

Eawag
Das Wasserforschungsinstitut
des ETH-Bereichs

eawag
aquatic research

Neukonzessionierung: Chancen und Risiken für die Gewässerökologie

Nicole Bongni, Christine Weber, Martin Schmid

Kraftwerk Birsfelden
Foto: www.kw-birsfelden.ch

Fließgewässer: hochdynamische Ökosysteme

- Dynamische, offene Ökosysteme, eng vernetzt mit den Lebensräumen an Land
- Hotspots der Biodiversität: 80 % der Tier- und Pflanzenarten in der Schweiz kommen im oder am Gewässer vor
- Einzugsgebiet beeinflusst Abflusscharakteristik, Nährstoff- und Sedimenttransport, Stoffeinträge, etc.



Senseaue

Gewässerlebensräume sind dynamische Ökosysteme. Prägend ist der Austausch mit dem Grundwasser, der Sediment- und Nährstofftransport flussabwärts, Abflussschwankungen und jährliche Hochwasser sowie eine hohe Diversität an verschiedenen Habitaten. Diese Dynamik führt zu überdurchschnittlich hohem Artenreichtum.

Gewässer unter Druck

Begradigungen



Wasserkraftnutzung



Hochwasserschutz



Trinkwasserressource



Verschmutzung

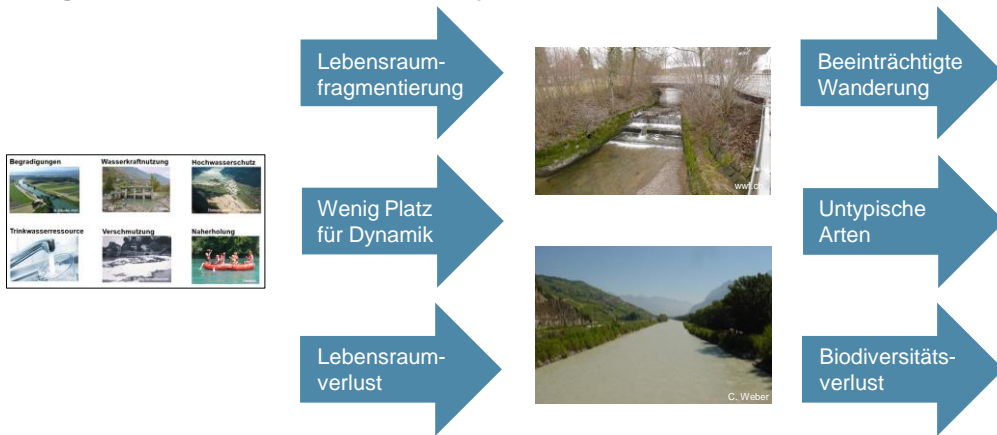


Naherholung



Gewässer gehören gleichzeitig zu den bedrohtesten Lebensräumen stehen sie doch unter hohem Nutzungsdruck.

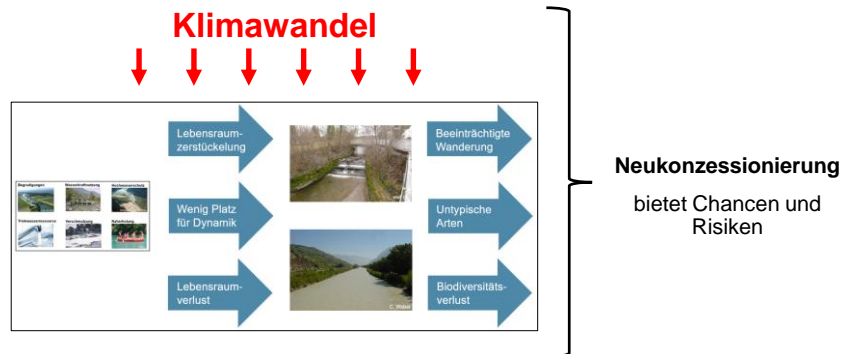
Folgen für die Gewässerökosysteme (Beispiele)



2

- Der hohe Nutzungsdruck hat Folgen für die Gewässer. Bauwerke wie Sohl-schwellen, Kraftwerke oder Wehre fragmentieren Lebensräume. Seitliche Uferverbauungen schränken die Dynamik und den Raum des Gewässers ein. Das führt zu Lebensraumverlust.
- Der Verlust von Lebensraum hat Folgen für die ansässigen Lebewesen: Die freie Fischwanderung ist eingeschränkt, spezialisierte Arten werden von Generalisten aus den ununiformen Lebensräumen verdrängt. Es kommt zu Biodiversitätsverlust.

Gewässer unter Druck



3

Zum Lebensraum- und Biodiversitätsverlust kommen globale Krisen hinzu. Nicht nur die Energiekrise – von der auch die Wasserkraft betroffen ist – sondern insbesondere der Klimawandel hat bereits grosse Auswirkungen auf die Gewässerökosysteme und wird diese weiter verstärken.

In diesem Spannungsfeld stehen zudem zahlreiche Konzessionserneuerungen an. Es sind zukunftstaugliche Lösungen bei den künftigen Konzessionen nötig.

Konzessionen der Zukunft



Folgende drei Themen werden anhand ausgewiesener Resultate aus wissenschaftlichen Studien beleuchtet.

Restwasser als Herausforderung weltweit

Insight

Surprise and Opportunity for Learning in Grand Canyon: the Glen Canyon Dam Adaptive Management Program

Elizabeth S. Melis¹, Carl J. Walters² and Josh Kerans³

ABSTRACT With a focus on reservoirs of the Colorado River ecosystem below Glen Canyon Dam, the Glen Canyon Dam Adaptive Management Program has included a variety of experimental policy tests, ranging from manipulations of water releases from the dam to removal of non-native fish within Grand Canyon National Park. None of these field-scale experiments has yet produced unambiguous results in terms of management prescriptions. But there has been adaptive learning, mostly from unanticipated or surprising resource responses relative to traditional stakeholders who might not be results from the Glen Canyon Dam better river management policies started in 2011 by the U.S. Dept. key uncertainties about the water since 1993 is critical input to the ecosystem modeling will likely be in other complex programs.

Key Words: adaptive management, large-scale, natural resource

(Melis et al. 2015)



Glen Canyon Dam, USA

www.nps.gov

EXPERIMENTAL FLOODS CAUSE ECOSYSTEM REGIME SHIFT IN A REGULATED RIVER

CHRISTOPHER T. ROBINSON¹ AND URS UEHLINGER

Department of Aquatic Ecology, EAWAG, 8600 Dübendorf, Switzerland, and Institute of Integrative Biology, ETH Zürich 8092 Switzerland

Abstract. Reservoirs have altered the flow regime of most rivers on the globe. To simulate the natural flow regime, ex throughout the world to im long-term sequential use of ecosystem regime shifts in floods over eight years) on a would cause a regime shift physicochemistry of the river were lower after the floods. T year of flooding and maintai third year of flooding. Org flooding, although peaks wer slopes. The floods reduced floods, but density was not r decreased by about one-half

Robinson et al. (2008)

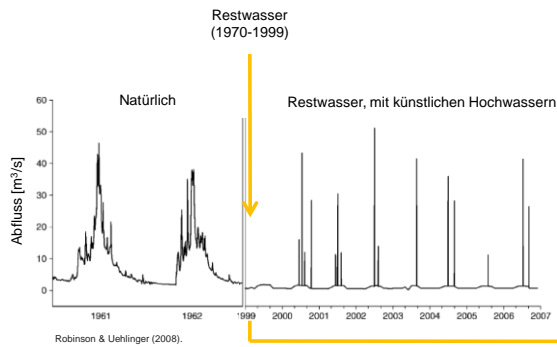


Künstliche Hochwasser am Spöl

www.espaqium.ch

Weltweit gibt es zahlreiche Studien, die die Auswirkungen von Restwasserabflüssen auf das Gewässerökosystem untersuchen. Dies reicht unter anderem vom Colorado River in den USA bis in die Schweiz, wo im schweizerischen Nationalpark durch künstliche Hochwasser gewässertypische Prozesse und Lebensräume wiederhergestellt werden sollen.

Spöl: Veränderungen des Ökosystems unter Restwasser



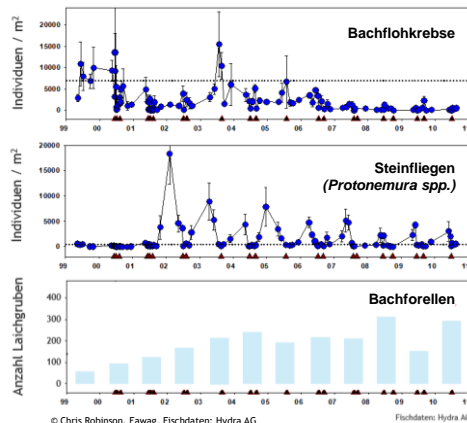
Vermehrte Algenbildung



Fehlende Laichplätze

Der Spöl war einst ein Wildbach. Jahreszeitliche Abflussschwankungen und Hochwasser prägten sein Erscheinungsbild. Durch den Bau von zwei Stauanlagen Ende der 1960er-Jahre wurde der Abfluss stark reduziert und auf einem konstanten Niveau gehalten. Dadurch verschlechterten sich die Lebensraumbedingungen flussabwärts. Unter anderem kam es zu vermehrtem Algenwachstum, und durch die fehlende Umwälzung der Bachsohle fehlte es den Bachforellen zunehmend an geeigneten Laichplätzen für die Eiablage. Ab dem Jahr 2000 führte man am Spöl künstliche Hochwasser durch, um wieder Dynamik im Gewässer zu schaffen und somit die Lebensraumbedingungen zu verbessern.

Künstliche Hochwasser am Spöl: Reaktion der Lebewesen



Nicht
gewässertypisch



gewässertypisch



gewässertypisch



Rückkehr gewässertypischer Arten dank
naturnäherer Abflussdynamik

6

Folgende Veränderungen konnten nach der Einführung der künstlichen Hochwassers beobachtet werden:

- Die Anzahl der Bachflohkrebse ist zurückgegangen. Natürlicherweise kommen Bachflohkrebse nicht in grosser Anzahl in diesen Höhenlagen vor. Durch das Fehlen von Hochwasser konnten sie sich jedoch im Gewässer ausbreiten. Nach der Einführung der künstlichen Hochwasser ist ihre Zahl wieder auf ein gewässertypisches Niveau gesunken.
- Gerade umgekehrt verlief es für die Larven von Steinfliegen der Gattung *Protonemura*. Ohne Abflussdynamik waren sie praktisch aus dem Gewässer verschwunden und sind nach der Einführung der künstlichen Hochwasser in den Spöl zurückgekehrt.
- Durch die vermehrte Umwälzung der Bachsohle konnte zudem die Anzahl der Laichgruben für Bachforellen erhöht werden.

Konzessionen der Zukunft

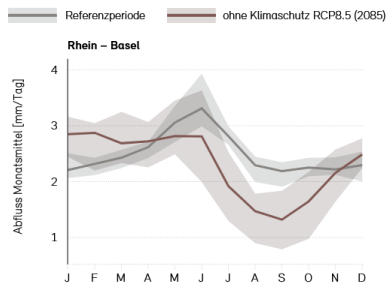


- Künstliche Hochwasser
- Abfluss in Restwasserstrecke proportional zum Abfluss oberhalb (= inkl. saisonale Schwankungen)

Konstante und geringe Abflüsse in den Restwasserstrecken führen zu einem Verlust der Lebensraumdiversität und beeinflussen das Gleichgewicht im Gewässerökosystem. Neue Konzessionen sollten daher dynamische Restwasserbedingungen beinhalten – zum Beispiel durch künstliche Hochwasser oder eine prozentuale Wassermengenabgabe relativ zum Zufluss oberhalb.

Klimawandel: voraussichtliche Folgen für Gewässer

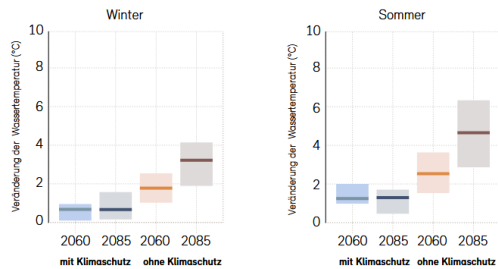
Verminderte Abflussmenge besonders im Sommer



BAFU (2021)

Erhöhte Wassertemperaturen in allen Klimaszenarien

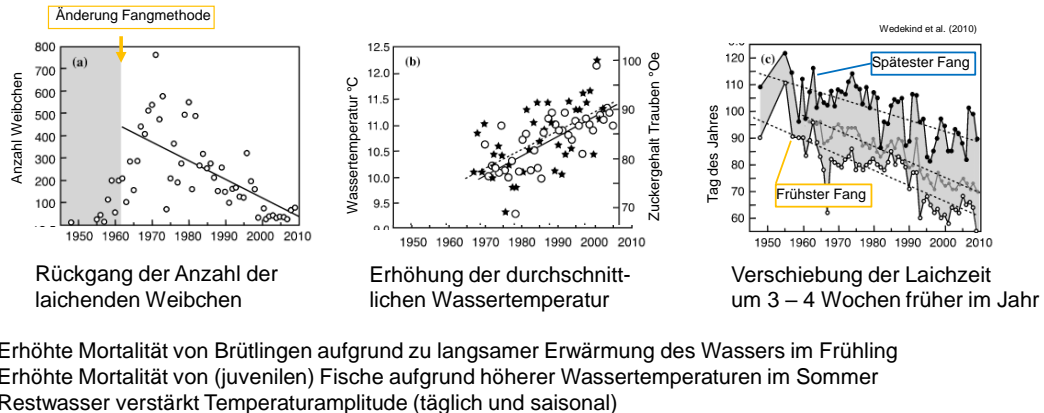
Einzugsgebiete Mittelland und Jura



8

Der voranschreitende Klimawandel wird einen grossen Einfluss auf die Gewässer haben. Im Sommer werden die Abflüsse geringer ausfallen, dafür steigen die Wassertemperaturen an – dies auch dann, wenn die Klimaziele konsequent umgesetzt werden. Bereits heute können klimabedingte Veränderungen in unseren Gewässern nachgewiesen werden. Wie schnell solche Prozesse ablaufen können, wird auf der nächsten Folie erklärt.

Veränderter Laichzeitpunkt bei Äschen in der Aare



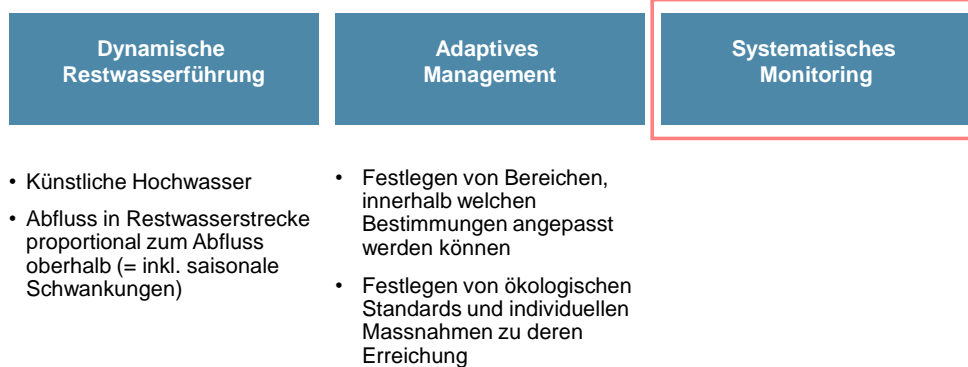
8

Seit 1960 haben Forschende jährlich den Start und das Ende der Laichsaison von Äschen in der Aare erhoben und dabei Folgendes festgestellt:

- Innerhalb von nur 50 Jahren ist die Zahl der laichenden Weibchen stark zurückgegangen.
- Gleichzeitig hat sich die Wassertemperatur erhöht. Da in der Region auch der Zuckergehalt von Weintrauben gestiegen ist, lässt dies auf eine regionale Erwärmung schließen, die nicht nur das Gewässer selbst betrifft.
- Ebenfalls laichten die Äschen gegen Ende der Erhebungsperiode rund drei bis vier Wochen früher im Jahr. Das Laichverhalten wird grundsätzlich ab einer Wassertemperatur von rund 6 °C ausgelöst. Da die Aare diese Temperatur zunehmend früher im Jahr erreichte, setzte das Ablachen ebenfalls früher ein.

Für die Eier und Brütlinge hat die frühe Entwicklung jedoch negative Folgen. Das Wasser erwärmt sich – obwohl es früher im Jahr bereits 6 °C erreicht – weniger schnell (der Sommer liegt nach der Eiablage einen Monat weiter entfernt als noch zu Beginn der 1960er-Jahre) und die Eier müssen sich in für sie zu kaltem Wasser entwickeln, was zu erhöhter Mortalität führt. Die zunehmend hohen Wassertemperaturen im Sommer führen dann wiederum zu erhöhter Mortalität. Restwasserstreifen verstärken die Temperaturamplituden zusätzlich.

Konzessionen der Zukunft

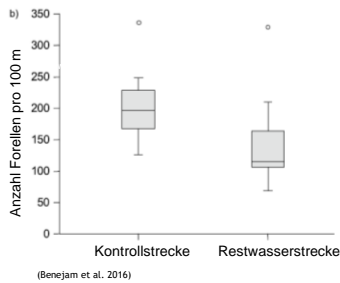


10

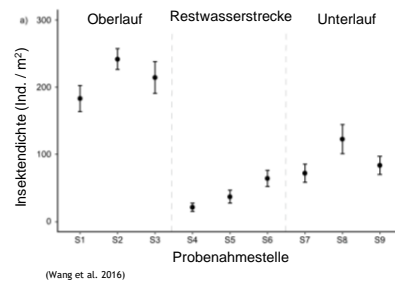
Die Geschwindigkeit der Veränderungen – insbesondere unter den Rahmenbedingungen des Klimawandels – stimmt nicht mit einer Konzessionsdauer von bis zu 80 Jahren überein. Werden unter den heutigen Bedingungen Restwasserbestimmungen festgelegt, sind diese in einem sich rasch verändernden System nicht sinnvoll. Aus ökologischer Sicht ist daher eine kürzere Konzessionsdauer zielführend. Wenn man bei langen Konzessionsdauern bleiben möchte – was auch wirtschaftliche Sicherheit mit sich bringt –, sollten diese adaptiv gestaltet sein. Ein sogenanntes adaptives Management kann bedeuten, dass Restwasserbedingungen während der Konzession innerhalb eines bestimmten Rahmens angepasst werden können, oder man definiert ökologische Standards, welche erreicht werden müssen, und passt die Massnahmen individuell an.

Mögliche Auswirkungen der Restwasserführung

Veränderung Häufigkeiten der Lebewesen
z.B. Forellen



z.B. Insektenlarven am Flussgrund



11

Auswirkungen von Restwasser können auch anhand veränderter Individuenzahlen beobachtet werden. In einer Studie wurde nachgewiesen, dass die Individuendichte von Forellen in Restwasserstrecken geringer ausfällt als in der Kontrollstrecke. Eine weitere Studie untersuchte die Individuendichten von im Wasser lebenden Insekten. Dort konnte der Einfluss der Restwasserstrecke ebenfalls durch tiefere Dichten nachgewiesen werden. Der Einfluss bestand über die Restwasserstrecke hinaus, das heisst auch nach der Rückgabe des Wassers in den Fluss.

Auswirkungen Restwasserführung in der Schweiz?

GSchG Art. 33 Abs. 3b
Interessen gegen die Wasserentnahme sind [...]:
die Bedeutung der Gewässer als Lebensraum für
die davon abhängige **Tier- und Pflanzenwelt,**
samt deren Artenreichtum, namentlich auch
für die Fischfauna [...] und natürliche
Fortpflanzung.

Annahmen Bericht erfüllt?

Bisher kein standardisiertes, nationales
Monitoring in Bezug auf ökologische
Auswirkung der Restwasserführung

Wirkungskontrolle Revitalisierung als Beispiel
für systematisches Monitoring in der Schweiz



- Einheitliche Methodik
- Einheitliche Datenerfassung
- Zentrale Datenhaltung
- Schweizweite Auswertung

(BAFU 2019; Weber et al. 2017)

11

Im Gewässerschutzgesetz steht, dass der Schutz der Tier- und Pflanzenarten bei Wasserentnahmen berücksichtigt werden muss. Kraftwerkbetreibende müssen vor der Konzessionerteilung einen Bericht verfassen, in dem die möglichen Folgen für die Ökologie abgeschätzt werden. Es fehlt jedoch eine systematische Überprüfung, ob sich die Annahmen aus den Berichten erfüllen und über die Zeit bestehen bleiben. Dabei kennen wir ein solches Regelwerk bereits aus der Wirkungskontrolle Revitalisierung. Mit dem systematischen Monitoring werden die Ziele der Revitalisierungen überprüft, schweizweit ausgewertet und die Erkenntnisse für neue Revitalisierungsprojekte verwendet.

Konzessionen der Zukunft

Dynamische Restwasserführung

- Künstliche Hochwasser
- Abfluss in Restwasserstrecke proportional zum Abfluss oberhalb (= inkl. saisonale Schwankungen)

Adaptives Management

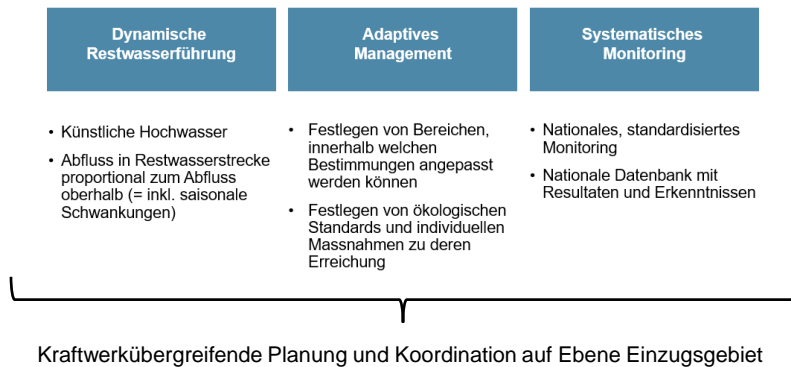
- Festlegen von Bereichen, innerhalb welchen Bestimmungen angepasst werden können
- Festlegen von ökologischen Standards und individuellen Massnahmen zu deren Erreichung

Systematisches Monitoring

- Nationales, standardisiertes Monitoring
- Nationale Datenbank mit Resultaten und Erkenntnissen

Damit überprüft werden kann, welche Massnahmen zur Eindämmung der negativen Auswirkungen der Restwasservorschriften sinnvoll sind, braucht es ein standardisiertes und nationales Monitoring. Und mit einer Datenbank könnten die Erkenntnisse aus den Monitorings für zukünftige Strategien genutzt werden.

Konzessionen der Zukunft



12

Künftige Konzessionen sollten dynamisches Restwasser, adaptives Management und ein systematisches Monitoring enthalten. Mit kraftwerkübergreifender Planung und Abstimmung auf Einzugsgebietsebene könnte nicht nur für die Energieproduktion, sondern auch für die Ökologie ein Mehrwert entstehen.

Der Druck auf die Gewässerökosysteme wird auch in Zukunft weiter steigen. In diesem Spannungsfeld zwischen Wasserkraft und Gewässerökologie braucht es zukunftsorientierte Lösungen, den Schutz der gefährdeten Biodiversität in und entlang der Fließgewässer sicherstellen.



Eawag
Das Wasserforschungsinstitut
des ETH-Bereichs

eawag
aquatic research

Danke für ihre Aufmerksamkeit!

Nicole Bongni
Eawag
Seestrasse 79
6047 Kastanienbaum
nicole.bongni@eawag.ch

Quellen

BAFU (Hrsg.) 2021: Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer. Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2101: 134 S.

Benejam, L., Saura-Mas, S., Bardina, M., Sola, C., Munné, A., & Garcia-Berthou, E. (2016). Ecological impacts of small hydropower plants on headwater stream fish: from individual to community effects. *Ecology of Freshwater Fish*, 25(2), 295-306.

Doering, M., Tonolla, D., & Antonetti, M. (2023). Adaptive management and restoration of a complex floodplain system using artificial flooding (Sarine floodplain, Western Switzerland). In *Slovenian Water Days, Rimske Toplice, Slovenia, 24-25 May 2023*. ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

Melis, T. S., Walters, C. J., & Korman, J. (2015). Surprise and opportunity for learning in Grand Canyon: the Glen Canyon dam adaptive management program. *Ecology and Society*, 20(3).

Robinson, C. T., & Uehlinger, U. (2008). Experimental floods cause ecosystem regime shift in a regulated river. *Ecological Applications*, 18(2), 511-526.

Wang, H., Chen, Y., Liu, Z., & Zhu, D. (2016). Effects of the "Run-of-River" hydro scheme on macroinvertebrate communities and habitat conditions in a Mountain River of Northeastern China. *Water*, 8(1), 31.

Weber, C., Sprecher, L., Aberg, 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. Merkblatt 0, V1.02

Wedekind, C., & Kueng, C. (2010). Shift of spawning season and effects of climate warming on developmental stages of a grayling (Salm onidae). *Conservation Biology*, 24(5), 1418-1423.