ECOPLAN Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik

SCHLUSSBERICHT – 22.12.2016

Fachwissen für erfolgreiche Sanierungen im Bereich Wasserkraft

Auslegeordnung und Handlungsempfehlungen

Im Auftrag von Wasser-Agenda 21

Impressum

Empfohlene Zitierweise

Autor:	Ecoplan
Titel:	Fachwissen für erfolgreiche Sanierungen im Bereich Wasserkraft
Untertitel:	Auslegeordnung und Handlungsempfehlungen
Auftraggeber:	Wasser-Agenda 21
Ort:	Bern
Datum:	22.12.2016

Begleitung

Stefan Vollenweider (Wasser-Agenda 21, Leitung)
Andreas Knutti (BAFU, Sektion Lebensraum Gewässer)
Martin Huber Gysi (BAFU, Sektion Lebensraum Gewässer)
Rémy Estoppey (BAFU, Sektion Sanierung Wasserkraft)
Manfred Kummer (BAFU, Sektion Sanierung Wasserkraft)
Lorenzo Gorla (BAFU, Sektion Sanierung Wasserkraft)
Manuel Nitsche (BAFU, Sektion Sanierung Wasserkraft)

Wertvolle Beiträge stammen zudem von **Interviewpartner/innen** und den **Teilnehmenden** am Workshop vom 8. November 2016 (vgl. Anhang A).

Projektteam Ecoplan

Felix Walter
Corinne Spillmann
Nora Meuli

Der Bericht gibt die Auffassung des Projektteams wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers bzw. der Auftraggeberin oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

ECOPLAN AG

Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik

www.ecoplan.ch

Monbijoustrasse 14
CH - 3011 Bern
Tel +41 31 356 61 61
bern@ecoplan.ch

Schützengasse 1
Postfach
CH - 6460 Altdorf
Tel +41 41 870 90 60
altdorf@ecoplan.ch

Inhaltsübersicht

Das Wichtigste in Kürze **2**

Inhaltsverzeichnis **3**

Abkürzungsverzeichnis **6**

Kurzfassung **7**

1 Einleitung **15**

Teil I: Akteursanalyse und Handlungsempfehlungen **18**

2 Übersicht: Aktivitäten, Bedürfnisse und Lücken **18**

3 Handlungsempfehlungen **37**

Teil II: Ausführungen zu den 3 Bereichen **56**

4 Bereichsübergreifender Handlungsbedarf **56**

5 Schwall und Sunk – Bedarf und Lücken **61**

6 Geschiebe – Bedarf und Lücken **67**

7 Fischgängigkeit – Bedarf und Lücken **75**

Anhang A: Befragte Akteure und Workshop-Teilnehmende **83**

Anhang B: Wichtige Institutionen und ihre Aktivitäten in der Wissensproduktion und -vermittlung **85**

Anhang C: Weitere in Interviews aufgeworfene Fragen **98**

Literaturverzeichnis **101**

Das Wichtigste in Kürze

Für die «Sanierung der Wasserkraft» wird in den nächsten knapp 15 Jahren rund eine Milliarde Franken investiert – Grund genug, sich auch zu fragen, ob das Fachwissen und das Wissensmanagement für diese Generationenaufgabe ausreichen. Wasser-Agenda 21 hat diese Frage mit einer Studie abklären lassen.

Das Ergebnis stützt sich auf über 20 Gespräche mit relevanten Akteuren und weiteren Recherchen, und es besteht weitgehend Einigkeit: In allen drei Fachbereichen – Schwall und Sunk, Geschiebe sowie Fischgängigkeit – fehlen heute noch Wissensbausteine, die einen wichtigen Beitrag zu nachhaltigen Sanierungsprojekten leisten könnten. Und ebenso gibt es auf allen Stufen des Wissensmanagements – von der Wissensproduktion über die -vermittlung und die -anwendung – trotz vielfältiger Anstrengungen noch Handlungsbedarf.

Welche Massnahmen Priorität verdienen, um hier Abhilfe zu schaffen, wurde im Rahmen eines Expertenworkshops diskutiert: Als übergreifende Massnahme soll eine bessere Vernetzung von Forschung und Praxis mittels einer Koordinationsstelle oder -plattform geschaffen werden. Bei der Wissensproduktion sind u.a. die anwendungsorientierten Forschungsinstitutionen zu stärken. In der Wissensvermittlung wird nebst Weiterbildungskursen ein Austausch in kleinen Arbeitsgruppen (Communities of Practice, CoP) vorgeschlagen.

Mit einem verbesserten Wissensmanagement kann ein substanzieller Beitrag zur Erhöhung des Nutzens der Generationenaufgabe «Sanierung der Wasserkraft» geleistet werden.

Inhaltsverzeichnis

Lesehilfe

Eilige Leser/innen können sich auf folgende Abschnitte konzentrieren:

- Kurzfassung
- 3 Handlungsempfehlungen
  - 3.1 Wissensproduktion
  - 3.2 Wissensvermittlung
  - 3.3 Übergreifende und flankierende Massnahmen
  - 3.4 Fazit: Umsetzung als Gesamtpaket

Das Wichtigste in Kürze **2**

Inhaltsverzeichnis **3**

Abkürzungsverzeichnis **6**

Kurzfassung **7**

1 Einleitung **15**

1.1 Ausgangslage 15

1.2 Ziel des Projekts 15

1.3 Vorgehen 16

Teil I: Akteursanalyse und Handlungsempfehlungen **18**

2 Übersicht: Aktivitäten, Bedürfnisse und Lücken **18**

2.1 Vom Informationstransfer zum Wissenssystem und -austausch 19

2.2 Wissensproduktion 22
2.2.1 Laufende Aktivitäten in der Wissensproduktion 22
2.2.2 Bedürfnisse bezüglich der Wissensproduktion 26
2.2.3 Folgerungen und Lücken bei der Wissensproduktion 26

2.3 Wissensvermittlung 27
2.3.1 Laufende Aktivitäten in der Wissensvermittlung 27
2.3.2 Bedürfnisse bezüglich der Wissensvermittlung 30
2.3.3 Folgerungen und Lücken bei der Wissensvermittlung 31

2.4 Wissensanwendung 31
2.4.1 Laufende Aktivitäten in der Wissensanwendung 31
2.4.2 Bedürfnisse bezüglich der Wissensanwendung 32
2.4.3 Folgerungen und Lücken bei der Wissensanwendung 33

2.5 Fazit: Gute Voraussetzungen vorhanden, aber weiterhin Lücken feststellbar 33

3 Handlungsempfehlungen ... 37

3.1 Wissensproduktion ... 37
3.1.1 Prioritäre Massnahmen ... 38
3.1.2 Weitere Massnahmen ... 39

3.2 Wissensvermittlung ... 45
3.2.1 Prioritäre Massnahmen ... 45
3.2.2 Weitere Massnahmen ... 46

3.3 Übergreifende und flankierende Massnahmen ... 50
3.3.1 Prioritäre Massnahmen ... 52
3.3.2 Weitere Massnahmen ... 54

3.4 Fazit: Umsetzung als Gesamtpaket ... 54

Teil II: Ausführungen zu den 3 Bereichen ... 56

4 Bereichsübergreifender Handlungsbedarf ... 56

4.1 Wissensproduktion ... 56

4.2 Wissensvermittlung ... 58

5 Schwall und Sunk – Bedarf und Lücken ... 61

5.1 Benötigtes Wissen ... 61

5.2 Vorhandenes Wissen / Wissensproduktion ... 62

5.3 Wissensvermittlung ... 64

5.4 Lücken / Offene Fragen ... 65

6 Geschiebe – Bedarf und Lücken ... 67

6.1 Benötigtes Wissen ... 67

6.2 Vorhandenes Wissen / Wissensproduktion ... 68

6.3 Wissensvermittlung ... 70

6.4 Lücken / Offene Fragen ... 72

7 Fischgängigkeit – Bedarf und Lücken ... 75

7.1 Benötigtes Wissen ... 75

7.2 Vorhandenes Wissen / Wissensproduktion ... 76

7.3 Wissensvermittlung ... 78

7.4 Lücken / Offene Fragen ... 80

Anhang A: Befragte Akteure und Workshop-Teilnehmende ... 83

Anhang B: Wichtige Institutionen und ihre Aktivitäten in der Wissensproduktion und -vermittlung ... 85

Anhang C: Weitere in Interviews aufgeworfene Fragen 98

Literaturverzeichnis 101

Abkürzungsverzeichnis

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BG Ingenieure	Bonnard & Gardel Ingénieurs-conseils Lausanne
BOKU Wien	Universität für Bodenkultur Wien
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft
Eawag	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
ECRR	European Centre for River Restoration
EGU	European Geosciences Union
EPFL	École polytechnique fédérale de Lausanne
eQcharta GmbH	Fachbüro für Ökohydrologie, Wädenswil
ETH	Eidgenössisch Technische Hochschule
FIBER	Schweizerische Fischereiberatungsstelle
GRK	Gemeinsame Rheinkommission
Hepia	Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
IRKA	Internationale Regierungskommission Alpenrhein
IRR	Internationale Rheinregulierung
KLL	Kraftwerke Linth-Limmern AG
KOHS	Kommission für Hochwasserschutz, Gewässerbau und Wasserpflege
KWE	Kraftwerk Eglisau-Glattfelden AG
KWO	Kraftwerke Oberhasli AG
LCH	Labor für Wasserbau der EPFL
LHE	Laboratoire d'H'ydraulique Environnementale
Limnex AG	Umweltberatungsbüro, Brugg
NGO	Nichtregierungsorganisation
NZZ	Neue Zürcher Zeitung
Rhesi	Rhein – Erholung und Sicherheit
SFV	Schweizerischer Fischerei-Verband
SNF	Schweizerischer Nationalfonds
SUPSI	Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
SWV	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
TIWAG	Tiroler Wasserkraft AG
VAW	Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie
WA21	Wasser-Agenda 21
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSL	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
WWF	World Wide Fund For Nature, bis 1986 World Wildlife Fund
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Kurzfassung

Schweizweit verhindern ca. 1'000 Hindernisse die freie Fischwanderung, rund 100 Wasserkraftwerke verursachen künstliche Abflussschwankungen (Schwall-Sunk) und 500 Wasserkraftwerke und andere Anlagen sind für Geschiebedefizite verantwortlich. Solche durch die Wasserkraftnutzung bedingten Beeinträchtigungen der Gewässer sollen basierend auf gesetzlichen Bestimmungen bis ins Jahr 2030 reduziert werden. Dafür stehen finanzielle Mittel im Umfang von rund 1 Mrd. CHF zur Verfügung.

Voraussetzungen gut – aber reicht das Fachwissen?

Die Voraussetzungen für die erfolgreiche Sanierung der Wasserkraftnutzung sind in der Schweiz grundsätzlich gut, beispielsweise

- können erste Sanierungsprojekte auf Basis der vorliegenden Grundkenntnisse begonnen und zur Gewinnung weiterer Erkenntnisse genutzt werden,
- bestehen klare Anforderungen und Fristen,
- werden die Sanierungsprojekte vollständig finanziert,
- besteht ein Angebot an Informations- und Erfahrungsaustauschen sowie Dokumenten wie z.B. Vollzugshilfen.

Doch reicht das Fachwissen für diese komplexen Aufgaben? Wird das nötige Wissen produziert, effizient und bedürfnisgerecht an die wichtigen Akteure weitervermittelt und schliesslich auch genutzt? Ungeklärt sind z.B. die folgenden Fragen:

- Wer begleitet die Sanierungsprojekte, hält die Erkenntnisse und Erfahrungen für die nächsten Projekte fest und stellt sicher, dass die Umsetzungsberichte frei zugänglich sind?
- Wie können die Hochschulinstitute und Fachhochschulen zu einem stärkeren Engagement in der anwendungsorientierten Forschung zur Sanierung Wasserkraft, aber auch im Wissensmanagement bewogen werden?
- Welche zusätzlichen Angebote in der Wissensvermittlung (z.B. Veranstaltungen, Dokumente, Kurse) sollten aus Sicht der relevanten Akteure eingeführt werden?
- Welche Möglichkeiten gibt es, um das bestehende Wissensvermittlungsangebot verschiedener Institutionen und Verbände kondensiert, zentral und zeitnah zur Verfügung zu stellen?
- Welche Massnahmen zur Verbesserung der Wissensproduktion und -vermittlung sollen in Anbetracht der knappen verfügbaren finanziellen und personellen Mittel und des kurzen Zeithorizonts in Angriff genommen werden?

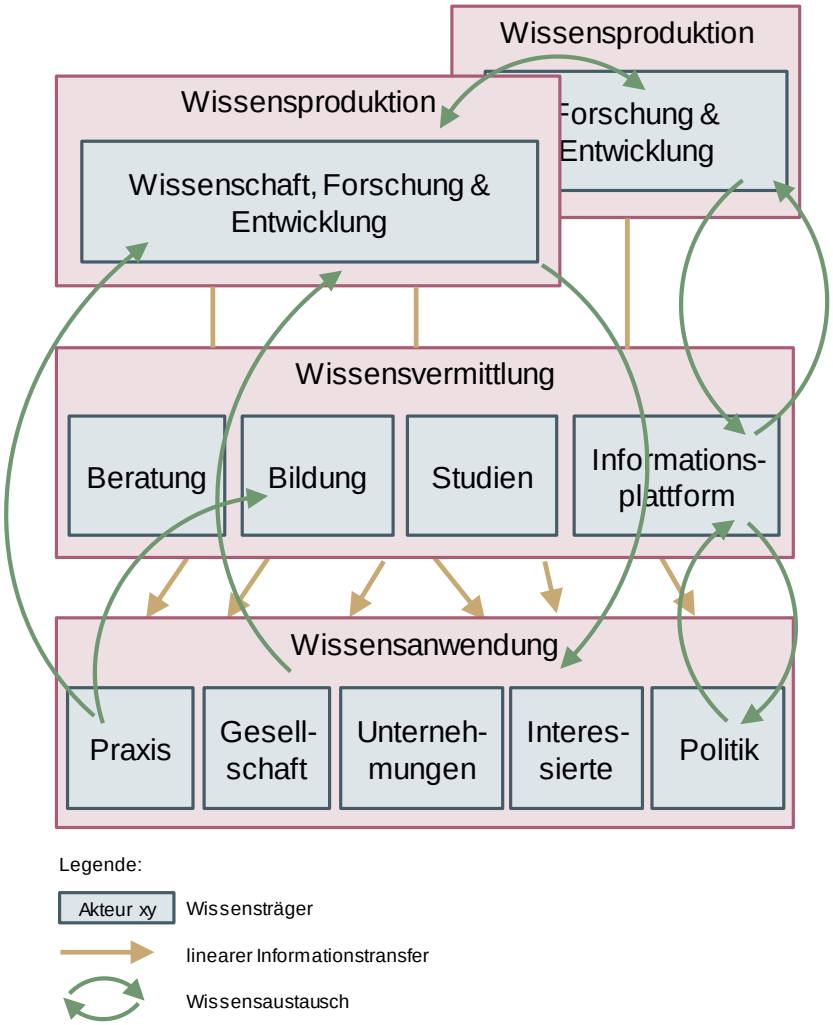
Als ersten Schritt zur Klärung dieser Fragen wurde im Rahmen des Projekts eine Auslegeordnung über die laufenden Aktivitäten der Akteure sowie deren Bedürfnisse erstellt. Dafür wurden u.a. Gespräche mit 22 Akteuren im Bereich Sanierung Wasserkraft geführt. Darauf basierend wurden wesentliche Lücken identifiziert und Handlungsempfehlungen bestimmt, die im Rahmen eines Workshops mit Experten diskutiert und priorisiert wurden.

Vom Informationstransfer zum Wissensaustausch

Wissensproduktion und -vermittlung ist nicht eine Einbahnstrasse, kein blosser «Informationstransfer», sondern vielmehr ein gemeinsames Lernen. Für die Sanierung der Wasserkraft ist daher der Wissensaustausch als Denkmodell hilfreich, wie die Abbildung 1 zeigt: Wissen wird zwischen den verschiedenen involvierten Akteuren kontinuierlich ausgetauscht. Es finden wechselseitige Wissensflüsse statt zwischen der Forschung (Wissensproduktion), den Akteuren der Wissensvermittlung (z.B. Kursanbieter) und der Praxis (Wissensanwendung): Die Praxis verfügt z.B. über Wissen zu den Problemen, kann die praxisrelevanten Wissens- und Forschungsfragen stellen und verfügt zudem über empirische Erkenntnisse. Diese werden direkt oder via Informationsplattformen zur Ebene Wissensproduktion zurückgespiesen (grüne Pfeile in Abbildung 1).

Das Modell «Wissensaustausch» wird für die Sanierung der Wasserkraft als das richtige Modell betrachtet, weil u.a. noch verschiedene Fragen offen und die Wissensgrundlagen unvollständig sind, sodass ein Austausch zwischen den verschiedenen Ebenen zentral ist für ein erfolgreiches Gelingen der Sanierungsmassnahmen. Ein linearer und planbarer Vorgang nach dem Modell «Informationstransfer», bei dem der Informationsfluss «von oben nach unten», d.h. von der Forschung & Entwicklung bzw. Beratung zu den Empfängern in der Praxis geschieht, könnte diesem Anspruch nicht genügen.

Abbildung 1: Vom Informationstransfer zum Wissenssystem und -austausch



Wissensproduktion: Erste Aktivitäten gestartet, langfristige Strukturen nicht gesichert

In der Schweiz wird im Rahmen von verschiedenen Forschungsprogrammen und Pilotprojekten Wissen zu allen drei Bereichen produziert: Zu Geschiebe, Schwall und Sunk sowie zur Fischgängigkeit. Ein Bedarf zur Verbesserung der Wissensproduktion besteht überall, aber wird als unterschiedlich gross eingestuft.

Das **Geschiebe** hat für die Gewässerökologie eine wichtige Bedeutung, denn es bestehen zahlreiche Wechselwirkungen zwischen Hydrologie, Morphologie, Geschiebe und Biologie. Das Grundlagenwissen beispielsweise zur Gewässerökologie und zum Flussbau sowie zu bestehenden Methoden ist grundsätzlich vorhanden. Zudem laufen verschiedene Forschungsaktivitäten, z.B. das Projekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik» an der Eawag. Allerdings gibt es noch kaum Erfahrungen zu den Geschiebesanierungen und daher noch viele Unklarheiten z.B. zur erforderlichen Geschiebefracht und zur resultierenden Geschiebedynamik. Der Handlungsbedarf für weitere Forschungsaktivitäten wird deshalb als mittelgross eingestuft.

Im Vergleich zum Bereich Geschiebe beurteilen die befragten Akteure die Wissensproduktion in der Schweiz zu den Bereichen Schwall und Sunk sowie zum Fischabstieg zurzeit als noch stärker verbesserungsbedürftig:

Der **Schwall und Sunk-Betrieb** hat mit seinen kurzfristigen Änderungen des Wasserabflusses weitreichende Auswirkungen und kann z.B. auch Fischgemeinschaften weit unterhalb der Kraftwerke beeinträchtigen. Mit der Vollzugshilfe wird ein mögliches Vorgehen vorgegeben. Dieses ist aber noch kaum erprobt, d.h. es gibt noch kaum Erfahrungen zur Sanierung und zu den übergeordneten Auswirkungen. Deshalb wird der Handlungsbedarf bezüglich der Wissensproduktion zu Schwall und Sunk als gross eingestuft.

Hinsichtlich der **Fischgängigkeit** ist in den Gesprächen mehrmals erwähnt worden, dass ein Grossteil des benötigten Wissens vorhanden ist, aber noch einige Lücken bestehen. Insbesondere fehlt auf Hochschulniveau ein Lehrstuhl bzw. eine entsprechend ausgerichtete Forschungsgruppe. Für den Bau von Fischaufstiegsanlagen ist das Wissen grundsätzlich vorhanden und es wurden bereits Sanierungsanlagen gebaut. Der Handlungsbedarf für weitere Aktivitäten zum Fischaufstieg wird entsprechend als mittelgross eingeschätzt. Im Gegensatz zum Fischaufstieg gibt es bezüglich des Fischabstiegs noch weniger Wissen, weil u.a. das Problem hinsichtlich des Fischaufstiegs früher erkannt wurde und man es deshalb auch früher angegangen ist. Der Handlungsbedarf für Forschungsaktivitäten wird als gross beurteilt: Ein Wissensdefizit besteht hauptsächlich zum Verhalten der Fische beim Abstieg bei Grossanlagen.

Für alle Bereiche gilt, dass zu wenig Anreize für die angewandte Forschung gesetzt werden und deren Bedeutung zu klein ist. Zudem fehlt eine übergeordnete Betrachtungsweise über alle drei Bereiche. Für die heute noch notwendigen Forschungsaktivitäten ist darauf zu achten, dass die Wissenslücken bis ca. 2020 geschlossen werden, damit die Sanierungsmassnahmen fristgerecht abgeschossen werden können und das Wissen in die Planung der Sanierungsmassnahmen einfliessen kann. Es muss ein Prozess des kontinuierlichen Lernens möglich sein: Wir können nicht alles wissen, bevor wir mit den Sanierungsprojekten starten. Vielmehr geht es darum, Erfahrungen aus den umgesetzten Projekten zu sammeln sowie spezifische Fragestellungen an Pilotprojekten detailliert zu untersuchen, sodass die Erkenntnisse umgehend in kommende Projekte integriert werden können. Das ist bei einem System mit 26 Kantonen eine Herausforderung.

Wissensvermittlung: Erfahrungsaustausche und Vollzugshilfen

Die Vermittlung des spezifischen Wissens für die Sanierung Wasserkraft erfolgt primär im Rahmen von Anlässen zum Erfahrungsaustausch und mittels Publikationen. Für die Bereiche Schwall und Sunk wie auch für die Fischgängigkeit sind die von der Wasser-Agenda 21 durchgeführten Erfahrungsaustausche etabliert. Demgegenüber fanden für den Bereich Geschiebe noch kaum Austausche statt. Vereinzelt wird Wissen auch von Verbänden weitergegeben. Lücken sehen die betroffenen Akteure v.a. beim Austausch von internationalem und interdisziplinärem Wissen, z.B. aus Deutschland, und beim Angebot an (mehrtägigen) Aus- und Weiterbildungskursen.

Von der Vielzahl an Publikationen und Studien sind für die Planung und Umsetzung der Sanierungsmassnahmen insbesondere die Module der Vollzughilfe des BAFU relevant. Diese zeigen die Methoden zur Planung, Umsetzung, Finanzierung und Kontrolle der Massnahmen auf und weisen auf den aktuellen Stand der Technik und des Wissens hin. Bis auf den Bereich Schwall und Sunk sind diese allerdings zurzeit noch teilweise ausstehend. Infolge des knappen Zeithorizonts zur Durchführung der Sanierungsmassnahmen ist es wichtig, dass die noch ausstehenden Module der Vollzughilfen zu den Bereichen Geschiebe und Fischgängigkeit bald publiziert werden.

Ein weiteres zentrales Bedürfnis ist, dass Projektinformationen, Monitoring-Ergebnisse und andere Erkenntnisse ausgetauscht werden, z.B. über eine Plattform mit einer Projektdatenbank und einem Verzeichnis der relevanten Akteure. Mit der Plattform Renaturierung besteht bereits eine internetbasierte Plattform zur Thematik Sanierung Wasserkraft, die entsprechend ausgebaut werden könnte.

Wissensanwendung: Grosse Bandbreite bei der Qualität des Fachwissens – aber fast überall Handlungsbedarf

In allen drei Bereichen wurden noch wenig Erfahrungen mit Sanierungsprojekten gemacht und ausgewertet. Die wichtigsten Lücken in der Anwendung sind die folgenden:

- Für den Bereich Schwall und Sunk liegt mit der Vollzugshilfe ein Dokument zur Umsetzung der Massnahmen vor. Zurzeit gibt es aber noch wenig umgesetzte Massnahmen, d.h. es liegen noch kaum Erfahrungen vor. Zudem bestehen Herausforderungen in der fachgebietsübergreifenden Zusammenarbeit und bei grossräumigen Auswirkungen von Schwall- und Sunk-Ereignissen.
- Das Grundlagenwissen zu Geschiebe ist in der Praxis grundsätzlich bekannt, aber es gibt noch grosse Unsicherheiten z.B. zur erforderlichen Geschiebefracht, zum Zusammenhang zwischen Geschiebe und Ökologie sowie zum Umgang mit Unsicherheiten.
- Für den Fischaufstieg bestehen vergleichsweise ausreichende Grundlagen, die auch gut angewendet werden. Dennoch gibt es auch Lücken z.B. bezüglich des Fischverhaltens im Unterwasser (Aufstieg) und Oberwasser (Abstieg) und insbesondere zum Abstieg bei Grossanlagen.

Das Fachwissen ist stark personenabhängig und bewegt sich über alle Akteure betrachtet in einer Bandbreite von ungenügend bis gut. In Gesprächen wurde darauf hingewiesen, dass Kraftwerke, Bund und Kantone für die Planung und Umsetzung der Sanierungsmassnahmen hauptsächlich über ein Prozessverständnis und eine gewisse Sensibilisierung für die Thematik verfügen müssen. Dieses Wissen kann z.B. im Rahmen von (mehrtägigen) Kursen vermittelt und vertieft werden. Demgegenüber benötigen insbesondere Fachbüros, die die Sanierungsplanungen erfolgreich durchführen und begleiten sollen, ein spezialisiertes Wissen. Der entscheidende Hebel liegt somit bei den Fachbüros. Deshalb ist sicherzustellen, dass die Büros über das nötige Wissen verfügen, z.B. indem spezifische Nachdiplomkurse angeboten werden. Des Weiteren ist zu gewährleisten, dass es genügend Fachbüros für die Bearbeitung der zukünftig anstehenden Projekte gibt.

Stark vereinfacht lassen sich die Einschätzungen in der folgenden Tabelle zusammenfassen. Sie basieren auf den Informationen der Befragten, die sich in weiten Teilen einig waren, sowie auf eigenen Abklärungen:

Abbildung 2: Umfang des Handlungsbedarfs

	Schwall/Sunk	Geschiebe	Fischgängigkeit Aufstieg / Abstieg
Wissensproduktion (in der Schweiz)	◈◈◈	◈◈	◈◈ / ◈◈◈
Wissensvermittlung	◈◈	◈◈◈	◈◈ / ◈◈
Wissensanwendung	◈◈	◈◈	◈ / ◈◈

Legende: Handlungsbedarf ◈◈◈ gross
◈◈ mittel
◈ klein

Es ist somit in allen drei Fachbereichen und auf allen Stufen (von der Wissensproduktion über die -vermittlung und die -anwendung) noch Handlungsbedarf vorhanden.

Massnahmen zur Wissensproduktion und -vermittlung als Gesamtpaket

Im Rahmen der Studie wurden zahlreiche Vorschläge zur Verbesserung der Wissensproduktion und -vermittlung erarbeitet. Allerdings sind die Ressourcen knapp und die Zeit drängt. Daher wurden die Vorschläge am Expertenworkshop priorisiert:

- Eine Basis für viele Verbesserungsvorschläge ist die bessere Koordination und Vernetzung von Forschung und Praxis. Eine Koordinationsstelle bzw. **Koordinationsplattform** ist daher eine zentrale übergreifende Massnahme (vgl. Massnahme Ü2 in Abschnitt 3.3.1). Eine solche Koordinationsstelle könnte Informationen zu Sanierungsprojekten zusammenstellen, Forschungsergebnisse aus dem In-und Ausland sammeln, synthetisieren und das Wichtigste auf einer (Web-) Plattform und z.B. mit einem Newsletter zugänglich machen. Eine weitere themenübergreifende Massnahme ist die Bildung und Betreuung eines Expertenpools. Auch die Festlegung von Zielen und Schwerpunkten des Wissensmanagements in den mittel- und langfristigen Strategien z.B. des BAFU und weiterer Akteure wäre ein wichtiger übergeordneter Beitrag, nicht zuletzt, um angesichts knapper Fristen und Ressourcen die nötigen Prioritäten zu setzen und wenn möglich mit wichtigen Akteuren abzustimmen. Bei der Schaffung einer neuen Koordinationsplattform ist darauf zu achten, dass sich verschiedene Akteure bereits heute in spezifischen Teilbereichen um die Wissensproduktion und -vermittlung kümmern und auch über Plattformen verfügen.

- Als weitere übergreifende Massnahme wird zudem vorgeschlagen, Beiträge konsequent an **Anforderungen** zu knüpfen (vgl. Massnahme Ü1 in Abschnitt 3.3.1). Laut verschiedenen Gesetzesvorlagen sind bereits heute bestimmte Anforderungen, wie z.B. Monitoring und Evaluation, zu erfüllen, damit Beiträge gewährt werden. Als weitere Anforderung könnte verlangt werden, dass die Zugänglichkeit zu Berichten und Daten sicherzustellen ist. Denn indem die Ergebnisse öffentlich zugänglich gemacht werden, könnten sie in die Wissensproduktion und in eine Projektdatenbank einfliessen.
- Bei der **Wissensproduktion** stehen zwei prioritäre Massnahmen im Fokus:
  - Die **nationalen Forschungsinstitutionen** sollen sich verstärkt **engagieren**. Dafür kann es notwendig sein, dass diese stärker zu unterstützen sind (vgl. Massnahmen P1 in Abschnitt 3.1.1), insbesondere in den Bereichen Fischgängigkeit sowie Schwall und Sunk. Schlussendlich ist das Ziel, dass Kompetenzzentren zur Sanierung Wasserkraft aufgebaut und betrieben bzw. gestärkt werden. In diesem Zusammenhang wird insbesondere empfohlen, eine mit genügend Ressourcen ausgestattete Forschungsgruppe zu schaffen, die sich der anwendungsorientierten Forschung in allen Teilbereichen widmet.
  - Des Weiteren sollen die Forschungslücken mithilfe der **Auftragsforschung** geschlossen werden (vgl. Massnahme P2 in Abschnitt 3.1.1), z.B. indem umgesetzte Massnahmen vermehrt für Forschungszwecke und Wissensproduktion genutzt werden.
- Im Rahmen der **Wissensvermittlung** werden wiederum zwei Massnahmen als prioritär beurteilt:
  - Im Vordergrund steht die Einführung eines **Wissensaustausches in Kleingruppen** (vgl. Massnahme V1 in Abschnitt 3.2.1). Solche Kleingruppen werden auch Communities of Practice (CoP) genannt und dienen der Diskussion über ein gemeinsames, spezifisches Problem unter Beizug von Forschung und Praxis.
  - Nebstdem soll die Wissensvermittlung mithilfe eines **Angebots an Aus- und Weiterbildungskursen** zu wichtigen Methoden und Vorgehensweisen gestärkt werden (vgl. Massnahme V2 in Abschnitt 3.2.1). Die Kurse können z.B. im Rahmen von jährlichen Kursen, Intensivkursen, Peak-Kursen an der Eawag, Nachdiplomstudium wie CAS- oder DAS-Kurse,[1] in der Lehre auf Hochschulebene etc. durchgeführt werden. Das Ziel solcher Kurse ist v.a. der Wissensaustausch und eine Harmonisierung.

Letztendlich braucht es auch qualifizierte Fachleute – und somit personelle sowie finanzielle Ressourcen – auf allen Stufen, z.B. um die Projekte zu begleiten und das Wissensmanagement umzusetzen.

Fazit

In der Schweiz sind das Fachwissen und das Wissensmanagement zurzeit noch nicht ausreichend, um die Wasserkraftsanierung langfristig bestmöglich umzusetzen: Dies trotz ansonsten guter Ausgangslage, denn die Finanzierung ist gesichert, die Fristen sind klar und die allermeisten Akteure sind sehr engagiert und offen für eine Zusammenarbeit. Ein Mangel zeigt sich

[1] CAS =Certificate of Advanced Studies, DAS = Diploma of Advanced Studies.

v.a. bei den Forschungsinstitutionen, die zurzeit aufgrund anderer Prioritäten und teilweise fehlender Ressourcen nur ungenügenden Support für anwendungsorientierte Fragen bieten. Es ist zwar genügend Wissen vorhanden, um die Projekte zu starten, aber für den langfristigen, nachhaltigen Erfolg des Sanierungsprogramms müssen die Anstrengungen im Wissensmanagement und im Zusammenspiel aller Akteure bei diesem gemeinsamen Lernprozess wesentlich verstärkt werden.

Die aufgezeigten prioritären Massnahmen und viele weitere, die im Bericht aufgeführt sind, könnten deshalb einen substanziellen Beitrag leisten für eine wirksame und nachhaltige Bewältigung dieser Generationenaufgabe: der Sanierung der Wasserkraft.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Gemäss Auswertungen des Bundesamts für Umwelt BAFU verhindern schweizweit ca. 1'000 Hindernisse die freie Fischwanderung, rund 100 Wasserkraftwerke verursachen künstliche Abflussschwankungen (Schwall-Sunk) und 500 Wasserkraftwerke und andere Anlagen sind für Geschiebedefizite verantwortlich.

Das Gewässerschutzgesetz verlangt mit Artikel 83a und 83b, dass die wesentlichen Beeinträchtigungen von Gewässern durch die Wasserkraftnutzung bis ins Jahr 2030 beseitigt werden. Die Umsetzung der Massnahmen erfolgt in zwei Phasen:[2]

- 1. Phase: Die Kantone haben bis Ende 2014 die Planung der Sanierungsmassnahmen beim Bund eingereicht. Diese enthält ein Inventar der ökologischen Beeinträchtigungen, die zu treffenden Sanierungsmassnahmen und die Fristen für deren Realisierung.
- 2. Phase: Basierend auf der strategischen Planung und den Rückmeldungen des Bundes verfügt der Kanton die Sanierungspflicht für die betroffenen Anlagen. Die Inhaber der einzelnen Anlagen werden damit beauftragt, verschiedene Varianten von Massnahmen auszuarbeiten. Anschliessend bestimmt der Kanton für jede Anlage die vorteilhafteste der unterbreiteten Massnahmen (Best-Variante) und erteilt den Inhabern den Auftrag zur Ausarbeitung eines entsprechenden Bauprojektes. Diese Umsetzungsphase muss spätestens Ende 2030 abgeschlossen sein. Die Sanierungskosten werden den Kraftwerken zu 100% entschädigt aus einem Sonderfonds der Netzgesellschaft swissgrid. Der Fonds wird gespiesen mit einem Zuschlag von max. 0.1 Rp./kWh auf die Übertragungskosten der Hochspannungsnetze (jährlich ca. 50 Mio. CHF, bis 2030 total 1 Mia. CHF).

Für die Aufwertung der Fliessgewässer werden bis 2030 rund 1 Mrd. CHF investiert. Zusammen mit dem Revitalisierungsprogramm wird zurzeit viel unternommen, um die ökologische Funktion der Fliessgewässer wiederherzustellen. Zu einigen Typen der durchzuführenden Sanierungsmassnahmen bestehen hinsichtlich deren Ausgestaltung und Wirkungsentfaltung wenige Erfahrungen.

1.2 Ziel des Projekts

Um das Ziel zu erreichen, bis 2030 wirkungsvolle Sanierungsmassen zu planen, umzusetzen und den Erfolg zu kontrollieren, braucht es Fachleute, die über aktuelles Fachwissen (Best-Practice) verfügen und die Vorgaben des Bundes kennen.

[2] Vgl. BAFU (2010), Renaturierung der Schweizer Gewässer: geänderte Verordnungen in der Anhörung: http://www.bafu.admin.ch/wasser/09037/12718/index.html?lang=de&msg-id=33269 (31.05.2016); BAFU (2012), Sanierung Schwall-Sunk. Strategische Planung; BAFU (2015), Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen. Finanzierung der Massnahmen sowie Swissgrid, Massnahmen Gewässerschutz: https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/topics/renewable_energies/water_protection.html (31.05.2016).

Dafür werden bereits heute die Kantone, Kraftwerksbetreiber und Fachbüros mit Fachtagungen, Veranstaltungen zum Informations- und Erfahrungsaustausch, Vollzugshilfen und weiteren Aktivitäten und Hilfsmittel unterstützt. Ausserdem besteht ein beschränktes Angebot an Kursen, Aus- und Weiterbildungen.

Allerdings ist ungeklärt, ob die bestehenden Anstrengungen genügen und den tatsächlichen Bedürfnissen der wichtigsten Akteure entsprechen, und ob auch neu erworbenes Wissen einbezogen wird. Weiter ist zurzeit unklar, ob die bestehenden institutionellen Rahmenbedingungen in der Schweiz genügen, um angewandte Forschungsprojekte zu bearbeiten, die sowohl wasserbauliche, als auch ökologische Belange einbeziehen.

Ziel des Projekts ist es deshalb zu klären, ob das bestehende Wissen genügt, um die Sanierungen im Bereich Wasserkraft bis ins Jahr 2030 wirkungsvoll abzuschliessen, oder ob ein weiterer Handlungsbedarf besteht.

1.3 Vorgehen

Um die genannten Unklarheiten zu beseitigen, wurde in einem ersten Schritt eine **Auslegeordnung** erstellt. Dafür wurde einerseits eine Recherche zu bestehenden Akteuren und ihren Internet-Plattformen im Thema Renaturierung durchgeführt (siehe auch Anhang B). Anderseits wurden Gespräche mit insgesamt 22 Akteuren im Bereich Sanierung Wasserkraft geführt (für Liste der befragten Akteure siehe Anhang A). Basierend auf der Auslegeordnung wurde eine Bedarfs- und Lückenanalyse durchgeführt. Diese beiden Arbeitsschritte sind in Kapitel 2 zusammengefasst (vgl. auch Abbildung 1-1).

Basierend auf der Auslegeordnung wurden in einem weiteren Schritt möglichst praktikable **Handlungsempfehlungen** abgeleitet (vgl. Kapitel 3) und im Rahmen eines Workshops mit Experten diskutiert und priorisiert (eine Liste der Workshop-Teilnehmenden enthält der Anhang A).

Aufbau des Berichts

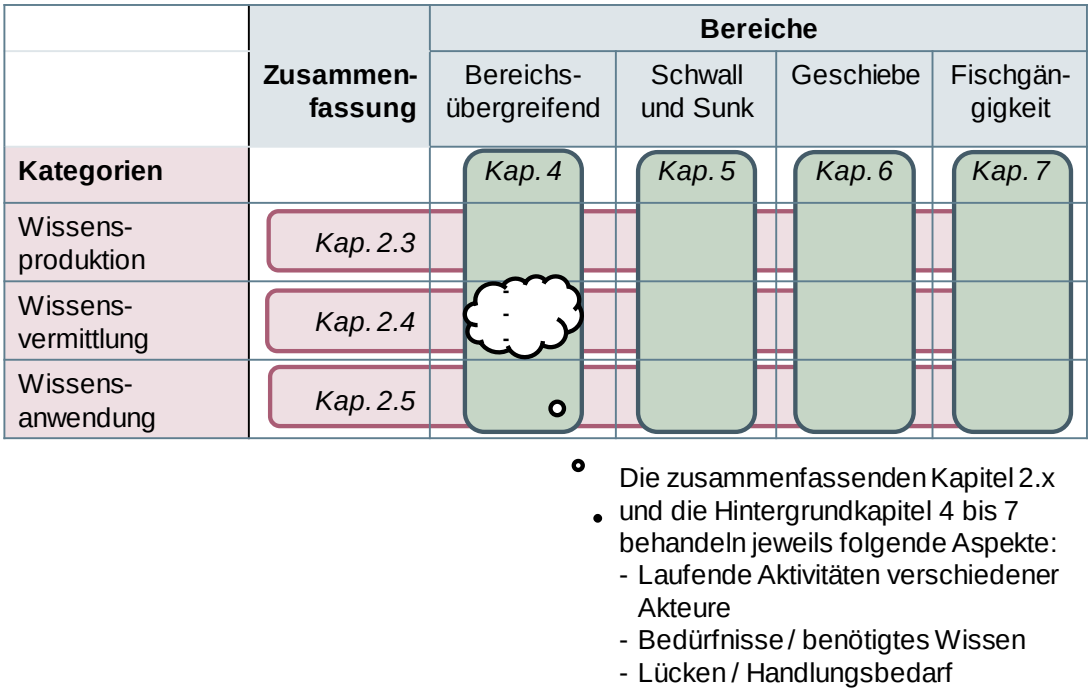
Abbildung 1-1 zeigt schematisch den Aufbau des Berichts. Hinsichtlich der Sanierungen im Bereich Wasserkraft sind einerseits **drei Ebenen** «Wissensproduktion, -vermittlung und -anwendung» (Zeilen in der Abbildung) und andererseits die **drei Bereiche** «Schwall und Sunk», «Geschiebe» und «Fischgängigkeit» (Spalten in der Abbildung) betroffen.

- **Teil I: Übersicht nach den drei Ebenen**: Die laufenden Aktivitäten verschiedener Akteure, die Bedürfnisse sowie die Folgerungen und Lücken je Ebene Wissensproduktion, -vermittlung und -anwendung werden in Kapitel 2 beschrieben. Die Übersicht basiert auf den ausführlichen Erläuterungen zu den drei Bereichen und bildet somit auch eine Art Zusammenfassung. Zusätzlich enthält das Kapitel 3 die Handlungsempfehlungen für die Wissensproduktion und -vermittlung sowie übergreifende bzw. flankierende Massnahmen.

- **Teil II: Detailliertere Ausführungen zu den drei Bereichen**: Diese sind jeweils gegliedert nach
  - benötigtes Wissen,
  - vorhandenes Wissen / Wissensproduktion,
  - Wissensvermittlung sowie
  - Lücken und offene Fragen bzw. Handlungsbedarf.

  Die Erläuterungen sind in den Kapiteln 4 bis 7 enthalten:
  - Kapitel 4: Bereichsübergreifender Handlungsbedarf
  - Kapitel 5: Schwall und Sunk – Bedarf und Lücken
  - Kapitel 6: Geschiebe – Bedarf und Lücken
  - Kapitel 7: Fischgängigkeit – Bedarf und Lücken

Abbildung 1-1: Aufbau des Berichts



Teil I: Akteursanalyse und Handlungsempfehlungen

2 Übersicht: Aktivitäten, Bedürfnisse und Lücken

In Kapitel 2 folgt eine Übersicht über die laufenden Aktivitäten zur Sanierung im Bereich Wasserkraft. Dafür wird in Abschnitt 2.1 zuerst das Wissenssystem mit den drei Ebenen Wissensproduktion, -vermittlung und -anwendung erläutert. Anschliessend folgt in den Abschnitten 2.2 bis 2.4 für die drei Ebenen eine Übersicht über die wichtigsten laufenden Aktivitäten verschiedener Akteure, die Bedürfnisse sowie die Folgerungen und Lücken. Es handelt sich dabei um eine Zusammenfassung inkl. wichtigster Projekte aus den ausführlichen Erläuterungen zu den drei Bereichen in Kapitel 4 bis 7.

Da wir die laufenden Aktivitäten jeweils nach den Akteuren gliedern, beschreiben wir als Hintergrundinformation die Hauptrollen der wichtigsten Akteure in der Planung und Umsetzung der Sanierungsmassnahmen gemäss der Vollzugshilfe im nachfolgenden Exkurs.

Exkurs: Hauptrollen und Zuständigkeiten bei der Sanierung Wasserkraft

Die Sanierung der Wasserkraft erfolgt gemäss der Vollzugshilfe in fünf Phasen:[3]

- Kantonale Planung
- Wahl und Projektierung der Massnahmen
- Umsetzung und Entschädigungsgesuch
- Abrechnung und Auszahlung
- Erfolgskontrolle

Während dieser Phasen sind verschiedene Akteure, v.a. Bund, Kanton, Kraftwerke und Swissgrid involviert. In Abbildung 2-1 sind die grundsätzlichen Verantwortlichkeiten dieser Akteure während dieser Phasen aufgeführt.

[3] Vgl. BAFU (2016), Schwall-Sunk – Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer.

Abbildung 2-1: Zuständigkeiten in den 5 Phasen der Sanierung [4]

Akteur / Institution	Aktivitäten
BAFU	– Grundsätzlich verantwortlich für eine wirkungsvolle Umsetzung des GSchG – Bei Bedarf Prüfung des Massnahmenvorschlags – Anhörung des Entscheids zum Bauprojekt – Prüfung der Wirkungs- und Umsetzungskontrolle – Stellen des Antrags über die Zusicherung der Entschädigung und Kostenzusammenstellung an Swissgrid
Kantone	– Grundsätzlich verantwortlich für die strategische Planung: Bestandesaufnahme, Erstellung Massnahmenplan an BAFU, Verfügung Sanierungspflicht – Prüfung des Massnahmenvorschlags der Kraftwerke – Bestimmung der Best-Variante und Anhörung des BAFU – Entscheid und Bewilligung des Sanierungs-/Bauprojekts – Prüfung des Antrags über die Zusicherung der Entschädigung und Kostenzusammenstellung an Swissgrid – Kontrolle der Massnahmenumsetzung (Durchführung der Umsetzungskontrolle) – Prüfung der Wirkungskontrolle
Kraftwerke	– Bereitstellung von Daten und Unterlagen für die kantonale Planung – Durchführung des Variantenstudiums und der Kommunikation des Massnahmenvorschlags – Projektierung der Massnahme – Umsetzung der Massnahme – Durchführung der Wirkungskontrolle – Stellen des Gesuchs um Entschädigung und Zusammenstellung der Kosten
Swissgrid	– Entscheid über die Zusicherung der Entschädigung – Entscheid über die Höhe der Auszahlung – Auszahlung der Entschädigung

2.1 Vom Informationstransfer zum Wissenssystem und -austausch

Im Wissenssystem sind verschiedene Personen und Institutionen – die Wissensträger – involviert, die sich durch unterschiedliche Beziehungen untereinander auszeichnen. Wissensträger/in ist, wer über Wissen verfügt. Dies können Personen oder Institutionen sein, und zwar Akteure aus Wirtschaft, Politik und Staat wie auch aus Zivilgesellschaft, Kultur, Bildung und Wissenschaft. Im Rahmen des vorliegenden Berichts unterscheiden wir zwischen drei Ebenen von Wissensträgern: Wissensproduktion, Wissensvermittlung und Wissensanwendung.

[4] vgl. BAFU (2016), Schwall-Sunk – Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Abbildung 2, Seite 15.

- Bei der **Wissensproduktion** geht es darum, **wer** das Wissen produziert (z.B. Wissenschaft, Bund, Kraftwerke) und **wie** das Wissen produziert wird (z.B. im Rahmen von Pilotprojekten, Feldversuchen, Laborversuchen). Siehe dazu auch Abschnitt 2.2.
- Bei der **Wissensvermittlung** ist zu unterscheiden, **wer** Vermittlung durchführt (z.B. Wasser-Agenda 21, Verbände wie SWV[5]) und **mit welchen «Formaten»** diese erfolgt (z.B. Tagungen, Kurse, Internetplattform). Siehe dazu auch Abschnitt 2.3.
- Bei der Ebene **Wissensanwendung** geht es darum, **wer** das Wissen anwendet (z.B. Fachbüros, BAFU, kantonale Fachstellen). Siehe dazu auch Abschnitt 2.4.

Das Wissenssystem kann entweder durch einen linearen Transfer von Informationen oder durch einen Austausch des Wissens zwischen den Mitgliedern gekennzeichnet sein (siehe Abbildung 2-2):

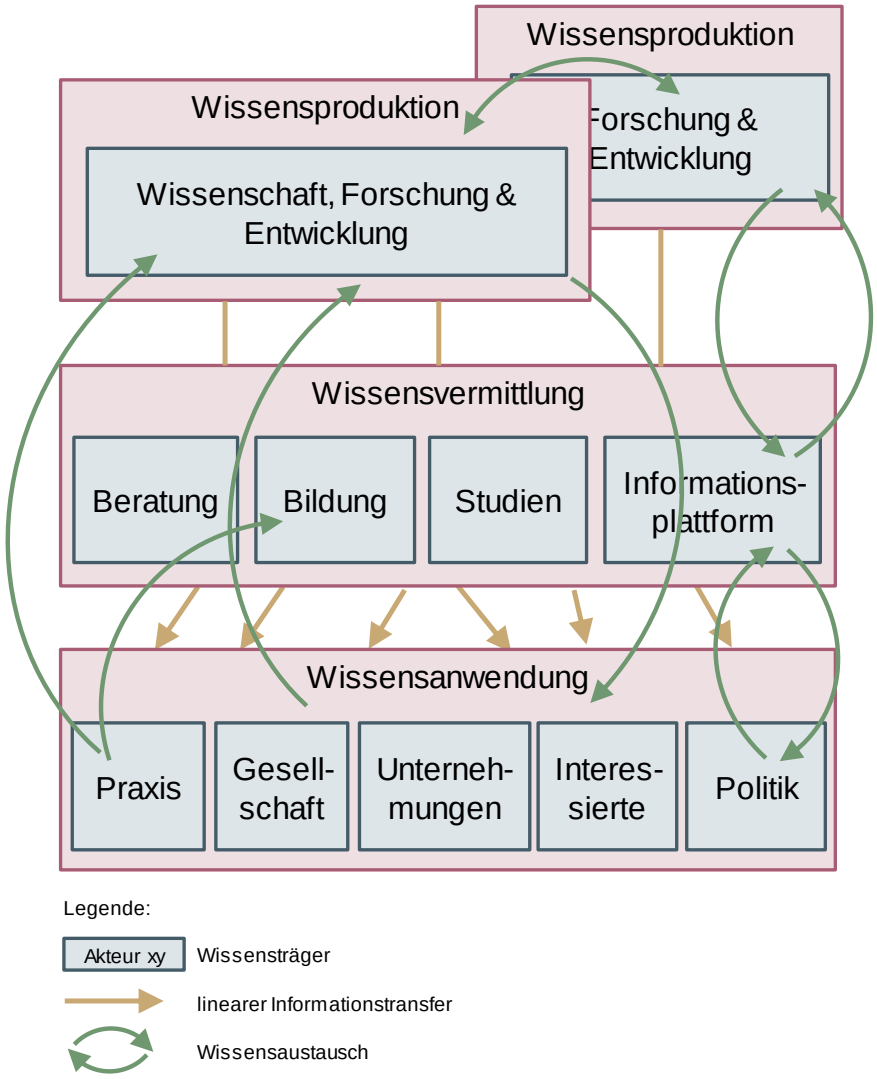
- Beim Modell «Informations*transfer*» erfolgt der Technologie- und Informationstransfer in einem linearen und planbaren Vorgang. D.h. der Informationsfluss geschieht i.d.R. «von oben nach unten», von der Forschung & Entwicklung bzw. Beratung zu den Empfängern in der Praxis. Der Wissensfluss erfolgt grob nach folgendem Schema: Wissensproduktion ➔ Wissensvermittlung ➔ Wissensanwendung.
- Demgegenüber werden beim Modell «Wissens*austausch*» die Forschung, Beratung und Praxis als gleichberechtigt angesehen. Die Erkenntnisse und Erfahrungen der Wissensträger aus der Praxis und Gesellschaft werden zu einem integralen Teil des Forschungsprozesses und der Wissensproduktion. Man spricht auch von einem transdisziplinären Prozess[6] («über die wissenschaftlichen Disziplinen hinaus unter Einbezug der Praxis»). Folglich finden gegenseitige Wissensflüsse statt: Die Praxis verfügt z.B. über Wissen zu den Problemen, kann die praxisrelevanten Wissens- und Forschungsfragen stellen und verfügt zudem über empirische Erkenntnisse. Diese werden direkt oder via Informationsplattformen zur Ebene Wissensproduktion zurückgespiesen (grüne Pfeile in Abbildung 2-2).

Für das Projekt gehen wir davon aus, dass das Wissensmanagement für eine erfolgreiche Sanierung Wasserkraft nach dem Modell «*Wissensaustausch*» erfolgen soll, wo die Forschung, Beratung und Praxis als gleichberechtigt angesehen werden. Der Wissensaustausch wird im vorliegenden Fall als das richtige Modell betrachtet, weil u.a. noch verschiedene Fragen offen sind, das Wissen noch unvollständig ist etc., sodass ein Austausch zwischen den verschiedenen Ebenen zentral ist für ein erfolgreiches Gelingen der Sanierungsmassnahmen. Daraus ergibt sich, dass die Akteure vernetzt sein müssen und es ein Angebot an Wissensvermittlung braucht.

[5] Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

[6] Siehe z.B. Network for Transdisciplinary Research: http://www.transdisciplinarity.ch/td-net/Aktuell.html (08.06.2016).

Abbildung 2-2: Illustration Informationstransfer und Wissensaustausch



Quelle: Eigene Darstellung

Die Wissenslücken sollten bis ca. 2020 geschlossen sein, damit die Sanierungsmassnahmen fristgerecht abgeschlossen werden können und das Wissen in die Planung der Sanierungsmassnahmen einfliessen kann.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die laufenden Tätigkeiten sowie die Bedürfnisse der Akteure hinsichtlich der Sanierungen im Bereich Wasserkraft differenziert nach den drei Ebenen Wissensproduktion, -vermittlung und -anwendung erläutert.

2.2 Wissensproduktion

2.2.1 Laufende Aktivitäten in der Wissensproduktion

In der nachfolgenden Abbildung 2-3 sind bekannte laufende Aktivitäten von verschiedenen Akteuren in der Wissensproduktion aufgeführt.

Abbildung 2-3: Wichtigste Aktivitäten in der Wissensproduktion und bekannte Beispiele für Projekte [7]

Akteur / Institution	Beschreibung / Aktivitäten
Verwaltung	
BAFU	**Generelle Aufgaben** – Initiierung von Forschungsprojekten – Begleitung von Forschungsprojekten, z.B. Rhone-Thur Projekt – Finanzierung von Forschungsprojekten – Prüfung der Wirkungs- und Umsetzungskontrollen – Regelmässige Überarbeitung der Vollzugshilfe mit Erkenntnissen aus Pilotprojekten – Führung einer Liste mit offenen Fragen **Schwall und Sunk** – Festlegung des Stands der Technik und des Wissens im Rahmen der Vollzugshilfe **Geschiebe** – Vollzugshilfe: Die Vollzugshilfe „Sanierung Geschiebehaushalt – Massnahmen“ liegt im Entwurf vor und wird im Jahr 2017 publiziert – Forschungsprojekt: Physikalische Modellversuche an der VAW zur Bestimmung der erforderlichen Geschiebefracht **Fischgängigkeit** – Die Vollzugshilfe ist noch ausstehend – Die Überarbeitung der Best-practice Beispiele als Modul der Vollzugshilfe ist geplant – Forschungsprojekte, z.B. Vergabe Projekt am Hochrhein (Projektstart 2017); Projekt zur Turbinenmortalität
Kantone	**Rolle** – Erarbeitung von Wissen im Rahmen der Massnahmenplanung und der Prüfungen der kommenden Umsetzungs- und Wirkungskontrollen – Finanzierung von Pilotprojekten, z.B. Finanzielle Unterstützung von Projekten in der Hasliaare durch den Renaturierungsfonds des Kantons Bern

[7] Die Übersicht basiert auf den Ausführungen in den Kapiteln 4 bis 7 und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weitere wichtige Forschungsinstitutionen sowie Behörden im Ausland sind in der separaten Beilage enthalten.

Akteur / Institution	Beschreibung / Aktivitäten
Privatwirtschaft	
Kraftwerke	**Rolle** – Durchführung von Pilotprojekten, z.B. die nachfolgend aufgeführten **Beispiele im Bereich Schwall und Sunk** – Beruhigungsbecken KWO – Ausgleichsbecken Kraftwerke Linth-Limmern (Axpo) – Ausgleichsbecken SBB-Kraftwerk Amsteg (Fluss Reuss) – Beruhigungsbecken Ritom (Fluss Ticino) – Ausgleichsbecken Doubs – Ausleitstollen/-kraftwerk Martina (Fluss Inn) **Beispiele im Bereich Geschiebe** – Engadiner Kraftwerke: Künstliches Hochwasser am Spöl – Künstliches Hochwasser mit Kiesschüttungen an der Saane/Sarine – Kraftwerke Eglisau-Glattfelden AG (Axpo): Geschiebesanierung Rhein – Künstliches Hochwasser bei alpiq **Beispiele im Bereich Fischgängigkeit** – Pilotanlage zum Fischabstieg Kraftwerk Bannwil (BKW/VAR) – Pilotanlage zum Fischabstieg Kraftwerk Wildegg-Brugg (Axpo/VAR) – Pilotanlage zum Fischabstieg Kraftwerk Rüchlig (Axpo) – Pilotprojekt Pit Tag zum Fischaufstieg bei den Kraftwerken Rüchlig und Rupperswil-Auenstein (Axpo/Fachbüro WFN) – Pilotanlage zum Fischabstieg Kleinwasserkraftwerk Stroppel (Axpo/Fachbüro Aquarius) – Kraftwerk Reichenau AG (Axpo): Verhaltensstudie zur Abwanderung von grossen Seeforellen mittels bildgebendem Sonar
Fachbüros	**Rolle** – Durchführung der Massnahmenplanung, Umsetzung der Massnahmen und Durchführung der Umsetzungs- und Wirkungskontrolle im Auftrag der Kraftwerke – Unterstützung des BAFU z.B. bei Erarbeitung der Vollzugshilfen – Entwicklung und Einsatz von Methoden **Beispiele im Bereich Schwall und Sunk** – Limnex: Strandung von Makroinvertebraten – eQcharta: Untersuchung der Wirkung von Instream-Massnahmen zur Schaffung von Jungfischhabitaten mittels ADCP, Drohne und GIS-basierte Habitatmodellierung. Im Auftrag des Renaturierungsfonds des Kantons Bern. **Beispiele im Bereich Geschiebe** – Pronat / BG (2016): Erstellung einer Auslegeordnung zu künstlichen Hochwassern und Geschiebe – Schälchli, Abegg + Hunzinger (2005 und 2007): Verfassen von Studien zu Geschiebe- und Schwebstoffproblematik in Schweizer Fliessgewässern sowie zu Massnahmen und Kosten der Reaktivierung des Geschiebehaushalts in Schweizer Fliessgewässern **Beispiele im Bereich Fischgängigkeit** – Aquatica: Überprüfung der Funktionalität der Fischaufstiegshilfe der Kraftwerke am Hochrhein im Auftrag des BAFU – Aquatica: Koordinierte Fischaufstiegskontrollen an den Aare-Kraftwerken zwischen Solothurn und der Mündung in den Rhein im Auftrag des Kantons Solothurn und Kantons Aargau

Akteur / Institution	Beschreibung / Aktivitäten
Wissenschaft	
Bekannte Beispiele für Forschungsaktivitäten der Wissenschaft in der Schweiz	
Eawag (Wasserforschungs-institut des ETH-Bereichs)	**Rolle** – Durchführung von Projekten, z.B. die nachfolgend aufgeführten **Beispiele im Bereich Schwall und Sunk** – Ausweitung des Programms «Fliessgewässer Schweiz» ist geplant – Mitarbeit am transdisziplinären Forschungsprojekt Rhone-Thur **Beispiel im Bereich Geschiebe** – Projekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik» (2013-2016) im Rahmen des Programms «Wasserbau und Ökologie»: Teilprojekte zu Auswirkungen eines beeinträchtigen Geschiebebetriebs und Massnahmen zur Wiederherstellung. Fortsetzung des Programms 2017-2020. **Beispiele im Bereich Fischgängigkeit** – Abteilung Fischökologie & Evolution, die sich aber nicht spezifisch mit Sanierungsmassnahmen bei Kraftwerken befasst – Masterarbeit von E. Baier zu «Fish pass Steffstep – a solution for disconnected rivers» – Vereinzelte Bezüge im Rahmen des Forschungsprogramms «Wasserbau und Ökologie»
LCH (Wasserbaulabor der EPFL)	**Rolle** – Durchführung von Projekten, z.B. die nachfolgend aufgeführten **Beispiele im Bereich Geschiebe** – Partner beim Projekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik» – Partner beim SNF-Projekt «HyApp» (siehe auch Projekte des SNF) **Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung von ingenieurtechnischer Forschung
SNF (Schweizerischer Nationalfonds)	**Rolle** – Durchführung von Einzelprojekten und von nationalen Forschungsprogrammen, z.B. die nachfolgend aufgeführten **Beispiele im Bereich Geschiebe** – NFP 61 – Projekt SEDRIVER: Untersuchung von möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf Sedimenttransport und Bachforellen in Gebirgsflüssen – NFP 70 - Projekt Nachhaltiges Auenmanagement und Wasserkraft – HyApp: Wasserkraftmassnahmen Abfluss und Geschiebe, Auswirkungen auf ökologische Prozesse, Indikatoren und Tools für Vorhersage und Monitoring – Saane/Sarine und Sense. Die folgenden Forschungsinstitute arbeiten zusammen an diesem Projekt: ZHAW, E-PFL-LCH, EAWAG und Uni ZH. – NFP 70 Projekt Optimizing Environmental Flow Releases under Future Hydropower Operation (HydroEnv): Optimierung von Restwasserflüssen, Einfluss von Abfluss- und Sedimentstörungen auf Flussökologie und Morphologie (Monitoring und Modellierungstools) - Maggia and Borgne – SNF Sinergia Projekt Sedfate: Zeitliche und räumliche Variabilität von Geschiebequellen.
SUPSI (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana)	**Rolle** – Analyse der strategischen Planungen: Verwendete Methoden, vorhandene Daten

Akteur / Institution	Beschreibung / Aktivitäten
VAW (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich)	**Rolle** – Durchführung von Projekten, z.B. die nachfolgend aufgeführten **Beispiele im Bereich Geschiebe** – Partner beim Projekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik» – Untersuchung der Dynamik von Kiesbänken am Alpenrhein, u.a. in der laufenden Dissertation «Eco-morphodynamic modelling for gravel bed rivers» – Abgeschlossene Dissertationen zum Thema Geschiebehaushalt (siehe VAW-Mitteilungen 154, 159, 192, 199, 210 und 231) – Grundlagenversuche zur Vollzugshilfe Geschiebesanierung **Beispiele im Bereich Fischgängigkeit** – Forschungsprojekt zu Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken (Dissertation von Dr. Kriewitz zu Leitrechen an Fischabstiegsanlagen, VAW-Mitteilung 230) – Forschungsarbeit von Dr. Tamagni zu aufgelösten Blockrampen mit einem Teil zur Fischgängigkeit – Aktuelle Forschungsprojekte zum Fischabstieg im Rahmen des EU-Horizon 2020-Programms «Fishfriendly Innovative Technologies for hydropower (FIThydro)»
WSL (Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft des ETH-Bereichs)	**Rolle** – Durchführung von Projekten, z.B. die nachfolgend aufgeführten **Beispiel im Bereich Schwall und Sunk** – Mitarbeit am transdisziplinären Forschungsprojekt Rhone-Thur **Beispiele im Bereich Geschiebe** – Partner beim Projekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik» – NFP 61 – Projekt SEDRIVER: Entwicklung Modell «sedFlow» für Simulation des Geschiebetransports in Gebirgsflüssen
ZHAW (Forschungsgruppe Ökohydrologie der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften)	**Rolle** – Durchführung von Projekten, z.B. die nachfolgend aufgeführten **Beispiel im Bereich Schwall und Sunk** – Partner beim SNF-Projekt HyApp **Beispiel im Bereich Geschiebe** – Partner beim künstlichen Hochwasser und Kiesschüttung an der Saane/Sarine. Im Auftrag des Kantons FR.
Beispiele für Forschungsaktivitäten der Wissenschaft im Ausland	
BOKU Wien	**Beispiele im Bereich Schwall und Sunk** – Österreichweites Programm «HyTEC Versuchsanalage»: Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen zu kausalen Zusammenhänge bzgl. der Reaktion von Wasserorganismen auf Schwall- und Sunk-Phänomene – Projekt SuREmMa zu Auswirkungen der energiewirtschaftlichen Nutzung auf die Gewässerökologie – Durchführung von Projekten im Auftrag des BAFU

Akteur / Institution	Beschreibung / Aktivitäten
EU-Forschungsprojekte	**Rolle** – Vergabe von Forschungsprojekten, z.B. Auswirkungen von Mehrfacheingriffen in einem Einzugsgebiet **Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – Fischabstieg an mittelgrossen Anlagen «Fishfriendly Innovative Technologies für Hydropower»
Die Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG)	**Beispiel im Bereich Geschiebe** – Durchführung von kontinuierlichen Geschiebetransport-Messungen in mehreren österreichischen Flüssen/Bächen

2.2.2 Bedürfnisse bezüglich der Wissensproduktion

Die wichtigsten Bedürfnisse gemäss den befragten Akteuren hinsichtlich der Wissensproduktion sind…

- Klare Vorgaben und Methoden für die Massnahmenplanung, -umsetzung und Erfolgskontrolle insbesondere mittels der Publikation der Module der Vollzugshilfe.
- Vorgabe eines Stands der Technik und des Wissens ebenfalls mittels der Publikation der Vollzugshilfen
- Durchführung von Pilot- bzw. Umsetzungsprojekten, aus denen Erfahrungen wiederum auch für die Wissensproduktion abgeleitet werden können
- Sicherstellung, dass bei der Planung von Sanierungsmassnahmen sowie den Erfolgskontrollen eine übergeordnete Betrachtung hinsichtlich der Auswirkungen im Einzugsgebiet eingenommen wird
- Kooperation und Koordination der Forschung an verschiedenen Hochschulen und Fachhochschulen in der Schweiz und im Ausland
- Zentrale Bewirtschaftung und Priorisierung von offenen Fragen

2.2.3 Folgerungen und Lücken bei der Wissensproduktion

Wie der Abbildung 2-3 entnommen werden kann, wird in der Schweiz im Rahmen von verschiedenen Forschungsprogrammen und Pilotprojekten Wissen zu allen drei Bereichen produziert. Jedoch wird v.a. zu den Bereichen Schwall und Sunk sowie zum Fischabstieg die Wissensproduktion in der Schweiz zurzeit noch als ungenügend betrachtet. Spezifische offene Fragen gibt es aber trotz alledem zu allen Bereichen und sind in Fragelisten erfasst. Allerdings ist nicht klar, wer für die Bewirtschaftung dieser Fragelisten zuständig ist. Die Fragen sind v.a. durch die Wissenschaft oder Fachbüros zu beantworten. Bei den Forschungstätigkeiten sind insbesondere folgende Aspekte zu beachten:

- Einbezug von ausländischem Wissen bzw. Kooperationen und Koordination mit Forschungsaktivitäten im Ausland
- Einbezug der Praxis, damit die Ergebnisse praxisnah ausfallen und auf die relevanten Bedürfnisse eingegangen wird

- Sicherstellen, dass die Sanierungsprojekte begleitet und die Erkenntnisse sowie Erfahrungen für weitere Projekte festgehalten und die Umsetzungsberichte frei zugänglich gemacht werden.
- Einnahme einer übergeordneten Betrachtungsweise über alle drei Bereiche
- Priorisierung und zentrale Bewirtschaftung der offenen Fragen
- Zeitliche Planung der Forschungsaktivitäten, damit die Ergebnisse und Erkenntnisse für die Planung der Sanierungsmassnahmen zur Verfügung stehen

Für die Planung und Umsetzung der Sanierungsmassnahmen brauchen die Akteure Kenntnisse über den aktuellen Stand der Technik und des Wissens. Dafür bedarf es der Vollzugshilfen als fachtechnische Anleitungen, die durch das BAFU herausgegeben werden. Bis auf den Bereich Schwall und Sunk sind diese allerdings zurzeit noch ausstehend. Da aufgrund des relativ engen Zeitplans bereits viele Projekte gestartet wurden, hat die Veröffentlichung der Dokumente bald zu erfolgen bzw. wird bereits jetzt als «zu spät» erachtet.

2.3 Wissensvermittlung

2.3.1 Laufende Aktivitäten in der Wissensvermittlung

Abbildung 2-4 enthält eine Auflistung von laufenden Aktivitäten im Rahmen der Wissensvermittlung; siehe in diesem Zusammenhang auch die bestehenden Internet-Plattformen zum Thema Renaturierung bzw. zu den drei Bereichen Schwall und Sunk, Geschiebehaushalt und Fischgängigkeit in Anhang B.

Abbildung 2-4: Wichtigste Aktivitäten in der Wissensproduktion und bekannte Beispiele für Projekte [8]

Akteur / Institution	Beschreibung / Aktivitäten
Verwaltung	
BAFU	**Generelle Aufgaben** – Zentrale Informationsdrehscheibe: Es laufen alle Informationen zu den Sanierungsmassnahmen zusammen – Mitorganisation von Erfahrungsaustauschen – Teilnahme an Tagungen – Finanzielle Unterstützung der Plattform Renaturierung – Veröffentlichung der Vollzugshilfe und anderer Studien sowie Gewährung von Informationen zu den drei Bereichen im Internet **Schwall und Sunk** – Checkliste mit Best practice Beispielen und Praxishilfe (im Rahmen der Vollzugshilfe) **Geschiebe** – Herausgabe Merkblatt-Sammlung zu Wasserbau und Ökologie – Fehlende Dokumente der Vollzugshilfe: Vollzugshilfe der technischen Anleitung zur Umsetzung der Massnahmen, Sammlung mit guten Beispielen **Fischgängigkeit** – Fehlende Dokumente der Vollzugshilfe: Vollzugshilfe der technischen Anleitung zur Umsetzung der Massnahmen und Praxishilfe
Kantone	– Teilnahme an Tagungen, v.a. an Erfahrungsaustauschen – Präsentationen an Tagungen, z.B. zu Pilotprojekten
Privatwirtschaft	
Kraftwerke	– Teilnahme an Tagungen, v.a. an Erfahrungsaustauschen – Präsentationen an Tagungen, z.B. zu Pilotprojekten
Fachbüros	– Teilnahme an Tagungen, v.a. Erfahrungsaustauschen – Präsentationen an Tagungen, z.B. zu Pilotprojekten – Erarbeitung/Begleitung von Studien, z.B. der Vollzughilfe
Verbände	
Verbände in der Schweiz	
Fiber (Schweizerische Fischereiberatungsstelle)	**Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung von Veranstaltungen zu Fischgängigkeit und Gewässerraum
SWV (Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband)	**Rolle** – Herausgabe von Fachartikeln zu umgesetzten Forschungsprojekten in der Zeitschrift WEL **Beispiel im Bereich Geschiebe** – Vereinzelte Durchführung von KOHS-Tagungen **Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung von Fachtagungen, Hauptversammlung mit begleitender Tagung

[8] Die Übersicht basiert auf den Ausführungen in den Kapiteln 4 bis 7 und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weitere wichtige Forschungsinstitutionen sowie Behörden im Ausland sind in der separaten Beilage enthalten.

Akteur / Institution	Beschreibung / Aktivitäten
Wasser-Agenda 21	**Beispiel** – Web-Plattform www.plattform-renaturierung.ch (bezüglich Sanierung Wasserkraft noch wenig ausgebaut) **Beispiele im Bereich Schwall und Sunk** – Durchführung der etablierten Erfahrungsaustausche – Durchführung von Fachtagungen unter Einbezug von ausländischem Wissen **Beispiel im Bereich Geschiebe** – Durchführung von wenig etablierten Erfahrungsaustauschen **Beispiele im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung von etablierten Erfahrungsaustauschen – Durchführung von Fachtagungen unter Einbezug von ausländischem Wissen
Kleinere Verbände	– Durchführung von Generalversammlungen mit teilweisen Informationen zur Sanierung Wasserkraft
Verbände im Ausland	
American Fisheries Society	**Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung der Veranstaltung «Annual Meeting»
DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft)	**Beispiele im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung der DWA-Tagungen – Herausgabe der DWA-Richtlinien zur technischen Ausgestaltung des Fischaufstiegs
ECRR (European Centre for River Restoration)	**Beispiel im Bereich Geschiebe** – Durchführung der European River Restoration Conference
EGU (European Geosciences Union)	**Beispiel im Bereich Geschiebe** – Durchführung des Annual General Assembly
Fish passage	**Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung der Veranstaltung «Fish Passage»
Gravel Bed Rivers and Disaster	**Beispiel im Bereich Geschiebe** – Durchführung von Gravel Bed Rivers Workshops
IKSR (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins)	**Beispiele im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung von Workshops – Gewährleistung eines internationalen Austausches
River Flow	**Beispiel im Bereich Geschiebe** – Durchführung der River Flow Conferences
Es gibt viele weitere Verbände im Ausland, die «Conferences» anbieten, auch im Bereich Schwall-Sunk. Bei diesen Konferenzen gibt es oft eine Hydropeaking (Schwall-Sunk) Special Session.	
Umweltorganisationen	
WWF	**Beispiel im Bereich Geschiebe** – Erarbeitung und Veröffentlichung von Factsheets
Wissenschaft	
Eawag (Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs)	**Beispiele im Bereich Geschiebe** – Erarbeitung von Merkblättern – Kurs im Jahr 2017 zu den Merkblättern ist in Planung
Hepia (Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève)	**Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – CAS Poissons d'eau douce d'Europe Ecologie et gestion (nicht spezifisch zu Sanierungsmassnahmen bei Kraftwerken)

Akteur / Institution	Beschreibung / Aktivitäten
VAW (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich)	**Beispiel im Bereich Schwall und Sunk** – Jährliche Veranstaltung zu numerischen Modellierungen im Wasserbau **Beispiel im Bereich Geschiebe** – Durchführung von vereinzelten Tagungen **Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – Durchführung von vereinzelten Tagungen
WSL (Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft des ETH-Bereichs)	**Beispiel im Bereich Geschiebe** – Durchführung von vereinzelten Tagungen
ZHAW (Forschungsgruppe Ökohydrologie der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften)	**Beispiele** – CAS Phytobenthos (nicht spezifisch zu Sanierungsmassnahmen bei Kraftwerken) – CAS Makrozoobenthos (nicht spezifisch zu Sanierungsmassnahmen bei Kraftwerken) – Es ist ein neuer Master-Studiengang im Aufbau. In diesem Zusammenhang wird es sehr wahrscheinlich die Möglichkeit geben, in einem der Module die Thematik der «Sanierung Wasserkraft» zu vertiefen. **Beispiel im Bereich Schwall und Sunk** – Mitorganisation (zusammen mit BAFU und WA21) der internationalen Fachtagung «Sanierung der Auswirkungen von Schwall und Sunk» **Beispiel im Bereich Fischgängigkeit** – CAS Süsswasserfische Europas Ökologie & Management (nicht spezifisch zu Sanierungsmassnahmen bei Kraftwerken)

2.3.2 Bedürfnisse bezüglich der Wissensvermittlung

Die wichtigsten Bedürfnisse gemäss den befragten Akteuren hinsichtlich der Wissensproduktion sind…

- Schaffung eines Angebots an Kursen, z.B. spezifischer Nachdiplomkurs, mehrtägiger Kurs etc.
- Einbezug und Transfer von internationalem Wissen
- Vermittlung der Erfahrungsaustausche und auch sonstiger Tagungen und Kurse in französischer Sprache
- Kondensierte Aufbereitung, zeitnahe Sammlung sowie Verfügbarmachung von Informationen aus Pilot-, Forschungsprojekten etc.
- Zentraler Austausch von Projektinformationen, Monitoring-Ergebnissen etc., z.B. über eine Plattform mit einer Projektdatenbank
- Wissenstransfer von Erkenntnissen aus der Umsetzung sowie aus den Erfolgskontrollen der ersten Pilotanlagen

2.3.3 Folgerungen und Lücken bei der Wissensvermittlung

Veranstaltungen werden zurzeit hauptsächlich durch Wasser-Agenda 21 in Form von Erfahrungsaustauschen organisiert und durchgeführt. Während bei den Bereichen Schwall und Sunk sowie Fischgängigkeit die Erfahrungsaustausche bereits etabliert sind, befinden sich diese beim Bereich Geschiebe noch im Aufbau. Darüber hinaus bieten auch Verbände vereinzelt Veranstaltungen an. Diese weisen aber i.d.R. keinen direkten Bezug zur Sanierung Wasserkraft auf. In den Interviews wurde angemerkt, dass die Tagungen insbesondere hinsichtlich eines internationalen Wissenstransfers auszubauen sind. Wiederholt wurde zudem gewünscht, dass mehrtägige Kurse oder Nachdiplomlehrgänge zur Wissensvermittlung angeboten werden.

Des Weiteren gibt es eine Vielzahl von Publikationen und Studien zu den drei Bereichen. Dabei sind insbesondere die Vollzugshilfen relevant, die die Methoden zur Massnahmenplanung, -umsetzung und -kontrolle aufzeigen und auf den aktuellen Stand der Technik und des Wissens hinweisen. Deshalb ist es zentral, dass die zurzeit noch ausstehenden Vollzughilfen zum Bereich Geschiebe und Fischgängigkeit bald herausgegeben werden. Eine koordinierte Plattform könnte die Akteure unterstützen, um sich z.B. in der Fülle von Informationen zurechtzufinden.

2.4 Wissensanwendung

2.4.1 Laufende Aktivitäten in der Wissensanwendung

Während es für die Bereiche Fischabstieg sowie Schwall und Sunk noch kaum Erfahrungen im Rahmen der Sanierung Wasserkraft gibt, wurden für den Fischaufstieg bereits Anlagen gebaut und für das Geschiebe Massnahmen umgesetzt. Die bisher durchgeführten Massnahmen dienten hauptsächlich der Wissensproduktion. Diese sind deshalb in der Abbildung 2-3 zu den laufenden Aktivitäten in der Wissensproduktion aufgeführt.

Qualität des Fachwissens

Basierend auf der Auswertung der Interviews zeigt sich, dass über alle Bereiche ein ähnlicher Stand bzgl. der Qualität des vorherrschenden Fachwissens besteht. Gemäss den Interviewten gibt es in der Schweiz nicht viele Akteure, die das nötige Fachwissen für eine erfolgreiche Sanierung der Wasserkraft haben. Es gibt vereinzelt Umweltverbände und Fachbüros, die ein angemessenes Fachwissen haben und sich auch entsprechend weiterbilden. Über alle Akteure betrachtet verläuft die Spannbreite zwischen ungenügend bis gut.

- Kraftwerke: Die grossen Kraftwerke wie BKW (inkl. KWO), Axpo etc. haben ein Umweltteam mit Fachleuten, die für die Umsetzung und Planung der Sanierungen zuständig sind und auch ein gutes Wissen haben. Bei den kleineren Kraftwerken sind die Ressourcen für den Aufbau einer entsprechenden Abteilung in der Regel nicht vorhanden und folglich ist das vorhandene Wissen i.d.R. ungenügend. Diese Kraftwerke werden ein Fachbüro beiziehen müssen.

- Fachbüros: Es gibt ein paar wenige sehr gute Büros, die sich mit einer Sanierung erfolgreich auseinandersetzen können. Die anderen Fachbüros haben weniger Fachwissen, beschäftigen sich nur mit einem spezifischen Thema, z.B. Fischbiologie, d.h. es fehlt an bereichsübergreifendem Wissen oder an Erfahrung.

  Es ist zurzeit unklar, ob die Anzahl vorhandener Fachbüros ausreicht, um die in Zukunft anstehenden Projekte zu bearbeiten. Es wird Ausbildungen und Kurse brauchen bzw. bestehende Kurse sind auszubauen, damit neue Büros einen Einstieg finden und ein Wissenstransfer von den erfahrenen Mitarbeitern zu den noch jüngeren Mitarbeitern stattfindet.
- Bund: Beim BAFU ist ein bestimmtes Fachwissen vorhanden. Zudem hat das BAFU einen guten Überblick darüber, welche Akteure involviert und betroffen sind sowie über die Geschehnisse. Gemäss den Aussagen des BAFU versucht das Amt, an zentralen Tagungen auch im Ausland anwesend zu sein und wichtige Dokumente zu besitzen, sodass das BAFU bzgl. Wissensstand nicht abhängt wird und die notwendigen Kenntnisse hat.
- Kantone: Der Wissensstand der Kantone wird als sehr heterogen beurteilt. Während grössere Kantone, z.B. Kanton Zürich, über Fachspezialisten verfügen, sind die notwendigen Ressourcen und entsprechend auch das Fachwissen in oftmals kleineren Kantonen i.d.R. nicht vorhanden. Das hat zur Folge, dass die weniger gut informierten Kantone von den Fachbüros oder auch vom Wissen der grösseren Kraftwerke abhängig sind. D.h. es könnte in diesen Kantonen passieren, dass die Anlagen ungenügend saniert werden – z.B. wenn die Fachbüros auch nicht über das notwendige Wissen verfügen – und der Bund zu spät involviert wird. Des Weiteren zeigt sich die Tendenz, dass die kantonalen Behörden je nach verfügbaren Ressourcen und Zeit ihr Wissen nur mittels der Vollzugshilfen des Bundes und der Erfahrungsaustausche von Wasser-Agenda 21 aufbauen und weiterentwickeln.

2.4.2 Bedürfnisse bezüglich der Wissensanwendung

Es gibt verschiedenes Wissen, das für alle Bereiche benötigt wird:

- Orts- bzw. Einzugsgebiets-Kenntnisse:
  - Lokale Ortskenntnisse und anlagenspezifisches Wissen
  - Falls in einem Einzugsgebiet verschiedene Sanierungen durchzuführen sind, sind diese aufeinander abzustimmen und zu koordinieren.
- Systemwissen: Zusammenhänge von Hydrologie, Morphologie, Ökologie
- Interdisziplinäres Wissen: Biologie, Wasserbau etc.
- Angewandtes Wissen: Aus abgeschlossenen Projekten können bestenfalls Erfahrungen und Erkenntnisse für neue Projekte abgeleitet werden, z.B. über erfolgreiche oder nicht erfolgreiche Sanierungsmassnahmen. Zudem lassen sich Aussagen zum derzeit geltenden Stand der Technik und des Wissens machen.
- Methodisches Wissen: In den Bereichen Geschiebe, Schwall/Sunk und Fischgängigkeit werden vom Bund Vorgaben zur Umsetzung der Massnahmen, zu Bemessungsmethoden und zum Nachweis benötigt. Es wird erwartet, dass diese Informationen mit der Publikation des Moduls «Umsetzung der Massnahmen» aus der Vollzughilfe vermittelt werden. Für

komplexere Projekte ist jedoch ein vertieftes und umfassenderes Fachwissen notwendig, als dies in der Vollzugshilfe vermittelt werden kann.

- Rechtliches Wissen: Die rechtlichen Grundlagen müssen bekannt sein und interpretiert werden können. Ein Beispiel ist die Definition einer wesentlichen Beeinträchtigung: Gemäss Gewässerschutzgesetz sind künstliche Änderungen, welche die einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume wesentlich beeinträchtigen, von den Inhabern von Wasserkraftwerken zu verhindern oder zu beseitigen. Es gibt keine exakte Definition, wie wesentliche Beeinträchtigungen bemessen werden.

2.4.3 Folgerungen und Lücken bei der Wissensanwendung

Während es für die Bereiche Fischabstieg sowie Schwall und Sunk noch kaum Erfahrungen im Rahmen der Sanierung Wasserkraft gibt, wurden für den Fischaufstieg bereits Anlagen gebaut und für das Geschiebe Massnahmen umgesetzt. Nichtsdestotrotz wurde in den Interviews eine Einschätzung zum vorherrschenden Fachwissen der betroffenen Akteure gemacht: Grundsätzlich ist das vorhandene Fachwissen stark personenabhängig. Die Spannbreite verläuft über alle Akteure betrachtet zwischen ungenügend bis gut. Es wurde darauf hingewiesen, dass Kraftwerke, Bund und Kantone v.a. über ein Prozessverständnis und eine gewisse Sensibilisierung für die Thematik verfügen müssen. Dieses Wissen kann z.B. im Rahmen von mehrtägigen Kursen vermittelt und vertieft werden.

Demgegenüber benötigen insbesondere die beauftragen Fachbüros ein spezialisiertes Wissen, damit die Sanierungen erfolgreich durchgeführt werden können. Bei den Fachbüros liegt somit der entscheidende Hebel. Es ist deshalb u.a. sicherzustellen, dass die Büros über das nötige Wissen verfügen, z.B. indem spezifische Nachdiplomkurse angeboten werden, und dass es genügend Fachbüros für die Bearbeitung der zukünftig anstehenden Projekte gibt.

2.5 Fazit: Gute Voraussetzungen vorhanden, aber weiterhin Lücken feststellbar

Stark vereinfacht lassen sich die Einschätzungen basierend auf den Informationen der Befragten, die sich in weiten Teilen einig waren, sowie eigenen Abklärungen, wie folgt zusammenfassen:

Abbildung 2-5: Zusammenstellung der Ergebnisse

	Schwall/Sunk	Geschiebe	Fischgängigkeit Aufstieg / Abstieg
Wissensproduktion (in der Schweiz)	◈◈◈	◈◈	◈◈ / ◈◈◈
Wissensvermittlung	◈◈	◈◈◈	◈◈ / ◈◈
Wissensanwendung	◈◈	◈◈	◈ / ◈◈

Legende: Handlungsbedarf ◈◈◈ gross
◈◈ mittel
◈ klein

Es ist somit in allen drei Fachbereichen und auf allen Stufen (von der Wissensproduktion über die -vermittlung und die -anwendung) noch Handlungsbedarf vorhanden. Die grössten Lücken bestehen in der Wissensproduktion bezüglich Schwall-Sunk und Fischabstieg sowie in der Wissensvermittlung zum Thema Geschiebe.

Es kann festgestellt werden, dass im Bereich der Wasserkraftsanierung in der Schweiz grundsätzlich eine gute Ausgangslage vorliegt,

- weil in der Schweiz genügend Grundkenntnisse vorhanden sind, um mit den ersten Sanierungsprojekten zu beginnen
- weil die ersten Sanierungsprojekte genutzt werden, um die bestehenden Kenntnisse anzureichern und auszubauen
- weil klare Anforderungen und Fristen für die Sanierung bestehen
- weil die Sanierungsprojekte vollständig finanziert werden
- weil der Handlungsbedarf – die Schliessung der Lücken bei der Wissensproduktions- und -vermittlung – breit anerkannt ist
- weil es bereits zahlreiche Organisationen gibt, die sich aktiv und konstruktiv um die Koordination und den Wissenstransfer bemühen, und insbesondere mit Wasser-Agenda 21 bereits eine breit abgestützte Plattform besteht

Umgekehrt muss festgestellt werden, dass bisher der Aufbau und die Koordination einer praxisorientierten Forschung ungenügend gelungen ist und der Wissenstransfer auf verschiedene Akteure aufgeteilt ist, aber nicht gesamthaft koordiniert wird. Es geht darum, die prinzipiell hervorragende Ausgangslage besser zu nutzen und die Lücken in der Wissensproduktion und -vermittlung konsequent zu schliessen.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Einordnung der Ergebnisse stichwortartig begründet.

Abbildung 2-6: Begründung der Ergebnisse

	Alle Bereiche	Schwall/Sunk	Geschiebe	Fischgängigkeit
Wissensproduktion	Wichtigste Lücken: – Zu wenig Anreize und zu kleine Bedeutung der angewandten Forschung – Übergeordnete Betrachtungsweise über alle drei Bereiche	– Die Vollzugshilfe gibt ein mögliches Vorgehen vor, ist aber noch kaum erprobt. Es gibt noch kaum Erfahrungen zur Sanierung und zu den übergeordneten Auswirkungen. – In der Schweiz wird Wissen produziert, aber die Erfahrungen aus dem Ausland sind mindestens ebenso wichtig. – Verschiedene Fragestellungen sind noch offen. Beim BAFU liegt eine Liste mit offenen Fragen vor.	– Das Grundlagenwissen zur Gewässerökologie, Flussbau etc. und zu bestehenden Methoden ist vorhanden. Ausstehend ist v.a. das Wissen zur Messung des Geschiebetransports. – Es gibt Forschungstätigkeiten, z.B. an der VAW, WSL, EPFL, Eawag, aber es wird noch immer zu wenig über konkrete Sanierungsprojekte geforscht. – Verschiedene Fragestellungen sind noch offen. Beim Programm «Wasserbau und Ökologie» liegt eine Frageliste des BAFU vor.	– Für den Bau von Fischaufstiegsanlagen ist Wissen vorhanden. Aber es gibt Wissenslücken v.a. zum Fischverhalten und zu den Vorgängen im Unterwasser. – Für den Fischabstieg v.a. bei grossen Kraftwerken besteht ein Wissensdefizit, z.B. zum Verhalten der Fische. – Verschiedene Fragestellungen sind noch offen. Beim BAFU liegt eine Liste mit offenen Fragen vor. – Auf Hochschulniveau fehlt eine entsprechend ausgerichtete Forschungsgruppe, aufgrund dessen viele Forschungsaufträge durch Fachbüros erarbeitet werden. – Im Ausland besteht Forschung, der Transfer in die Schweiz ist mangelhaft.
Wissensvermittlung	Wichtigste Lücken: – Wissenstransfer von Erkenntnissen aus der Umsetzung sowie Erfolgskontrolle der ersten Pilotanlagen – Kurse z.B. Erläuterung von Indikatoren zu Schwall und Sunk – Transfer von internationalem Wissen	Es gibt eine Tradition von Veranstaltungen und eine Zusammenstellung über aktuelle Grundlagen. Es fehlt v.a. eine Sammlung mit guten Beispielen. Bei den Wissensvermittlungsangeboten ist der interdisziplinäre Ansatz wichtig.	Es gibt wenige Veranstaltungen. Es fehlen v.a.: – Erfahrungsaustausche – Modul zur Umsetzung der Massnahmen – Sammlung mit guten Beispielen	Die Erfahrungsaustausche sind ein etabliertes Angebot. Es fehlen v.a.: – Vermittlung der Forschungsergebnisse – Transfer von internationalem Wissen – Modul zur Umsetzung der Massnahmen
Wissensanwendung	Die Zahl kompetenter Fachbüros (Wissensanwender) ist gering. Wichtigste Unklarheiten in der Praxis: – Bestimmung Referenzzustand – Umgang, Kontrolle übergeordneter Auswirkungen – Definition Verhältnismässigkeit	– Gut, denn in der Vollzugshilfe sind Indikatoren zur Messung der Effekte aufgeführt. – Allerdings besteht eine Lücke beim Zusammenspiel und der Abhängigkeiten der verschiedenen Indikatoren. – Die Herausforderungen bestehen eher in der fachgebietsübergreifenden Zusammenarbeit und bei den grossräumigen Auswirkungen von Schwall/Sunk-Ereignissen.	– In der Praxis ist das Grundlagenwissen bekannt, aber es gibt noch grosse Unsicherheiten, z.B. zur erforderlichen Geschiebefracht, zum Zusammenhang zwischen Geschiebe und Ökologie und wie mit den Unsicherheiten umgegangen werden kann. – Zudem stehen für Projekte noch kaum Werkzeuge zur Verfügung.	– Für den Fischaufstieg bestehen vergleichsweise ausreichende Grundlagen, die auch gut angewendet werden. – Es gibt Lücken z.B. bzgl. des Fischverhaltens im Unterwasser (Aufstieg) und Oberwasser (Abstieg) und bzgl. Massnahmen zum Fischabstieg bei grossen Anlagen.

	Alle Bereiche	Schwall/Sunk	Geschiebe	Fischgängigkeit
Besonders wichtige thematische Lücken		– Zusammenhänge / Wechselwirkungen zwischen Morphologie, Hydraulik und Hydrobiologie in grossen Gewässerabschnitten – (längerfristige) Auswirkungen / Wirksamkeit	– Auswirkungen der Reaktivierung von Geschiebe z.B. auf die Gewässerökologie und dafür notwendiges technisches Wissen – Geschiebemessung / Monitoring	– Fischverhalten – Fischabstieg – Monitoring

3 Handlungsempfehlungen

Die hergeleiteten Handlungsempfehlungen sind nach den Ebenen Wissensproduktion (Abschnitt 3.1), Wissensvermittlung (Abschnitt 3.2) sowie übergreifender, flankierender Massahmen (Abschnitt 3.3) geordnet und sind bereichsübergreifend zu verstehen, d.h. sie gelten für alle drei Bereich Schwall und Sunk, Geschiebe sowie Fischgängigkeit, und richten sich an verschiedene zentrale Akteure der Sanierung Wasserkraft. Die Handlungsempfehlungen wurden im Rahmen des Experten-Workshops priorisiert und zum Teil konkretisiert und ergänzt. Weitere, als weniger prioritär eingestufte Massnahmen sind jeweils in einem zweiten Abschnitt ebenfalls aufgeführt. Ecoplan teilt die Einschätzungen zu den Prioritäten, wie sie am Workshop erarbeitet wurden. Die folgenden Massnahmen wurden als prioritär beurteilt:

- Wissensproduktion:
  - Die **nationalen Forschungsinstitutionen** sollen sich verstärkt **engagieren**. Dafür kann es notwendig sein, dass diese stärker zu unterstützen sind (vgl. Massnahmen P1 in Abschnitt 3.1.1). Schlussendlich ist das Ziel, dass Kompetenzzentren zur Sanierung Wasserkraft aufgebaut und betrieben bzw. gestärkt werden.
  - Des Weiteren sollen die Forschungslücken mithilfe der **Auftragsforschung** geschlossen werden (vgl. Massnahme P2 in Abschnitt 3.1.1).
- Wissensvermittlung:
  - Im Vordergrund steht die Einführung eines **Wissensaustausches in Kleingruppen**, auch Community of Practice (CoP) gennant (vgl. Massnahme V1 in Abschnitt 3.2.1).
  - Nebstdem soll die Wissensvermittlung mithilfe eines **Angebots an Aus- und Weiterbildungskursen** zu wichtigen Methoden und Vorgehensweisen gestärkt werden (vgl. Massnahme V2 in Abschnitt 3.2.1).
- Übergreifende und flankierende Massnahmen:
  - Eine Basis für viele Verbesserungsvorschläge ist die bessere Koordination und Vernetzung von Forschung und Praxis. Eine Koordinationsstelle bzw. **Koordinationsplattform** ist daher eine zentrale übergreifende Massnahme (vgl. Massnahme Ü2 in Abschnitt 3.3.1).
  - Als weitere übergreifende Massnahme wird vorgeschlagen, Beiträge konsequent an **weitere Anforderungen** zu knüpfen (vgl. Massnahme Ü1 in Abschnitt 3.3.1) z.B., dass die Zugänglichkeit zu Berichten und Daten sicherzustellen ist.

3.1 Wissensproduktion

Die Handlungsempfehlungen für die Wissensproduktion und die darin bzw. die möglichen Aktivitäten sind nachfolgend erläutert.

3.1.1 Prioritäre Massnahmen

P1) Nationale Forschungsinstitutionen unterstützen / Kompetenzzentren schaffen

Angesprochen sind v.a. das BAFU sowie auch die Kantone, Wasser-Agenda 21 und Universitäten / Fachhochschulen (vgl. auch Abbildung 3-2).

Es werden bereits nationale Forschungsinstitutionen unterstützt, z.B. im Programm «Wasserbau und Ökologie». Ein Defizit zeigt sich insbesondere beim Bereich Fischgängigkeit und Schwall und Sunk. Ziel ist daher der Aufbau und Betrieb bzw. die Stärkung von Kompetenzzentren spezifisch zur Sanierung Wasserkraft. Folgende Stossrichtungen könnten – auch kombiniert – in Frage kommen: [9]

– Finanzielles Sponsoring: Professur und/oder Forscherteams finanziell sponsern. Gemäss «Aktionsplan Koordinierte Energieforschung Schweiz» [10] muss für den Aufbau eines Forschungsteams an einer Institution des ETH-Bereichs im Durchschnitt mit Kosten von 2 Mio. CHF pro Team und Jahr gerechnet werden.
– Einfluss auf ETH-Bereiche: Die Überzeugungsarbeit bzw. den Einfluss bei Eawag, ETHZ und EPFL erhöhen und einen stärkeren Fokus auf die Sanierung Wasserkraft erreichen.
– Aufbau Forschungsgruppe: Eine bereichsübergreifende Forschungsgruppe (z.B. bestehend aus einer Professur und einem Team mit ca. drei festangestellten Mitarbeitern und Doktoranden) aufbauen. Es ist wichtig, dass auch internationales Wissen eingeholt und einbezogen wird. In einem zweiten Schritt wäre denkbar, ein neues Institut bestehend aus verschiedenen Fachleuten zu schaffen. Die Koordination bzw. der Lead der Forschungsgruppe (oder auch einer Institution) ist festzulegen. Diesbezüglich liegt das Problem hauptsächlich bei den verfügbaren Ressourcen. Das VAW wäre grundsätzlich interessiert, den Lead zu übernehmen, bräuchte aber entsprechende finanzielle Mittel. Gemäss den Experten am Workshop wird erwartet, dass die Finanzierung v.a. durch den Bund erfolgen soll.

P2) Ausgewählte Wissenslücken durch Auftragsforschung schliessen

Angesprochen sind v.a. das BAFU sowie die Kantone, Kraftwerke, Fachbüros und Universitäten / Fachhochschulen (vgl. auch Abbildung 3-2).

– Umgesetzte Massnahmen erforschen: Die umgesetzten Massnahmen (Sanierungsprojekte) sollen vermehrt für Forschungszwecke genutzt werden. Abgesehen von der Erforschung sollen die umgesetzten Massnahmen aber auch für den Lernprozess bzw. für die Wissensproduktion verwendet werden. Die Umsetzung dieser Handlungsempfehlung soll gemäss den Workshop-Teilnehmenden möglichst bald beginnen. Die Finanzierung könnte z.B. über einen Finanzierungstopf erfolgen (siehe Punkt weiter unten).
– Forschungsaufträge ausschreiben: Forschungsaufträge zur Schliessung von Lücken ausschreiben und vergeben.

[9] Vgl. auch die Strategien für Kompetenzzentren im Energiebereich: SBF (2012), Aktionsplan Koordinierte Energieforschung Schweiz.

[10] SBF Staatssekretariat für Bildung und Forschung (2012), Aktionsplan Koordinierte Energieforschung Schweiz.

- Informationen herausgeben: Informationen über (anstehende) Projekte soll der Bund frühzeitig herausgeben, damit die Wissenschaft Kenntnisse darüber hat und allenfalls die Projekte begleiten kann.
- Forschungsaufträge koordinieren: Die geplanten Forschungsaufträge mittel- und langfristig koordinieren (Mehrjahresprogramm).
- Mittel für Auftragsforschung: Die Mittel in der Auftragsforschung erhöhen durch bessere Nutzung bestehender und evtl. neuer Quellen:
  - Forschungstopf: Für die Erfüllung des Gesetzesauftrags einen Forschungstopf bestehend aus Geldern von Swissgrid und allenfalls von Bund (z.B. allgemeine Finanzmittel für Forschungen des BAFU), Kraftwerken etc. bilden. Die finanziellen Mittel werden entweder bottom-up für Projekte oder an die Leitung eines Kompetenzzentrums vergeben.[11]
  - Überblick Finanzierungstöpfe: Einen Überblick über mögliche Finanzierungstöpfe schaffen und öffentlich zugänglich machen evtl. in Zusammenarbeit mit der KTI.

3.1.2 Weitere Massnahmen

P3) Forschung: kooperieren und vernetzen

Angesprochen sind v.a. das BAFU und die Universitäten / Fachhochschulen sowie auch die Wasser-Agenda 21 und Fachbüros (vgl. auch Abbildung 3-2).

- Langjähriges Forschungsprogramm: Im Rahmen einer Begleitgruppe bestehend aus den wichtigsten Akteuren von Behörden, Praxis und Wissenschaft gemeinsam ein langjähriges praxisorientiertes Forschungsprogramm entwickeln. Dabei ist insbesondere auch auf die zeitlichen Fristen achtzugeben, d.h. bis wann die Erkenntnisse für die Planung der Sanierungsmassnahmen vorliegen können.
- Kooperationen mit ausländischer Forschung: International wird ebenfalls geforscht (insbesondere zu den Bereichen Schwall/Sunk sowie Fischgängigkeit), sodass sich ein verstärkter Austausch zwischen den Forschenden oder den zuständigen staatlichen Stellen anbietet. Dadurch können Synergien erzeugt, Doppelspurigkeiten vermieden sowie die Forschungseffizienz gesteigert werden. Ein erster Schritt wäre, eine Kontaktliste mit den zuständigen Institutionen und Personen im Ausland zu erstellen. Weitere Elemente könnten z.B. sein: Durchführung von Kongressen vermehrt mit hochkarätiger ausländischer Beteiligung (z.B. entsprechend der Fachtagung Schwall und Sunk im Oktober 2016), systematische Auswertung («Screening») und Aufbereitung ausländischer Forschungsprojekte und -ergebnisse.
- Nationale Kooperation und Koordination: Hierzu sind verschiedene sich ergänzende Elemente denkbar, die sowohl die Zusammenarbeit zwischen Forschungsakteuren als auch mit der Praxis verstärken können:

[11] Swissgrid verfügt über Mittel für die Finanzierung von vertieften Abklärungen zu national relevanten Umsetzungsfragen und zu einzelnen projektspezifischen Sanierungsfragen.

- Koordinationsstelle: Die Koordination der Forschung muss in aller Regel aktiv erfolgen und setzt eine entsprechende Stelle (Person oder Institution oder Team) voraus. Eine solche Koordinationsstelle bzw. Leitungsteam könnte z.B. bei WA21[12] angesiedelt sein und von einem Kernteam bzw. einer Arbeitsgruppe begleitet werden (z.B. aus BAFU, KVU[13] und Forschungsvertretung). Das Kernteam könnte sich z.B. der strategischen Planung, dem Setzen von Themenschwerpunkten, der Begleitung von Projekten, der Reflexion und Diskussion von Resultaten sowie der Erarbeitung von Empfehlungen annehmen (vgl. auch Kapitel 3.3, Ü2). [14]
- Forschungsgruppe: Eine (angewandte) Forschungsgruppe aufbauen, z.B. an ZHAW (vgl. auch P1 «Aufbau und Betrieb von Kompetenzzentren»).
- Übersicht Forschungsinstitutionen und -projekte: Eine Übersicht über die Forschungsakteure und -institutionen, die in der Schweiz im Bereich Sanierung Wasserkraft tätig sind, erstellen (kann auch Internet-basiert sein). Die Übersicht ist regelmässig zu aktualisieren und mit den laufenden grösseren Forschungsprojekten zu vervollständigen.
- Vernetzung Forschung und Praxis: In regelmässigen Abständen die Forschung unter sich und mit der Praxis vernetzen, relevante Forschungsthemen und -vorhaben präsentieren und diskutieren sowie den Forschungsbedarf aus Sicht der Kraftwerke sowie der öffentlichen Hand identifizieren.[15]
- Forschungsbegleitung: Im Rahmen von kleinen Begleitgruppen (bestehend aus zentralen Akteuren der öffentlichen Hand, Forschung, Kraftwerke, Umweltorganisationen etc.) Diskussionen durchführen, um offene Wissenslücken zu bestimmen und Forschungsaktivitäten abzuleiten, die für die Praxis relevant sind. Die Forschungsbegleitung begleitet ausgewählte Forschungsprojekte, reflektiert und diskutiert das Forschungsdesign, die (Zwischen-)Ergebnisse der Forschungsprojekte und wie die Ergebnisse in die Praxis einfliessen können.
- Einbezug Fachbüros: Die Fachbüros in die Forschung einbeziehen, da sie hinsichtlich der Sanierung Wasserkraft v.a. über ein gutes Praxiswissen verfügen. Dies ist besonders bei den oben erwähnten Elementen «Vernetzung» und «Forschungsbegleitung» wichtig.

P4) Forschungsgelder / -programme nutzen

Angesprochen sind v.a. die Kraftwerke und Universitäten / Fachhochschulen sowie auch das BAFU und die Fachbüros (vgl. auch Abbildung 3-2).

Forschungsgelder und -programme werden bereits heute teilweise genutzt. Das Angebot könnte aber verstärkt in Anspruch genommen werden.

[12] Wasser-Agenda 21

[13] Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz

[14] Siehe auch VSA-Plattform «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen»: https://www.micropoll.ch/plattform/aufbau/ (28.10.2016).

[15] Vgl. dazu auch Regiosuisse, Forschung und Praxis vernetzen. Forschungsmarkt regiosuisse: http://www.regiosuisse.ch/forschung-und-praxis-vernetzen (27.09.2016) sowie STRC Swiss Transport Research Conference: http://www.strc.ch/call (27.09.2016).

– Bestehende Förderangebote nutzen, z.B.:

  - SNF:[16] Der SNF fördert in erster Linie die Grundlagenforschung, aber die Grenze zur anwendungsorientierten Forschung ist zunehmend schwieriger zu definieren. Deshalb fördert der SNF auch Forschungen, die ausgehend von praxisnahen Fragestellungen den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn in den Vordergrund stellen. Der SNF bietet in der Projektförderung die Kategorie «anwendungsorientierte Grundlagenforschung» an.
  - NFP:[17] Im Rahmen eines Nationalen Forschungsprogramms des SNF (z.B. «Nachhaltige Wasserkraft») könnten anwendungsorientierte Projekte koordiniert durchgeführt werden. Während des Workshops wurde darauf hingewiesen, dass die Laufzeit eines NFP ab der ersten Idee i.d.R. 10 Jahre oder länger dauert. Deshalb sind NFPs eher nicht der geeignete Rahmen für Forschungsprojekte zur Thematik «Sanierung Wasserkraft». Des Weiteren wird von Experten vermutet, dass die Thematik in der Tendenz eher zu «eng» ist für ein NFP.
  - KTI:[18] Die KTI ist u.a. in den beiden Förderbereichen «F&E-Projektförderung» sowie «WWT-Support» aktiv. Bei der F&E-Projektförderung unterstützt die KTI Innovationen, indem sie Hochschulen und Unternehmen motiviert, gemeinsam anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchzuführen. Der Förderbeitrag der KTI dient dazu, jährlich die Löhne von ca. 1'000 Forschenden zu bezahlen. Im Rahmen des WTT-Supports fördert die KTI den Wissens- und Technologie-Transfer zwischen den Hochschulen und der Wirtschat, um Innovationsprojekte und Start-up-Ideen auf den Weg zu bringen. InnovationsmentorInnen informieren die Unternehmende über die Fördermöglichkeiten und helfen beim Ausarbeiten von Gesuchen an die KTI. Die Axpo würde sich bereit erklären, an gewissen Flüssen Messungen des Geschiebetransports durchzuführen, z.B. im Rahmen von KTI-Projekten.

P5) Forschungsgrundlagen und -aktivitäten zugänglich machen

Angesprochen sind v.a die. Kraftwerke und Universitäten / Fachhochschulen sowie auch das BAFU, die Fachbüros und Fachverbände (vgl. auch Abbildung 3-2).

– Zugang: Projektinformationen und Daten aus Begleituntersuchungen sowie insbesondere die Grundlagen aus Umsetzungs- und Monitoringprojekten frei zugänglich machen. Die Subventionen an eine solche Anforderung knüpfen. Zudem die Ergebnisse aus den Umsetzungsprojekten stärker nutzen, um weiteres Wissen zu produzieren (z.B. im Bereich Schwall und Sunk). Das Monitoring soll des Weiteren international verknüpft werden. Beispiele für Systeme mit gemeinsam nutzbaren Daten sind:

[16] Vgl. SNF Schweizerischer Nationalfonds, Anwendungsorientierte Grundlagenforschung: http://www.snf.ch/de/derSnf/forschungspolitische_positionen/anwendungsorientierte_grundlagenforschung/Seiten/default.aspx (27.09.2016).

[17] Vgl. SNF, Nationale Forschungsprogramme (NFP): http://www.snf.ch/de/derSnf/auswahlverfahren/nationale_forschungsprogramme/Seiten/default.aspx (05.10.2016) sowie z.B. www.nfp61.ch für das NFP Wasser.

[18] Vgl. KTI Kommission für Technologie und Innovation (2015), Die Förderbereiche der KTI: https://www.kti.admin.ch/kti/de/home/ueber-uns/foerderbereiche.html (27.09.2016).

  - System der hydrologischen Daten und Vorhersagen des BAFU[19], das Informationen u.a. zu Wasserstand und Abflussmenge, Wassertemperatur der verschiedenen Stationen in der Schweiz umfasst.
  - Nationales Bodeninformationssystem NABODAT[20], dessen Ziel es ist, die landesweit verteilten Bodeninformationen zusammenzuführen, zu harmonisieren und für den Vollzug der Bodenschutzgesetzgebung sowie für die politische Entscheidungsfindung aufzuarbeiten. Das Bodeninformationssystem befindet sich zurzeit im Aufbau. NABODAT soll ausschliesslich den Behörden zur Verfügung stehen; für Dritte gelten spezifische Bestimmungen.

– Umsetzungsdatenbank: Eine Umsetzungsdatenbank aufbauen, in der erfasst wird welche Massnahmen an welchen Flüssen umgesetzt werden oder worden sind, um den Vergleich von Projekten und Daten zu erleichtern. Der Projektvergleich ist wichtig, um mehr Gewissheit über Ursache und Wirkungen zu erhalten als aus einem Einzelprojekt und um zu verstehen, weshalb eine Massnahme eine gewisse Wirkung zeigt.
– Synthese: Die Vielzahl der Ergebnisse aus der Forschung und der Praxiserfahrung in einer Synthese zusammentragen.
– Qualitätssicherung der Erfolgskontrollen: Die Arbeiten der Fachbüros und der Wasserkraftwerke durch die Wissenschaft begleiten.

P6) Ausrichtung der Forschung verbessern

Angesprochen sind v.a. das BAFU sowie die Kantone, Kraftwerke und Fachbüros (vgl. auch Abbildung 3-2).

– Offene Fragen bestimmen: Die offenen Fragen bzw. Bedürfnisse der relevanten Akteure (nebst Bund auch z.B. Kantone und Fachbüros) regelmässig in Form von Workshops z.B. im Rahmen der Erfahrungsaustausche von Wasser-Agenda 21 ermitteln. Für die drei Bereiche liegen Fragelisten vor, allerdings fehlt ein längerfristiges Konzept zur Beantwortung.
– Offene Fragen veröffentlichen: Die Liste der offenen Fragen publizieren, sodass darauf basierend Aktivitäten, z.B. Masterarbeiten, ausgelöst werden können.
– Terminplan festlegen: Einen längerfristigen Fahrplan festlegen, damit die Wissenschaft Kenntnisse darüber hat, in welcher Projektphase welche spezifischen Forschungsergebnisse vorliegen sollen.
– Produkte definieren:
  - Neben von Forschungsfragen auch die gewünschten Produkte (z.B. Praxismerkblatt) definieren, sodass der Bund sicherstellen kann, dass die Wissenschaft den gewünschten Output liefert. Zudem basierend auf Forschungsaktivitäten Rückschlüsse ziehen, z.B. für neue Fragestellungen und neue Projekte.

[19] Vgl. BAFU, Gefahren und Warnungen: http://www.hydrodaten.admin.ch/de/ (27.09.2016), BAFU (2015), Wasser: Daten, Indikatoren, Karten: http://www.bafu.admin.ch/wasser/13462/index.html?lang=de (27.09.2016); BAFU (2016), Aktuelle hydrologische Daten kantonaler Fachstellen: http://www.bafu.admin.ch/wasser/13462/13494/15072/index.html?lang=de (27.09.2016),

[20] NABODAT: http://www.nabodat.ch/index.php/de/ (27.09.2016). B

  - Die Aus- und Weiterbildungsangebote von Forschungsinstituten direkt mit den Forschungsaktivitäten verbinden, sodass nebst der Veröffentlichung von Merkblättern etc. auch die Aus- und Weiterbildung von Studenten und Fachbüros als konkretes Ziel der Forschung im Fokus steht.
- Förderanreize: Die besten angewandten Papers mit einem Preis auszeichnen.

Abbildung 3-1 enthält eine Zusammenstellung der Lücken (Zeilen) und der Handlungsempfehlungen (Spalten). Die Übersicht zeigt, mit welchen Handlungsempfehlungen die Lücken gefüllt werden können. Dabei werden zwei Signaturen unterschieden:

- ✓✓ Die Handlungsempfehlung leistet einen wesentlichen Beitrag zur Schliessung der Lücke.
- ✓ Die Handlungsempfehlung trägt zur Schliessung der Lücke bei.

Abbildung 3-1: Handlungsempfehlungen für die Wissensproduktion

Handlungsempfehlungen / **Lücken**[21]	P1) Nationale Forschungsinstitutionen unterstützen	P2) Wissenslücken durch Auftragsforschung schliessen	P3) Forschung: kooperieren und vernetzen	P4) Forschungsgelder / -programme nutzen	P5) Forschungsgrundlagen und -aktivitäten zugänglich machen	P6) Ausrichtung der Forschung verbessern
Qualität, Quantität und Koordination						
Fehlende Forschung (v.a. angewandte)	✓✓	✓✓	✓	✓	✓	✓✓
Fehlende Koordination / Abgleich der Forschungstätigkeiten	✓	✓✓	✓✓		✓	✓✓
Unzureichende Anzahl guter Fachbüros			✓			✓
Ausrichtung der Inhalte						
Fehlende übergeordnete Betrachtung	✓✓	✓✓	✓	✓	✓	✓✓
Fehlende Definition der Erfolgskontrolle / Handhabung bei Wechselwirkungen und übergeordneten Auswirkungen	✓	✓✓	✓	✓		✓✓
Fehlende Kenntnisse über langfristige Auswirkungen von Massnahmen	✓	✓✓	✓	✓		✓✓
Fehlende Erfolgskontrollen bei langfristigen Auswirkungen	✓	✓✓	✓	✓		✓✓
Fehlende Definition des Referenz- bzw. Zielzustands	✓	✓✓	✓	✓		✓✓

[21] Die Lücken können dem Teil II «Ausführungen zu den 3 Bereichen» entnommen werden.

Handlungs-empfehlungen / Lücken[21]	P1) Nationale Forschungsinstitutionen unterstützen	P2) Wissenslücken durch Auftragsforschung schliessen	P3) Forschung: kooperieren und vernetzen	P4) Forschungsgelder / -programme nutzen	P5) Forschungsgrundlagen und -aktivitäten zugänglich machen	P6) Ausrichtung der Forschung verbessern
Nutzbarkeit der Ergebnisse						
Fehlende Definition des Stands der Technik und des Wissens bzw. geltende Standards	✓	✓✓	✓		✓	✓✓
Fehlende Zugänglichkeit der Forschungsberichte				✓✓	✓✓	✓
Fehlende Nutzung / Konkretisierung der Berechnungsmodelle	✓	✓	✓	✓		

Wirkung der Handlungsempfehlung auf die Schliessung der Lücke:

- ✓✓ Die Handlungsempfehlung leistet einen wesentlichen Beitrag zur Schliessung der Lücke.
- ✓ Die Handlungsempfehlung trägt zur Schliessung der Lücke bei.

Abbildung 3-2: Relevanz für Umsetzung der Handlungsempfehlung der Wissensproduktion

Relevanz für Umsetzung der Handlungsempfehlung / Handlungsempfehlungen	P1) Nationale Forschungsinstitutionen unterstützen	P2) Wissenslücken durch Auftragsforschung schliessen	P3) Forschung: kooperieren und vernetzen	P4) Forschungsgelder / -programme nutzen	P5) Forschungsgrundlagen und -aktivitäten zugänglich machen	P6) Ausrichtung der Forschung verbessern
BAFU	**XXX**	**XXX**	**XXX**	**XX**	**XX**	**XXX**
Kantone	**XX**	**XX**	**X**	**X**	**X**	**XX**
Wasser-Agenda 21	**XX**	**X**	**XX**	**–**	**X**	**X**
Kraftwerke	**X**	**XX**	**X**	**XXX**	**XXX**	**XX**
Fachbüros	**X**	**XX**	**XX**	**XX**	**XX**	**XX**
Universitäten / Fachhochschulen	**XX**	**XX**	**XXX**	**XXX**	**XXX**	**X**
Fachverbände	**X**	**X**	**X**	**–**	**XX**	**X**
Umweltorganisationen	**X**	**X**	**X**	**–**	**–**	**X**

Potenzieller Beitrag des Akteurs für die Umsetzung der Handlungsempfehlung (z.B. fachliche Mitwirkung, Mitentscheidung, Auftragsvergabe Mitfinanzierung etc.):

- xxx grosser potenzieller Beitrag
- xx mittlerer potenzieller Beitrag
- x kleiner potenzieller Beitrag
- – kein (bis unbedeutender) potenzieller Beitrag

3.2 Wissensvermittlung

Die aufgeführten Handlungsempfehlungen für die Wissensvermittlung sind im Folgenden erläutert. Im Allgemeinen gilt, dass ein Gesamtkonzept für die Wissensvermittlung notwendig ist, welches die Zuständigkeiten, Termine, Vorgehensweise, Zielsetzungen etc. festlegt.

3.2.1 Prioritäre Massnahmen

V1) Wissensaustausch in Kleingruppen einführen:

Angesprochen sind v.a. das BAFU, die Wasser-Agenda 21, die Kraftwerke, die Fachbüros und Universitäten / Fachhochschulen (vgl. auch Abbildung 3-4).

In thematischen und oder regionalen Kleingruppen das praktische Wissen, Erfahrungen und Strategien hinsichtlich der Sanierung Wasserkraft austauschen, aufarbeiten und vernetzen. Solche Kleingruppen werden auch Community of Practice (CoP) genannt. Bei den CoPs handelt sich um ein Format, das relativ kurzfristig realisierbar ist. Bei den CoPs treffen sich 10 bis 20 Fachleute aus verschiedenen Fachrichtungen (auch aus der

Praxis) und diskutieren über ein gemeinsames Problem. Entsprechend können die Themen spezifischer sein kann als z.B. die Vollzughilfe. Die Kleingruppen können z.B. durch Wasser-Agenda 21 im Rahmen eines Erfahrungsaustausches initiiert, moderiert und geleitet werden. Die Ergebnisse werden publiziert.[22]

V2) Aus- und Weiterbildungskurse anbieten:

Angesprochen sind v.a. die Universitäten / Fachhochschulen sowie auch das BAFU (vgl. auch Abbildung 3-4).

Ein spezifisches Kursangebot zur Sanierung Wasserkraft anbieten, z.B. im Rahmen von jährlichen Kursen, Intensivkursen, Peak-Kursen an der Eawag, Nachdiplomstudium wie CAS- oder DAS-Kurse,[23] in der Lehre auf Hochschulebene, spezifische Schulungen zur Anwendung der Vollzugshilfe im Bereich Schwall und Sunk, zu den Methoden im Bereich Schwall und Sunk, zur Erfolgskontrolle im Bereich Fischgängigkeit etc. Die Zielsetzung sollen u.a. der Wissensaustausch und eine Harmonisierung sein. Die Durchführung der Kurse könnte durch Hochschulen oder Fachhochschulen erfolgen. Als Referenten wären auch Vertreter von Fachbüros denkbar.

3.2.2 Weitere Massnahmen

V3) Konzept für Veranstaltungen festlegen:

Angesprochen sind v.a. das BAFU und Wasser-Agenda 21 sowie auch die Universitäten / Fachhochschulen und Fachverbände (vgl. auch Abbildung 3-4).

Ein langfristiges Konzept entwickeln für den Informations- und Erfahrungsaustausch sowie für die Fachtagungen und mit dem Vermittlungsangebot bestehender Verbände, z.B. KOHS, besser koordinieren.

V4) Veranstaltungen ausbauen:

Angesprochen sind v.a. das BAFU und die Wasser-Agenda 21 sowie auch die Kantone, Kraftwerke und Universitäten / Fachhochschulen (vgl. auch Abbildung 3-4).

Das bestehende Angebot an Veranstaltungen zum Informations- und Erfahrungsaustausch sowie Fachtagungen ausbauen (v.a. für den Bereich Geschiebe) und ergänzen z.B. mittels Exkursionen im Feld, Vermittlung von Forschungsergebnissen, spezifischen Instruktionen z.B. zu Indikatoren aus der Vollzughilfe, Vermittlung von internationalem Wissen, intensiverem Austausch zwischen den Kantonen und einem Angebot in französischer und allenfalls italienischer Sprache.

[22] Analog zu regiosuisse, wo sogenannte Wissensgemeinschaften zu bestimmten Themen aufgebaut wurden.

[23] CAS =Certificate of Advanced Studies, DAS = Diploma of Advanced Studies.

V5) Austausch von Forschungswissen und Praxis intensivieren:

Angesprochen sind v.a. die Universitäten / Fachhochschulen sowie auch das BAFU, die Kantone, Kraftwerke, Fachbüros und Fachverbände (vgl. auch Abbildung 3-4).

Den Austausch von Forschungswissen und Umsetzung in der Praxis intensiveren, indem im Rahmen von Veranstaltungen das Forschungswissen für die Umsetzung in der Praxis nutzbar gemacht und die Bearbeitung von praxisrelevanten Themen durch die Wissenschaft angestossen wird, z.B. mittels vertiefenden Workshops zu zentralen Themen.

V6) Dokumentationen bereitstellen:

Angesprochen sind v.a. das BAFU sowie auch Wasser-Agenda 21 (vgl. auch Abbildung 3-4).

- Die Dokumente bzw. Informationen sollen zentral verfügbar sein, z.B. mittels Faktenblättern zu den Fallbeispielen, die auf einer Informationsplattform aufgeschaltet sind (siehe auch V7 Kommunikationsplattform).
- Die fehlenden Module der Vollzugshilfen zu den Bereichen Geschiebe und Fischgängigkeit rasch fertig stellen. Hinsichtlich der Fischgängigkeit ist insbesondere eine Aktualisierung der Best-Practice Beispiele geplant. In diesem Zusammenhang den Stand der Technik und des Wissens für alle Bereiche gegen aussen kommunizieren. Bei der Erarbeitung der Vollzugshilfen sind eine enge Zusammenarbeit auch mit den Forschungsinstituten anzustreben und allenfalls auch neue Erkenntnisse und Methoden einzubauen.
- Checklisten mit Best-Practice-Beispielen in allen Bereichen einführen (betrifft noch Schwall und Sunk sowie Geschiebe) und regelmässig aktualisieren inkl. systematischer Rückspeisung des angewandten Wissens aus Praxiserfahrungen.
- Kondensierte Merkblätter mit den wichtigsten Informationen aus den vorhandenen Checklisten, Vollzugshilfen, Studien und Tagungsunterlagen erstellen. Dieses Dokument könnte z.B. den Kantonen zur Überprüfung dienen, dass bei der Behandlung der Gesuche kein wesentlicher Aspekt vergessen geht. Zudem soll es die Kantone bei der Einreichung von Gesuchen unterstützen, indem Angaben gemacht werden z.B. zur Anzahl Einstieg für die Fische, Art der Fischeinstiege (technisch vs. naturnah) etc.
- In regelmässigen Abständen schriftliche Informationen in Form von Newslettern herausgeben (wie z.B. Newsletter der Plattform mobile service – Plattform für Mobilität)[24].
- Umsetzungsbeispiele aufbereiten, z.B. mittels Übersichtskarte basierend auf Google Maps, Datenbank etc., sowie die Erkenntnisse aus umgesetzten Massnahmen und Ergebnisse aus den Monitorings einfach verfügbar machen.

[24] Vgl. https://www.mobilservice.ch/ (05.10.2016).

V7) Kommunikationsplattform:

Angesprochen sind v.a. das BAFU und Wasser-Agenda 21 (vgl. auch Abbildung 3-4).

Eine internetbasierte Plattform zur Thematik Sanierung Wasserkraft zur möglichst zeitnahen Informationsvermittlung aufbauen, z.B. Ausbau der bestehenden Website www.plattform-renaturierung.ch[25] mit zusätzlichen Elementen wie Projektdatenbank, wo die Projekte aufgeschaltet werden inkl. Ansprechpartner und Umsetzungsbericht, Wissen aus internationalen Monitoring-Ergebnissen, gemeinsam nutzbaren Daten etc. Bei Plattformen sind verschiedene Organisationsformen denkbar von vollständig bundesinternen bis vollständig externen Lösungen. Des Weiteren ist auch der Inhalt der Plattformen festzulegen.

V8) Beratung bei Entwicklung der Sanierungsprojekte sicherstellen:

Angesprochen sind v.a. das BAFU sowie die Kantone (vgl. auch Abbildung 3-4).

Bei grösseren und komplexen Sanierungsprojekten, die eine Signalwirkung auch für andere Projekte haben, das BAFU früh einbeziehen, um sicherzustellen, dass umsetzungsfähige Projekte finanziert und umgesetzt werden können.

In Abbildung 3-3 werden die Lücken und Handlungsempfehlungen zur Wissensvermittlung aufgeführt. Es wird wiederum gezeigt, mit welchen Handlungsempfehlungen die Lücken gefüllt werden könnten. Dafür gilt die gleiche Unterscheidung wie bei der Wissensproduktion:

- ✓✓ Die Handlungsempfehlung leistet einen wesentlichen Beitrag zur Schliessung der Lücke.
- ✓ Die Handlungsempfehlung trägt zur Schliessung der Lücke bei.

[25] Betrieb durch die Wasser-Agenda 21 mit finanzieller Unterstützung des BAFU.

Abbildung 3-3: Handlungsempfehlungen für die Wissensvermittlung

Handlungsempfehlungen / Lücken[26]	V1) Wissensaustausch in Kleingruppen einführen	V2) Aus- und Weiterbildungskurse anbieten	V3) Konzept für Veranstaltungen festlegen	V4) Veranstaltungen ausbauen	V5) Austausch von Forschungswissen und Praxis intensivieren	V6) Dokumentationen bereitstellen	V7) Kommunikationsplattform	V8) Beratung bei Entwicklung der Sanierungsprojekte sicherstellen
Tagungen / Erfahrungsaustausche								
Ungenügendes Tagungsangebot		✓✓	✓✓	✓✓	✓✓			
Zu geringe Tagungshäufigkeit	✓	✓✓	✓✓	✓✓				
Fehlende (interdisziplinäre) Kurse spezifisch zu Sanierung Wasserkraft		✓✓	✓✓	✓	✓✓			
Fehlender Austausch zwischen Kantonen			✓✓				✓✓	
Dokumentationen								
Fehlende Dokumentationen des Bundes je nach Bereich – Vollzugshilfe – Sammlung mit guten Beispielen	✓✓					✓✓		
Fehlende regelmässige schriftliche Informationen	✓✓					✓✓	✓✓	✓
Fehlende Übersicht über vorhandene Merkblätter, Studien, Tagungsunterlagen	✓✓					✓✓	✓✓	
Übergreifend für Wissensvermittlung								
Fehlender interdisziplinärer Ansatz	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓✓	
Fehlende Definition / Messbarmachung der wesentlichen Beeinträchtigungen	✓					✓		
Fehlende Berücksichtigung der Sprachregionen		✓	✓✓	✓✓		✓✓	✓✓	
Fehlender und unkoordinierter Austausch von Wissen – international, national, zwischen den Kantonen	✓✓	✓	✓✓	✓	✓	✓	✓✓	✓

Wirkung der Handlungsempfehlung auf die Schliessung der Lücke:

- ✓✓ Die Handlungsempfehlung leistet einen wesentlichen Beitrag zur Schliessung der Lücke.
- ✓ Die Handlungsempfehlung trägt zur Schliessung der Lücke bei.

[26] Die Lücken können dem Teil II «Ausführungen zu den 3 Bereichen» entnommen werden.

Abbildung 3-4: Relevanz für Umsetzung der Handlungsempfehlung der Wissensvermittlung

Relevanz für Umsetzung der Handlungsempfehlung / Handlungsempfehlungen	V1) Wissensaustausch in Kleingruppen einführen	V2) Aus- und Weiterbildungskurse anbieten	V3) Konzept für Veranstaltungen festlegen	V4) Veranstaltungen ausbauen	V5) Austausch von Forschungswissen und Praxis intensivieren	V6) Dokumentationen bereitstellen	V7) Kommunikationsplattform	V8) Beratung bei Entwicklung der Sanierungsprojekte sicherstellen
BAFU	xx	xx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx
Kantone	x	x	x	xx	xx	–	–	xx
Wasser-Agenda 21	xx	–	xxx	xxx	x	xx	xxx	–
Kraftwerke	xx	–	–	xx	xx	–	–	x
Fachbüros	xx	x	–	–	xx	–	x	x
Universitäten / Fachhochschulen	xx	xxx	xx	xx	xxx	–	x	–
Fachverbände	x	x	xx	x	xx	–	x	–
Umweltorganisationen	x	–	–	–	–	–	–	–

Potenzieller Beitrag des Akteurs für die Umsetzung der Handlungsempfehlung (z.B. fachliche Mitwirkung, Mitentscheidung, Auftragsvergabe Mitfinanzierung etc.):

xxx	grosser potenzieller Beitrag
xx	mittlerer potenzieller Beitrag
x	kleiner potenzieller Beitrag
–	kein (bis unbedeutender) potenzieller Beitrag

3.3 Übergreifende und flankierende Massnahmen

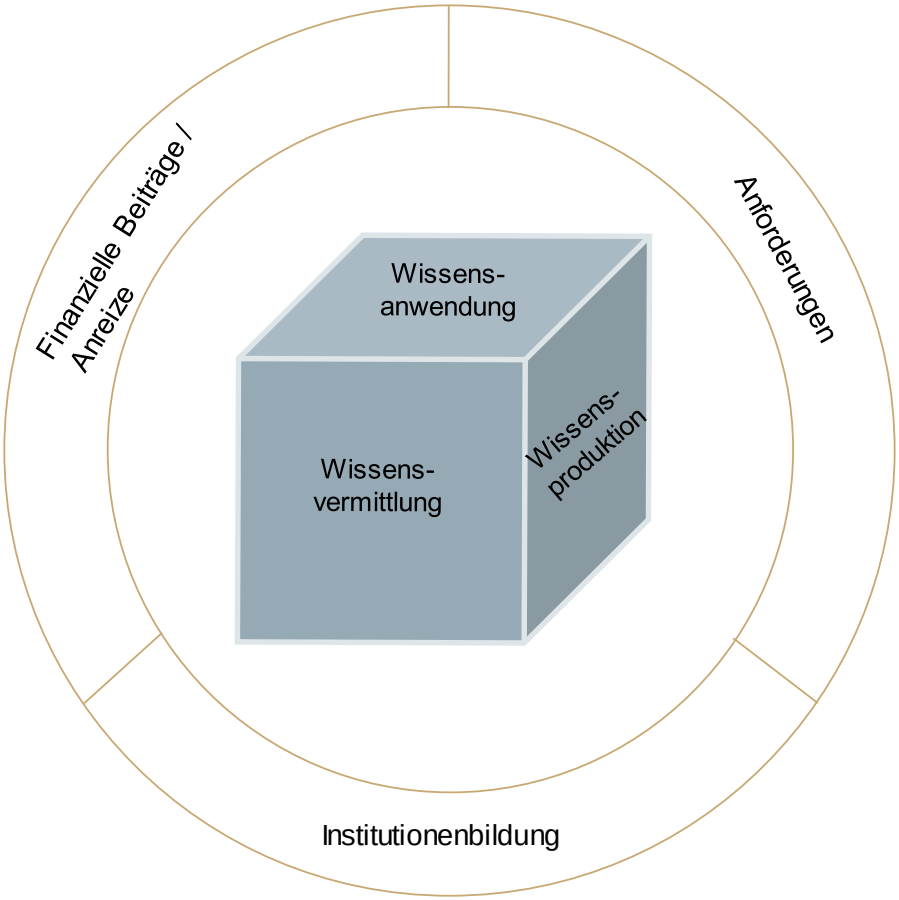
In diesem Kapitel werden einige Massnahmen präsentiert, die für alle drei Sachbereiche bzw. als übergreifende oder flankierende Massnahmen bedeutsam sein könnten.

Dazu gehört die Ausgestaltung des Umfelds bzw. der Rahmenbedingungen für die Wissensproduktion und -vermittlung: Verschiedene Faktoren haben einen Einfluss auf die Wissensproduktion und -vermittlung bzw. deren Umfang, Form, Ausgestaltung, Inhalt etc. Diese Faktoren können zu drei Stossrichtungen bzw. Einflussmöglichkeiten zusammengefasst werden (vgl. auch Abbildung 3-5):

- Finanzielle Beiträge / Anreize,
- Anforderungen sowie
- Institutionenbildung (Trägerschaften, Zusammenarbeitsformen, Koordinationsstellen)

Indem die Rahmenbedingungen in diesen drei – auch kombinierbaren - Stossrichtungen verbessert werden, kann indirekt die Wissensproduktion, -vermittlung und -anwendung gestärkt werden.

Abbildung 3-5: Stossrichtungen / Einflussmöglichkeiten auf die Wissensproduktion, -vermittlung und -anwendung



Einige Beispiele für Steuerungsmöglichkeiten sind nachfolgend aufgeführt:

- Die **Finanzierung** ist grundsätzlich ein wichtiges Thema. Die Sanierungsmassnahmen selbst werden wie in Abschnitt 1.1 erläutert mit Mitteln aus einem Sonderfonds der Netzgesellschaft swissgrid finanziert. Folglich stellt sich die Frage der Finanzierung «nur» noch beim Wissen, wobei selbstverständlich sowohl bei den Sanierungen wie auch im Wissensmanagement bzw. der Forschung auf gute Kosten-Wirksamkeits-Verhältnisse zu achten ist. Entsprechende Handlungsempfehlungen sind bereits in Kapitel 3.1 zur Wissensproduktion beschrieben, sodass hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

3.3.1 Prioritäre Massnahmen

Ü1) Beiträge an Anforderungen knüpfen: Gemäss Gewässerschutzverordnung[27] Art. 41g Abs. 3 und Art. 42c Abs. 4 sowie Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei[28] Art. 9c Abs. 3 sind die Inhaber von Wasserkraftwerken verpflichtet, die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen zu prüfen. Gemäss der Vollzugshilfe zur Finanzierung der Massnahmen[29] sind die Kosten für die Wirkungskontrolle baulicher, betrieblicher und anderer wiederkehrenden Massnahmen nach Art. 39a und 43a GSchG[30] sowie Art. 10 BGF[31] grundsätzlich für die Entschädigung anrechenbar. Die Kantone sind ausserdem gemäss GSchG Art. 83b Abs. 3 verpflichtet, dem Bund alle vier Jahre Bericht über die durchgeführten Massnahmen zu erstatten. An die Beitragsgewährung sind daher konsequent insbesondere folgende Bedingungen zu knüpfen: Monitoring, Evaluation, Zugänglichkeit zu Berichten und Daten. Hierzu sind allenfalls auch Richtlinien zu erlassen, welche den Mindestumfang dieser Untersuchungen festlegen und die Qualität sichern. Die Ergebnisse müssen öffentlich zugänglich sein und sollen in die Wissensproduktion und in eine Projektdatenbank einfliessen. Des Weiteren sollten wenn möglich auch ältere Projekte bzw. deren Umweltberichte veröffentlicht werden.

Ü2) Koordinationsstelle / Koordinationsplattform schaffen: Verschiedene Empfehlungen enthalten Aufgaben zur Koordination der Forschung, der Vernetzung von Forschung und Praxis und des Wissenstransfers. Es stellt sich die Frage,

- ob diese Aufgaben von einer oder von mehreren Stellen wahrgenommen werden
- wer diese Aufgaben wahrnehmen kann
- wie viel diese Stelle selbst leistet und welche Leistungen outgesourct bzw. ausgeschrieben werden
- welcher institutionelle Aufbau und welche Begleitung zweckmässig ist
- wie die Aufgaben finanziert werden.

Zu beachten ist, dass wenige ausgewählte Aufgaben bereits heute von Wasser-Agenda 21 wahrgenommen werden, teilweise auch vom BAFU. Weiter wären Akteure einzubeziehen, die sich bereits heute in Teilbereichen auch um Wissensproduktion und -vermittlung kümmern (z.B. Aqua Viva, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband SWV, Schweizerische Fischereiberatungsstelle FIBER, Rivermanagement, IBS Informationsdienst Biodiversität Schweiz etc.; siehe auch Anhang B). Einige dieser Institutionen sind bereits heute in Wasser-Agenda 21 zusammengeschlossen.

---

[27] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 2. Februar 2016).

[28] Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) vom 24. November 1993 (Stand am 1. März 2014).

[29] Vgl. BAFU (2015), Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen. Finanzierung der Massnahmen.

[30] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2016).

[31] Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) vom 21. Juni 1991 (Stand am 1. Januar 2014).

Erster Konkretisierungsvorschlag für eine Koordinationsstelle / -plattform:

- Die **Aufgaben** umfassen im Wesentlichen:
  - Grundsätzlich soll das Profil einer Koordinationsstelle / -plattform nicht ein wissenschaftliches Kompetenzzentrum sein, das selber forscht, sondern das den Transfer und die Vermittlung anreizt.
  - Koordination der Forschungsaktivitäten, u.a. durch das Erstellen einer zu aktualisierenden Übersicht über Institutionen und Projekte sowie die Organisation von Austauschanlässen oder anderen Gelegenheiten
  - Schaffung eines Expertenpools und Einbezug verschiedener Fachleute
  - Sammlung von Anliegen bzw. Forschungsfragen aus der Praxis und Einbringen in die Forschung
  - Zusammenstellen von Forschungsergebnissen (inkl. Ausland), Informationen aus Projekten vom BAFU, Datenbanken, Evaluationsberichten und dergleichen sowie Aufbereiten für die Praxis (z.B. mittels Newsletter, Webplattform, Synthesebericht-ten, FAQ-Listen, Tagungen)
  - Eventuell: Mitwirkung oder Federführung bei der Vergabe von praxisorientierten Forschungsaufträgen (Definition der Fragen, Ausschreibung, Vergabe, Begleitung) aus einem Budget (z.B. aus dem Anteil des Swissgrid-Fonds, der für die Forschung genutzt werden kann)
  - Führen einer Projektdatenbank
  - Koordination und Initiierung, bei Bedarf auch Organisation von Informations- und Weiterbildungsveranstaltungen zum Austausch von Forschung und Praxis
  - Die Koordinationsstelle sollte zugleich einen Überblick über die Anliegen der Praxis und die Möglichkeiten der Forschung haben sowie die Kenntnis dieser Schnittstellen auch für den Wissenstransfer nutzen. Daher ist die Zentralisierung an einer Stelle zweckmässig, während eine Aufteilung auf mehrere Stellen unnötigen Abstimmungsbedarf schafft.
- **Wer** diese Aufgabe wahrnehmen soll, ist offen. Da mit Wasser-Agenda 21 bereits eine Plattform besteht, an der alle Akteure beteiligt sind, wäre es naheliegend, die Koordination hier anzusiedeln. Die Aufgaben könnten durch die Geschäftsstelle von Wasser-Agenda 21 oder auch durch ein spezielles Mandat wahrgenommen werden. Auch wenn die Beauftragten gemäss diesem Vorschlag nicht selbst Forschung betreiben sollen, wäre eine gewisse Nähe zur Wissenschaft gut.
- Die **Begleitung** bzw. strategische Steuerung erfordert den Einbezug aller wichtigen Akteure (Bund, Kantone, Kraftwerke, Forschung, Büros), womit ebenfalls Wasser-Agenda 21 eine gute Ausgangslage bietet. Allenfalls sind Ausschüsse für spezielle Fragen zu bilden (z.B. eine Arbeitsgruppe für die Forschungskoordination, bei der die Forschung stärker vertreten ist als bei Fragen der praxisorientierten Weiterbildung).
- **Wie viel** die Koordinationsstelle selber macht oder auslagert, kann u.E. offen bleiben. Die Durchführung von Informations- oder Weiterbildungsveranstaltungen könnte z.B.

mittels Aufträgen oder finanziellen Beiträgen teilweise an Dritte ausgelagert werden. Die Kernaufgaben sollten aber «inhouse» erfolgen.

- Die **Finanzierungsmöglichkeiten** müssten näher abgeklärt werden. Ein Teil könnte durch die Swissgrid-Mittel finanziert werden. Die Träger von Wasser-Agenda 21 müssten ebenfalls einen Beitrag leisten. Falls die Finanzierung hauptsächlich durch den Bund erfolgen soll, wäre der Auftrag voraussichtlich öffentlich auszuschreiben. Es wäre in diesem Fall schwierig, eine bestimmte Institution zu pushen.

3.3.2 Weitere Massnahmen

- **Ü3) Label einführen und verlangen**: Die Idee der Massnahme ist, beim Besuch bestimmter Weiterbildungen eine Art Label (z.B. «Zertifizierte Weiterbildung Wasserkraftsanierung») zu verleihen. Verschiedene aktuelle und künftige Weiterbildungen könnten dafür die nötige Basis bilden (z.B. Peak-Kurs, CAS). Mit dem Label könnte ein bestimmter Fachwissensstand garantiert werden.
  Darüber hinaus könnte im Rahmen der Sanierungen die Anforderung gesetzt werden, dass Fachbüros bzw. die Projektleiter über ein solches Label verfügen müssen. Dadurch könnte sichergestellt werden, dass die Sanierungsprojekte durch qualifizierte Fachbüros abgewickelt werden.
  Im Rahmen des Workshops mit relevanten Akteuren wurde die Massnahme als wenig zweckmässig beurteilt u.a., weil die Umsetzung zu lange dauern würde.

3.4 Fazit: Umsetzung als Gesamtpaket

Für ein erfolgreiches Gelingen der Sanierungsmassnahmen ist wie in Abschnitt 2.1 erläutert, ein Austausch zwischen den verschiedenen Ebenen zentral. Dabei soll ein gegenseitiger Wissensfluss stattfinden, bei dem die Forschung, Beratung und Praxis als gleichberechtigt angesehen werden. Demzufolge sind die Wissensproduktion und -vermittlung bzw. entsprechende Massnahmen grundsätzlich als Gesamtpaket zu betrachten.

Im Rahmen des Workshops wurden folgende Handlungsoptionen als prioritär beurteilt:

- Wissensproduktion:
  - Nationale Forschungsinstitutionen sollen unterstützt und Kompetenzzentren geschaffen werden. In diesem Zusammenhang soll zudem eine mit genügend Ressourcen ausgestattete Forschungsgruppe aufgebaut.
  - Forschungslücken sollen durch die Auftragsforschung geschlossen werden. Dabei ist insbesondere bei den bereits umgesetzten Massnahmen ein Schwerpunkt zu setzen.
- Wissensvermittlung:
  - Der Wissensaustausch soll in Kleingruppen, auch Communities of Practice (CoP) genannt, eingeführt werden. In den CoPs treffen sich in der Regel zwischen 10 und 20

Akteure aus verschiedenen Fachrichtungen und diskutieren über ein spezifisches gemeinsames Problem.

– Es sind Aus- und Weiterbildungskurse anzubieten evtl. in Ergänzung mit der Lehre auf Universitäts-/Fachhochschul-Level.

Daneben sollen die weiteren Handlungsempfehlungen mit tiefer bis mittlerer Priorität bei der weiteren Konkretisierung und Umsetzung durch das BAFU und Wasser-Agenda 21 nicht vergessen gehen.

Eine Basis für viele Verbesserungsvorschläge ist die bessere Koordination und Vernetzung von Forschung und Praxis. Die Schaffung einer Koordinationsstelle bzw. Koordinationsplattform ist daher eine zentrale übergreifende Massnahme. Dieses Kompetenzzentrum soll insbesondere Anreize für den Transfer und die Vermittlung der Forschungstätigkeiten setzen und sich nicht selber der Forschungstätigkeit widmen. Zu den Aufgaben einer solchen Koordinationsstelle zählen u.a. Informationen zu Sanierungsprojekten zusammenstellen, Forschungsergebnisse aus dem In-und Ausland sammeln, synthetisieren und das Wichtigste auf einer (Web-) Plattform und z.B. mit einem Newsletter zugänglich machen. Eine weitere themenübergreifende Massnahme ist die Bildung eines Expertenpools. Zudem ist die Festlegung von Ziele und Schwerpunkten des Wissensmanagements in mittel- und langfristigen Strategien z.B. des BAFU und weiterer Akteure ein wichtiger übergeordneter Beitrag, nicht zuletzt, um angesichts knapper Fristen und Ressourcen die nötigen Prioritäten zu setzen und wenn möglich mit wichtigen Akteuren zu vereinbaren.

Teil II: Ausführungen zu den 3 Bereichen

4 Bereichsübergreifender Handlungsbedarf

In den Gesprächen wurden verschiedentlich Informationen wiedergegeben, die für alle Bereiche der Sanierung Wasserkraft – d.h. Schwall und Sunk, Geschiebe und Fischgängigkeit – gelten. Damit solche Ausführungen nicht mehrmals wiederholt werden, sind sie nachfolgend aufgeführt, bevor in den anschliessenden Kapiteln spezifische Angaben zu den drei Bereichen folgen. In allen drei Bereichen wurden noch kaum Erfahrungen zur Sanierung Wasserkraft gemacht. Die bisher durchgeführten Massnahmen dienten hauptsächlich der Wissensproduktion. Deshalb wird in den nachfolgenden Kapiteln 4 bis 7 nicht auf die Wissensanwendung eingegangen (siehe dazu Abschnitt 2.4).

4.1 Wissensproduktion

Im Rahmen der Wissensproduktion wurden verschiedene Programme und Projekte lanciert, abgeschlossen (z.B. für die Vollzugshilfen) oder laufen noch (z.B. Forschungsprogramm «Wasserbau und Ökologie»). Nichtsdestotrotz gibt es noch verschiedene offene Fragen, die mit den bestehenden Anstrengungen nicht beantwortet werden. Hinsichtlich der Wissensproduktion sind folgende Lücken genannt worden, die mehrere Bereiche betreffen:

Angewandte Forschung

- Es braucht verstärkte Anstrengungen, um die angewandte Forschung weiterzutreiben und Erfahrungen zu sammeln. Aus der angewandten Forschung werden sich wiederum fachtechnische Fragen ergeben.
- Hinsichtlich der Förderung von angewandter Forschung zeigen sich auch Hindernisse:
  - Das Ziel der Forschung in der Schweiz ist i.d.R., wissenschaftliche Publikationen in renommierten Journals veröffentlichen zu können. Diesbezüglich ist aber v.a. die Grundlagenforschung gefragt.
  - Die Erwartungen der Praxis sind, dass die Ergebnisse in kurzer Zeit vorliegen, praxisnah und umsetzbar sind. Die Wissenschaft muss den Spagat schaffen zwischen anwendungsnaher und schneller Forschung sowie erfolgreichen Publikationen.
  - Die Forschung ist auf finanzielle Mittel angewiesen. Diese können vom Bund, von Swissgrid oder von den Kraftwerken stammen.

Die Lücke hinsichtlich der Förderung der angewandten Forschung ist zu schliessen, denn gemäss Aussage eines Interviewteilnehmers ist die angewandte Forschung wichtig für ein Land: Ein Land kann nicht nur von der Spitzenforschung leben. Folglich sind Lösungen zu finden, um die angewandte Forschung aufzuwerten.

Übergeordnete Betrachtung

Es ist das gesamte Zusammenspiel der Sanierungsmassnahmen und deren Auswirkungen in einem Einzugsgebiet zu betrachten. Der übergeordneten Betrachtung wird zurzeit noch zu wenig Beachtung geschenkt.

Erfolgskontrolle / Monitoring

Viele der Massnahmen, die zur Umsetzung kommen sind Pilotprojekte, die genutzt werden sollen, um Erfahrungen zu sammeln und zukünftige Massnahmen zu verbessern. Damit Erfahrungen und Informationen gesammelt werden können, ist ein abgestimmtes Konzept für die Durchführung der Erfolgskontrollen wichtig. Darüber hinaus sind Informationen möglichst zeitnah zu sammeln und verfügbar zu machen.

Hinsichtlich der Erfolgskontrolle wurde mehrmals darauf hingewiesen, dass die ökologischen Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem zu betrachten sind. Eine Massnahme zur Verbesserung der Morphologie führt auch zu Veränderungen der Hydrologie, d.h. es findet ein Wechselspiel verschiedener Bereiche statt. Dies gilt insbesondere bei Mehrfacheingriffen in einem Einzugsgebiet. Hier sind nicht die isolierten Auswirkungen einzelner Massnahmen, sondern der Eingriffe in der Summe ist entscheidend. Es ist zurzeit unklar, wie die übergeordneten Effekte kontrolliert werden. In diesem Rahmen gibt es das EU-Forschungsprojekt «Managing aquatic ecosystems and water resources under multiple stress».[32]

Zudem wurde darauf hingewiesen, dass es aufgrund der Wechselwirkungen schwierig sein wird zu beurteilen, welche Sanierungsmassnahme zu welcher Verbesserung am Gewässer geführt hat bzw. die Verbesserung auf eine Massnahme zurückzuführen.

Koordination / Abgleich

Zu den Bereichen wird sowohl international als auch national an verschiedenen Hochschulen und Fachhochschulen geforscht. Eine Kooperation und Koordination zwischen den verschiedenen Hochschulen und Fachhochschulen ist aber noch zu wenig vorhanden.

Intensivierung der Forschung

In der Schweiz findet das Thema Sanierung Wasserkraft aus verschiedenen Gründen noch zu wenig wissenschaftliche Beachtung. Entweder sind diesbezüglich zusätzliche Impulse notwendig oder die Forschung muss im Ausland, z.B. Österreich oder Deutschland – eingekauft werden.

[32] Vgl. www.mars-project.eu sowie freshwaterblog.net (12.09.2016).

4.2 Wissensvermittlung

Die Interviewteilnehmenden haben verschiedene Lücken hinsichtlich der Wissensvermittlung erkannt, die nachfolgend aufgeführt sind.

Tagungen

Mit den bestehenden Veranstaltungen zum Informations- und Erfahrungsaustausch sowie den ergänzenden Fachtagungen besteht für alle Bereiche grundsätzlich ein Angebot für den Fachaustausch. Trotzdem ist gemäss den Interviewteilnehmenden ein Bedarf für ergänzende Angebote vorhanden:

- Stärkerer Fokus auf die Sanierung Wasserkraft bei Tagungen und Weiterbildungen bestehender Verbände, z.B. im Rahmen der Arbeitsgruppe Geschieberückhaltebecken bei der KOHS.
- Durchführung von Exkursionen im Rahmen der Erfahrungsaustausche von Wasser-Agenda 21, da man im Feld am meisten lernen kann.
- Häufigere Durchführung der Erfahrungsaustausche von Wasser-Agenda 21. Es ist den Interviewteilnehmenden bewusst, dass es dafür mehr Ergebnisse aus Praxisbeispielen braucht.
- Schaffung von spezifischen Kursen z.B. zur Instruktion von Indikatoren aus der Vollzugshilfe.
- Vermittlung der Erfahrungsaustausche und auch sonstiger Tagungen und Kurse in französischer Sprache.
- Einbezug und Transfer von internationalem Wissen, z.B. aus Deutschland.
- Aktive Mitwirkung des BAFU in der EU Arbeitsgruppe zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Dokumentationen

In der Schweiz sind verschiedene Publikationen, z.B. Module der Vollzugshilfe, vorhanden, die Informationen zur Planung und Umsetzung von Massnahmen enthalten. Darüber hinaus kann Wissen auch aus internationalen Journals und Dokumentationen gezogen werden. Gemäss den Interviews besteht noch verschiedener Handlungsbedarf:

- Checklisten mit Best-Practice-Beispielen sollen in allen Bereichen eingeführt werden. Als Voraussetzung dafür müssen erste Massnahmen in der Schweiz umgesetzt und die Massnahmen auch vollständig dokumentiert werden. Das Dokument mit den Best-Practice-Beispielen ist laufend durch den Bund, der die Informationen aus den Projekten sammelt, zu aktualisieren.
- Die Kantone, Kraftwerke und Fachbüros benutzen die Vollzugshilfen des Bundes zur Planung der Massnahmen. Das Problem ist, dass diese nicht immer dem aktuellen Stand der Technik und des Wissens entsprechen. Es muss deshalb ein Kompromiss gemacht werden zwischen aktuellem Wissenstand der Forschung und Wissenschaft und den Angaben in

den Vollzugshilfen. Es soll durch den Bund vorgegeben werden, welcher Stand der Technik und des Wissens aktuell und in den Sanierungsplanungen anzuwenden ist.

- Damit kantonsübergreifend einheitliche Massnahmen umgesetzt werden, wäre eine Strategie des Bundes zu den umzusetzenden Standards nützlich.
- In verschiedenen Gesprächen wurde angemerkt, dass es aufwendig ist, sich einen einfachen Überblick über die vorhandenen Merkblätter, Studien und Tagungsunterlagen zu gewinnen. Es wurde angeregt, dass es hilfreich wäre, die Informationen in einem Merkblatt kurz, kondensiert und einfach verständlich darzustellen. Dieses Dokument könnte z.B. den Kantonen zur Überprüfung dienen, dass bei der Behandlung der Gesuche kein wesentlicher Aspekt vergessen geht. Zudem soll es die Kantone bei der Einreichung von Gesuchen unterstützen, indem konkrete Angaben gemacht werden z.B. zur Anzahl Einstieg für die Fische, Art der Fischeinstiege (technisch vs. naturnah) etc. Die Federführung zur Erstellung des Merkblatts könnte beim Bund liegen.

Bildungsangebote

Es gibt Kurse, die sich den drei Bereichen widmen, z.B. CAS Süsswasserfische an der ZHAW. Allerdings ist kein konkretes Bildungsangebot zur Sanierung Wasserkraft vorhanden. Hinsichtlich der Bildungsangebote wurde in den Gesprächen auf folgende Lücken hingewiesen:

- Es fehlt ein Ausbildungs- und Weiterbildungsangebot in Form von Kursen, sodass sich ein neuer Akteur im Bereich Sanierung Wasserkraft die notwendigen Informationen aneignen kann. Informationen könnten z.B. in jährlichen Kursen, in Intensivkursen über mehrere Tage, im Rahmen von Peak-Kursen an der Eawag weitergegeben werden.
- Bei den Kursen ist darauf zu achten, dass interdisziplinäre Ausbildungen mit Überschneidungen von Biologie und Ingenieurwesen angeboten werden, z.B. indem in der Ausbildung der Wasserbauingenieure und Wasserkraftbetreiber die Biologie ebenfalls Bestandteil ist.
- Mehrmals wurde erwähnt, dass die Ökobüros mit gutem Fachwissen in der Ausbildung zu wenig gebraucht werden und grundsätzlich auch in der Lage wären, spezialisierte Kurse durchzuführen.
- Es wird eine Schulung brauchen, wie man die Wegleitungen zu Schwall und Sunk sowie zu Geschiebe anwenden soll.

Austausch

- Mit der Plattform Renaturierung besteht bereits eine internetbasierte Plattform zur Thematik Sanierung Wasserkraft. Damit diese als zentrale elektronische Plattform für die Anwender aufgebaut werden kann, muss sie alle relevanten Informationen enthalten und verlinken. Insbesondere wurde in den Interviews angemerkt, dass das Wissen auch von internationalen Monitoring-Ergebnissen auf einer Plattform, z.B. Plattform Renaturierung, gesammelt und abgebildet werden sollen. Zurzeit gibt es keine gemeinsam nutzbaren Daten.

- Ein Austausch zwischen den Kantonen ist zurzeit noch zu wenig intensiv, z.B. wäre es angebracht, wenn die Kantone mit einem guten Wissenstand ihr Wissen weitergeben. Es besteht die Gefahr, dass die Kantone ihr Wissen zu den Sanierungen selber aneignen müssen und sich Doppelspurigkeiten über die Kantone hinweg ergeben. Es ist die Rolle des Bundes, zu gewährleisten, dass alle Kantone auf einem ähnlichen Wissensstand sind.

Weiteres

- Im Rahmen von wissenschaftlichen Projekten und umgesetzten Massnahmen wird Wissen produziert. Dieses Wissen wird zurzeit noch in ungenügendem Ausmass oder gar nicht zurückgespiesen, z.B. in Richtlinien.
- Das BAFU führt eine Datenbank zu den Projekten im Bereich Revitalisierung. Es wäre gut, auch für die Sanierung Wasserkraft eine solche Datenbank zu haben.
- Um die Akteure bei der Durchführung der Erfolgskontrollen zu unterstützen, braucht es Literatur und allenfalls noch weitere Angebote, wie z.B. Suchplattform, wo die Projekte aufgeschaltet sind inkl. Ansprechpartner und Umsetzungsbericht. Dadurch können Erfahrungen ausgetauscht und von guten Projekten profitiert werden.

5 Schwall und Sunk – Bedarf und Lücken

Als Schwall und Sunk bzw. Schwall/Sunk-Betrieb werden tägliche Abflussschwankungen bezeichnet, die durch den intermittierenden[33] Betrieb von Wasserkraftwerken entstehen. In Zeiten mit hohem Strombedarf, wie z.B. vormittags, werden grosse Mengen an Wasser turbiniert und ins Gewässer zurückgegeben, sodass ein Abflussmaximum resultiert (Schwall). Demgegenüber wird in Zeiten mit geringerer Nachfrage, z.B. nachts, das Wasser zurückgehalten und die turbinierte Wassermenge sowie folglich auch der Abfluss im Rückgabegewässer reduzieren sich auf ein Minimum (Sunk).[34] Die kurzfristigen Änderungen des Wasserabflusses hat weitreichende Auswirkungen und kann z.B. auch Fischgemeinschaften weit unterhalb der Kraftwerke beeinträchtigen. Um die Auswirkungen von Schwall und Sunk zu vermindern, gibt es u.a. folgende Massnahmen:[35]

- Umleitung des Schwalls, beispielsweise in einen See oder in ein grösseres Gewässer.
- Einleitung des Schwalls in ein Ausgleichbecken und eine dosierte Rückgabe des Wassers ins Fliessgewässer.
- Erhöhung der minimalen Wasserrückgabe ab der Zentrale, um die Schwankungen zwischen Schwall- und Sunkabfluss zu verkleinern.
- Langsameres Anfahren und Zurückfahren der Turbinen, um den Schwall-Sunk-Übergang zu dämpfen.

Im Rahmen der Sanierung Wasserkraft muss gemäss der Bestandesaufnahme durch die Kantone bei rund 100 Kraftwerken die Schwall-Sunk-Problematik behoben werden.

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Gesprächen mit betroffenen Akteuren aus der Wissenschaft, von Kraftwerken, Fachbüros, Umweltorganisationen, Bund und Kantonen gemäss der Liste in Abbildung 7-1.

5.1 Benötigtes Wissen

Die Sanierungsmassnahmen zur Behebung der Schwall-Sunk-Problematik sind mit hohen Kosten verbunden. Grundsätzlich liegt mit der Vollzughilfe ein Dokument zur Umsetzung der Massnahmen vor. Es weist auf den aktuellen Stand des Wissens hin und vermittelt den Stand der Technik, damit die Kraftwerksbesitzer die Sanierungen im Sinne des Gesetzes erfüllen können. Zurzeit gibt es aber noch wenig umgesetzte Massnahmen, d.h. es liegen noch kaum Erfahrungen vor. Gleichzeitig ist die Prognostizierbarkeit der Wirkung von Massnahme schwierig und die Vorgehensweise gemäss der Vollzughilfe ist komplex und kaum erprobt. Deshalb ist auf folgende Aspekte besonderen Wert zu legen:

[33] zeitweilig aussetzende, mit Unterbrechung

[34] BAFU (2012), Sanierung Schwall-Sunk. Strategische Planung.

[35] BAFU (2016), Schwall und Sunk: http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13486/14114/index.html?lang=de (09.09.2016).

- Die ökologische Planung der Massnahmen hat sorgfältig zu erfolgen: Die betroffenen Gewässer sind gut zu untersuchen und die Wirkung einer Massnahme ist mit den aktuellen Methoden abzuschätzen.
- Die ökologische Wirkung der Massnahmen ist umfangreich zu überprüfen.
- Die ersten umgesetzten Massnahmen sollen dazu dienen, dass Erfahrungen für die weiteren Sanierungsmassnahmen gesammelt werden können.
- Aufgrund der weitreichenden Auswirkungen des Schwall/Sunk-Betriebs, bedarf es für die Umsetzung von Sanierungsmassnahmen v.a. interdisziplinäres Wissen und ein Verständnis vom Zusammenwirken von Hydrologie, Morphologie und Biologie.

5.2 Vorhandenes Wissen / Wissensproduktion

In der Vollzughilfe ist das Vorgehen erläutert, wie bestimmt werden kann, ob es sich beim Schwall/Sunk-Betrieb um eine wesentliche Beeinträchtigung handelt. Dafür sind unter anderem auch die Indikatoren für die Bestimmung einer wesentlichen Beeinträchtigung aufgeführt und erläutert, wie diese zu bemessen sind. Des Weiteren ist das Vorgehen zur Festlegung der Sanierungsmassnahme und Erfolgskontrolle sowie der benötigten Indikatoren erklärt. Zum Vorgehen ist das Wissen somit grundsätzlich verfügbar. Allerdings ist das Vorgehen gemäss der Vollzugshilfe noch kaum erprobt.

Eine weitere Herausforderung besteht in der fachgebietsübergreifenden Zusammenarbeit. Aufgrund dessen, dass es noch keine Erfahrungen zur Sanierung von Schwall und Sunk gibt sind auch die übergeordneten Auswirkungen noch nicht bekannt. Grundsätzlich sind die Indikatoren zur Messung der Effekte aber in der Vollzugshilfe aufgeführt. Die Interviewteilenehmenden gehen davon aus, dass aus der Umsetzung der ersten Sanierungsmassnahmen wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen für die weiteren Projektplanungen gesammelt werden können. Es ist zu klären, einerseits wie aus den Praxiserfahrungen das Wissen gesammelt und für weitere Projekte aufbereitet werden und andererseits wer sich dieser Aufgaben annimmt.

Das BAFU hat im Frühling 2016 einen Workshop zur Identifizierung von wichtigen offenen Forschungsfragen durchgeführt. Daraus wurden zwei bis vier Forschungsschwerpunkte abgeleitet. Die wichtigsten zwei Prioritäten betreffen das Stranden von Fischen und die Auswirkungen der Drift für Makrozoobenthos[36]. In diesem Zusammenhang sind beim BAFU Forschungsprojekte angedacht, die bald ausgelöst werden sollen. Dies betrifft einerseits eine umfangreiche Wirkungskontrolle, aus der Erfahrungen für die nächsten Projekte gezogen werden sollen, und andererseits das Lernen aus Erfahrungen bei strategischen Planungen.

Weitere Projekte zu Schwall und Sunk in der Schweiz sind nachfolgend aufgeführt, z.B. :

[36] Definition gemäss der Deutschen Enzyklopädie: «Mit blossem Auge sichtbare, wirbellose Tierarten, welche die Gewässersohle besiedeln (z.B. Schnecken, Muscheln, Krebse, Insekten); - Benthos.»: http://www.enzyklo.de/lokal/40068.

- Die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) haben die erste Schwallsanierung in der Schweiz an der Hasliaare im Berner Oberland umgesetzt. Für die Festlegung der Sanierungsvariante waren die Kosten der unterschiedlichen Sanierungsvarianten, die Abschätzung der ökologischen Wirkungen je Szenario und die in den nächsten zehn Jahren zu erwartenden morphologischen Aufwertungen in der Hasliaare ausschlaggebend. Basierend auf diesen Überlegungen hat die Sanierungsvariante mit einem Volumen von 80'000 m³ am besten abgeschnitten.[37] Beim Projekt waren sowohl die ZHAW von der Wissenschaftsseite her als auch der Renaturierungsfonds des Kantons Bern aus finanzieller Hinsicht beteiligt. Die Forschung konnte bei dem Projekt beobachten, welche Auswirkungen sich je nach ausgelassener Wassermenge auf die hydraulischen Verhältnisse ergeben und daraus Rückschlüsse z.B. auf Jungfische ziehen.
- Im Rahmen der Konzessionserneuerung der Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL) wurden im 2008 ebenfalls Schwallmassnahmen definiert. Die zugehörige Erfolgskontrolle erfolgt ab Winter 2016/17. Obwohl diese Massnahmen vor Inkraftsetzung der gesetzlichen Sanierung von Schwall und Sunk lanciert wurden, kann von der zugehörigen Erfolgskontrolle ein starker Wissenszuwachs erwartet werden. Mit dem BAFU wird geklärt, ob zusätzliche Parameter zu den 2008 vereinbarten Untersuchungen aufzunehmen sind.
- Im Rahmen der Konzessionserneuerung des SBB-Kraftwerks Amsteg wurde 1992 der Bau eines Ausleitstollens von 50'000 m^3 als Schwallmassnahme definiert. Nach der Umsetzung dieser Massnahme zeigte die Erfolgskontrolle, dass die Einleitung von Schwall/Sunk in die Reuss mit einem zusätzlichen Abflussregler optimiert werden muss.
- An der Eawag soll das Programm «Fliessgewässer» auf den Bereich Schwall und Sunk ausgeweitet werden.
- Im Rahmen des Rhone-Thur Projekts konnten Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Schwallbetriebs auf die Rhone gesammelt werden.[38]

Verschiedene Fragestellungen sind aber noch offen (siehe auch die Frageliste in der separaten Beilage) und ein längerfristiges Konzept zur Beantwortung der Fragen fehlt.

Die Interviewteilnehmenden beurteilen den Umfang der angewandten Forschung in der Schweiz als ungenügend.

Im Ausland – z.B. Österreich, Deutschland, Frankreich, Norwegen – sind ebenfalls bereits Forschungsresultate vorhanden. Eine Zusammenarbeit und Vernetzung mit den Forschenden im Ausland ist wichtig. Diesbezüglich zeigt sich ein Optimierungsbedarf.

[37] Schweizer/Schmidlin et al. (2016), Die erste Schwall-Sanierung der Schweiz: Die Hasliaare als Fallbeispiel.

[38] Vgl. Rivermanagement, Schwall-Sunk: http://www.rivermanagement.ch/schwall-sunk/welcome.php (09.09.2016).

5.3 Wissensvermittlung

Zu Schwall und Sunk gibt es folgende Angebote der Wissensvermittlung:

- Veranstaltungen: Zum Bereich Schwall und Sunk gibt es eine Reihe von durchgeführten Veranstaltungen u.a. mit Einbezug von ausländischem Wissen.
  - Wasser-Agenda 21 hat bisher drei Erfahrungsaustausche zum Bereich Schwall und Sunk durchgeführt:
    - November 2012: Erfahrungsaustausch zur strategischen Planung
    - Januar 2014: Informations- und Erfahrungsaustausch zur strategischen Planung
    - August 2015: Informations- und Erfahrungsaustausch zur strategischen Planung

    Zudem hat WA21 im Jahr 2009 und 2016 eine Fachtagung zu Schwall und Sunk durchgeführt.
    Die Veranstaltungen der WA21 werden insgesamt als gut und wichtig beurteilt.
  - Der SWV bietet ebenfalls Tagungen und Weiterbildungskurs an, welche sich aber nicht im Spezifischen dem Bereich Schwall und Sunk widmen.
- Dokumentationen:
  - Im Rahmen der Vollzugshilfe «Renaturierung der Gewässer» sind folgende Module zum Bereich Schwall und Sunk (inkl. Entschädigung Sanierung Wasserkraft) auf der Internetseite des BAFU veröffentlicht:[39]
    - Strategische Planung (1. Phase)
    - Umsetzung der Massnahmen: Modul mit Stand Version für die Anhörung vom Februar 2016. Die Publikation der definitiven Version wird Ende 2016 / Anfang 2017 erwartet.
    - Finanzierung: Modul zur Finanzierung der Massnahmen vom November 2016 sowie gesetzliche Grundlagen (VKSWk)[40]
    - Geodatenmodelle für Geobasisdaten des BAFU zum Thema Wasser
    - Koordination wasserwirtschaftlicher Vorhaben in und zwischen den Bereichen, den Staatsebenen und im Einzugsgebiet
    - Berechnungsvorlage für die Ermittlung der Erlöseinbussen wegen Energieminderproduktion infolge Sanierungsmassnahmen bei Wasserkraftanlagen
    - Eine Checkliste mit Best practice Beispielen und eine Praxishilfe fehlen.
  - Fachartikel zu umgesetzten Forschungsprojekten, z.B. zur Schwall-Sanierung bei den KWO, in verschiedenen Fachzeitschriften, z.B. Wasser Energie Luft (WEL) des SWV.
- Bildungsangebote:
  - Es gibt keine spezifischen Kurse zur Sanierung von Schwall und Sunk, sondern die Kurse widmen sich vielmehr Themen wie Revitalisierung oder flussbauliche Aspekte und Modellierungen. Man muss sich das Fachwissen, das teilweise auch der Sanierung von Schwall und Sunk dient, in verschiedenen Kursen abholen.
  - Die VAW bietet eine jährliche Veranstaltung zu numerischen Modellierungen im Wasserbau an.

[39] Siehe http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13486/15869/index.html?lang=de (02.09.2016).

[40] Verordnung des UVEK über die Berechnung der anrechenbaren Kosten von betrieblichen Sanierungsmassnahmen bei Wasserkraftwerken (VKSWk) vom 11. März 2016 (Stand am 1. April 2016).

5.4 Lücken / Offene Fragen [41]

Die Sanierung von Schwall und Sunk ist ein neues Thema und es gibt noch wenig Erfahrungen. Gemäss den Gesprächspartnern bestehen noch folgende Lücken bzw. offene Fragen.

Fachwissen

Hinsichtlich des Fachwissens gibt es v.a. Lücken zu den Zusammenhängen verschiedener Indikatoren und den Auswirkungen:

- Zusammenhänge zwischen Morphologie, Hydrologie und Biologie, denn einerseits liegt ein Gewässer mit spezifischen Eigenschaften vor und andererseits gibt es aquatische Organismen, die darauf reagieren.
- Auswirkungen insbesondere auch längerfristig, z.B.:
  - Auswirkungen auf verschiedene Fischarten auch weit unterhalb des Kraftwerks im Unterlauf und in verschiedenen Lebensstadien, z.B. Laichzeit, Jungfische etc.
  - Auswirkungen auf die Nahrungsgrundlagen der Fische
  - Auswirkungen bei starken Trübungen des Gewässers
  - Untersuchung der Trübung und deren Auswirkungen auf die Sanierungsmassnahmen (gilt auch für den Bereich Geschiebe)

Das Problem ist, dass man die Auswirkungen und die Wirksamkeit der Massnahmen erst nach einigen Jahren beobachten kann. Deshalb ist es wichtig, dass viele Erfahrungswerte gesammelt werden, bevor der Grossteil der Sanierungen geplant ist.

Wissensproduktion

Hinsichtlich der Wissensproduktion fehlen insbesondere angewandte Forschungs- und Pilotprojekte, um Erfahrungen für die Planung und Umsetzung der Sanierungsmassnahmen zu gewinnen. Es müssen Rückschlüsse für neue Projekte und allenfalls auch hinsichtlich neuer Wissenslücken gezogen werden. Forschungsfragen bestehen z.B. zum Stranden der Fische, zu den Auswirkungen des Drifts für das Makrozoobenthos (zu beiden sind Projekte angedacht), zur Verdriftung von Insektenlarven und zu Laichversuchen von Fischen.

Aufgrund dessen, dass international schon einiges am Laufen ist, ist ein Austausch zwischen den Forschenden oder den zuständigen Staatsbehörden wichtig.

[41] Weitere detaillierte Fragestellung können der separaten Beilage mit den Listen von offenen Fragen entnommen werden.

Wissensvermittlung

Als Lücken bei der Wissensvermittlung wurden folgende Aspekte genannt:

- Es gibt eine Fülle von Informationen und es ist schwierig sich darin zurechtzufinden. Es fehlt eine koordinierte Plattform, auf der die Informationen zusammenlaufen, oder ein Verzeichnis mit den relevanten Verbänden, die sich mit Schwall und Sunk beschäftigen.
- An den Tagungen und Veranstaltungen wird noch zu wenig darauf geachtet, dass ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt wird.
- Es fehlen spezifische Bildungsangebote, insbesondere zur Anwendung und den Methoden der Vollzughilfe.
- Siehe dazu auch Abschnitt 4.2.

Umsetzung

- Hinsichtlich der Umsetzung der Sanierungsmassnahmen wurde die Frage aufgeworfen, wie man die Vollzugshilfe in speziellen Fällen, die nicht dem Standard entsprechen, einzusetzen hat.
- Je nachdem wird für den Bau der Schwallbecken viel zusätzliches Land benötigt. Diesbezüglich stellt sich die Frage, ob und zu welchem Preis das benötigte Land gekauft werden kann.
- In der Vollzugshilfe des BAFU sind relativ scharfe Grenzwerte z.B. für den Schwallabfluss vorgegeben. Es stellt sich die Frage, ob diese für alle Gewässer anwendbar sind.

6 Geschiebe – Bedarf und Lücken

Die Morphologie und die morphologische Dynamik prägen den Lebensraum eines Gewässers. Sie sind hauptsächlich abhängig vom Abfluss, vom Sohlgefälle, der Gerinnegeometrie und vom Geschiebe. Eine unzureichende Geschiebezufuhr z.B. aufgrund des Einfluss von Wasserkraftanlagen, Geschiebesammlern und Kiesentnahmen kann dazu führen, dass die Sohle erodiert und es zu unnatürlichen Eintiefungen kommt. Mögliche Folgen sind, dass das Ufer unterspült, Hochwasserschutzbauten zerstört und Brückenpfeiler erodiert werden. Wenn die Gewässersohle abpflästert oder kolmatiert, kommt es zu Einschränkungen der Laichmöglichkeiten für Fische.

Es lässt sich feststellen, dass im Mittelland viele Flüsse durch Laufkraftwerke stark beeinträchtigt sind. Es sind aber auch in den Alpen und Voralpen stark beeinträchtigte Gewässerabschnitte anzutreffen, vor allem verursacht durch den Geschieberückhalt in Speicherseen oder Geschiebesammlern der kleinen Wildbäche.

Das Gesetz verlangt, dass Sanierungen des Geschiebehaushalts bei Beeinträchtigungen von Tieren, Pflanzen, Lebensräumen, des Grundwassershaushalts und des Hochwasserschutzes durchzuführen sind. Aus den kantonalen strategischen Planungen geht hervor, dass etwa 500 Anlagen bis 2030 saniert werden müssen.

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Gesprächen mit betroffenen Akteuren aus der Wissenschaft, von Kraftwerken, Fachbüros, Umweltorganisationen, Bund und Kantonen gemäss der Liste in Abbildung 7-1.

6.1 Benötigtes Wissen

Die Geschiebethematik ist v.a. wegen den folgenden drei Aspekten kompliziert:

- Der Transportprozess selbst ist aufgrund seiner Nicht-Linearität komplex.
- Die direkte Messung des Geschiebetransportes ist sehr schwierig durchzuführen, in grösseren Flüssen praktisch unmöglich. Indirekte Messungen sind noch in der Entwicklung und mit verschiedenen Nachteilen verbunden.
- Die Anforderungen des Hochwasserschutzes und der Ökologie an das Geschiebeaufkommen können widersprüchlich und damit konfliktfördernd sein. Deshalb sind bei der Bestimmung der besten Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehaushalts nicht nur die ökologischen Ziele, sondern auch andere räumliche Auswirkungen zu berücksichtigen.

Das Geschiebe hat für die Gewässerökologie eine wichtige Bedeutung. Es gibt zahlreiche Wechselwirkungen zwischen Hydrologie, Morphologie, Geschiebe und Biologie, jedoch lässt sich der Einfluss eines einzelnen Parameters auf eine spezifische Wirkung nur schwer ermitteln, was die Projektplanung in der Praxis vor Herausforderungen stellt. Es braucht deshalb vertieftes Fachwissen zu Themen wie Geschiebetransport, Wasserbau, Hochwasserschutz, Gewässerökologie, Geschiebedynamik, Funktionsweisen etc., um den Zielzustand und die

Wirkung von Massnahmen zu prognostizieren, die Sanierungen zu planen und nach der Umsetzung beurteilen zu können. In diesem Zusammenhang sind auch numerische Modellierungen durchzuführen z.B. zur Berechnung des Geschiebetransports. Die Wirkung von Massnahmen ist schwierig zu prognostizieren und die beabsichtigte Vorgehensweise gemäss Vollzugshilfe ist noch nicht erprobt. Dementsprechend ist darauf zu achten, dass

- die Planung von Massnahmen sorgfältig erfolgt: Die betroffenen Gewässer sind gut zu untersuchen und die Wirkung einer Massnahme mit aktuellen Methoden abzuschätzen. Zurzeit gibt es nur wenige Personen, die methodisch auf dem aktuellen Stand sind.
- die Wirkung von umgesetzten Massnahmen umfangreich überprüft wird.

  aus den ersten umgesetzten Massnahmen gelernt wird und Erfahrungen für zukünftige Massnahmen gesammelt werden.

6.2 Vorhandenes Wissen / Wissensproduktion

Die Erkenntnis, dass das Geschiebe eine wichtige Thematik ist und zurzeit ein akutes Problem bei Messung und Vorhersage besteht, ist vorhanden. Den Akteuren ist bewusst, dass die Probleme nur über wirkungsvolle Einzugsgebietsplanungen angegangen werden können. Zudem ist auch das Grundlagenwissen zur Gewässerökologie, Flussbau etc. grundsätzlich bekannt. Hinsichtlich der Umsetzung ist das Wissen darüber vorhanden, welche Methoden bestehen, um das Kies in die Fliessgewässer einzubringen oder zu entnehmen und eine natürliche Dynamik zu erzielen. Allerdings gibt es noch kaum Erfahrungen zu den Geschiebesanierungen, aufgrund dessen noch viele Unklarheiten bestehen z.B. zur erforderlichen Geschiebefracht und zur resultierenden Geschiebedynamik (siehe auch Abschnitt 6.4). Gemäss den Interviewteilnehmenden ist für eine erfolgreiche Sanierung des Geschiebehaushalts zurzeit noch zu wenig Fachwissen vorhanden, und die Forschung ist zu intensivieren. Nachfolgend sind einige Forschungsprogramme und -projekte aufgeführt:

- Forschungsprogramm Wasserbau und Ökologie (EAWAG, WSL, ETHZ-VAW, EPFL- LCH). Im interdisziplinären Forschungsprogramm, bei dem Ökologen und Flussbauingenieure der vier Institutionen VAW (ETHZ), LCH (EPFL), EAWAG und WSL des ETH-Bereichs sowie weitere Partner aus Praxis und Wissenschaft beteiligt sind, wird untersucht, wie sich ein beeinträchtigter Geschiebetrieb auf die Fische, ihre Nahrung und ihren Lebensraum auswirken und mit welchen Massnahmen sich das Geschieberegime in den Fliessgewässern wiederherstellen lässt.
- Programm «Fliessgewässer Schweiz»:[42] Mit dem seit 2013 laufenden Programm tragen das Wasserforschungsinstitut Eawag und das BAFU zum Lernprozess und Erfahrungsaustausch bei. Offene Fragen aus der Praxis sollen im Rahmen von Forschungsprojekten in

[42] Eawag, Programm Fliessgewässer Schweiz: http://www.eawag.ch/de/forschung/wasser-fuer-die-oekosysteme/oekosysteme/programm-fliessgewaesser/ (02.09.2016) sowie Eawag, Geschiebe- und Habitatsdynamik: http://www.eawag.ch/de/forschung/wasser-fuer-die-oekosysteme/oekosysteme/programm-fliessgewaesser/geschiebe-und-habitatsdynamik/ (02.09.2016).

einer Zusammenarbeit der Eawag mit Partnern aus Wissenschaft und Praxis angegangen werden.

- NFP 61: Das Projekt SEDRIVER[43] im Rahmen des NFP 61 untersuchte die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf den Sedimenttransport und die Bachforellen in Gebirgsflüssen. Dazu haben die Forschenden an der WSL u.a. das Modell «sedFlow» entwickelt, das den Geschiebetransport in Gebirgsflüssen simuliert.[44]
- Künstliche Hochwasser am Spöl:[45] Seit 1970 wird ein Teil der Spöl durch die Engadiner Kraftwerke genutzt. Seither blieben die Hochwasser praktisch aus, sodass sich der Spöl zu einem Restwasserbach entwickelte und ihm wesentliche Merkmale eines Gebirgsbachs fehlten. In Zusammenarbeit mit den Engadiner Kraftwerken werden seit 2000 kleinere künstliche Hochwasser ausgelöst mittels einer Umverteilung des verfügbaren Restwassers. Diese sorgen für mehr Dynamik und werten den Spöl ökologisch auf. Der Gewässerzustand des Spölbachs wird vor und nach den Hochwassern regelmässig überprüft, inkl. Erfassung der Fischbestände.[46]
- Kiesbänke am Alpenrhein:[47] Die VAW untersucht am Alpenrhein die Dynamik der Kiesbänke. Alternierende Bänke interessieren die VAW aus ökologischen Aspekten, aufgrund der Geschiebesanierung sowie wegen dem Einfluss des Bewuchses auf die Morphologie und die Hochwassersicherheit. Die Situation der Bänke am Alpenrhein wird z.B. mittels numerischer Simulation erhoben. Des Weiteren wird untersucht, ob der Einfluss von Bewuchs sowie die Interaktion von Morphologie und Bewuchs in einem regulierten Fluss simuliert werden kann. Im Rahmen der Untersuchungen werden weitere Projekte und Arbeiten ausgelöst.
- Künstliche Hochwasser:[48] Die Büros Pronat und BG wurden 2016 vom BAFU beauftragt, eine Auslegeordnung zu künstlichen Hochwassern und Geschiebe zu erstellen. Die Ziele des Projekts bzw. der Auslegeordnung sind, dass den Kraftwerken die Durchführung von künstlichen Hochwassern erleichtert, die Kantone beim Verfassen von Sanierungsverfügungen für Massnahmen unterstützt und dem Bund Grundlagen für die Projektbeurteilung geschaffen werden.

---

[43] Einfluss des Klimawandels auf Gebirgsflüsse (SEDRIVER).

[44] Vgl. NFP 61, SEDRIVER: Mehr Hochwasser – mehr Sedimenttransport – weniger Fische?: http://www.nfp61.ch/de/projekte/projekt-sedriver (01.09.2016).

[45] Kanton Graubünden, Dynamisierung Spöl: https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/aev/dienstleistungen/wasserkraft/oekologie/beispiele/Seiten/Dynamisierung_Spoel.aspx (02.09.2016) sowie Schweizerischer Nationalpark, Spöl: http://www.nationalpark.ch/de/forschung/fachuebergreifende-forschung/spoel/ (02.09.2016).

[46] Der Bach Spöl wurde an Ostern 2013 aufgrund einer Kraftwerkspanne beinahe trockengelegt. Anschliessend wurde er wieder mit Wasser versorgt, aber gleichzeitig auch mit Feinsedimenten verschlammt, aufgrund dessen die aquatische Lebensgemeinschaft massiv beeinträchtigt wurde. Es wurde aber bald erkannt, dass sich der Spöl gut und rasch erholt. Siehe dazu NZZ (2014), Spöl-Unfall war kein «Öko-GAU»: http://www.nzz.ch/schweiz/spoel-unfall-war-kein-oeko-gau-1.18447664 (27.10.2016).

[47] Vetsch (2016), Dynamik der Kiesbänke am Alpenrhein.

[48] Pronat / BG (2016), Künstliche Hochwasser. Massnahme zur Beseitigung ökologischer Beeinträchtigungen in Restwasserstrecken unterhalb von Speicherseen.

- Geschiebehaushalt in Fliessgewässern: Das Büro Schälchli, Abegg + Hunzinger hat in den Jahren 2005 und 2007 zwei Studien zu Geschiebe in Schweizer Fliessgewässern verfasst:
  - Geschiebe- und Schwebstoffproblematik in Schweizer Fliessgewässern[49]
  - Massnahmen und Kosten der Reaktivierung des Geschiebehaushalts in Schweizer Fliessgewässern
- Sanierungsprojekt KWE: Es wurde ein erstes Sanierungsprojekt im Rahmen der Geschiebesanierung KWE (Eglisau) begonnen und die Erfolgskontrolle läuft. Diese Erfolgskontrolle (biologisch und morphologisch) wird eng von Experten aus der Praxis begleitet.
- Messungen des Geschiebetransports: Die Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG) führt seit 2008 kontinuierliche Geschiebetransport-Messungen in mehreren österreichischen Flüssen/Bächen durch. Diese Daten sind für die Forschung wertvoll. In der Schweiz gibt es bereits seit 1986 mehrere Stationen, wo der Geschiebetransport mit verschiedenen Technologien kontinuierlich gemessen wird.

Verschiedene Fragestellungen sind aber noch offen (siehe auch die Frageliste in der separaten Beilage) und ein längerfristiges Konzept zur Beantwortung der Fragen fehlt.

Es gibt Forschungsgruppen (z.B. ETHZ-VAW, EPFL-LCH, EPFL-LHE, WSL-Gruppe Gebirgshydrologie, UniL – Geographie, ETHZ-IfU sowie UniBe-Geomorphrisk), bei denen das Geschiebe ein Schwerpunkt bildet. Wie die Bespiele zeigen, finden Forschungstätigkeiten zum Bereich Geschiebe statt. Trotz alledem sind die Forschungstätigkeiten und -ergebnisse aus dem Ausland mindestens ebenso wichtig. Es besteht weiterhin ein Optimierungsbedarf bzgl. der Zusammenarbeit und Vernetzung mit den Forschenden im Ausland.

Die Qualität der Grundlagenforschung in der Schweiz und der Ergebnisse, die aus solchen Projekten gezogen werden, wird als gut beurteilt. Es wurde des Weiteren angemerkt, dass Forschungsmittel meistens zur Verfügung stehen, aber die Tendenz beobachtet wird, dass der Zugang zu den Mitteln immer schwieriger wird.

6.3 Wissensvermittlung

In der Schweiz gibt es ein beschränktes Angebot zur Wissensvermittlung:

- Tagungen: Es gibt nur wenige Veranstaltungen zum Bereich Geschiebe.
  - Erfahrungsaustausch von WA21: Zum Bereich Geschiebe fanden bisher 2 Tagungen statt:
    - Juni 2013: Zur strategischen Planung
    - Mai 2016: Zur Planung und Umsetzung von Massnahmen

    Die Erfahrungsaustausche werden als wertvoll erachtet, insbesondere, weil das Tagungsangebot bzgl. der Referenten vielseitig ist, spezifisch für die Sanierung Wasserkraft aktuelle Beispiele vorgestellt werden, den Kantonen die Möglichkeit geboten wird,

[49] Schälchli, Abegg + Hunzinger (2005), Geschiebe- und Schwebstoffproblematik in Schweizer Fliessgewässern sowie Schälchli, Abegg + Hunzinger (2007), Reaktivierung des Geschiebehaushalts in Schweizer Fliessgewässern. Massnahmen und Kosten.

ihre Unsicherheiten und Problematiken einzubringen und ein Grossteil der betroffenen Akteure der Sanierung Wasserkraft vertreten ist, sodass auch ein Austausch stattfinden kann.

  - SWV: Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband organisiert jährlich mehrere Vortragsveranstaltungen und Fachtagungen zu wasserwirtschaftlichen Themen v.a. für das Zielpublikum Wasserkraftwerke. Die Veranstaltungen und Tagungen widmen sich teilweise auch der Sanierung Wasserkraft:[50]
    - KOHS-Tagungen Hochwasserschutz und Wasserbau, z.B. im Jahr 2016 zum Thema «Besondere Herausforderungen im Schutzwasserbau - Geschiebe, Entlastungsstollen».
    - Die KOHS-Tagungen ab 2017 oder 2018 sollen sich verstärkt den Themen Hochwasserschutz und Geschiebe widmen.
  - Des Weiteren bieten auch die Forschungsanstalten WSL und VAW vereinzelt Tagungen an.

- Dokumentationen:
  - Im Rahmen der Vollzugshilfe «Renaturierung der Gewässer» sind folgende Module zum Bereich Geschiebe auf der Internetseite des BAFU veröffentlicht:[51]
    - Strategische Planung (1. Phase)
    - Finanzierung: Modul zur Finanzierung der Massnahmen vom November 2016 sowie gesetzliche Grundlagen (VKSWk)[52]
    - Geodatenmodelle für Geobasisdaten des BAFU zum Thema Wasser
    - Koordination wasserwirtschaftlicher Vorhaben in und zwischen den Bereichen, den Staatsebenen und im Einzugsgebiet
    - Berechnungsvorlage für die Ermittlung der Erlöseinbussen wegen Energieminderproduktion infolge Sanierungsmassnahmen bei Wasserkraftanlagen
    - Praxishilfe zur Abschätzung der mittleren jährlichen Geschiebelieferung in Vorfluter
    - Die zurzeit aufgeschalteten Dokumente stammen – bis auf das Modul zur Finanzierung – aus den Jahren 2012 bis 2014.
    - Im Vergleich zum Bereich Schwall und Sunk ist Erarbeitung der technischen Anleitung zur Umsetzung der Massnahmen noch weniger weit fortgeschritten. Das BAFU rechnet damit, dass das Modul im Jahr 2017 veröffentlicht werden kann. Im Vergleich zum Bereich Fischgängigkeit gibt es beim Geschiebe keine Sammlung mit guten Beispielen.
  - Factsheet des WWF zu Geschiebe[53]
  - Merkblatt-Sammlung des BAFU als Resultat des Forschungsprogramms Wasserbau und Ökologie[54] (momentan werden für die aktuelle Projektperiode 2013-2017 Merkblätter zum Thema «Geschiebe- und Habitatsdynamik» erarbeitet und im Jahr 2017 publiziert).

---

[50] Siehe https://www.swv.ch/Veranstaltungen/Veranstaltungen-SWV (02.09.2016).

[51] Siehe http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13486/15869/index.html?lang=de (02.09.2016).

[52] Verordnung des UVEK über die Berechnung der anrechenbaren Kosten von betrieblichen Sanierungsmassnahmen bei Wasserkraftwerken (VKSWk) vom 11. März 2016 (Stand am 1. April 2016).

[53] WWF (2014), Factsheet Geschiebe: Geschiebemanagement. Praxistipps für die Geschiebesanierung.

[54] BAFU (2012), Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Erkenntnisse aus dem Projekt Integrales Flussgebietsmanagement.

- Bildungsangebote:
  - Weiterbildungsmöglichkeiten für Praktiker im Bereich Geschiebemodellierung, Geschiebemessung, Geschiebehaushaltsstudien, Geschiebesanierung sowie Bestimmung der erforderlichen Fracht fehlen.
  - Die Eawag strebt an, im Jahr 2017 einen Kurs basierend auf den zurzeit in Redaktion befinden Merkblättern anzubieten.
- Zusammenarbeiten:
  - Bilaterale Beurteilung von Sanierungsplanungen und einzelnen Anlagen z.B. zwischen verschiedenen Fachbüros.
  - Austausch mit dem BAFU.

Es gibt auch verschiedene internationale Tagungen zum Thema Geschiebe, die jedoch nicht anwendungsorientiert sind:

- Gravel Bed Rivers Workshops[55]
- River Flow Conferences[56]
- Annual General Assembly der European Geosciences Union (EGU)[57]
- European River Restoration Conference des European Centre for River Restoration (ECRR)[58]

Die Rückmeldung zum Umfang des bestehenden Wissensvermittlungsangebots ist im Allgemeinen, dass noch zu wenig vorhanden ist.

6.4 Lücken / Offene Fragen [59]

In den Gesprächen wurde angemerkt, dass zurzeit einiges in Bewegung ist, z.B. durch Auftragsvergaben des BAFU. Nichtsdestotrotz bestehen noch Lücken bzgl. des aktuellen Fachwissens, der Rahmenbedingungen, der Wissensproduktion und der Wissensvermittlung (zur Wissensvermittlung siehe auch Abschnitt 4.2). Beispielsweise gibt es eine Liste mit Praxisfragen zur Geschiebe- und Auendynamik, die im Rahmen des Projekts «Geschiebe- und Habitatsdynamik» beantwortet werden sollen. Zusätzliche Lücken bzw. offene Fragen, die in den Interviews genannt wurden, sind nachfolgend aufgeführt:

[55] Vgl. www.gbr8.dpri.kyoto-u.ac.jp (26.10.2016)

[56] Vgl. www.iihr.uiowa.edu/riverflow2016 (26.10.2016)

[57] Vgl. www.egu.eu/meetings (26.10.2016)

[58] Vgl. www.ecrr.org/NewsEvents (26.10.2016)

[59] Weitere detaillierte Fragestellung können der separaten Beilage mit den Listen von offenen Fragen entnommen werden.

Fachwissen

Zu den folgenden Aspekten hinsichtlich des Fachwissens gibt es noch Lücken:

- Auswirkungen der Reaktivierung von Geschiebe:
  - Abschätzung des naturnahen Geschiebehaushalts
  - Abschätzung/Messung des aktuellen Geschiebehaushalts
  - Definition und Erreichung des Zielzustandes
  - Prognosen zur Geschiebefracht: Dauer bis die Massnahmen, z.B. Schüttungen, wirken; Langzeiteffekte
  - Wirkungen der Erhöhung der Geschiebefracht auf die Ökologie, Wirksamkeit für Habitate und die Morphologie
  - Wechselspiel verschiedener Einflussfaktoren, z.B. Geschiebedynamik, Hochwasserdynamik, Ökologie und Morphologie.
  - Koordination mit anderen Sanierungsmassnahmen, wie z.B. Aufweitungen
  - Trennung und Zuordnung der Einflüsse: Wie kann erfasst werden, was der Einfluss der Kraftwerke ist und was sonstige Umwelteinflüsse sind, wie z.B. Klimaveränderung.
  - Strategien zum Umgang mit Unsicherheiten und Risiken bei der Planung und Umsetzung

  Im Allgemeinen geht es die Frage, wie die Geschiebefracht gemessen werden kann und welche Wirkungen die Massnahmen haben bzw. ob der Zielzustand erreicht werden kann.
- Technisches Wissen:
  - Benötigte Menge von Geschiebe an den jeweiligen Standorten, um sich dem Referenzzustand zu nähern
  - Verteilung des Kieses und wie man dies beobachtet
  - Unklarheiten bzgl. der Modellierung, z.B. zur Berechnung des Geschiebetransports
  - Durchführung von künstlichen Hochwassern: Wie häufig und mit welcher Stärke haben künstliche Hochwasser zu erfolgen.

Monitoring und Erfolgskontrollen

- Es ist zurzeit noch unklar, wie man Erfolgskontrollen im Zusammenhang mit künstlichen Hochwassern durchführt.

Wissensproduktion

- Indem die erwähnte Liste mit den offenen Fragen öffentlich gemacht würde, könnten die Aktivitäten sinnvoll gebündelt und z.B. auch als Ideenkatalog für Masterabschlussarbeiten aufgelegt werden. Weiter hat die Forschung wenig Kenntnisse über die Bedürfe anderer relevanter Akteure, wie z.B. der Kantone oder der Fachbüros.

- Der Output der Wissenschaft stimmt teilweise nicht mit den Erwartungen des Bundes überein. Deshalb könnte der Bund anstelle von Forschungsfragen die gewünschten Produkte (z.B. Praxismerkblatt) definieren.
- Es gibt keinen Terminplan, der festlegt, welche Forschungsergebnisse wann und für welche Akteure vorliegen müssen. Grundsätzlich sollte aber bekannt sein, in welcher Projektphase welche spezifischen Forschungsergebnisse vorliegen sollten. Es wäre hilfreich für die Forschung, wenn ein längerfristiger Fahrplan festgelegt würde.
- Erfahrungen gibt es für das Mittelland, aber für die Alpen und das Hochgebirge sind keine Erfahrungen vorhanden.

Wissensvermittlung

- Das Angebot an Tagungen ist zurzeit zu bescheiden. Es ist den Akteuren bewusst, dass für die Durchführung von Tagungen noch gewisse Voraussetzungen fehlen, wie z.B. die Vollzughilfe des BAFU zur Umsetzung der Massnahmen und Erfahrungen von Kantonen aus den Sanierungsprojekten.
- Lücken gibt es zurzeit bei der Definition des Zielzustandes und der Konkretisierung der Berechnungsmodelle. Die Anwendung soll an Workshops und Tagungen vermittelt werden.
- Die Aufarbeitung von wissenschaftlichen Arbeiten sowie die Übersetzung für die Praxis kann noch optimiert werden. Dafür sollte u.a. der Ansatz mit den Merkblättern des Programms «Wasserbau & Ökologie» ausgebaut werden.
- Es ist darauf zu achten, dass die Praxiserfahrungen aus Sanierungsprojekten gesammelt und im Rahmen von Veranstaltungen und in einem Dokument mit guten Beispielen konsequent vermittelt werden.
- Weitere Aspekte sind in Abschnitt 4.2 enthalten.

Des Weiteren gibt es offene Fragen zu den Rahmenbedingungen, welche dem Anhang C, entnommen werden können.

7 Fischgängigkeit – Bedarf und Lücken

Die Ende 2014 eingereichten strategischen Planungen der Kantone zeigen, dass 1'000 Querbauten wie Wehre oder Schwellen an Kraftwerken saniert werden müssen, um eine freie Fischwanderung zu ermöglichen. Zu sanieren sind einerseits der Fischaufstieg und andererseits der Fischabstieg:[60]

- Der Fischaufstieg kann mithilfe von technischen Werken wie Fischpässen oder durch naturnahe Lösungen wie etwa Umgehungsgewässer wiederhergestellt werden.
- Bauliche Massnahmen sollen die Fischwanderung flussabwärts (Fischabstieg) zur Überwindung von Hindernissen unterstützen und Verletzungen verhindern.

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Gesprächen mit betroffenen Akteuren aus der Wissenschaft, von Kraftwerken, Fachbüros, Umweltorganisationen, Bund und Kantonen gemäss der Liste in Abbildung 7-1.

7.1 Benötigtes Wissen

Für die erfolgreiche Sanierung der freien Fischwanderung ist Fachwissen in unterschiedlichen Bereichen von fachlichem Wissen zu Biologie und Ökologie über technisches Wissen bis zu verfahrenstechnischem Wissen notwendig:

- Fachliches Wissen zu Biologie und Ökologie:
  - Verhalten der Fische: Bei einzelnen Fischarten ist das Verhalten (v.a. Wanderverhalten) bekannt, aber bei der Grosszahl von Arten fehlen genauere Informationen darüber, wie sich die Fische verhalten (z.B. wann und wozu die Wanderungen stattfinden, in welchen Teilhabitaten etc.). Dafür bedarf es insbesondere auch Kenntnissen über die vorhandenen Fischarten im relevanten Gewässerabschnitt.
  - Gewässerökologisches Wissen: Ortskenntnisse über den Gewässerzustand, d.h. es braucht ökologische Daten der Gewässer insbesondere auch auf Einzugsgebietsebene.
  - Zielsetzungen / Endzustand: Kenntnisse über die notwendige Überlebensrate und die notwendigen Voraussetzungen für den anzustrebenden Populationserhalt.
  - Kraftwerke: Gewässerökologisches Fachwissen und Hintergrundwissen zu den Bedürfnissen der Kraftwerke.
- Technisches Wissen: Es ist nicht nur Fachwissen, sondern auch interdisziplinäres Wissen notwendig. D.h. es braucht ingenieurtechnisches Wissen zu den Möglichkeiten, wie die Fischgängigkeit wiederhergestellt werden kann. Dafür ist Wissen zur Hydraulik und zur baulichen Umsetzung der Sanierungsmassnahmen notwendig. Dies betrifft die beiden Aspekte des Fischauf- und -abstiegs.

[60] Vgl. BAFU (2016), Fischgängigkeit: http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13486/14116/index.html?lang=de (05.09.2016).

- Verfahren:
  - Kenntnisse der Gesuchsteller und Beteiligen zum Verfahren, zur Umsetzung der Massnahmen und zur Erfolgskontrolle. Die Akteure müssen wissen, welche Schritte und Aufgaben wann anstehen. Bzgl. der Erfolgskontrolle ist zu vermitteln, wie umfangreiche diese zu erfolgen hat.
  - Stand der Technik und des Wissens: Damit die Planer über eine gewisse Planungssicherheit verfügen, braucht es eine Aussage zum geltenden Stand der Technik und des Wissens, z.B. hinsichtlich der Rechenabstände. Bei den anderen Bereichen verläuft die Sanierung anlagenspezifischer, weshalb diesbezügliche Aussagen weniger von Nöten sind.

7.2 Vorhandenes Wissen / Wissensproduktion

In den Gesprächen wurde mehrmals erwähnt, dass ein Grossteil des benötigten Wissens vorhanden ist, aber noch einige Lücken bestehen. Bspw. gehen einzelne Akteure davon aus, dass für ca. 80 bis 90% der Sanierungsfälle das benötigte Werkzeug zur Verfügung steht, damit die Planungen mit gutem Gewissen durchgeführt werden können. Hingegen wurde aber auch vereinzelt angemerkt v.a. von den Umweltorganisationen, dass es weiterhin noch viele offene Fragen gibt.

- Fischaufstieg: Zum Fischaufstieg sind schon viele Dokumente vorhanden und es wurden bereits Sanierungsanlagen gebaut. Das Vorgehen ist deshalb grundsätzlich klar und die Verfügungen, der Bau sowie die Abnahme seien Standard. Allerdings zeigen sich noch Lücken, weil vermutlich nicht immer der aktuelle Stand des Wissens angewendet wird und nicht im Detail klar ist, wie gut die bestehenden Fischpässe wirklich funktionieren. Deshalb ist bzgl. der Erfolgskontrolle davon auszugehen, dass sich diese im Rahmen der Forschungstätigkeiten weiterentwickeln wird bzw. muss z.B. hinsichtlich der Beurteilung, wie gut eine Fischtreppe bzw. deren Platzierung ist. Oft wird der Erfolg anhand der Anzahl Fische gemessen, die in der Anlage aufgefunden werden. Selten oder kaum wird aber gemessen, wie viel Prozent der «wanderwilligen» Fische die zur Verfügung gestellten Anlagen tatsächlich nutzen. Moderne Ansätze wie. PIT-Tag[61] gibt es zwar, sind aber aufwendig beim Einsatz. Bis auf einige Spezialfälle ist das Fachwissen für den Bau einer Fischaufstiegsanlage in der Schweiz genügend vorhanden.
- Fischabstieg: Im Gegensatz zum Fischaufstieg gibt es bzgl. des Fischabstiegs noch weniger Wissen. Dies ist damit zu begründen, dass man das Problem hinsichtlich des Fischaufstiegs früher erkannt hat und es deshalb auch früher angegangen wurde. Bei kleineren Kraftwerken weiss man grundsätzlich, wie der Fischabstieg funktioniert und wie die Fische von den Turbinen weggeleitet werden können, d.h. das Wissen ist ähnlich wie beim Fischaufstieg. Hingegen besteht bzgl. des Abstiegs bei Grossanlagen ein Wissensdefizit, z.B. ist unklar, wie die Fische abwandern, was die Gründe sind, welche Fischstadien zu welchen

[61] Mit PIT-Tags werden Fische markiert, um ihr Wanderverhalten zu erforschen. PIT steht für «passive integrated transponder». Vgl. NZZ (2015), Den jungen Lachsen auf der Spur: http://www.nzz.ch/wissenschaft/biologie/den-jungen-lachsen-auf-der-spur-1.18579859 (26.10.2016).

Jahreszeiten abwandern und welche Technologien es an den Kraftwerken braucht, damit die Fische richtig gelenkt werden können. Ebenfalls muss für die Durchführung der Erfolgskontrollen noch Wissen entwickelt werden, z.B. wie bestimmt werden kann wie viele Fische den Fischabstieg überleben oder wie hoch die Mortalität in den Turbinen ist. Zum Thema Fischabstieg gibt es z.B. das Forum «Fischschutz & Fischabstieg», das u.a. Informationen zu anstehenden Veranstaltungen sowie Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten enthält.[62]

Im Ausland, z.B. Nordamerika, Deutschland, Skandinavien, ist man grundsätzlich weiter als in der Schweiz was die Aufbereitung von Wissen, Systematik des Monitorings und den Beginn der Umsetzung betrifft, allerdings oft nur mit Fokus auf wenige Fischarten (z.B. Lachs, Aal).

Bezüglich der Wissensproduktion zur Fischgängigkeit zeigt sich, dass die Forschungskapazitäten in der Schweiz im Vergleich zum Ausland wie z.B. Österreich, Deutschland oder Nordamerika eingeschränkt sind. Bei der Eawag wird seit der Pensionierung von Armin Peter kein angewandtes Grundlagenwissen zu Sanierungsmassnahmen bei Kraftwerken, z.B. Fischverhalten, mehr erarbeitet. Die VAW hat im Auftrag von Kraftwerken Wissen aufgebaut und bearbeitet derzeit ein grosses EU-Projekt zum Thema Fischabstieg im Rahmen von zwei laborbasierten etho-hydraulischen Dissertationen sowie Pilotstudien in Zusammenarbeit mit Schweizer Kraftwerksbetreibern. Die ingenieurtechnische Forschung erfolgt an der EPFL unter der Leitung von Anton Schleiss. Von den Interviewteilnehmenden wird die Wissensproduktion quantitativ als ungenügend beurteilt. Die Gründe dafür sind u.a.:

- In der Schweiz fehlt eine Institution oder zuständige Person, die Wissen aufbereitet und mit ausländischen Ergebnissen abgleicht sowie die offenen Fragen aus der bestehenden Liste systematisch angeht.
- Obwohl mit der Sanierungspflicht eine grosse «Spielwiese» für die angewandte Forschung geschaffen wurde, geschieht weniger als erhofft auf Seiten der Forschung.
- Es gibt an verschiedenen Hochschulen Abteilungen, die sich mit dem breiten Thema Fischbiologie oder Ökologie befassen, jedoch nicht spezifisch im Zusammenhang mit Kraftwerken, z.B. Abteilung Fischökologie & Evolution an der Eawag. Gewisse Aspekte deren Forschung können auf die Sanierung der Kraftwerke übertragen werden.

Einige Forschungsprogramme und -projekte in der Schweiz sind nachfolgend aufgeführt:

- Forschungsarbeit von Dr. Kriewitz zu Leitrechen an Fischabstiegsanlagen[63]
- Forschungsprojekt der VAW zu Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken[64]

[62] Vgl. forum-fischschutz.de (26.10.2016)

[63] Kriewitz (2015), Leitrechen an Fischabstiegsanlagen: Hydraulik und fischbiologische Effizienz. Im Auftrag des Verbandes Aare/Rheinwerke (VAR).

[64] Bös / Egloff / Peter (2015), Forschungsprojekt: Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken.

- Masterarbeit zur Fischtreppe Steffstep. Diese modular aufgebaute Fischtreppe soll dazu dienen, dass künstliche Querbauwerke in kleinen bis mittelgrossen Flüssen überwunden werden können.[65]
- Überprüfung der Funktionalität der Fischaufstiegshilfen der Kraftwerke am Hochrhein (es handelt sich dabei eher um eine Bestandesaufnahme als um ein Forschungsprojekt)[66]
- Zwei Pilotanlagen zum Fischabstieg am Kraftwerk Bannwil (BKW) und am Kraftwerk Wildegg-Brugg (Axpo)
- Projekt am Hochrhein mit PIT-Tag Untersuchungen. Das Projekt startet im Jahr 2017 und wird durch swissgrid finanziert.
- Im Rahmen des Forschungsprogramms «Wasserbau und Ökologie» der Eawag zu Geschiebe gibt es Bezüge zur Fisch-Thematik.
- Projekt des BAFU zur Turbinenmortalität (es handelt sich dabei nicht unbedingt um ein Forschungsprojekt, sondern eher um eine Zusammenstellung des aktuellen Knowhows).
- EU Horizon 2020 Projekt mit ca. 20 verschiedenen Partnern zu Fischabstieg an mittelgrossen Anlagen «Fishfriendly Innovative Technologies für Hydropower».

Verschiedene Fragestellungen sind aber noch offen (siehe auch die Frageliste in der separaten Beilage) und ein längerfristiges Konzept zur Beantwortung der Fragen fehlt.

Die Qualität der getätigten Forschung wird grundsätzlich als gut beurteilt. Allerdings zeigt sich ein Optimierungsbedarf hinsichtlich der Zusammenarbeit und Vernetzung mit den Forschungsinstitutionen im Ausland.

7.3 Wissensvermittlung

In der Schweiz bestehen verschiedene Kanäle zur Wissensvermittlung:

- Veranstaltungen: Die Erfahrungsaustausche der Wasser-Agenda 21 zum Bereich Fischgängigkeit sind ein etabliertes Angebot.
  - Erfahrungsaustausch der Wasser-Agenda 21, welcher bisher fünfmal zum Thema Fischwanderung stattgefunden hat:
    - September 2012: Erfahrungsaustausch zur strategischen Planung
    - Mai 2013: Erfahrungsaustausch zur strategischen Planung
    - April 2014: Erfahrungsaustausch zur strategischen Planung
    - September 2015: Informations- und Erfahrungsaustausch
    - Juni 2016: Informations- und Erfahrungsaustausch
  - Der Erfahrungsaustauch wird als sinnvoll erachtet, da er insbesondere auch verschiedene Zielgruppen anspricht und dem Austausch von Informationen dient. Trotzdem besteht ein Optimierungsbedarf, z.B. hinsichtlich Exkursionen.
  - Fachtagung von Wasser-Agenda 21 im Jahr 2014 zu Fischwanderung in genutzten Gewässern. Es wird begrüsst, dass die Präsentationen öffentlich zugänglich sind.

[65] Baier (2016), Fish pass Steffstep – a solution for disconnected rivers?

[66] BAFU (2008), Fischaufstieg am Hochrhein.

  - Veranstaltungen der Schweizerischen Fischereiberatungsstelle (Fiber) zu Fischgängigkeit und Gewässerraum.
  - Generalversammlungen von kleinen Verbänden (Wasserwirtschaftsverbände, Kraftwerke)
  - Angebote des SWV, wie Fachtagungen oder Hauptversammlung mit begleitender Tagung
- Dokumentationen:
  - Im Rahmen der Vollzugshilfe «Renaturierung der Gewässer» sind folgende Module zum Bereich Fischgängigkeit auf der Internetseite des BAFU veröffentlicht:[67]
    - Strategische Planung (1. Phase)
    - Finanzierung: Modul zur Finanzierung der Massnahmen vom November 2016 sowie gesetzliche Grundlagen (VKSWk)[68]
    - Geodatenmodelle für Geobasisdaten des BAFU zum Thema Wasser
    - Koordination wasserwirtschaftlicher Vorhaben in und zwischen den Bereichen, den Staatsebenen und im Einzugsgebiet
    - Checkliste mit Best practice Beispielen: Das Dokument stammt aus dem Jahr 2012.
    - Berechnungsvorlage für die Ermittlung der Erlöseinbussen wegen Energieminderproduktion infolge Sanierungsmassnahmen bei Wasserkraftanlagen
    - Eine technische Anleitung zur Umsetzung der Massnahmen und ein Praxishandbuch zur Erfolgskontrolle fehlen. Zur Frage, wie umfangreich die Erfolgskontrolle sein soll, wurde ein Mandat vergeben. Dabei wird in der Begleitgruppe die Forschungsseite durch Armin Peter vertreten.
  - Graue Publikationen von Fachbüros aus der Schweiz, die Praxiswissen aus umgesetzten Projekten enthalten. Die Publikationen sind oft nicht zugänglich, wenn sie sich im Eigentum der Fachbüros oder der Auftraggeber befinden.
  - Wissenschaftliche Zeitschriften und Fachzeitschriften, z.B. Zeitschrift Wasser Energie Luft, die viermal jährlich mit Fachartikeln zum Thema Wasserwirtschaft publiziert wird.
  - Allerdings besteht ein Optimierungspotenzial hinsichtlich der Aufarbeitung von wissenschaftlichem Wissen und von umgesetzten Massnahmen sowie deren Übersetzung für die Praxis.
- Persönliches Netzwerk: In der Schweiz ist der involvierte Personenkreis begrenzt, sodass der Austausch auch persönlich erfolgen kann, z.B. zwischen Büros, Kraftwerksbetreibern, Kantonen.
- Bildungsangebote: Es gibt keine Kurse oder sonstige Bildungsangebote von Seiten der Universitäten oder Fachhochschulen zur Thematik Sanierung Fischgängigkeit. Es gibt aber zumindest ein paar Kurse, die das Thema beinhalten, wie z.B. das CAS Süsswasserfische Europas Ökologie & Management an der ZHAW sowie das CAS Poissons d'eau douce d'Europe Ecologie et gestion an der Hepia.

[67] Siehe http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13486/15869/index.html?lang=de (02.09.2016).

[68] Verordnung des UVEK über die Berechnung der anrechenbaren Kosten von betrieblichen Sanierungsmassnahmen bei Wasserkraftwerken (VKSWk) vom 11. März 2016 (Stand am 1. April 2016).

Das ausländische Wissensvermittlungsangebot wird von der Art und vom Umfang her ähnlich eingeschätzt:

- Tagungen:
  - DWA-Tagung in Deutschland
  - Tagungen v.a. in Holland, England, Österreich
  - Tagungen in den USA: Fish Passage und Annual Meeting der American Fisheries Society
  - Workshops der IKSR «Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins»
- Publikationen:
  - DWA-Richtlinien zur technischen Ausgestaltung des Fischaufstiegs. In der Schweiz wird in der Vollzugshilfe zur strategischen Planung und der Checkliste mit Best practice Beispielen darauf verwiesen.
  - Publikationen und Guidelines aus weiteren Ländern wie z.B. Österreich, Frankreich
  - Wissenschaftliche Zeitschriften und Fachzeitschriften, z.B. River research and application, Fisheries research, Fisheries management & ecology, Ecological engineering
- Internationaler Austausch z.B. im Rahmen des Projekts IKSR (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins)

Der Umfang der Wissensvermittlung wird weiterhin als ausbaufähig erachtet, weil insbesondere bei der Forschungsvermittlung das Potenzial nicht ausgeschöpft wird und der Transfer von internationalem Wissen noch zu wenig erfolgt. Zudem wurde angemerkt, dass man sich als Akteur viel Zeit nehmen muss, um die vielen Informationen zu sammeln und zusammenzutragen.

7.4 Lücken / Offene Fragen [69]

Basierend auf den vorangegangenen Ausführungen konnten in vielerlei Hinsicht Lücken und offene Fragen bestimmt werden:

Fachwissen

- Grundwissen Fischökologie bzw. -verhalten:
  - Wanderverhalten: In welchem Flussbereich und in welchen Abschnitten, wann und wie lange wandern die Fische.
  - Wahrnehmung und Reaktion der Fische auf die technischen Bauwerke und die Wanderwege, z.B. bei Strömungsfeldern.
- Beim Fischabstieg bestehen noch viele Unklarheiten:
  - Schädlichkeit der Turbinen für Fische.

[69] Weitere detaillierte Fragestellung können der separaten Beilage mit den Listen von offenen Fragen entnommen werden.

  - Die Fische schwimmen immer in Richtung der Strömung und dies ist bei den Kraftwerken in Richtung der Turbine oder Rechen. An dieser Stelle ist es aber aufgrund der grossen Wassermengen nicht möglich, einen Abstieg zu bauen. Deshalb müssen die Fische mithilfe von Wänden, Kanälen etc. geleitet werden. Zurzeit bestehen noch Unklarheiten zum Fischverhalten, sobald die Fische an ein kraftwerksbedingtes Hindernis kommen. Diese Problematik besteht bei grösseren Anlagen und in den grossen Gewässern des Mittellandes, weil es grosse Wassermengen und viele verschiedene Arten von Fischen gibt. Es bestehen diesbezüglich Forschungsaktivitäten, die aber v.a. im Ausland (Deutschland und Frankreich) angesiedelt sind.
  - Zudem wird den Fischen nur sehr wenig Wassermenge gegeben, um die Kraftwerke passieren zu können. Beim Fischaufstieg beträgt die zugesprochene Wassermenge ca. 1% des mittleren Wasserabflusses. Es stellt sich hier die Frage, wie viel Wasser wir der Natur zur Verfügung stellen wollen. Teilweise bestehen zwar Lösungen zur Sanierung der Fischgängigkeit, die aber schlussendlich nicht realisierbar sind, weil man zu viel Wasser bzw. Platz benötigt.
  - Es ist unklar, welche Überlebensrate für den Populationserhalt nötig ist.
- Auch bzgl. des Fischaufstiegs gibt es noch viele offene Fragen, wie z.B.:
  - Tatsächliche Wirkung und Erfolg der Massnahmen beim Fischaufstieg
  - Wirkung von Leitströmungen
  - Anzahl Einstiege, Collection Gallery (Sammlung von Eingängen)
  - Anzahl Liter Wasser, die für den Fischaufstieg benötigt werden
  - Artspezifische Verhaltensunterschiede
- Technisches Wissen: Zurzeit ist noch unklar, welche Art von Anlage bezüglich Technik und Wirkung geeignet ist, und auch, welche Anlagen angemessen sind (anders gesagt: Wie die Verhältnismässigkeit beurteilt werden soll).

Monitoring und Erfolgskontrollen

Eine systematische Erfassung und ein Vergleich der Monitoring-Ergebnisse ist sehr wichtig v.a. beim Fischabstieg. Lücken bestehen, weil bisher zu wenig Monitorings durchgeführt worden sind bzw. noch kein gutes Monitoring stattgefunden hat. Folglich wurde das Verhalten der Fische bei den Kraftwerken bisher nicht genügend untersucht. Es ist zu prüfen, welche Methoden anzuwenden sind und wie aussagekräftig diese sind: Der Vollzug verlangt ein Monitoring pro umgesetzte Massnahme. In einigen Fällen sind aber Wirkungskontrollen in Einzugsgebieten eine bessere Option.

Wissensproduktion

- Internationale Vernetzung und Verknüpfung der Wissensproduktion.
- Aufbereitung des Wissens in der Schweiz und Abgleich mit ausländischen Ergebnissen.

- Angewandte Grundlagenforschung: Grössere Pilotprojekte und Forschungsprojekt im Gewässer mit Begleitung der Forschung zur Beantwortung der offenen Fragen gemäss der Liste beim BAFU und der offenen Lücken zum Fachwissen (siehe weiter oben).
- Interdisziplinäre Forschungsaktivitäten der Wasserbauingenieure (Technik) sowie Fischökologie und -verhalten
- Machbarkeitsstudien zur Beurteilung, welche Massnahmen aus Kosten-Nutzen-Sicht bei welchen Kraftwerken Sinn machen.
- Festlegung des Stands der Technik und des Wissens, damit die Planer über eine gewisse Planungssicherheit verfügen.
- Es fehlt eine zuständige Person oder Institution für Anfragen zum Thema Fischgängigkeit. Es ist aber unklar, ob die Forschungsaktivitäten den Aufbau eines Instituts bedingen.

Nebst den Lücken bzw. offenen Fragen wurde in einem Gespräch auf eine weitere Problematik hingewiesen: Es können sich Konflikte ergeben, wenn Betriebsrenditefragen den Bedürfnissen der Fische gegenübergestellt werden müssen. Dieser Konflikt kann besonders problematisch sein, wenn die öffentliche Hand selbst direkt oder indirekt an den Kraftwerken beteiligt ist.

Anhang A: Befragte Akteure und Workshop-Teilnehmende

Zur Ermittlung des Wissensbedarfs, aber auch des vorhandenen Wissens und der bestehenden Wissenslücken wurden Gespräche mit den relevanten Akteuren geführt. Die Interviewteilnehmenden sind in der Abbildung 7-1 aufgelistet.

Abbildung 7-1: Befragte Akteure und Workshop-Teilnehmende

Institution	Interviewteilnehmer/in	Sanierung Fischgängigkeit	Sanierung Geschiebe	Sanierung Schwall und Sunk	Teilnahme am Workshop
BAFU					
Sektion Lebensraum Gewässer	Andi Knutti	X			X
Sektion Lebensraum Gewässer	Martin Huber Gysi	X			X
Sektion Sanierung Wasserkraft	Manfred Kummer		X	X	X
Sektion Sanierung Wasserkraft	Lorenzo Gorla			X	X
Sektion Sanierung Wasserkraft	Manuel Nitsche		X		X
Sektion Sanierung Wasserkraft	Rémy Estoppey				X
Kantonale Behörden					
Kanton Aargau	David Bittner	X			X
Kanton Wallis	Frédéric Zuber	(X)	X	(X)	X
Kanton Graubünden	David Schmid		X	X	
Fachbüros					
Fishconsulting	Armin Peter	X			
BG Ingenieure	Tobias Meile			X	X
Axpo	Ricardo Mendez	X	X	(X)	X
Axpo	Nadia Semadeni	(X)	X	X	
Flussbau AG	Ueli Schälchli		X		
Pronat	Andreas Zurwerra	X	X	X	X
NGOs					
Aqua Viva	Ueli Rippmann	X	X		X
WWF	Ruedi Bösiger	X	X		X
ProNatura	Luca Vetterli				X
Kraftwerksbranche					
KWO	Steffen Schweizer	X	(X)	X	X
SWV	Roger Pfammatter	X	X	X	
BKW	Daniel Marbacher				X
BKW	Robert Kriewitz				X
Wissenschaft					
Boku Wien	Stefan Schmutz	X		X	
Eawag	Christine Weber		X		
VAW	Robert Boes	X	X		X
ZHAW (FH Wädenswil)	Diego Tonolla		X	X	X
Eawag	Martin Schmid				X

Institution	Interviewteilnehmer/in	Sanierung Fischgängigkeit	Sanierung Geschiebe	Sanierung Schwall und Sunk	Teilnahme am Workshop
Weitere					
Stefan Vollenweider	Wasser-Agenda 21				X
Urs Steiger	steiger texte konzepte beratung				X
Patricia Fry	Wissensmanagement Umwelt				X

Anhang B: Wichtige Institutionen und ihre Aktivitäten in der Wissensproduktion und -vermittlung

Nachfolgend sind verschiedene Wissensträger und Internet-Plattformen zum Thema Renaturierung bzw. zu den drei Bereichen Fischgängigkeit, Geschiebehaushalt und Schwall und Sunk aufgelistet.

Plattformen, die für alle drei Bereiche Informationen zur Verfügung stellen, sind in der Abbildung 7-2 zu den bereichsübergreifenden Plattformen aufgeführt.

Abbildung 7-2: Bereichsübergreifende Plattformen

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Forum	Weitere?	
Aqua Viva	www.aquaviva.ch	Verein (Einzelmitglieder und Kollektivmitglieder, Beitrag vom BAFU)	X	X	X		X	(X)[a]	X		X[b]		X	DIE Gewässerschutzorganisation der Schweiz: – Zu allen drei Bereichen Informationsschwerpunkte mit Publikationen zu den jeweiligen Bereichen und Links zu Publikationen aufgelistet nach Art der Akteure (Regulatoren, NGOs, rechtliche Grundlagen, wissenschaftliche Publikationen) – Politisches Engagement, Vernetzung von politischen Akteuren – (u.a.) Beratung für Bauprojekte – Herausgabe einer eigenen Zeitschrift [a] Eher für Kinder und Lehrer [b] Auflistung von Projekten nach Region/Kraftwerk
Bau und Wissen	www.bauundwissen.ch	TFB AG (Technik und Forschung im Betonbau)								X				– Wissens- und Vernetzungsplattform zu biologischer Bauweise, ist aber – was Gewässer betrifft – eher auf Seen spezialisiert – Organisation einer Tagung zum neuen Gewässerschutzgesetz im November 2016

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Forum	Weitere?	
Bundesamt für Umwelt BAFU	www.bafu.admin.ch	Schweizerische Eidgenossenschaft	X	X	X	X	X		X					– Umfassende Information zu den drei Bereichen – Vollzugshilfen aufgeschaltet oder in Planung zu den Projektphasen, Best-Practice, Praxishilfen je nach Bereich vorhanden
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft DWA	de.dwa.de								X	X	(X)			Technisch-wissenschaftlicher Fachverband – staatliche Stellen, Hochschulen, Ingenieursbüros und Unternehmen – formuliert technische Standards / Normierungen, unterstützt die Forschung und Bildung zu Wasser- und Abfallwirtschaft – Austausch national und international zwischen Forschung und Praxis – Datenquelle – Bibliothek
Institut für Hydrobiologie, Gewässermanagement IHG	www.wau.boku.ac.at	Universität für Bodenkultur (BOKU) Wien							X					Interdisziplinäre Forschungsgruppe verknüpft die chemisch/physikalischen Lebensraumbedingungen in Süsswasserökosystemen mit den biologischen Anforderungen der Organismen --> integratives Verständnis U.A. Forschung zu Renaturierung, bspw. Masterarbeit zu den Auswirkungen von Schwall und Sunk oder Weiterentwicklung der Fischliftschleuse

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Forum	Weitere?	
Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR	www.iksr.org	Deutschland, Frankreich, Niederlande, Schweiz, Luxemburg						X	X	X				Internationale Kommission aller Länder des Rhein-Einzugsgebiets mit Hauptsitz in Koblenz – Themen sind: Ökologie, Wasserqualität, -verschmutzung, Hochwasser, Klimaänderung und Niedrigwasser – Mitorganisation von und Referate an Workshops z.B. Fish Market 2016, World Fish Migration Day – Datenaustausch bspw. zur Fischwanderung, Schwall bei Staudämmen usw.
Lebendiger Alpenrhein	www.lebendigerrhein.org	Umweltverbände am Alpenrhein	(X)	(X)	(X)					X			X	– Vor allem Öffentlichkeitsarbeit, eher dürftige Fachinformation, klar politisch positioniert
Plattform Renaturierung	www.plattform-renaturierung.ch	Wasser-Agenda 21, BAFU	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		Ausführliche Informationen zu allen Bereichen: – Verweise auf andere Seiten, Bildungsgänge, Tagungen, – Organisation von Foren – Führung eines Blogs – Verfügung über eine Mediathek
Rhein – Erholung und Sicherheit Rhesi	www.rhesi.org	Internationale Rheinregulierung IRR Gemeinsame Rheinkommision GRK	(X)	(X)	(X)			(X)	X	X			X	Fokus: Erholung und Sicherheit für Menschen im Rheintal, eher wenig praxisbezogene Information – Aufschaltung von Präsentationen der Tagungen – Aufschaltung häufiger Fragen – Ausstellungen

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Forum	Weitere?	
Schweizerische Fischerei-beratungsstelle FIBER	www.fischereiberatung.ch	Eawag, BAFU, Schweizerischer Fischerei-Verband SFV						(X)*	X	X				Nationale Fischereiberatungsstelle – Fokus auf Fischwanderung – Broschüre zu Schwall und Sunk – Link zu BAFU, Eawag, Steffstep und fischwanderung.ch * Seminar zur neuen Gewässerschutzgesetzgebung, ansonsten aber mehr zu Fischen
Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband SWV	www.swv.ch	Schweizerische Wasserwirtschaftsverband	(X)*	(X)*	(X)*	(X)*	(X)*		X	X			X	– Alles rund um Wasserkraftwerke inkl. Informationen zu den neuen Regulierungen – Referate und Kommissionen organisiert durch den SWV (siehe auch KOHS bei Geschiebehaushalt) – Fachzeitschrift WEL[70] mit Publikationen zu den drei Bereichen, Verbandsschriften, Referate und Artikel – Mitgestaltung der Gesetzgebung im Bereich Wasserwirtschaft – Beratungen und Auskunftserteilung * Links zu den Informationen des BAFU

[70] Wasser Energie Luft

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Forum	Weitere?	
World Wide Fund For Nature, bis 1986 World Wildlife Fund WWF	www.wwf.ch	Stiftung	(X)*	(X)*	(X)*	(X)*	(X)*		X		X			– Allgemeine Informationen, eher politischer Natur (biologische Konsequenzen) – Politisches Engagement, viel zu ihrem Leistungsausweis – Schweizweite Übersicht des Entwicklungsstandes (in allen Bereichen) – Weiterführende Informationen z.B. Factsheets * Links zu den Informationen des BAFU
Zukunft Alpenrhein	www.alpenrhein.net	Internationale Regierungskommission Alpenrhein IRKA und Internationale Rheinregulierung IRR	X	(X)	(X)				X		(X)		X	– Zusammenarbeit von Graubünden, St. Gallen, Liechtenstein und Vorarlberg, sowie der Bundesstellen in Bern und Wien – Umfassende Informationen zur Situation am Rhein, Auswirkungen, Zukunft etc. zu allen drei Bereichen

Abbildung 7-3: Sanierung von Schwall und Sunk

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Diskussionsforum	Weitere?	
Rivermanagement	www.rivermanage-ment.ch	BAFU, Eawag, WSL, ETH, EPFL	X	X	X		(X)*		X					Forschungszusammenarbeit zwischen den Trägerinstitutionen: – Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für die Bewältigung aktueller Herausforderungen im Management der Fliessgewässer. Praxisorientiert, international vernetzt. – Kreierung von Indizes, Durchführung von Flussgebietsmodellierungen – Policy Beratung / Entscheidungsfindung etc. * Unklar, ob sie selber welche durchführen, aber sie erklären, wie sie durchgeführt werden könnten

Abbildung 7-4: Wiederherstellung des Geschiebehaushalts

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenban	Forum	Weitere?	
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Geschiebe- und Habitatsdynamik	www.wsl.ch	WSL, VAW, LCH, Eawag	X						X					– Forschungsprojektschwerpunkt: Geschiebereaktivierung und Gewässerdynamisierung mit starkem Praxisbezug (technisch und ökologisch) – FAQ zu Geschiebe- und Habitatsdynamik
Forschungsprogramm «Wasserbau und Ökologie»; Geschiebe- und Habitatsdynamik	www.eawag.ch	Eawag, WSL, EPFL, ETH Finanzierung durch das BAFU	X				X	X[a)]	X[b)]		X			– Interdisziplinäre, praxisorientierte Forschungszusammenarbeit – Sicherung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Praxis – Vollzugsunterstützung [a)] Kurse [b)] Merkblätter
Kommission Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege (KOHS)	www.swv.ch/KOHS	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (SWV)						X	X	X				– Know-how-Austausch und Sicherung – Laufende Aufarbeitung des Stands der Technik – Führung der Arbeitsgruppe Geschieberückhaltebecken (es gibt keine genaueren Infos dazu). – Angebot an Beratungen, wobei nicht genau beschrieben wird, welche Art von Beratung.

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenban	Forum	Weitere?	
Rivermanagement	www.rivermanagement.ch	BAFU, Eawag, WSL, ETH, EPFL	X	X	X		(X)*		X					Forschungszusammenarbeit zwischen den Trägerinstitutionen: – Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für die Bewältigung aktueller Herausforderungen im Management der Fliessgewässer. Praxisorientiert, international vernetzt. – Kreierung von Indizes, Durchführung von Flussgebietsmodellierungen – Policy Beratung / Entscheidungsfindung etc. * Unklar, ob sie selber Erfolgskontrollen durchführen, aber sie erklären, wie sie durchgeführt werden könnten

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenban	Forum	Weitere?	
Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW; Konstruktiver Wasserbau und Flussbau sowie Numerische Modellierung	– www.vaw.ethz.ch/Konstruktiver Wasserbau – www.vaw.ethz.ch/Flussbau	ETH	X	X					X	(X)	(X)*			– Forschung zu konstruktivem Wasserbau und Flussbau – Brücke zwischen Grundlagenforschung und Praxis – Durchführung hydraulische Modellversuche mit eigenen Werkstätten, Ingenieurinnen etc. „Diese Untersuchungen sind zweckgebunden und dienen der Abklärung begrenzter Probleme mit einem praktischen Hintergrund.“ – Grundlagenforschung zu Geschiebe- und Schwemmholztransport – Grundlagenforschung zur ökohydraulischen Modellierung an Kiesflüssen * nur zu eigenen Projekten

Abbildung 7-5: Wiederherstellung der freien Fischwanderung

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Forum	Weitere?	
Fischwanderung.ch	www.fischwanderung.ch	Ein-Personen-Unternehmen	X	X	X		X		X					Sehr gute Seite, die so ziemlich alles zum Bereich übersichtlich erklärt. Inkl. Zusammenarbeit mit einer Firma, die Fischtreppen herstellt. – Dienstleistungen: – Erfolgskontrolle Fischaufstieg, Fischabstieg – Beratung Sanierung Fischgängigkeit – Mithilfe bei Revitalisierungen – Abfischungen – Fachvorträge, Fachartikel – Gute Übersicht über Politikstand in den einzelnen Kantonen, Links zu anderen Seiten und Literatur

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Forum	Weitere?	
Forum Fischschutz & Fischabstieg	forum-fischschutz.de	– Umweltbundesamt – Ecologic Institut							X	X		X		Wichtige Plattform für Wissensaustausch D-CH-A zum Fischabstieg – Liste von Veranstaltungen – Auflistung von Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Kontext des Fischschutzes & Fischabstiegs sowie des Populationsschutzes. – Auflistung von Grundlagen und Aktivitäten wie Gremienarbeit, Dialogforen, Öffentlichkeitsarbeit, Pläne, Programme, Leitfäden oder Regelwerke. – Die Foren widmen sich einem spezifischen Thema und werden z.B. im Rahmen von Veranstaltungen durchgeführt. Für die Teilnahme ist eine Anmeldung erforderlich.
Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève HEPIA	hepia.hesge.ch	Haute Ecole Spéécialisée de Suisse occidentale Hesso, Genève						X						Weiterbildungsmaster in Süsswasserfischkunde, Fischwanderung ist ein Teil des Programms

Name	Internetseite	Trägerschaft	Wissensproduktion Fachwissen					Wissensvermittlung Angebot / Dienstleistungen						Bemerkungen
			Variantenstudium und Planung	Projektierung	Bau / Realisierung	Finanzierung	Erfolgskontrolle	Bildung	Publikationen	Tagungen	Projektdatenbank	Forum	Weitere?	
Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW; Konstruktiver Wasserbau und Flussbau sowie Numerische Modellierung	– www.vaw.ethz.ch/Konstruktiver Wasserbau – www.vaw.ethz.ch/Flussbau	ETH	X	X					X	X	(X)*			– Forschung zu konstruktivem Wasserbau und Flussbau – Brücke zwischen Grundlagenforschung und Praxis – Durchführung hydraulische Modellversuche mit eigenen Werkstätten, Ingenieurinnen etc. „Diese Untersuchungen sind zweckgebunden und dienen der Abklärung begrenzter Probleme mit einem praktischen Hintergrund.“ – Grundlagenforschung zu Fischabstiegsanlagen – Grundlagenforschung zum videobasierten Fish Tracking – * nur zu eigenen Projekten
World Fish Migration Platform	www.worldfishmigration-platform.com	Stiftung						X[a)]	X[b)]	X[a)]				Fokus auf internationaler Vernetzung von Akteuren [a)] Bieten nicht selber Kurse an, sondern schalten Kurse und Tagungen weltweit auf, bspw. Web-Seminare zu Fischtreppen [b)] Für den vollen Zugang muss bezahlt werden

Anhang C: Weitere in Interviews aufgeworfene Fragen

Verfahren / Umsetzung

In den Gesprächen wurde auf einige offene Fragen zum Verfahren bzw. der Umsetzung der Sanierungsmassnahmen hingewiesen:

- Referenzzustand: Es gibt Unklarheiten darüber, wie der Referenzzustand bestimmt wird, z.B. wie viel Geschiebe einem Fluss zugefügt werden muss, wenn man sich einem Referenzzustand nähern möchte.
- Verhältnismässigkeit: Des Weiteren stellt sich die Frage, was die Auswirkungen auf die Kraftwerke sind und was als verhältnismässig beurteilt werden kann.
- Beurteilung Entschädigungsgesuche: Die Kantone werden im Rahmen der Entschädigungsgesuche beurteilen müssen, welche Massnahmen und Bauteile für die Sanierung notwendig sind bzw. ob gewisse Massnahmen über die Sanierungsmassnahmen hinausgehen und entsprechend durch die Kraftwerke zu tragen sind. Dieses Wissen ist nicht bei allen Kantonen vorhanden, sodass in gewissen Fällen Fachbüros beizuziehen sind. Des Weiteren ist das Vorgehen für das Entschädigungsgesuch an Swissgrid zu wenig bekannt.[71]
- Inhalt Verfügung: Es ist nicht für alle Kantone eindeutig, was der Inhalt einer Verfügung sein soll, z.B. hinsichtlich der Art der Formulierung (offen vs. detailliert). Ein Muster einer Verfügung, das z.B. auf einer Plattform aufgeschaltet wird, wäre unterstützend.
- Vorgaben: Teilweise ist nicht klar, welche Vorgaben den Kraftwerksbesitzern und den Fachbüros gemacht werden müssen und was verlangt werden kann. Dies gilt insbesondere bei den Bereichen Geschiebe und Fischgängigkeit, die noch über keine Angaben zur Umsetzung der Massnahmen verfügen.
- Anzahl Fachbüros: Gewisse Interviewpartner rechnen damit, dass mit einem Mangel an Fachbüros zu rechnen ist. Damit neue Büros und Mitarbeiter einen Einstieg finden können, wird es Ausbildungen und Kurse brauchen.
- Wissen Fachbüros: Es wurde darauf hingewiesen, dass sich kleinere Kantone ohne spezifisches Fachwissen zu den Sanierungsmassnahmen auf die Beurteilung und Einschätzung der Fachbüros und der Kraftwerke verlassen müssen. Falls alle drei Parteien über wenig Wissen verfügen, ist allenfalls mit qualitativ ungenügenden Massnahmen zu rechnen.

Weitere Hindernisse

Gemäss den Interviewteilnehmenden gibt es hinsichtlich einer fach- und fristgerechten Umsetzung der Sanierungen weitere Hindernisse zusätzlich zum Fachwissen:

[71] Diesbezüglich wurde im November 2016 das Modul «Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Massnahmen» der Vollzugshilfe veröffentlicht.

- Verhältnismässigkeit: Gemäss dem Gewässerschutzgesetz richten sich die Massnahmen nach der Verhältnismässigkeit des Aufwandes. Es ist aber nicht festgehalten, wie die Verhältnismässigkeit auszulegen ist. Die Verhältnismässigkeit sollte z.B. im Rahmen von Beispielen beurteilt werden. Daher ist z.T. unsicher, welche Massnahmen letztlich realisiert werden (müssen).
- Zeithorizont: Es wird von mehreren Interviewpartnern angezweifelt, dass die Zeit bis 2030 reicht, um die Massnahmen umzusetzen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass Einsprachen z.B. von Umweltverbänden, Gemeinden, Anwohnern zu einer Verzögerung über mehrere Jahre führen können. Damit die Frist eingehalten werden kann, ist von Seiten der öffentlichen Hand darauf zu achten, dass z.B. keine grundlegend neuen Indikatoren eingesetzt werden. Es wurde auch darauf hingewiesen, dass frühzeitig ein politischer Freiraum zu schaffen ist, um die Frist allenfalls verlängern zu können.
- Pragmatismus: Es wurde darauf hingewiesen, dass nicht jeder Aspekt der Sanierung einer exakten Wissenschaft entspricht. In gewissen Fällen wird es einen Dialog brauchen und es werden Entscheide zu fällen sein, auch wenn nicht alle Fragen geklärt und abgestützt werden können. Ein Hindernis wird erwartet, wenn man sich allzu stark an Zahlen und Methoden hält und keinen Verhandlungsspielraum zulässt.
- Entschädigung, Finanzierung: Es wird angezweifelt, dass der Finanzierungstopf ausreicht. Die Reaktion des Bundes, falls die finanziellen Mittel nicht reichen sollten, ist nicht klar, z.B. werden gewisse Ausgaben wie die Unterhaltskosten nicht bezahlt, werden nur effiziente Massnahmen unterstützt, werden die günstigeren und allenfalls schlechteren Massnahmen finanziert etc. Des Weiteren wurde die Frage aufgeworfen, wie bei wiederkehrenden Massnahmen, wie z.B. künstlichen Hochwassern, die Entschädigung bzw. deren Bemessung erfolgt. Von ausländischer Seite wurde aber auch darauf hingewiesen, dass die Schweiz bzgl. der Finanzierung eine Vorreiterrolle übernimmt, da in den meisten Ländern die Verursacher die Kosten zu tragen haben.
- Landbedarf: Manche Massnahmen, v.a. zu Schwall und Sunk, benötigen viel Land, z.B. für den Bau der Ausgleichsbecken. Es ist unklar, ob und zu welchen Konditionen die Besitzer ihr Land abgeben werden. Deshalb ist u.a. die Rolle der Gemeinden und Kantone wichtig und, dass die Fachbüros die Ausgleichsbecken richtig bemessen.
- Personelle Kapazitätsengpässe: Von den Kantonen kommt teilweise die Rückmeldung, dass für die Bearbeitung der Projekte mehr Stellenprozente und finanzielle Mittel benötigt werden. Zudem ist der Austausch zwischen den Kantonen sehr beschränkt. Um dem entgegenzuwirken, könnte z.B. eine Plattform dienlich sein. Auch von Seiten des Bundes wurde angemerkt, dass die personellen Ressourcen knapp sind, da für die Erfüllung der Aufgaben keine zusätzlichen Stellen bewilligt wurden.
- Situation auf dem Elektrizitätsmarkt:
  - Die Zukunft des Energiesektors bzw. der Energieproduktion ist ungewiss. D.h. heute getroffene Annahmen, z.B. zur Dimensionierung von Ausgleichsbecken, müssen zukünftig nicht mehr gelten. Es stellt sich deshalb die Frage, an welchen Annahmen sich die Sanierungsmassnahmen zu richten haben.

  - Der Wasserkraft geht es zurzeit wirtschaftlich schlecht. Entsprechend ist sie auf eine Finanzierung bzw. Entschädigung der Massnahmen angewiesen.

- Fachbüros: Es ist unklar, ob es zukünftig in der Schweiz genügend geeignete Fachbüros geben wird. Aufgrund der finanziellen Mittel im Markt werden aber einige Büros versuchen, Fuss zu fassen. Bei öffentlichen Ausschreibungen können junge Büros mit wenig Erfahrung allenfalls den Zuschlag erhalten, wenn sie einen tiefen Preis anbieten. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass der Bund einen Stand der Technik und des Wissens festlegt.
- Sanierungsvarianten: Eine Sanierungsvariante könnte sein, dass Hindernisse oder nicht rentierende Kraftwerke zurückgebaut werden, auch wenn dies in den meisten Fällen derzeit kaum realistisch scheint. Je nachdem könnte es sich dabei um die aus volkswirtschaftlicher Sicht beste Massnahme handeln. Der Rückbau ist zurzeit aber keine offizielle Variante für die Sanierungen.
- Uneinigkeit: Die Unsicherheit und das wenige Wissen können zu Expertenstreitigkeiten zwischen den Fachbüros und zu Falschinformationen führen.
- Interessenkonflikte auf politischer Ebene: Es wird mit politischen Interessenkonflikten zu rechnen sein, z.B. wenn die Sanierungsmassnahmen durch den Regierungsrat verabschiedet werden und dieser auch im Verwaltungsrat der Kraftwerke vertreten ist.

Rahmenbedingungen / Institutionelle Fragen

- Haftung bei Schäden/Unfällen: Falls jährlich Kies in einen Fluss gegeben wird, könnte ein extremes Hochwasser zu schwerwiegenden Auswirkungen führen. Es stellt sich die Frage, wie damit umgegangen wird, z.B. wer bei Schäden und Unfällen die Haftung übernimmt.
- Bemessung Entschädigung: Wie bemisst sich die Entschädigung, wenn noch nicht bekannt ist, wie häufig und stark die künstlichen Hochwasser durchgeführt werden müssen.
- Bewilligung künstliche Hochwasser: Es ist unklar, in welchem Rahmen die künstlichen Hochwasser zu bewilligen sind, ob mittels Baubewilligung oder Verfügungsverfahren, damit die Entschädigungen ausbezahlt werden.

Literaturverzeichnis

BAFU Bundesamt für Umwelt (2008)
Koordinierte Zählung 2005/06. In: Umwelt-Wissen Nr. 8010. Bern.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2012)
Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Erkenntnisse aus dem Projekt Integrales Flussgebietsmanagement. Bern.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2012)
Sanierung Geschiebehaushalt. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bern.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2016)
Fischgängigkeit. Online im Internet:
http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13486/14116/index.html?lang=de (05.09.2016).

BAFU Bundesamt für Umwelt (2016)
Geschiebe und Schwebstoffe in Fliessgewässern. Online im Internet:
http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13483/14092/index.html?lang=de (01.09.2016).

BAFU Bundesamt für Umwelt (2016)
Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe «Renaturierung der Gewässer». Bern.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2016)
Schwall-Sunk – Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Version für die Anhörung. Bern.

Baier Eva (2016)
Fish pass Steffstep – a solution for disconnected rivers? Potential application and efficiency of a new fish pass type

Bös Tamara., Egloff Nicole, Peter Armin (2015)
Forschungsprojekt: Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken. Ethohydraulische Untersuchungen zum Fischabstieg entlang eines vertikalen, schräg ausgerichteten Fischleitrechens.

Eawag
Programm Fliessgewässer Schweiz. Online im Internet:
http://www.eawag.ch/de/forschung/wasser-fuer-die-oekosysteme/oekosysteme/programm-fliessgewaesser/ (02.09.2016).

Eawag
Geschiebe- und Habitatsdynamik. Online im Internet:
http://www.eawag.ch/de/forschung/wasser-fuer-die-oekosysteme/oekosysteme/programm-fliessgewaesser/geschiebe-und-habitatsdynamik/ (02.09.2016).

Hütte Michael, Niederhauser (1998)
Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutzgesetz. In: Vollzug Umwelt, Nr. 27.

Kanton Graubünden
Dynamisierung Spöl. Online im Internet: https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/aev/dienstleistungen/wasserkraft/oekologie/beispiele/Seiten/Dynamisierung_Spoel.aspx (02.09.2016).

Kriewitz Carl Robert(2015)
Leitrechen an Fischabstiegsanlagen: Hydraulik und fischbiologische Effizienz. In: VAW-Mitteilungen 230, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), (R. M. Boes, ed.), ETH Zürich, Schweiz.

NFP Nationales Forschungsprogramm 61
SEDRIVER: Mehr Hochwasser – mehr Sedimenttransport – weniger Fische?. Online im Internet: http://www.nfp61.ch/de/projekte/projekt-sedriver (01.09.2016).

NZZ Neue Zürcher Zeitung (2014)
Spöl-Unfall war kein «Öko-GAU». Online im Internet: http://www.nzz.ch/schweiz/spoel-unfall-war-kein-oeko-gau-1.18447664 (27.10.2016).

NZZ Neue Zürcher Zeitung (2015)
Den jungen Lachsen auf der Spur. Online im Internet: http://www.nzz.ch/wissenschaft/biologie/den-jungen-lachsen-auf-der-spur-1.18579859 (26.10.2016).

Pronat / BG (2016)
Künstliche Hochwasser. Massnahme zur Beseitigung ökologischer Beeinträchtigungen in Restwasserstrecken unterhalb von Speicherseen. Auslegeordnung Grundlagen & Handlungsbedarf. Entwurf Mai 2016.

Schälchli, Abegg + Hunzinger (2005)
Geschiebe- und Schwebstoffproblematik in Schweizer Fliessgewässern. Zürich.

Schälchli, Abegg + Hunzinger (2007)
Reaktivierung des Geschiebehaushalts in Schweizer Fliessgewässern. Massnahmen und Kosten. Zürich.

Schweizer Steffen, Schmidlin Stephani, Bieri Martin, Büsser Peter et al. (2016)
Die erste Schwall-Sanierung der Schweiz: Die Hasliaare als Fallbeispiel. In: Wasser Wirtchaft, Nr. 1/2016.

Schweizerischer Nationalpark
Spöl. Dynamik trotz Restwasser. Online im Internet: http://www.nationalpark.ch/de/forschung/fachuebergreifende-forschung/spoel/ (02.09.2016).

Vetsch David (2016)
Dynamik der Kiesbänke am Alpenrhein. Vortragsreihe Rheinverband vom 13.01.2016.

WWF (2014)
Factsheet Geschiebe: Geschiebemanagement. Praxistipps für die Geschiebesanierung. Zürich.

Zarn Benno (1997)
Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität. Zürich.