf vielfältige Lebensräume angewiesen. Bei Wasserbauprojekten ist standardmässig zu beachten, in welcher Fischregion³ es umgesetzt werden soll und um welchen Gewässertyp es sich handelt (Orientierung am naturnahen Zustand). Die in den Empfehlungen beschriebenen Lebensräume können auf unterschiedliche Arten entstehen. Grundsätzlich kann von der Annahme ausgegangen werden, je mehr Eigendynamik ein Fliessgewässer aufweist und je mehr Raum zur Verfügung steht, desto eher schafft das Gewässer selbständig vielfältige Lebensraumstrukturen. Es gilt jedoch auf die spezifischen lokalen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen, denn mehr Raum kann auch untypische anspruchslöse Artengemeinschaften fördern, da die bettbildende Energie des Wassers durch die Ausdehnung in der Breite für eine gewisse Zeit ausbleiben kann. Zudem muss bei einem Wasserbauprojekt die teils stark eingeschränkte Eigendynamik unserer Gewässer mitberücksichtigt werden. Aufgrund dichter Besiedlung (engen Platzverhältnissen), der Nutzung unserer Gewässer (Wasserkraftwerke) und Hochwasserschutzmassnahmen wie Rückhaltebecken, aber auch Unterhaltsmassnahmen werden eigendynamische Prozesse stark eingeschränkt. Wo die Eigendynamik nicht ausreicht, sind Initialstrukturen und der Einbau von gewässertypischen Strukturen notwendig. Je nach Wirkungsziel eines Wasserbauprojektes sind auch die Zeiträume zu beachten. Während sich bei sogenannten Instream-Strukturmassnahmen der Erfolg relativ rasch einstellen kann, braucht es bei eigendynamischen Prozessen unter Umständen mehrere Jahre bis Jahrzehnte. Die Prozesse sind zudem stark von Hochwasserereignissen abhängig.



Strukturreiches, beschattetes Forellengewässer (Bild, Sektion Jagd und Fischerei Aargau, Dorfbach Gontenschwil).

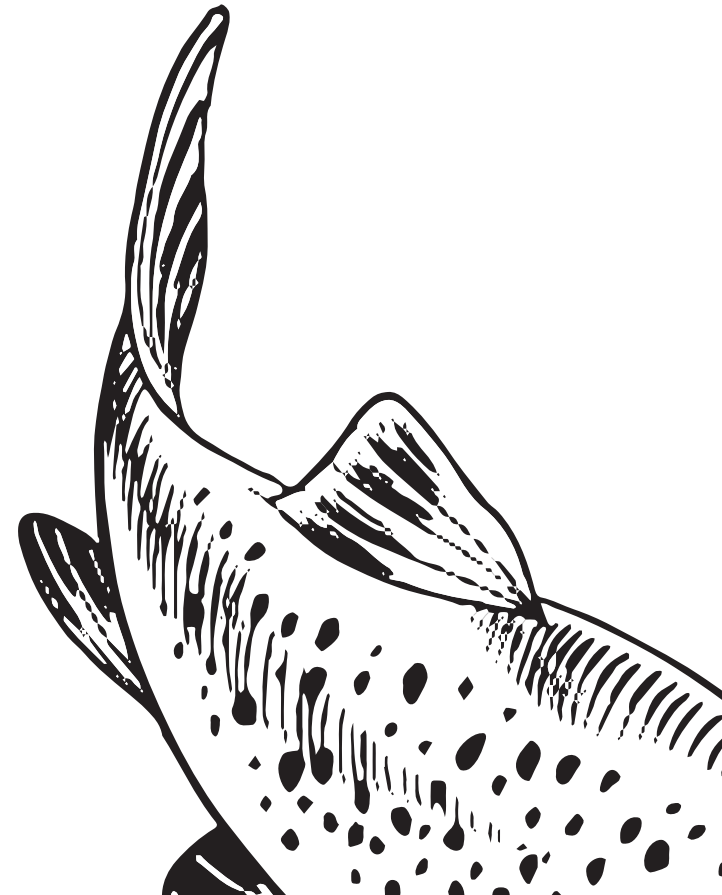
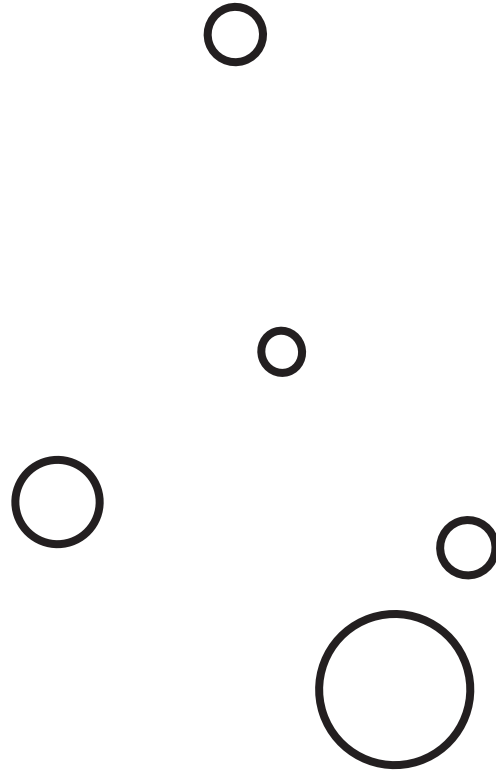
³ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/methoden-untersuchung-beurteilung-fliessgewaesser-uebersicht.html>

NATURNAH, STRUKTURREICH, DYNAMISCH

Bezogen auf den Lebensraum der Bachforellen in der Pilotregion Aargau und den Forellengewässern generell lauten die Empfehlungen:

- Der standorttypische Fischbestand und insbesondere die Bachforelle können bei Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten mit **naturnahem und attraktivem Lebensraum** gefördert werden. Wichtig ist, bereits bei der Planung auf eine entsprechende Strukturvielfalt zu achten und diese bei den hydraulischen Berechnungen auch mit Bezug auf die Hochwassersicherheit zu berücksichtigen.
- Zur Förderung der Bachforelle in typischen Forellengewässern soll der Schwerpunkt der wasserbaulichen Massnahmen auf Lebensraumstrukturen in der **Gewässersohle** gelegt werden. Es sollen Gewässerstrukturen geschaffen werden, die im naturnahen Zustand vorhanden wären. Dazu gehören vor allem Unterstände aus Totholz sowie Tiefenvariabilität (insbesondere tiefe Kolke).
- Anzustreben sind **sich selbst erhaltende Lebensräume** von guter Lebensraumqualität. Je nach Standort und Fischregion sind dies zum Beispiel strukturierte Niederwasserrinnen mit naturnaher Pool-Riffle Abfolge, sowie Flachwasserzonen, tiefe Stellen (Kolke) und genügend Deckungsstrukturen aus Holz und Vegetation.
- Die **Längsvernetzung** der Gewässer muss konsequent weitergeführt und umgesetzt werden. Dabei ist aus Sicht der Fischereiorganisationen darauf zu achten, dass wegfallende Kolke kompensiert werden. Bei Vernetzung ist also nicht nur auf die Durchgängigkeit zu achten sondern auch auf die Lebensraumeigenschaften der Wanderhilfe.

BAUSTOFFE



BAUSTOFFE

Der Wasserbau bedient sich in der Regel der Baustoffe Holz und Stein. In den Empfehlungen werden die Vor- und Nachteile beider Baustoffe aufgelistet und einander gegenübergestellt. Die Eigenheiten des jeweiligen Gewässertyps in der Schweiz sind zu berücksichtigen:



Baustoff Holz (Bild: Adrian Aeschlimann, 2019).

HOLZ

- Holz ist je nach Standort und Gewässertyp ein vorzüglicher Baustoff für die Strukturierung eines Fließgewässers. Es ist sehr gut geeignet, um erhöhten Temperaturen entgegenzuwirken, bietet Lebensraum und ist Nahrungsgrundlage für Wasserkleinlebewesen, Pilze, Algen und Flechten.
- Holz, insbesondere Wurzelteller mit Stammanteil, sind in vielen heimischen Fließgewässern das natürlichste Material für aquatische Lebensraumaufwertung. Lagestabil eingebaut und eine gute Anströmung vorausgesetzt, bringt der Einbau von Totholz Folgendes:
 - Grosse biologische Oberfläche und Erhöhung der Strömungsvariabilität.
 - Vielseitige Deckungsstrukturen für Wasserlebewesen.
 - Rückhalt von weiterem Schwemmholtz und von feinem organischen Material als Nahrung für Wasserorganismen.
 - Kühlungseffekt durch Verdunstung.
 - Schafft in Zusammenarbeit mit der Gewässerdynamik vielfältige Lebensräume (Kolke, Auflandungen, unterschiedliche Kiesgrösse).

EINSCHÄTZUNGEN ZUM BAUSTOFF HOLZ

- Die Flüsse im Mittelland sind zu stark verbaut und unterhalten, als dass sich ein natürliches Totholzregime einstellen könnte. Auch aus den Wäldern wird Totholz oft entfernt. Holz ist nicht dauerhaft wie Stein und langfristig können Holzstrukturen teuer werden, wenn sie periodisch zu ersetzen sind. Deshalb sollten die Strukturen so ausgestaltet sein, dass festgewachsene Gehölze nach Zersetzung des Totholzes dessen ökologische Funktionen übernehmen können. Diese 'rauen' und dem Abfluss entgegenwirkenden Elemente müssen bereits bei der Planung und später im Unterhaltskonzept berücksichtigt werden, um den Hochwasserschutz weiterhin gewährleisten zu können.
- Eine Herausforderung stellt der lagestabile Einbau dar. Häufig werden Eisenelemente zur Befestigung der Holzelemente verwendet, welche einen unerwünschten Fremdkörper im Gewässer bilden und für Badende gefährlich werden können. Hier gilt es weitere Innovationen zu entwickeln, um das Totholz ohne Eisenelemente hochwassersicher einzubauen.
- Das Verständnis, dass Totholz ohne menschlichen Einfluss in einem Gewässer elementarer Bestandteil ist und dass das Gewässersystem (nicht nur die Fische) dieses in entsprechenden Mengen benötigt, muss gefördert werden. Dasselbe gilt für die Tatsache, dass heute von allein keine lagestabilen Totholzstrukturen in unseren Gewässern entstehen können, weil kaum noch grosse Bäume ins Gerinne fallen oder diese i. d. R. aus Gründen des Hochwasserschutzes schnell wieder aus dem Abflussprofil entfernt werden.

STEIN

- Wenn immer möglich sind natürliche lokal vorkommende Rohstoffe zu verwenden (formwilde Blocksteine – nur in Gewässern wo diese auch natürlicherweise vorkommen) und die Blockgrösse ist dem Gewässer anzupassen. Auf Beton ist nur in Aufnahmefällen zurückzugreifen. Auf Kunststoffe, Mastixmischungen⁴ oder Ähnliches ist ganz zu verzichten.
- Der Baustoff Stein eignet sich für dauerhafte Strukturen und kann dann interessant sein, wenn die örtlichen Verhältnisse den Einbau von Totholz verunmöglichen.
- Die Verlegung sollte möglichst unregelmässig und mit entsprechenden Nischen erfolgen (z. B. wenn aufgrund enger Platzverhältnisse Blöcke am Ufer gesetzt werden), ohne dabei ein Abdriften zuzulassen oder Strukturen zu gefährden.
- Im Verbund als strukturierter Blocksatz, als Riegel und Buhnen (idealerweise so tief gesetzt, dass sie bereits bei Niederwasser überströmt werden) können Blocksteine als «Störsteine» die Strömung verlässlich lenken, die Strömungsvariabilität erhöhen und auch eine gute morphologische Diversifizierung unter Berücksichtigung des Hochwasserschutzes erreichen (Kolke, Auflandungen, Korngrössensortierung).
- Da ein Gewässer mit vielen Steinstrukturen deutlich wärmer sein kann, als eines mit vielen Holzstrukturen, spricht sehr Vieles für das sparsame Einsetzen von Steinen, welche nur teilweise unter Wasser zu liegen kommen. Wo dies nicht möglich ist, muss auf eine **ausreichende Beschattung** und eine Bepflanzung direkt an die Wasserlinie geachtet werden, damit sich zusätzliche Strukturen bilden.

⁴ Asphaltmastix ist eine Mischung aus Bitumen und Gesteinen mit einer Korngröße unter 2 mm. Im Wasserbau wird er zum Verfüllen der Fugen von Steinschüttungen verwendet. Überwiegend dient er zur Abdichtung von Bauwerken, wobei die Verwendung in den 1990er Jahren stark zurückgegangen ist.

(Quelle Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Asphalt#Asphaltmastix>)



Baustoff Stein (Bild: Adrian Aeschlimann, 2019).

○ MASSNAHMEN
ZUR SENKUNG DER
WASSERTEMPÉRATUR



MASSNAHMEN ZUR SENKUNG DER Wassertemperatur

Die insbesondere im Sommer hohen Wassertemperaturen, kombiniert mit tiefen Wasserständen, sind für kälteliebende Gewässerlebewesen eine existenzielle Bedrohung. Massnahmen zur Senkung der Wassertemperatur sind deshalb entscheidend, um den negativen Auswirkungen der Klimaerwärmung entgegenzuwirken. Generell wünschenswert wäre die Wiederherstellung von Wasserspeichern (Grundwasser, Feuchtgebiete, Aufhebung von Drainagen, Schaffung von Retentionsräumen) und ein sorgsamerer Umgang mit Wasserentnahmen (Quellen, Grundwasser, usw.).

- Es ist jeweils eine **gewässertypische und langfristige Beschattung des Gewässers durch Ufergehölze** anzustreben, insbesondere platziert auf der Südwestseite des Gewässers, da die Erwärmung am Nachmittag und Abend am ausgeprägtesten ist⁵.
- Bei wasserbaulichen Eingriffen ist die Ufervegetation zur Beschattung, wo immer möglich und sinnvoll, zu erhalten und/oder zu gewährleisten.
- Kaltwasserzonen verursacht durch Grundwasseraufstösse oder den Zufluss kühlerer Seitengewässer sollen bei der Planung berücksichtigt werden. Dem Austausch von Grundwasserleiter und Oberflächenwasser soll im Rahmen der bestehenden gesetzlichen Grundlagen mehr Beachtung geschenkt werden. Eine entsprechende Planungshilfe ist beim Bundesamt für Umwelt in Arbeit.

⁵ Temperaturverlauf in Fliessgewässern (Mende und Sieber 2021)

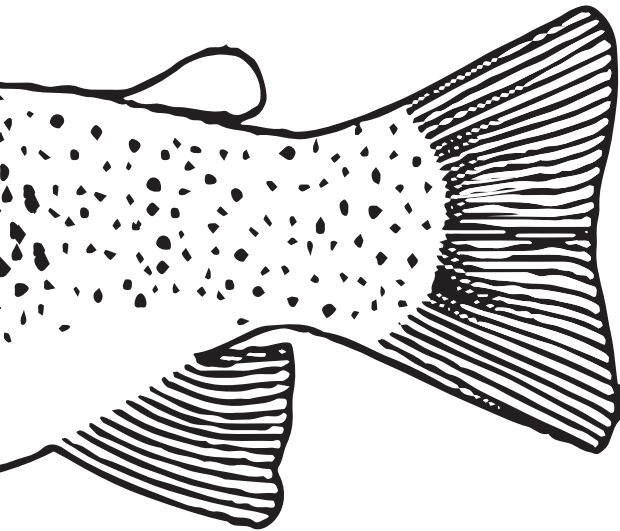
EINSCHÄTZUNGEN

- Es gibt auch schützenswerte Arten, die besonnte Gewässerabschnitte oder Pionierstandorte fürs Überleben benötigen. Einer standorttypischen i. d. R. gruppenartigen Bestockung ist Rechnung zu tragen.
- Eine sehr starke Bestockung kann das Gewässer von der Umgebung und der Bevölkerung entkoppeln. Das kann in gewissen Gebieten die Verbundenheit mit der Natur beeinflussen. Notwendig ist eine gute Besucherlenkung, damit die ökologischen Aspekte und die menschlichen Bedürfnisse unter einen Hut gebracht werden können.



Schatten sorgt für eine wirksame Kühlung der Fliessgewässer (Bild: Adrian Aeschlimann, 2019).

GRUNDSÄTZE
FÜR WASSER-
BAULICHE
EINGRIFFE



GRUNDSÄTZE FÜR WASSERBAULICHE EINGRIFFE

- Anzustreben sind in erster Linie **eigendynamische Prozesse**, die vielfältige Lebensräume schaffen und die negativen Folgen der Klimaerwärmung abfedern helfen. Die Voraussetzung dafür sind genügend Gewässerraum und Gewässer mit entsprechender Eigendynamik.
- Damit zwischen dem wasserbaulichen Eingriff ins Gewässer und dem Regenerieren von standorttypischem Lebensraum nur wenige Jahre vergehen, sind bei weniger dynamischen Gewässern **Initialstrukturen** vorzusehen. Im Zweifelsfall sind eher Uferanrisse durch Strukturen zu provozieren (Initialisierungen für eigendynamische Verbreiterung) als eine bauliche Sohlenverbreiterung (klima- und strukturtechnisch meist kontraproduktiv) mit viel Aushub und Materialtransport umzusetzen.
- Bei Gerinneverbreiterungen besteht jedoch anfänglich die Gefahr von überbreiten, langsam fliessenden, flachen Wasserflächen, welche sich bei direkter Sonneneinstrahlung nicht nur sehr stark erhitzen, sondern auch wenig Lebensraum für kälteliebende Fischarten wie die Forelle bereitstellen (keine Unterstände).
- Wenn Gerinne aus Hochwasserschutzgründen aufgeweitet werden müssen, ist es umso wichtiger, eine **selbsterhaltende Niederwasserrinne** zu schaffen bzw. ein mehrstufiges Gerinneprofil mit strukturreicher Niederwasserrinne und «Vorländern» zu erstellen.
- In verhältnismässig breiten Gewässerläufen lässt sich auch das Beschattungsproblem lösen, da es dann hochwasserschutztechnisch möglich ist, nahe an der Niederwasserrinne Bäume wachsen zu lassen, welche die eingebrachten Totholzstrukturen längerfristig ersetzen können.
- Bei einer Flussaufweitung mit ausreichender Niederwassermenge (Idealfall) kann, wo ökomorphologisch sinnvoll und dem Gewässertyp entsprechend, mittels Totholzinitialstrukturen ein entsprechendes Gerinne angeregt werden, um die Strukturvielfalt zu erhöhen und eine, z. B. für totholzreiche Flüsse, typische mosaikartige Verteilung des Auenwalds im Flussraum zu fördern.
- **Wenn eine eigendynamische Strukturierung des Gewässers nicht möglich ist, bringen Instream-Massnahmen eine wertvolle Aufwertung. Auf die Hochwassersicherheit ist achtzugeben.**

EINSCHÄTZUNGEN

- Zu berücksichtigen sind Interessenabwägungen und Kostenaspekte.
- In unserer dichtbesiedelten Kulturlandschaft mit vielen Siedlungen und intensiven Unterhaltsmassnahmen (Ufergehölz, Verlandungen), Wasserentnahmen sowie Hochwasserrückhaltebecken (Kiessammler, usw.) ist das Potential für eigen-dynamische Prozesse vielerorts sehr stark eingeschränkt. Instream-Massnahmen sind oft die einzige Möglichkeit, trotzdem attraktive Lebensräume zu schaffen.
- Es gibt zwei Aspekte, die in Wasserbaukreisen relativ neu sind, und deren eigentliche Bedeutung für Fliessgewässer, Auen, Wasserhaushalt/Mikroklima unterschätzt werden:
 1. Totholz
 2. Biber⁶
- Es besteht in gewissen Fällen ein Zielkonflikt zwischen der notwendigen Längsvernetzung und dem Erhalt von tiefen Kolken. Aus fischereilicher Sicht muss auch über die Verluste von Kolken diskutiert werden. Vor der Umsetzung eines Projektes ist es zentral, sich die Ausgangslage genau anzusehen. Stellt das Wanderhindernis einen attraktiven Lebensraum dar? Gerade im Mittelland mit zunehmenden Temperaturen und längeren Hitzeperioden, zeigt sich deutlich, wie wichtig diese Rückzugshabitate, insbesondere für kälteliebende Fischarten wie Forellen(verschiedene Altersstadien und insbesondere für adulte Tiere), sind. Leider gelingt es bei vielen Vernetzungsprojekten nicht immer, diese Habitate entsprechend gut zu ersetzen. Es gibt heute innovative Möglichkeiten, tiefe Kolke zu erhalten bzw. zu erstellen und die harten Schwellen besser zu vernetzen und mit Totholz anzureichern (z. B. Hakenriegel).

Beide wirken natürlicherweise ähnlich auf die Fliessgewässer ein. Sie bewirken eine kontinuierliche Reduktion der Abflussgeschwindigkeit bzw. einen steten Rückhalt von Wasser in der Fläche und damit eine Pufferung des Wasserdargebots. Es wäre wichtig, dass unter Fachleuten solche natürlichen Verhältnisse inklusive Totholz und Biber in den Fokus rücken.

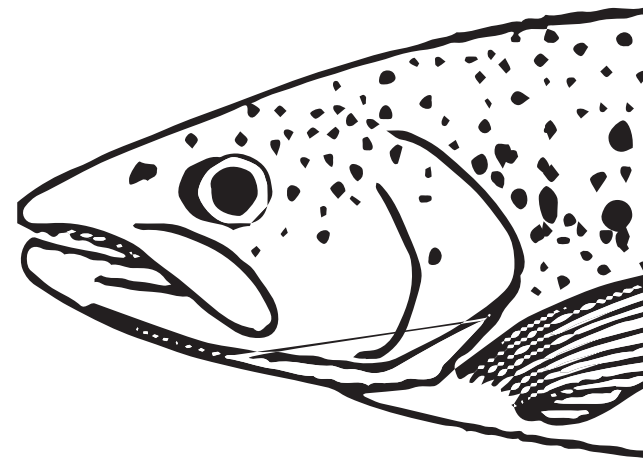
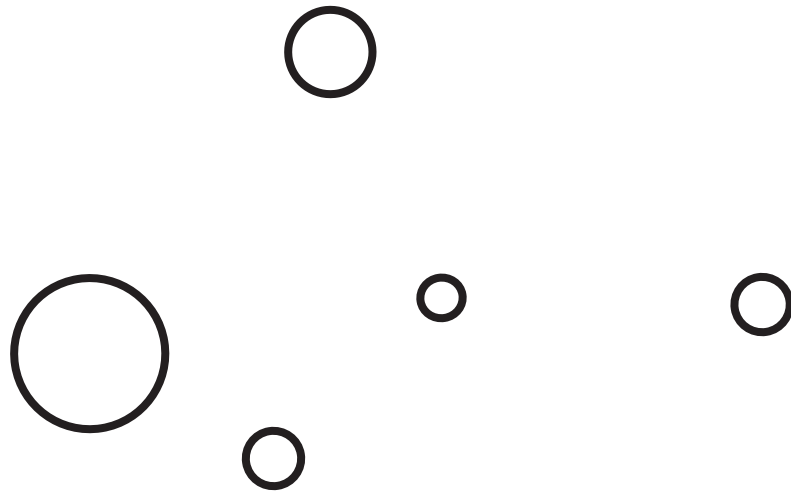
⁶ Bedeutung des Bibers:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/biber-als-partner-bei-gewaesserrevitalisierungen.html>



Blocksteinriegel in Hakenform schaffen tiefe Kolke, Emme, Gemeinde Eggwil (Bild: Karin Gafner, Fischereiinspektorat Kanton Bern).

WIRKUNGS- ORIENTIERUNG



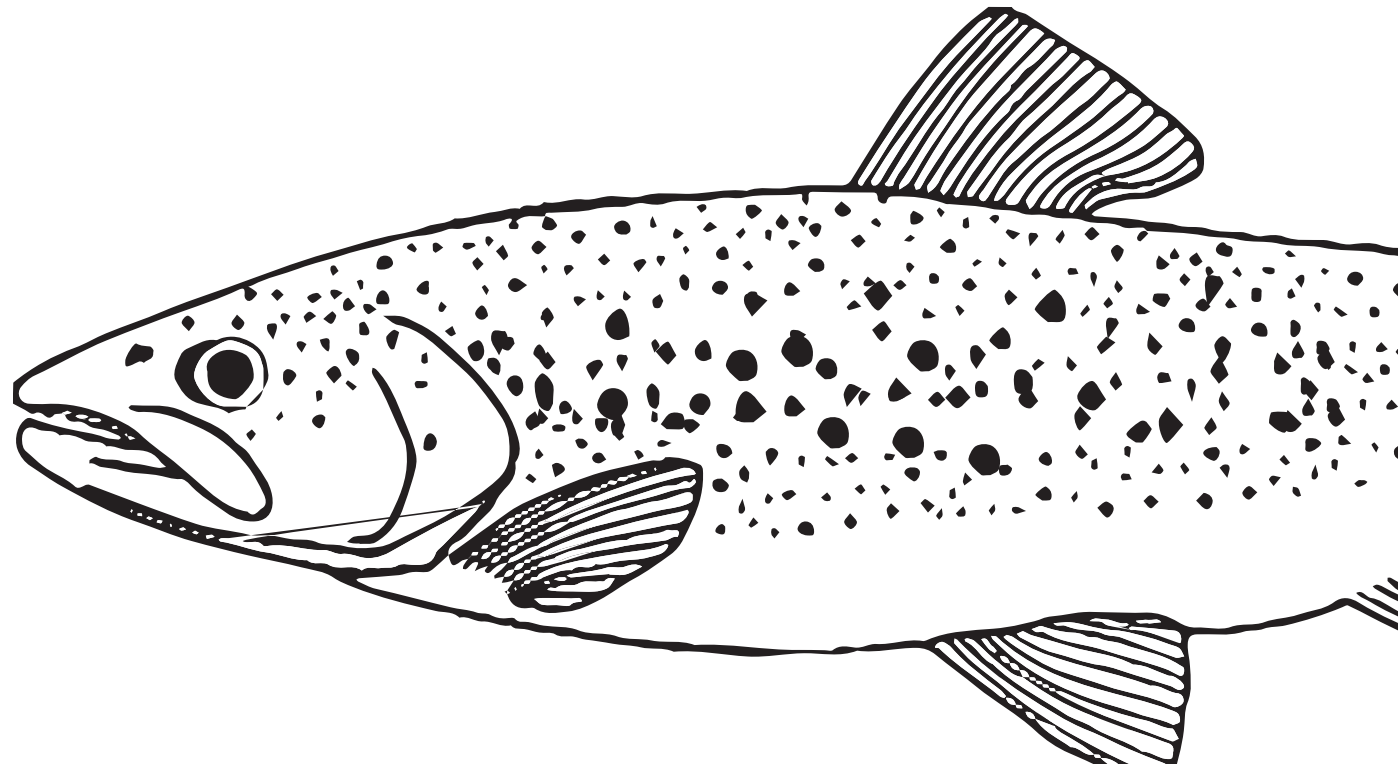
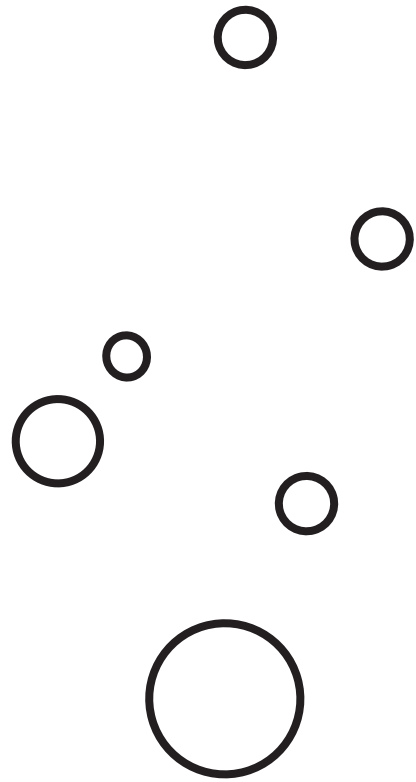
WIRKUNGSORIENTIERUNG

- Es wird empfohlen mit einer **vorgängigen Analyse der ökologischen Defizite und der Definition der Projektziele und Zielarten** die dominanten wasserbaulichen Massnahmengruppen sowie spezifische Massnahmen auszuwählen.
- Mit den neuen nationalen methodischen Vorgaben «Wirkungskontrollen Revitalisierung» (BAFU 2019) soll eine Vergleichbarkeit der Erfolgskontrollen von Revitalisierungs- und Renaturierungsprojekten erreicht werden. Wünschenswert für die Datenanalyse und Vergleichbarkeit wären eine Vereinheitlichung der Parameter, Messmethoden und Zeiträume.

EINSCHÄTZUNG

- Klare Definition von standorttypischen Lebensräumen (nicht nur fischbezogen).
- Ökologische Defizitanalysen und Projektziele haben aktuell noch einen schwierigen Stand. Oftmals eignen sich die Projekte aufgrund ihrer Grösse nicht für fundierte Untersuchungen oder die Rahmenbedingungen sind durch teilweise konkurrierende fachliche Aspekte bereits erheblich eingeschränkt.

SCHONENDER UNTERHALT



SCHONENDER UNTERHALT

- Der Gewässerunterhalt spielt eine entscheidende Rolle, da er das Gewässer zwischen zwei baulichen Veränderungen (meist sehr grosse zeitliche Abstände) unterhält und pflegt und für den geeigneten Uferbewuchs sorgt. Dies ist für die Beschattung von zentraler Bedeutung.
- Der **Gewässerunterhalt sollte schonend durchgeführt werden und schattenspendende Gehölze am Ufer sowie Lebensraum bildende Strukturen im Gewässer schonen**, gemäss dem Motto so wenig wie möglich, soviel wie nötig. Anzustreben ist eine extensive Uferbestockungspflege. Einzelne Bäume sind, wo möglich bis ins hohe Alter stehen zu lassen, selbst bei kleinen Gewässern.
- Bei der heute üblichen Entfernung von Totholz muss ein Umdenken stattfinden. Es sollten stets Möglichkeiten bevorzugt werden, bei denen **umgefallene Bäume befestigt oder lagestabil in die Sohle eingebaut** werden können, anstatt sie einfach zu entfernen.
- Die standorttypische Beschattung ist zu fördern (bei Wiesenbächen mittels Stehenlassen von bachnaher krautiger Vegetation (Hochstaudenflur u. Ä.)



Schattenspendende Vegetation und Strukturen wie Anrisse und Totholzansammlungen wenn immer möglich erhalten (Bild, Sektion Jagd und Fischerei Aargau, Surb, Lengnau AG).

INTEGRATIVE PLANUNGSPROZESSE



INTEGRATIVE PLANUNGSPROZESSE

Bei der Planung von Wasserbauvorhaben zwecks Hochwasserschutz oder Renaturierung und Revitalisierung, sind von Prozessbeginn an die relevanten Fachstellen und Organisationen einzubeziehen (BAFU 2019) und der naturnahe Wasserbau von Beginn weg einzuplanen. Zu berücksichtigen sind insbesondere die orts- und gewässerspezifischen Kenntnisse der Fischerinnen und Fischer sowie der lokalen Naturschutzorganisationen. Damit soll das gemeinsame Verständnis gefördert und so verhindert werden, dass ein Projekt in einer späteren Planungsphase Rückschläge erleidet.

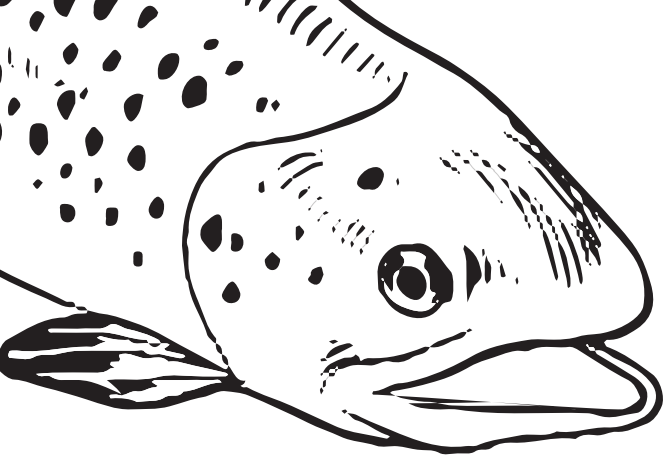


Der frühzeitige Einbezug unterschiedlicher Akteure und des lokalen Erfahrungswissens fördert das gemeinsame Verständnis (Bild: Adrian Aeschlimann, 2019).

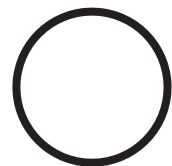
WEITERE FORSCHUNGSFRAGEN

Während der Erarbeitung der Empfehlungen wurden die Teilnehmenden aufgefordert, den weiteren Forschungsbedarf zu benennen. Folgende Hauptpunkte gingen daraus hervor:

- Grundlagen zusammenstellen zu natürlichen gewässerökologischen Prozessen, ausgelöst durch Totholz, z. B. mittels Literatur-Recherchearbeiten zu den entsprechenden Publikationen (z. B. Berner Publikation zu Engineerd Log Jams).
- Verknüpfung mit der Forschung zum Einfluss des Bibers als «Wasserbauer».
- Auswirkung von Struktureinbauten auf den Hochwasserspiegel: physikalisch abgestützte Berechnungsmodelle und Plausibilisierung von Berechnungen und Messungen bei ausgeführten Projekten.



GLOSSAR



GLOSSAR

EIGENDYNAMIK

Eigenentwicklung eines Gewässers, welche sich stetig durch z. B. Eintrag von Totholz sowie Hochwasserereignissen verändert. Natürliche Gewässer (ohne menschliche Einflüsse) haben keinen statischen Verlauf, sondern verändern diesen immer wieder. Durch Begradigung und Verbauung wird die Eigendynamik stark eingeschränkt.

ELJ ENGINEERED LOG JAM

Imitieren die klumpenartige Totholzverteilung in natürlichen/ungestörten Flusssystemen, die sich aus den alten, schweren (nicht verdriftbaren) «key logs» (Schlüsselhölzern) und der Schwemmholtzakkumulation ergeben.

FASCHINEN

Zusammengeschnürtes Reisigbündel zur Ufer-, Hang- und Deichbefestigung.

HAKENRIEGEL

Strömungs- und habitatoptimierte Querriegel zur treppenartigen Überbrückung nicht fischgängiger Abstürze.

HOCHWASSERSCHUTZ

Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit vor Hochwasserereignissen.

IAM

Der IAM (Indice d'attractivité morphodynamique) ist eine standardisierte Methode zur Erfassung der Gewässermorphologie von Fließgewässern, wobei die Vielfalt und Attraktivität des Gewässerabschnittes quantitativ bewertet wird (IAM Attraktivität und IAM Diversität).

INGENIEURBIOLOGISCHE BAUWEISEN

Verwendung von Pflanzen oder Pflanzenteilen als Baustoffe im Erdbau, zur Sicherung von unbefestigten Oberflächen (z. B. vor erosiven Angriffen durch Wind und Wasser).

INITIALSTRUKTUREN

Lösen Dynamik aus und schaffen mit Hilfe der Strömung vielseitige Habitate. Sie sind morphologische Entwicklungshelfer und können sich u. U. selbst durch die natürlichen Prozesse des Fließgewässers (Schwemmholtzakkumulation) erhalten und erneuern (mittel- bis langfristige Wirkung).

LENKBUHNE

Strömungslenkendes Element, welches im Gerinne auf geringer Einbauhöhe eingebracht wird. Wird bereits bei Niederwasser überströmt und erzeugt gezielte Spiralströmung.

MAKROZOOBENTHOS

Gesamtheit der mit dem Auge sichtbaren wirbellosen Lebewesen des Gewässerbodens.

MÖBLIERUNG

Eher künstlich wirkende Strukturen und Fischunterstände mit kurzfristiger Wirkung.

RENATURIERUNG

Rückführung eines Gewässers in seinen ursprünglichen unbauten Zustand sowie seiner gewässerökologischen Funktionen.

RETENTION

Stoff- oder Wasserrückhalt durch natürliche Gegebenheiten oder künstliche Maßnahmen.

REVITALISIERUNG

Wiederherstellung natürlicher Funktionen eines verbauten, korrigierten, überdeckten oder eingedolten oberirdischen Gewässers mit baulichen Massnahmen.

SCHUBKRAFT / SCHLEPPKRAFT

Transportkraft fließender Gewässer.

STRUKTURIERUNG

Bauliche Massnahmen zur Strukturverbesserung und Diversifizierung hydraulischer und morphologischer Aspekte sowie Verbesserung aquatischer Habitate.

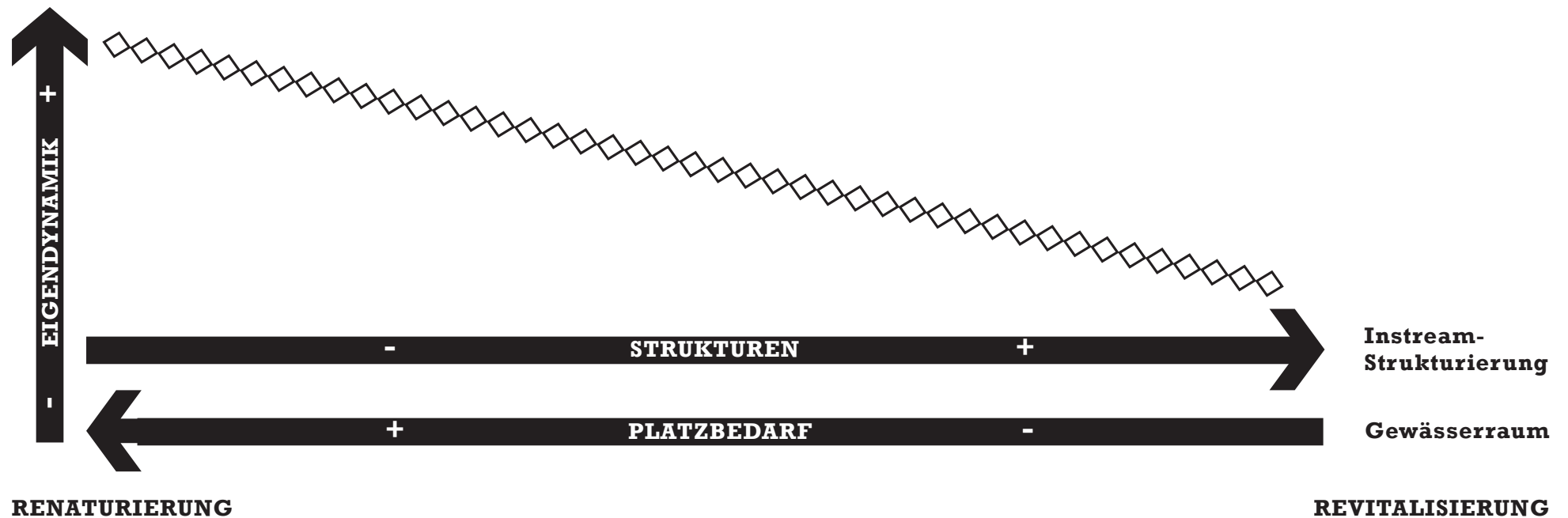
TOTHOLZ

Abgefallene Äste, umgekippte Baumstämme und Wurzelstöcke, die im Gerinne liegen. Totholz zeichnet sich durch riesige Oberflächen aus und führt bei direkter Anströmung zu hoher Strömungsvielfalt. Es bietet vielseitige Verstecke/Unterstände für Fische und andere Wassertiere. Essentiell ist die rückhaltende Funktion für angeschwemmtes organisches Material und ist damit von grösster Bedeutung für den Lebensraum von Fischnährtieren (Makrozoobenthos).

WASSERBAU / INSTREAM

Bauliche Massnahmen in der benetzten Sohle von Fliessgewässern.

ZUSAMMENHANG ZWISCHEN INSTREAM-STRUKTURIERUNGSGRAD UND DER GRÖSSE DES GEWÄSSERRAUMS SOWIE VORHANDENER EIGENDYNAMIK DES GEWÄSSERS.



Die Grundlagen für die Planung ingenieurbio-logische Bauweisen liegen vor. Verwiesen sei insbesondere auf folgende Publikationen:

BAFU: Ingenieurbio-logische Bauweisen im naturnahen Wasserbau / Kanton Bern: Planungshilfe Engineered Log Jam (ELJ) / Schweizerischer Fischereiverband: Fischer schaffen Lebensraum

LITERATUR
UND
REFERENZEN



LITERATUR UND REFERENZEN

BAFU (Hrsg.) 2021: Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer. Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2101.

<https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-hydroszenarien.html>

BAFU (Hrsg.) 2019: Handbuch für die Partizipation bei Wasserbauprojekten. Betroffene zu Beteiligten machen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1915.

https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/naturgefahren/uw-umwelt-wissen/handbuch-partizipation-bei-wasserbauprojekten.pdf.download.pdf/de_UW_1915_HB_Wasserbauprojekte_4_GzD_04-12-19.pdf

Mende, M., Sieber, P., 2021: Wie halten wir unsere Fliessgewässer kühl? Bern, Ennetbaden.

<https://plattform-renaturierung.ch/wp-content/uploads/2021/08/Kurzbericht-Temperaturverlauf-in-Fliessgewaessern-2021-04-29.pdf>

Renaturierungsfonds des Kantons Bern (Hrsg.) 2019: Planungshilfe Engineered Log Jam (ELJ).

https://plattform-renaturierung.ch/wp-content/uploads/2019/02/UE170034_B_190113_Planungshilfe_ELJ_v1.0.pdf

Weber, C., Sprecher, L., Åberg, U., Thomas, G., Baumgartner, S., Haertel-Borer, S. 2019: Zusammenfassung und Inhalt. In: Wirkungskontrolle Revitalisierung – Gemeinsam lernen für die Zukunft. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.

https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/fachinfo-daten/wirkungskontrolle-revitalisierung/wiko_revit_gemeinsam-lernen_1_02.pdf.download.pdf/WiKo_Revit_Gemeinsam_Lernen_20210709.pdf

Links

Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/anpassung-klimawandel/pilotprogramm.html>

Bundesrechtliche Grundlagen für den Wasserbau

Art. 4 Wasserbaugesetz:

https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1993/234_234_234/de#art_4

Art. 37 Gewässerschutzgesetz:

https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/1860_1860_1860/de#art_37

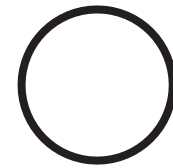
Art. 8 Fischereigesetz:

https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1991/2259_2259_2259/de#art_8

Art. 9 Fischereigesetz:

https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1991/2259_2259_2259/de#art_9

ANHANG



ANHANG

PROJEKTORGANISATION

Das Teilprojekt in der Pilotregion Aargau wurde unterstützt durch die Abteilung Landschaft und Gewässer der Bau, Verkehrs- und Umweltdirektion BVU des Kantons Aargau. Das Teilprojekt wurde gesteuert durch eine Projektgruppe mit folgenden Mitgliedern:

Norbert Kräuchi, Abteilung Landschaft und Gewässer, BVU AG
David Bittner, Sektion Jagd- und Fischerei, BVU AG
Christian Tesini, Sektion Wasserbau, BVU AG
Nanina Blank, Sektion Wasserbau, BVU AG
Sebastian Hackl, Sektion Wasserbau, BVU AG
Kurt Braun, Präsident Aargauischer Fischereiverband
Stephan Ineichen, Aargauischer Fischereiverband, Mitglied Kantonale Fischereikommission
Jolanda Jenzer, Professorin für Wasserbau an der Berner Fachhochschule
Samuel Gründler, Schweizerischer Fischerei-Verband SFV
Adrian Aeschlimann, SKF, Teilprojektleitung

Die vorliegenden Empfehlungen wurden zusammen mit einem Kreis von Akteurinnen und Akteuren erarbeitet, die sich am 17. Mai 2019, 30. Juni 2020 und 28. April 2021, anlässlich von drei Workshops getroffen haben. Der Anlass vom April 2021 fand wegen der damals geltenden Covid-19-Massnahmen als Videokonferenz statt. Folgende Personen nahmen an einem oder mehreren Workshops teil:

Norbert Kräuchi, Abteilung Landschaft und Gewässer, BVU
David Bittner, Sektion Jagd- und Fischerei, BVU
Hans-Peter Nussbaum; Vertretung Gewässerunterhalt Kt. AG
Sebastian Hackl, Projektleiter Sektion Wasserbau, Kt. AG
Nanina Blank, Sektion Wasserbau, BVU AG
Stephan Ineichen, AFV / Kantonale Fischereikommission
Susanne Haertel-Borer, Abteilung Wasser, Chefin Sektion Revitalisierung und Fischerei BAFU
Niels Werdenberg, Emch und Berger AG
David Hausammann, Kästli Bau
Sammy Mirjan, Hunziker, Zarn und Partner;
Thomas Schläppi, Stv. Projektleiter Klimaprojekt, SKF/SFV
Martina Küng, Diplomandin BFH Burgdorf, Gewässerökologin
Jolanda Jenzer, Professorin für Wasserbau, BFH Burgdorf
Esther Leitgeb, Aqua Viva
Thomas Ammann, WWF Schweiz
Tonja Zürcher, Geschäftsführerin WWF Aargau
Hannah Bichsel, Praktikantin WWF Schweiz
Ulysses Witzig, Pro Natura AG
Ralf Bucher, Aargauischer Bauernverband
Christian Holzgang, Abteilung Gefahrenprävention BAFU (zuständig Kt. AG)
Pascal Vonlanthen, www.aquabios.ch
Matthias Mende, IUB Engineering Services Ltd.
Marco Kaufmann, Hunziker, Zarn und Partner
Samuel Gründler, Schweizerischer Fischerei-Verband



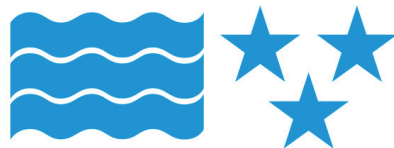
schweizerisches kompetenzzentrum fischerei SKF
centre suisse de compétences pour la pêche CSCP
centro svizzero di competenza pesca CSCP
center da cumpetenza svizzer da la pestga CCSP

Schweizerischer Fischerei-Verband
Fédération Suisse de Pêche
Federaziun Svizra da Pestga
Federazione Svizzera di Pesca



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Office fédéral de l'environnement OFEV
Uffizi federal d'ambient UFAM



KANTON AARGAU

IMPRESSUM

Autor: Adrian Aeschlimann, Schweizerisches Kompetenzzentrum Fischerei (SKF), Bern

Aeschlimann, A. 2021: Trockenheit, Hitze und Niedrigwasser: Klimaanpassungsmassnahmen für kälteliebende Fischarten, Bern.

Grafik: faisu.ch