



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

# Atlantischer Lachs und Klimawandel

## *Massnahmenempfehlungen zum Schutz des Lachses*



Abbildung: ©Michel Roggo

Autoren: Thomas Schläppi und Adrian Aeschlimann, Schweizerisches Kompetenzzentrum Fischerei SKF

Bern, 30. Juni 2023

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Zusammenfassung.....	3
1. Einleitung.....	5
Projekt Lachs Comeback.....	5
Klimawandel und Gewässer .....	5
Ziel Studie .....	5
Vorgehen Studie .....	5
2. Massnahmen Recherche .....	6
Literaturrecherche und Umfragen .....	6
Situation im Salzwasser .....	6
Massnahmen im Süsswasser .....	7
3. Massnahmen Priorisierung.....	8
Umfrage.....	8
Workshop .....	9
4. Empfehlungen .....	12
Gefährdungs- und Umsetzungspotenzial .....	12
Umsetzbarkeit und Wirkung, Empfehlungen .....	12
5. Massnahmen im Schweizer Besitzperimeter .....	14
Vorgehen .....	14
Aargau .....	15
Basel-Landschaft.....	15
Basel-Stadt.....	17
Übersicht .....	18
6. Literaturverzeichnis.....	20
7. Anhang.....	22
Teilnehmer:innen des Workshops und der Umfragen.....	22

## Zusammenfassung

Die Auswirkungen des Klimawandels sind weltweit spürbar. Stetige Umweltveränderungen sind seit jeher ein charakteristisches Merkmal des Lebens auf der Erde und spielen eine wichtige Rolle bei der Evolution und der globalen Verteilung der Artenvielfalt. Die vorhergesagten zukünftigen Änderungen geschehen allerdings schneller als je zuvor und haben gravierende Folgen: Der Klimawandel wird als eine der Hauptbedrohungen für die biologische Vielfalt, die Struktur und Funktion von Ökosystemen angesehen, die bereits jetzt einer erheblichen anthropogenen Belastung ausgesetzt sind.

Die durch den Menschen verursachte globale Erwärmung stellt auch für das Leben unter Wasser eine grosse Gefahr dar. Nicht nur die Lufttemperatur, sondern auch die Temperatur der Schweizer Gewässer steigt kontinuierlich: Im Jahr 2018 wurden schweizweit diverse Temperaturrekordwerte gemessen. Der Klimawandel führt in der Schweiz laut den Klimaszenarien des Bundes unter anderem zu heisseren, trockeneren Sommern, welche sich auf das Abflussregime auswirken können und folglich z.B. vermehrt Winterhochwasser erwartet werden.

Der Bund hat sich zum Ziel gesetzt, dass bis 2030 wieder Lachse in der Schweiz aufsteigen. Dabei kommt dem Rhein und seinen Zuflüssen eine substantielle Bedeutung zu. Nebst Wanderhilfen, die zum Teil noch gebaut werden müssen, will der WWF auch die Einflüsse des Klimawandels mitberücksichtigen, um das Lachsmanagement im Hinblick auf dessen erfolgreiche Wiederansiedlung adäquat anzupassen. Denn steigende Wassertemperaturen und veränderte Abflüsse können sich auf Wanderung, Entwicklung, Wachstum und lebensgeschichtliche Merkmale des Lachses auswirken.

Weltweit gibt es Bemühungen, um den negativen Einflüssen des Klimawandels entgegenzuwirken. Diese Studie trägt mögliche vorbeugenden Massnahmen zusammen, zudem wurde in einem Workshop und mittels Online-Umfrage eruiert, welche dieser Massnahmen in der Schweiz sinnvoll wären und diese schliesslich zuhanden des WWF priorisiert. Diese Erkenntnisse sollen in Zukunft helfen, die Umsetzung von konkreten Projekten voranzutreiben.

Die Autoren der vorliegenden Studie empfehlen, schwergewichtig in folgenden Themengebieten aktiv zu werden:

- **Längsvernetzung/Anbinden von Seitengewässern**
- **Beschattung**
- **Kühle Grundwasseraufstösse**

Damit der Lachs in der Schweiz, trotz der sich verschlechternden klimatischen Bedingungen, eine Zukunft hat, sind nachstehende Massnahmen zu ergreifen. Sie begünstigen primär Lachse im Jungfischstadium bis zu ihrer Abwanderung.

1. Um das Ausweichen der kälteliebenden Lachse während Hitzeperioden in kühle Gewässerabschnitte zu ermöglichen, müssen der Bund, die Kantone und Kraftwerke die im Gewässerschutzgesetz vorgesehene Sanierung der Fischgängigkeit (kraftwerksbedingte und nicht kraftwerksbedingte) konsequent umsetzen und insbesondere in allen Lachswiederansiedlungsgewässern beschleunigen.
2. Revitalisierungen und Renaturierungen von naturfernen Lachswiederansiedlungsgewässern sind aktiv voranzutreiben und derart zu beschleunigen, dass kälteliebende Fischarten auch in tieferen Lagen überleben können.

3. Damit die Lachsgewässer kühles Wasser führen, ist wo immer möglich für eine wirksame Beschattung durch Ufervegetation zu sorgen. Damit lässt sich eine Kühlung des Wassers um mehrere Grad Celsius erreichen.
4. Der Erhalt und die Pflege der Ufervegetation ist im Landwirtschaftsrecht in den Katalog der Biodiversitätsförderflächen aufzunehmen.
5. Kaltwasserzonen und kühle Zuflüsse sind zu identifizieren und zu schützen.
6. Flächen zum Rückhalt von Warmwasserschwällen bei Sommergewittern sind zu schaffen.

# 1. Einleitung

## Projekt Lachs Comeback

Der WWF Schweiz will mit dem Projekt «Lachs Comeback» den Atlantischen Lachs auch in der Schweiz wiederansiedeln. Der Lachs ist die Gallionsfigur für die Vernetzung und Revitalisierung der Mittellandflüsse in der Schweiz. Grundsätzlich und auch im Hinblick auf den Klimawandel werden jedoch viele Arten profitieren, speziell jene, die auf Vernetzung und kühles Wasser angewiesen sind. Mehr zum Projekt unter [www.wwf.ch/lachs](http://www.wwf.ch/lachs)

## Klimawandel und Gewässer

Der Klimawandel und die damit einhergehende Erwärmung der Atmosphäre, der Gewässer sowie das Abschmelzen der Polkappen hat zweifelsohne einen Einfluss auf die Wasserlebewesen. Je nach Fischart wirkt sich diese Veränderung unterschiedlich aus. Generalisten, die breitere Lebensraumnischen bewohnen, haben klare Vorteile gegenüber Spezialisten, die auf spezifische Lebensräume angewiesen sind. Eine Vielzahl von negativen Auswirkungen auf den Atlantischen Lachs wurden bereits dokumentiert und weltweit laufen Bemühungen diesen entgegenzuwirken [31].

Dönni et al. [1] fassen zusammen: Wenn die langfristige Wiederansiedlung des Lachses in der Schweiz erfolgreich sein soll, müssen auch die Einflüsse des Klimawandels, so weit als möglich, berücksichtigt werden. An Gewässern, die schon jetzt grenzwertige Temperaturen aufweisen, müssen gezielte Interventionen getroffen werden, andernfalls ist eine langfristige Eignung nicht sichergestellt.

## Ziel Studie

In der Projektphase 5 von (2019 bis 2022) wollte der WWF im Rahmen seines Projekts «Lachs-Comeback» gemäss dem Projektziel 6 auch die möglichen Veränderungen durch den Klimawandel und ihre Auswirkungen auf die Gewässer und den Wanderfisch Lachs untersuchen, sowie Anpassungsmassnahmen entwerfen und umsetzen.

Ziel dieser Studie ist es, mögliche Massnahmen zu identifizieren und zu priorisieren, so dass die erfolgversprechendsten Massnahmen eingesetzt werden können, wo dies sinnvoll und möglich ist.

## Vorgehen Studie

In dieser Studie wurde mittels Priorisierung in Umfragen und Workshops und im Abgleich mit der Literatur eruiert, welche Massnahmen in der Schweiz in Frage kommen. Anschliessend wurden diese in Bezug auf Wirkung und Umsetzbarkeit priorisiert und entsprechende Empfehlungen formuliert.



## 2. Massnahmen Recherche

### Literaturrecherche und Umfragen

Weltweit bestehen bereits viele Erfahrungen und Massnahmen zum Schutz des Lachses vor dem Klimawandel. Mittels einer Literaturrecherche wurden bereits angewandte Massnahmen durch Staaten, Kraftwerke, Schleusenbetreiber, Umweltschutz- oder Fischereiorganisationen zusammengetragen und ausgewertet.

Nebst einer klassischen Literaturrecherche wurden global diverse Organisationen und Personen, die sich mit dem Lachs beschäftigen, kontaktiert, um möglichst viele Lösungsansätze zusammenzutragen. Folgende Organisation wurden kontaktiert:

- North Atlantic Salmon Conservation Organisation (NASCO)
- Save Our wild Salmon Coalition
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA Fisheries)
- The Atlantic salmon Conservation Foundation
- North Pacific Anadromous Fish Commission (NPAFC)
- WWF International
- ICES Working Group North Atlantic Salmon (WGNAS)
- Resilient Waters
- International Commission for the Protection of the Rhine

Nebst Organisationen, die sich mit dem Schutz des Lachses beschäftigen, wurden auch Forschende und Privatpersonen mit entsprechender Expertise auf diesem Gebiet angeschrieben und befragt:

- Nina und Bror Jonsson (UK)
- Dr. Jörg Schneider (DE)
- Armin Nemitz (DE)
- Casey Justice (US)

### Situation im Salzwasser

Die in dieser Studie erarbeiteten Vorschläge zuhanden des WWF Schweiz beschränken sich auf Massnahmen, die in der Schweiz für den Erfolg der Wiederansiedlung des Atlantischen Lachses umgesetzt werden können, also im Süsswasser. Nichtsdestotrotz soll hier die Situation im Salzwasser kurz zusammengefasst werden:

- Der Atlantische Lachs ist in europäischen und nordamerikanischen Einzugsgebieten heimisch, die in die gemässigten und subarktischen Regionen des Nordatlantiks, der Barentssee und der Ostsee entwässern [2]. Er ist eine der am besten untersuchten und kulturell wertvollsten Fischarten der nördlichen Hemisphäre.
- Die Bestände des Atlantischen Lachses sind in seinem gesamten Verbreitungsgebiet rückläufig. Fischerei und globale Erwärmung wurden als Hauptursachen für den Rückgang angenommen [3].
- Das Überleben und Wachstum der Tiere wird vom Klimawandel stark beeinflusst und ist höchstwahrscheinlich für einen signifikanten Teil der Abnahme in Nordamerika und Europa verantwortlich [4]. Einen Einfluss darauf haben auch die Zeit, die der Lachs im Süsswasser verbringt und die Stressoren, denen er dort ausgesetzt ist [5].
- Im Meer haben sich die Schutzmassnahmen für den Lachs lange vor allem darauf konzentriert, die Fischerei auf ein nachhaltiges Niveau zu reduzieren oder ganz zu stoppen. Doch

nicht nur die Fischerei, sondern auch die vielfältigen und schlecht dokumentierten Auswirkungen des Klimawandels auf die aquatische Umwelt und das ganze Ökosystem Meer stellen eine zusätzliche starke Bedrohung für den Lachs dar [6]. Multiple Stressfaktoren haben erhebliche Auswirkungen auf die Produktivität des Atlantischen Lachses und bedingen eine geringere Überlebensrate während seiner Zeit im Salzwasser [7].

- Die Grösse der Population im Meer kann durch die Überlebensrate im Süswasser beeinflusst werden, weil dadurch mehr Smolts das Meer erreichen können. Zudem kann eine Verringerung von menschlichen Aktivitäten in Küstengebieten und die Schaffung von Fischschongebieten in Küstennähe und im offenen Meer die erhöhte Mortalität bremsen [6].

## Massnahmen im Süswasser

Die Schweiz trägt, als Start- und Endpunkt der Wanderung unserer einheimischen Lachse, die Verantwortung für das Heranwachsen der juvenilen Fische. Sie muss gute Bedingungen für die adulten Laichtiere, sowie genügend und adäquate Laichplätze zur Verfügung stellen und dafür sorgen, dass hier geborene Lachse sicher abwandern können. In diversen Publikationen sind bereits Massnahmen beschrieben, die global umgesetzt oder geplant wurden und in der Schweiz möglicherweise auch umsetzbar wären. Eine Auswahl der Literatur dazu wurde in folgender Tabelle nach Themenschwerpunkten aufgelistet:

Mögliche Massnahmen	Publikationen
Wiederherstellung Längsvernetzung	[9],[11] [12],[13],[14]
Potenzielle Rückzugsräume und Kaltwasseraufstösse lokalisieren und schützen	[9], [10],
Beschattung, Schaffen von intakten Auen und schattenspenden Baum-Galerien	[9],[15], [16],[17]
Temperaturgrenzwerte für thermisch belastetes Wasser aus einleitenden Betrieben verschärfen, Wasserentnahmen ab einer gewissen Temperatur unterbinden	[9],[12]
Für den Besatz möglichst Wild- oder Fische der F1-Generation verwenden und im frühen Stadium (Brütlinge, Vorsommerlinge) aussetzen	[18]
Abzweigen oder Abpumpen aus kalten Gewässern minimieren	[19]
Verminderung des Frassdrucks auf abwandernde Smolts durch grosse Prädatoren (Wels) in und unterhalb Staubereichen	[20]
Dokumentieren und Auswerten der Wassertemperaturen in Lachsgewässern und Zuflüssen	[21]
Potenzielle Speicherkapazitäten flussaufwärts der Lachslebensräume zur Wasserfreisetzung in kritischen Zeiträumen schaffen	[12]
Renaturierungen, Einbau von Holz in Wasserbauprojekten und Instream-Revitalisierungen	[22],[12], [23],[24]
Weniger direkte Zuführung von Oberflächenwasser (Regenwasserableitung, Prinzip Schwammstadt) in die Gewässer durch Zurückhalten im Grundwasserspiegel (Versickerung)	[22]
Besatzfische auf Bereiche mit den höchsten Erfolgserwartungen verteilen	[25]
Betriebliche Massnahmen an Kraftwerken	[3],[26]

In all diesen Themengebieten spielt die Wassertemperatur eine entscheidende Rolle. Im Zuge der zukünftig geplanten Massnahmen wäre es sinnvoll, die Temperaturwerte im Lachseinzugsgebiet systematisch und kontinuierlich aufzunehmen und auszuwerten.

Obwohl bei der untersuchten Literatur das Augenmerk auf der Wassertemperatur lag, ist für eine erfolgreiche Lachswiederansiedlung die Fischgängigkeit die Hauptvoraussetzung, damit in der Schweiz ausgesetzte Junglachse über den Rhein bis in den Atlantik abwandern und später zum Laichen wieder

in ihre Ursprungsgewässer zurückkehren können. Hier spielt der Klimawandel indirekt auch eine Rolle, da bei veränderten Abflussregimes sichergestellt werden muss, dass die Fischaufstiegs- und abstiegsanlagen genügend Dotierwasser haben, damit sie einwandfrei funktionieren.

Damit Lachse in der Schweiz aufkommen, abwandern und nach der Rückkehr wieder Laichplätze finden, müssen die Laichgewässer die nötigen Voraussetzungen erfüllen. Sie müssen passierbar und idealerweise frei von Wanderhindernissen sein sowie ein gutes Laichsubstrat und Jungfischhabitate aufweisen.

Die für eine Lachswiederansiedlung immer noch nicht optimalen Bedingungen werden nun noch verschärft durch die kontinuierliche Erwärmung der Gewässer und die häufiger auftretenden Trockenphasen. Zu warme Temperaturen setzen Lachse (wie alle Salmoniden) zusätzlichem Stress aus. Gemäss einer unveröffentlichten Studie von Dönni, unterbrechen Lachse ihre Wanderung ab einer Temperatur von 26 bis 28 Grad. Trockengefallene Flüsse unterbrechen ebenfalls die Wanderung. Eine wichtige Rolle spielt dabei ein wirksamer Wasserrückhalt. Geeignete natürliche und technische Retentionsflächen im Siedlungs- und Landwirtschaftsgebiet können Abflussspitzen brechen und für eine kontinuierliche Wasserabgabe in Trockenphasen sorgen.

Zentral für die Wiederansiedlung sind auch die Faktoren Schifffahrt, Wasserqualität, Nahrungsgrundlage, Bewirtschaftung anderer Arten, Schutzgebiete usw. Da der Fokus dieser Arbeit auf den Klimaauswirkungen liegt, werden die Aspekte nicht weiter vertieft.

### 3. Massnahmen Priorisierung

#### Umfrage

Um auch die Erfahrungen der Kantone und Fischereiverantwortlichen innerhalb des Lachsperimeters und weiterer Expert:innen aus der Schweiz miteinzubeziehen (aus der Lachsgruppe Schweiz), wurde die Literaturrecherche mit einer Umfrage ergänzt (9 Rückmeldungen). Damit wollten die Studienautoren in Erfahrung bringen, was nach Meinung der Teilnehmer:innen die besonders kritischen Faktoren für den Lachs sind und wo im Schweizer Lachsperimeter die Gewässer mit dem grössten Gefährdungs- und Umsetzungspotential liegen.

#### Welche Klima-beeinflussten Faktoren sind besonders Kritisch für die Wiederansiedlung des Lachses in der Schweiz





Am kritischsten werden die Längs- und Quervernetzung der Gewässer und die hohen Wassertemperaturen bewertet.

Weiter wurde gefragt:

*Wo in der Schweiz liegen eurer Meinung nach die Gewässerabschnitte mit besonders hohem Gefährdungspotential?*

- Die Stauhaltungen in den grossen Flüssen (Rhein, Aare), **3 x genannt**
- Warme, intensiv genutzte Zuflüsse (wie z.B. Wiese in Basel)
- Warme Oberläufe (Thur, Aare, Reuss)

*An welchen Gewässern seht ihr das grösste Potenzial für Massnahmen im Kampf gegen den Klimawandel?*

- Wiese, Birs und Ergolz, da am ehesten erreichbar für den Lachs
- Kühle Zuflüsse mit Grundwasseraufstössen
- Kleine kühle Zuflüsse der grösseren Gewässer
- Überall wo die Vernetzung noch mehr gefördert werden kann
- Überall wo bereits andere Projekte laufen (Revitalisierungsplanung, Projekt Seeforellen 2025)

*Welche Massnahmen schlägt ihr vor, um die Wiederansiedlung des Lachses in der Schweiz trotz Klimawandel erfolgreich zu gestalten?*

- Flächendeckende und umfangreiche Temperaturmessungen in den Lachsgewässern und ihren Zuflüssen, Identifikation der Abschnitte mit dem höchsten Potenzial für Lachse
- Identifikation von Kühlwasserzonen und Grundwasseraufstössen
- Vernetzung zu kühlen Seitengewässern
- Beschattung

## Workshop

Die Massnahmen, die mittels Literaturrecherche und Anfragen bei Expert:innen erfasst worden sind, wurden im Rahmen eines Online-Workshops diskutiert und bewertet. Die massgebenden Diskussionsgrundlagen für eine Priorisierung waren: Wirksamkeit und Umsetzungspotenzial.

In der folgenden Tabelle sind die besprochenen Massnahmen mit den wichtigsten Argumenten aus der Diskussion zusammengestellt und mit Farbcodes bewertet (Einschätzung der Autoren).





**Farbcodes Tabelle:**

Gross

Mittel

Klein

★ : Massnahmen, die bzgl. Wirksamkeit am besten abgeschnitten haben und – gemäss Einschätzung der Teilnehmer:innen - innerhalb der nächsten Jahre umsetzbar sind.

Massnahme	Wirksamkeit	Umsetzungspotenzial
<b>Wiederherstellung der Längsvernetzung zu kühlen Seitengewässern</b> 	Grosse Wirksamkeit. Bei Revitalisierungsplanungen meist unbestritten.	Grosses Umsetzungspotenzial. Die Datenbasis innerhalb der Lachsperimeter ist flächendeckend noch zu verbessern.
<b>Beschattung, Schaffen von intakten Auen und Galerien</b> 	Hohe Wirksamkeit für kleine und mittlere Gewässer. An grossen Gewässern schwierig (kleine-mittlere Wirksamkeit).	Kantone verfügen über entsprechende Merkblätter, der Kanton AG sogar über eine Beschattungskarte <sup>1</sup> . Der Bund hat auch einen entsprechenden, noch nicht veröffentlichten Bericht erstellt. Eine Koordination aller bereits vorhandenen Daten innerhalb des Lachsperimeters ist notwendig und gut umsetzbar.
<b>Dokumentieren der Wassertemperaturen in allen Flüssen und Zuflüssen im Lachsperimeter</b> 	Sehr hilfreich, um die Priorisierung und Lokalisierung anzupassen für verschiedene darauffolgende Massnahmen.	Technisch gut umsetzbar. Einige Loggerprojekte bereits im Gang (seitens Bund, Kantone und auch NGOs). Sinnvoll, die Massnahmen und auch die Datenauswertung zu koordinieren und allenfalls noch weitere Logger zu setzen.
<b>Lokalisieren, wo kalte Grundwasseraufstösse sind. Abzweigen oder Abpumpen des Wassers minimieren.</b> 	Kalte Grundwasseraufstösse sind wichtige Rückzugsrefugien. Müssen aber natürlich zugänglich gemacht oder evtl. vertieft werden.	Es gibt ein grosses Potenzial, kalte Grundwasseraufstösse zu lokalisieren. Lokalisierung mit Loggern oder Wärmebildkameras ist möglich. Fische sind gute Indikatoren.
<b>Einbau von Holz in Wasserbauprojekten und Instream-Revitalisierungen</b>	Die Wirksamkeit ist unbestritten. Junglachse sind etwas weniger strukturbezogen als Bachforellen, profitieren aber auch von mehr Strukturen.	Wird vielerorts schon umgesetzt. Einfacher umzusetzen als Beschattung, da die Gewässerparzellen oft im Besitz der öffentlichen Hand sind. Es können aber Konflikte mit dem Hochwasserschutz entstehen. Gewisse Vorbehalte bestehen auch, dass keine «echten» Revitalisierungen mehr erfolgen, wenn vermehrt auf Instream-Revitalisierungen gesetzt wird.
<b>Potenzielle Speicherkapazitäten flussaufwärts der Lachslebensräume schaffen, für Wasserfreisetzung in kritischen Zeiträumen Abzweigen oder Abpumpen des Wassers minimieren.</b>	Mittlere Wirksamkeit, weil sich bei natürlichen Speichern die Wasserabgabe schwer steuern lässt.  Reduzierte Grundwasserpumpungen sind wirkungsvoll.	Es ist sehr schwierig in der Schweiz grosse Speicher umzusetzen. Die Wiederherstellung der natürlichen Wasserspeicher ist zentral und umsetzbar (Moore, Feuchtgebiete usw.). Zudem wichtig: so viel Niederschlagswasser wie möglich versickern zu lassen. Grundwasserpumpungen für die Trinkwasserversorgung sind schwierig zu minimieren.
<b>Vermeiden von sich erwärmenden Rückstau-bereichen in Fließgewässern</b>	Es besteht tatsächlich eine hohe Mortalität von Lachsen in Stauhaltungen aufgrund von Prädation. Experten vermuten auch einen Zusammenhang mit der Wassererwärmung in Stauhaltungen. Der Rückbau von Querbauwerken wäre demnach sehr vorteilhaft. Eine Einzelfallbetrachtung jeder Staustufe ist aber nötig. Der Rückbau von Schwellen kann sehr unterschiedliche Effekte haben.	Der Rückbau von grossen Querbauwerken (idR Wasserkraftwerke) ist schwierig, sehr kostspielig und im Zuge der Energiewende unrealistisch. Was stattdessen gemacht werden kann: Temperaturverhalten von Stauhaltungen erheben lassen und Kompensation bei den Betreibern verlangen.

<b>Weniger direkte Zuführung von Oberflächenwasser in die Gewässer (Versickerung ins Grundwasser).</b>	Kann lokal in Gewässern wichtig sein und einen Beitrag leisten, mehr Wasser im System federt negative Auswirkungen ab.	Ganzheitliche grosse Projekte müssten sich mit dieser Thematik befassen. Lokal schwer umsetzbar. Es gibt unter dem Begriff «Schwammstadt» <sup>2</sup> bereits ein Projekt der VSA, das darauf abzielt, in Städten Wasser zurückzubehalten.
<b>Reduzierung thermischer Immissionen (durch Atomkraftwerke, Heizkraftwerke, Industrie usw.)</b>	Gewisse Wirksamkeit bei Hitzephasen. Im Kanton Aargau wurden alle Einleitungen systematisch erhoben, der Einfluss scheint aber nicht sehr gross.	Entsprechende Gesetzliche Grundlagen bestehen schon, könnten aber teilweise noch verschärft werden.
<b>Reduzierung von Wasserentnahmen aus Fließgewässern (z.B. durch Landwirtschaft)</b>	Wirksamkeit ist eher klein	Regelungen vorhanden (teilweise Vollzugsprobleme).
<b>Besatzmassnahmen auf weitere Bereiche ausweiten, mit Schwerpunkt auf die Jungfischhabitate/Temperatur</b>	Die Wirksamkeit ist gross.	Der Besatz wird in der Lachsgruppe regelmässig diskutiert, wird somit bereits umgesetzt.  Die Umsetzung in der Praxis ist aber nicht immer möglich (der grösste Teil der Birs ist wegen noch nicht sanierter Kraftwerke nicht nutzbar, an der Ergolz, die ebenfalls ein ausgezeichnetes Besatzgewässer wäre, bestehen ungelöste Defizite).
<b>Betriebliche Massnahmen an Kraftwerken während der Lachswanderzeit (Abstieg)</b>	Wirksamkeit vorhanden. Wanderzeit genau vorherzusagen ist aber sehr schwierig.	Eine flächendeckende Umsetzung ist aus ökonomischen Gründen unrealistisch. Teillastbetrieb von Turbinen kann zudem schädlicher sein als Volllast.
<b>Besatzmaterial aus Flüssen verwenden, wo sich gezeigt hat, dass die Lachse resistenter sind gegenüber den höheren Temperaturen</b>	Grundsätzlich sehr wirksam. Für die Wiederansiedlung wird ein Stamm gewählt, der Langdistanzwanderungen macht. Es werden Elterntiere genutzt, die mindestens einen Wanderzyklus durchgemacht haben [30]. Das Bestmögliche wird also heute schon herausgeholt.	Wird bereits umgesetzt, keine weiteren Massnahmen möglich.

<sup>1</sup> [https://www.ag.ch/de/themen/klimawandel/klimastrategie-kanton-aargau/massnahmenplan-klima?dc=6d83bf55-d212-4283-8843-8781ce808b90\\_de](https://www.ag.ch/de/themen/klimawandel/klimastrategie-kanton-aargau/massnahmenplan-klima?dc=6d83bf55-d212-4283-8843-8781ce808b90_de)

<sup>2</sup> <https://vsa.ch/schwammstadt/>

## 4. Empfehlungen

### Gefährdungs- und Umsetzungspotenzial

Aufgrund der Umfragen und den Diskussionen im Workshop kann klar gesagt werden, **dass die warmen Wassertemperaturen und eine nicht funktionierende Längsvernetzung als die grössten Herausforderungen für die Wiederansiedlung des Lachses in der Schweiz eingestuft werden.** Warme Stauhaltungen und warme Zuflüsse werden als besonders gefährdend für den Lachs eingeschätzt (Dönni, unveröffentlichte Studie).

Grosses Umsetzungspotenzial sehen die Teilnehmer:innen des Workshops und der Umfrage vor allem darin, dass die Lachse kühle Seitengewässer erreichen können. Dafür muss gewährleistet sein, dass diese Gewässer

1. bekannt sind (**Datengrundlage**)
2. wirklich kühl (17 – max. 23 Grad [31]) sind (**Beschattung, Grundwasser, Tiefe, Strukturen**) und
3. die Lachswanderung nicht durch Wanderhindernisse unterbunden wird (**Längsvernetzung**).

### Umsetzbarkeit und Wirkung, Empfehlungen

In einer zusammenfassenden Literaturstudie haben Lennox et al. [27] diverse Studien mit Massnahmen zum Schutz oder der Wiederherstellung von Lachspopulationen analysiert und bewertet (Abbildung 1).

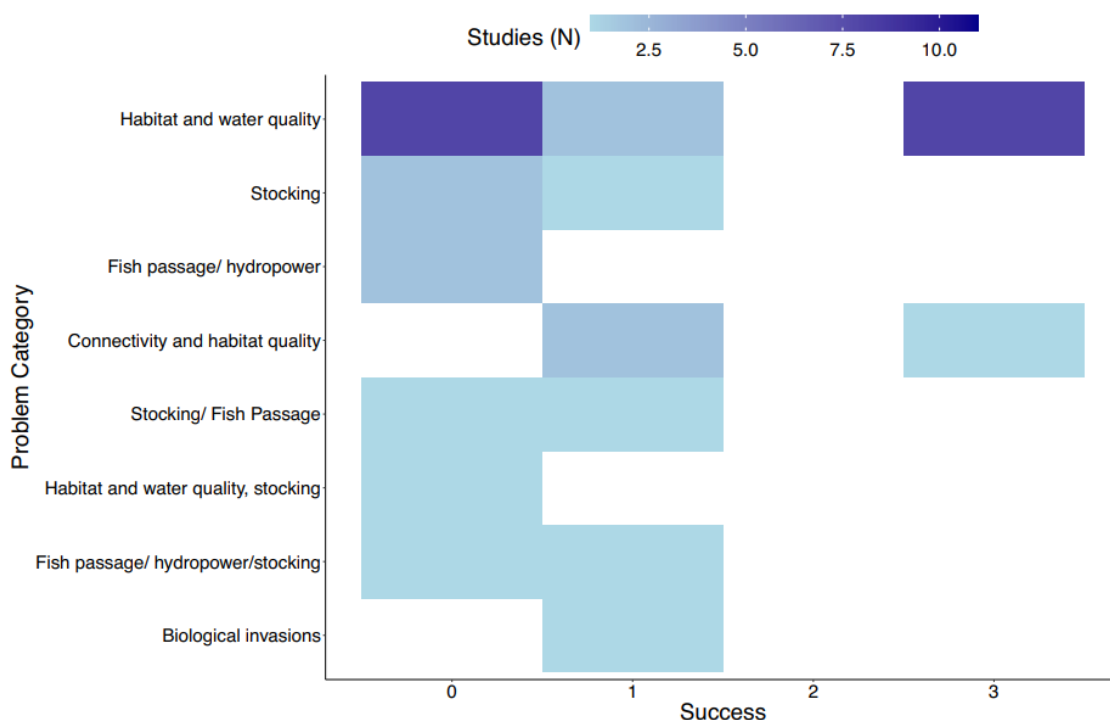


Abbildung 1.: «Success 0» bedeutet, dass sich keine Lachspopulation halten oder bilden konnte, trotz der Massnahmen. «Success 1» bedeutet es konnte eine selbsterhaltende Population (wenn auch klein und nicht robust) erreicht werden, «Success 2» bedeutet, dass die Population auch robust ist und bei «Success 3» kann die Population auch genutzt und ein Teil abgeschöpft werden, ohne diese zu gefährden. (Aus Lennox et al. [27])

In ihren Bewertungen zeigte sich, dass primär Massnahmen zur Verbesserung der Habitat- und Wasserqualität (inkl. Temperatur) sowie der Vernetzung erfolgreich waren (Erfolg wird in der Studie

daran gemessen, ob sich robuste, selbsterhaltende Populationen bilden, was auch das grundsätzliche Ziel der Lachswiederansiedlung in der Schweiz ist).

Diese Resultate decken sich mit den angedachten Massnahmen aus dem Workshop.

Zusammenfassend können grundsätzlich folgende Massnahmen empfohlen werden:

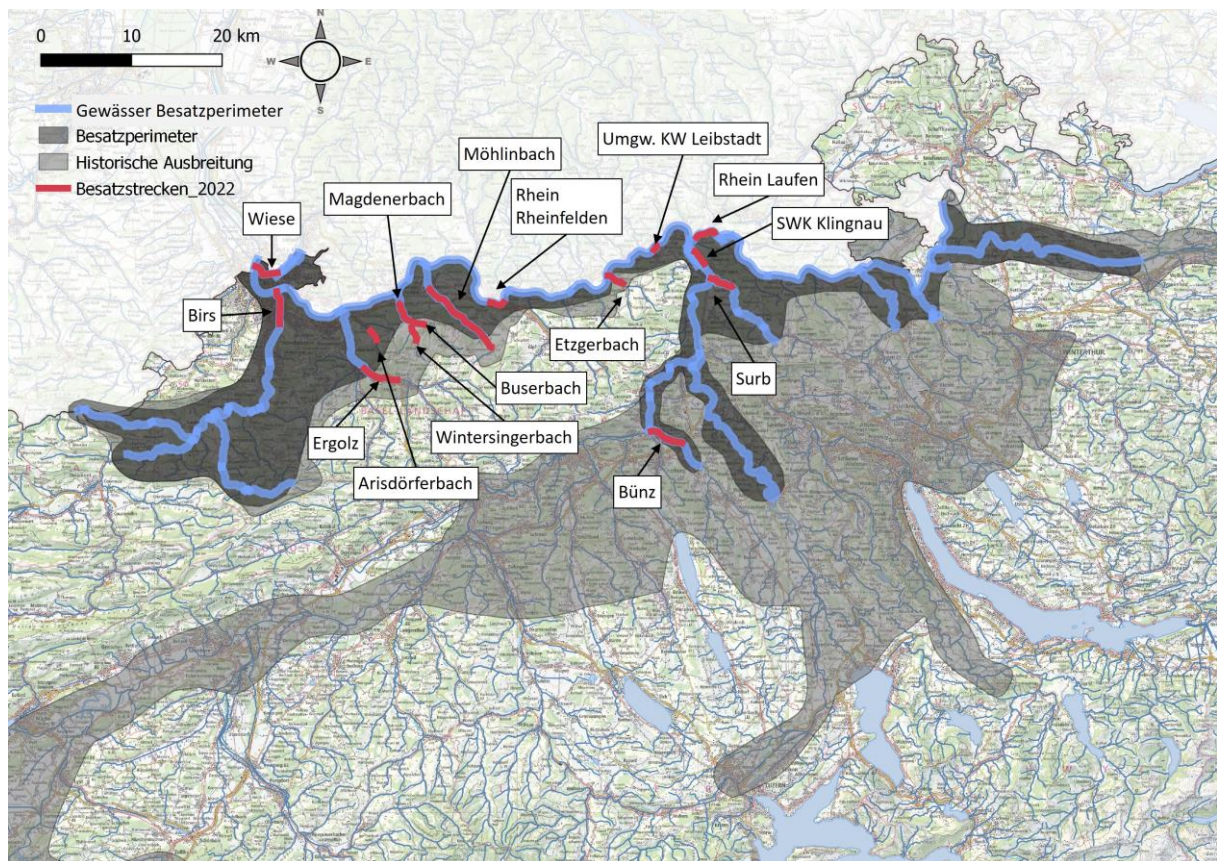
1. Längsvernetzung fördern
2. Beschattung fördern
3. Grundwasser-/Kaltwasseraufstösse lokalisieren
4. Temperaturerhebungen koordinieren und fördern

## 5. Massnahmen im Schweizer Besitzperimeter

### Vorgehen

Zum Abschluss der Arbeit haben wir untersucht, wo in den potenziellen Lachsgewässern der Schweiz die empfohlenen Massnahmen bereits umgesetzt sind, sich in Planung befinden oder potenziell möglich sind. Der Fokus der Untersuchung wurde auf jene Schweizer Lachsgewässer gerichtet, die regelmässig mit Junglachsen besetzt werden (Besitzperimeter). Diese Gewässer wurden vom Bund und den beteiligten Kantonen ausgewählt, weil deren Potenzial zur Wiederansiedlung des Lachses als hoch eingestuft wurde. Bund, Kantone, Fachbüros, der WWF und der Schweizerische Fischerei-Verband sind in der «Lachsgruppe» Schweiz zusammengeschlossen und treiben gestützt auf ein gemeinsames Konzept die Wiederansiedlung des Lachses voran.

Der Besitzperimeter umfasst die von Basel her am besten erreichbaren Seitengewässer des Rheins in den Kantonen Basel-Stadt (Wiese und Birs), Basel-Landschaft (Birs und Ergolz) und Aargau (Möhlinbach und Magdenerbach).



In Gesprächen mit den Fischereifachbehörden dieser drei Kantone, welche zwischen September und Dezember 2022 stattfanden und an einem Treffen mit der Lachsgruppe Schweiz Anfang Dezember 2022 wurde folgendes erhoben: an welchen Gewässerabschnitten im Lachsperimeter ist das Potenzial für Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel gegeben und welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit diese Massnahmen greifen.

## Aargau

Das Gespräch mit Corinne Schmid und Christian Tesini von der Sektion Jagd und Fischerei im Aargauer Departement für Bau, Verkehr und Umwelt fand statt am 1. September 2022.

Im Kanton Aargau haben zwei Projekte Priorität, die auch dem Lachs dienen:

- Erste Priorität hat der **Magdenerbach**, der bei Rheinfelden in den Rhein fliesst und zwischen Rheinfelden und dem Dorf Magden ab 2023 auf 1,6 Kilometer zwischen der Autobahn und Magden revitalisiert wird. Der Magdenerbach gilt als gutes Lachsgewässer, welches bezüglich Wassermenge und -temperatur ideale Bedingungen bietet. Noch ungelöst ist das Problem beim Einstieg vom Rhein in den Magdenerbach. Eine natürliche Rampe im engen Siedlungsgebiet verhindert zurzeit noch den potentiellen Lachsaufstieg. Im Rahmen eines im Jahr 2023 zu realisierenden Hochwasserschutzvorhabens an dieser Stelle (Sohlenabsenkung) kann die Vernetzung sicher verbessert werden.
- An zweiter Stelle steht der **Möhlinbach**. Oberhalb des Dorfes Möhlin befindet sich ein schöner Gewässerabschnitt, welcher auch für Lachse als Laichhabitat geeignet wäre. Im Dorf ist der Bach jedoch in einer weitgehend naturfernen Betonrinne eingengt, welche für Lachse auf Grund der sehr geringen Fliesstiefen sicher nur bedingt durchgängig ist. Aktuell liegt eine Variantenstudium für die unteren Teilabschnitte vor, eine passende und realisierbare Lösung ergab sich bisher aber nicht. 2023 wird ein nicht mehr benötigtes Mühlewehr mitten in Möhlin rückgebaut und mit Blockrampe vernetzt.

Weitere in nächster Zeit realisierbare Projekte, die auch für Lachse und deren Ansiedlung hilfreich wären, sind im Aargau aktuell nicht geplant.

Bezüglich der empfohlenen Klimaschutzmassnahmen für Lachse, sehen die Interviewten ein grosses Potenzial bei der Beschattung, zumal der Kanton Aargau seit 2020 über eine Beschattungskarten verfügt. Eine Beschattung der Salmonidengewässer stösst oft auf Widerstände bei den angrenzenden Landbesitzern, insbesondere in der Landwirtschaft. Oft befindet sich das Land am Gewässer jedoch in einer Biodiversitäts-Förderfläche. Lösen liesse sich dieser Konflikt, wenn es gelänge, auch Ufergehölze zur Förderung der aquatischen Biodiversität in Katalog der beitragsberechtigten Leistungen aufzunehmen.

Bezüglich Wassertemperatur stellt der Kanton Aargau eine Webseite mit Messdaten zur Verfügung<sup>3</sup>.

## Basel-Landschaft

Der Kanton Basel-Landschaft ist aktiv engagiert bei der Wiederansiedlung des Lachses, betreibt eine eigene Aufzucht und den Import von Lachsen zwecks Wiederansiedlung. Das Gespräch mit den Verantwortlichen für Jagd und Fischerei fand am 24. Oktober 2022 statt. Teilgenommen haben Holger Stockhaus, Daniel Zopfi und Michel Bick. Die Situation in den beiden Besatzgewässern Ergolz und Birs präsentiert sich wie folgt:

- Die **Ergolz** ist im Prinzip ein sehr geeignetes Laichgewässer für Lachse. Im oberen Ergolzsyttem oberhalb von Sissach konnte der Kanton bereits gute Erfolge erzielen und besetzte Lachse konnten erfolgreich abwandern. Grösstes Problem ist jedoch die geringe

---

<sup>3</sup> <https://www.ag.ch/app/hydrometrie/liste/?liste=WASSESTEMPERATUR>

Wassermenge und das Trockenfallen in den immer häufiger werdenden Trockenphasen. Verschärft wird der Wassermangel künftig mit der aus Gründen der Gewässerreinigung geplanten Aufhebung der ARAs Niederdorf und Bubendorf entlang der Ergolz. So wurden im Sommer 2022 beim tiefsten Wasserstand zwischen der Frenkenmündung in Liestal und dem Hülftenfall 140 Liter pro Sekunde gemessen. Ohne die Einleitung des ARA-Wassers wären nur noch 50 Liter pro Sekunde in der Ergolz geflossen.

Die Ergolz entspringt dem Jura und reagiert stark auf wetterbedingte Schwankungen. Es ist geplant, Bereiche mit Kaltwasseraufstößen zu erheben. Bereits bekannt sind zwei Stellen in Sissach bei der Badi sowie unterhalb des Bützenenschulhauses. Weiter ist geplant, ein engmaschiges Netz an Temperaturloggern zu platzieren, um die Temperaturentwicklung in der Ergolz und in ihren Zuflüssen zu verfolgen und Warmwasserschwälle zu identifizieren, die bei Gewittern an heissen Tagen in die Ergolz gelangen. Das Beispiel dieser Warmwasserschwälle und der Abhängigkeit der Ergolz von ARA-Wasser zeigt, wie wichtig ein wirksamer Wasserrückhalt für das Gewässer wäre. Geeignete Retentionsflächen im Siedlungs- und Landwirtschaftsgebiet könnten Abflussspitzen brechen und für eine kontinuierliche Wasserabgabe in Trockenphasen sorgen.

Nach dem Wechsel in der Leitung des Wasserbaus im Tiefbauamt ist es das Ziel der Jagd- und Fischereibehörde, die Revitalisierungsplanung neu zu priorisieren und wenn möglich Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel besser zu berücksichtigen. Im Fokus steht insbesondere der Ergolz-Abschnitt zwischen Augst und dem Hüftenfall.

- Die **Birs** bietet dank ihres stellenweise guten Laichsubstrats für Lachse und ihre Fortpflanzung im Prinzip grosses Potenzial. Auch der Gewässertyp (Äschenregion) entspricht natürlicherweise einem wichtigen Fortpflanzungs- und Aufwuchshabitat für Lachse. Aktuell wird die obere Birs jedoch nicht mit Junglachsen besetzt, da die Fischgängigkeit wegen verschiedener noch nicht sanierter Kraftwerke nicht gegeben ist. Lediglich im untersten Abschnitt in Basel werden Lachse ausgesetzt. Ziel muss es sein, die Lüssel, welche bei Zwingen und die Lützel, welche bei Laufen in die Birs fliessen, für Lachse zugänglich zu machen. An beiden Gewässern sind Projekte geplant zur Längsvernetzung und Revitalisierung. Die Bewilligungsverfahren laufen zurzeit, und mit einer Umsetzung ist zwischen 2025 und 2030 zu rechnen. Bei der Lützel, welche auch im Sommer kühles Wasser führt, ist die Vernetzung im Rahmen eines Hochwasserschutzprojektes geplant. Die Sanierung der Fischgängigkeit ist seit 2016 verfügt<sup>4</sup>. Der detaillierte Stand der Umsetzung ist der untenstehenden Tabelle zu entnehmen. Von den befragten Fischereiverantwortlichen des Kantons Basel-Landschaft ist zurzeit Durchhaltevermögen gefragt, da die Sanierung der Kraftwerke abgewartet werden muss. Nach heutigem Ermessen kann es bis 2035 dauern, bis das letzte Kraftwerk saniert ist.

Zusätzlich zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit ist die Revitalisierung der Birs eine wichtige Voraussetzung für die Wiederansiedlung des Lachses. In Muttenz konnte das Gebiet Vogelhölzli revitalisiert werden.

---

<sup>4</sup> <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/medienmitteilungen/kraftwerke-an-der-birs-mussen-saniert-werden>



## Basel-Stadt

Das Gespräch mit Mirica Scarselli, Fachstellenleiterin Oberflächengewässer und Fischerei im Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt des Kantons Basel-Stadt fand am 15. Dezember 2022 statt. Der Kanton weist mit der Birs und der Wiese zwei relevante Lachsgewässer auf.

- Die Wichtigkeit der **Birs** wurde bereits im Abschnitt zum Kanton Basel-Landschaft hervorgehoben. Gegenüber der Wiese hat die Birs den Vorteil, dass sie kühleres Wasser führt und dank dem Projekt Birs-Vital, welches in den Nullerjahren umgesetzt wurde, über gute Lebensräume und im basellandschaftlichen Oberlauf genügend Schatten verfügt. Deshalb wird die Birs im Unterlauf auch mit Lachsen besetzt. Sie ist zudem ein wichtiges Gewässer für die vom Aussterben bedrohte Nase.  
Weitere Revitalisierungen der Birs auf dem Gebiet des Kantons Basel-Stadt wären notwendig. Da diese ausschliesslich durch Siedlungsgebiet fliesst, bestehen vielfältige Nutzungs-Interessen am und im Gewässer (z.B. Kajaksport, Velowege, Liegeflächen für Badende, etc.). Ziel müsste es sein, den Nutzungsdruck auf den Birsraum zu vermindern und angesichts der Klimaerwärmung der Beschattung mehr Gewicht zu geben.  
Kühle Grundwasseraufstösse in der Birs auf Baselstädter Boden sind nicht bekannt. Der Kanton evaluiert aktuell den Zustand im Rhein, da dieser im Sommer ebenfalls sehr warm wird. Kühle Stellen sind nicht nur wichtig für Lachse, sondern überlebenswichtig für die Äschen.
- Die **Wiese** bietet für den Lachs ebenfalls Potenzial. Der Abschnitt der Wiese auf Schweizer Boden beträgt rund sechs Kilometer und liegt mehrheitlich in der Grundwasserschutzzone, welche die Region Basel mit Trinkwasser versorgt. Die Wiese erwärmt sich im Sommer stark, weshalb beim geplanten Revitalisierungsprojekt WieseVital unter anderem auch eine bessere Beschattung im Zentrum steht: <https://www.bs.ch/nm/2022-wiesevital-die-revitalisierung-der-wiese-wird-konkret-bd.html>. Bezüglich der Versorgung der Wiese mit kühlem Grundwasser sind Abschnitte von Exfiltration bekannt. Es wird wichtig sein, im Rahmen des Projekts WieseVital darauf zu achten, dass die Flusssohle nur dort abgedichtet wird, wo es zum Schutz naher Grundwasserbrunnen absolut notwendig ist.

## Übersicht

Die Potenziale für die Lachsansiedlung sowie die Voraussetzungen, dass diese in den fünf Besatzgewässern gelingt, sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

	Potenzial	Voraussetzungen
<b>Kanton Aargau</b>		
<i>Magdenerbach</i>		
Abschnitt		
Zwischen Autobahn und Magden	Revitalisierung wird umgesetzt, damit entstehen für Salmoniden Top-Habitate	Rampe bei Rheinfeldern muss fischgängig gemacht werden
<i>Möhlinbach</i>		
Abschnitt		
Oberhalb Möhlin	Gutes Laichgewässer	Revitalisierung des verbauten Abschnittes im Dorf Möhlin. Lösung für bessere Beschattung
<b>Kanton Basel-Landschaft</b>		
<i>Ergolz [32]</i>		
Abschnitt		
Zwischen Frenkemündung und Hüftenenfall	Bedingt geeignete Laichareale	Wasserdargebot muss erhalten bleiben
Ergolz unterhalb Sissach	für die Wanderung ins obere System wichtig	Zwischen Augst und Hüftenenfall Behebung struktureller Defizite
Oberes Ergolzsystem (oberhalb Sissach)	Geeignet als Laichgewässer für den Lachs	Fischgängigkeit
Ganze Ergolz	Gutes Lachsgewässer	Wasserdargebot, Retentionsflächen, bessere Kenntnis der Wassertemperaturen, Klimabezogene Revitalisierungsplanung
<i>Birs [32]</i>		
Abschnitt		
Muttenz Schänzli-Areal		Revitalisierung Vogelhölzli erfolgt
Muttenz – Münchenstein - Dornach	Geeignete Laich-Areale und Jungfischhabitate	Sanierung Fischgängigkeit Kraftwerk Neuwelt bis 2024: <a href="https://www.iwb.ch/Ueberuns/Newsroom/Medienmitteilungen/Kraftwerk-Neuwelt-macht-den-Weg-frei-fur-Fische.html">https://www.iwb.ch/Ueberuns/Newsroom/Medienmitteilungen/Kraftwerk-Neuwelt-macht-den-Weg-frei-fur-Fische.html</a> Stand: Die Massnahmen für Fischauf- und Fischabstieg/Fischschutz sind z.Z. im Bau. Inbetriebnahme geplant Sommer/Herbst 2024

Dornach – Grellingen	Geeignete bis bedingt geeignete Laich-Areale und Jungfischhabitats	Sanierung Fischgängigkeit Kraftwerke Büttenen 1 und 2 in Grellingen Stand: z.Z. Ausarbeitung Bauprojekt, Bestvariante bestätigt (Vorprüfung BAFU, September 2022)
Grellingen – Zwingen	Laich-Areale und Jungfischhabitats teilweise vorhanden	Sanierung Fischgängigkeit Kraftwerk Moos, Grellingen Stand: z.Z. Ausarbeitung Bauprojekt, Bestvariante (Vorprüfung BAFU) erfolgt (September 2020), offene Fragen geklärt (Brief BAFU Juni 2022)
Grellingen – Zwingen	Laich-Areale und Jungfischhabitats teilweise vorhanden	Sanierung Fischgängigkeit Kraftwerk Nenzlingermatten, Nenzlingen Stand: z.Z. Ausarbeitung Bauprojekt, Bestvariante (Vorprüfung BAFU) erfolgt (Juli 2020)
Laufen – oberhalb Lützelmündung	Laich-Areale und Jungfischhabitats teilweise vorhanden	Sanierung Fischgängigkeit Kraftwerk Juramill, Laufen: <a href="https://entegra.ch/portfolio/kraftwerk-juramill-laufen-bl/#:~:text=Im%20Rahmen%20der%20Sanierung%20Wasserkraft,auch%20ein%20Fischabstieg%20erstellt%20werden">https://entegra.ch/portfolio/kraftwerk-juramill-laufen-bl/#:~:text=Im%20Rahmen%20der%20Sanierung%20Wasserkraft,auch%20ein%20Fischabstieg%20erstellt%20werden</a> Stand: Massnahmen in Umsetzung, Zusicherung BAFU (August 2022) geplantes Umsetzungsende Ende voraussichtlich 2023
<b>Kanton Basel-Stadt</b>		
<i>Birs</i>		
Abschnitt		
Rheinmündung bis St. Jakob	Dank Birs vital aufgewerteter Lebensraum und Lachsbesatz	Weitergehende Revitalisierung innerhalb der Hochwasserdämme mit stärkerer Beschattung. Nutzungsdruck in der Naturschonzone lenken.
<i>Wiese</i>		
Abschnitt		
Von der Grenze zu Deutschland bis zur Freiburgerstrasse (Lange Erlen)	WieseVital sorgt für die nötige Revitalisierung zwischen den Hochwasserdämmen (Zielarten: Lachs, Nase, Äsche)	Beschattung auch auf den Abschnitten auf deutscher Seite. Wo immer möglich die Vernetzung mit Grundwasser gewährleisten.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Dönni, W., Spalinger, L., Knutti, A. 2016: "Die Rückkehr des Lachses in der Schweiz – Potential und Perspektiven. Ausle-geordnung." Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, 55 S.
2. Thorstad, E.B., Whoriskey, F.G., Rikardsen, A.H. & Aarestrup, K. (2011). Aquatic nomads: The life and migrations of the Atlantic salmon. In: Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen, J. Skurdal (Eds.) Atlantic Salmon ecology. Oxford: Wiley-Blackwell, pp. 1–32.
3. Nicola, Graciela G., et al. "Local and global climatic drivers of Atlantic salmon decline in southern Europe." Fisheries Re- search 198 (2018): 78-85.
4. Friedland, K.D., Reddin, D.G., McMenemy, J.R., Drinkwater, K.F., 2003. Multidecadal trends in North American Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks and climate trends relevant to juvenile survival. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 60, 563–583.
5. Otero, J., Jensen, A.J., L'Abée-Lund, J.H., Stenseth, N.C., Storvik, G.O., Vøllestad, L.A., 2011. Quantifying the ocean, freshwater and human effects on year-to-year variability of one-sea-winter Atlantic salmon angled in multiple Norwe- gian rivers. PLoS One 6, e24005.
6. Thorstad, Eva B., et al. "Atlantic salmon in a rapidly changing environment—facing the challenges of reduced marine survival and climate change." Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 31.9 (2021): 2654-2665.
7. Olmos, M., Payne, M.R., Nevoux, M., Prévost, E., Chaput, G., Du Pontavice, H. et al. (2020). Spatial synchrony in the re- sponse of a long range migratory species (*Salmo salar*) to climate change in the North Atlantic Ocean. Global Change Biology, 26(3), 1319–1337.
8. Jonsson, Bror, and Nina Jonsson. "A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow." Journal of fish biology 75.10 (2009): 2381-2447.
9. IKS 2007, Bericht Nr. 204, Aktueller Kenntnisstand über mögliche Auswirkungen von Änderungen des Abflussgesche- hens und der Wassertemperatur auf das Ökosystem Rhein und mögliche Handlungsperspektiven.
10. Rabitsch, W., Winter, M., Kühn, E., Kühn, I., Götzl, M., Essl, F. und Gruttke, H. (2010) : Auswirkungen des rezenten Kli- mawandels auf die Fauna in Deutschland. BfN-Heft Nr. 98, Bonn.
11. Koed, Anders, et al. "From endangered to sustainable: Multi-faceted management in rivers and coasts improves Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations in Denmark." Fisheries Management and Ecology 27.1 (2020): 64-76.
12. Nelitz, Marc, et al. "Helping Pacific salmon survive the impact of climate change on freshwater habitats: Case Studies." Final report prepared by ESSA Technologies Ltd., Vancouver, BC for Pacific Fisheries Resource Conservation Council, Vancouver, BC (2007).
13. Beechie, Tim, et al. "Restoring salmon habitat for a changing climate." River research and applications 29.8 (2013): 939- 960.
14. Fjeldstad, H-P., et al. "Removal of weirs and the influence on physical habitat for salmonids in a Norwegian river." River research and applications 28.6 (2012): 753-763.
15. Justice, Casey, et al. "Can stream and riparian restoration offset climate change impacts to salmon populations?" Jour- nal of Environmental Management 188 (2017): 212-227.
16. Mende, Matthias, and Pascal Sieber. "Wie halten wir unsere Fließgewässer kühl?" (2021).
17. Lawrence, David J., et al. "The interactive effects of climate change, riparian management, and a nonnative predator on stream-rearing salmon." Ecological Applications 24.4 (2014): 895-912.
18. Grant, Sue CH, Bronwyn L. MacDonald, and Mark L. Winston. State of the Canadian pacific salmon: response to chang- ing climate and habitats. Department of Fisheries and Oceans, 2019.
19. Douglas, Tanis. Review of groundwater-salmon interactions in British Columbia. Simon Fraser University, Continuing Studies in Science, 2006.
20. Schneider, J., Lachsrückkehrer im Rheinsystem Stand der Wiederansiedlung, Supplement zu Projektberichten 2020
21. Baier, E. (2020). Untersuchung des Lachs-Monitorings in der Schweiz – Erfassung des Ist-Zustandes sowie Handlungs- empfehlungen. Eine Studie im Auftrag des WWF Schweiz für die «Lachsgruppe Schweiz». Zürich
22. Aeschlimann, A. 2021: Trockenheit, Hitze und Niedrigwasser: Klimaanpassungsmassnahmen für kälteliebende Fischar- ten, Bern.
23. Schneider, J., Lachsrückkehrer im Rheinsystem Stand der Wiederansiedlung, Supplement zu Projektberichten 2020
24. MacInnis, Charles, Trevor A. Floyd, and Barry R. Taylor. "Large woody debris structures and their influence on Atlantic salmon spawning in a stream in Nova Scotia, Canada." North American Journal of Fisheries Management 28.3 (2008): 781-791.
25. Baier, E. (2020). Untersuchung des Lachs-Monitorings in der Schweiz – Erfassung des Ist-Zustandes sowie Handlungs- empfehlungen. Eine Studie im Auftrag des WWF Schweiz für die «Lachsgruppe Schweiz». Zürich
26. Saltveit, Svein Jakob, Åge Brabrand, and John E. Brittain. "Rivers need floods: Management lessons learnt from the reg- ulation of the Norwegian salmon river, Suldalslågen." River Research and Applications 35.8 (2019): 1181-1191.

27. Lennox, Robert J., et al. "The quest for successful Atlantic salmon restoration: perspectives, priorities, and maxims." ICES Journal of Marine Science 78.10 (2021): 3479-3497.
28. IKSР 2007, Bericht Nr. 162-d, Lachs 2020 "Der Weg zu selbst erhaltenden Populationen von Wanderfischen im Einzugsgebiet des Rheins".
29. BAFU (Hrsg.) 2019: "Liste der National Prioritären Arten und Lebens-räume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume." Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1709: 99 S.
30. Vonlanthen, P., Dönni, W., Ninck, L., Kreienbühl, T. 2020. Wiederansiedlungskonzept Atlantischer Lachs Schweiz – Für die Jahre 2021-2035. Aquabios GmbH, Fischwerk GmbH Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU).
31. Schläppi T. (2021). Atlantischer Lachs und Klimawandel, Zusammenstellung bestehender Studien und Grundlagen, Bericht im Auftrag des WWF Schweiz, 24 Seiten.
32. Becker A., Rey P. 2005: Rückkehr der Lachse in Wiese, Birs und Ergolz. Statusbericht. Vollzug Umwelt. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 79. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 47 S.

## 7. Anhang

### Teilnehmer:innen des Workshops und der Umfragen

- Matthias Mende (IUB Engineering)
- Werner Dönni (Fischwerk)
- Pascal Vonlanthen (Aquabios)
- Christian Hossli (WWF Schweiz)
- Corinne Schmid (Kanton AG)
- Michael Haeberli (Kanton BE)
- David Bittner, SFV
- Daniel Zopfi (Kanton BL)
- Susanne Haertel-Borer (BAFU)
- Hans-Peter Jermann (Kanton BS)