

«Rheinwandel am oberen Hochrhein» – eine Auslegeordnung

Dokumentversion 2 vom 10. Dezember 2020



Erarbeitet von:

Peter Rey, Hydra Institut
Peter Koch, Koch Consulting

mit fachlicher Unterstützung von (in alphabetischer Reihenfolge):

Heinz Ehmann, Margie Koster, Sharon Satz (Amt für Umwelt Kanton Thurgau)
Roman Fendt, Eliane Graf, Kurt Seiler (Interkantonales Labor Kanton Schaffhausen)
Patrick Wasem (Jagd und Fischerei Kanton Schaffhausen)
Petra Bachmann, Susanne Gatti (Planungs- und Naturschutzamt Kanton Schaffhausen)
Jürg Schulthess (Tiefbauamt Kanton Schaffhausen)

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | WESHALB EINE AUSLEGEORDNUNG? | 1 |
| 1.1 | HINTERGRUND | 1 |
| 1.2 | KLIMAWANDEL UND RHEIN – ZAHLREICHE AUSWIRKUNGEN | 1 |
| 1.3 | AUSLEGEORDNUNG ALS ORIENTIERUNGSHILFE | 1 |
| 1.4 | VORGEHEN | 1 |
| 1.5 | BEARBEITUNGSTIEFE | 2 |
| 1.6 | BEZUGSRAUM | 2 |
| 1.7 | STRUKTURELLE RAHMENDATEN | 3 |
| 1.8 | AUSGEWÄHLTE, AUS SICHT DES «RHEINWANDELS» WICHTIGE FORSCHUNGSPROGRAMME | 3 |
| 2 | ZIELE | 4 |
| 2.1 | ZIELE DER AUSLEGEORDNUNG «RHEINWANDEL» | 4 |
| 2.2 | REFERENZEN UND ENTWICKLUNGSZIELE | 4 |
| 3 | AUSLEGEORDNUNG | 6 |
| 3.1 | THEMA 1: BEDEUTUNG DES OBEREN HOCHRHEINS FÜR MENSCH UND NATUR | 6 |
| 3.2 | THEMA 2: KLIMAVÄRÄNDERUNG, KLIMAERWÄRMUNG | 8 |
| 3.3 | THEMA 3: HYDROLOGIE | 10 |
| 3.4 | THEMA 4: LEBENSÄRÄUME UND LEBENSGEMEINSCHAFTEN | 11 |
| 3.5 | THEMA 5: FISCHEREI UND FISCHPRÄDATOREN AM HOCHRHEIN | 14 |
| 3.6 | THEMA 6: AUFWERTUNGSPOTENZIALE UND -MASSNAHMEN | 15 |
| 3.7 | THEMA 7: GEWÄSSER- UND WASSERNUTZUNG (INKL. ENERGIE) | 17 |
| 4 | NÄCHSTE SCHRITTE | 20 |
| | ANHANG: PROJEKTE UND LITERATUR ZU DEN EINZELNEN THEMENBEREICHEN | 21 |

1 Weshalb eine Auslegeordnung?

1.1 Hintergrund

Der globale Klimawandel verursacht bereits jetzt grosse und künftig wohl noch grössere Veränderungen auf unserer Erde. Davon betroffen sind fast alle Lebensräume, aber auch der Mensch, der für das Wohlergehen von Tieren und Pflanzen mitverantwortlich ist, sich daher insbesondere um die nachhaltige Nutzbarkeit von Wasser und Land kümmern muss.

1.2 Klimawandel und Rhein – zahlreiche Auswirkungen

Der Klimawandel trifft heute schon die Schweiz und das Flusstal des Hochrheins. Der Rhein als zentrales Fliessgewässer wie auch seine Zuflüsse werden dabei immer mehr Veränderungen und damit verbunden auch Stress und Belastungen erfahren, die sich auf die Menge und die Qualität seines Wassers, seine Lebewelt aber auch auf seine Anwohnerschaft auswirken.

Im Hochrhein wurden in mehreren besonders trockenen und heissen Sommern (z.B. 2003, 2018, 2019) Wassertemperaturen überschritten, die von einigen angestammten Fischarten nicht mehr toleriert wurden. In Trockenperioden ist die Wasserentnahme im Einzugsgebiet (d.h. aus den Zuflüssen des Rheins) zur Bewässerung von Landwirtschaftsflächen nicht mehr gesichert, womit letztlich auch der Druck auf den Rhein steigt. Monitoringprogramme belegen eine seit 2000 immer dominanter werdende Besiedlung des Rheins durch invasive Neozoen und andere Neobionten. Dies sind nur drei Themen aus einer viel grösseren Palette noch zu erwartender Veränderungen, deren Zahl und Bedeutung erst einmal zusammengestellt werden muss. Erst dann lassen sich Strategien gegenüber künftigen Veränderungen und damit einem weiteren «Rheinwandel» diskutieren. Während in der vorliegenden Auslegeordnung vor allem aufgezeigt werden soll, welche Entwicklungen sich in der Zukunft ergeben könnten, und mit welchen Massnahmen man negative Veränderungen noch verhindern oder verlangsamen will, müssen auch rechtzeitig Überlegungen getroffen werden, wie man sich auf nicht mehr abwendbare Veränderungen richtig vorbereitet und wie man lernt, mit ihnen umzugehen.

1.3 Auslegeordnung als Orientierungshilfe

Das Interkantonale Labor des Kantons Schaffhausen und das Amt für Umwelt des Kantons Thurgau haben deshalb das Hydra Institut beauftragt, mit Unterstützung von Fachpersonen der beiden Ämter eine Übersicht über die Auswirkungen des Klimawandels auf den «Oberen Hochrhein» (der Abschnitt «Stein am Rhein bis Thurmündung») in einer Auslegeordnung zusammenzustellen. Basierend auf dem vorhandenen Wissen soll diese darlegen, welche Faktoren den «Oberen Hochrhein» in Zukunft beeinflussen können. Offene Punkte oder noch nicht zu beantwortende Fragen sollen aufgenommen werden, um den Forschungs- oder Monitoringbedarf für spätere Projekte aufzeigen zu können. Bereits hier soll auch schon das Beziehungsgefüge Mensch-Hochrhein im Klimawandel angesprochen werden.

Die Auslegeordnung ist somit eine Orientierungshilfe, die fachbereichsübergreifend die komplexen Zusammenhänge und Auswirkungen des Klimawandel auf den Rhein ausleuchten will.

1.4 Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden interessierte Fachpersonen aus den zwei Kantonen Schaffhausen und Thurgau gebeten, Fragen und Themen zur Zukunft des Hochrheins zusammenzustellen, die aus ihrer Sicht für die Auslegeordnung «Rheinwandel am oberen Hochrhein» anzugehen sind. Das so erhaltene Feedback wurde analysiert und in Themenbereiche gegliedert. Für den ersten Entwurf der Auslegeordnung wurde jeder der ursprünglich acht Themenbereiche mit folgenden Informationen ausgeleuchtet:

- a) Welche zentralen Programme/Untersuchungen/Projekte gibt es?*
- b) Welche Schlüsse lassen sich für den Ist-Zustand für Abschnitt «Oberer Hochrhein» ableiten?
- c) Welche Entwicklungen zeichnen sich ab?
- d) Welche wichtigen Informationen fehlen noch?
- e) Welcher Handlungsbedarf ergibt sich daraus?

*Die zu a) bisher gesammelten Inhalte sind zur besseren Lesbarkeit im Anhang aufgeführt.

Der erste Entwurf der Auslegeordnung wurde an einem Workshop mit allen beteiligten Fachleuten diskutiert. Die Ergänzungen und Vorschläge zur neuen Gliederung der Themenbereiche wurden in die vorliegende Version 2 des Dokumentes eingearbeitet.

1.5 Bearbeitungstiefe

Die Auslegeordnung erhebt keinen Anspruch auf inhaltliche Vollständigkeit, sondern gibt die Einschätzungen der Autoren und der beteiligten Fachleute wieder. Zudem beschränkt sie sich auf grössere Zusammenhänge.

1.6 Bezugsraum

Die Auslegeordnung fokussiert den Abschnitt Stein am Rhein bis zur Thurmündung (Rhein-km 23.6 bis 65, Abb. 1) und wird im Folgenden als «Oberer Hochrhein» bezeichnet. Eine Besonderheit dieses Rheinabschnitts ist seine Sonderstellung als Seeausfluss (siehe dazu auch Kapitel 3.4). Wo möglich werden aber Informationen auch aus anderen Rheinabschnitten auf diesen Perimeter übertragen.

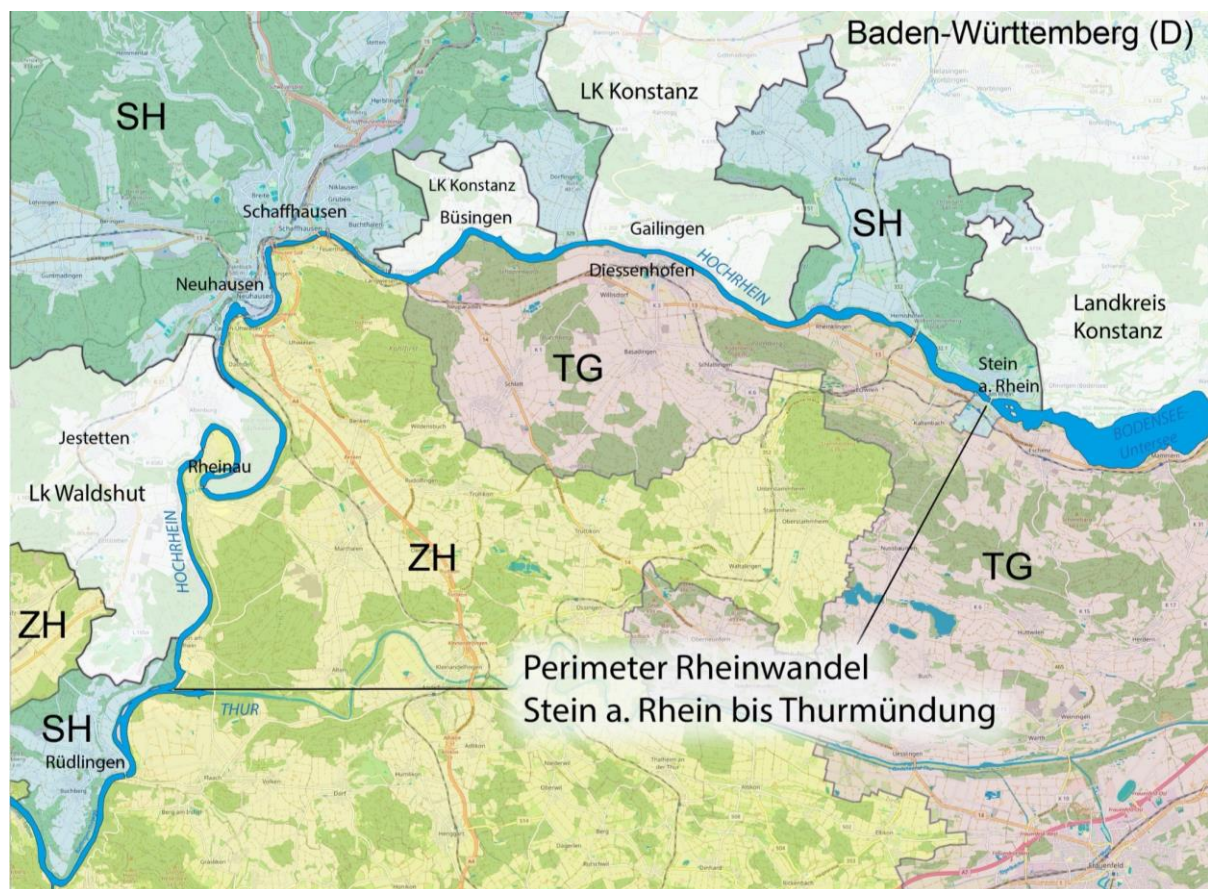


Abb. 1: Bezugsraum «Oberer Hochrhein» zwischen Stein am Rhein und Thurmündung

Je nach Thema werden auch die Zuflüsse der Oberen Hochrhein und die ihn umgebenden Landbiotope in die Betrachtungen mit einbezogen.

1.7 Strukturelle Rahmendaten

Wichtige strukturelle Rahmendaten des Bezugsraums umfassen insbesondere folgende Aspekte:

- Grösse und Grenzen des Bezugsraums
- Geographie/Topografie
- Naturräume, Inventare, naturräumliche Besonderheiten
- Siedlungsgebiet Fläche, Einwohnerverteilung
- Gewerbe, Industrie (Art, Fläche)
- Landwirtschaftsfläche und Nutzungsarten
- Hydrologische Grössen der Zuflüsse und Wasserentnahmen
- Stromproduktion
- Abwasserreinigung (Ausbaugrad, Anzahl Stufen, Einwohnergleichwerte)
- Entwicklungsprognosen und Raumprogramme

Informationen zu den strukturellen Rahmendaten sind in der vorliegenden Auslegeordnung nicht enthalten, da sie Zielsetzung (Verschaffen eines Überblicks) und Umfang des Dokumentes sprengen würden. Zudem sind diese Daten erst relevant, wenn konkrete Massnahmen ergriffen oder Massnahmenvorschläge weiter konkretisiert werden sollen.

1.8 Ausgewählte, aus Sicht des «Rheinwandels» wichtige Forschungsprogramme

Im Schweizer Forschungsprogramm Hydro-CH2018* (Endbericht voraussichtlich 2021) laufen derzeit alle relevanten Forschungen zusammen, die das Verständnis hydrologischer Prozesse vertiefen, um bestehende Wissenslücken bezüglich Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen in der Schweiz zu füllen. Hierbei sind alle namhaften Schweizer Forschungsinstitutionen beteiligt.

Um Fragen des Klimawandels auf die Gewässer unserer Region nachzugehen, haben die süddeutschen Bundesländer und der Deutsche Wetterdienst das Kooperationsvorhaben „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ (KLIWA) ins Leben gerufen. Ziel des Programms ist es, mögliche Auswirkungen der Klimaveränderung auf den Wasserhaushalt und die Ökologie der Gewässer herauszuarbeiten, Konsequenzen aufzuzeigen und Handlungsempfehlungen zu erarbeiten (www.kliwa.de).

Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) verfolgte im Interreg IV-Projekt KLIMBO (Klimawandel am Bodensee) ähnliche Fragen, hier jedoch mit Fokus auf dem Bodensee selbst (www.igkb.org/aktuelles/klimbo-klimawandel-am-bodensee/). Neben hydrologischen und ökologischen Inhalten wurden Veränderungen im Schichtungs- und Mischungsverhalten des Sees erforscht sowie Auswirkungen auf die Wasserqualität und damit auch die Nutzung des Sees als Trinkwasserspeicher. Daneben wurden auch andere Nutzungen beleuchtet, die vom Klimawandel betroffen sein könnten.

Das derzeit laufende internationale Forschungsprogramm «Seewandel» (www.seewandel.org), an welchem Universitäten, Fachstellen und Büros aus der Schweiz, aus Deutschland und aus Österreich beteiligt sind, baut auf den bisherigen hydrologischen, meteorologischen und gewässerökologischen Kenntnissen auf. Das Programm untersucht schwerpunktmässig die Resilienz, also die Widerstandsfähigkeit des Lebensraums See auf bereits laufende und zu erwartende Veränderungen. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Interaktionen zwischen den angestammten Lebensgemeinschaften des Sees und den sich immer weiter ausbreitenden invasiven gebietsfremden Arten.

*www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/das-nccs/themenschwerpunkte/hydro-ch2018/hydro-ch2018-forschungsprojekte.html

2 Ziele

2.1 Ziele der Auslegeordnung «Rheinwandel»

Die Auslegeordnung «Rheinwandel» ist nun ein erster Schritt zu einer Wegleitung, teilweise auch Vollzugshilfe für den Umgang mit dem Rhein und der Region bei einem sich verändernden Klima. Bisheriges Wissen zum Hochrhein und zur regionalen Klimaentwicklung soll zusammengetragen werden. Damit soll versucht werden, Fragen zu beantworten wie:

- gibt es wichtige Entwicklungen, an die bislang noch nicht gedacht wurde?
- Gibt es Kenntnislücken und wenn ja, welche?
- Setzen wir im Zusammenhang mit dem Klimawandel die richtigen Schwerpunkte?

2.2 Referenzen und Entwicklungsziele

Die ursprünglichen Verhältnisse am Hochrhein sind das «**visionäre Leitbild**» für die optimale ökologische Funktionsfähigkeit des Hochrheins und seiner Umgebung. Ursprüngliche Verhältnisse lassen sich aber nicht mehr erreichen. Bisherige Nutzungen und die damit verbundenen Veränderungen von Natur und Kultur haben zudem Entwicklungen angestoßen und zu Zuständen geführt, die in vielen Fällen eigene Werte darstellen. Der obere Hochrhein, sein Flusstal und sein Einzugsgebiet müssen sich aber dennoch so entwickeln können, dass sie sich möglichst gut an veränderte klimatische Verhältnisse anpassen können und dabei ihre naturräumliche und funktionelle Stabilität nicht verlieren. Das «visionäre Leitbild» gibt deshalb noch immer **die Richtung** für alle strategischen Überlegungen und die Massnahmen/Impulse zur Lebensraumentwicklungen vor. Wo noch natürliche Verhältnisse herrschen, müssen diese erhalten werden oder zumindest kompensierbar bleiben und dürfen durch Nutzungen/Veränderungen nicht mehr weiter negativ beeinflusst werden.

Das durch geeignete Massnahmen erreichbare «**operationale Leitbild**» (Synonym: angestrebter Zustand, Entwicklungsziel) berücksichtigt dagegen eine umweltverträgliche Nutzung der Ressourcen durch den Menschen und einen Erhalt/Schutz bestehender historischer, naturräumlicher und kultureller Werte und Anlagen. Es wird als Leitbild für die Auslegeordnung «Rheinwandel» verwendet.

2.2.1 Operationales Leitbild (angestrebter Zustand, Entwicklungsziel)

Ziel aller aktuellen und künftigen Anstrengungen ist es, den Schutz des oberen Hochrheins im Sinne der Vorsorge und nachhaltigen Nutzbarkeit zu sichern und dabei bestehende Naturwerte und einen ökologisch funktionsfähigen oberen Hochrhein für künftige Generationen zu erhalten. Dieser angestrebte Zustand soll sowohl gegenüber menschlichen Einflüssen als auch gegenüber klimatischen Veränderungen und extremen Witterungsbedingungen widerstandsfähig (resilient) sein.

Darüber hinaus ist der obere Hochrhein, sein Flusstal und die ihn umgebende Region als ein für den Menschen bedeutender Nutzungs-, Kultur- und Erholungsraum zu erhalten und umweltverträglich weiter zu entwickeln.

2.2.2 Massnahmen

Massnahmen zugunsten dieses angestrebten Zustands sollen der jeweiligen Situation angemessen, nach dem Stand der Technik und der Kenntnis sowie ökonomisch geplant und umgesetzt werden.

Das jeweils vorhandene Potenzial zur Lebensraumentwicklung soll identifiziert und als Grundlage für spätere Massnahmen und Strategien verwendet werden. Hierfür ist ausreichender Entwicklungsraum zur Verfügung zu stellen. Impulse zur Eigenentwicklung von Prozessen und Lebensräumen sind – wo immer möglich – gestaltenden Massnahmen und gezielten Zustandsveränderungen vorzuziehen.

Die Nutzung des oberen Hochrheins (Nutzung von Wasser und Land) und der ihn umgebenden Gebiete darf den angestrebten Zustand nicht behindern oder verhindern, indem sie die Widerstandsfähigkeit der Lebensräume schwächt. Beispiele für negative Einflüsse sind unnatürliche Veränderungen der Fluss- und Landschaftsmorphologie, unkontrollierter Verbrauch von Oberflächen- und Grundwasserressourcen, Landverbrauch durch Landwirtschaft, Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur, Zersiedlung der Landschaft, verstärkte Freizeitaktivitäten, Belastungen durch Schadstoffe und Wärmeeintrag.

2.2.3 Lebensraum- und Artenschutzziele

Artenschutz und die Förderung von Arten soll vor dem Hintergrund sich verändernder Lebensbedingungen betrachtet werden. Schutz- und Entwicklungsmassnahmen sollen nicht nur der jeweils gefährdeten Art zugutekommen, sondern auch anderen Arten mit gleichen/ähnlichen Lebensraumansprüchen.

Bei allen Massnahmen sind der Schutz und die Reaktivierung von Lebensräumen, Lebensgemeinschaften und natürlichen Prozessen prioritär und auf den Einzelfall abgestimmt zu berücksichtigen. Als Beispiele seien der naturnah fliessende Hochrhein zwischen Hemishofen und Diessenhofen sowie die Schaaren-Wiese bei Schlatt genannt.

3 Auslegeordnung

3.1 Thema 1: Bedeutung des Oberen Hochrheins für Mensch und Natur

Die Bedeutung/der Wert des Oberen Hochrheins für den Menschen wird dargestellt, da er ein wichtiger «positiver» Treiber für künftige Programme und Massnahmen bleiben wird.

Der obere Hochrhein ist wegen seiner Natur und Kultur, seiner Nähe zum Bodensee und als Grenzfluss zwischen der Schweiz und Deutschland auch ein besonders beliebter Naherholungsraum, der über Grenzen hinweg verbindet. Er ist mit dem Rad vom Bodensee bis Basel erlebbar, kann mit dem Passagierschiff, dem eigenen Boot oder einfach mit dem Schwimmbrett «befahren» werden. Kleine Freibäder bieten einen Freizeitspass für Einheimische und Touristen. Die Angelfischerei verspricht noch immer Erfolg. Der Rheinfluss ist ein international bedeutendes Ausflugsziel.



Abb. 02: Assoziationen zum Hochrhein. Ergebnis einer Umfrage während des Projektkreistreffens «Ökologisches Gesamtkonzept (ÖGK)» (Hesselschwerdt et al. 2020) GK im November 2018.

In diesem Themenbereich stellen sich unter anderem folgende Fragen:

- Welche Bedeutung für den Menschen/die Natur kann/sollte der Hochrhein künftig haben?
- Welchen Stellenwert hat der Erhalt und die Reaktivierung naturnaher Lebensräume am Hochrhein?
- Wie kann/sollte das Flusstal des Oberen Hochrheins künftig nachhaltig genutzt und seine Natur/ seine natürlichen Ressourcen dennoch geschützt werden?
- Unter welchen Themen/Interessen lassen sich Synergien finden?
- Welche Lebensgewohnheiten müssen aufgrund der Klimaveränderungen angepasst werden?
- Welche Nutzungskonflikte sind zu lösen, bleiben bestehen oder verstärken sich?
- In welcher Form und in welchem Umfang kann der künftige Naturraum zu Erholungszwecken genutzt werden (Erschliessung, Besucherlenkung, Informationen vor Ort usw.)?
- Wie wirkt sich die Bevölkerungsentwicklung aus?

Welche zentralen Schlüsse lassen sich derzeit aus den vorhandenen Grundlagen/Studien für den Abschnitt «Oberer Hochrhein» ziehen (Ist-Situation)?

- Der obere Hochrhein besitzt grosse Bedeutung für Natur, Erholung und verschiedene Nutzungen.
- Der naturräumliche Charakter des oberen Hochrheins hat sich im Verlauf der vergangenen 100 Jahre weniger verändert als jener der meisten anderen Rheinabschnitte. Viele Natur- und Kulturwerte sind noch erhalten geblieben.
- Der Hochrhein ist die Lebensader der von ihm durchflossenen Regionen. Eine nachhaltige Nutzbarkeit kann nur durch Entwicklungen erwartet werden, die gegenüber Klimaveränderungen widerstandsfähiger (resilienter) sind als die bisherigen.

- Auf schweizerischer und auf deutscher Seite existieren Gewässerentwicklungsprogramme (z.B. in D Massnahmenkonzept Hochrhein, Fließgewässerstudie Hochrhein; in CH überwiegend kantonale/lokale Massnahmen (CH) (ausgeführt in Hesselschwerdt et al., 2020), die aber noch nicht aufeinander abgestimmt sind.
- Eine gesamtheitliche Betrachtung der Gewässer- und Landlebensräume und Prozesse am Oberen Hochrhein muss mit den Nutzungen und Artenschutzinteressen abgeglichen werden.
- Hochwasserschutzziele und die Forderungen nach Raum für die naturnahe Entwicklung von Flüssen gehen in dieselbe Richtung. Dasselbe gilt für naturnahe Flussraumentwicklung und den Erholungswert.

Welche Entwicklung zeichnet sich aufgrund der vorhandenen Unterlagen ab (Zukunft)?

- Der Klimawandel wird die Bedeutung des Rheins als Badegewässer und seinen Uferwald als Erholungsraum noch verstärken (Abkühlung) → Verlagerung aus der Stadt in die Natur.
- Die Bevölkerungsentwicklung könnte den Nutzungsdruck auf den Rhein zusätzlich erhöhen.
- Art und Umfang von Störungen der Lebensräume durch Erholungs-/Freizeitnutzung können sich verändern.
- Die integrative Betrachtungsweise wird zunehmen, das äussert sich in:
 - Gesamtkonzepte zur Flussraumentwicklung (Lebensräume, Arten, Nutzung, Hochwasserschutz, Energie, Erholung)
 - Angepasste Tourismuskonzepte, Besucherlenkungskonzepte
 - Lokale Bestrebungen zur Modifizierung der Nutzungen (z.B. zwar mehr, aber «sanfter» Tourismus, Umstellung der landwirtschaftlichen Kulturen u.a.)
 - Ansätze für ein nachhaltiges Management der Fischbestände im Hochrhein.

Wo besteht für den Abschnitt «oberer Hochrhein» prioritär Abklärungs-/Vertiefungsbedarf? Welche Wissenslücken müssen geschlossen werden?

- Operationales Leitbild (vgl. Kap. 2.2.1) für die künftigen Schutz- und Nutzungsinteressen.
- Evaluation von Rahmenbedingungen für die künftige Entwicklung von Natur-, Erholungs- und Nutzungsräumen. Kategorisierung z.B. nach Besitzverhältnissen, privaten/öffentlichen Interessen und Restriktionen.
- Überregionale und internationale Koordination von Entwicklungsstrategien und Massnahmenprogrammen, z.B. Abgleich mit Inhalten der WRRL-Bewirtschaftungspläne (in diesem Fall Hochrhein-Bodensee).
- Wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Aspekte der Naherholung/ des Tourismus am oberen Hochrhein
- Mögliche Form und Umfang der Erholungsnutzung von Naturräumen (Erschliessung, Besucherlenkung, Informationen vor Ort usw.).
- Beeinflussung der Erholungsnutzung durch den Klimawandel.

Welche Massnahmen sollten im Abschnitt «oberer Hochrhein» ergriffen/eingeleitet werden?

- Das kulturelle Erbe der Region (Geschichte, Nutzungen, Gewohnheiten, Zusammenarbeiten usw.) wie auch die naturräumlichen Werte sollen bei allen künftigen Strategien/Massnahmen Berücksichtigung finden.
- Interdisziplinäre und internationale Abstimmung der Ziele in den einzelnen Themenbereichen (siehe Themen 01 bis 07).
- Zusammenführung bestehender Ansätze aus Naturschutz, Wirtschaft, Kultur und Freizeit-/Freiraumplanung.
- Für sensible Lebensräume sollten frühzeitig Möglichkeiten der Besucherlenkung diskutiert und geplant werden.
- Es ist abzuklären, ob und wo raumplanerische Schwerpunkte zu setzen sind.

3.2 Thema 2: Klimaveränderung, Klimaerwärmung

Globale und regionale Klimaprognosen zeichnen uns ein Bild künftiger Entwicklungen. Wir erwarten eine Verschiebung der jahreszeitlichen Witterungscharakteristika, vermehrt extreme Wetterereignisse (Hochwasser, Niedrigwasser, starke Stürme ...) und einen weiteren Temperaturanstieg über und unter Wasser. Die aktuellen Prognosen sollen dazu verwendet werden, Strategien in den einzelnen Themenfeldern anzudenken. Hier muss ein möglichst regionaler Bezug geschaffen werden.

Dabei stellen sich unter anderem folgende Fragen:

- Wo und wie stark werden sich Klimaveränderungen auf die Region des oberen Hochrheins auswirken?
- Welche zu erwartenden Veränderungen lassen sich noch verhindern, welche nicht? Können Folgen des Klimawandels überhaupt regional verhindert/kompensiert werden?
- Welche Lebensräume werden am stärksten betroffen sein und in welcher Form?
- Welche Indikatoren sind die Trigger für künftige Veränderungen?
- Welche Nutzungen müssen verändert/modifiziert werden und in welchem Masse?

Welche zentralen Schlüsse lassen sich derzeit aus den vorhandenen Grundlagen/Studien für den Abschnitt «Oberer Hochrhein» ziehen (Ist-Situation)?

- Es existieren gute Informationen über globale und regionale Klimaveränderungen und deren Auswirkungen, Klimaszenarien, Reaktionen von Bodensee und Rhein auf Klimawandel sowie anthropogene Veränderungen der Abfluss- und Temperaturwerte (& Wärme-Impacts).
- Die Auswirkungen der Klimaveränderungen sind für die meisten Themenbereichen der Auslegeordnung bereits jetzt schon erkennbar/messbar.
- Steigende Wassertemperaturen könnten sich wahrscheinlich negativ auf die Wasserqualität, das Wasserdargebot und damit die Wassernutzung auswirken.
- Der Obere Hochrhein ist wahrscheinlich weitaus weniger temperaturgeschichtet als der Untersee. Der Charakter solcher Schichtungen ist noch weitgehend unbekannt (vgl. Seerhein).
- Die bisherige landwirtschaftliche Praxis ist gegenüber Klimaveränderungen nur bedingt widerstandsfähig.
- Auswirkungen auf verschiedene Tiere, Pflanzen oder ganze Lebensräume (z.B. auch die Riede und Weiher entlang des Rheins) bestehen und sind bekannt/erfasst; wenig augenfälligere Auswirkungen sind nicht im Detail bekannt.

Welche Entwicklung zeichnet sich aufgrund der vorhandenen Unterlagen ab (Zukunft)?

- Anstieg der Wassertemperaturen zu allen Jahreszeiten. Veränderungen in der Temperaturschichtung (Thermokline) und infolge dessen Veränderungen der trophischen Verhältnisse im Bodensee und im oberen Hochrhein.
- Häufiger auftretende Extrem-Wetterereignisse mit starken Hochwasserzu- und -abflüssen (Anm.: hier besteht bis anhin eine starke Abpufferung von Hochwasserereignissen im Oberen Hochrhein durch den Bodensee!) und Niedrigwasser-Phasen. Diese Entwicklung wird durch den Abfluss über versiegelte Siedlungs- und Landflächen noch verstärkt.
- Veränderung des Wasserbedarf für die Landwirtschaft (ausgeführt in Reiss et al. 2019) (möglicher Anstieg, Engpässe).
- Veränderungen in den Hochrhein umgebenden Ökotope, z.B.: Austrocknung von Weihern mit Auswirkungen auf Amphibien- und Libellenfortpflanzung; Austrocknung von Rieden; Vegetations-/Lebensraumveränderung (erhöhte Verbuschung, Verunkrautung; Neophyten, usw.).

**Wo besteht für den Abschnitt «oberer Hochrhein» prioritär Abklärungs-/Vertiefungsbedarf?
Welche Wissenslücken müssen geschlossen werden?**

- Zusammenhang zwischen globalen und regionalen Treibern des Klimawandels (Welche regionalen Ursachen können klimatische Veränderungen am Oberen Hochrhein verstärken/mindern?).
- Ist die Pufferwirkung (Hydrologie, Wassertemperatur, Nährstoffeintrag) des Bodensees auch in Zukunft gewährleistet?
- Weiss man wie sich der Wasserbedarf entwickelt? Zusammenstellen – einschliesslich den geplanten Bewässerungen und Wasserentnahmen.
- Weiss man wieviel Kälte/Wärme dem Rhein entzogen wird – heute und in Zukunft? (siehe dazu auch Projekt Kälte- und Wärmenutzung Bodensee und Rhein der Fachstelle für Energie Kanton Thurgau)
- Veränderung der Hitzetage, der Globalstrahlung.

Präzisere Kenntnis zur Entwicklung der Wassertemperaturen:

- Verläufe der Wassertemperaturen (Max/Min, Tagesdurchschnitt) im Hochrhein und im Bodensee-Untersee (Temperaturdaten an Pegelstationen) sind oft nicht repräsentativ; Temperatur-Tiefenprofile gibt es noch nicht. Das «Messnetz» muss die entscheidenden Wasserkörper für die Temperaturentwicklung des Hochrheins repräsentieren können).
- Verläufe/Veränderungen der Temperatur des Trinkwassers aus dem Rheinfiltrat.
- Veränderung der Wassertemperaturen und Temperaturschichtungen im Hochrheinverlauf (Seeabfluss, freifliessende und eingestaute Abschnitte, Aufwärmung/Abkühlung durch Rheinfluss, Beschattung usw.)

Präzisere Kenntnisse über (mögliche) Einflussparameter auf Wassertemperaturen:

- Evaluation von Massnahmen, die man auf regionaler Ebene gegen die Folgen des Klimawandels ergreifen kann.
- Zusammenhang zwischen Abflussgeschehen und Wassertemperatur im oberen Hochrhein.
- Einfluss von Grundwasseraufstößen auf die Wassertemperatur.
- Inventarisierung aller natürlichen und anthropogenen Wärmeeintragsquellen.
- Erfassung des Einflusses des Bodensees auf die Wassertemperaturen des Hochrheins.
- Modelle zur Bedeutung der Windrichtung auf die Einmischung von Seewasser in den Hochrhein.
- Evaluation von Grundwasseraufstößen im oberen Hochrhein.
- Evaluation von Massnahmen gegen einen weiteren Anstieg der Wassertemperatur (z.B. Offenlassen von Wasserentnahmen, Förderung von Beschattungen, Anschluss an Grundwasserleiter usw.).
- Zusammenstellung von Nutzungen und natürlichen Prozessen, die im Zuge des Klimawandels gefährdet sein könnten.
- Evaluation möglicher Veränderungen des Wasserbedarf für Gewerbe, Industrie, und die Herstellung/Veredelung von Lebensmitteln.
- Wasserführung des Bodensees. Jahreszeitliche Veränderungen Schneeschmelze/ Schneehöhe in mittleren Lagen.

Welche Massnahmen sollten im Abschnitt «oberer Hochrhein» ergriffen/eingeleitet werden?

- Verdichtung des Wassertemperatur-Messnetzwerkes, um die Entwicklung besser verfolgen und auf deren Auswirkungen besser reagieren zu können. Dies umfasst auch:
 - Einsatz von Temperaturmesssonden in dichtem räumlichen Raster und mit Tiefenprofilen – inklusive Bodensee-Untersee und Rückstaubereiche der Staustufen (geplant ist bereits die Exposition einer Temperaturmesssonde im Untersee (AfU TG)).
 - Messkampagnen zur Temperaturentwicklung im Hochrheinverlauf zwischen Bodensee und Thurmündung.
- Landwirtschaft: Über kurz oder lang sollte eine Umstellung hin zu temperaturresistenten Bewirtschaftungsarten und Kulturen mit geringerem Wasserbedarf angestrebt werden, dabei sollten in Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit Schwerpunktgebiete prioritär angegangen werden.
- Diskussion und vorläufige Formulierung von Strategien und Vorsorgemassnahmen zum Umgang mit einem veränderten Klima.

3.3 Thema 3: Hydrologie

Die Abflussverhältnisse des Hochrheins, die Pegelstände des Bodensees und die Hydrologie der Rheinzuflüsse haben sich in den vergangenen Jahrzehnten gegenüber vorangegangenen Perioden verändert. Ursachen sind das vermehrte Auftreten extremer Wetterereignisse, aber auch die Veränderung der Hydrologie in den Rheinzufüssen (Stichworte: Gletscher- und Schneeschmelze, Wasserrückhalt in Speicherbecken u.a.).

Dazu die folgenden Leitfragen:

- Wo und wie stark werden sich Klimaveränderungen auf Abflüsse und Strömungen des Hochrheins auswirken?
- Wie verändert sich das Abflussgeschehen im Jahresverlauf, wie die Hoch- und Niedrigwasserphasen?
- Wie verändert sich die Wasserführung der Hochrheinzufüssen?
- Können sich künftig noch Auenbereiche entwickeln?
- Welche Lebensräume werden am stärksten betroffen sein und in welcher Form?
- Wie können die Wasserressourcen künftig nachhaltig genutzt werden?
- Können bestehende Drainagen künftig beseitigt und die entsprechenden Flächen wieder der Wasserspeicherung zugeführt werden?
- Wie können künftig Versiegelungen aufgehoben und der Regenwasserabfluss «entschleunigt» werden?

Welche zentralen Schlüsse lassen sich derzeit aus den vorhandenen Grundlagen/Studien für den Abschnitt «Oberer Hochrhein» ziehen (Ist-Situation)?

- Wasserstandsschwankungen zwischen Sommer und Winter haben sich verringert.
- Der Wasserstand des Bodensees wird im Seeabfluss vom Makrophytenwachstum beeinflusst, weil durch sie die Abflussgeschwindigkeit gebremst und dadurch der Wasserspiegel gehoben wird.
- Der Wasserrückhalt in den Speicherbecken (Alpenrhein-Bodensee-Einzugsgebiet) beeinflusst die Wasserstände im Bodensee.
- Tiefe Wasserstände wirken sich auf Strömung und Durchmischung sowie auf die ufernahen Lebensräume aus.

Welche Entwicklung zeichnet sich aufgrund der vorhandenen Unterlagen ab (Zukunft)?

- Der Wasserstand des Bodensees sinkt tendenziell. Höhere Abflüsse in den Hochrhein über die Eschenzer Schwelle könnten sich künftig über längere Zeiträume verringern.
- Wasserstandsschwankungen zwischen Sommer und Winter werden sich weiterhin verringern, unter anderem wegen jahreszeitlichen Verschiebungen der Schneeschmelze, Veränderung der Schneehöhen (Gletscher!) im Einzugsgebiet und der Verschiebung des Niederschlaggeschehens.
- Extremere Wetterereignisse werden künftig das Hochwasserregime im Hochrhein verändern.

Wo besteht für den Abschnitt «oberer Hochrhein» prioritär Abklärungs/Vertiefungsbedarf? Welche Wissenslücken müssen geschlossen werden?

- Modellierung des zukünftigen Abflussgeschehens im Jahresverlauf (dies wird eventuell durch Hydro-CH2018 abgedeckt).
- Modellierung des Durchmischungsgeschehens bei unterschiedlichen Abflüssen unter Annahme von bestimmten Klimaszenarien.
- Dichteres/modernerer Pegelnetz im Bodensee, im Hochrhein und in den Hochrheinzufüssen, um die hydrologischen Interaktionen zwischen Bodensee-Hochrhein-Hochrheinzufüssen sowie die Abläufe bei Hochwasserereignissen und Trockenperioden verfolgen zu können; und die Messungen auf den Stand der Technik zu bringen).

- Untersuchung des Einflusses der Rückstaubereiche von KW-Stufen (Schaffhausen, Rheinau, evtl. bis Eglisau) auf Abfluss- und Strömungscharakter des oberen Hochrheins.
- Möglicher Einfluss des Abflussregimes auf die Energieerzeugung.
- Synoptische Zusammenstellung der möglichen Auswirkungen der veränderten Abflussverhältnisse.
- Vertiefte Analyse von Drainagewirkungen, Oberflächenabfluss und Wasserhaushalt im Einzugsgebiet des Oberen Hochrheins.

Welche Massnahmen sollten im Abschnitt «oberer Hochrhein» ergriffen/eingeleitet werden?

- Vorerst: Modellierungen für gewisse Klimaszenarien. Es ist zu prüfen, ob die Resultate von «Hydro-CH2018» die offenen Fragen beantworten können. Anschliessend Entscheid über weiteres Vorgehen.
- Nach Vorliegen der Resultate des Projekts Hydro-CH2018 soll geprüft werden, was die Veränderungen des Abflussregimes für den Grundwasserhaushalt resp. die Trinkwassernutzung bedeutet.
- Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Temperatur-Schichtung des Untersees, den Windrichtungen und den Veränderungen der Wassertemperatur im Hochrhein (evtl. als Ergänzung zum Wellenmodell Bodensee).
- Analyse der hydrologischen Zusammenhänge (See-Hochrhein-Zuflüsse) bei Normalabflüssen und Extremereignissen. Verschneidung mit Temperaturmessungen
- Weitere (bitte ergänzen)

3.4 Thema 4: Lebensräume und Lebensgemeinschaften

Die Lebensräume am Hochrhein und in seinem Umland sind zentrale Indikatoren des Klimawandels. Ihre Reaktion auf die bereits erfolgten Veränderungen erlaubt gewisse Prognosen für die zukünftige Entwicklung. Je nach Dimension und Naturnähe sowie Lage, Umgebungs- und Störfaktoren können sie den Schutz der angestammten Lebensgemeinschaften vor veränderten Umweltbedingungen und sich immer mehr ausbreitenden invasiven gebietsfremden Arten gewährleisten. Voraussetzung für den Erhalt angestammter Lebensgemeinschaften und natürlicher Prozesse ist es, dass wertvolle Biotope raumplanerisch gesichert und optimal betreut werden und dass bei Beeinträchtigungen geeignete Aufwertungsmassnahmen und Optimierungen getroffen werden. Die weiträumige Vernetzung ökologisch wertvolle Hochrheinabschnitte ist die Voraussetzung für die Erhalt aller für den Hochrhein typischen Tier- und Pflanzenarten zu Wasser und am Land. Sie haben eine Strahlwirkung auf andere Rheinabschnitte und werten diese damit auf.

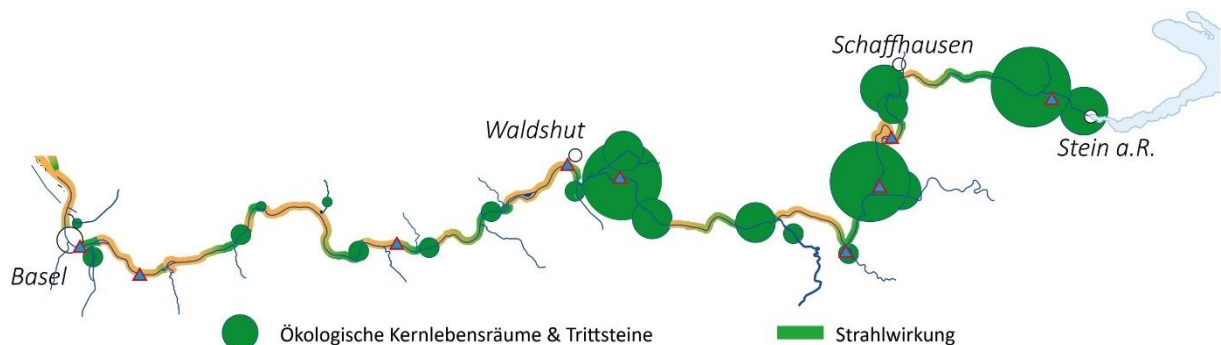


Abb. 03: Lage von Kernlebensräumen/Trittsteinen, die Bereiche ihrer Strahlwirkung und die damit einhergehende bestehende ökologische Vernetzung entlang des Hochrheins (Grafik: Hydra).

Bei diesem Themenbereich stellen sich unter anderem folgende Fragen:

- Welche Lebensräume im Flussraum des oberen Hochrheins sind für den Rhein und sein Umland relevant (Beispiel: tiefe Flusssohle, Übergangszonen, Kiesbänke, Ufer, Auen und Nebengewässer, Uferwald, usw.)?
- Welche Lebensräume/Lebensgemeinschaften des Hochrheins und seiner Ufer werden im Verlauf

der Klimaveränderung beeinflusst und in welchem Masse?

- Haben angestammte und heute gefährdeten Fischarten (z.B. Äsche, Forellen, Lachs, Nase usw.) des Hochrheins eine Überlebenschance im Verlauf erwarteter Klimaveränderungen?
- Wie kann Natur- und Artenschutz im Zuge des Klimawandels aussehen?
- Inwieweit nutzen Fördermassnahmen für die angestammten und heute gefährdeten Arten auch künftigen Artengemeinschaften?
- Können verlorengegangene Flusskompartimente wie Auen und Uferwald noch reaktiviert werden?
- Inwieweit beeinflusst die Ausbreitung invasiver Arten (Neobionten und expansive Tier- und Pflanzenarten) die Lebensgemeinschaften des Hochrheins und seiner Ufer?
- Kann die Ausbreitung invasiver Arten gestoppt/verlangsamt werden? Bleiben die Auswirkungen auf die angestammten Lebensgemeinschaften begrenzt (z.B. durch Etablierung) auf verträglichem Niveau?

Welche zentralen Schlüsse lassen sich derzeit aus den vorhandenen Grundlagen/Studien für den Abschnitt «Oberer Hochrhein» ziehen (Ist-Situation)?

- Es existieren Informationen unterschiedlicher Qualität zur Besiedlung des Hochrheins (Fische, Makrozoobenthos, Aufwuchs, Plankton, Makrophyten) und deren Langzeitveränderungen.
- Die Referenz-Gewässerbiozönosen des oberen Hochrheins sind bekannt.
- Informationen über die Ausbreitung von Neozoen (Wirbellose, Fische) im Hochrhein und im Bodensee sind vorhanden, werden aber nur im Bodensee ständig (2x jährlich) aktualisiert.
- Die herausragende Bedeutung als Trittsteine und die biologische Resilienz der freifliessenden Hochrheinabschnitte und der Staubebereiche wird seit 1990 immer wieder betont, hat jedoch erst wenig Resonanz in den Massnahmenprogrammen des oberen Hochrheins gefunden.
- Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebensgemeinschaften des Hochrheins werden geringer sein, wenn ihre Lebensräume noch alle wichtigen Kompartimente enthalten, gut miteinander vernetzt sind und darin alle natürlichen Funktionen ablaufen können.
- In naturnahen Kernlebensräumen mit vielfältigem Habitatinventar und hoher Artenvielfalt verbleiben Konkurrenzvorteile und Resilienzen der angestammten Arten gegenüber invasiven Neozoen. Der Lebensraum selbst und seine Lebensgemeinschaften behalten eine Resilienz gegenüber äusseren Einflüssen.
- Ökomorphologie des Rheins ist bekannt.
- Das Schutzgebiet WZVV Stein am Rhein hat eine herausragende, internationale Bedeutung als Winterrevier verschiedener Wasservögel. Die Gründe dafür sind, dass es sich um einen Seeauslauf mit guter Nahrungsversorgung handelt, der zudem unreguliert und über weite Strecken naturbelassen (mit Schilfgürteln, Kiesbänken etc.) ist.

Welche Entwicklung zeichnet sich aufgrund der vorhandenen Unterlagen ab (Zukunft)?

- Infolge der unterschiedlichen Wirkungen des Klimawandels wird es zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung kommen.
- Die Populationen kaltstenothermer Arten werden sich künftig noch weiter aus ihren Lebensraumoptima hinausbewegen.
- Invasive Neobionten konkurrieren mit angestammten Arten und können zur lokalen/regionalen Auslöschung ihres Bestands führen (Prädation, Raumkonkurrenz, Krankheitsübertragung).
- Ausbreitung und Massenvermehrungen invasiver Neozoen könnten sich nach und nach verlangsamen. Wenn es zu ihrer Etablierung innerhalb der (verbliebenen) angestammten Lebensgemeinschaften kommt, kann auch der ökologische Schaden durch den Prozess begrenzt bleiben.
- Weitere, vor allem wärmeliebende Neozoen und Neophyten, werden sich gegenüber der angestammten Fauna und Flora noch besser durchsetzen können.
- Für verschiedene Krankheitserreger und Parasiten bieten höhere Temperaturen und milde Winter bessere Möglichkeiten zur Vermehrung.

- Zu erwarten sind überdies: die Austrocknung und Verlandung von Mooren und Weihern sowie sommertrockene Fliessgewässer.
- Veränderungen in den biologischen Nahrungsnetzen.

Wo besteht für den Abschnitt «oberer Hochrhein» prioritär Abklärungs-/Vertiefungsbedarf? Welche Wissenslücken müssen geschlossen werden?

- Auswirkungen der Trockensommer und der Wassererwärmung auf die Lebensräume und die Hochrheinbesiedlung (aquatische Biozönosen, Biozönosen von Ufer (Ripikole), Uferwald und Auen).
- Wie resilient sind die Lebensräume des oberen Hochrheins (Wasser und angrenzende Landhabitats) und ihre angestammten Lebensgemeinschaften gegenüber sich verändernden Umgebungsbedingungen?
- Erwartbare Veränderungen in den Tier- und Pflanzengesellschaften, in den Reproduktionspotenzialen im Untersee und im oberen Hochrhein, z.B.: Wie sieht die Fischfauna des Hochrheins in 50 Jahren aus? Wie werden sich Wasser- und Zugvogelpopulationen verändern? Wie steht es mit Wirbellosen?
- Zusammenstellung der Lebensraumoptima und Valenzen wichtiger Indikatororganismen (Wasser & Ufer).

Welche Massnahmen sollten im Abschnitt «oberer Hochrhein» ergriffen/eingeleitet werden?

- Regelmässige Überprüfung und bei Bedarf Aktualisierung des Konzepts „Biotopverbund am Rhein“ unter Einbeziehung erwarteter Auswirkungen des Klimawandels auf die einzelnen Biotoptypengruppen (Rhein 2040).
- Kontinuierliche Anpassung und Weiterentwicklung des biologischen Monitorings unter Berücksichtigung innovativer Untersuchungsmethoden (z. B. Umwelt-DNA), um die Wirkung der umgesetzten Massnahmen auf die Biozönose zu erfassen (Rhein 2040). Hierzu z.B.:
 - Langzeitmonitoring der Fischfauna und Fischreproduktion (Weiterführung und Verdichtung im Seeabflussbereich)
 - Entwicklung von Futterquellen
 - Langzeitmonitoring der angestammten Avifauna und der Überwinterungsplätze
 - Langzeitmonitoring von Veränderungen die Algen-/Makrophytenbesiedlung im Zuge der Klimaveränderung
 - Weiterführung des Benthosmonitorings im Rahmen der koordinierten biologischen Untersuchungen am Hochrhein.
 - Gesondertes, intensiviertes Neozoenmonitoring (aufbauend auf koordinierten biologischen Untersuchung im Hochrhein). Ergänzung durch Nahrungsanalysen von Rheinfischen.
 - Ausweitung des Neobiotamonitorings auf den gesamten Flussraum (Gerinne, Ufer, Hinterland, Zuflüsse).
- Lancierung von Untersuchungen zur Sicherung und Verbesserung der Lebensräume, um letztendlich die Resilienz zu stärken:
 - Untersuchung von Rückstaubereichen und Ausleitungsstrecken der Wasserkraftwerke am oberen Hochrhein hinsichtlich Lebensraumausprägungen, Habitatinventar, Lebensgemeinschaften und Wirkungsraum.
 - Habitatflächenanalysen im Flussraum (vgl. Habitatflächenmodell Alpenrhein)
 - Flächenanalysen zum Uferwald am oberen Hochrhein
 - Evaluation der bestehenden und benötigten Vernetzungskorridore (Wasser-Wasser, Wasser-Land, Land-Land); Aufnahme der Konnektivitätshindernisse
 - Evaluation und jeweilige Bedeutung der Durchgängigkeitsstörungen im oberen Hochrhein (Hochrhein längs-quer, Hochrhein-Zuflüsse)
- Erstellung eines Vernetzungskonzepts der Lebensräume im Flussraum des oberen Hochrheins
- Erstellung eines Schutzkonzepts zum Erhalt und zur Förderung naturnah verbliebener, freifliessender Flussabschnitte am oberen und am gesamten Hochrhein. Ausschöpfung des Entwicklungspotenzial durch geeignete Struktur- und Vernetzungsmassnahmen

- Inventarisierung von «Restbiotopen» und Schutzgütern; zusammenführen mit bestehenden Inventaren
- Langzeitmonitoring der national und kantonal prioritären Lebensräume/-gemeinschaften im Uferbereich des oberen Hochrheins (z.B. Schaaren, z'Hose, Bibermühli etc.) und Rückkoppelung der Beobachtungen/ Resultate auf Massnahmenumsetzung (Pflege, Aufwertungen).

3.5 Thema 5: Fischerei und Fischprädatoren am Hochrhein

In der Entwicklung der Hochrhein-Fischerei zeigt sich in besonderem Masse die Sensibilität des Flusses auf verschiedene Nutzungen und gegenüber dem Klimawandel. Die Entwicklung zeigt auch das Konfliktpotenzial zwischen verschiedenen Schutzgütern auf (Beispiel Fische & Kormoran).

Hier sind unter anderem folgende Fragen relevant:

- Kann die Berufsfischerei am Hochrhein erhalten werden? Wenn ja, in welcher Form?
- Ist der Schutz des Kormorans wirklich ausschlaggebend für die Entwicklung der Äsche, oder gibt es andere Faktoren?
- Welche Massnahmen lassen sich zur Verbesserung der Reproduktionsbedingungen für angestammte, zukunftsfähige Fischarten (v.a. Kieslaicher) durchführen?

Welche zentralen Schlüsse lassen sich derzeit aus den vorhandenen Grundlagen/Studien für den Abschnitt «Oberer Hochrhein» ziehen (Ist-Situation)?

- Status der wirtschaftlich nutzbaren Fischbestände: Nach bisherigen Ergebnissen ist eine nachhaltige wirtschaftliche Nutzung der Hochrheinfische ohne ein Management der Prädatoren (vgl. Kormoranmanagement am Bodensee) kaum mehr möglich.
- Informationen zur Kormoranproblematik. Einfluss der Kormoranprädatoren auf die aktuellen/künftigen und wirtschaftlich nutzbaren Fischbestände im Hochrhein (evtl. zugl. Gänsesäger).
- Zusammenhänge zwischen Klimawandel und Fischartenzusammensetzung. Ökologische Valenzen der Hochrheinfischarten (Details siehe Entwicklungen).
- Die Turbinen der Kraftwerkstufen führen zu erheblichen Verlusten auch an den wirtschaftlich nutzbaren Fischarten.

Welche Entwicklung zeichnet sich aufgrund der vorhandenen Unterlagen ab (Zukunft)?

- Die Populationen kaltstenotherme Fischarten wie Äschen und Forellen werden sich künftig noch weiter aus ihren Lebensraumoptima hinausbewegen. Dadurch werden sie noch stressanfälliger.
- Der Einfluss piscivorer Prädatoren auf angestammte Fischarten wird sich mit zunehmender Wassertemperatur weiter verstärken.
- Ohne geeignete Fischabstiege wird der Lebenszyklus des Aals im oberen Hochrhein und seinem Einzugsgebiet endgültig unterbrochen werden.
- Neozoische Grundelarten werden den oberen Hochrhein erreichen und die Zusammensetzung/Reproduktion der angestammten Fischartengesellschaft stören/negativ beeinflussen. Der Grad und die Dauer dieser Beeinflussung lässt sich noch nicht abschätzen.
- Die Nahrungszusammensetzung für die Fische wird sich zusammen mit dem Rückgang bisheriger und dem Erscheinen neuer Nährtieren verändern. Unklar ist noch, inwiefern sich die Fischfauna darauf einstellen kann.

Wo besteht für den Abschnitt «oberer Hochrhein» prioritär Abklärungs-/Vertiefungsbedarf? Welche Wissenslücken müssen geschlossen werden?

- Es fehlen klimabezogene Prognosen für die Fischerei (Beispiel Äsche)
- Wirtschaftlichkeitsanalysen Berufsfischerei. Es ist unklar, welche Fischarten für die Berufsfischerei künftig interessant sein könnten.

- Einfluss des Kraftwerkbetriebs auf die fischereilich interessanten Fischarten des Hochrheins und des Bodensees.
- Evaluation des Einflusses neozoischer Grundelarten im oberen Hochrhein (Analogschlüsse aus unteren Hochrheinabschnitten).

Welche Massnahmen sollten im Abschnitt «oberer Hochrhein» ergriffen/eingeleitet werden?

- Rückbau von Schwellen und Wehren in den Nebenflüssen und -gewässern – wo immer die Auswirkungen und die Nutzungen es ermöglichen, damit funktionstüchtige Habitate wiederhergestellt werden können und die Fischsterblichkeit beim Abstieg reduziert werden kann. Falls dies nicht möglich ist, sind diese Wanderhindernisse für den Fischaufstieg und den Fischabstieg mit gut funktionierenden Wanderhilfen auszustatten (Rhein 2040).
- Grundsätzlich keine Zulassung des Baus von neuen Wanderhindernissen in den Gewässern des Bezugsraums, besonders in noch freien Fließstrecken, um die Wiederherstellung der Durchgängigkeit und Erreichbarkeit noch vorhandener Laich- und Jungfischhabitate nicht weiter zu erschweren (Rhein 2040).
- Fortsetzung der seit 2014 laufenden Aktivitäten zu innovativen Abstiegstechniken an Querbauwerken, um den Verlust von Fischen und die Fischschädigung (z. B. von Lachsen, Aalen) u.a. in Turbinen zu reduzieren (Rhein 2040).
- International koordiniertes und biotopverträgliches Kormoranmanagement an Bodensee und Hochrhein
- Erstellung nachhaltiger fischereilicher Bewirtschaftungskonzepte für den oberen Hochrhein und seine Zuflüsse
- Aufwertungsmassnahmen verschiedener Fischarten mittels Ökotopentwicklung
- Beschattung der Rheinzufüsse mittels Bepflanzung

3.6 Thema 6: Aufwertungspotenziale und -massnahmen

Der Hochrhein zwischen Bodensee und der Aaremündung besitzt noch naturnahe, freifliessende Abschnitte, die als Kernlebensräume eine grosse Strahlwirkung auf benachbarte Restriktionsstrecken ausüben. Sie können daher als Referenz für künftige strukturelle Aufwertungsmassnahmen dienen. Eine hohe strukturelle Qualität und ein unbeeinflusster Strömungsraum sind auch entscheidend für die ökologische Funktionsfähigkeit und die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) der Biozöosen des oberen Hochrheins.



Abb. 04: Die kombinierte Darstellung der Ergebnisse der Ökomorphologie der Schweiz (fünfstufig, jeweils am linken Hochrheinufer eingezeichnet) und der Feinkartierung der Gewässerstruktur in Baden-Württemberg (siebenstufig, jeweils am rechten Hochrheinufer eingezeichnet) zeigt die hervorgehobene Bedeutung des oberen Hochrheins im Vergleich zu den degradierten Abschnitten unterhalb der Aaremündung (Karte: Hydra).

In diesem Themengebiet stellen sich unter anderem folgende Fragen:

- Welche Aufwertungsmassnahmen zur Förderung schützenswerter Arten/Artengruppen bleiben auch bei einer grundlegenden Veränderung der Biozöosen wirksam?
- Wirken sich die bisherigen Strukturmassnahmen auf den gesamten Fluss, auf einen Flussabschnitt

oder nur den aufgewerteten Bereich aus? Steht die Wirkung der bisherigen Aufwertungsmaßnahmen im Verhältnis zum Aufwand/zu den Kosten?

Welche zentralen Schlüsse lassen sich derzeit aus den vorhandenen Grundlagen/Studien für den Abschnitt «Oberer Hochrhein» ziehen (Ist-Situation)?

- Weitgehend naturnahe, freifliessende Rheinabschnitte und ihre noch reaktivierbaren Auenbereiche sind die Referenz (das operationale Leitbild) für Aufwertungsmaßnahmen.
- Die Aufwertungs- und Entwicklungsmaßnahmen am Hochrhein sind grenzüberschreitend erst wenig koordiniert. Ein gemeinsamer strategischer Rahmen fehlt.
- Die Wirkung bisheriger Strukturmaßnahmen – v.a. über ihren eigenen Perimeter hinaus – ist noch weitgehend unbekannt.
- Aufwertungsmaßnahmen sollten stets das Ziel verfolgen, die Bildung von Ökotope zu fördern (Kombination von Lebensraumkompartimenten, innerhalb derer der gesamte Lebenszyklus von Arten ablaufen kann).
- Durch Erhöhung der Strukturvielfalt in den heute strukturarmen Stauräumen können degradierte Lebensräume aufgewertet werden. Strukturvielfalt ist oft ein bedeutsamer Aspekt:
 - Spezifische Förderung von Laich- und Juvenilhabitaten gelingt durch Schaffung/Förderung von Kiesflachufern und Standort-/Deckungsstrukturen für verschiedene Fischarten/-größen (wurde bisher wegen möglicher Verschlammungen vermieden).
 - Positive Effekte zeigen allgemein die Förderung der Strukturvielfalt durch Entfernung des Uferverbau, sowie das Einbringen von Strukturelementen (Strömungsstörungen, Totholz u.a.).
- Die Reaktivierung bestehender Auen und Altarme mit entsprechend umfangreichen Landbiotopen und/oder die Neubildung von Nebengerinnen ist essenziell für die Umsetzung des Trittsteinprinzips. Zusätzlich ist die Neuanlage und Förderung entsprechender Strukturen als Ersatz für die in der Vergangenheit verlorene Gebiete weiter zu verfolgen.
- Die funktionelle Anbindung von Zuflüssen erhöht das Reproduktionspotenzial und den Artenaustausch.

Welche Entwicklung zeichnet sich aufgrund der vorhandenen Unterlagen ab (Zukunft)?

- Die Reaktivierung von Auen wird auch bei Umsetzung der «Gewässerraums für grosse Fließgewässer» aufgrund unzureichender Flussraumbreiten vielerorts misslingen. Somit gibt es noch keine echten Konzepte zur Entstehung und Vernetzung dieser Kernlebensräume.
- Die Veränderungen in der Artenzusammensetzung zu Wasser und an Land kann langfristig auch zur Veränderung natürlicher Prozessabläufe und Reproduktions-Periodika führen. Durch geeignete Strukturmaßnahmen können natürliche Prozesse reaktiviert und dadurch gegenüber Veränderungen Resilienz geschaffen werden.

Wo besteht für den Abschnitt «oberer Hochrhein» prioritär Abklärungs-/Vertiefungsbedarf? Welche Wissenslücken müssen geschlossen werden?

- Evaluation der räumlichen und funktionellen Rahmenbedingungen/Restriktionen für eine naturnahe Entwicklung des oberen Hochrheins.
- Einfluss der Rückstaubereiche der KWs auf die Morphologie, die Strömung und das Geschiebe des oberen Hochrheins. Umsetzbarkeit von Empfehlungen aus Geschiebestudien prüfen.
- Wie wird der obere Hochrhein bewirtschaftet (Unterhalt, Pflege, Schiffbarkeit etc.)? Wo befinden sich Anlagen für die Schifffahrt und andere Nutzungen im Flussraum, die für strukturelle Massnahmen von Bedeutung sein können?
- Dauerhafte, systematische Inventarisierung der bisherigen Strukturmaßnahmen sowie zugehörige Wirkungsanalysen.
- Inventarisierung der vorhandenen Primär- und Sekundärhabitats sowie deren Dimensionen (vgl. Methode Alpenrhein).
- Ermittlung des strukturellen Entwicklungspotenzials am oberen Hochrhein (ähnlich Landesstudie BW auf deutscher Seite, aber vermehrt auf Ökotope bezogen).

- Vernetzungspotenzial zwischen naturnahen Abschnitten und Aufwertungsbereichen.
- Dürfen zugunsten grossräumiger Aufwertungsmaßnahmen auch Artenschutzinteressen «angegriffen» werden?
- Wie können die Uferhabitate besser in Massnahmen im Gewässer einbezogen werden?
- Was sind Schlüsselfaktoren zur effektiven Förderung/Wiederherstellung von möglichst naturnahen, spezifischen Wasser-Ufer-Landzonen (die heute oft fehlenden Pflanzen-/Lebensgemeinschaften) bei Renaturierungen?
- Prüfung inwiefern sich die Durchlässigkeit der Kraftwerksstufen für Geschiebe wiederherstellen lässt (Anm.: Forderung von den Fachstellen gewünscht, von den Betreibern abgelehnt).

Welche Massnahmen sollten im Abschnitt «oberer Hochrhein» ergriffen/eingeleitet werden?

- Flächendeckende Evaluierung der Umsetzung des Biotopverbundes am Rhein unter Anwendung innovativer Untersuchungs- und Überwachungsmethoden (z. B. Fernerkundungsdaten) (Rhein 2040)
 - Hierzu: Habitatflächenanalysen inklusive der Erfassung von Aufwertungsräumen, Potenzialermittlung
- Abstimmung mit dem IKS-Programm «Rhein 2040», hier: Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Rheins für Wanderfische von der Mündung bis zum Rheinfluss
- Wirkungsanalysen - Analyse der Massnahmeneffizienzen. Hierzu Vorgehens- und Beurteilungsschema
- Verbesserte Koordination von Strukturmassnahmen/-Programmen am oberen Hochrhein. Zeitliche und inhaltliche Koordination mit dem IKS-Programm «Rhein 2040»
- Interkantonale, wo möglich internationale Massnahmenplanung → Entwicklung systematisch wirksamer Strukturmassnahmen. Festlegung prioritärer Massnahmen.
- Frühzeitige Umsetzung prioritärer Strukturmassnahmen im oberen und im gesamten Hochrhein. Massnahmenumsetzung im Rahmen der Kampagne «Renaturierung der Gewässer» des Bundes (Periode 2020 bis 2040). Aber Achtung: In der strategischen Planung Revitalisierung sind die Hochrheinabschnitte nicht enthalten, respektive erst ab 2037 (aufgrund Kosten/Nutzen).
- Umsetzung von geeigneten Vorschlägen zur Geschiebereaktivierung am oberen Hochrhein (vermutlich teuer)

3.7 Thema 7: Gewässer- und Wassernutzung (inkl. Energie)

Entlang des Rheins sind historisch viele Siedlungen entstanden, die den Fluss vielseitig nutzen konnten: als Wasserquelle für Mensch und Landwirtschaft, als Erholungsraum, als Energiequelle, zur Entsorgung von Abwasser und Müll aus Siedlung und Industrie, als Transportweg und Handelsachse, als Ressourcenlieferant (Fische), die Nutzung des Flussraums für Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur usw.. Damit einher ging schon immer auch eine Belastung des Rheins. Welche Nutzungsformen und Belastungen waren/sind für den Hochrhein und seine direkten Zuflüsse und die Naturgüter im Flussraum von Bedeutung? In welcher Dimension bewegen sich diese Nutzungen/Belastungen?

Aspekt Wassernutzung: Das Wasser des Hochrheins und seines Einzugsgebiets muss an Menge, Qualität und Verfügbarkeit den heutigen und künftigen Bedarf decken können. Die Klimaveränderung schränkt die Nutzbarkeit des Wassers ein und verändert die Lebensbedingungen für Menschen, Tiere und Pflanzen. Prioritäres Ziel ist eine nachhaltige und optimale Trinkwasser- und Brauchwassernutzung. Für eine sparsame Nutzung von Wasser durch Haushalte, Industrie und Landwirtschaft müssen Konzepte erarbeitet werden. Im Flussraum und Umland wird sich vor allem die landwirtschaftliche Nutzung hinsichtlich ihres Wasserverbrauchs und wärmeresistenter Kulturen umstellen müssen. In diese Überlegungen müssen in besonderem Masse auch die Hochrheinzuflüsse mit einbezogen werden.

Aspekt Energienutzung: Der Hochrhein liefert Energie und birgt Energiepotenziale in Form von Wasserkraft, Wärme und Kühlungsleistung. Im Rhein selbst könnten die grossen Energiepotenziale in

Form von Wasserkraft, Wärme- und Kühlungsleistung vom Klimawandel stärker beeinflusst sein. Eine Wasserentnahme zu Kühlungs Zwecken muss (auch) künftig möglich sein.

Hier stellen sich Fragen wie:

- Welche Wassernutzungen sind in welcher Form und in welchem Masse von der Klimaveränderung betroffen?
- Wie können sich diese und andere Nutzungsformen in Zukunft entwickeln, ohne die negativen Auswirkungen des Klimawandels weiter zu verstärken?
- Welche Wasserquellen können künftig für welche Verwendung herangezogen werden?
- Mit welchen Strategien kann die Wasserversorgung nachhaltig gesichert werden?
- Sollen bei Überschreitung ökologisch relevanter Richtwerte (Abflussmengen, Wassertemperaturen) restriktive Auflagen zur Wasserentnahme festgesetzt werden?
- Was ist der Einfluss der Bevölkerungsentwicklung?
- Was passiert mit dem Uferbereich, wenn der Pegel generell sinkt?
- Wie umweltverträglich und ökonomisch kann die Wasserkraftnutzung auf die Folgen des Klimawandels reagieren?
- Verträgt sich die Wasserkraftnutzung am Hochrhein mit dem Leitbild zur Entwicklung eines naturnahen Flussraums? Was müsste von einer umweltverträglichen Wasserkraftnutzung gefordert werden?
- Sind Wasserentnahmen zu Kühlungs Zwecken (→ Abwärmeeinleitungen) künftig noch vertretbar?

Dieser Themenbereich ist sehr umfangreich. Zurzeit ist er schwergewichtig hinsichtlich «Energie-nutzung» bearbeitet. Folgende Aspekte fehlen daher noch in der Auslegeordnung:

- Landwirtschaftliche Nutzung
- Gewerbe und Industrie
- Siedlungsentwicklung
- Generell: Raumnutzungsplanung
- Landschaft
- Generelle und Regionale Entwässerungspläne
- Verkehrsinfrastruktur
- Gastronomie
- Schifffahrt
- Badebetrieb
- Freiraumnutzung: Aspekte wie. Aspekte zur Nutzung des Gewässers Rhein für Freizeit und Erholung sowie Besucherlenkung in sensiblen Naturräumen sind auch in den Themenbereichen 01 und 04 vorhanden

Welche zentralen Schlüsse lassen sich aus den vorhandenen Grundlagen/Studien für den Abschnitt «Oberer Hochrhein» ziehen / «extrapolieren» (Ist-Zustand)?

Aspekt Wassernutzung:

- In Hitze- und Trockenzeiten haben sich die Konflikte zwischen den unterschiedlichen «Nutzungsarten» verstärkt (Bewässerung und Frostberegnung, Trinkwasser, Mindestwasserabflüsse).
- Intensive Niederschläge führen zu vermehrten, unerwünschten Entlastungen über Regenklärbecken.
- Die Qualität des Rheins als Badegewässer wurde bislang durch die steigenden Temperaturen bei Schönwetter nicht beeinträchtigt.

- Allgemeine Zunahme der Freizeitnutzung wie z.B. Schwimmer, Gummiböötler, Stand up Paddlers.
- Erholungsdruck auf die Uferbereiche.
- Die Qualität des Badewassers im Rhein leidet vor allem bei starken Regenereignissen, bei welchen die Kanalisationssysteme überschüssiges, verdünntes Abwasser in die Gewässer entlasten müssen.

Aspekt Energienutzung

- der obere Hochrhein besitzt heute und künftig Bedeutung als Energielieferant, vor allem im Bereich Wasserkraft.

Welche Entwicklung zeichnet sich aufgrund der vorhandenen Unterlagen ab (Zukunft)?

Aspekt Wassernutzung:

- Verstärkung der «Nutzungskonflikte»
- Auf die Qualität des Badewassers im Rhein sind keine negativen Einflüsse zu erwarten. Im trockenen heissen Sommer 2018 wiesen die beprobten Badestellen entlang des Rheins eine gute bis sehr gute Qualität auf.

Aspekt Energienutzung

- Der Einfluss der Wasserkraftnutzung kann sich mit dem Klimawandel und einer möglicherweise abnehmenden Resilienz der Hochrheinorganismen (v.a. Fische) verstärken
- Eine Wasserkraftnutzung am Hochrhein konkurriert mit dem Leitbild zur Entwicklung eines naturnahen Flussraums
- Die Nutzung von Oberflächen- und Grundwasser zu Kühlzwecken muss wahrscheinlich aufgegeben werden. Kombianlagen sind eventuell noch möglich.
- Die Abgabe von Wärmeenergie durch geeignete Nutzungsformen wird sich künftig zu einem zentralen Thema entwickeln

Wo besteht für den Abschnitt «oberer Hochrhein» prioritär Abklärungs/Vertiefungsbedarf ? Welche Wissenslücken müssen geschlossen werden?

Aspekt Wassernutzung

- Es fehlt eine Gesamtübersicht (über die administrativen Grenzen hinweg) über die effektiven und geplanten Entnahmen von Rheinwasser. Es braucht also grenz- und nutzungsüberschreitende Wasserverbrauchsbilanzen und eine Zusammenstellung der Rechtsgrundlagen zur Nutzung auf nationaler (D/CH) wie kantonaler Ebene
- Alternative Wasserquellen und -netze

Aspekt Energienutzung

- Es fehlt ein Überblick über die Energie, die künftig durch die Wasserkraftnutzung im Hochrhein und in den Hochrhineinzufüssen erzeugt werden soll.
- Grenzüberschreitendes Kraftwerksinventar im Betrachtungsgebiet mit Betriebsdaten der Wasserkraftwerke und allfälligen Ausbauplänen (falls vorhanden)
- Der Einfluss der Wasserkraftnutzung auf die Durchgängigkeit des oberen Hochrheins ist noch nicht vollständig bekannt.
- Analyse des Gerinneflächenverbrauchs (quantitativ, qualitativ) durch Kraftwerknutzung. → Habitatflächenanalysen
- Einfluss der Wasserkraftnutzung auf die ökologische Funktionsfähigkeit der Rheinzufüsse (und umgekehrt)
- Einfluss der verschiedenen Wassernutzungen (Wasserkraft, Kühlung, Wärmenutzung) auf Abfluss, Wasserdargebot und Wassertemperaturen des oberen Hochrheins und seiner Zufüsse
- Übersicht über Wärme-/Kälteentnahmen aus dem Rhein

Welche Massnahmen sollten im Abschnitt «oberer Hochrhein» ergriffen/eingeleitet werden?

- Im Zuge der Klimaveränderung müssen neue Strategien zum Wasserverbrauch aufgestellt werden.
- Strategien im Umgang mit Schmutzwasser, mit Regenwasser aus Versiegelungsflächen erarbeiten

4 Nächste Schritte

Die Initiatoren (IKL Schaffhausen und AfU Thurgau) haben beschlossen, in einem weiteren Schritt eine Lebensraum- resp. Potentialanalyse durchzuführen. Diese Analyse soll die Grundlage für weitere Arbeiten an den übrigen erwähnten Themen sein.

Im Rahmen eines Workshops soll diese Lebensraum- und Potentialanalyse den interessierten Fachstellen präsentiert werden. Hierzu sollen die drei weiteren Anliegergebietskörperschaften des Bezugsraums «Oberer Hochrhein», namentlich der Kanton Zürich und die Deutschen Landeskreise Konstanz und Waldshut, einbezogen werden. Es wird auch die Frage zu klären sein, in welchen Gremien die einzelnen Themen behandelt werden sollen und ob es dazu genug bestehende Gefässe resp. Institutionen gibt, oder neue geschaffen werden müssen.

Anhang: Projekte und Literatur zu den einzelnen Themenbereichen

Projekte und Literatur zu Thema 1: Bedeutung des Oberen Hochrheins für Mensch und Natur

- DÖNNI, W. & NINCK-SPALINGER, L. (2019): Management der Fischbestände im Hochrhein. Strategieplan 2025. Internationale Fischereikommission Hochrhein
- FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT RHEIN (FGG RHEIN) (2015): Bewirtschaftungsplan Hochrhein; Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)
- HESSELSCHWERDT J., JANKOWSKI T., EDMAIER K., OEXLE S. 202?: Gewässerökologie Hochrhein 2020 – 20 Jahre länderübergreifende Zusammenarbeit – «Ökologisches Gesamtkonzept Hochrhein» (ÖGK). Bilanz und Ausblick. In Vorbereitung.
- IKSR (2020): Programm «Rhein 2040». Der Rhein und sein Einzugsgebiet: nachhaltig bewirtschaftet und klimaresilient. Ergebnisse der 16. Rheinministerkonferenz am 13. Februar 2020 in Amsterdam.
- LAUTERBORN, R. (1916): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms, 1. Teil. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.
- LAWA, BUND/LÄNDER ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2012): Handlungsempfehlung für die Aktualisierung der wirtschaftlichen Analyse (Produktdatenblätter 2.1.1 und 2.5.2).
- UBA (2011). Ökonomische Aspekte der Anpassung an den Klimawandel. Literaturlauswertung zu Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Erhältlich unter: www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekonomische-aspekte-anpassung-an-den-klimawandel
- Metropolitanraum Zürich: Der Metropolitanraum Zürich als Parklandschaft: Initialprojekt Vom Rauschen zur Stille. Naherholung und Landschaftserlebnis (2013)

Projekte und Literatur zu Thema 2: Klimaveränderung, Klimaerwärmung

- AMBÜHL, H. (1967): Die Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse des Bodensee-Untersees in den Jahren 1961 bis 1963. In: Die Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse des Bodensees (Ober- und Untersee) in den Jahren 1961 bis 1963. Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee, Blauer Bericht Nr. 5.
- APPT, J. & STUMPP, S. (2001). Die Bodensee-Messkampagne 2011. IWS/CWR Lake Constance Measurement Program 2001. Mitteilungen Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart.
- BAFU 2019: Hitze und Trockenheit im Sommer 2018. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt
- BMUB (2014). Kernbotschaften des 5. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Teilbericht 3 (Minderung des Klimawandels). Herausgegeben vom Bundesumweltministerium (BMUB), vom Bundesforschungsministerium (BMBF), dem Umweltbundesamt (UBA) und der Deutschen IPCC-Koordinierungsstelle (De-IPCC). Erhältlich unter: <http://www.de-ipcc.de/de/200.php>.
- FLEIG, M. & SCHICK, R. (2015). Messkampagnen zur Analyse langfristiger Wasseraustauschprozesse. Teilprojektbericht des Interreg IV-Projekts KlimBo. Erhältlich unter www.igkb.org
- FINK, G., FLEIG, M., LANG, U., MIRBACH, S., SCHICK, R., WAHL, B., WÜEST, A. & K. ZINTZ (2015): KlimBo – Klimawandel am Bodensee; Ein Interreg IV-Forschungsprojekt der IGKB von 2011 – 2015. Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Blaue Reihe, Bericht Nr. 60
- HERRMANN, P. & GRÜNDLER, S. (2003): Das Äschensterben 2003 – Vorschläge zur Erhöhung der Überlebenschancen von Salmoniden namentlich der Äschen im Rhein bei hohen Wassertemperaturen zwischen Stein a. Rhein und EWS. Überarbeitete Version 2009; Stand vom 7.8.2018.
- HUNZIKER, S. & WÜEST, A. (2011). Anthropogene Temperaturveränderungen in Flüssen und Seen – eine Literaturlauswertung. Teilprojektbericht des InterregIV-Projekts KlimBo. Erhältlich unter www.igkb.de
- HYDRA; WERNER, S. & J. HESSELSCHWERDT (2016): KLIWA – Einfluss des Klimawandels auf Seen. Literaturlauswertung
- IKSR (2013): Darstellung der Entwicklung der Rheinwassertemperaturen auf der Basis validierter Temperaturmessungen von 1978 bis 2011, IKS-Fachbericht Nr. 209, www.iksr.org
- IKSR (2014): Abschätzungen der Folgen des Klimawandels auf die Entwicklung zukünftiger Rheinwassertemperaturen auf Basis von Klimaszenarien – Kurzfassung. IKS-Fachbericht Nr. 211

Projekte und Literatur zu Thema 2: Klimaveränderung, Klimaerwärmung

- JACOBEIT, J., GLASER, R., LUTERBACHER, J., WANNER, H. (2003). Links between flood events in central Europe since AD 1500 and large-scale atmospheric circulation modes. *Geophysical Research Letters*, 30: 1172.
- KIRILLIN, G. (2010). Modeling the impact of global warming on water temperature and seasonal mixing regimes in small temperate lakes. *Boreal Environment Research*, 15: 279-293.
- KLIWA (2005): Langzeitverhalten des Gebietsniederschlags in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Berichte, Heft 7. Erhältlich unter www.kliwa.de
- KLIWA (2007). Zum Einfluss des Klimas auf den Bodensee. KLIWA Heft 11. Erhältlich unter www.kliwa.de
- KÜTTEL, S., PETER, A., WÜEST, A. (2002): Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. Rhône-Thur Publikation Nr 1. EAWAG, Kastanienbaum
- LUBW (2013). Zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg — Perspektiven aus regionalen Klimamodellen. Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Erhältlich unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de
- METEOSSWISS (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011. Published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate and OccC. Erhältlich unter www.ch2011.ch
- MIDDELKOOP, H., DAAMEN, K. GELLENS, D., GRABS, W., KWADIJK, J.C.J., LANG, H., PARMET, B.W.A.H., SCHÄDLER, B., SCHULLA, J., WILKE, K. (2001). Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin. *Climatic Change*, 49: 105-28.
- MUNICHRE (2009). Klimawandel und Auswirkungen. Munich-Re-Newables, 1-10. Erhältlich unter www.munichre.com/de/reinsurance/magazine/publications
- OSTENDORP, W., BREM, H., DIENST, M., JÖHNK, K. D., MAINBERGER, M., PEINTINGER, M., REY, P., ROSSKNECHT, H., SCHLICHTERLE, H., STRAILE, D., STRANG, I. (2007). Auswirkungen des globalen Klimawandels auf den Bodensee. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Heft 125: 199-244.
- REISS, J., SPAICH, F. & REY, P. (2019): Ableitung ökologisch notwendiger Mindestabflüsse an vier Gewässern des Bodenseekreises. Vollzugshilfe im Auftrag des Landratsamts Bodenseekreis/ Amt für Wasser- und Bodenschutz.
- REY, P., HESSELSCHWERDT, J. & J. ORTLEPP (2019): Die Äsche (*Thymallus thymallus*) im Seerhein - Gefährdung und mögliche Fördermassnahmen. Expertise zuhanden der Jagd- und Fischereiverwaltung Thurgau
- ROBKNECHT, H., GÜDE, H., HETZENAUER, H., WAHL, B., WOLF, T. (2007): Auswirkungen von Klimaveränderungen auf das Zirkulationsverhalten des Bodensee-Obersees. KLIWA-Berichte, Heft 11, Teil 2, 65-99.
- SCHÄR, C., VIDALE, P. L., LÜTHI, D., FREI, C., HÄBERLI, C., LININGER, M. A., APPENZELLER, C. (2004). The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature*, 427: 332-336.
- SCHLABING, D., FRASSL, M. A., EDER, M. M., RINKE, K., BÁRDOSSY, A. (2014). Use of a weather generator for simulating climate change effects on ecosystems: A case study on Lake Constance. *Environmental Modelling and Software*, 61: 326-338.

Wichtige Links zum Thema Klimawandel der Region:

www.kliwa.de

www.igkb.org/aktuelles/klimbo-klimawandel-am-bodensee/

www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/das-nccs/themenschwerpunkte/hydro-ch2018/hydro-ch2018-forschungsprojekte.html

Projekte und Literatur zu Thema 3: Hydrologie

- BfG, Bundesanstalt für Gewässerkunde (2014): Untersuchungen zum natürlichen Wasserdargebot in Europa unter Berücksichtigung des globalen Klimawandels. Koblenz.
- Luft, G. & Ihringer, J. (2011) LUBW (Hrsg. & Red.): Langzeitverhalten der Bodensee-Wasserstände 1888 bis 2007. Stand 2011. Studie im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. ISBN: 978-3-88251-361-5
- Schröder, R. (1974): Strömungsverhältnisse im Bodensee-Untersee und der Wasseraustausch zwischen den einzelnen Seebecken. IGKB, Bericht Nr. 15.

Wahl, B. 2018: Hydrologische und biologische Veränderungen in den Ausstrombereichen des Bodensees. Institut für Seenforschung Langenargen, LUBW.
Hydro-CH2018: Hydrologische Und Klimawandel - Ein Themenschwerpunkt des National Centre for Climate Services NCCS, verschiedene Forschungsprojekte

Projekte und Literatur zu Thema 4: Lebensräume und Lebensgemeinschaften

ALEXANDER TJ., VONLANTHEN P., PÉRIAT G., RAYMOND, JC., DEGIORGI, F., SEEHAUSEN O. (2016). Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischpopulation im Bodensee. Projet Lac, Eawag. Kastanienbaum.

ALDER, H.R. (2019): Erarbeitung von Grundlagen zum Schutz der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) in Neuhausen am Rheinfall und Umgebung 3. Teil, Projektjahre 2017-18, Abschlussbericht

ALDER, H.R. (20??): Fledermausschutz in der Region Schaffhausen. Erarbeitung von Grundlagen zum Schutz und zur Förderung der Vernetzung der Lebensräume des (Braunen) Langohrs und weiterer Waldfledermausarten

BECKER, A. & ORTLEPP, J. (2019): Fischökologisch funktionsfähige Strukturen in Fließgewässern. Methodik zur Herleitung des notwendigen Massnahmenbedarfs zur Schaffung von funktionsfähigen Lebensräumen für die Fischfauna in den Gewässern Baden-Württembergs. Im Rahmen der Landesstudie Gewässerökologie Baden-Württemberg. Handreichung im Auftrag der Geschäftsstelle Gewässerökologie des Regierungspräsidiums Tübingen. Erste Version. 116 S.

BOSTELMANN R, GUTOWSKI A, 2013: Biologisches Monitoring der Fließgewässer in Baden-Württemberg 2012: Makrophyten und Phytobenthos. Gebiet 337 (Rhein und schiffbarer Neckar). Unveröffentlichter Teilbericht für den Hochrhein im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

CARLEVARO, A., STUCKI, P. & VICENTINI, H. (2020): genetische Charakterisierung von dreizehn Bachmuschel-Populationen (*Unio crassus*) in der Schweiz.

DEUFEL, J., LÖFFLER, H. UND WAGNER, B. (1986): Auswirkung der Eutrophierung und anderer anthropogener Einflüsse auf die Laichplätze einiger Bodensee-Fischarten. Österreichs Fischelei 39/1986, 325-336.

DÖNNI W, SCHWENDENER S, 2016: Schwarzmeergrundeln Schweiz. Eine Strategie von KVU und JFK, erstellt durch die AGIN-D. 8 S

DUSSLING, U. (2006): Fischfaunistische Referenzen für die Fließgewässerbewertung in Baden-Württemberg gemäss EG-Wasserrahmenrichtlinie (FischRef BW 1.1), Excel-Anwendung; letztmals aktualisiert 2019.

GRAF W. & A. CHOVANEC (2016): ENTWICKLUNG EINES WRRL-KONFORMEN BEWERTUNGSSYSTEMS FÜR AUEN GROSSER

GUTHRUF J, DÖNNI W, 2019: Fischeaufstieg am Hochrhein, Koordinierte Zählung 2016-17. – BAFU, Umwelt-Wissen: 209 S.

HOFMANN G. 2013: Untersuchung von benthischen Diatomeen im Hochrhein im Rahmen des WRRL-Monitorings. Unveröffentlichter Kurzbericht im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 14 S., Karlsruhe.

HOLM P, HIRSCH P, ADRIAN-KALCHHAUSER I, N'GYUEN A. 2016: Nicht-heimische Grundelarten in der Schweiz. Massnahmen zur Eindämmung und zur Schadensminimierung. Zwischenbericht 2015. Universität Basel.

HÜBNER, D. (2003) Die Ablach- und Interstitialphase der Äsche (*Thymallus thymallus* L.). Grundlagen und Auswirkungen anthropogener Belastungen. Dissertation an der Philipps-Universität Marburg.

HYDRA (1992-2020): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein:

- REY P., BEUTLER R., SCHRÖDER P., STIRNEMANN P., THEEG R. (1992): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 1990 Teil I: Makroinvertebraten.- BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 190.
- REY P., ORTLEPP J. (1997): Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 1995; Makroinvertebraten (No. 283). Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern BUWAL Schriftenreihe Umwelt SRU 283, 115 S.

Projekte und Literatur zu Thema 4: Lebensräume und Lebensgemeinschaften

- REY P., ORTLEPP J. (2002): Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2000; Makroinvertebraten.- BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 245
- MAURER V. (2004): Koordinierte biologische Untersuchungen an Hochrhein und Aare 1999-2002. Schriftenreihe Umwelt Nr. 375 - Gewässerschutz. Zusammenfassender Kurzbericht. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 45 S.
- REY P., ORTLEPP J., KÜRY D. (2005): Wirbellose Neozoen im Hochrhein. - Schriftenreihe Umwelt 380 - Gewässerschutz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern (Hrsg.).
- Mürle U., Ortlepp J., Rey P. (2008): Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2006/07 Makroinvertebraten.- BAFU Umwelt-Wissen UW-0822-D
- REY P., MÜRLE U., ORTLEPP J., WERNER S., HESSELSCHWERDT J., UNGER B. (2015): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 2011/12 Makroinvertebraten.- BAFU Umwelt-Zustand UZ-1522-D
- WERNER S, BECKER A, REY P, ORTLEPP J, 2015: Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 2011/2012; Teil Jungfische, Kleinfische und Rundmäuler. – Bericht i.A. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- REY P, HESSELSCHWERDT J, WERNER S, (2016): Koordinierte biologische Untersuchungen an Hochrhein und Aare 2001 bis 2013 - Zusammenfassender Kurzbericht. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1619: 72 S
- REY P., HESSELSCHWERDT J. 2020: Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2017/2018. Zusammenfassender Bericht. Bundesamt für Umwelt, Bern. Entwurf

HYDRA (2017): Methode zur Untersuchung und Beurteilung grosser Fließgewässer Teil 1: Erhebungsmethode Makroinvertebraten Hochrhein.

HYDRA (2018): Methode zur Untersuchung und Beurteilung grosser Fließgewässer Teil 2: MSK-Bewertungsmethode Makrozoobenthos grosser Fließgewässer – Methodenevaluation – Konzeptvorschlag

IKSR (2009): International koordinierter Bewirtschaftungsplan für die internationale Flussgebietseinheit Rhein (Teil A = übergeordneter Teil) - Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), Koblenz

IKSR (2013): Eingewanderte Grundelarten im Rheineinzugsgebiet, IKSR-Fachbericht Nr. 208, www.iksr.org

KADEN + PARTNER, (2020): Amphibienmonitoring Kanton Schaffhausen 2018/19. Schlussbericht zuhanden Planungs- und Naturschutzamt Schaffhausen, Fachstelle Naturschutz

KRÄMER A., EGLOFF K., GRÜNENFELDER M., RIBI H., TRABER H. (1990). Verbreitungsatlas der Fische, Neunaugen und Krebse des Kantons Thurgau. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 50

KÜTTEL, S., PETER, A., WÜEST, A. (2002): Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. Rhône-Thur Publikation Nr 1. EAWAG, Kastanienbaum

LAUTERBORN, R. (1916): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms, 1. Teil. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.

LEUTERT, F., PFÄNDLER, U. (2010); Schutz- und Pflegekonzept Auengebiet Bibermüli Gemeinden Hemishofen und Ramsen.

LEUTERT, F. (2015): Schutz-, Pflege- und Gestaltungskonzepte für Thurgauer Naturschutzgebiete. Schaarenwiese am Hochrhein - Flachmoor von nationaler Bedeutung Nr. 400, Gemeinde Schlatt

LfU (2005). Wirbellose Neozoen im Bodensee. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), Karlsruhe. Erhältlich unter www.neozoen-bodensee.de oder www.lubw.baden-wuerttemberg.de

LIPPUNER, M. (2019): Der Springfrosch (*Rana dalmatina*) im Kanton Schaffhausen Bestandsaufnahme in den Jahren 2018 und 2019.

MOSBERGER, B. & Stoll, M. (2018): Äschen Notfallkonzept: Erfahrungen im Hitzesommer 2018

NAWA (2016): Zustand der Schweizer Fließgewässer. Ergebnisse der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) 2011–2014.- Umwelt-Zustand UZ-1620-D, BUWAL

Projekte und Literatur zu Thema 4: Lebensräume und Lebensgemeinschaften

- NEHRING, S., F. ESSL, F. KLINGENSTEIN, C. NOWACK, W. RABISCH, O. STÖHR, C. WIESNER & C. WOLTER (2010): Schwarze Liste invasiver Arten: Kriteriensystem und Schwarze Listen invasiver Fische für Deutschland und für Österreich. BFN-Sripten 285, 189 S.
- PFÄNDLER, U. LEUTERT, F. (2008): Wirkungskontrolle Flachwasserzone Schaarenwies 2008. Im Auftrag der KWS Kraftwerke Schaffhausen AG.
- PFÄNDLER, U. LEUTERT, F. (2011): Schutz- und Pflegekonzept Naturschutzgebiet Streueland z'Hose; inkl. Vegetationskartierung und Pflegeplan.
- REINARTZ, R. (2007): Auswirkungen der Gewässererwärmung auf die Physiologie und Ökologie der Süßwasserfische Bayerns.- Literaturstudie im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, Referat 57/ Gewässerökologie
- REY, P., HESSELSCHWERDT, J. (2017): Habitatflächen am Alpenrhein. Methodenvorschlag zur Erfassung, Quantifizierung und Bewertung von Flussraumstrukturen anhand von Luftbildern. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie. 45 S., St.Gallen.
- REY, P., HESSELSCHWERDT, J. & J. ORTLEPP (2019): Die Äsche (*Thymallus thymallus*) im Seerhein - Gefährdung und mögliche Fördermassnahmen. Expertise zuhanden der Jagd- und Fischereiverwaltung Thurgau
- REY, P. & A. BECKER (2020): Monitoring Rheinfischfauna. IKS Rhein-Messprogramm Biologie 2018/2019 - Qualitätskomponente Fische. Studie im Auftrag der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR).
- SCHNEIDER, J. (2009): Fischökologische Gesamtanalyse einschließlich Bewertung der Wirksamkeit der laufenden und vorgesehenen Maßnahmen im Rheingebiet mit Blick auf die Wiedereinführung von Wanderfischen. Bericht Nr. 167, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), 165 S.
- SCHNEIDER, J., JÖRGENSEN, L., KRAU, F. & FETTHAUER, M. (2015): WRRL-Qualitätsindikator Fischfauna und Kormoranfraßdruck – wenn trophische Störung Strukturgüte schlägt. Gewässer und Boden 755. Fachbeiträge.
- STREBEL, N., WEIBEL, U. & S. WERNER (2020): Massive Abnahme der Wintergäste im international bedeutenden Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein. Analyse der möglichen Ursachen. Bericht der Schweizerischen Vogelwarte Sempach.
- STREBEL, N. (2018): Überwinternde Wasservögel in der Schweiz: Ergebnisse der Wasservogelzählungen 2017/2018. Schweizer Vogelwarte, Sempach.
- STREBEL, N. (2019): Überwinternde Wasservögel in der Schweiz: Ergebnisse der Wasservogelzählungen 2018/2019. Schweizer Vogelwarte, Sempach.
- SCHWEWERS, U. & ADAM, B. (2020): Pit-Tagging Hochrhein. Abschlussbericht im Auftrag des Eidgenössischen Bundesamtes für Umwelt, Abt. Fischdurchgängigkeit. In Vorbereitung.
- STRANG, I., DIENST, M. (2019): Strandrasen im Kanton Schaffhausen - Aktuelle und historische Vorkommen sowie potentielle Standorte
- THIEL-EGETER, C. & A. GOUSKOV (2019): Risikoanalyse Schwarzmeergrundeln – Ausbreitung in Schweizer Gewässern. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- WÄCHTER K. (2000): Auswertung der dritten Makrophyten-Grobkartierung in Rhein, Aare und Reuss 1996–1998 sowie Vergleich mit den Inventaren von 1984–1986 und 1990–1992. Bericht zHv Verband Aare-Rheinwerke, Baden, 110 S.
- WÄCHTER K. (2006): Stichprobenweise Erfassung der Makrophyten und der Fädigen Algen im Hochrhein.- IKS Rhein 2006.
- WERNER S, HESSELSCHWERDT J, MÜRLE U, ORTLEPP J, REY P, (2013): Ausbreitung gebietsfremder aquatischer Wirbellosenarten im Bodensee. - Bericht über die Untersuchungsjahre 2008 bis 2013. Zwischenbericht i.A. Institut für Seenforschung ISF (LUBW), Langenargen, 62 S.

Projekte und Literatur zu Thema 4: Lebensräume und Lebensgemeinschaften

WEINBERGER, I. (Pro Lutra) (2016): Zweites Fischottermonitoring in der Schweiz 2016. Brückenmonitoring an Aare, Doubs, Emme, Inn, Rhein, Rhone, Saane und Ticino.

WIDMER, M. (Orniplan) (2000): Nächtlicher Bestand von Wasservögeln im Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein im Winter 1999/2000. Vergleich der Wasservogelbestände im Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein und im gesamten Bodenseegebiet im Zeitraum 1990 - 2000.

WIDMER, M. (Orniplan) (2008): Inventar der Eisvogelbrutplätze im Kanton Schaffhausen. Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2007. Im Auftrag des Planungs- und Naturschutzamtes des Kantons Schaffhausen

Projekte und Literatur zu Thema 5: Fischerei und Fischprädatoren am Hochrhein

Dönni, W. & Ninck-Spaling, L. 2019: Management der Fischbestände im Hochrhein. Strategieplan 2025. Internationale Fischereikommission Hochrhein

Guthruf, J. & Dönni, W. (2020): Fischeaufstieg am Hochrhein, Koordinierte Zählung 2016-17. – BAFU, Umwelt-Wissen 2020: 209 S.

GERSTER S. 1991: Hochrhein-Fischfauna im Wandel der Zeit. Internationale Fischereikommission für den Hochrhein, Schriftenreihe Fischerei Nr. 49, 28 S.

HERRMANN, P. & GRÜNDLER, S. (2003): Das Äschensterben 2003 – Vorschläge zur Erhöhung der Überlebenschancen von Salmoniden namentlich der Äschen im Rhein bei hohen Wassertemperaturen zwischen Stein a. Rhein und EWS. Überarbeitete Version 2009; Stand vom 7.8.2018.

HOLM, P., HIRSCH, P., ADRIAN-KALCHHAUSER, I., N'GUYEN, A. (2016): Nicht-heimische Grundelarten in der Schweiz. Massnahmen zur Eindämmung und zur Schadensminimierung. Zwischenbericht 2015. Universität Basel.

HÜBNER, D. (2003) Die Ablach- und Interstitialphase der Äsche (*Thymallus thymallus* L.). Grundlagen und Auswirkungen anthropogener Belastungen. Dissertation an der Philipps-Universität Marburg.

IKSR (2013): Darstellung der Entwicklung der Rheinwassertemperaturen auf der Basis validierter Temperaturmessungen von 1978 bis 2011, IKS-Fachbericht Nr. 209, www.iksr.org

IKSR (2014): Abschätzungen der Folgen des Klimawandels auf die Entwicklung zukünftiger Rheinwassertemperaturen auf Basis von Klimaszenarien – Kurzfassung. IKS-Fachbericht Nr. 211

IKSR (2018): Masterplan Wanderfische Rhein 2018. Eine Aktualisierung des Masterplans 2009. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins. www.iksr.org & Factsheet

IKSR (2020): Programm „Rhein 2040“. Der Rhein und sein Einzugsgebiet: nachhaltig bewirtschaftet und klimaresilient. Ergebnisse der 16. Rheinministerkonferenz am 13. Februar 2020 in Amsterdam.

KIRCHHOFER, A. & GUTHRUF, J. (2002): Äschenpopulationen von nationaler Bedeutung. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 70. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

KISTLER, R. (2009): Kormoran-Magenanalysen im Kanton Thurgau. Auswertung der Kormoran-Magenanalysen 2002/2003 bis 2008/2009. Veröffentlichung der Jagd- und Fischereiverwaltung Thurgau. 5 Seiten

LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (2010): Verordnung der Landesregierung zum Schutz der natürlich vorkommenden Tierwelt und zur Abwendung erheblicher fischereiwirtschaftlicher Schäden durch Kormorane (Kormoranverordnung - KorVO).

NEHRING, S., F. ESSL, F. KLINGENSTEIN, C. NOWACK, W. RABISCH, O. STÖHR, C. WIESNER & C. WOLTER (2010): Schwarze Liste invasiver Arten: Kriteriensystem und Schwarze Listen invasiver Fische für Deutschland und für Österreich. BFN-Sripton 285, 189 S

MOSBERGER, B. & Stoll, M. (2018): Äschen Notfallkonzept: Erfahrungen im Hitzesommer 2018

REY, P. & BECKER, A. (2017): Der Kormoran am Bodensee. Evaluation des Handlungsbedarfs, Grundlagen und Möglichkeiten für ein koordiniertes Kormoranmanagement. Studie im Auftrag der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF).

Projekte und Literatur zu Thema 5: Fischerei und Fischprädatoren am Hochrhein

REY, P., HESSELSCHWERDT, J. & J. ORTLEPP (2019): Die Äsche (*Thymallus thymallus*) im Seerhein - Gefährdung und mögliche Fördermassnahmen. Expertise zuhanden der Jagd- und Fischereiverwaltung Thurgau

SCHNEIDER, J., JÖRGENSEN, L., KRAU, F. & FETTHAUER, M. (2015): WRRL-Qualitätsindikator Fischfauna und Kormoranfraßdruck – wenn trophische Störung Strukturgüte schlägt. Gewässer und Boden 755. Fachbeiträge.

SCHWEWERS, U. & ADAM, B. (2020): Pit-Tagging Hochrhein. Abschlussbericht im Auftrag des Eidgenössischen Bundesamtes für Umwelt, Abt. Fischdurchgängigkeit. In Vorbereitung.

WALTER, J. & KNAPP, E. (1996): Fische und Fischerei im Kanton Schaffhausen.- Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen 48

WETZLAR, H.-J. (2008): Einflüsse des Kormorans auf die Fischbestände im südlichen Oberrhein. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Baden-Württemberg e.V., Heft 3. Tagungsband Seminar «Kormoran und Fischartenschutz», 73-79.

Projekte und Literatur Thema 6: Aufwertungspotenziale und -massnahmen

ABEGG J., KIRCHHOFER A., RUTSCHMANN P. 2013: MASTERPLAN – Massnahmen zur Geschiebereaktivierung im Hochrhein. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie Schweiz (BFE) und des Regierungspräsidiums Freiburg. 110 S. und Anhänge.

Amt für Umwelt Kanton Thurgau: Ökomorphologische Erhebung.

BECKER, A. & ORTLEPP, J. (2019): Fischökologisch funktionsfähige Strukturen in Fließgewässern. Methodik zur Herleitung des notwendigen Massnahmenbedarfs zur Schaffung von funktionsfähigen Lebensräumen für die Fischfauna in den Gewässern Baden-Württembergs. Im Rahmen der Landesstudie Gewässerökologie Baden-Württemberg. Handreichung im Auftrag der Geschäftsstelle Gewässerökologie des Regierungspräsidiums Tübingen. Erste Version. 116 S.

Hesselschwerdt J., Jankowski T., Edmaier K., Oexle S. 2020: Gewässerökologie Hochrhein 2020 – 20 Jahre länderübergreifende Zusammenarbeit – «Ökologisches Gesamtkonzept» ÖGK. Bilanz und Ausblick.

HYDRA AG (2010): Kiesbaggerung im Hochrhein am Tössegg (ZH). Ökologische Erfolgskontrolle. Bericht über die Untersuchungen der Jahre 2009 und 2010

REY, P., HESSELSCHWERDT, J. (2017): Habitatflächen am Alpenrhein. Methodenvorschlag zur Erfassung, Quantifizierung und Bewertung von Flussraumstrukturen anhand von Luftbildern. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie. 45 S., St.Gallen.

WIDMER, A., HAUPT, S. UND WERDENBERG, N. (2019): Planungshilfe Engineered Log Jam (ELJ); Grundlagen – Dimensionierung – Planung – Bau. Gefördert aus dem Renaturierungsfonds des Kantons Bern.

WFN (2019): Strukturelle Aufwertungsmaßnahmen und Kiesschüttungen am Rheinufer in Basel. Wirkungskontrolle Fischfauna & Fischhabitate. Ausgangszustand 2017/2018

Projekte und Literatur Thema 7: Gewässer- und Wassernutzung (inkl. Energie)

REISS, J., SPAICH, F. & REY, P. (2019): Ableitung ökologisch notwendiger Mindestabflüsse an vier Gewässern des Bodenseekreises. Vollzugshilfe im Auftrag des Landratsamts Bodenseekreis/ Amt für Wasser- und Bodenschutz.

SCHICK, R., MEGGENEDER, M., FLEIG, M. (2013). Risikobewertung klimatischer Einflüsse auf die Trinkwasserversorgung aus dem Bodensee. Teilbericht des InterregIV-Projekts KlimBo. Erhältlich igkb.org

Regelmässig Berichte des Interkantonalen Labors (IKL) zur Badewasserqualität des Rheins (siehe www.interkantlab.ch)

Regelmässig Berichte des Kantonalen Laboratoriums Thurgau zur Badewasserqualität des Rheins (siehe <https://kantlab.tg.ch/badewasser/seen-fluesse.html/2348>)

Koordinierte Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung im Kanton Thurgau (2019)

Entec Consulting & Engineering (2011). Vorstudie für die Machbarkeit einer Stauerhöhung am Kraftwerk Schaffhausen

Kantonale Brauchwasserversorgungsplanung Thurgau (in Erarbeitung)

Generelles Wasserversorgungsprojekt der Gemeinden (GWP)

Lang, U., Mirbach, S., Eder, M. (2013). Szenarienbetrachtungen zur thermischen Nutzung des Bodenseewassers. Bericht für die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee. Ed.: kup Stuttgart. Bericht A512-1, 77 Seiten, Juni 2013.

Kanton SG und Kanton TG: Der Bodensee: Energielieferant der Zukunft

Fachstelle für Energie Kanton Thurgau: Projekt Kälte- und Wärmenutzung Bodensee und Rhein (in Erarbeitung)