



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Wasser

25. September 2024

Renaturierung der Schweizer Gewässer

Stand ökologische Sanierung Wasserkraft 2022



Management Summary

Die Biodiversität in der Schweiz ist unter Druck. Besonders stark ist dies in unseren Gewässern der Fall. Die intensive Nutzung der Gewässer – unter anderem durch die Wasserkraft – beeinträchtigt diesen Lebensraum und die darin vorkommenden Lebensgemeinschaften. Das Parlament hat dies erkannt: Das revidierte Gewässerschutzgesetz von 2011 verlangt, dass unsere Gewässer naturnaher gestaltet und damit wieder lebendiger und artenreicher werden. Um dies zu erreichen, sind auch die negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung auf die Gewässer zu reduzieren. Bestehende Anlagen, welche die Fischwanderung behindern, die natürliche Geschiebedynamik stören oder künstliche Abflussschwankungen (Schwall-Sunk) in den Gewässern verursachen, müssen bis 2030 ökologisch saniert werden.

Die Kantone haben bis Ende 2014 im Rahmen einer strategischen Planung diejenigen Anlagen identifiziert, welche einen Sanierungsbedarf haben. Gemäss dieser kantonalen Planung sind schweizweit rund 1000 Hindernisse von Wasserkraftanlagen, welche die Auf- und/oder Abwanderung von Fischen beeinträchtigen, betroffen. Dazu kommen 140 Wasserkraftanlagen sowie 360 andere Anlagen oder Nutzungen in den Gewässern, wie Geschiebesammler oder Kiesentnahmen, welche Geschiebedefizite in den Gewässern verursachen. Bei weiteren 100 Wasserkraftanlagen müssen Massnahmen zur Dämpfung von Schwall-Sunk ergriffen werden.

Die Kantone sind gemäss Artikel 83b Absatz 3 des Gewässerschutzgesetzes verpflichtet, dem Bund alle vier Jahre über den Stand ihrer ökologischen Sanierungsmassnahmen Bericht zu erstatten. Die erste Berichterstattung erfolgte vier Jahr nach Abschluss der strategischen Planungen zum Stand der Umsetzung per Ende 2018. Der vorliegende Bericht fasst im Sinne einer Bestandsaufnahme die wichtigsten Ergebnisse der zweiten Berichterstattung zum Stand der Umsetzung Ende 2022 zusammen. Das BAFU hat dazu die Daten der Kantone zum Umsetzungsstand per Ende 2022 ausgewertet: Diese Auswertung zeigt, dass Ende 2022 schweizweit von den rund 1000 gemeldeten Sanierungsprojekten 111 oder rund 10% in der Umsetzung bzw. bereits umgesetzt waren. Weitere rund 450 Sanierungsprojekte und damit 45% der gemeldeten Projekte befanden sich 2022 in Planung. Der Vergleich zur Umsetzungsperiode von 2014 bis 2018 zeigt, dass sich die Umsetzungsgeschwindigkeit der Sanierungen insgesamt verdoppelte. Dort, wo Massnahmen bereits realisiert werden konnten, zeigen sie eine positive Wirkung. Gute Beispiele erfolgreicher Sanierungen veranschaulichen, dass «es funktioniert» und es den Gewässern dank der Sanierung besser geht.

Die Planung der Massnahmen sowie der Wissens- und Kompetenzaufbau nahmen bis 2022 viel Zeit in Anspruch. Ebenfalls mussten für Fragestellungen in allen drei Sanierungsbereichen, zu denen bisher keine etablierten Lösungen existiert hatten, neue Methoden und Ansätze entwickelt werden.

Die Umsetzung der ökologischen Sanierung der Wasserkraft ist für die Gewässer und die darin lebenden Tiere und Pflanzen von entscheidender Bedeutung. Die ökologische Sanierung der Wasserkraft fördert die Erhaltung der Biodiversität und schafft resiliente Gewässerökosysteme, die mit den Auswirkungen des Klimawandels, wie steigenden Temperaturen, Trockenheit und Extremereignissen standhalten können. Mit diesen Sanierungsmassnahmen kann sichergestellt werden, dass die Stromproduktion in der Schweiz künftig nicht nur erneuerbar, sondern auch ökologisch ist.

Die Kantone werden Ende 2026 erneut über den Umsetzungsstand der Sanierungen informieren.

Impressum

Autorinnen und Autoren

Marc Baumgartner
Lucie Lundsgaard-Hansen
Monika Schaffner

(Alle Bundesamt für Umwelt, BAFU)

Titelbild

Fischlift beim Wasserkraftwerk Mühleberg (Quelle: BKW)

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/renaturierung (unter Dokumente)

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar.

Bern, 25. September 2024

Inhalt

Management Summary	2
1 Einführung	5
1.1 Gesetzliche Grundlagen	5
1.2 Umsetzung und Verfahrensschritte	5
1.3 Berichterstattung und Datengrundlagen	6
2 Sanierung der Fischwanderhindernisse von Wasserkraftanlagen.....	7
2.1 Sanierungsbedarf	7
2.2 Stand der Umsetzung.....	7
2.3 Beispiel erfolgreicher Massnahmen: Sanierung Fischwanderung am Kraftwerk Beznau	10
3 Sanierung der künstlichen Abflussschwankungen (Schwall-Sunk)	11
3.1 Sanierungsbedarf	11
3.2 Stand der Umsetzung.....	11
3.3 Beispiele erfolgreicher Massnahmen: Sanierung Schwall-Sunk am Doubs	14
4 Sanierung des Geschiebehaushalts	15
4.1 Sanierungsbedarf	15
4.2 Stand der Umsetzung.....	16
4.3 Beispiele erfolgreicher Massnahmen: Sanierung Geschiebehaushalt an der Aare	19
5 Finanzierung von Massnahmen zur ökologischen Sanierung der Wasserkraft.....	20
5.1 Finanzierung von Massnahmen bei Wasserkraftanlagen	20
5.2 Finanzierung von Massnahmen bei nicht Wasserkraftanlagen	20
6 Fazit	21

1 Einführung

Intakte Gewässer sind für den Erhalt der Biodiversität von grosser Bedeutung. Sie beherbergen eine hohe Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten. Die Gewässer in der Schweiz sind jedoch vielerorts stark verbaut und werden für verschiedenste Zwecke intensiv genutzt, so dass sie ihre natürlichen Funktionen nicht mehr gewährleisten können. Dies wirkt sich negativ auf die Gewässerlebensräume und die davon abhängigen Tiere und Pflanzen aus. In der Schweiz ist die aquatische Biodiversität besonders stark unter Druck: So sind von den 75 einheimischen Fisch- und Krebsarten insgesamt 70% gefährdet, vom Aussterben bedroht oder bereits ausgestorben. Die stark beeinträchtigten Schweizer Gewässer zeigen vor allem eines auf: Sollen die Ökosystemleistungen (z.B. Trinkwassergewinnung, Erholung, Fischerei), welche die Gewässer für Wirtschaft und Gesellschaft erbringen, langfristig erhalten bleiben, muss der Druck auf sie reduziert werden. Abhilfe schaffen eine naturnahere Gestaltung und eine nachhaltige Nutzung der Gewässer. Dadurch werden diese wieder artenreicher und widerstandsfähiger gegenüber steigenden Temperaturen, Trockenheit und Extremereignissen.

1.1 Gesetzliche Grundlagen

Mit der Revision des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) von 2011 beschloss das Parlament Massnahmen, um den Druck auf die Gewässer zu reduzieren und sie widerstandsfähiger zu machen. Es traten Bestimmungen in Kraft, unsere Gewässer wieder naturnaher zu gestalten. Neben der Förderung von Revitalisierungsmassnahmen und der Ausscheidung des Gewässerraums sollen auch die negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung auf die Gewässer reduziert werden. Konkret schreibt das Gesetz vor, dass Kraftwerksbetreiber kurzfristige künstliche Änderungen des Wasserabflusses in einem Gewässer (Schwall und Sunk), welche die einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume wesentlich beeinträchtigen, verhindern bzw. beseitigen müssen (Art. 39a GSchG). Auch darf der Geschiebehaushalt im Gewässer durch Anlagen (betrifft Wasserkraftanlagen und andere Anlagen an Gewässern) nicht dahingehend verändert werden, dass die einheimischen Tiere und Pflanzen, deren Lebensräume, der Grundwasserhaushalt und der Hochwasserschutz wesentlich beeinträchtigt werden (Art. 43a GSchG). Die rechtliche Grundlage für die Wiederherstellung der Fischgängigkeit findet Niederschlag im Bundesgesetz über die Fischerei (BGF): Sie verlangt, dass bei bestehenden Anlagen die freie Fischwanderung sichergestellt wird, günstige Lebensbedingungen für Wassertiere geschaffen werden, deren natürliche Fortpflanzung möglich bleibt und verhindert wird, dass Fische und Krebse getötet oder verletzt werden (Art. 9 bzw. 10 BGF).

Bestehende Wasserkraftanlagen und andere Anlagen, welche eine Beeinträchtigung durch Schwall-Sunk oder einen veränderten Geschiebehaushalt verursachen sowie Wasserkraftanlagen, welche eine Beeinträchtigung nach Art. 9 BGF verursachen (insbesondere die freie Fischwanderung beeinträchtigen), müssen bis 2030 saniert werden.

Die Inhaber von Wasserkraftwerken werden für die getroffenen Sanierungsmassnahmen zu 100% entschädigt. Die Finanzierung der ökologischen Sanierung erfolgt über einen Fonds, der durch den Stromkonsumenten mit 0,1 Rp/kWh geäufnet wird. Sanierungsmassnahmen bei anderen Anlagen (betrifft beispielsweise Sanierung des Geschiebehaushaltes bei Geschiebesammlern) können von Kantonen und Bund im Rahmen von Revitalisierungs- oder Hochwasserschutzmassnahmen subventioniert werden.

1.2 Umsetzung und Verfahrensschritte

Bis Ende 2014 hatten die Kantone den gesetzlichen Auftrag, im Rahmen einer strategischen Planung diejenigen Anlagen zu identifizieren, welche bis 2030 ökologisch saniert werden müssen. Gemäss dieser Planung sind bei rund 1000 Hindernissen von Wasserkraftanlagen, welche die Auf- und/oder Abwanderung von Fischen beeinträchtigen, bei 100 Wasserkraftanlagen, welche Schwall-Sunk verursachen und bei 140 Wasserkraftanlagen und 360 weiteren Anlagen, wie Geschiebesammler oder Kiesentnahmen, die Geschiebedefizite in den Gewässern verursachen, Sanierungsmassnahmen notwendig.

Die Kantone verpflichten die Inhaber von Anlagen, Sanierungsmassnahmen zu planen und umzusetzen. Gemäss seinem gesetzlichen Auftrag begleitet der Bund die Sanierungen eng. Er beurteilt die Projekte und ist für die Verwaltung der Finanzen zuständig.

Von der Planung bis zum Abschluss eines Sanierungsprojektes werden folgende Verfahrensschritte durchlaufen:

Planungsphase:

- Variantenstudium: Im Rahmen des Variantenstudiums werden vom Anlageninhaber in Absprache mit den kantonalen Behörden die ökologischen Ziele festgelegt und verschiedene Sanierungsvarianten geprüft. Die Kantone legen, oft in Abstimmung mit dem Bund, aufgrund des Variantenstudiums die umzusetzende Massnahme (Bestvariante) fest.
- Massnahmenplanung: Die festgelegte Bestvariante wird vom Inhaber der Anlage zum Bauprojekt ausgearbeitet und zur Bewilligung beim Kanton eingereicht.

Umsetzungsphase:

- Massnahmenbau: Sobald die Baubewilligung vorliegt und die Finanzierung seitens Bund zugesichert ist, wird die Massnahme umgesetzt.
- Wirkungskontrolle: Nach Abschluss der Bauarbeiten wird die Wirkung und Zielerreichung der umgesetzten Massnahme vom Anlageninhaber überprüft.

Ist die Wirkungskontrolle abgeschlossen und kein Nachbesserungsbedarf vorhanden, gilt das Sanierungsprojekt als abgeschlossen.

1.3 Berichterstattung und Datengrundlagen

Die Kantone sind gemäss Artikel 83b Absatz 3 des Gewässerschutzgesetzes verpflichtet, dem Bund alle vier Jahre über den Stand ihrer ökologischen Sanierungsmassnahmen Bericht zu erstatten. Die erste Berichterstattung erfolgte vier Jahr nach Abschluss der strategischen Planungen zum Stand der Umsetzung per Ende 2018. Der vorliegende Bericht fasst im Sinne einer Bestandsaufnahme die wichtigsten Ergebnisse der zweiten Berichterstattung zum Stand der Umsetzung Ende 2022 zusammen. Die Angaben wurden aus den kantonalen Berichterstattungen entnommen. Der vorliegende Bericht enthält ebenfalls eine kurze Übersicht über die finanziellen Mittel. Diese Angaben beruhen auf Daten des Bundesamts für Umwelt.

Die wichtigsten Daten stehen in zusammengefasster Form unter www.bafu.admin.ch/renaturierung (unter Dokumente) als Excel Datei zum Download zur Verfügung.

2 Sanierung der Fischwanderhindernisse von Wasserkraftanlagen

Die Schweizer Fliessgewässer sind stark verbaut. Künstliche Querbauwerke wie Wehre und Staustufen von Wasserkraftwerken, aber auch Schwellen für den Hochwasserschutz behindern vielerorts die Fischwanderung. Fehlen den Fischen an solchen Hindernissen Umgehungsmöglichkeiten, kann dies Auswirkungen auf den Fischbestand haben. Fische besiedeln je nach Jahreszeit und Lebensphase unterschiedliche Gewässerabschnitte. Wanderungen zwischen den verschiedenen Teillebensräumen sind daher für die meisten Fischarten überlebenswichtig. Sie benötigen z.B. artspezifische «Kinderstuben» und einen bestimmten Lebensraum für die Überwinterung. Fehlt auch nur ein Teillebensraum oder ist er nicht mehr erreichbar, kann sich der Kreislauf ihres Lebens nicht schliessen. Fischpopulationen werden dadurch dezimiert und sterben im Extremfall aus. In Hitzeperioden verhindern solche Bauwerke zudem das Ausweichen in kühlere Gewässerbereiche. Dies ist vor allem für kältebedürftige Fischarten wie Forellen und Äschen ein Problem.

Durch den Bau von Fischwanderhilfen können die Lebensräume wieder vernetzt und so auch der genetische Austausch zwischen den Populationen gewährleistet werden. Insbesondere in den Nebengewässern grösserer Flüsse führt die Wiederherstellung der Vernetzung durch die Beseitigung von Wanderhindernissen oft zu einer deutlichen und sprunghaften Zunahme der Artenvielfalt. Besonders wichtig ist die Vernetzung auch in stark verbauten Gewässern. Hier liegen die verschiedenen überlebenswichtigen Teillebensräume oft weiter auseinander, und die Fische müssen längere Wanderungen zurücklegen, um diese verschiedenen Lebensräume aufzusuchen.

Im Rahmen der ökologischen Sanierung der Wasserkraft werden Massnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit für Fische bei Hindernissen von Wasserkraftanlagen umgesetzt. Bei anderen Hindernissen werden Massnahmen zur Gewährleistung der freien Fischwanderung im Rahmen von Revitalisierung- und Hochwasserschutzprojekten umgesetzt.

2.1 Sanierungsbedarf

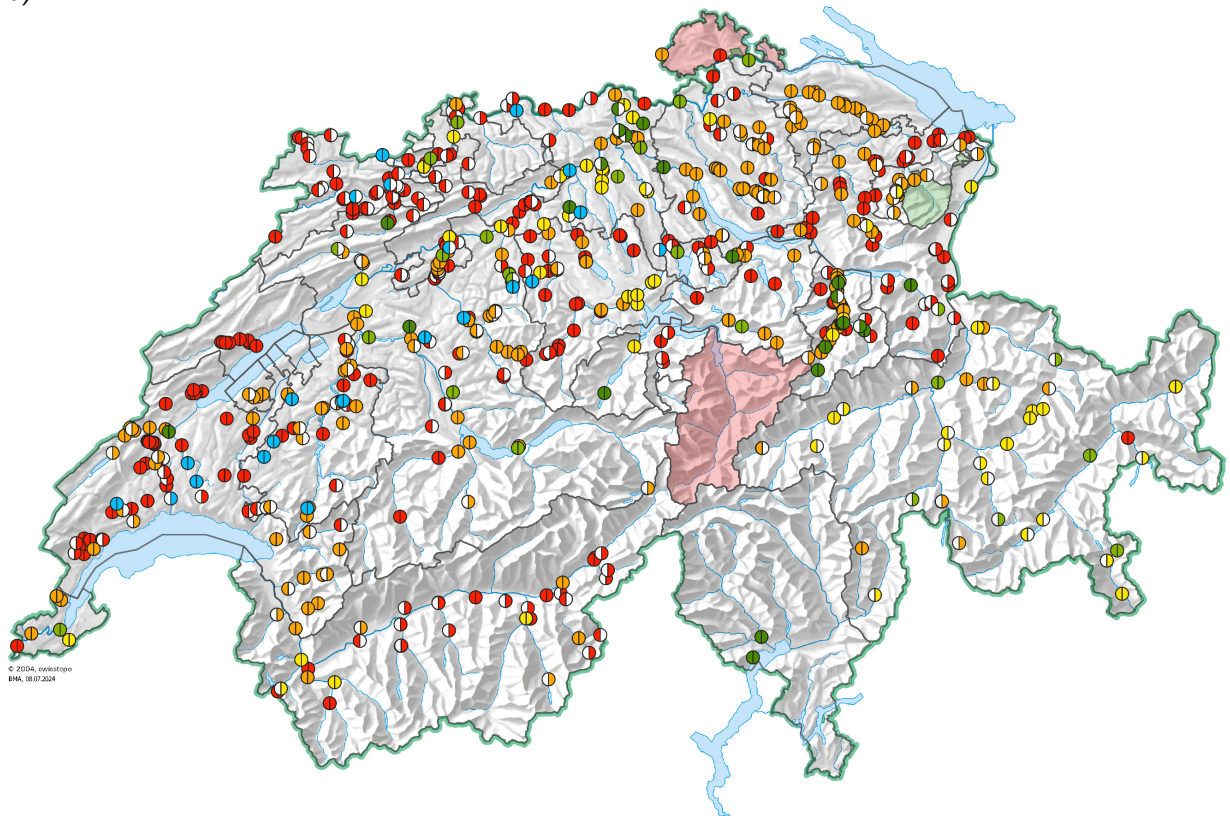
Gemäss der strategischen Planung 2014 besteht bei rund 1000 Hindernissen von Wasserkraftanlagen ein Sanierungsbedarf, um die Fischwanderung (Auf- und/oder Abstieg) wiederherzustellen. In der aktuellen Berichterstattung wurden analog zu den anderen Sanierungsbereichen nicht mehr die einzelnen Hindernisse, sondern die sanierungsbedürftigen Wasserkraftanlagen erhoben. Da eine Anlage mehrere Hindernisse umfassen kann, ist die Anzahl sanierungsbedürftiger Anlagen geringer als die Anzahl sanierungsbedürftiger Hindernisse. Insgesamt wurden in der aktuellen Berichterstattung 636 Anlagen, bei welchen ein Sanierungsbedarf bezüglich Fischwanderung besteht, gemeldet. Die Angaben vom Kanton SH und vom Kanton UR fehlen.

Bei den 636 sanierungsbedürftigen Anlagen muss gemäss aktueller Berichterstattung bei 507 Anlagen der Fischaufstieg und bei 531 Anlagen der Fischabstieg saniert werden.

2.2 Stand der Umsetzung

Gemäss der Berichterstattung der Kantone waren Ende 2022 von den gemeldeten 636 Anlagen mit Sanierungsbedarf 21 Anlagen vollständig saniert, bei 22 realisierten Projekten wurde die Wirkungskontrolle durchgeführt, und bei 24 Anlagen war die Sanierungsmassnahme im Bau. Bei 62 weiteren Anlagen war die Massnahmenplanung und bei 214 Anlagen das Variantenstudium in Erarbeitung. Bei 293 der sanierungsbedürftigen Wasserkraftanlagen wurde von den Kantonen angegeben, dass die Planung oder Umsetzung der Sanierungsmassnahmen Ende 2022 noch nicht gestartet wurde.

a)



- Fischaufstieg | Fischabstieg
- Saniert
- Wirkungskontrolle
- Massnahmenbau
- Massnahmenplanung
- Variantenstudium
- Strategische Planung
- Keine sanierungspflichtigen Anlagen
- Bericht nicht erstattet

b)

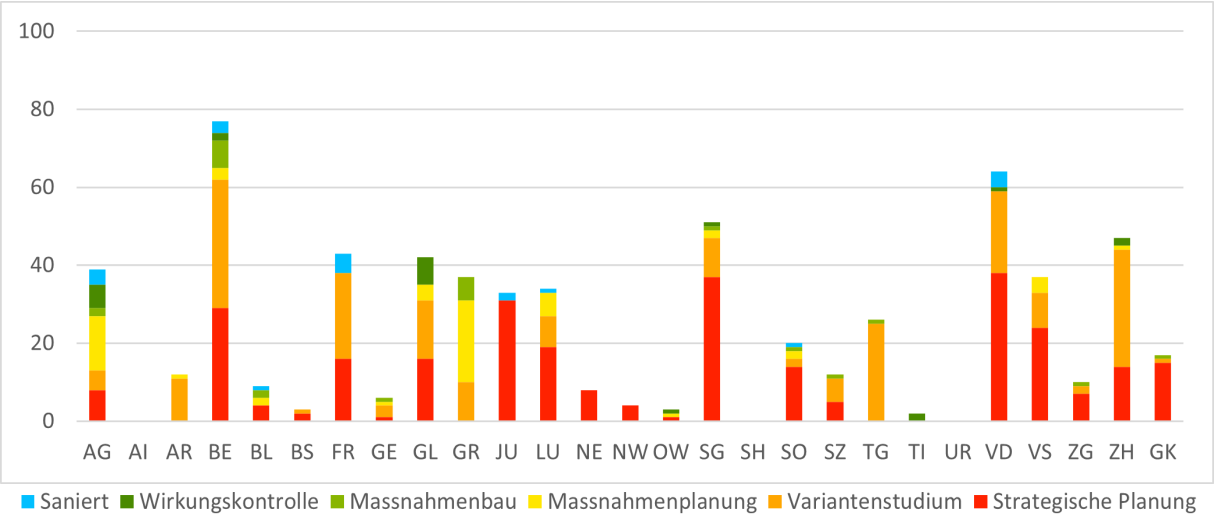
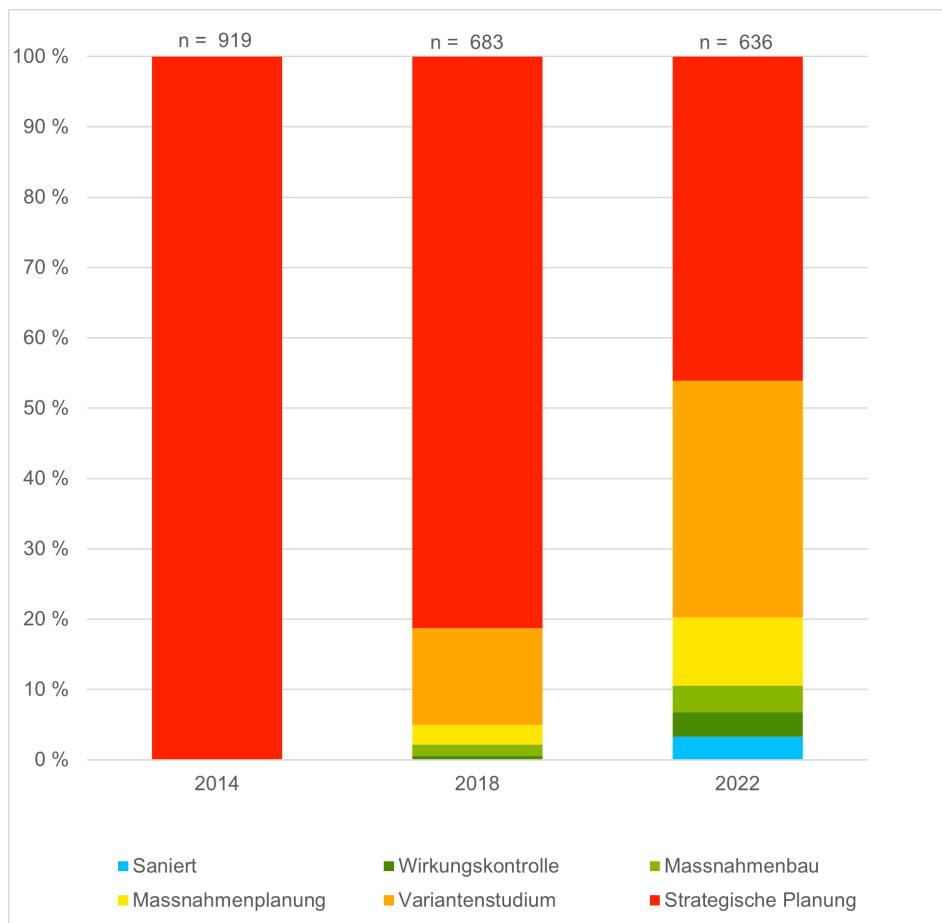


Abbildung 1: Umsetzungsstand der sanierungsbedürftigen Anlagen im Bereich Fischwanderung. Stand Ende 2022. a) geografische Verteilung über die Schweiz b) Anlagen pro Kanton sowie Grenzkraftwerke (GK).

Im Vergleich zu 2018 hat sich die Anzahl der Massnahmen in Planung (Variantenstudium und Massnahmenplanung) von 113 auf 276 und die Anzahl der Massnahmen in Umsetzung (Massnahmenbau, Wirkungskontrolle und saniert) von 15 auf 67 erhöht. Die Umsetzungsgeschwindigkeit bei der Sanierung der Fischwanderung konnte im Vergleich zur Umsetzungsperiode 2014-2018 stark erhöht werden. Bei über 50 % aller gemeldeter Anlagen wurde mit den Sanierungsarbeiten begonnen.

a)



b)

	2014	2018	2022
Strategische Planung	919	555	293
Variantenstudium	0	94	214
Massnahmenplanung	0	19	62
Massnahmenbau	0	11	24
Wirkungskontrolle	0	4	22
Saniert	0	0	21
Total sanierungsbedürftige + sanierte Anlagen	919	683	636

Abbildung 2: Entwicklung der Umsetzung im Bereich Sanierung Fischwanderung zwischen 2014, 2018 und 2022. a) %-Anteile der gemeldeten sanierungsbedürftigen Anlagen (2022) bzw. Hindernisse (2014 und 2018) pro Sanierungsphase. b) absolute Anzahl gemeldeter Anlagen (2022) bzw. Hindernisse (2014 und 2018) pro Sanierungsphase

2.3 Beispiel erfolgreicher Massnahmen: Sanierung Fischwanderung am Kraftwerk Beznau

Am Kraftwerk Beznau an der Aare konnten bis anhin nur wenige Fische das Stauwehr passieren, um in höhergelegene Gewässerbereiche zu schwimmen. Deshalb wurden im Rahmen der Sanierung Fischgängigkeit die bestehenden alten Fischaufstiegshilfen auf beiden Flussseiten des Kraftwerks angepasst. Die optimierte Fischaufstiegshilfe am rechten Ufer wurde 2019 in Betrieb genommen. Im folgenden Jahr wurde eine Wirkungskontrolle der Massnahme durchgeführt, indem in einer Fischzählkammer die Anzahl Fische gezählt wurden, die die Aufstiegshilfe passierten. Die Resultate der Fischzählung zeigen, dass ein breites Spektrum an Fischarten und Grössenklassen die Aufstiegshilfe findet und passieren kann: Innerhalb eines Jahres wurden an die 100'000 Fische geschätzt, die dank der Aufstiegshilfe das Kraftwerk passieren konnten. An gewissen Tagen sind so viele Fische aufgestiegen, dass nicht alle gezählt werden konnten.



Abbildung 3: Foto: Neue Fischaufstiegshilfe am Kraftwerk Beznau, rechtes Ufer (links), Fischzählung im Rahmen der Wirkungskontrolle (rechts) (Quelle: Ricardo Mendez, Axpo)

3 Sanierung der künstlichen Abflussschwankungen (Schwall-Sunk)

Als Schwall und Sunk bezeichnet man die Abflussschwankungen, die durch den Betrieb von Speicherkraftwerken entstehen. Dabei werden in Zeiten mit hohem Strombedarf grosse Wassermengen turbinert und ins Gewässer zurückgegeben, was dort zu einem Abflussmaximum führt (Schwall). In Zeiten mit geringer Stromnachfrage (in der Nacht, an Wochenenden und über Feiertage), geht die turbinerte Wassermenge und die Wasserrückgabe in den Fluss auf ein Minimum zurück (Sunk). Im betroffenen Gewässerabschnitt können die Abflüsse so innert Minuten auf ein Vielfaches ansteigen und wieder absinken. Im Gegensatz zu natürlichen Hochwassern treten Schwallabflüsse sehr oft und häufig auf. Zudem steigt und fällt der Abfluss deutlich schneller als bei einem natürlichen Hochwasser. Für die Gewässerlebewesen können diese künstlichen Abflussschwankungen negative Folgen haben: So fallen bei Sunk Gewässerbereiche innert kürzester Zeit trocken, mit der Konsequenz, dass Fische und andere Organismen stranden und sterben. Wenn der Abfluss wieder ansteigt, können Tiere vom Wasser weggespült werden. Mit der Sanierung von Schwall und Sunk werden die Abflussschwankungen soweit gedämpft, dass keine wesentliche Beeinträchtigung der Gewässerlebewesen mehr besteht. Als Sanierungsmassnahmen kommen Rückhaltebecken zur Dämpfung der Abflussschwankungen, Umleitung des Schwalls in ein grösseres Gewässer, kleinere morphologische Massnahmen im Gewässer und Anpassungen des Kraftwerkbetriebs in Frage.

3.1 Sanierungsbedarf

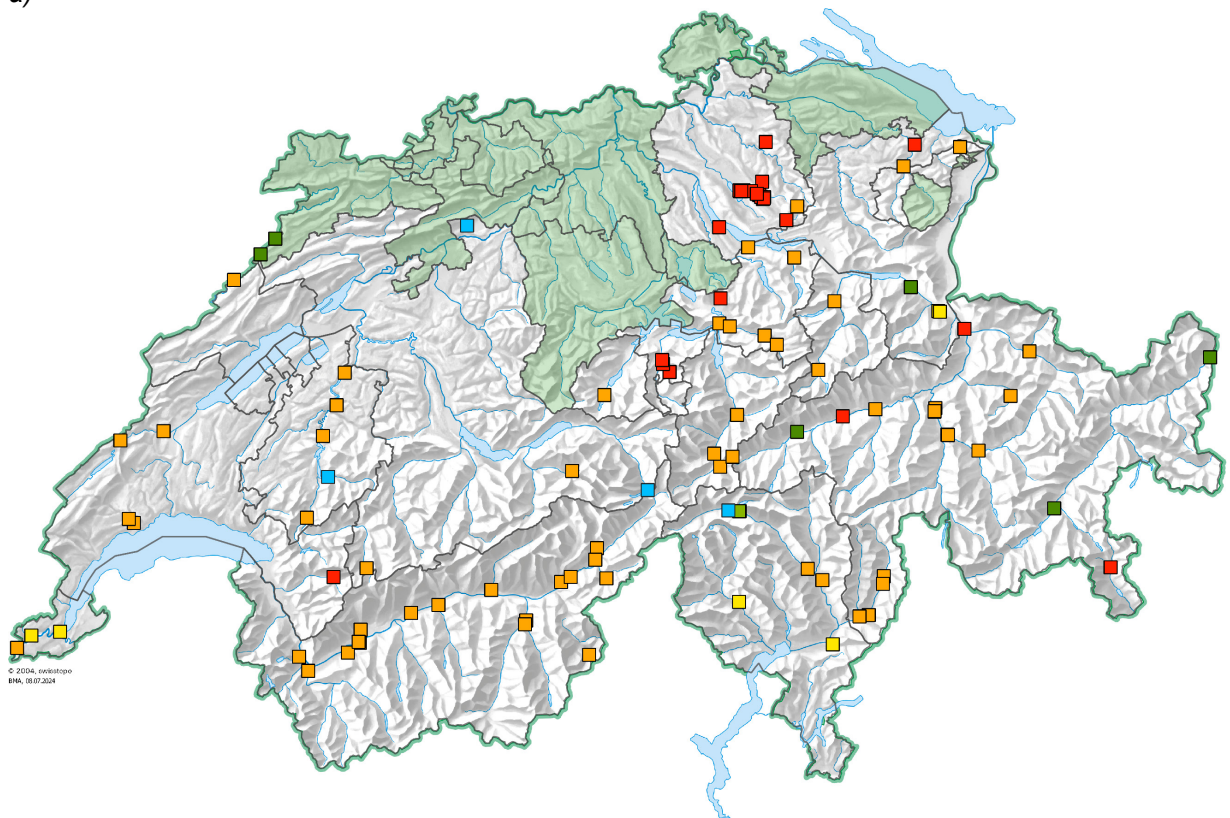
Gemäss strategischer Planung 2014 besteht bei rund 100 Wasserkraftanlagen ein Sanierungsbedarf, um die negativen Auswirkungen von Schwall-Sunk auf die Lebensgemeinschaften im Gewässer zu reduzieren. In den Kantonen AG, AI, BL, BS, JU, LU, SH, SO, TG und ZG sind gemäss strategischer Planung keine Wasserkraftanlagen in Bezug auf Schwall-Sunk sanierungsbedürftig. In der aktuellen Berichterstattung haben die Kantone bei 107 Wasserkraftanlagen einen Sanierungsbedarf identifiziert.

Die Gesamtzahl der Anlagen, bei denen Sanierungsmassnahmen umgesetzt werden müssen, hat sich seit der strategischen Planung nur geringfügig verändert. Es gab jedoch gewisse Verschiebungen: So wurde von einigen Kantonen einzelne Anlagen keine Notwendigkeit einer Sanierung festgestellt, während gemäss den Angaben der Kantone bei anderen Anlagen neu Sanierungsmassnahmen notwendig werden.

3.2 Stand der Umsetzung

Gemäss der Berichterstattung der Kantone waren Ende 2022 von den gemeldeten 107 Anlagen mit Sanierungsbedarf vier Anlagen fertig saniert, bei sechs realisierten Projekten wurde die Wirkungskontrolle durchgeführt, und bei zwei Anlagen war die Sanierungsmassnahme im Bau. Bei sechs weiteren Anlagen war die Massnahmenplanung und bei 63 Anlagen das Variantenstudium in Erarbeitung. Bei 26 der sanierungsbedürftigen Wasserkraftanlagen wurde von den Kantonen angegeben, dass die Planung oder Umsetzung der Sanierungsmassnahmen Ende 2022 noch nicht gestartet wurde.

a)



b)

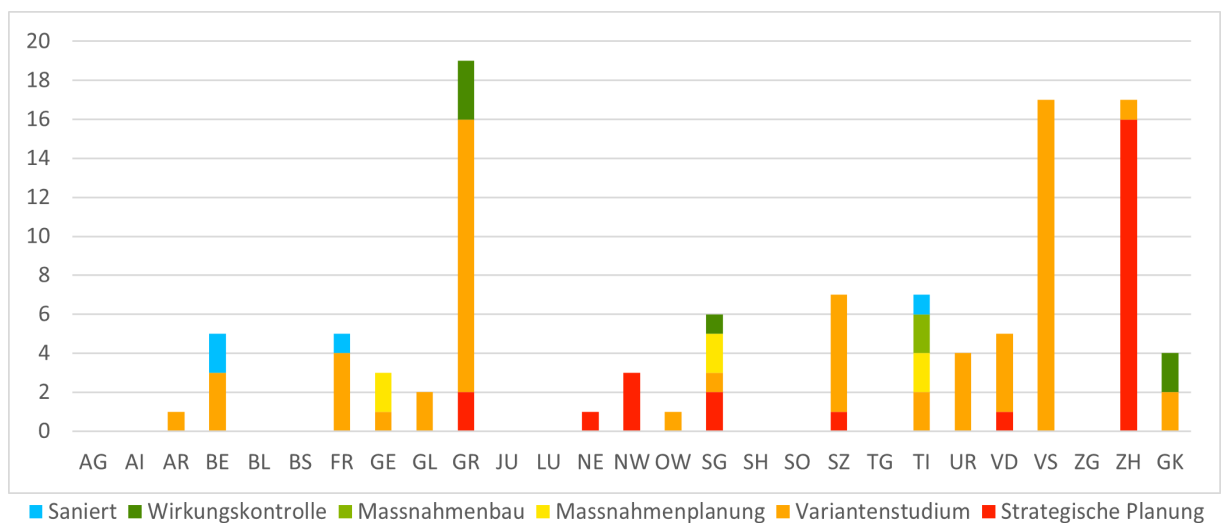
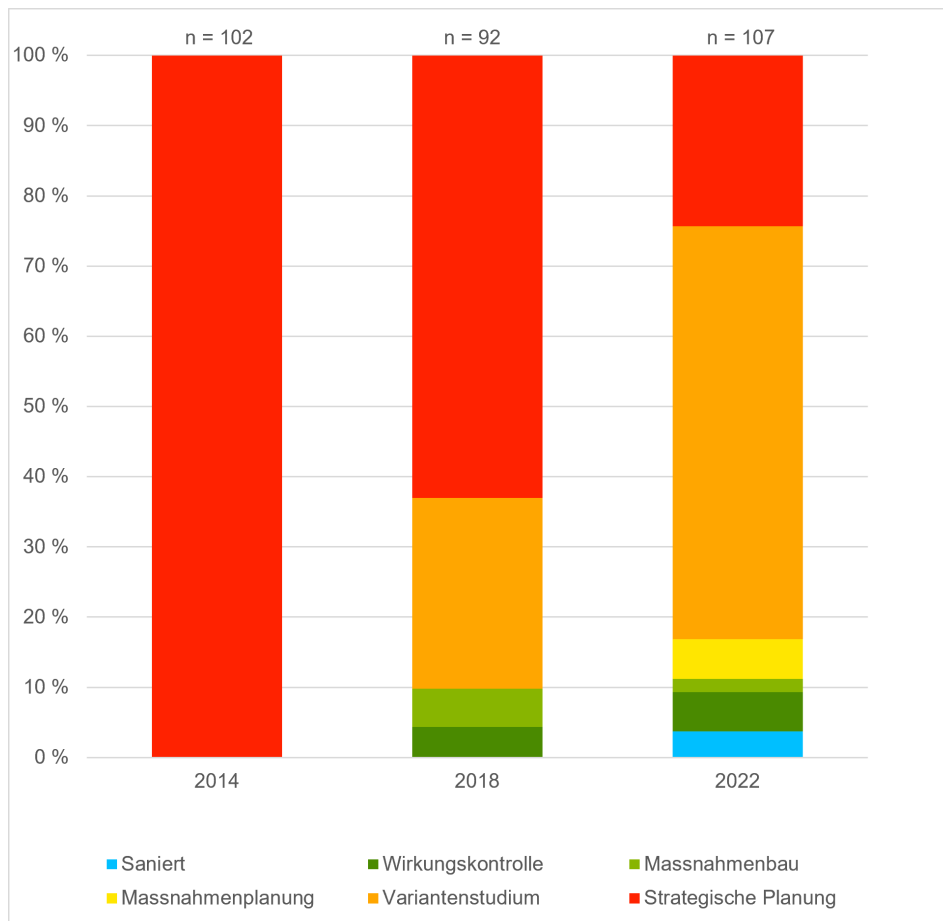


Abbildung 4: Umsetzungsstand der sanierungsbedürftigen Anlagen im Bereich Schwall-Sunk. Stand Ende 2022. a) geografische Verteilung über die Schweiz b) Anlagen pro Kanton sowie Grenzkraftwerke (GK).

Im Vergleich zu 2018 hat sich die Anzahl der Massnahmen in Planung (Variantenstudium und Massnahmenplanung) von 25 auf 69 und die Anzahl der Massnahmen in Umsetzung (Massnahmenbau, Wirkungskontrolle und saniert) von 9 auf 12 erhöht. Die Umsetzungsgeschwindigkeit bei der Sanierung des Schwall-Sunk hat im Vergleich zur Umsetzungsperiode 2014-2018 abgenommen. Jedoch waren bis Ende 2022 bei einem Grossteil der sanierungsbedürftigen Anlagen bereits die Planungsarbeiten am Laufen. Bei rund 75% aller gemeldeter Anlagen wurde mit den Sanierungsarbeiten begonnen.

a)



b)

	2014	2018	2022
Strategische Planung	102	58	26
Variantenstudium	0	25	63
Massnahmenplanung	0	0	6
Massnahmenbau	0	5	2
Wirkungskontrolle	0	4	6
Saniert	0	0	4
Total sanierungsbedürftige + sanierte Anlagen	102	92	107

Abbildung 5: Entwicklung der Umsetzung im Bereich Sanierung Schwall-Sunk zwischen 2014, 2018 und 2022. a) %-Anteile der 2014, 2018 und 2022 gemeldeten Anlagen pro Sanierungsphase. b) absolute Anzahl gemeldeter Anlagen pro Sanierungsphase.

3.3 Beispiele erfolgreicher Massnahmen: Sanierung Schwall-Sunk am Doubs

Am Doubs verursachte eine im französisch-schweizerischen Grenzabschnitt liegende Kraftwerkskette starke Abflussschwankungen (Schwall und Sunk). Um die Situation zu verbessern, wurde 2017 ein neues Wasserreglement eingeführt, das den Betrieb der drei Wasserkraftwerke des Doubs koordiniert und die Abflussschwankungen der Kraftwerksbetriebe auf einem Flussabschnitt von über 40 Kilometern reduziert. Die Ergebnisse der Wirkungskontrolle zeigen, dass sich die Anzahl Fische zwischen 2004 und 2020 im Durchschnitt verdoppelt hat. Einige negative Aspekte bleiben jedoch bestehen, wie z.B. die Abnahme der Dichte von Makroinvertebraten, deren Ursachen noch weiter untersucht werden müssen.



Abbildung 6: Abfischungen am Doubs im Rahmen der Wirkungskontrolle (Quelle: Fabien Salles / Office Français de la Biodiversité)

4 Sanierung des Geschiebehaushalts

Wasserkraftwerke stauen Gewässer, um mit diesem gestauten Wasser Strom zu produzieren. Dabei lagert sich Geschiebe und Schwebstoff in den Stauräumen ab, und das Weiterleiten in den Unterlauf wird ganz oder teilweise unterbrochen. Anlagen wie Geschiebesammler halten Geschiebe gezielt zurück - zum Schutz vor Geschiebeablagerungen bei Hochwasser.

Wird der Geschiebetrieb deutlich unter das natürliche Niveau reduziert, führt dies im Unterlauf zu einem Geschiebedefizit. Kiesbänke und andere morphologische Strukturen an der Gewässersohle erodieren. Damit gehen ökologisch notwendige Lebensräume verloren. Erosionen, welche durch Geschiebedefizite ausgelöst werden, können zudem die Hochwassersicherheit oder den Grundwasserschutz gefährden.

Kiesbänke und Kiesablagerungen an der Gewässersohle bilden den Lebensraum für Fische, Insektenlarven und andere Tiere. Kiesbänke und ein lockeres kiesiges Substrat dienen einheimischen Arten wie der Bachforelle als Laichablage.

Sanierungen zielen darauf ab, den Geschiebetrieb möglichst auf ein naturnahes Niveau zurückzuführen, damit sich an geeigneten, breiten Flussabschnitten wieder eine naturnahe Morphologie und Dynamik einstellen kann. Die Massnahmen werden so bestimmt, dass der Hochwasserschutz nicht beeinträchtigt wird. Bei Kraftwerken wird das Geschiebe, wenn es möglich ist, durchgeleitet. Das ist bei einigen Flusskraftwerken möglich, indem bei Hochwasser der Staupegel abgesenkt und die Wehrschützen angehoben werden, und das Geschiebe damit durchgespült wird. Wenn solche Spülungen nicht möglich sind, kann abgelagertes Geschiebe durch regelmässige Entnahme und Rückgabe weitergegeben werden.

Bei der Geschiebesanierung müssen auch Anlagen ohne Bezug zur Wasserkraftnutzung Massnahmen umsetzen, wenn sie den Geschiebehaushalt wesentlich beeinträchtigen. Dazu gehören Geschiebesammler und andere Anlagen mit Geschieberückhalt, die in der Regel dem Hochwasserschutz dienen. Zur Sanierung sind bauliche Massnahmen denkbar, die einen Geschiebetransport bei kleinen, ungefährlichen Hochwassern gewährleisten und erst bei kritischen Hochwassern zuverlässig vor zu viel Geschiebe schützen. Auch kommerzielle oder wasserbauliche Kiesentnahmen müssen einen ausreichenden Geschiebetrieb im Gewässer gewährleisten, der Strukturen und Dynamik nicht nachteilig verändert.

4.1 Sanierungsbedarf

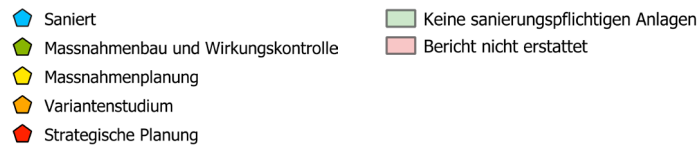
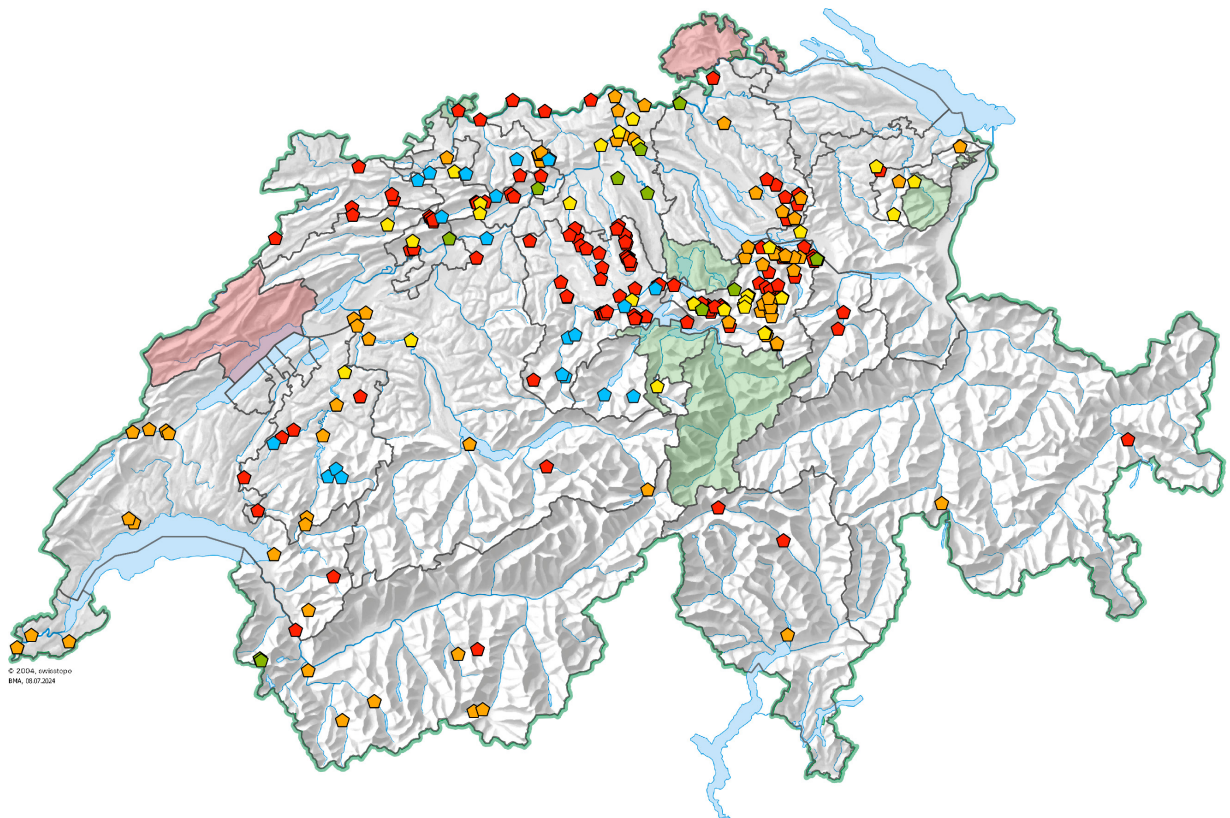
Gemäss strategischer Planung 2014 besteht bei rund 500 Anlagen (140 Wasserkraftanlagen, 360 andere Anlagen) ein Sanierungsbedarf bezüglich Geschiebehaushalt. In der aktuellen Berichterstattung per Ende 2022 wurden von den Kantonen 256 sanierungsbedürftige Anlagen gemeldet (110 Wasserkraftanlagen, 146 andere Anlagen), wobei die Angaben von den Kantonen SH und NE fehlen. In den Kantonen AI, BS, NW, UR und ZG sind gemäss strategischer Planung keine Anlagen in Bezug auf den Geschiebehaushalt sanierungsbedürftig.

Die Kantone melden insgesamt nur halb so viele sanierungsbedürftige Anlagen, wie noch in den strategischen Planungen 2014. Zum Teil erklärt sich das damit, dass einige Anlagen in alpinen Gewässern von den Kantonen neu beurteilt wurden. Beispielsweise hat sich gezeigt, dass einige Sanierungsmassnahmen unverhältnismässig teuer wären, weil lokale Geschiebedefizite mancherorts schnell durch Seitengewässer kompensiert werden oder weil morphologische Defizite noch andere Ursachen als das Geschiebedefizit haben können. Das BAFU geht davon aus, dass die Berichterstattungen noch unvollständig sind, insbesondere für Geschiebesammler und andere Anlagen, deren Sanierung im Rahmen von Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten umgesetzt wird. Dies wird mit den betroffenen Kantonen noch geklärt.

4.2 Stand der Umsetzung

Gemäss der Berichterstattung der Kantone waren Ende 2022 von den gemeldeten 256 Anlagen mit Sanierungsbedarf 21 Anlagen fertig saniert, das heisst bauliche Massnahmen sind umgesetzt, oder regelmässige Geschiebeschüttungen werden bereits durchgeführt. Bei 11 Anlagen war die Massnahme im Bau und die Wirkungskontrolle im Gange. Bei 32 weiteren Anlagen war die Massnahmenplanung und bei 71 Anlagen das Variantenstudium in Erarbeitung. Bei 121 der sanierungsbedürftigen Anlagen wurde von den Kantonen angegeben, dass die Planung oder Umsetzung der Sanierungsmassnahmen Ende 2022 noch nicht gestartet wurde.

a)



b)

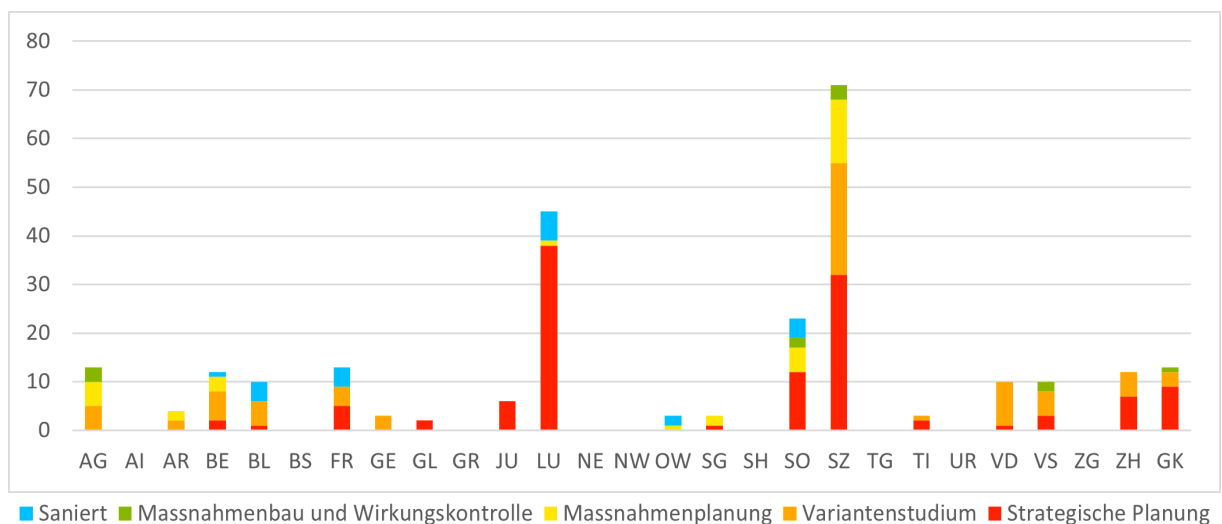
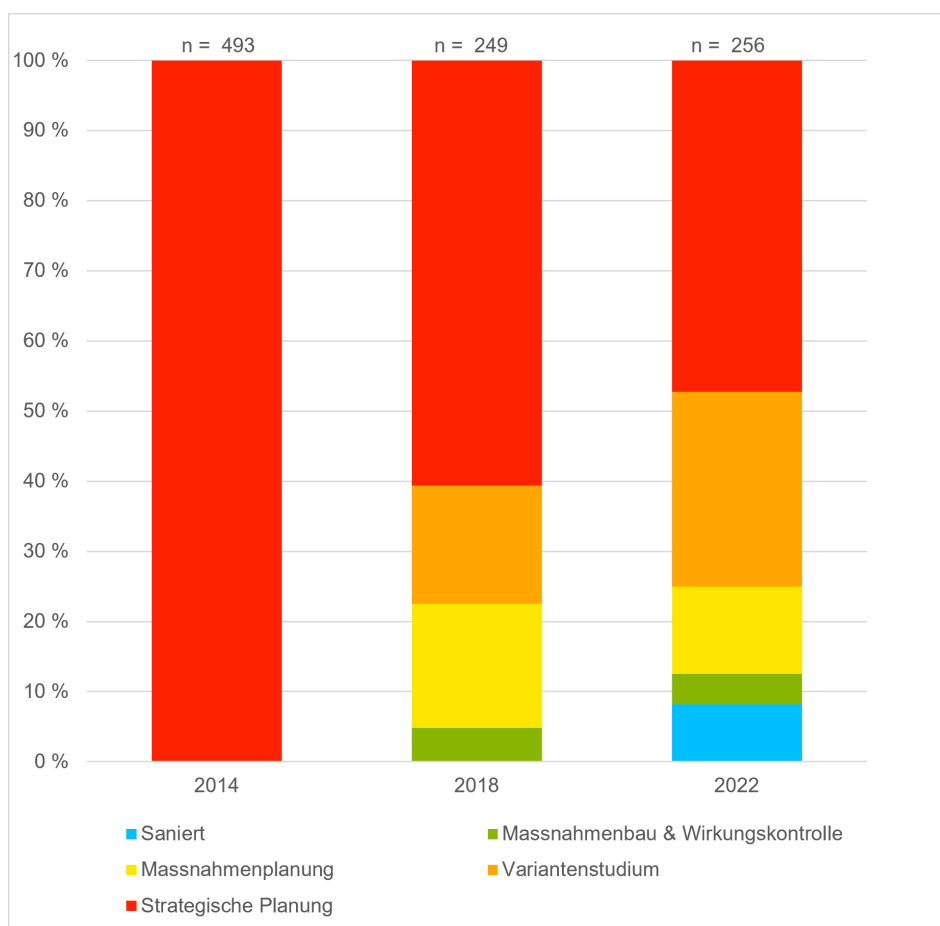


Abbildung 7: Umsetzungsstand der sanierungsbedürftigen Anlagen im Bereich Geschiebehaushalt. Stand Ende 2022. a) geografische Verteilung über die Schweiz b) Anlagen pro Kanton sowie Grenzkraftwerke (GK).

Bei Wasserkraftanlagen ist die Geschiebesanierung schon weiter fortgeschritten als bei den Anlagen ohne Bezug zur Wasserkraft – in den meisten Fällen sind das Geschiebesammler. Von den 110 Wasserkraftanlagen (gemäss Berichterstattung 2022) wurden bei 74 Anlagen (ca. 70 %) bereits Sanierungsmassnahmen geplant oder umgesetzt. Von den 146 gemeldeten Anlagen mit Sanierungsbedarf ohne Bezug zur Wasserkraft sind es 61 Anlagen (ca. 40 %).

Im Vergleich zu 2018 hat sich die Anzahl der Massnahmen in Planung (Variantenstudium und Massnahmenplanung) von 86 auf 103 und die Anzahl der Massnahmen in Umsetzung (Massnahmenbau, Wirkungskontrolle und saniert) von 12 auf 32 erhöht. Die Umsetzungsgeschwindigkeit bei der Sanierung des Geschiebehaushalts konnte im Vergleich zur Umsetzungsperiode 2014-2018 um rund 50% erhöht werden. Bei über 50% aller gemeldeter Anlagen wurde mit den Sanierungsarbeiten begonnen.

a)



b)

	2014	2018	2022
Strategische Planung	493	151	121
Variantenstudium	0	42	71
Massnahmenplanung	0	44	32
Massnahmenbau & Wirkungskontrolle	0	12	11
Saniert	0	0	21
Total sanierungsbedürftige + sanierte Anlagen	493	249	256

Abbildung 8 : Entwicklung der Umsetzung im Bereich Sanierung Geschiebehaushalt zwischen 2014, 2018 und 2022. a) %-Anteile der 2014, 2018 und 2022 gemeldeter Anlagen pro Sanierungsphase. b) absolute Anzahl gemeldeter Anlagen pro Sanierungsphase.

4.3 Beispiele erfolgreicher Massnahmen: Sanierung Geschiebehaushalt an der Aare

In der Aare zwischen dem Bielersee bis zur Mündung in den Rhein haben die grossen Stauhaltungen, Kiesentnahmen und der Geschieberückhalt in den Zuflüssen den Geschiebehaushalt in seiner Menge und Dynamik über die letzten Jahrzehnte zum Erlahmen gebracht. Die Konsequenzen daraus sind Ausräumung des Gerinnes, Erosionen und Verfestigung der Sohle. Mit Kiesschüttungen an verschiedenen Standorten entlang der Aare wird das erlahmte Kiesförderband der Aare wieder in Schwung gebracht. Im Vergleich mit den anderen grossen Flüssen des Schweizer Mittellands ist die Sanierung des Geschiebehaushalts an der Aare bereits weit fortgeschritten.

Die Wirkungskontrollen im Nahbereich dieser Massnahmen zeigen vielversprechende morphologische und biologische Verbesserungen. Eindrücklich ist zum Beispiel der sprunghafte Anstieg der natürlichen Reproduktion der Äschen nach den Kiesschüttungen bei erstmaligen Schüttungen bereits im Jahr 2005 (Schälchli et al, 2010). Bis sich die Aare morphologisch und biologisch erholt, wird es aber noch Zeit brauchen.



Abbildung 9: Geschiebeschüttung in der Aare etwa 1 Kilometer unterhalb des Kraftwerks Bannwil
(Quelle: Kanton Bern)

5 Finanzierung von Massnahmen zur ökologischen Sanierung der Wasserkraft

5.1 Finanzierung von Massnahmen bei Wasserkraftanlagen

Insgesamt wurden bis Ende 2023 den Gesuchstellern Entschädigungen für Sanierungsprojekte in der Höhe von rund 470 Millionen Franken zugesichert: 249 Millionen Franken für Massnahmen zur Wiederherstellung der Fischwanderung, 176 Millionen Franken für Schwall-Sunk-Massnahmen und 46 Millionen Franken für Geschiebemannahmen (Stand 31.12.2023).

Die Inhaber von bestehenden Wasserkraftanlagen, die nach Gewässerschutzgesetz Sanierungsmassnahmen in den Bereichen Schwall-Sunk, Geschiebehauhalt und Fischgängigkeit durchführen müssen, erhalten die anrechenbaren Kosten der Massnahmen vollumfänglich zurückerstattet.

Diese Kosten werden über den nationalen Netzzuschlagfonds finanziert. Der Fonds speist sich durch einen Zuschlag von 0,1 Rappen pro Kilowattstunde auf die Übertragungskosten der Hochspannungsnetze, der seit 2012 erhoben wird (analog zur Finanzierung des Ausbaus erneuerbarer Energien, hier liegt dieser Zuschlag bei 2,2 Rp/kWh). Dabei kommen jährlich rund 50 Millionen Franken zusammen. Zurzeit reichen die finanziellen Mittel noch aus, um die eingereichten Sanierungsprojekte zu finanzieren. Aus den kantonalen strategischen Planungen wird aufgrund der Anzahl und der Kosten noch zu sanierender Anlagen jedoch klar, dass der finanzielle Bedarf für Sanierungsprojekte die Einnahmen des Fonds übersteigen und nicht ausreichen wird, um bis zur gesetzlichen Frist von 2030 alle betroffenen Kraftwerksinhaber zu entschädigen.

5.2 Finanzierung von Massnahmen bei nicht Wasserkraftanlagen

Sanierungen von Anlagen, welche nicht der Wasserkraftnutzung dienen, können nicht über den nationalen Netzzuschlagfonds finanziert werden. Einmalige bauliche Massnahmen wie Umbau oder Rückbau von Anlagen können jedoch aus Mitteln zugunsten der Revitalisierung subventioniert werden, wenn die Massnahmen die natürlichen Funktionen des Gewässers wiederherstellen. Solche Beiträge können nur dann geleistet werden, wenn kein Inhaber zum Rückbau verpflichtet ist und wenn die Anlage eine wesentliche Beeinträchtigung verursacht.

Werden Umbau und Rückbau im Rahmen eines Hochwasserschutzprojektes ausgeführt, werden Sanierungsmassnahmen gegebenenfalls über dieses Projekt entschädigt. Für betriebliche Massnahmen bei Nicht-Wasserkraftanlagen und für Massnahmen bei kommerziellen Kiesentnahmen besteht keine Möglichkeit der Subventionierung.

Die Anforderungen an subventionsberechtigte Revitalisierungs- bzw. Hochwasserschutzprojekte sind im «Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2025-2028» (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2023) definiert.

6 Fazit

Die mit diesem Bericht vorliegende Bestandesaufnahme zur Umsetzung der Sanierungsmassnahmen Ende 2022 und der Entwicklung seit 2014 zeigt ein erfreuliches Bild. Die Massnahmen zur ökologischen Sanierung der Wasserkraft schreiten voran. Sowohl die Standortkantone als auch die Kraftwerkinhaber engagieren sich für eine rasche Umsetzung der Massnahmen. Auch erste durchgeführte Wirkungskontrollen haben gezeigt, dass die umgesetzten Massnahmen ihre Ziele erfüllen.

Die Auswertung der kantonalen Daten zum Umsetzungsstand zeigen, dass Ende 2022 von den rund 1'000 gemeldeten Sanierungsprojekten insgesamt 111, also gut 10% der notwendigen Projekte in der Umsetzung bzw. bereits umgesetzt sind. Weitere rund 450 Sanierungsprojekte, also rund 45% befanden sich 2022 in der Planungsphase. Im Vergleich zur Umsetzungsperiode von 2014 bis 2018 wurde die Umsetzungsgeschwindigkeit verdoppelt.

Die Entwicklung in den einzelnen Sanierungsbereichen ist jedoch unterschiedlich. Bei der Sanierung der Fischwanderung hat sich die Anzahl umgesetzter Massnahmen pro Jahr im Vergleich zur Umsetzungsperiode 2014-2018 um mehr als das Dreifache erhöht. Bei der Sanierung des Geschiebehaushalts konnte die Umsetzungsgeschwindigkeit um rund 50% erhöht werden. Im Bereich Schwall-Sunk hat die Anzahl Massnahmen, welche pro Jahr in die Umsetzung kamen im Vergleich zur ersten Umsetzungsperiode abgenommen. Jedoch waren bis Ende 2022 bei einem Grossteil der sanierungsbedürftigen Anlagen bereits die Planungsarbeiten im Gange. Hier wurden bei rund 75% aller gemeldeter sanierungsbedürftiger Anlagen mit den Arbeiten für die Sanierung begonnen.

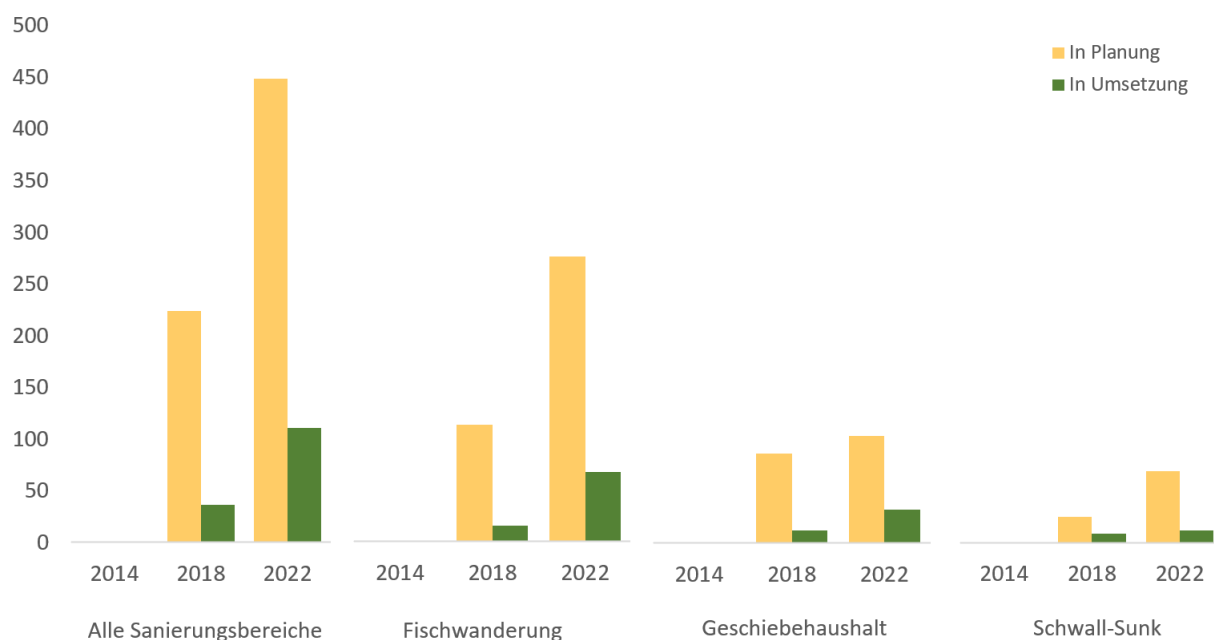


Abbildung 10: Anzahl Anlagen mit Massnahmen in Planung und in der Umsetzung. a) Alle Sanierungsbereiche zusammengefasst; b) Fischgängigkeit; c) Geschiebe; d) Schwall-Sunk.

Der Handlungsbedarf ist nach wie vor gross, und das Umsetzungstempo muss weiter erhöht werden, um den ökologischen Zustand der Gewässer bis 2030 so weit wie möglich zu verbessern.– Dies bleibt eine grosse Herausforderung für die nächsten Jahre. Mit der ökologischen Sanierung der Wasserkraft werden wieder resiliente Gewässerökosysteme geschaffen. So können diese Gewässer den Auswirkungen des Klimawandels, wie steigenden Temperaturen, Trockenheit und Extremereignissen, oder einer intensiven Nutzung besser standhalten.

Herausfordernd ist weiterhin die konkrete Umsetzung der Sanierungsmassnahmen. Die Planungen von Massnahmen sind teilweise komplex. Bei Geschiebedurchleitungen durch Kraftwerke liegt das beispielsweise daran, dass Auswirkungen der Massnahmen auf Grundwasserfassungen, Böschungsstabilität, Hochwasserschutz abgeklärt werden müssen und nicht einfach umsetzbar sind. Auch bei der Schwall-Sunk Sanierung ist eine sorgfältige Planung erforderlich, um die notwendigen Entscheidungsgrundlagen für die Wahl der Sanierungsmassnahme bereitzustellen. Gerade in grösseren Einzugsgebieten wie der Rhone und dem Rhein werden die Planungsarbeiten noch einige Zeit in Anspruch nehmen, um die Sanierungsmassnahmen aufeinander abzustimmen. Die notwendigen Untersuchungen sind in diesen komplexen Fällen besonders aufwändig und zeitintensiv. Für den Fischaufstieg steht das notwendige Know-how für effektive Massnahmen grundsätzlich zur Verfügung. Dennoch entwickelt sich der Kenntnisstand fortlaufend weiter. Hier ist es wichtig, die neu gewonnenen Kenntnisse möglichst zeitnah den Fachpersonen zu vermitteln. Für mittlere und kleine Wasserkraftanlagen sind Sanierungsmassnahmen, um den Fischabstieg wieder zu ermöglichen, bekannt und etabliert. Dies im Gegensatz zu den Grossanlagen mit einer Ausbauwassermenge von über 100m³/s. Hier wurden in vergangenen Jahren die notwendigen Grundlagen für effektive Massnahmen erarbeitet, und die konkreten Planungen für diese bedeutsamsten Hindernisse konnten gestartet werden. Es wird weiterhin am Wissens- und Erfahrungsgewinn (Pilotprojekte und Grundlagenstudien) gearbeitet.

Um das gesetzlich vorgegebene Ziel zu erreichen, ist eine enge Zusammenarbeit zwischen den Kraftwerksbetreibern, Planern, den Kantonen und dem BAFU sowie die Integration weiterer Interessierten wie Verbände, NGOs, Landeigentümer zentral.

Schliesslich wird mit erfolgreichen Sanierungsmassnahmen sichergestellt, dass die Stromproduktion in der Schweiz künftig sowohl erneuerbar als auch ökologisch verträglich ist.