

Schongebiete in der Schweiz

—

eine Übersicht



Aqua-Sana / Dez. 2017

Im Auftrag des BAFU und der eidgenössischen Fischereiberatungsstelle

Konzept und Realisation

Aqua-Sana
Matthias Escher
Nicolas Diserens
Steinerenweg 23
3214 Ulmiz

Begleitung: Diego Dagani (BAFU), Corinne Schmid (FIBER)

Auftraggeber

BAFU

Zitiervorschlag

Escher M. & Nicolas D. 2017. Schongebiete in der Schweiz – eine Übersicht. Im Auftrag des BAFU und der FIBER. 56 Seiten.

Bezugsquelle

Inhalt

Schongebiete in der Schweiz – eine Übersicht.....	1
1. Ausgangslage.....	1
2. Informationen aus der Literatur.....	2
2.1 Aufgabe und Vorgehen.....	2
2.2 Grundproblematik.....	3
2.3 Bedeutung und Planung von Schutzgebieten.....	3
2.4 Verschiedene Typen von Schongebieten.....	6
2.5 Zielsetzung von Schongebieten.....	8
2.6 Einfluss auf ausgewählte Fischarten und die Geschlechtsreife.....	9
2.7 Einfluss auf mehrere Fischarten.....	11
2.8 Einfluss der Grösse von Schongebieten.....	13
2.9 Messbarer „Spillover-Effekt“ von Schutzgebieten.....	13
2.10 Einbezug weiterer Managementmassnahmen.....	14
2.11 Ökonomische Aspekte.....	14
2.12 Andere Tierarten die von Fischerei-Schongebieten profitieren können.....	15
2.13 Probleme in Schutzgebieten.....	15
2.14 Erfolgskontrollen in der Schweiz.....	18
3. Zusammenstellung der Angaben der Kantone.....	19
3.1 Anzahl und Lokalisation der Schongebiete.....	19
3.2 Breite der Fliessgewässer mit Schongebieten.....	21
3.3 Anteil der Schongebiete in der Schweiz.....	21
3.4 Schutzbestimmungen in den Schongebieten.....	23
3.5 Gründe zur Errichtung von Schongebieten.....	23
3.6 Zielarten.....	24
3.7 Zeitliche Entwicklung der Schongebiete.....	25
3.8 Zielerreichung in den Schongebieten.....	27
3.9 Zukünftige Bedeutung von Schongebieten.....	29
3.10 Fangmatorien, Schonzeitverlängerungen oder Fangverbote.....	29
3.11 Fangmatorien in Folge von Umweltbelastungen.....	31
3.12 Zukünftige Bedeutung von Fangmatorien und Fangverboten.....	31
3.13 Bedeutung von anderen Managementinstrumenten.....	31
4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	33
4.1 Planung von Schongebieten.....	35

4.2 Positive Effekte von Schongebieten und Fangmatorien	37
4.3 Probleme in Schongebieten und während Fangmatorien	40
4.4 Erfolgskontrollen in Schongebieten	41
4.5 Wo sollen Schongebiete eingerichtet werden?	42
4.6 Wie gross sollen die Schongebiete sein?	44
4.7 Alternativen zu Schongebieten und Fangmatorien	44
4.8 Abschliessende Beurteilung	45
5. Anhang	47
5.1 Fragenkatalog der Online Umfrage	47
5.2 Fragenkatalog der Excelumfrage	49
6. Literaturverzeichnis	51
6.1 Literaturrecherche (Kapitel 1)	51
6.2 Bericht	56

Schongebiete in der Schweiz – eine Übersicht

1. Ausgangslage

Der dokumentierte Fischrückgang in vielen Schweizer Fliessgewässern beruht nach heutigem Kenntnisstand auf verschiedenen Einflussfaktoren, welche abhängig von Fischart und Gewässer von ganz unterschiedlicher Bedeutung sein können (aqua viva 2016). Einer dieser möglichen Einflussfaktoren ist die Angelfischerei. Die Schweizerische Fischereiberatungsstelle FIBER möchte in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt BAFU am 24. Februar 2018 im Rahmen eines FIBER-Seminars den möglichen Einfluss der Angelfischerei und allfällige Handlungsoptionen in diesem Zusammenhang aufzeigen.

Um den Einfluss der Angelfischerei abzuschätzen, sollen an diesem Seminar eine Vielzahl von Fragen erörtert werden. Wie sich zum Beispiel die grössenselektive Entnahme auf Fischbestände auswirkt, wie Schonmasse festgelegt werden sollen, um eine Fischpopulation möglichst nachhaltig zu nutzen, welche Effekte Catch & Release auf einzelne Individuen haben oder ob die fischereiliche Entnahme normalerweise dem natürlichen Ertragsvermögen unserer Gewässer entspricht.

Zusätzlich soll auch eine Übersicht über den aktuellen Wissensstand vermittelt werden, wie sich Schongebiete und/oder Fangmatorien auf unsere Fischbestände auswirken. Da eine Übersicht zur aktuellen Situation der Schongebiete in der Schweiz und ihre mögliche Bedeutung als Fischereimanagementinstrument in der Schweiz bis anhin fehlte, vergab das BAFU an das Büro Aqua-Sana einen entsprechenden Auftrag.

Folgende Fragen sollen beantwortet werden können:

- Wie gross ist der Anteil an Schutzzonen in den Schweizer Gewässern?
- Was ist die Motivation der Kantone, solche Schongebiete/Fangmatorien zu definieren und was sind ihre Ziele?
- Gibt es Kantone, die Daten zwecks Erfolgskontrolle von solchen Schutzmassnahmen erhoben haben?
- Wirken sich Schongebiete und Fangmatorien längerfristig positiv auf die hiesigen Fischdichten und die Grösse der Fische aus? Beobachten wir in solchen Zonen eine grössere Biodiversität?
- Wie sieht die Zukunft bezüglich Schongebieten und Fangmatorien in der Schweiz aus?

Um diesen und weiteren Fragen nachzugehen, wurden eine Literaturrecherche zum Thema ausgeführt und die Kantone um Auskunft zur Situation in Ihren Gewässern befragt. Die Kantone wurden einerseits gebeten an einer Onlineumfrage teilzunehmen und andererseits in einer Exceldatei die bei Ihnen vorhandenen Schongebiete aufzulisten und mit verschiedenen Charaktereigenschaften zu versehen.

Im vorliegenden Bericht werden ausgewählte Resultate der Literaturrecherche und der Umfragen bei den Kantonen zusammengestellt und diskutiert. Im Anschluss werden die daraus resultierenden Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis aufgeführt.

2. Informationen aus der Literatur

2.1 Aufgabe und Vorgehen

Ziel der vorliegenden Literaturrecherche war es einen Überblick zu gewinnen, über die durchgeführten Studien zu Schongebieten in Meeren, Seen und Fließgewässern. Dies weltweit, soweit vorhanden vor allem auch in Zentraleuropa. Insbesondere waren Antworten gesucht auf die Frage: Wie sinnvoll sind Schongebiete?

Die Literaturrecherche wurde in den drei Sprachen Deutsch, Englisch und Französisch durchgeführt. Die verwendeten Suchbegriffe sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Folgende Datenbanken wurden dabei berücksichtigt:

Web of science (Thomson Reuters), Pubmed, Google Scholar und Google.

Tabelle 1: verwendete Suchbegriffe in Deutsch, Englisch und Französisch.

Schlüsselwörter	Keywords	mots-clés
Schongebiete	sanctuary	zone de protection
Schutzzone	protection zone	zone tampon
Schutzmassnahmen	protective measure	mesure de protection
Fischereimanagement	management of fisheries	gestion de la pêche
Fischereiverbot	fishing ban	interdiction de pêche
Fangverbot	fishing ban	interdiction de pêche
Fangmoratorium	fishing moratorium	moratoire sur la pêche
Erfolgskontrolle	result testing	contrôle d'efficacité
Meer	sea	mer
See	lake	lac
Fließgewässer	river	cours d'eau
Fluss	stream	ruisseau
Bach	brook	rivière
Fisch/e	fish	poisson/s
Fischerei	fishery	pêche

Die gefundene Literatur wurde aufgrund einer Sichtung der Zusammenfassung als potentiell interessant oder uninteressant vorselektioniert. Die potentiell interessante Literatur wurde in einem Literaturverzeichnis erfasst und einem Themenkreis (vgl. Tabelle 2) zugeordnet:

Tabelle 2: Einteilung der potentiell interessanten Literatur nach inhaltlichem Schwerpunkt der Publikation.

Schwerpunkt der Publikation	Anzahl
Meer	39
Fluss	12
See	6
Süsswasser allgemein	10
Süsswasser Europa	9
Europa allgemein	5
Schweiz	4
Total	85

Insgesamt wurden 85 Publikationen als potentiell interessant eingestuft, gelesen und bewertet. Die subjektive Bewertung stuft die Bedeutung der jeweiligen Publikation hinsichtlich der zentralen Fragestellung „Wie sinnvoll sind Schongebiete?“ ein und erfolgte in einer Skala von 1-6 (6: höchste Bewertung).

2.2 Grundproblematik

Unabhängig davon wo ein Schutzgebiet in einem aquatischen Lebensraum eingerichtet wird (Meer, See oder Fliessgewässer) ist eine Erfolgskontrolle immer schwierig. Die gefundene Literatur beschränkt sich meist auf einige Teilaspekte, wie zum Beispiel den Einfluss auf ausgewählte Fischarten und berücksichtigt nur selten alle Fischarten und nie alle Pflanzen und Tiere in einem Lebensraum. Aus diesem Grund kann die Frage „Wie sinnvoll sind Schongebiete?“ nicht allgemein gültig, sondern immer nur bezogen auf eine konkrete Fragestellung in einem bestimmten Lebensraum beantwortet werden. Im Folgenden werden deshalb die Schlussfolgerungen aus der Literaturrecherche thematisch aufgegliedert. Zudem liegen leider nur sehr wenige Publikationen zu Erfolgskontrollen in Schongebieten in Mitteleuropa vor.

2.3 Bedeutung und Planung von Schutzgebieten

Verschiedene Autoren halten fest, dass weltweit sinkende Fischbestände erfordern, dass man alle möglichen Managementmassnahmen hinsichtlich Ihrer Chancen und möglichem Nutzen untersucht. Bis heute haben Schutzgebiete im Süsswasser (sog. „freshwater protected areas“: FPA's) nur eine geringe Bedeutung, werden aber vermehrt eingesetzt (Hermoso et al. 2016). Sie stellen auch keine alleinige Lösung dar, sollten aber als eine der möglichen Managementmassnahme vermehrt geprüft und eingesetzt werden. Diese FPA's müssen in strategisch wichtigen und zielführenden Gebieten eingerichtet werden. Dies bedingt vorgängig eine exakte Defizitanalyse und Planung (Nel et al. 2007).

Ganz entscheidend bei der Planung von Schutzgebieten ist, dass sich alle Akteure über die angestrebten Ziele einig sind und diese transparent formuliert werden. Makino et al. (2013) betonen, dass die angestrebten Ziele nämlich ganz unterschiedlich sein können: Wie zum Beispiel der Erhalt einer grossen Artenvielfalt resp. Biodiversität, traditioneller Fangmethoden oder einer nachhaltigen industriellen Fischerei. Es ist bei der Errichtung von Schutzzonen deshalb immer wichtig, alle Interessensgruppierungen mit anzuhören und Ihre Interessen - also auch die der Fischer – mit zu berücksichtigen.

Die Erfolge von FPA's sind erst schlecht erforscht, dies obschon der Artenschwund gerade in den Süsswasserlebensräumen sehr ausgeprägt ist und schnell voranschreitet. Die Gründe dafür liegen einerseits in der schlechten Planung vor resp. bei der Errichtung von Schutzgebieten und dem komplexen Zusammenspiel ganz verschiedener Einflussfaktoren auf die aquatischen Lebensgemeinschaften. Es wird deshalb empfohlen, bessere Monitoringprogramme zu etablieren und diese bereits vor Errichtung von Schutzgebieten genau zu starten (Hermoso et al. 2016). Auch Adams et al. (2015) erwähnen die geringe Anzahl von Erfolgskontrollen in FPA's. Erfolgskontrollen sind auch aufgrund der Vernetzung und Migrationsfähigkeit der meisten Arten sehr schwierig durchzuführen. Auf Basis eines Reviews werden für zukünftige Erfolgskontrollen von FPA's folgende Empfehlungen abgegeben:

1. Es sollen räumliche Einheiten definiert werden (z.B. Einzugsgebiet, Bewirtschaftungsraum oder Ähnliches).
2. Geschützte und nicht geschützte Einheiten, welche im Rahmen der Erfolgskontrolle miteinander verglichen werden sollen, müssen ähnliche Lebensraumqualitäten aufweisen; ansonsten sind kein korrekter Vergleich und damit keine echte Erfolgskontrolle möglich.
3. Bestehende Datenreihen (Fang- und Besatzdaten, Abfluss- und Temperaturdaten usw.) sind mit zu berücksichtigen.
4. Monitoringprogramme müssen über längere Zeiträume betrieben werden. Nur so, kann die natürliche Variabilität beurteilt und bei der Bewertung berücksichtigt werden.

FPA's sollten wenn möglich in intakten Lebensräumen mit natürlichem Abflussregime und ohne Vorhandensein fremder Arten eingerichtet werden. Empfohlen wird v.a. der Schutz der Oberläufe, da diese verletzlicher und für das ganze Einzugsystem relevant sind. Ergänzend wird die Unterschutzstellung des Umlandes empfohlen, da dieses - ganz besonders in den Oberläufen - von grosser Bedeutung ist (Saunders et al. 2002).

Im Rahmen eines nationalen Programms zum Schutz bedrohter Fischarten wurde in Frankreich untersucht, welche der bedrohten Arten in den vorhandenen Schongebieten überhaupt noch vorkommen (Keith 2000). Dabei wurde festgestellt, dass nur ein kleiner Teil der Schongebiete überhaupt zum Schutz von Fischen eingerichtet worden war. Meist sind die Schutzgebiete räumlich sehr begrenzt und nicht zusammenhängend, was ungenügend zum Schutz bedrohter Arten erscheint. Dort wo bedrohte Arten noch vorkommen werden diese kaum überwacht oder gemanagt. Es wird deshalb empfohlen, vor Errichtung eines Schongebietes ein Fischinventar zu erheben und ein langfristiges Monitoringprogramm einzurichten. Zudem benötigt es einen Managementplan und die Vernetzung mit anderen Schongebieten. Dazu bedarf es einer Koordination der Managementmassnahmen auf regionaler und nationaler Ebene und letztlich eben auch die Erarbeitung eines nationalen Plans zum Schutz von bedrohten Fischarten. Aus Sicht des Artenschutzes, sind besonders Gebiete in denen die meisten bedrohten Fischarten noch vorkommen, zu schützen.

Ähnliches beobachten verschiedene Autoren im Südostens Spaniens, bei der Untersuchung der Artenvielfalt in den grossen Süsswasserschutzgebieten (Abellan et al. 2007, Hermoso et al. 2015a). Es wurde festgestellt, dass trotz des grossen und vielfältig strukturierten Schutzgebiets nur ein kleiner Teil der im Süsswasser Spaniens lebenden Arten vertreten ist. Besonders auch stark bedrohte Fischarten kommen kaum vor. Obschon 25% des Landes in unterschiedlicher Form unter Schutz gestellt ist, sind weniger als 20% der vorkommenden Arten auch in den Schutzgebieten vertreten. Das Mindestziel gemäss "Natura 2000" wären

25% (Natura 2000 ist ein zusammenhängendes Netz von Schutzgebieten innerhalb der Europäischen Union, das seit 1992 nach den Massgaben der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie errichtet wird). Dies sollte bei der Errichtung und Planung von zukünftigen Schutzgebieten besser berücksichtigt werden. Als Problem wird auch die Tatsache eingestuft, dass in artenreichen Gewässern häufig auch fremde Fischarten eingedrungen sind. Ebenfalls wird betont, dass der Schutz eines Gebiets keine Garantie dafür ist, dass die im Schutzgebiet vorkommenden Arten auch langfristig überleben. Viele negative Einflussfaktoren - z.B. solche, welche bereits im Oberlauf vorhanden sind, können auch im Schutzgebiet einen negativen Einfluss ausüben (z.B. Verschmutzung, Sedimentation/Kolmation, Restwasser usw.).

Analoge Probleme bestehen auch in marinen Schutzgebieten. So untersuchten Weeks et al. (2010) auf den Philippinen „marine protected areas“ (MPA's) hinsichtlich ihrer Abdeckung der vorhandenen Biodiversität in der Region. Sie stellten fest, dass diese ungenügend ist resp. nur ein kleiner Teil der lokalen Biodiversität durch die Schutzgebiete tatsächlich auch abgedeckt wird. Erwähnenswert ist zudem die Empfehlung, dass die Distanz zwischen Schutzgebieten so gewählt werden soll, dass es noch zu einem Austausch von Larven kommen kann.

Gemäss dem Biodiversitätsziel 11 der Aichi Konvention zur Errichtung von FPA's im Rahmen des Strategieplans für Biodiversität (2011–2020) wird gefordert, dass global mindestens 17% der Süsswasserökosystemen weltweit unter Schutz gestellt werden (Juffe-Bignoli et al. 2016). Dabei sollen "areas of importance" definiert werden: also Gebiete von hohem ökologischem Wert. Die Stakeholder seien zu evaluieren (Interessensvertreter von Fischerei, Naturschutz, Stromproduktion, Freizeit usw.) und in gegenseitiger Absprache das vorhandene Fischereimanagement überprüft und verbessert werden. FPA's sollen wenn immer möglich in ökologisch wertvollen Gebieten etabliert werden, welche auch gemanagt werden können. Im Idealfall sind diese mit anderen nicht geschützten Lebensräumen gut verbunden. Es wird kritisiert, dass bis heute keine klar definierten Auflagen definiert worden sind, die erfüllt werden müssen, damit die Schutzziele eines FPA's auch erreicht werden.

Zahlreiche Autoren betonen in Ihren Arbeiten die grosse Bedeutung der kleinen Zuflüsse. Allein die Errichtung von Schutzzonen in grossen Flüssen reiche nicht aus, um die Ökosysteme zu schützen, auch wenn sie sich positiv auswirken. Viel besser erscheint der Schutz ganzer Einzugsgebiete (Nel et al. 2007, Roux et al. 2008, Hermoso et al. 2015a & 2015b).

Generell wird von verschiedenen Autoren betont, wie wichtig es ist die aquatischen Lebensräume nicht isoliert zu betrachten und allein zu schützen. So braucht es auch eine Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen zum Schutz der umliegenden terrestrischen Lebensräume, aber auch der ober- und unterliegenden Regionen resp. Staaten (Saunders et al. 2002, Roux et al. 2008).

Mehrere wissenschaftliche Arbeiten setzen sich mit Süsswasserschutzgebieten in Asien auseinander:

Im Mekong Einzugsgebiet dienen Schutzgebiete als wichtige Rückzugshabitate bei Trockenheit. Deshalb werden v.a. die tiefen Pools unter Schutz gestellt. Das löst zwar nicht alle Probleme der intensiven Befischung, ist aber ein wichtiges Managementtool (Baird 2005, Baird et al. 2006).

Die indischen Fliessgewässer sind ebenfalls unter enormem Druck und die Artenvielfalt und Dichte vieler Arten geht stark zurück. Die Unterschützstellung von ökologisch wertvollen

Flussabschnitten stellt aus Sicht der Autoren eine der möglichen Managementmassnahmen dar, wobei sie die Bedeutung des Einbezugs der verschiedenen "Stakeholder" resp. der lokalen Fischer und anderen Nutzern hervorheben. Als Planungskriterien werden folgende Punkte hervorgehoben (Gupta et al. 2014):

- 1) Jedes Flusssystem sollte Schutzgebiete haben. Dabei sind insbesondere die ökologisch wertvollsten Abschnitte, mit endemischen Fischarten zu schützen.
- 2) Es braucht Absprachen resp. eine Koordination der Massnahmen wenn verschiedene Zuständigkeiten bestehen und einen integrativen Managementplan.
- 3) Der „ökonomische Wert“ von Schutzgebieten kann erhöht werden, indem zwischen den Schutzzonen und den Gebieten mit offener Fischerei "Pufferzonen" eingerichtet werden. In diesen kann beispielsweise eine „catch and release“ Angelfischerei betrieben werden, welche für den Angeltourismus genutzt werden kann. Die Fischdichte in dieser Pufferzone profitiert vom "Spillover-Effekt“ (vgl. Kapitel 2.5 Zielsetzung von Schongebieten) und macht die Angelfischerei besonders attraktiv.
- 4) Andere Defizite bzw. negative Einflüsse sind zu identifizieren und zu beheben resp. zu reduzieren.
- 5) Langfristige Erfolgskontrollen, auch unter Berücksichtigung anderer Tierarten, sind bereits vor Einrichtung zu planen.
- 6) "Flagship species“ sind zu definieren - um mit Ihnen Werbung zu machen und die Akzeptanz zu erhöhen.

Ähnliche Schlussfolgerungen ziehen Frisch et al. (2012) bei der Untersuchung des Einflusses vom Harpunenfischen am Great Barrier Riff. Dichte und Grössenstruktur wurde vor und nach Freigabe des Harpunenfischens in einem MPA von Ziel- und "Nichtziel"-Fischarten vergleichend untersucht. Dabei nahm der Hauptzielfisch (coral trout) in 3 Jahren um 52% ab. Ihre resultierende Empfehlung war aber nicht das Harpunenfischen zu verbieten, sondern Mindestmasse und Tagesfangbeschränkungen einzuführen. Es wird also ein "Comanagement" empfohlen, in welchem die Fischerei mit einbezogen wird.

Interessant ist auch die Arbeit von Wang et al. (2015) im chinesischen Pearl River, in welchem ein in Folge einer starken Überfischung und eingetretenen Verschmutzung eingerichtetes saisonales Fangmoratorium, mit einer generellen Reduktion des Befischungsdrucks um 50% verglichen wird. Dabei zeigte sich, dass die generelle Reduktion des Befischungsdrucks nachhaltiger war, als das zeitliche befristete totale Fangverbot.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung von MPA's und dem Verlust an Biodiversität in aquatischen Lebensräumen im Süsswasser werden PA's (oder APA's genannt: „aquatic protected areas“) auch vermehrt ein Thema in Seen. Hedges et al. (2010) versuchen den Nutzen von Schongebieten in den grossen Seen Kanadas aufzuzeigen. Für die Autoren brauchen mobile und während des Lebenszyklus wandernde Fischarten, tendenziell sehr viel grössere Schutzgebiete, um erfolgreich geschützt zu werden. Aber auch in dieser Arbeit betonen die Autoren, dass leider kaum verlässliche positiv verlaufende Erfolgskontrollen von im Süsswasser eingerichteten APA's vorhanden sind.

2.4 Verschiedene Typen von Schongebieten

In den unterschiedlichen Publikationen werden unter Schon- resp. Schutzgebieten ganz verschiedene Formen und Ausprägungen von Schutz verstanden. Obschon Schongebiete oft

mit einem kompletten Fangverbot assoziiert werden, ist dies in der Mehrzahl der in der Literatur untersuchten Schutzgebiete nicht der Fall. Einerseits können die Schutzmassnahmen nur zeitlich befristet gelten, also im Sinne von Schonzeiten und oder mehrjährigen Fangmoratorien, andererseits können auch die erlaubten Fangmethoden eingeschränkt werden oder nur „catch and release“ erlaubt bleiben. Zum Teil gibt es natürlich auch eine Kombination von zeitlichen und fangtechnischen Einschränkungen. Es gilt zudem zu erwähnen, dass oft auch in den Fanggebieten bestimmte Einschränkungen gelten.

Weiter werden in den Schutzgebieten neben den Einschränkungen in der Befischung häufig auch noch weitere Massnahmen ergriffen, was in den Schlussfolgerungen der Erfolgskontrollen nicht immer adäquat berücksichtigt wird.

Das Fehlen einer einheitlichen Terminologie in Zusammenhang mit Schutz- und Schongebieten, war eine der Schwierigkeiten der vorliegenden Literaturrecherche und auch in der Literatur wird von Suski und Cooke (2007) hervorgehoben, dass die Verwendung ganz unterschiedlicher Namen zu Verwirrung führt. In Ihrer Arbeit haben Sie deshalb die in diesem Zusammenhang am häufigsten verwendeten Begriffe in einer Tabelle zusammengefasst (Tab. 3).

Tabelle 3: Zusammenstellung der in der Vergangenheit verwendeten Begriffe in Zusammenhang mit Schongebieten im Süsswasser also „freshwater protected areas“ (FPA's) gemäss der Synthese von Suski und Cooke (2007). Die Originalbezeichnungen gemäss den Autoren sind in Englisch aufgeführt.

Terminologie (Deutsch / <u>Englisch</u>)	Beschreibung
Refugium / <u>Refuge</u>	Gebiete, in welchen meist nur eine oder wenige Arten gemanagt werden, als die gesamte Lebensgemeinschaft.
Schutzgebiet / <u>Sanctuary</u>	Beinhaltet typischerweise ein Verbot der Bejagung oder Befischung, lässt aber anderweitige Nutzungen weiter zu. Kann freiwillig oder obligatorisch sein.
Gebiet mit Management der aquatischen Biodiversität / <u>Aquatic Diversity Management Area (ADMA)</u>	Gebiet zum Schutz und zur Erhaltung der aquatischen Biodiversität. Nutzungen, die mit dem ADMA kompatibel sind, sind erlaubt (dabei kann es sich auch um Angeln und Jagd handeln).
Fischereischongebiet / <u>Fishing reserve</u>	Meist kleinere Gebiete zum Schutz vor der Zerstörung des Lebensraumes und zur Begrenzung der Nutzung *1
Naturschutzgebiet / <u>Preserve</u>	Der gesamte Lebensraum soll möglichst durch den Menschen unberührt bleiben und wird verwaltet, um die natürlichen Verhältnisse zu schützen.
Geschlossene Areale / <u>Closed area</u>	Impliziert keine Nutzung und Betretverbot. Ziel ist ein „kultureller oder natürlicher“ Ressourcenschutz. In einigen Gebieten ist der Zugang für die Öffentlichkeit untersagt, diese werden aber von spezialisierten Gruppen wie dem Militär genutzt.
Süsswasserschutzgebieten / <u>Fresh water protected area (FPA)</u>	Jedes Gebiet mit Süsswasser Milieu und der damit verbundenen Flora, Fauna, historischen und kulturellen Besonderheiten, einschliesslich der Uferregionen und des Grundwassers, das gesetzlich oder durch andere wirksame Mittel zum Schutz eines Teils oder der gesamten umschlossenen Umwelt vorbehalten ist.

Suski und Cooke befürworten die Verwendung der Begriffe „Süsswasserschutzgebiete (FPA's)“ oder allgemeiner „aquatische Schutzgebieten (APA)“ (aquatic protected area). Der Begriff APA kann auch auf marine Systeme ausgedehnt werden. Im Allgemeinen erschwert das Fehlen einer einheitlichen Terminologie das Auffinden von Literatur und verzögert möglicherweise das allgemeine Interesse an FPA's. Zu beachten ist, dass der Grossteil der historisch verwendeten Terminologie auf den traditionellen Strategien für Fischerei- und Wildtiermanagement basiert, die sich auf eine einzige Art oder Gruppe von kommerziell/sportlich wertvollen Arten konzentriert.

*1: Bemerkung: Häufig werden in „Fishing reserves“ eben auch Massnahmen zur Aufwertung des Lebensraumes durchgeführt.

Zahlreiche Publikation untersuchen nicht nur den Unterschied zwischen Schutzgebieten sog. „protected areas“: PA's mit Totalschutz (auch „no takes reserve“ genannt: NTR) und Fanggebieten ohne Einschränkungen („not protected areas: NPA's); sondern auch die Effekte von partiell geschützten Gebieten („partial protected areas“: PPA's) im Vergleich zu

PA's und NPA's. Es wird festgestellt, dass PPA's, beispielsweise in Form einer stark ausgeweiteten Schonzeit, oft auch schon eine starke Wirkung zeigen, bei gleichzeitig viel besserer Akzeptanz in Fischereikreisen (Pina-Amargós et al. 2014, Sciberras et al. 2015). So verglichen auch Makino et al. (2013) in ihrer Arbeit am Great Barrier Reef den Effekt unterschiedliche Schutzgrade. Sie stellen fest, dass man mit einem partiellen Schutz unter Beibehalt von 84-88% der traditionellen Fischerei die gleichen Schutzziele erreichen kann, wie mit einem totalen Fangverbot.

2.5 Zielsetzung von Schongebieten

Die Ziele die bei der Errichtung von Schongebieten verfolgt werden sind unterschiedlich und haben in der Regel den Artenschutz oder die Gewährleistung einer nachhaltigen Nutzung im Fokus. Wenn eine nachhaltige Fischerei im Zentrum der Anstrengungen liegt, kann dies durchaus zuwider den Interessen des Artenschutzes laufen und umgekehrt. Aus diesem Grund ist es vor Errichtung eines Schongebietes wichtig, die Zielsetzung vorgängig klar zu definieren und zu kommunizieren.

Siebeck (2002) betont, dass es bei der Errichtung von Schutzgebieten nicht nur um einzelne fischereilich interessante Arten in einem bestimmten Gewässerraum gehen dürfe, sondern um die öffentliche Aufgabe den nachfolgenden Generationen eine "lebenswerte" Umwelt zu erhalten. Zielsetzung aus seiner Sicht ist also in erster Linie der Artenschutz.

Einen anderen Schwerpunkt setzen beispielsweise Guidetti und Claudet (2010): Sie untersuchten wie sich nach einem 4-jährigen totalen Schutz in einem Meeresgebiet (MPA) und anschließender verstärkter Regulierung der Fangerfolg gemessen am CPUE (catch per unit effort) entwickelt hat. Dieser stieg nach Wiedereröffnung der Fischerei zuerst sehr stark an und fiel anschliessend wieder zurück, blieb aber immer noch deutlich über den Werten vor der Unterschutzstellung. Die Zielsetzung war in diesem Fall die Etablierung einer nachhaltigeren Fischerei, was auch erreicht werden konnte. Bei der langfristigen Unterschutzstellung von aquatischen Lebensräumen wird häufig ein sog. „Spillover-Effekt“ angestrebt. Das bedeutet, dass es aufgrund einer höheren Fischdichte im Schutzgebiet zu einem stetigen Abwandern in die angrenzenden Fanggebiete kommen soll und dadurch die Fänge nachhaltig gesteigert werden können (Russ und Alcalá 1996, Penha et al. 2014). Grafton et al. (2005) erwähnen in diesem Sinn die „Reservoirfunktion“ von Schongebieten. So können Schutzgebiete in Seitengewässern oder Gewässeroberläufen mit hoher Artenvielfalt und Bestandesdichten im Fall eines Schadenereignisses helfen, dass ein Gewässersystem rascher wiederbevölkert wird.

Schutzgebiete können aber mehr als nur die fischereilich bedingte Mortalität reduzieren. Schutzgebiete helfen politisch und gesellschaftlich den Druck zu erhöhen, um auch Massnahmen zum Schutz der Fische ausserhalb der Fischerei durchsetzen zu können (Roux et al. 2008, Gupta et al. 2014). Juffe-Bignoli et al. (2016) betonen wie wichtig es ist in Schutzgebieten nicht nur einseitig die Fischerei einzuschränken, sondern alle Nutzungen (Umland, Stromproduktion, Freizeit usw.) in einem Gewässermanagementplan miteinzubeziehen um die Biodiversitätsziele auch erreichen zu können.

Interessant ist der Hinweis von Mann et al. (2016), dass langfristig bestehende grosse Schongebiete mit begleitenden Monitoring Programmen (>10 Jahre), uns Hinweise auf die Ursachen von Bestandesrückgängen geben können. Allfällige Bestandesunterschiede in einem bestimmten Gewässersystem zwischen befischten und nicht befischten Gebieten lassen Rückschlüsse zu, betreffend der Bedeutung der fischereilich bedingten Mortalität in Zusammenhang mit einem beobachteten Bestandesrückgang. Auch in Australien wurde die Bedeutung von Schutzgebieten für die Fischereiwissenschaft als Referenz von nicht durch

Befischung beeinflussten Populationen in einer grossen Review Arbeit hervorgehoben (Nevill et al. 2004).

2.6 Einfluss auf ausgewählte Fischarten und die Geschlechtsreife

In zahlreichen Publikationen werden die Effekte von Schutzgebieten nur auf einzelne ausgewählte Fischarten untersucht. Es handelt sich dabei meist um Schutzgebiete, deren primäres Ziel nicht der Artenschutz, sondern die Gewährleistung einer nachhaltigen Fischerei darstellt.

Enberg et al. (2009) untersuchten in Norwegen den Einfluss der Befischung auf den atlantischen Dorsch durch einen Vergleich vor und nach Einrichtung eines Schongebietes. Es wurde festgestellt, dass weniger die gesamte Biomasse als das Alter der Fortpflanzung und die Biomasse der geschlechtsreifen Tiere aufgrund der Unterschützstellung stark anstiegen. Bei starkem Befischungsdruck investierte die Population mehr in die Gonaden, was sich an einem höheren GSI (gonadosomaler Index) und einer früheren Geschlechtsreife zeigte. Aufgrund einer Dichte abhängigen phänotypischen Plastizität kann es bei hohem Befischungsdruck zu Veränderungen in der Population kommen. Solche durch die Fischerei "selektierten" Populationen erholen sich bei Einrichtung eines Schongebietes schneller als nicht selektionierte Populationen, da die Fische über einen gewissen Zeitraum immer noch früher geschlechtsreif werden und mehr in die Fortpflanzung investieren. Die Rückentwicklung der evolutionären Veränderungen durch Befischung brauchen rund 20-30x mal so lang, wie sie zur Entstehung gebraucht haben. Deshalb sollte immer proaktiv versucht werden, fischereilich bedingten Selektionsdruck so klein wie möglich zu halten. Als ein gewichtiger Vorteil von Schongebieten wird die Tatsache hervorgehoben, dass die Population darin keinem fischereilich bedingten Selektionsdruck unterliegt. Dazu kommt, dass es in Schongebieten auch keinen Beifang, Fang von Untermässigen usw. gibt. Es kommt also unabhängig von der effektiven Entnahme auch nicht indirekt zu einer fischereilich bedingten Mortalität und Selektionsdruck. Nach Einrichtung eines neuen Schongebietes hat die Evolution zwar wenig direkte Wirkung bei der ersten Erholung der Population, die indirekten Einflüsse sind aber wichtig, weil die Eigenschaften, die sich entwickelten als Reaktion auf die Fischerei die Demographie und phänotypische Plastizität beeinflussen. Bereits Olsen et al. (2004) haben dieses Phänomen bei den Nordsee Dorsch Populationen beschrieben und sie halten fest, dass Veränderungen des GSI resp. des Alters bei der Geschlechtsreife, als Warnhinweise bezüglich einer möglichen Überfischung dienen können.

Eine ähnliche Beobachtung machen Florin et al. (2013) nach Einrichtung eines 360 km² grossen Schongebiets in der baltischen See. Die Dichte der Plattfische war höher als vor Einrichtung des Schutzgebietes und auch höher als in den angrenzenden weiter befischten Gebieten. Neben der Dichte nahm ebenfalls das mittlere Alter der Fische zu und das Geschlechterverhältnis wurde ausgeglichener. Die Tatsache, dass das Wachstum im Schutzgebiet zurückging, deutet auf ein Dichte-abhängiges Wachstum. Zudem konnte ein Larvenexport aus dem Schutzgebiet in benachbarte Zonen festgestellt werden.

Unter Laborbedingungen untersuchten Uusi-Heikkilä et al. (2015) an Zebrafischen wie sich eine grössenselektive Nutzung auswirkt. Die Zebrafische zeigten bereits nach 5 Generationen eine kleinere adulte Körpergrösse, investierten mehr in die Gonaden und zeigten eine geringere "Mobilität". Die Schlussfolgerungen waren, dass durch einen hohen längenselektiven Befischungsdruck, sehr rasch phänotypische Veränderungen herbeigeführt werden können, welche von genetischen Veränderungen begleitet sind. Im Modell geht die Rückentwicklung bedeutend langsamer. In Schongebieten fällt, ähnlich wie in Gewässern

welche mit Fenstermassen bewirtschaftet werde, dieser längenselektive Befischungsdruck weg.

Um die Entwicklung von genutzten Fischbeständen vorhersagen zu können, wurden auch Modelle entwickelt. So zeigen Dunlop et al. (2015) für eine Dorsch-, Felchen, und Flussbarschpopulation modellhaft auf, wie die Fischerei-induzierte Evolution, ausgelöst durch die Längen selektive Nutzung von der Befischungsintensität abhängt und die Bestände negativ beeinflussen kann. Politikos et al. (2013), simulierten in ihrem Modell eine Sardinienpopulation, welche einem starken Befischungsdruck unterliegt. Dabei konnten sie alleine durch die Vorverschiebung der normalen Schonzeit um zwei Monate auf Oktober - Dezember statt Dezember - Februar die fischereilich bedingte Mortalität sehr stark reduzieren. Dies führte im Modell zu einer grösseren Biomasse/Population und nachhaltig höheren fischereilichen Erträgen.

Malcolm et al. (2005) untersuchten die Auswirkungen der Befischung bei Snapper. Dazu verglichen sie die Dichte und das Längenwachstum in Snapper Populationen in Schongebieten, teilgeschützten und nicht geschützten Zonen. Nur in der ganz geschützten Zone lebten mehr und deutlich grössere Snapper. Der "Teilschutz" hatte in diesem Fall nichts gebracht. Der totale Schutz hat aber sehr schnell zu einer höheren Dichte geführt. Die Schlussfolgerung war, dass der sehr hohe Befischungsdruck einen relevanten Einflussfaktor auf die Snapperpopulationen darstellt.

Auch im Süsswasser belegen Studien, dass die grössenabhängige Selektion von Fischen, beispielsweise durch Fangmindestmasse zu Geschlechtsreife bei geringerer Grösse und jüngerem Alter führen kann. So untersuchten Feiner et al. (2015) Flussbarschpopulationen in 5 grossen Seen. Ein kompletter Fangstop in einem der Seen resp. eine Reduktion der Fänge in einem anderen See hatte eine rasche Reaktion bei der Länge und des Alters bei der Geschlechtsreife zur Folge. Die kurze Reaktionszeit erfolgte sehr wahrscheinlich aufgrund der kurzen Generationenfolge. Obschon es bei durch fischereilichen Druck bedingter Evolution meist lange dauert, um diese wieder rückgängig zu machen, kann dies offensichtlich auch rasch geschehen.

Es kann aber auch unter ganz anderen Rahmenbedingungen zur Geschlechtsreife bei kleinerer Länge kommen. Florin et al. (2013) konnten nämlich in einem Schongebiet mit einem positiven Effekt auf die Fischdichte aufzeigen, dass die höhere Dichte zu einem geringeren Wachstum führte, woraus natürlich ebenfalls resultierte, dass die Fische bei geringerer Länge bereits geschlechtsreif werden (Dichteabhängigkeit des Wachstums).

Cucherousset et al. (2007) gehen der Frage nach, wie weit Schutzgebiete dem europäischen Aal helfen können. Seit Jahrzenten nimmt die europäische Aalpopulation stark ab. Dies trotz verschiedener ergriffenen Managementmassnahmen. Um die Wirkung von Schongebieten zu untersuchen, wurden vergleichend die Silberaalbestände (Elektrobefischung und Fallen/Reusen) in der Brière untersucht, wo Schongebiete und befischte Zonen nebeneinander liegen: Die Fischer befischen v.a. den Gelbaal (>32mm DM), bei welchem sich entsprechend höhere Mortalitäten in den befischten Zonen finden lassen. Der Anteil potentiell migrierender Aale in der Population liegt in den Schongebieten bei 6.4% und in den befischten Zonen bei 1.4%. Ganz offensichtlich können die Schutzgebiete aufgrund des hohen Befischungsdrucks in den befischten Zonen einen wesentlich Beitrag zur Förderung des Aals leisten. So gesehen sind Schongebiete für den Aal ein Kompromiss zwischen den fischereilichen Interessen lokaler Fischer und den globalen Interessen eines nachhaltigen Aalmanagements. Es wird betont, dass Schutzgebiete für Aale nur an den ganz neuralgischen Stellen von hohem ökologischem Wert zielführend sein können.

2.7 Einfluss auf mehrere Fischarten

Wissenschaftliche Arbeiten, welche bei ihren Untersuchungen der Effekte von Schongebieten den Artenschutz respektive die Biodiversität ins Zentrum stellen wollen, dokumentieren in der Regel die Entwicklung mehrerer Fischarten.

Bereits in den späten 80er Jahren schlug der niederländische Umweltökonom Johannes B. Opschoor (Opschoor 1992) den Begriff des Umweltraums als Instrument einer nachhaltigen Entwicklung vor. Die Grenzen eines Umweltraums oder eben des sog. „Ecospace“ sind dynamisch und eine Übernutzung kann einen verkleinerten Umweltraum zu einem späteren Zeitpunkt zur Folge haben. Auch bei der Bewertung des Erfolgs von Schongebieten in der Fischerei wird diese Denkweise und das zugrunde liegende Modell des Ecospace vermehrt eingesetzt.

So wenden Le-Quesne et al. (2008) ein Ecospace-Modell zur Untersuchung von Effekten von MPA's an und betonen, dass sich bisher die meisten Untersuchungen von Effekten von MPA's auf ausgewählte Fischarten fokussiert haben (single-species-models). Es ist aber von Interesse die Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem und auch auf die anderen „Stakeholder“, also das ganze Sozio-Ökonomische Umfeld, zu beurteilen. In ihrem Review halten sie fest, dass nur gerade in 2 der 8 MPA's das Ziel eine bestimmte Art zu fördern auch erreicht wurde. In den meisten Fällen führen MPA's aber zu Ertragsausfällen - zumindest in einzelnen Sektoren der kommerziellen Fischerei. Es gab dabei keinen konsistenten Zusammenhang zwischen der Grösse der MPA's und dem Erfolg resp. erreichten Schutz.

Auch Marra et al. (2016) stellen fest, dass die von ihnen im Mittelmeer untersuchten MPA's die Zielsetzungen nicht erfüllen konnten. Verglichen wurden 3 verschieden stark geschützte MPA's und nicht geschützte Zonen; 7, 10, 13 und 15 Jahre nach der Unterschutzstellung. Dichte und Biomasse der untersuchten Fischarten konnte nicht signifikant zulegen. Fischarten, welche sich im höchsten Schutzstatus befinden, waren nie häufiger als in den weniger geschützten Gebieten. Ihre Schlussfolgerung war, dass Schutzgebiete nicht immer zielführend sind.

Ähnliche Beobachtungen machten Lloret et al. (2008), welche in einem MPA an der Mittelmeerküste am Cape Creus feststellten, dass sich aufgrund negativer Umwelteinflüsse das Ökosystem im Schutzgebiet nicht erholte und es nur zu geringfügigen positiven Effekten auf die stark genutzte Fischarten kam. Es braucht also neben dem Schutz vor Überfischung ein Massnahmenkonzept, welches auch die anderen negativen Einflussfaktoren reduziert.

Vanderklift et al. (2013) weisen darauf hin, dass bei Erfolgskontrollen in MPA's meist nur die Dichten von bestimmten Arten verglichen werden und nicht die Anzahl vorhandener Arten. Der Unterschied in der Artenvielfalt in den untersuchten MPA's war im Vergleich zu den befischten Gebieten nur sehr geringfügig positiv.

Gegensätzliche Resultate fanden Sarkar et al. (2013) in einem indischen Fluss, in welchem ein geschützter Abschnitt während 4 Jahren mit einem flussabwärts liegenden Abschnitt, der für die Fischerei offen ist, verglichen wurde. Im geschützten Abschnitt kamen 87 Arten vor und im ungeschützten Abschnitt 59 Arten. Daneben waren auch die Dichten höher und es kamen grössere Individuen vor. Speziell auch gefährdete Fischarten waren im Schutzgebiet häufiger. Der Effekt des Schongebiets wurde in diesem Fall als sehr positiv beurteilt.

Catano et al. (2015) halten fest, dass von Fischereiverboten die befischten Fischarten, im Meer meist Prädatoren, profitieren und dass dies für Herbivoren, meist nicht befischte Fischarten, nicht gelten muss. Auch Edgar et al. (2017) haben verschiedene MPA's mit befischten Gebieten verglichen und festgestellt, dass v.a. Raubfische (Grossfischarten), wie

beispielsweise Snapper, in viel grösseren Biomassen vorgefunden wurden, wohingegen keine Unterschiede bei pflanzenfressenden Fischen aufgetreten sind.

Pina-Amargós et al. (2014) berichten von einem 1996 in der Karibik eingerichteten MPA, in welchem die Wirkung auf kommerziell genutzte Riffischarten untersucht wurde. Bei 6 von 10 Arten waren die Dichten bis zu doppelt so hoch wie in den befischten Zonen. Allerdings profitierten nur die fischereilich stark genutzten Arten vom MPA. Mann et al. (2016) untersuchten die Entwicklung einer strandnahen Fischpopulation, nachdem am Strand durch ein Fahrverbot der Befischungsdruck stark zurückging. Auch dort nahmen die stark befischten Fischarten sowohl an Dichte wie auch an Biomasse zu. Ihre wichtigste Erkenntnis: war, dass Schongebiete einem helfen zu verstehen, ob ein Fischrückgang aufgrund von Überfischung oder aus anderen Gründen erfolgt. Dazu müssen Schongebiete allerdings schon länger als 10 Jahre bestehen.

Blyth-Skyrme et al. (2006) werteten die "Trophy-Fischfangstatistiken" aus in einem Gebiet im Einflussbereich eines 500km² grossen MPA's in Grossbritannien mit Fanggeräteinschränkungen und einem Gebiet ganz ohne Einschränkungen. Dabei war die Schlussfolgerung, dass langlebende, spät geschlechtsreif werdende oder stark migrierende Fischarten auch durch grosse Schutzgebiete nicht effizient geschützt werden können. Wohingegen sich Fangeinschränkungen auf residente Fischarten, welche früh geschlechtsreif werden, positiv auswirken. Sie bestätigten deshalb die Befürchtung der Berufsfischer, dass die aus MPA's resultierenden Ertragseinbussen nicht für alle Fischarten durch Larvenexport oder Export von adulten Fischen in die Fanggebiete kompensiert werden können (Spillover-Effekt). Diese Schlussfolgerung steht im Widerspruch zu den Schlussfolgerungen aus der Metaanalyse von Molloy et al. (2009). In dieser globalen Meta-Analyse von Erfolgskontrollen in Schutzgebieten wird der Zusammenhang zwischen dem Alter (also der Zeitspanne seit Errichtung des Schongebietes) und dem Erfolg der MPA's untersucht. Zudem wurde analysiert ob Unterschiede hinsichtlich des Effekts auf befischte und nicht befischte Arten vorliegen. In MPA's die zwischen 1 und 26 Jahre alt sind, wurden über 1000 Datensätze analysiert. Dabei stellten die Autoren fest, dass die Biomasse in den MPA's gegenüber den ungeschützten Zonen rund 5% pro Jahr ansteigt und damit ältere MPA's effektiver sind. Nach 15 Jahren gibt es in den Schutzgebieten immer mehr Fische als in den umliegenden Fangzonen. Grosswüchsige und stark befischte Fischarten reagieren stärker und schneller als kleinwüchsige und nicht befischte Fischarten. Entsprechend ist eine ihrer Schlussfolgerungen, dass Erfolgskontrollen immer mindestens 15 Jahre lang fortgeführt werden sollten. Ebenfalls interessant ist, dass auch die kleineren Fischarten trotz höheren Dichten der Prädatoren (Raubfische) nach 15 Jahren zunehmen. Damit unterscheiden sich die Resultate ganz wesentlich zu anderen Publikationen und sind aufgrund der grossen Anzahl berücksichtigter Datensätze von grosser Relevanz.

Sanyanga et al. (1995) fischten im Lake Kariba mit Multimaschennetze im Schongebiet und in den ungeschützten Gebieten. Dabei wurden Häufigkeit und Grössenverteilung der Fänge untersucht. Häufigkeit und Artenverteilung waren stark von der Seestruktur abhängig. Allerdings zeigten sich grössere Unterschiede in der mittleren Länge, welche in den befischten Gebieten deutlich kleiner war. Interessant war die Feststellung, dass fischereilich uninteressante Arten in den befischten Gebieten häufiger waren. Die Fischerei hat also im lake Kariba einen deutlichen Einfluss auf die Fischpopulationen. Es wird deshalb vorgeschlagen, dass man befischte und nicht befischte Gebiete in Mehrjahreszyklen abwechseln könnte. So können sich Gebiete wieder erholen und die Attraktivität der Fischerei erhöht werden.

2.8 Einfluss der Grösse von Schongebieten

Pillans et al. (2014) halten fest, dass auch als resident geltende Fischarten wandern und deshalb Schutzgebiete in keinem Fall zu klein sein sollten. Die Autoren beobachteten, dass innerhalb eines Jahres 60% des residenten Riffisches *Lethrinus nebulosus* (Grosskopfschnapper) ihre Schutzgebiete verlassen haben. Etwas andere Beobachtungen machten Harasti et al. (2015) die das Verhalten von Snapper in einem Schutzgebiet untersuchten: Dabei blieb eine Grosszahl der adulten und juvenilen Snapper Standort gebunden. Die Autoren stellen die Hypothese auf, dass Schongebiete längerfristig das Wanderverhalten einer Population beeinflussen könnten, da wanderfreudige Fische, die das Schongebiet verlassen, ständig weggefangen werden. Oder anders formuliert, dass Schongebiete einen Selektionsdruck auf wanderfreudige Fische ausüben. Ihre Schlussfolgerung ist aber dennoch, dass auch kleine Schongebiete einen positiven Einfluss auf stark befischte Fischarten haben können.

Auf den Philippinen stellten Christie et al. (2002) in zwei marinen Schutzgebieten fest, dass sich die Korallen nach der Unterschutzstellung zum Teil massiv erholten und trotzdem der Abwärtstrend der bedrohten Fischarten in den Schutzgebieten nicht gestoppt werden konnte. Sowohl die Dichte verschiedener Arten, wie generell die Biodiversität ging im Unterschied zu anderen grösseren Schutzgebieten weiter zurück. Ihre Schlussfolgerung war, dass die beiden Schutzgebiete zu klein sind (8 und 14ha) und lieber weniger und dafür grosse Schutzgebiete eingerichtet werden sollten.

2.9 Messbarer „Spillover-Effekt“ von Schutzgebieten

Von einem „Spillover-Effekt“, (vom englischen to spill – verschütten, überlaufen lassen) resp. Übertragungseffekt spricht man, wenn ein Zustand Auswirkungen auf andere Ereignisse/Zustände hat. Im konkreten Fall der Schongebiete, wenn eine durch den Schutz höhere Fischdichte resultiert, welche zu einem Abwandern in die angrenzenden befischten Zonen führt. Zahlreiche Publikationen versuchen diesen Effekt bei der Bewertung von Schutzgebieten aufzuzeigen:

Russ und Alcalá (1996) untersuchten ein an ein marines Schutzgebiet angrenzendes Fanggebiet auf den Philippinen. Sie stellten dabei fest, dass die Fänge umso grösser waren, umso näher zum Schutzgebiet gefischt wurde. Zudem stiegen die Fänge im Verlauf der Zeit (1-11 Jahre nach Errichtung des Schutzgebiets) an. Damit konnte ein "Spillover-Effekt" von Adulten nachgewiesen werden. Allerdings war ein messbarer Effekt nur bis ein paar hundert Meter Distanz zum Schutzgebiet nachweisbar, also räumlich doch nur sehr begrenzt.

Mehrere Studien belegen, dass in der Nähe von Schongebieten mehr grosse Fische gefangen werden. Man geht davon aus, dass diese aus den Schongebieten stammen (Molloy et al. 2009, Sarkar et al. 2013).

In einer indischen Studie können die Autoren aufzeigen, dass in an Schutzgebiete angrenzenden Fangzonen die Fischdichte und Artenvielfalt grösser ist und so auch die Fischerei von den Schutzgebieten profitieren kann (Sarkar et al. 2011).

2.10 Einbezug weiterer Managementmassnahmen

Im Idealfall werden Schutzgebiete in Fliessgewässern eingerichtet, deren Ökosystem absolut intakt ist und die Fischbestände „nur“ unter einer Überfischung leiden. Da solche Fliessgewässer aber inzwischen selten sind und auch Fische in Fliessgewässern geschützt werden sollen, welche durch verschiedene Faktoren negativ beeinflusst werden, sollte vor Errichtung eines neuen Schongebiets immer die Bedeutung aller negativen Einflussfaktoren abgeschätzt werden. Fangverbote sollten wenn immer möglich im Comanagement der anderen Einflussfaktoren erlassen werden, wie beispielsweise bei starker Pestizidbelastung mit der Einführung überdurchschnittlich breiter Pufferstreifen auf welchen der Pestizideinsatz verboten ist (Saunders et al. 2002).

Zu analogen Schlussfolgerungen kommen Melnychuk et al. (2013), als sie die Effekte unterschiedlicher Managementmassnahmen auf Plattfische untersucht haben. Eine Plattfischpopulation wurde durch Entnahmeregelungen, Schonzeiten, Schutzgebiete, Beifang-Reduktionsbestimmungen, individuelle Fangquoten und Einschränkungen der Fangmethoden geschützt. Bei der Untersuchung der Effekte zeigte sich, dass keine der ergriffenen Massnahmen für sich alleine zielführend war, sondern die verschiedene Massnahmen kombiniert werden mussten, um den gewünschten Effekt erzielen zu können.

Abell et al. (2007) betonen, dass die sinkenden Bestände vieler im Süsswasser lebenden Fischarten erfordern, dass man alle möglichen Managementmassnahmen hinsichtlich Ihrer Chancen und möglichem Nutzen untersucht. Bis jetzt haben Schongebiete im Süsswasser weltweit betrachtet kaum eine Bedeutung. Sie stellen gemäss den Autoren auch keine alleinige Lösung dar, sollten aber als eine der möglichen Managementmassnahmen vermehrt eingesetzt werden. Um einen positiven Effekt auszuüben, müssen diese Schongebiete in strategisch wichtigen und zielführenden Gebieten eingerichtet werden. Dies verlangt vorgängig eine exakte Defizitanalyse und Planung.

Interessant sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen von Thieme et al. (2016), in welchen 297 Schongebiete im Tennessee und Cumberland Flussbassin (USA) analysiert wurden. Sie stellten nämlich fest, dass v.a. intensive Landwirtschaft mit Drainage und schlechte Verknüpfung der Gewässer mit dem Umland einen negativen Einfluss auf die Zielerreichung der Schongebiete ausüben. Sie folgern deshalb, dass zivilisatorische Einflüsse grundsätzlich minimiert werden sollten, damit Schutzgebiete den gewünscht positiven Effekt auf die Biodiversität haben. Analoge Schlussfolgerungen ziehen Mancini et al. (2005) bei Untersuchungen von Schongebieten in Fliessgewässern in Italien. Sie betonen wie wichtig es ist, dass bei Schongebieten das Umland geschützt wird damit die Schutzziele erreicht werden können. Es braucht ein Gesamtmanagement, um erfolgreich aquatische Lebensräume zu schützen.

In der Literatur ist umstritten, wer entscheiden soll welche Managementmassnahmen zu ergreifen sind. Während Sale et al. (2005) betonen, wie wichtig es sei, dass die bei der Errichtung von Schutzgebieten begleitenden Massnahmen immer in Absprache zwischen Wissenschaftlern und Fischereikreisen erfolgen, finden Roberts et al. (2003), dass die „stakeholders“ weniger Gewicht im Entscheidungsfindungsprozess erhalten sollten.

2.11 Ökonomische Aspekte

Mehrere Publikationen legen ihren Fokus auf die Beleuchtung der ökonomischen Auswirkungen von Schutzgebieten. So zeigen Sala et al. (2013) in Ihrer Arbeit auf, dass die Berufsfischer in der USA bei der Einrichtung von marinen Schutzgebieten meist Ertragsausfälle befürchten. In den dokumentierten Fällen konnten diese Ausfälle aber bereits

nach 5 Jahren durch höhere Erträge in den angrenzenden Fanggebieten und im Tourismus kompensiert werden. Insbesondere dann, wenn noch begleitende Massnahmen ergriffen wurden.

In Bangladesch hat sich in Schutzgebieten die finanzielle Unterstützung von den betroffenen Fischern sehr bewährt. Dadurch wurde die Akzeptanz der Schutzmassnahmen stark erhöht, was letztlich das Erreichen der Schutzziele ermöglichte (Islam et al. 2016).

Im Mekong wurde viele Fish Conservation Zones (FCZs) resp. "no-take" Zonen nur deshalb eingerichtet, weil neben des starken Fischrückgangs die Fischerei von grosser wirtschaftlichen Bedeutung ist (Baird et al. 2005). Das heisst, dass erst die massiven ökonomischen Einbussen den politischen Druck zur Errichtung von Schongebieten erzeugen konnten.

2.12 Andere Tierarten die von Fischerei-Schongebieten profitieren können

In mehreren Publikationen werden andere Tierarten erwähnt, welche von Fischereiverboten profitieren können. So dokumentieren Allen et al. (2000) in Ihrer Publikation, dass verschiedene Arten von Meeressäugtiere und Meeresschildkröten direkt und indirekt durch die kommerzielle Fischerei gefährdet werden können. So stellen beispielsweise Auge et al. (2012) in Ihren Untersuchungen den negativen Einfluss der Netzfischerei auf Seelöwen fest. Schutzgebiete helfen die Seelöwenpopulation zu schützen, wobei bereits eine Regulation der Fischereimethoden zielführend sein kann.

Trebilco et al. (2008) können aufzeigen, dass Riesensturmvögel (eine Mövenart) v.a. während der Brutzeit von Meeres-Schutzgebieten profitieren.

Daskalov et al. (2009) wiederum setzten bei der Beurteilung von marinen Schutzgebieten für Fischbestände in der Nordsee ein Ecospace Modells ein. Durch die gesamtheitliche Betrachtung stellten sie fest, dass z.B. der Schutz des Sandaals nicht nur zum Anstieg der Sandaalpopulation, sondern auch der Prädatoren von Sandaalen, in diesem Fall Wasservögel, führte.

2.13 Probleme in Schutzgebieten

In zahlreichen Publikationen wird auf die Probleme eingegangen, welche in Schongebieten auftreten können.

Byers und Noonburg (2007) untersuchten die Bedeutung von Frischfrevell in Schongebieten. Sie halten fest, dass illegale Fischentnahmen ein Problem darstellen und der Überwachung von Schongebieten mehr Bedeutung zugemessen werden sollte.

In einer Umfrage untersuchten Salz und Loomis. (2005), ob spezialisierte und entsprechend erfolgreiche Angelfischer Schongebieten mehr Verständnis entgegen bringen als weniger spezialisierte "Hobbyangler". Obschon "Mehr Wissen" mehr Verständnis für eine notwendige Regulation mit sich bringt, sind die spezialisierten Angler auch vielmehr von den Massnahmen getroffen und bringen deshalb trotzdem nicht mehr Akzeptanz für Schongebiete auf. Da diese spezialisierten Angler besser organisiert und vernetzt sind, haben sie ein grosses Gewicht in der Meinungsbildung und können politisch eine gewichtige Oppositionshaltung ergreifen.

Lawrence et al. (2011) untersuchten die Bedeutung der Nationalpärke in den USA als Schutzgebiete für Süsswasserfische und den Erhalt der Artenvielfalt. Sie stellten fest, dass zwar 62% der in den USA lebenden Süsswasserfischarten auch in den Nationalpärken

vorkommen, allerdings von den in den USA bedrohten Fischarten nur gerade 18%. Zudem halten Sie fest, dass der Nutzen und die Bedeutung von Schutzgebieten stark von der Lebensraumqualität abhängt, welche vielfältig durch den Menschen ausserhalb der Nationalpärke beeinträchtigt wird.

Suski und Cooke (2007) erörtern die Möglichkeiten und Herausforderungen von Schongebieten zum Schutz von aquatischen Lebensgemeinschaften im Süsswasser. Aus Ihrer Sicht sind die bedeutsamsten Herausforderungen Beeinträchtigungen des Habitats durch Eutrophierung, Übersäuerung, Kolmation, erhöhte Trübung, Kanalisierung, chemische Belastungen, invasive fremde Fischarten, hydrologische Störungen (Schwall-Sunk & Restwasser), Übernutzung und die globale Erwärmung (Temperatur & UV-Licht). Die Autoren bewerten die möglichen Effekte verschiedener negativer Einflussfaktoren und den Schutz, den Schongebiete gegen solche Effekte bieten können vergleichend im Süss- und Meerwassermilieu. In Tabelle 4 sind diese Bewertungen für Lebensräume im Süsswasser zusammengestellt. Es gilt dabei aber zu beachten, dass die Autoren unter einem Schutzgebiet, nicht nur ein Gebiet mit einem Fischereiverbot verstehen, sondern weitere Schutzmassnahmen ergriffen werden können.

Chessman (2013) versucht anhand von Erfolgskontrollen in ausgewählten Schongebieten abzuschätzen, wie weit Süsswasserfischarten tatsächlich von Schongebieten profitieren können. Erfolgskontrollen in Süsswasser Schongebieten sind äusserst schwierig durchzuführen und in Ihrer Aussagekraft limitiert. Die Resultate seiner Untersuchungen präsentieren sich widersprüchlich. Nur zwei einheimische Fischarten waren in den Schutzgebieten tatsächlich signifikant häufiger, wobei 2 andere Arten in den nicht geschützten Gebieten signifikant häufiger waren! Der Grund für den schlechten Erfolg der untersuchten Süsswasser Schongebieten wird darin gesehen, dass die wichtigsten negativen Einflussfaktoren auch in den Schutzgebieten wirken: Nämlich nicht einheimische invasive Arten und Störungen des hydrologischen Regimes.

Probleme ganz anderer Art beschreiben Lynch et al. (2004). Sie gehen in ihrer Arbeit auf einen Konflikt zwischen Tauchern und Angelfischern in einem marinen Schutzgebiet ein. In diesem stieg der Fischbestand aufgrund des Entnahmeverbotes deutlich an, was zu einer Zunahme der immer noch gestatteten Sportfischerei mit „catch & release“ führte. Dies wiederum gefiel den Tauchern nicht und es kam zu einer Abnahme der Taucherausfahrten.

Tabelle 4: Negative Einflussfaktoren auf Süsswasserlebensräume, die zur Verringerung der Lebensraumqualität des Ökosystems und der Artenvielfalt beitragen können und die potentielle Wirkung von Schutzgebieten.

Einflussfaktor	Schweregrad der Bedrohung	Schutz durch FPA	Bemerkungen
Vorkommen neuer Arten	H	G	Eingeführte Arten können endemische Arten bedrängen
Wanderhindernisse	H	M	Verhindert Migration und isoliert Populationen
Globale Erwärmung	H	G	Kann Wassertemperaturen erhöhen und die thermische Toleranzschwelle von Arten überschreiten
Gewässermorphologie (Entwicklung der Uferlinie)	H	H	Kann Laichgebiete und generell Habitate verändern und Wassertemperaturen beeinflussen
Kommerzielle Fischerei (Industriell)	H	H	Überfischung kann Populationen negativ beeinflussen
Kommerzielle Fischerei (Traditionell)	M	H	Überfischung kann Populationen negativ beeinflussen
Freizeitfischerei	M	H	Überfischung kann Populationen negativ beeinflussen (Post et al. 2002)
Abflussregime	H	G	Schwall / Sunk können Laich-/Aufzuchtbereiche negativ beeinflussen, verändert Verhalten und energetische Kosten
Tourismus	G	H	Kann helfen, die Popularität von Sperrgebieten zu fördern
Eutrophierung	H	G	Veränderte Nährstoffwerte können die Artenzusammensetzung verändern
Absenkung des pH Wertes	H	G	Saurer Regen verursacht grosse Schäden in Süsswasserökosystemen
Ultraviolette (UV-) Strahlung	M	G	Erhöhte UV-Strahlung kann viele Litoralprozesse/-organismen negativ beeinflussen
Belastung durch Schifffahrt	G	H	Wellenschlag kann in Flachwasserbereichen ein Problem darstellen
Belastung durch Schadstoffen aus der Luft	M	G	Viele Schadstoffe gelangen aus der Atmosphäre ins Süsswasser
Kiesgewinnung ausserhalb des Schutzgebiets	M	G	Feinstoffbelastungen können zu Sedimentation und Kolmation führen, zudem kann Kieslaicher Substrat fehlen

Jeder Einflussfaktor wurden durch die Autoren (Quelle: Suski und Cooke 2007) hinsichtlich seinem Potential als Bedrohung des Lebensraumes bewertet: G = Geringe Bedrohung, M = Mittlere Bedrohung, H = Hohe Bedrohung.

Daneben wurde das Potential von Schutzgebieten (NICHT nur Fangverbote: sondern begleitet mit anderen Schutzmassnahmen wie Revitalisierungen resp. Verbot die Gewässer zu verbauen und zu befahren) bewertet, um diesen negativen Einflussfaktoren entgegen zu wirken G = Geringer Schutzgrad, M = Mittlerer Schutzgrad, H = Hoher Schutzgrad).

2.14 Erfolgskontrollen in der Schweiz

Eine erste echte Erfolgskontrolle in einem Schongebiet erfolgte durch Marrer (1985) in der Sense im Grenzbereich Bern-Freiburg. Das untersuchte Schongebiet wurde ursprünglich eingerichtet, um in der Sense einen effizienten Laichfischfang betreiben zu können. Ab 1958 wurde in der Sense aber kein Laichfischfang mehr durchgeführt, weshalb der Kanton FR einseitig 1982 das Schongebiet aufgehoben hat. Darauf intervenierte der Kanton BE und man einigte sich darauf, die Situation und Bedeutung vorgängig abzuklären. Es wurden je zwei Teststrecken im und ausserhalb des Schongebiets abgefischt und die Fangdaten miteinander verglichen. Dabei wurde festgestellt, dass das Schongebiet keine Bedeutung betreffend Artenvielfalt eingenommen hatte, da sowohl die Nase, wie auch die Äschen nur im Schongebiet fehlten. Auch die Bachforellen Dichte und Biomasse waren im Schongebiet nicht grösser. Diese waren viel mehr abhängig vom Vorkommen von Sohlschwellen. Der Autor schlussfolgerte deshalb, dass es weder fischereibiologische noch fischereiwirtschaftliche Gründe für den Erhalt des Schongebiets gäbe und empfahl das Schongebiet ersatzlos aufzuheben, was anschliessend auch so umgesetzt wurde.

Bereits 1991 beschreibt Renz (Petri Heil 1/1991), dass unsere Bachforellengewässer einem immer stärkeren Befischungsdruck unterliegen. Und dies nicht durch eine Erhöhung der Anzahl Patentnehmer, sondern durch die vermehrte Freizeit, die grössere Mobilität und speziell die Verfeinerung der Fangmethoden und Fangtechnik. Aus diesen Überlegungen heraus wurde in einem stark befischtem Fliessgewässer im Kanton Freiburg 1988 eine Schonstrecke ausgeschieden, in welcher vergleichend mit den anschliessenden befischten Strecken ein Monitoring der Bachforellenpopulation über mehrere Jahre stattfand. Dabei wurde wider Erwarten festgestellt, dass die Anzahl fangfähiger Forellen auch im Schongebiet trotz fehlendem Befischungsdruck nur in sehr geringer Anzahl vorkommen. Die Schlussfolgerung war, dass ganz andere wesentliche Ursachen für die Mortalitäten vorliegen müssen, als der fischereiliche Befischungsdruck.

Ähnliche Beobachtungen wurden im Kanton BE beim beobachteten Rückgang der Äschen in der Aare gemacht (Anonymus 2017). Nach einem dreijährigen Äschen Fangmoratorium in vier verschiedenen Aarestrecken war zwar die Biomasse der gefangenen Äschen in drei von vier Strecken höher als vor dem Fangmoratorium. Allerdings waren bereits 1 Jahr nach Wiedereröffnung der Fischerei die Fänge nur noch in einer Strecke höher als vor dem Fangmoratorium. In der Strecke wo es während dem Fangmoratorium sogar zu einer Abnahme des Äschen Bestandes gekommen ist, wurde der Rückgang auf eine höhere Kormoranpräsenz zurückgeführt. Bei den nachfolgenden Untersuchungen musste festgestellt werden, dass die entscheidende Dezimierung des Äschen Bestandes zwischen dem November des 1. und dem November des 2. Lebensjahres erfolgt. Damit scheidet die Angelfischerei als Hauptursache für den Rückgang aus, denn die Äschen sind in diesem Alter noch gar nicht fangfähig. Analog der von Renz (1991) untersuchten Bachforellenpopulation müssen auch bei den Äschen andere wesentliche Ursachen für überdurchschnittliche hohe Mortalitäten vorliegen.

3. Zusammenstellung der Angaben der Kantone

3.1 Anzahl und Lokalisation der Schongebiete

Im Rahmen der Umfrage haben 22 Kantone Angaben zu den in ihrem Kanton vorhandenen Schongebieten gemacht (Tab. 5). In 16 Kantonen bestehen aktuell total 342 Schongebiete. Die Anzahl Schongebiete pro Kanton ist sehr unterschiedlich und widerspiegelt damit einerseits die unterschiedliche Grösse und Geographie der Kantone und andererseits den Föderalismus der Fischereiwirtschaft in der Schweiz. Beispielsweise befinden sich im Kanton VD 78 Schongebiete, während dem andere Kantone gar keine Schongebiete ausweisen (AR, LU, NW, SH, TG & ZG). Analysiert man die Verteilung der Schongebiete nach Fischereisystem, so liegen 59% in einem Patentgewässer und bei 37% der Fälle handelt es sich um ganze Gewässer die gesperrt sind. Mit nur 3% stellen Schongebiete in verpachteten Gewässern den geringsten Anteil dar (Abb. 1). Da Schongebiete häufig als Fischereimanagementinstrument eingesetzt werden, um den Befischungsdruck zu reduzieren, ist es deshalb auch einsichtig, dass die Kantone, welche mehrheitlich oder nur das Pachtsystem in der Fischerei kennen, weniger oder gar keine Schongebiete eingeführt haben. Das Pachtsystem erlaubt ja im Unterschied zum Patensystem, direkt über die Pachtverträge den Befischungsdruck zu regulieren.

Tabelle 5: Übersicht der Anzahl Schongebiete nach Kantonen.

Anzahl Schongebiete	Anzahl Kantone	Kantone
k.A.	4	AI, GE, SZ & UR
0	6	AR, LU, NW, SH, TG & ZG
1-10	9	AG, BS, FR, GL, JU, NE, OW, SO & ZH
11-50	5	(BE, BL, GR, SG & TI)
>50	2	(VD & VS)

k.A.: keine Angaben

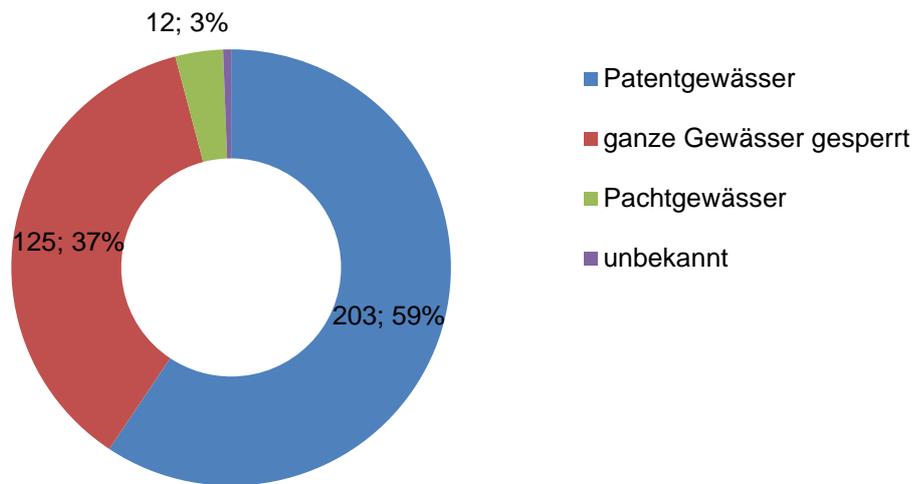


Abbildung 1: Aufteilung der Schongebiete nach geltenden Fischereisystemen. Erste Zahl entspricht der Anzahl der Schongebiete; zweite Zahl dem Prozentsatz.

Die grosse Mehrheit (78%) der Schweizer Schongebiete wurde in Fliessgewässern eingerichtet. Daneben befinden sich Schongebiete auch in Seen (12%), Teichen (5%), Stauseen (1%) und Bergseen (<1%) (Abb. 2).

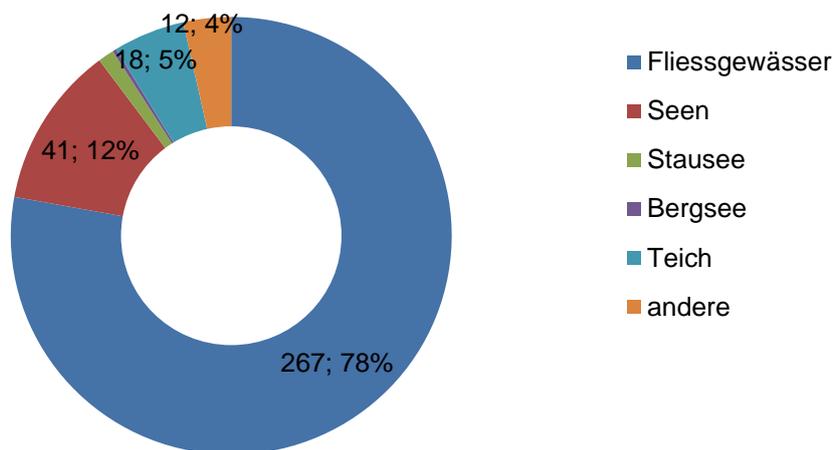


Abbildung 2: Aufteilung der Schongebiete nach Gewässertyp. Erste Zahl entspricht der Anzahl der Schongebiete; zweite Zahl dem Prozentsatz.

3.2 Breite der Fliessgewässer mit Schongebieten

Die durchschnittliche Breite der Fliessgewässer mit Schongebieten (Bezug auf die Anzahl und nicht die Länge der Fliessgewässer) lag bei 73 Schongebieten (27%) unter 2m, bei 123 (46%) zwischen 2m und 5m und bei 66 (25%) über 5m (Abb. 3). Das bedeutet, dass in der Schweiz in grösseren Bächen und Flüssen aktuell nur sehr wenige Schongebiete vorhanden sind.

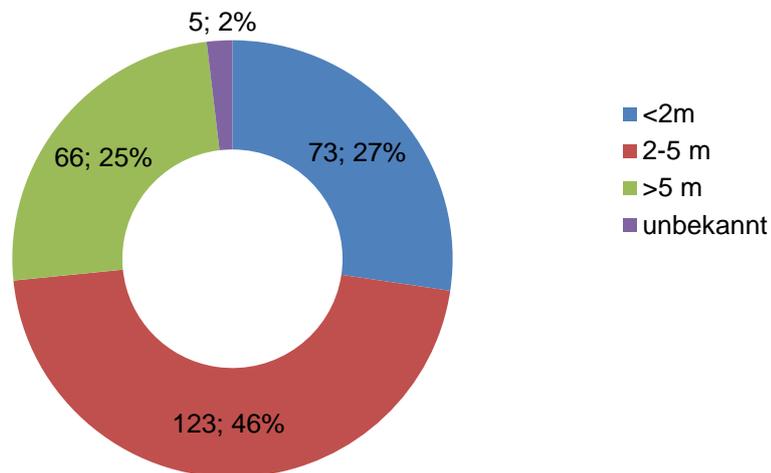


Abbildung 3: Breitenklassen der Fliessgewässer mit Schongebieten. Erste Zahl entspricht der Anzahl Fliessgewässer der jeweiligen Breitenklasse; zweite Zahl dem Prozentsatz.

3.3 Anteil der Schongebiete in der Schweiz

Von grossem Interesse ist die Frage, wie gross der Anteil an Schutzzonen in den Schweizer Gewässern ist. Um diese Frage zu beantworten, wurden die Kantone in der Online Umfrage dazu aufgefordert die Anzahl km der fischereilich genutzten Fliessgewässer und die Fläche der stehenden fischereilich genutzten Gewässer anzugeben (nur Patengewässer). In der Excelumfrage, in welcher die Kantone die bei Ihnen vorhandenen Schongebiete einzeln aufgeführt haben, wurde nach der Länge der jeweiligen Schongebiete in Fliessgewässern respektive der Fläche von Schongebieten in stehenden Gewässern gefragt. Aus diesen Angaben konnte der Anteil der Schongebiete in Patentgewässern in Prozent der Länge der vorhandenen Patent Fliessgewässer und in Prozent der Fläche der vorhandenen stehenden Gewässer (See, Bergsee, Stauseen und Teiche) in den verschiedenen Kantonen berechnet werden (vgl. Tab. 6). Wie weit diese berechneten Anteile letztendlich korrekte Resultate liefern, kann nicht beurteilt werden, weil eine Überprüfung der angegebenen Daten nicht möglich war. Da in verschiedenen Kantonen die Angaben leider unvollständig waren oder sogar gänzlich fehlten, war eine Berechnung des Anteils der Schongebiete nicht für jeden Kanton möglich. Zudem haben mehrere Kantone betont, dass es sich bei den Längen- und Flächenangaben der fischereilich genutzten Gewässer lediglich um eine Schätzung handelt (SG, TI, UR & VD).

Beim Vergleich der Verhältnisse in den verschiedenen Kantonen, sind grosse Differenzen feststellbar. Bei den 19 Kantonen wo der Anteil der Schongebiete in den fischereilich genutzten Fliessgewässern (nur Patentsystem) berechnet werden konnte, wurde ein Minimalwert von 0% geschützter Gewässerabschnitte, ein Maximalwert von 25.7% und eine

Standardabweichung von 6.0% berechnet. Der durchschnittliche Anteil geschützter Gewässerabschnitte liegt bei 2.9% (gewichteter Mittelwert). Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieser Mittelwert nur aus den Angaben von 13 Kantonen berechnet werden konnte, da 6 Kantone ohne Schongebiete, keine Angabe über die Länge ihrer fischereilich genutzten Fliessgewässern im Patentsystem gemacht haben. Das bedeutet natürlich, dass damit der berechnete durchschnittliche Anteil geschützter Abschnitte in Schweizer Fliessgewässern im Patentsystem mit 2.9% deutlich überschätzt wird.

In den stehenden Gewässern konnte das Verhältnis geschützter zu befischbarer Fläche bei 13 Kantonen berechnet werden. Die Abweichungen zwischen den Kantonen sind geringer als bei den Fliessgewässern (Min: 0%; Max: 7.5%; SD: 2.1%) (Abb. 4). Der durchschnittliche Anteil geschützter Wasserfläche konnte aus den Angaben von 10 Kantonen berechnet werden. Mit einem Durchschnitt von 2.1% ist ein kleinerer Anteil der stehenden Gewässer geschützt im Vergleich zu den Fliessgewässern. Auch bei den stehenden Gewässern wird aufgrund der Berechnungsmethode der Anteil der effektiv geschützten Wasserfläche überschätzt.

Tabelle 6: Prozentualer Anteil der Schongebiete in den Patentgewässern.

Kanton	% geschützte Fliessgewässer	% geschützte stehende Gewässer	Bemerkung
AG	0	k.A.	Keine Angaben zur Fläche der Seen
AI	k.A.	k.A.	Keine Excel Datei erhalten
AR	0	-	Kein Schongebiet & kein (Patent-) Stehgewässer
BE	0.8	1.3	
BL	0	-	Kein (Patent-) Stehgewässer
BS	25.7	-	Kein (Patent-) Stehgewässer
FR	4.0	1.4	Ohne Neuenburger- und Murtensee
GE	k.A.	k.A.	Keine Excel Datei erhalten
GL	k.A.	k.A.	Keine Angaben zur Länge & Fläche der Schongebiete
GR	3.1	0	
JU	4.5	-	Kein (Patent-) Stehgewässer
LU	0	0	Kein Schongebiet
NE	0.8	0	Ohne Neuenburgersee
NW	0	0	Kein Schongebiet
OW	0	2.2	Kein Schongebiet in Fliessgewässer
SG	k.A.	k.A.	Keine klaren Angaben zur Fläche der Seen
SH	0	0	Kein Schongebiet
SO	1.8	-	Kein (Patent-) Stehgewässer
SZ	k.A.	k.A.	Keine Excel Datei erhalten
TG	0	0	Kein Schongebiet
TI	0	7.5	
UR	k.A.	k.A.	Keine Excel Datei erhalten
VD	7.6	2.6	Ohne Neuenburgersee
VS	1.6	k.A.	Keine Angaben zur Fläche der Seen in Schongebiete
ZG	0	0	Kein Schongebiet
ZH	k.A.	0	Keine Angaben zur Länge der Fliessgewässer

k.A.: keine Angaben

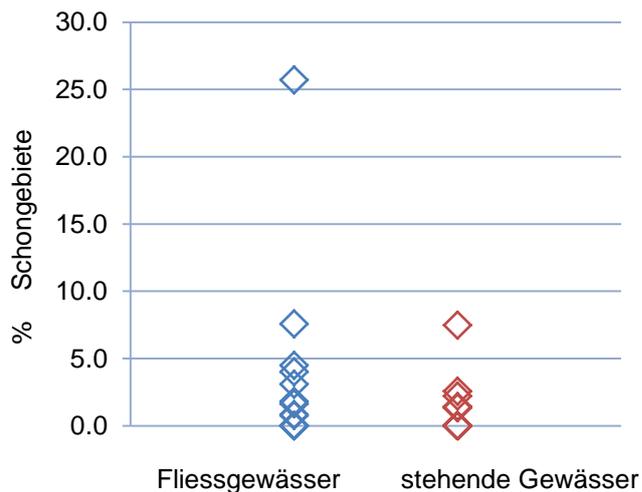


Abbildung 4: Vergleich des prozentualen Anteils der Schongebiete in den Patentgewässern.

3.4 Schutzbestimmungen in den Schongebieten

In 305 und damit knapp 90% der Schongebiete gilt ein ganzjähriges Fischereiverbot. In den 21 nur saisonal geltenden Schongebiete (6%) verfolgen die Kantone mehrheitlich Ziele in der Fischereibewirtschaftung von Seeforellen, Bachforellen, Äschen oder Zander. Allerdings wurden teilweise auch Fischerei-unabhängige Argumente wie die Badesaison (2x) oder zeitlich befristete Vogelschutzgebiete (2x) aufgeführt. Einzelne Kantone erwähnen auch spezielle Bestimmungen in ausgewählten Schongebieten: Beispielsweise beschränkt sich das Fischereiverbot in fünf Schongebieten nur auf eine Fischart (Äschen). Weiterhin gilt im Kanton SG ein Fischereiverbot im Linthkanal nur auf einer Uferseite oder im Kanton TI gelten sechs Schongebiete nur für Berufsfischer.

Im Kanton FR wurde der Schutz einer bestimmten Altersklasse (Fenstermass in einem Abschnitt der Saane) als „Schongebiet“ ausgewiesen. In drei Fließgewässern im Kanton VS gilt die Bestimmung, dass nur mit der Fliege gefischt werden darf und Fische erst ab 50cm entnommen werden dürfen. Obschon diese Fang einschränkungen die Entnahmen durch die Fischerei ähnlich einem Schongebiet sehr stark einschränken, wurden sie in der vorliegenden Auswertung nicht berücksichtigt.

3.5 Gründe zur Errichtung von Schongebieten

Die Hauptgründe, welche die Kantone angeben, weshalb Sie in Ihren Gewässern Schongebiete einrichten, sind in der Tabelle 7 zusammengestellt. Der Vergleich zwischen Fließgewässern und Seen zeigt deutliche Unterschiede in der Motivation auf. In Fließgewässern wurde mit 47% der Schutz von Laichgebieten als Hauptgrund bei der Errichtung von Schongebieten angegeben. Neben unbekanntem Gründen (18%) wurden die Vermeidung von potentiellen Konflikten zwischen der Fischerei und einer anderweitigen öffentlichen oder privaten Nutzung mit 10% als zweithäufigster Grund genannt. See-Schongebieten wurden hauptsächlich für den Schutz von Fischen auf der Laichwanderung eingerichtet (28% der geschützten Gebiete), gefolgt von der Vermeidung von Konfliktzonen mit anderen Nutzungen (18%), dem Ufer- resp. Naturschutz (17%), der Erhöhung der

Fischdichte (15%) und dem Schutz von Laichgebieten (12%). Eine „grössere Biodiversität“ wurde mit nur 6% in Fliessgewässern und nur 3% in Seen am seltensten zur Begründung der Errichtung eines Schongebiets erwähnt. Es ist zudem zu beachten, dass in der Umfrage der Kanton GR die Bäche, die sie als Aufzuchtbäche ausgeschieden und der Angelfischerei entzogen haben, als "Schongebiete" ausgewiesen haben. Diese 57 Aufzuchtgewässer wurden aber in dieser Auswertung nicht als Schongebiete gewertet und entsprechend in den Resultaten bezogen auf die Anzahl Schongebiete auch nicht berücksichtigt.

In der Excel-Umfrage konnte abweichend zu den Gründen resp. der Motivation für die Errichtung eines Schongebiets das angestrebte Ziel angegeben werden. Dabei weichen die angegebenen Ziele nur bei 11 Schongebieten von den genannten Gründen resp. der Motivation ab: Im Kanton GR wurden beispielsweise 7 Schongebiete mit Gründen/Motivation "Uferschutz / Naturschutz" mit den präzisierenden Zielen: „4x Dohlenkrebsgewässer“ und „3x Amphibiengewässer“ genannt.

Tabelle 7: Gründe für die Errichtung der bestehenden Schongebiete.

Gründe/Motivation	alle Gewässer	Fliessgewässer	Seen
Schutz von Laichgebieten	130 (38.0%)	125 (46.8%)	5 (12.2%)
Schutz von Fischen auf der Laichwanderung (z.B. Flussdeltas)	36 (10.5%)	17 (6.4%)	11 (26.8%)
Konfliktzonen mit öffentlicher oder privater Nutzung (z.B. Schifffahrt / Stromproduktion)	40 (11.7%)	28 (10.5%)	7 (17.1%)
Uferschutz / Naturschutz	37 (10.8%)	12 (4.5%)	7 (17.1%)
Erhöhung der Fischdichte	27 (7.9%)	21 (7.9%)	6 (14.6%)
Erhöhung der mittleren Grösse der Fische ("natürlichere" Altersstruktur)	0	0	0
Langfristige Erhöhung der fischereilichen Erträge	0	0	0
Grössere Biodiversität	19 (5.6%)	17 (6.4%)	1 (2.4%)
unbekannt	51 (14.9%)	47 (17.6%)	3 (7.3%)
Andere	2 (0.6%)	0	1 (2.4%)
Total	342	267	41

3.6 Zielarten

Gefragt nach den Arten, welche in den Schongebieten primär geschützt werden sollen, erwähnten die Kantone 12 verschiedene Fischarten, Krebse, Muscheln, Vögel und Amphibien. Die Bachforelle (54%) ist die am meisten genannte Zielart, gefolgt von Äsche (10%) und Seeforelle (9%). In 14% der Schongebiete, verfolgen die Kantone das Ziel alle Fischarten zu schützen (Tab. 8).

Tabelle 8: Zielarten in den Schongebieten (Mehrfachnennungen möglich).

Zielarten	Anzahl Schongebiete	Gefährdung (gemäss Kirchhofer et al. 2007)
Bachforelle	183 (53.5%)	potentiell gefährdet NT
Äschen	33 (9.6%)	verletzliche Art VU
Seeforelle	31 (9.1%)	stark gefährdet EN
<i>Krebse</i>	16 (4.7%)	
Gropfen	6 (1.8%)	potentiell gefährdet NT
Lachs	5 (1.5%)	ausgestorbene Art RE
Zander	5 (1.5%)	
<i>Vögel / Amphibien</i>	3 (0.9%)	
Felchen	3 (0.9%)	potentiell gefährdet NT
Hecht	2 (0.6%)	nicht gefährdet LC
Nasen	2 (0.6%)	vom Aussterben bedrohte Art CR
Regenbogen	2 (0.6%)	
Schmerlen	2 (0.6%)	potentiell gefährdet NT
Seesaibling	2 (0.6%)	verletzliche Art VU
<i>Muscheln</i>	1 (0.3%)	
Alle Arten	49 (14.3%)	

3.7 Zeitliche Entwicklung der Schongebiete

In der Excelumfrage wurden die Kantone dazu aufgefordert, nicht nur die aktuell bestehenden, sondern auch die in der Vergangenheit aufgehobenen Schongebiete aufzuführen. Leider bemerkten aber verschiedene Kantone, dass das Wissen zu den aufgehobenen Schongebieten fehlt oder nur lückenhaft vorhanden ist. Eine Zusammenstellung der früheren Verhältnisse wäre, falls überhaupt möglich, nur mit grossem Arbeitsaufwand verbunden. Die Anzahl der zwischenzeitlich aufgehobenen Schongebiete wird deshalb in dieser Umfrage unterschätzt und es können keine verlässlichen Aussagen zu den früheren Verhältnissen gemacht werden. Sicher ist die Entwicklung in den verschiedenen Kantonen unterschiedlich. Während dem beispielsweise im Kanton BE die Anzahl Schongebiete in den Fliessgewässern in den letzten Jahrzehnten mit Sicherheit deutlich zurück gegangen ist, überführt aktuell gerade der Kanton AG fast 1'500km Fliessgewässerstrecke ab 01.01.2018 in Schongebiete (da diese beim aktuellen Stand der Umfrage Herbst 2017 noch nicht als Schongebiete gelten, werden sie in dieser Umfrage nicht berücksichtigt).

Analysiert man das „Alter“ der Schongebiete, welche in dieser Umfrage von den Kantonen angegeben wurden (total 342, ohne die 113 Schongebiete ab Jan. 2018), existieren 46% der Schongebiete seit weniger als 10 Jahren und 113 neue Gebiete treten 2018 allein bei zwei Kantonen neu in Kraft (112 im Kanton AG und 1 im Kanton SG). Nur 9% aller Schongebiete bestehen seit über 40 Jahren (Abb. 5). Die Anzahl aufgehobener Schongebiete ist gering, wobei diese Zahlen wie vorgängig erwähnt sicher die tatsächlichen Verhältnisse unterschätzen. Im Kanton VS wurden 13 Schongebiete zwischen 1981 und 2009 aufgehoben und im Kanton GR wurden 9 Schongebiete zwischen 2000 und 2017 aufgehoben (davon wurde bei 4 Schongebieten die Zielwerterreichung als schlecht bewertet). Der Kanton GR sieht allerdings sein Schongebiet-System als ein relativ starres System an, in dem seit Jahrzehnten nichts Wesentliches verändert wurde. Bei zwei bestehenden Schongebieten im Kanton SG findet aktuell eine Diskussion zur Anpassung

oder Aufhebung statt. Gemäss den vorhandenen Daten, hat seit 1980 die Anzahl Schongebiete in fast der Hälfte (47%) der Kantone zugenommen und bei 29% der Kantone wird die Anzahl als stabil bezeichnet. Eine Abnahme wurde nur bei rund einem Viertel (24%) der Kantone gemeldet (Abb. 6).

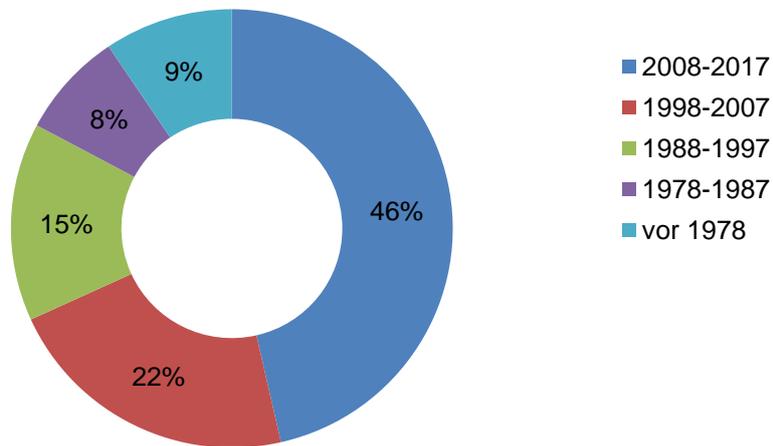


Abbildung 5: Jahr der Inkraftsetzung der Schongebiete.

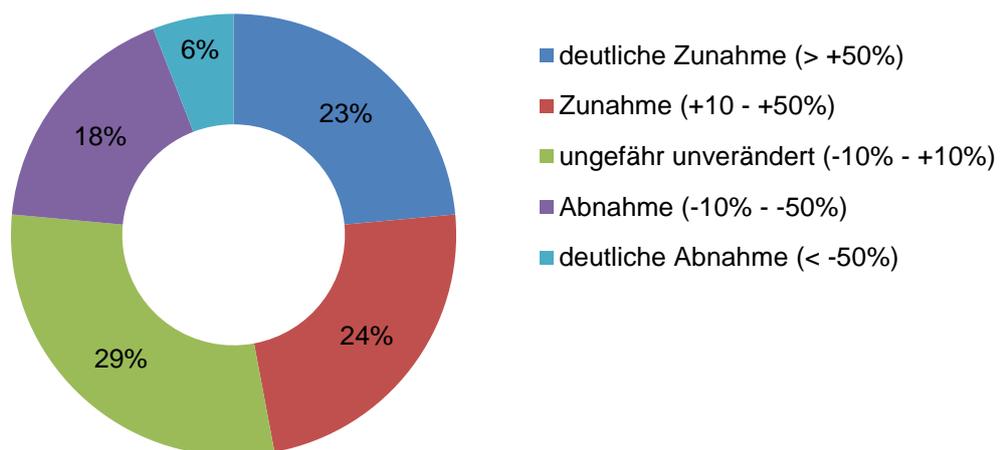


Abbildung 6: Veränderung der Anzahl Schongebiete seit 1980 pro Kanton.

3.8 Zielerreichung in den Schongebieten

Wegen fehlenden Erfolgskontrollen können die Kantone bei der Mehrheit der Schongebiete nicht bewerten, ob und wie weit die angestrebten Ziele durch Errichtung des jeweiligen Schongebiets erreicht werden. Nur bei 99 der 342 registrierten Schongebiete (29%) gaben die Kantone an, eine Erfolgskontrolle ausgeführt zu haben (Abb. 7). Dabei muss aber aufgrund der Bemerkungen in der Umfrage und der Antworten auf die Rückfragen angenommen werden, dass es sich in der Regel nicht wirklich um eigentliche Erfolgskontrollen handelt, sondern meistens nur um Bestandes Monitoringprogramme mit begrenzter Aussagekraft zur Bewertung des Erfolgs eines Schongebietes. Echte Erfolgskontrollen verlangen eine Referenzstrecke im gleichen Gewässer mit vergleichbaren Charaktereigenschaften, was alle anderen wichtigen Einflussfaktoren betrifft (also beispielsweise Analogie in Gewässerstruktur, Abflussregime, Wassertemperatur, Wasserqualität und Prädation). Nur wenn bereits vor Einrichtung eines Schongebietes ein vergleichendes Monitoring gestartet wird und über mindestens 10 Jahre in der befischten Referenzstrecke und der Schongebietsstrecke fortgeführt wird, kann von einer echten Erfolgskontrolle gesprochen werden, welche auch natürlichen Bestandes Schwankungen Rechnung trägt. Solche Erfolgskontrollen in Schongebieten liegen in der Schweiz leider keine vor.

Wohl aus diesem Grund beantworteten viele Kantone die Frage nach der Zielerreichung bei 167 Schongebieten (49%) mit „unbekannt“. Bei 76 Schongebiete (22%) wurde die Zielerreichung als „gut“ bis „sehr gut“, bei 91 (27%) als „mittelmässig“ und bei 8 (2%) als „schlecht“ eingeschätzt. Kein Kanton bewertete die Zielerreichung eines Schongebietes mit „sehr schlecht“ (Abb. 8). Interessanterweise lagen aber nur gerade bei 18 der 76 Bewertungen „gut“ bis „sehr gut“ gemäss Angaben des jeweiligen Kantons effektiv Daten aus einem Monitoringprogramm vor (24%), während bei drei Fällen der acht Bewertungen "schlecht" Monitoringdaten vorlagen (38%). Das bedeutet, dass die Bewertung der Effektivität der Schongebiete durch die Kantone grossmehrheitlich nach rein subjektiven Kriterien erfolgte und nicht wirklich objektivierbar ist.

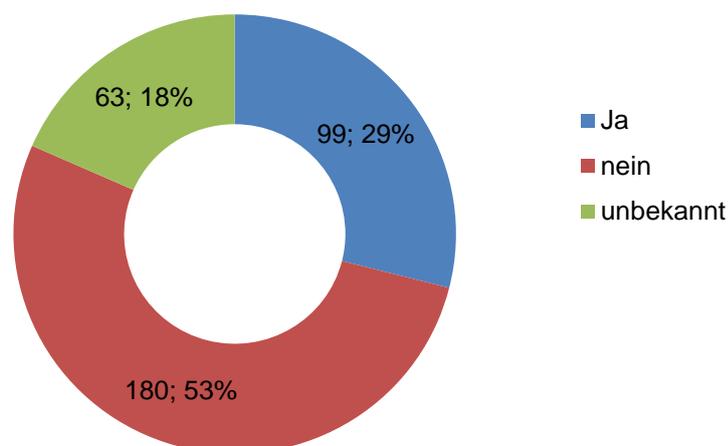


Abbildung 7: Erfolgskontrollen im Schongebiet. Erste Zahl entspricht der Anzahl der Schongebiete; zweite Zahl dem Prozentsatz.

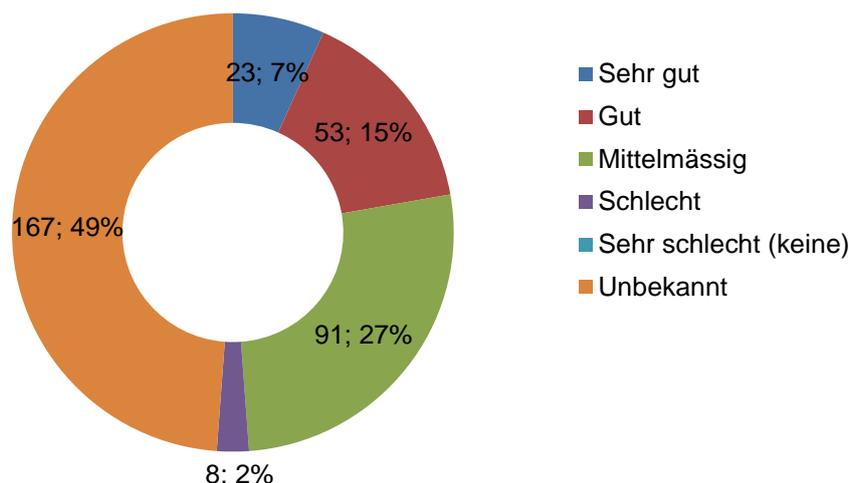


Abbildung 8: Zielerreichung gemäss Einschätzung der Kantone. Erste Zahl entspricht der Anzahl der Schongebiete; zweite Zahl dem Prozentsatz.

Gefragt nach den Auswirkungen bei der Aufhebung von Schongebieten, bewerteten die meisten Kantone diese als „neutral bzw. unterschiedlich“ (AI, BE, BS, FR, JU, OW, SO, TI, VD, VS). Nur der Kanton NE stufte sie als „meistens negativ“ und nur der Kanton GE als „meistens positiv“ ein. Hingegen war die Einschätzung der Effekte nach Einführung von neuen Schongebieten durch die Kantone mehrheitlich positiv. Neun Kantone (AI, BL, FR, GE, OW, SG, UR, VD, VS) stufen die Auswirkungen neuer Schongebiete als „meistens positiv“ und nur fünf (BE, BS, JU, SO, TI) als „neutral bzw. unterschiedlich“ ein. Kein Kanton bewertete die Effekte von neu eingeführten Schongebieten negativ (Tab. 9). Mehrere Kantone betonten jedoch auch, wie schwierig es sei, eine objektive Bewertung der Aufhebung bzw. Einführung von Schongebieten zu machen. Diese Schwierigkeiten wurde unter anderen durch das Fehlen von wissenschaftlichen Daten (BE, OW, VD & VS) und die Überlagerung der Effekte der Schongebiete mit anderen Faktoren (BE, FR & TI) erklärt.

Tabelle 9: Bewertung der Auswirkungen auf Fischbestände nach Aufhebung oder Einführung von Schongebieten (seit 1980) pro Kanton.

Bewertung	Aufhebung	Einführung
immer positiv	0	0
meistens positiv	1	9
unterschiedlich / neutral	10	5
meistens negativ	1	0
immer negativ	0	0
Total	12	14

3.9 Zukünftige Bedeutung von Schongebieten

In der online Umfrage, wurden die Kantone danach gefragt, wie Sie zukünftige Bedeutung von Schongebieten als Fischereimanagementtool in Ihrem Kanton einschätzen. Dabei fällt auf, dass die verschiedenen kantonalen Fischereibehörden Schongebieten sehr unterschiedliche Bedeutung zuweisen. Mehrere Kantone geben an, dass Schongebiete weiterhin ein eher untergeordnete Rolle in der zukünftige Fischereibewirtschaftung spielen werden (AR, GL, JU, SH, SO, ZG & ZH). Andere Kantone sagen im Gegensatz eine zunehmende Bedeutung der Schongebiete voraus (BL, NE, NW, SG, VD). Zwei Kantone erwähnen, dass die Opposition aus Fischereikreisen, welche Schongebiete teilweise als schlechtes Bewirtschaftungsinstrument einstufen, die Zunahme der Anzahl Schongebiete einschränken könnte (FR & TI). Sieben Kantone meinen, dass Schongebiete in der Zukunft eine wichtige Rolle beim Schutz von Laichplätze bzw. lokal angepassten Laichtierbeständen spielen könnten (BL, GR, NE, TI & VS), vor allem dann wenn die Schonzeitbestimmungen nicht genügend sind (GL & SZ). Daneben wird Schongebieten eine zunehmende Bedeutung zugemessen beim Schutz von Lebensräumen (NE, SZ); zum Aufbau von Referenzstrecken (AR, SG & SO); zum Schutz von gewissen Fischarten, insbesondere von Äschen (BE, GE, OW, VD, VS & ZG); zum Schutz von Fischbeständen in ausgewählten Gebieten, um damit den Fangertag in angrenzenden Gebieten zu erhöhen (GR & VS); oder im Hinblick auf Wasserbauprojekte (BS & OW). Interessanterweise plädieren mehrere Kantone für die Zukunft für mehr kleinräumige, zum Teil auch temporäre Schonbereiche (SG, GR), während andere die Schonung von ganzen Gewässerstrecken bevorzugen (BE). Bei der Ausscheidung von grösseren Schongebieten weisen zudem gewisse Kantone (GL, SG & VS) darauf hin, dass selten die fischereiliche Nutzung die Ursache der schlechten Bestandssituation ist, sondern meist andere Ursachen, wie zum Beispiel die Klimaerwärmung, die Wasserkraftnutzung oder die fehlenden Laichplätze und ungenügenden Lebensraumstrukturen.

3.10 Fangmoralorien, Schonzeitverlängerungen oder Fangverbote

Zur Reduktion des Befischungsdrucks haben seit 1980 11 Kantone (52%; GR, NW, SO, ZG & ZH haben diese Frage nicht beantwortet) ein Fangmoralorium und genau gleich viele Kantone ein Fangverbot (zeitlich unbefristet) für eine oder mehreren Fischarten ergriffen. Anderweitige Massnahmen wie eine Einschränkung der Fangmethoden, Erhöhung des Fangmindestmasses, Einführung eines Fenstermasses, Beschränkung der Tages- oder Jahresfangzahlen, Verschiebung der Schonzeit, usw. wurden während dieser Periode durch 12 Kantone (57%) getroffen (Abb. 9).

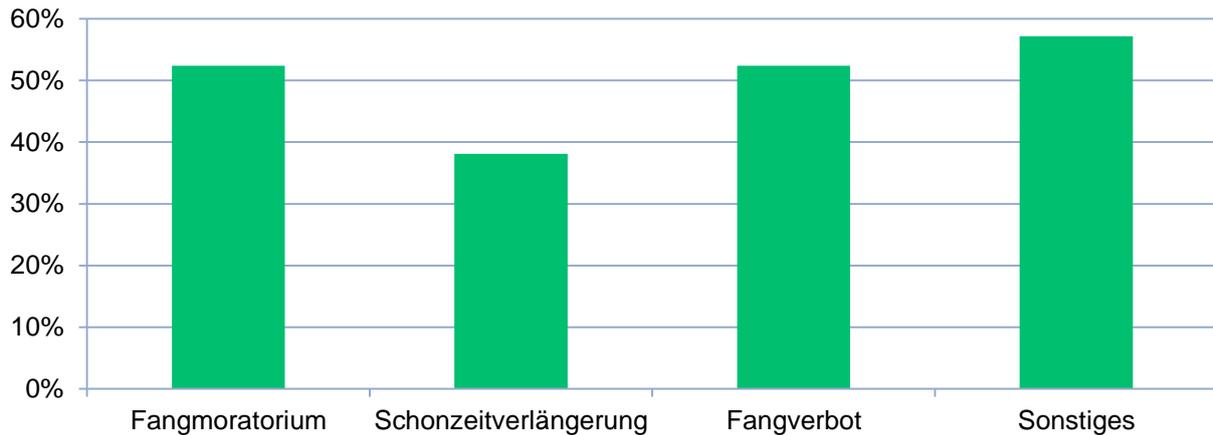


Abbildung 9: Seit 1980 ergriffenen Massnahmen (pro Kanton) zur Reduktion des Befischungsdruks.

Bei der Beurteilung des Erfolgs dieser Massnahmen fiel auf, dass das Fangmoratorium als besonders effizient eingestuft wurde (77% „gut“ bis „sehr gut“ und nur eine negative Beurteilung), gefolgt von der Schonzeitverlängerung (55% „gut“ bis „sehr gut“ & 45% „mittel resp. kein oder wenig Einfluss“) und dem Fangverbot (45% „gut“ bis „sehr gut“ & 55% „mittel resp. kein oder wenig Einfluss“). Die sonstigen Massnahmen wurden nur dreimal beurteilt, allerdings immer als „gut“ (Tab. 10). Es wurde jedoch betont, dass der effektive Einfluss auf den Fischbestand, wie bei den Schongebieten, vielfach eine Schätzung (OW) und eher kritisch zu hinterfragen sei (SG). Wissenschaftliche Arbeiten konnten somit nur in Ausnahmefällen vorgelegt werden (vor allem bei Äschen in den Kantonen BE, GE & VD). Zudem wurden die Einschränkungen in der Fischerei teilweise von Massnahmen zur Lebensraumverbesserung begleitet, so dass die positiven Effekte schwierig zuzuordnen waren (FR). Dies ist ein sehr interessanter Hinweis, weil bei der internationalen Literaturrecherche festgestellt wurde, dass viele Erfolgskontrollen nicht berücksichtigen, dass neben den Fangverboten auch noch weitere Massnahmen ergriffen wurden. Generell wurde zusätzlich betont, dass die Wirkung der Massnahme stark von der Zielfischart abhängt (OW): Gute Ergebnisse wurden vor allem bei Äschen beobachtet (GR & NE), wobei der Effekt nicht immer nachhaltig war (GL), und schlechtere Ergebnisse bei Muota Seeforelle (SZ) oder insbesondere bei Nasen (GR). Zudem sind teilweise zusätzlichen Massnahmen (z.B. Kormoranwache) notwendig, um den Erfolg eines Fangmoratoriums zu garantieren (SH).

Tabelle 10: Beurteilung des Erfolgs von Massnahmen auf die Entwicklung der geschützten Fischart.

Bewertung	Fangmoratorium	Schonzeitverlängerung (oder Neueinführung)	Fangverbot	Sonstiges
Sehr gut	3 (23.1%)	1 (9.1%)	2 (18.2%)	0
Gut	7 (53.8%)	5 (45.5%)	3 (27.3%)	3 (100%)
Mittel bzw. kein oder wenig Einfluss	2 (15.4%)	5 (45.5%)	6 (54.5%)	0
Schlecht	1 (7.7%)	0	0	0
Sehr schlecht (keine)	0	0	0	0
Total	13	11	11	3

3.11 Fangmoratorien in Folge von Umweltbelastungen

In verschiedenen Kantonen mussten aufgrund von Umweltbelastungen (die die Konsumfähigkeit der Fische einschränken wie z.B. PCB / Radioaktivität) Fangmoratorien eingeführt werden. In der Onlineumfrage wurden die Kantone danach gefragt, wie aus Ihrer Sicht die Auswirkungen dieser Entnahmeverbote auf den Fischbestand in den betroffenen Gewässern war.

Die Effekte der eingeführten Fangmoratorien wurden in der Regel als positiv wahrgenommen (FR, GE, JU, NE, VS & ZH). Die Kantone berichten in den meisten Fällen von einer Erhöhung der Dichte und einer natürlicheren Altersstruktur in den betroffenen Fischpopulationen. Es wird aber auch erwähnt, dass die Wirkung nicht wissenschaftlich untersucht wurde (FR). Einzelne Kantone konnten keine Auswirkungen feststellen (BL, BS & VD im Genfersee).

Der Kanton ZH erwähnt, dass in einem konkreten Fall die Umweltbelastung zuerst direkt zur 95%-Auslöschung des Fischbestandes geführt hatte und das Fangmoratorium die nachfolgende rasche Erholung des Fischbestandes unterstützt hat.

Der Kanton BE gab in Zusammenhang mit der PCB Belastung nur Konsumempfehlungen ab, deren allfällige Wirkung auf die betroffenen Fischbestände unbekannt sind.

3.12 Zukünftige Bedeutung von Fangmoratorien und Fangverboten

Die Mehrheit der Fischereibehörden kann sich grundsätzlich vorstellen, unter bestimmten Voraussetzungen in der Zukunft Instrumente wie Fangmoratorien, Schonzeitverlängerungen oder Fangverboten in Betracht zu ziehen. Als Gründe dafür werden unter anderem genannt:

- 1) Einmalige Ereignisse wie Krankheiten, Verschmutzungen, zu hohe Wassertemperatur (z.B. Äschen im Rhein) oder ausgeprägter Trockenheit (AR, NE, TG, VD & ZH).
- 2) Grosse Wasserbauprojekte (OW).
- 3) Zeichen an andere Nutzergruppen, respektive politisch wirksames Statement (JU & SG). Ein Fangmoratorium kann zu einer höheren Wahrnehmung von Bestandesproblemen führen (JU) und im Rahmen eines Gesamtmanagementplans den politischen Druck erhöhen um vielleicht andere weniger populäre Massnahmen durchzusetzen.

Verschiedene Kantone betonen aber auch, dass diese Instrumente im Moment als unbedeutend eingestuft werden, einerseits weil der Befischungsdruck durch andere Massnahmen wie Reduktion der Jahres- oder Tagesfangzahlen reguliert werden kann (GR) und andererseits weil der Fischrückgang nicht durch die Fischerei verursacht ist (VS).

3.13 Bedeutung von anderen Managementinstrumenten

Um die fischereilich bedingte Mortalität (Entnahme und Verangelei) zu regulieren, können neben Schongebieten und Fangmoratorien natürlich viele weitere Managementinstrumente eingesetzt werden. In der Onlineumfrage wurden die Kantone danach gefragt, welche davon in Ihrem Kanton bereits eingesetzt werden.

Die Reduktion der Tagesfanglimiten und die Erhöhung der Fangmindestmasse stellen mit einer Anwendung in 18 Kantonen (72%; NW hat diese Frage nicht beantwortet) die am häufigsten ergriffenen Massnahmen dar.

Jahresfanglimiten (11 Kantone; 44%), Einschränkung der erlaubten Fangmethoden (Zusätzlich zum Widerhakenverbot) (9 Kantone; 36%) und während der Fangsaison die

Fischerei nur an bestimmten Wochentagen zu gestatten (9 Kantone; 36%) sind weitere Massnahmen die häufig eingesetzt werden (Abb. 10). Die durch den Einsatz dieser Managementinstrumente resultierenden Effekte wurden nicht mitgeteilt. Als einziger Hinweis wurde eine Erhöhung des Fangmindestmasses, um die fischereilich bedingte Mortalität zu senken, als nicht geeignet eingestuft (Verstärkung der Verangelei) (OW).

Verschiedene Kantone erwähnten noch weitere ergriffenen Massnahmen wie das Rückversetzen von gefangenen Fischen aus ökologischen Gründen (BE); das Nachtfangverbot (AR & GR) oder die Abgabe von Tageskarten nur an Personen die über eine Sachkunde-Nachweis verfügen (BS).

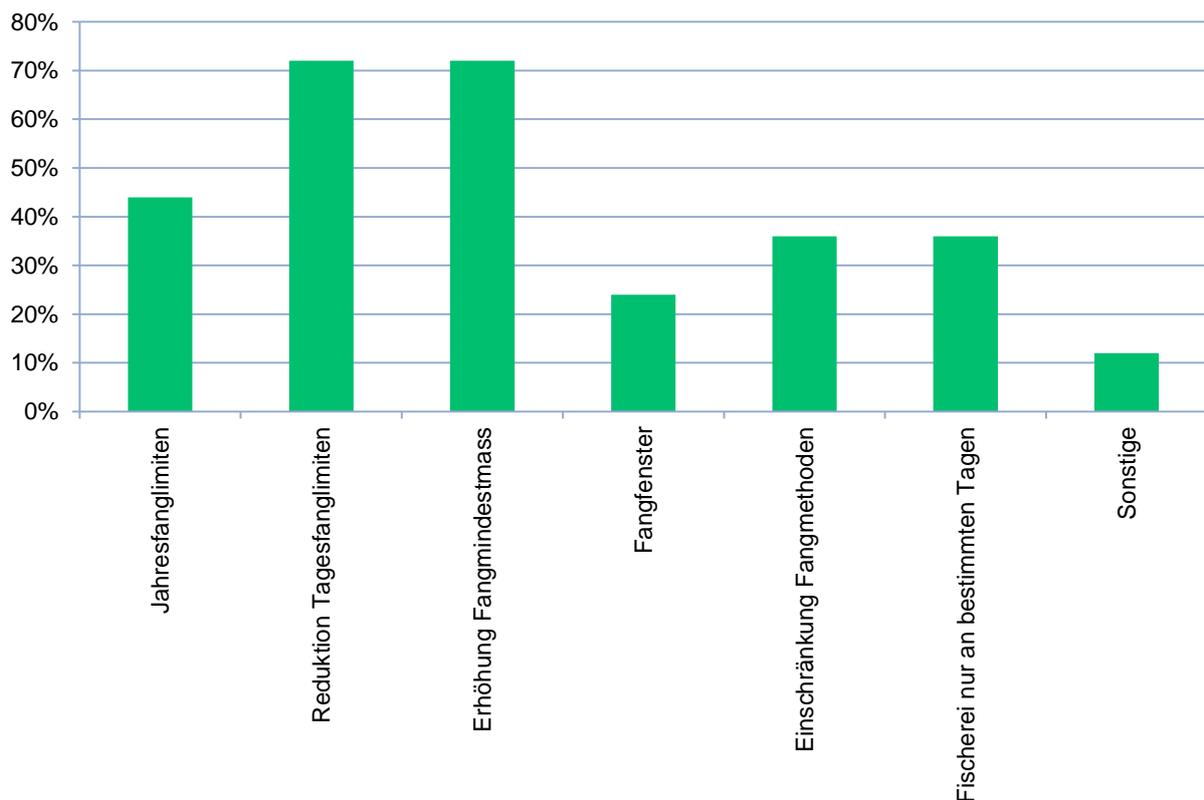


Abbildung 10: weitere ergriffene Managementinstrumente (pro Kanton) zur Reduzierung der fischereilich bedingte Mortalität.

Abschliessend bekamen die Kantone in der Online-Umfrage die Gelegenheit zu erwähnen, was Ihnen unabhängig zu den bereits gestellten Fragen zu den Schongebieten und Fangmoratorien von Bedeutung erscheint. Dabei erwähnten zwei Kantone, dass eine Wiederaufnahme der Kormorandiskussion auf Bundesebene gefordert wird und dass Schongebiete gegen Prädation keine Lösung darstellen (SZ, SH). Der Kanton OW erwähnt, dass aktuell Erfolgskontrollen der Naturverlaichung im Vordergrund stehen. Die Fischereiverwaltung des Kantons BE betont, dass neben dem wichtigen Fischereimanagement so viele andere Umweltfaktoren auf die Fischbestände einwirken, dass die einzelnen Ursache-Wirkungsketten kaum zu klären sind. Der Fokus soll weiterhin auch auf die ökologischen Einflüsse gerichtet bleiben. Der Kanton NW sieht bei zusätzlichen Einschränkungen der Fischerei potentielle Probleme im Vollzug, da die personellen

Ressourcen zur Kontrolle nicht vorhanden sind. Der Kanton GR erwähnt die fehlenden Erfolgskontrollen und Kenntnisse im Zusammenhang der verschiedenen Managementinstrumente und stellt die Frage, wie weit bestimmte Regulierungen überhaupt Sinn machen, wie beispielsweise ein Fangmindestmass in einem Gewässer ohne funktionierende Naturverlaichung. Der Kanton VS erklärt, dass die Fischerei nicht die einzige Ursache für den Rückgang von Fischarten darstellt und deshalb Schongebiete und Moratorien, welche zum Ziel haben, die Fische von den Fischern zu schützen nicht die Ursache des Fischrückgangs beheben. Vielmehr sollten die Wasserqualität und die Lebensräume allgemein (inkl. Umland) verbessert werden und die Schongebiete und Fangmoratorien nur ergänzende Massnahmen darstellen.

4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Bedeutung von Schongebieten und Fangmoratorien in der Schweiz zu beurteilen und Empfehlungen für die Praxis hinsichtlich der Errichtung und Überwachung abzugeben. Dies basierend auf den Erkenntnissen aus der durchgeführten Literaturrecherche und den Angaben aus den Umfragen bei den Kantonen.

Folgende bei der Durchführung dieser Arbeit aufgetretene Schwierigkeiten, sind besonders zu erwähnen:

- 1.) Die Terminologie der Begriffe „Schutzgebiet“ / „Schongebiet“ wird sowohl international wie auch in der Schweiz sehr uneinheitlich verwendet (vgl. Kap. 2.4 Verschiedene Typen von Schongebieten).
- 2.) Es liegen kaum verlässliche Erfolgskontrollen in Schongebieten in Fließgewässern vor, welche sich auf die Verhältnisse der Schweiz übertragen lassen.
- 3.) Die Angaben der Kantone sind aufgrund der sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen sehr heterogen und lassen sich nur begrenzt standardisieren. Entsprechend vorsichtig, sind die vergleichenden Auswertungen zu interpretieren.

Es ist heute unbestritten, dass die sinkenden Fischbestände in der Schweiz erfordern, dass man alle möglichen Managementmassnahmen hinsichtlich ihres Potentials untersucht. Mit Sicherheit stellen Fangmoratorien und Schongebiete keine alleinige Lösung dar, um dem Fischrückgang in der Schweiz entgegen zu wirken. In Zusammenhang eines Massnahmenpakets könnten Sie im Einzelfall aber durchaus von Bedeutung sein. Gemäss der Umfrage bei den Kantonen, bestehen in der Schweiz aktuell mindestens 342 Schongebiete. Es ist in nächster Zeit von einem deutlichen Anstieg auszugehen (allein im Kanton AG kommen ab 01.01.2018 112 Schongebiete dazu). Die Kantone schätzen die zukünftige Bedeutung von Schongebieten sehr unterschiedlich ein: während dem die Mehrheit Schongebieten in ihrem Kanton in der Zukunft eher eine untergeordnete Rolle zuweist, gehen andere Kantone von einer zunehmenden Bedeutung aus.

Die grössere Mobilität und speziell die Verbesserung der Angelgeräte und Verfeinerung der Fangmethoden führte in den vergangenen Jahrzehnten in einzelnen Gewässern bei der Befischung ausgewählter Fischarten, wahrscheinlich trotz Rückgang der Patentzahlen und zum Teil einem Rückgang der effektiven Angelzeit zu einer Zunahme des Befischungsdrucks (Renz 1991). Viele Angelfischer sind heute bereit viel Geld für Ihr Hobby auszugeben und verfügen über immer bessere und hochwertigere Fanggeräte, welche bei richtiger Anwendung bei gleicher Präsenzzeit am Wasser zu einem höheren Befischungsdruck führen können. Ebenfalls gilt es in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass es in der Schweiz

früher in zahlreichen Kantonen mehr Einschränkungen bei den erlaubten Fangmethoden gab (mit Ausnahme des Widerhakenverbots), z.B. wurden im Kanton BE zahlreiche Verbote von Angeltechniken und Ködern aus dem Fischereireglement gestrichen. Einen hohen Befischungsdruck kennen wir in der Schweiz vor allem in kleinen bis mittelgrossen Bächen und Flüssen bei der Befischung von Bachforellen und Aeschen. Andere Fischarten in Fliessgewässern und Fische in Seen sind kaum einem hohen Befischungsdruck durch die Angelfischer ausgesetzt (z.B. im Kanton Bern: Escher & Vonlanthen 2016a).



Abbildung 11: Die Ausrüstung der Angelfischer hat sich in den vergangenen Jahren weiter perfektioniert (Bildnachweis: czechnymphs.com).

Es gilt abschliessend festzuhalten, dass der Befischungsdruck mit Sicherheit auf viele Fischarten in der Mehrzahl der Schweizer Fliessgewässer trotz den Fortschritten bei den Fangmethoden in den vergangenen Jahrzehnten stark abgenommen hat (aqua viva 2016). Im grossen Ganzen sind es Ausnahmen wo die Fischereibehörden heute einem grösseren Befischungsdruck als noch vor 20 Jahren begegnen. In diesen Fällen könnten Fangmatorien und Schongebiete aber im Rahmen eines Gesamtmanagements mögliche wirkungsvolle Handlungsinstrumente darstellen.

Daneben gibt es verschiedene andere Situationen, wo auch unabhängig vom Befischungsdruck in Zusammenhang mit Objekt-, Natur- oder Artenschutz die Errichtung von Schongebieten sinnvoll sein kann. Diese werden im Folgenden ebenfalls erläutert.

4.1 Planung von Schongebieten

4.1.1 Grundsätzliche Überlegungen

Die Errichtung eines Schongebietes bedarf einer sorgfältigen Planung. Wohl nur sehr selten steht die Idee ein Schongebiet einzurichten an erster Stelle. Vielmehr werden die Fischereibehörden mit einem Rückgang der Fänge einer bestimmten Fischart konfrontiert oder dem langsamen Verschwinden einer bedrohten Art.

Manchmal sind die finanziellen Mittel vorhanden, um genauer abzuklären, ob der Fangrückgang auch mit einem Rückgang des Fischbestandes einhergeht oder welche Ursachen für den Rückgang einer bestimmten Fischart in Frage kommen könnten. Oft mangelt es aber an den dafür notwendigen Ressourcen und von den Fischereibehörden wird trotzdem erwartet, dass Massnahmen ergriffen werden, um einem festgestellten Fischrückgang entgegen zu wirken.

Mehrere Kantone betonen, dass Schongebiete und Fangmutorien nur situativ oder als ergänzende Massnahme eingeführt werden sollten, da viele weitere Faktoren (fehlende Naturverlaichung, Prädation durch Kormoran, Wasserqualität und ökologische Einflüsse) neben dem Befischungsdruck einen grossen Einfluss auf die Fischpopulationen haben.

Aufgrund der Komplexität von aquatischen Ökosystemen und der Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren, sind einfache kausale Ursache-Wirkungsbeziehungen in der Praxis leider nur sehr selten anzutreffen.

Viel häufiger kommen verschiedene Ursachen gleichzeitig in Frage, welche von Jahr zu Jahr von unterschiedlicher Bedeutung sein mögen. Es geht deshalb in der Praxis der Fischereiwirtschaft oft darum, diejenigen potentiellen Einflussfaktoren zu beeinflussen, welche überhaupt beeinflussbar sind – auch wenn sie vielleicht gar nicht am meisten Gewicht haben. Einer dieser beeinflussbaren Faktoren stellt der Befischungsdruck dar, welcher über verschiedene Bestimmungen reguliert werden kann. Schon seit Jahrzehnten kennt man neben Schongebieten, Schonzeiten und Tagesfangzahl Beschränkungen bei Salmoniden. Viele Kantone haben zudem für bestimmte Fischarten Jahresfangzahlen eingeführt oder während der Fangsaison Schontage (die Fischerei ist dann nur an bestimmten Wochentagen erlaubt). Eher jüngerer Art sind die in verschiedenen Gewässern eingeführten Fenstermasse und auch die Fangmutorien, also über die Schonzeit hinausgehende zeitlich befristete Fangverbote. Daneben beeinflussen natürlich auch die zugelassenen Fanggeräte, Angeltechniken und die Zugänglichkeit den Befischungsdruck. So hat das eingeführte Widerhakenverbot in Fliessgewässern die fischereilich bedingte Mortalität wahrscheinlich reduziert, so wie auch ein Watverbot (während dem aktiven Fischen) oder das Verbot ein stehendes Gewässer vom Boot aus zu befischen den Befischungsdruck einschränken.

Wenn ein Schongebiet oder ein Fangmutorium eingeführt wird, so sollte dies immer im Rahmen eines Gesamt-Managementplans erfolgen. Idealerweise unter Berücksichtigung eines kantonalen bzw. nationalen Plans zum Schutz von bedrohten oder übernutzten Fischarten. Um übernutzte Arten zu identifizieren wird in der Literatur neben dem Rückgang der Fänge und der Fischdichte, eine unnatürliche Altersstruktur und die früher eintretende Geschlechtsreife als Hinweise genannt (Olsen et al. 2004, Enberg et al. 2009). In Abbildung 12 ist eine Entscheidungshilfe zur Planung von Schongebieten zusammengestellt.

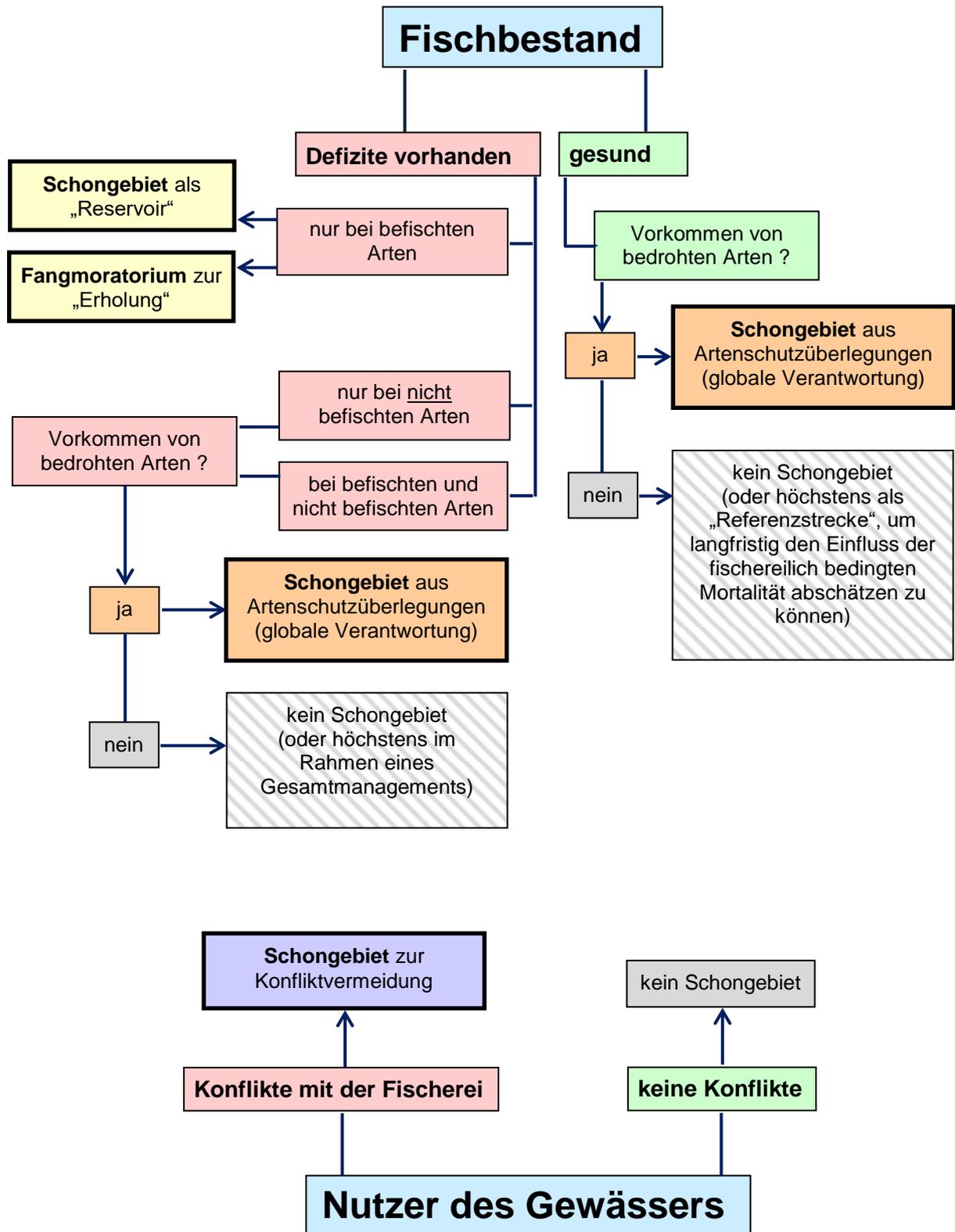


Abbildung 12: Entscheidungshilfe zur Planung von Schongebieten.

4.1.2 Mögliche Bedeutung von Schongebieten

Entscheidend bei der Beurteilung ob ein Fangmoratorium oder Schongebiet von Bedeutung sein kann, sind die Ziele die damit erreicht werden sollen. Diese können nämlich sehr unterschiedlich sein. Die vor Jahrzehnten in der Schweiz eingerichteten Schongebiete wurden mehrheitlich aus drei Gründen eingerichtet:

- 1.) Um Konflikten mit anderer Nutzung wie Stromproduktion oder Schifffahrt aus dem Weg zu gehen
- 2.) Aus Gründen des Naturschutzes (häufig in kleinen stehenden Gewässern, wie Teiche und Kleinseen)
- 3.) Dem Schutz von fischereilich stark genutzten Arten, mehrheitlich der Bachforelle und seltener der Äsche oder Seeforelle.

Heute werden weltweit viele Schongebiete aber auch aus Gründen des Artenschutzes resp. dem Erhalt der Biodiversität eingerichtet, dies ist in der Schweiz jedoch noch eher selten der Fall. Daneben wird sowohl in der Literatur (Mann et al. 2016) wie auch von mehreren Kantonen betont, dass Schongebiete eine zunehmende Bedeutung als „Referenzstrecken“ erhalten, um den Einfluss der Befischung auf Fischbestände besser zu verstehen. Die Resultate langfristiger Monitoringprogramme, welche in vergleichbaren Gewässerabschnitten mit und ohne Schongebiet betrieben werden, lassen Rückschlüssen auf die Bedeutung der fischereilichen Mortalität zu. Falls ein Rückgang einer befischten Fischart nur in der befischten Strecke erfolgt, respektive eine Erholung nur im Schongebiet, dann ist ein massgeblich negativer Einfluss der Befischung naheliegend.

Wenn eine nachhaltige Fischerei das primäre Ziel darstellt, kann dies durchaus zuwider den Interessen des Artenschutzes laufen und umgekehrt. Es ist deshalb bei der Planung von Fangmoratorien oder Schongebieten ganz entscheidend, dass sich zuerst einmal alle Beteiligten über die angestrebten Ziele einig sind und diese transparent formuliert werden.

Es fällt bei der Auswertung der Antworten der Kantone zudem auf, dass eine grosse Divergenz besteht zwischen den mehrheitlich positiven Einschätzungen der Effekte von Schongebieten und Fangmoratorien und den effektiv vorliegenden Erfolgskontrollen, die solche positiven Effekte auch belegen können. Wenn immer die personellen resp. finanziellen Ressourcen vorhanden sind, sollte deshalb eine Erfolgskontrolle eingeplant werden. Vor allem wenn dies die räumlichen Verhältnisse zulassen. Die positiven Wirkungen solcher Massnahmen sind keineswegs unbestritten und es liegen noch praktisch keine wissenschaftlich verlässlichen Erfolgskontrollen unter „Schweizerischen Verhältnissen“ vor.

4.2 Positive Effekte von Schongebieten und Fangmoratorien

Wenn die Hauptursache eines Fischrückgangs auf einer Überfischung beruht und keine anderen wesentlichen negativen Einflussfaktoren vorliegen, was in der Schweiz leider nur selten der Fall ist, können sich Schongebiete und Fangmoratorien positiv auf einen Fischbestand auswirken. Im Erfolgsfall, sind Effekte in folgenden Bereichen zu erwarten:

4.2.1 Reduktion der fischereilich bedingten Mortalität

a.) Falls eine stark befischte Fischart geschützt wird, kann dies dazu führen, dass die Bestandesdichte im Schongebiet höher ist als in den angrenzenden Fanggebieten und ein sog. „Spillovereffekt“ resultiert, es also zu einem Abwandern von Fischen in die angrenzenden Fanggebiete kommt. Dabei kann es sich um fangfähige Fische wie auch um

Juvenile/Larven handeln. Solche Phänomene werden in der Schweiz ab und zu beobachtet. Beispielsweise, dass angrenzend an ein Schongebiet eine besonders kapitale Forelle gefangen wird oder Larven aus geschützten Laichgebieten abgedriftet werden. Im Idealfall führt dies sogar zu einem im gesamten Gewässersystem nachhaltig höheren Fischereiertrag. In der Literatur wurden in Einzelfällen nachhaltig höhere CPUE (catch per unit effort) ausserhalb der Schongebiete beschrieben (Russ und Alcalá 1996). In der Schweiz liegen allerdings keine publizierten Studien in diesem Zusammenhang vor.



Abbildung 13: Foto vom 31.08.2005 von der Dorfbrücke in Boudry in ein Schongebiet der Areuse. Auf kleinster Fläche waren über 30 adulte Äschen und Bachforellen erkennbar (M. Escher).

b.) Eine höhere Dichte von Adulten im Schongebiet kann die Naturverlaichung fördern oder einen effizienteren Laichfischfang ermöglichen. In der Schweiz sind aber auch Beispiele bekannt, wo Schongebiete aufgehoben wurden, gerade weil sich im Laichfischfang jeweils herausstellte, dass im Schongebiet nicht mehr Laichtiere als in den befischten Gewässerabschnitten vorhanden sind (Marrer 1985).

Aufgrund der Aussagen der Kantone zum Erfolg von Schongebieten und Fangmutorien scheint sich abzuzeichnen, dass Populationen von Äschen häufiger als Populationen von Bachforellen positiv auf Fischereiverbote reagieren. Dies könnte mit der besonders

intensiven Befischung der Äschen und dem im Vergleich zu der Bachforelle höheren Reproduktionspotential in Zusammenhang stehen (Friedl 1996, Hertig 2006).

4.2.2 Erhöhung des gesellschaftlichen und politischen Drucks

Die Unterschutzstellung kann die Akzeptanz erhöhen, um andere Massnahmen ausserhalb der Fischerei zum Schutz der Fischbestände durchsetzen zu können. Wie z.B. die Regulation von fischfressenden Vögeln in geschützten Laichgebieten von bedrohten Fischarten. So werden zum Beispiel im Schongebiet in der Schadau in der Aare bei Thun Kormorane abgeschossen, um die laichenden Äschen zu schützen. Dies wäre in so unmittelbarer Nähe zur Stadt ohne Fangverbot wahrscheinlich noch schwieriger zu rechtfertigen. Leider können solche unpopulären Massnahmen aber am Ende häufig trotzdem nicht umgesetzt werden und die Fischer gewinnen den Eindruck einseitig in ihren Nutzungsrechten beschnitten worden zu sein.

Die Unterschutzstellung ermöglicht ebenfalls die Einführung von sogenannten „Flagship species“, welche helfen können, Massnahmen herbeizuführen, welche auch anderen Fischarten zu Gute kommen können. Dies geschieht in der Schweiz aktuell mit dem Lachs.

4.2.3 Reservoirfunktion

Im Falle von Schadensereignissen kann bei einer höheren Bestandesdichte im Schongebiet eine schnellere Wiederbesiedelung eines Gewässersystems erfolgen. Die sog. „Krisenresistenz“ wird damit erhöht.

4.2.4 Monitoringfunktion

Schongebiete ermöglichen, die Entwicklung eines Fischbestandes unabhängig von der Befischung zu beobachten und damit den Einfluss der Befischung besser abzuschätzen. Gemäss Literatur (Enberg et al. 2009) reagiert die Dichte in einem neu eingerichteten Schongebiet sehr rasch, wenn der Befischungsdruck hoch war und die Fischerei das Hauptproblem für den Bestand darstellte.

4.2.5 Wegfall eines grössenselektiven Selektionsdrucks

Der Wegfall eines grössenselektiven Selektionsdrucks durch die ständigen Entnahmen adulter Tiere über dem Fangmindestmass reduziert die daraus resultierenden genetischen und phänotypischen Veränderungen und fördert die innerartliche Biodiversität. Es kommt zudem zu einer natürlicheren Altersstruktur. Die Geschlechtsreife tritt später ein (Enberg et al. 2009, Feiner et al. (2015), Olsen et al. 2004). Hierbei gilt es allerdings zu erwähnen, dass in vielen Schweizer Bachforellengewässern beobachtet wird, dass die Bachforellen schnellwüchsiger geworden sind und später geschlechtsreif werden (z.B. Untersuchungsprojekt Gewässerzustand Aaretal GZA, Abschlussbericht 2012). Dies also trotz Fangmindestmassen, die die Langsamwüchsigkeit belohnen sollten. Dies deutet darauf, dass die untersuchte Population keinem grossen Befischungsdruck unterliegt.

4.2.6 Natürlichere Häufigkeit der Arten

In vielen Fällen werden v.a. die Prädatoren stark befischt (in der Schweiz stellt in den Fliessgewässern die Äsche diesbezüglich eine Ausnahme dar). Werden die Prädatoren geschützt, so führt deren Zunahme natürlich zu einem höheren Prädationsdruck auf die Beutefische. Dies wird nicht nur in ausländischen Studien so beschrieben (Catano et al. 2015). So stellte der Autor beispielsweise in einer gesamtschweizerischen Untersuchung fest, dass es in Fliessgewässern im Mittelland eine negative Korrelation zwischen Bachforellen- und Groppendichte gibt. Als Ursache dafür wird die Prädation der Gropfen durch die Bachforellen vermutet (Escher 1999). Letztlich sollte der Wegfall der Befischung einzelner Arten zu einer „natürlicheren“ Artenzusammensetzung führen.

4.2.7 Gewinn für andere Tier- und Pflanzenarten

In der Literatur, werden verschiedene Beispiele aufgeführt, bei welchen neben Fischen auch andere Tierarten von Schutzgebieten profitieren konnten (Trebilco et al. 2008). In erster Linie ging es dabei aber um den Wegfall negativer Effekte der Netzfischerei, von welchem ausgewählte Tierarten profitieren konnten (Allen et al. 2000, Auge et al. 2012). Auch in der Schweiz können in Einzelfällen bestimmte Tier- und Pflanzenarten von Fischereiverboten profitieren. Besonders in störungsempfindlichen Uferzonen reduziert sich durch ein Fischereiverbot die Gefahr negativer Auswirkungen. So wird beispielsweise für den Flussuferläufer an der Sense in ausgewählten Sektoren ein Betretverbot von Mitte April bis Mitte Juli gefordert, was natürlich eine Befischung in dieser Jahreszeit verunmöglichen würde.

4.3 Probleme in Schongebieten und während Fangmuratorien

Das Hauptproblem, welches in Schongebieten gemäss Literatur (u.a. Lloret et al. 2008 & Marra et al. 2016) leider sehr häufig Eintritt, ist das Ausbleiben der erwarteten positiven Effekte. Dies wurde nicht nur international, sondern auch bei den „echten“, also vergleichenden Erfolgskontrollen in der Schweiz festgestellt. Die Ursache, dass ein Fischfangverbot nicht zur erwünschten Erholung des Fischbestandes führt, liegt ganz einfach darin, dass andere wesentliche negative Einflussfaktoren vorliegen oder, dass die kritische Dichte bereits unterschritten wurde, so dass aus biologischen/genetischen Gründen eine Erholung gar nicht mehr stattfinden kann.

In seltenen Fällen, kann auch die illegale Befischung, also Fischfrevel im Schongebiet und während des Fangmuratoriums, die Ursache für ein Ausbleiben des Erfolgs darstellen. Dann kann durch eine bessere Kontrolle des Fischereiverbots Abhilfe geleistet werden. In diesem Zusammenhang muss ebenfalls die zum Teil mangelnde Kennzeichnung von Schongebieten erwähnt werden. Beispielsweise weil Verbotstafeln fehlen oder sogar abmontiert wurden oder weil die Tafeln für die Angelfischer nicht gut sichtbar sind. Obschon die Schongebiete jeweils auch in den kantonalen Fischereibestimmungen aufgeführt sind, die es dem Angelfischer grundsätzlich ermöglichen, sich über die Standorte von Schongebieten zu informieren, stellt die mangelnde Kennzeichnung in der Praxis eine Schwierigkeit dar. Aufgrund der deutlich gestiegenen Mobilität befischen immer mehr Angelfischer viele verschiedene Gewässer, auch weit weg von ihrem Wohnort, so dass die lokalen Gegebenheiten viel weniger bekannt sind und die Kennzeichnung vor Ort an Bedeutung gewinnt.



Abbildung 14: Hinter Uferbewuchs im Sommerhalbjahr kaum erkennbare Fischerei-Schongebiets Tafel, welche zudem stark veralgelt und deshalb schlecht lesbar ist (M. Escher).

Schwierig kann auch die Abgrenzung in stehenden Gewässern sein. In verschiedenen Kantonen gilt die Vorschrift im Herbst einen bestimmten Abstand zu Flussdeltas einzuhalten, zum Beispiel 200m, um den Aufstieg der Seeforellen nicht zu beeinträchtigen. Dieser Regelung, ist ohne Markierungs-Bojen nicht immer einfach Folge zu leisten.

Ein weiterer wichtiger negativer Aspekt liegt in der Tatsache begründet, dass wenn Gebiete unter Schutz gestellt werden, es in vielen Fällen in der Summe im gesamten Gewässersystem zu einer Reduktion der fischereilichen Entnahmen kommt. Dies ganz einfach deshalb, weil der Ertragsausfall im Schongebiet nicht durch eine entsprechende Erhöhung der Erträge in den Fanggebieten kompensiert werden kann. Dieser Aspekt ist natürlich überall dort, wo wirtschaftliche Interessen mit der Fischerei verknüpft sind von entscheidender Bedeutung. Gerade im Vorfeld, also vor der Errichtung von Schongebieten und Fangmutorien, ist die Angst der Fischer vor einem Ertragsrückgang ernst zu nehmen und bei der Planung mit zu berücksichtigen. In der Schweiz ist der Rückgang der Anzahl verkaufter Patente mit grosser Wahrscheinlichkeit auch durch den Ertragsrückgang in den Fliessgewässern mitverursacht und führt zu geringeren Regaleinnahmen bei den Kantonen. Fangrückgänge führen nicht wie oft behauptet nur bei der Berufsfischerei zu wirtschaftlichen Einbussen, sondern bei den Regalinhabern auch im Bereich der Angelfischerei.

4.4 Erfolgskontrollen in Schongebieten

Zahlreiche Kantone erwähnen in den Umfragen, dass Sie Erfolgskontrollen in Schongebieten durchgeführt haben. Tatsächlich handelt es sich aber in den allermeisten Fällen um reine Monitoringprogramme. Das heisst, dass zwar beispielsweise die Dichte einer ausgewählten Fischart in einem bestimmten Lebensstadium erhoben wird (z.B. Äschenlarvenzählungen) oder Bestandenserhebungen durch elektrische Abfischungen durchgeführt wurden, dass aber kein direkter Vergleich mit einer befischten Referenzstrecke erfolgte. Ohne direkten Vergleich können aber keine gesicherten Rückschlüsse auf die Ursache von allfälligen Veränderungen im Schongebiet gezogen werden. So könnte beispielsweise eine höhere Dichte von Äschenlarven viel mehr die Folge von optimalen Fortpflanzungsbedingungen als die eines Schongebiets sein. Erfolgskontrollen sind deshalb sorgfältig zu planen:

1. Es sollen räumliche Einheiten definiert werden, in welchen befischte und geschützte Gewässerabschnitte vergleichbare Lebensraumqualitäten aufweisen.
2. Bestehende Datenreihen (Fang- und Besatzdaten, Abfluss- und Temperaturdaten usw.) sind aufzuarbeiten und mit zu berücksichtigen.

- Monitoringprogramme sollten bereits vor Errichtung des Schongebietes gestartet werden und müssen über einen längeren Zeitraum betrieben werden. Gemäss Literatur mindestens über eine Zeitdauer von 10 Jahren (Mann et al. 2016). Nur so, kann die natürliche Variabilität beurteilt und bei der Bewertung mit berücksichtigt werden.

4.5 Wo sollen Schongebiete eingerichtet werden?

Der Ort hängt natürlich von der formulierten Zielsetzung ab:

Gilt es potentielle Konflikte mit anderen Nutzungen des Gewässers zu verhindern, dann müssen natürlich die konkret betroffenen Anlagen wie Schiffsanlegestellen, Hafen- und Kraftwerkanlagen, Schleusen, Badeanstalten, aber auch Fischaufstiegshilfen usw. im Schongebiet liegen.



Abbildung 15: Sporthafen Murten - in Hafenanlagen ist das Fischen meist untersagt (M. Escher).

Gilt es stark befischte Fischarten vor Überfischung zu schützen, so sind sicher hochwertige Gewässerstrecken auszuwählen, welche während der Fischereisaison von der jeweiligen Fischart bevorzugte Habitate aufweisen und nicht etwa Laichgebiete, welche erst während der Schonzeit aufgesucht werden. Im Idealfall sind immer möglichst intakte Lebensräume als Schongebiete auszuweisen, weil nur diese durch möglichst wenig andere Einflussfaktoren als die Fischerei beeinträchtigt werden. Da diese häufig eher in den Gewässeroberläufen zu finden sind, wird auch in der Literatur empfohlen besonders die Oberläufe zu schützen (Saunders et al. 2002). Diese sind grundsätzlich verletzlicher und für das ganze Gewässersystem relevant. Im Falle von Fischvergiftungen ermöglichen sie die Wiederbesiedelung eines Gewässersystems und können in diesem Sinn auch eine „Reservoirfunktion“ wahrnehmen (Grafton et al. 2005). Gemäss der Umfrage bei den Kantonen befinden sich die aktuell vorhandenen Schongebiete in Fliessgewässern bereits mehrheitlich in den Oberläufen, denn nur gerade 25% der Schongebiete befinden sich in Gewässern von mehr als fünf Meter Breite. Zielart ist in über der Hälfte aller Schongebiete der Schweiz (54%) die Bachforelle. Überhaupt nennen die Kantone bei der Frage nach den Zielarten in Schongebieten mehrheitlich fischereilich genutzte Arten.

Es kann auch sinnvoll sein, besonders neuralgische Stellen zu schützen. Beispielsweise wo es zu Ansammlungen von überdurchschnittlich vielen Fischen kommt, deren intensive Befischung den Bestand schwächen könnte. Dies kann vor Wanderhindernissen der Fall sein, beim Einlauf kühler Seitenbäche (z.B. um Äschen im Hochrhein in heissen Sommern zu schützen), oder in tiefen Gumpen, welche bei Trockenheit plötzlich die einzigen Rückzugsmöglichkeiten darstellen. Häufig sind solche Stellen mit überdurchschnittlich hoher Fischdichte natürlich auch bei Prädatoren sehr beliebt und ein Fischereiverbot kann in der Gesellschaft die Akzeptanz für eine Regulation der Prädatoren oder zumindest eine Vergrämung erhöhen.

Gilt die Zielsetzung dem Schutz vom Aussterben bedrohter oder stark gefährdeter Arten respektive dem Erhalt der Biodiversität in der Schweiz, so handelt es sich mehrheitlich um Fischarten, welche nicht aufgrund der Befischung zurückgegangen sind. So bestehen ja nur für ein Drittel der Arten die in der Schweiz dem Gefährdungsstatus 1 oder 2 zugeordnet sind (also vom Aussterben bedroht sind oder stark gefährdet, Kirchhofer et al. 2007) Schonzeiten oder Fangmindestmasse (*Salmo ceberius*, *labrax*, *marmoratus*, *trutta* (Fluss- & Seespezifisch) und *Salvelinus profundus*). Zwei Drittel der Arten dürfen gemäss Art. 2a Fangverbote, in der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei, sowieso nicht gefangen werden. Nur bei zwei Schongebieten nennen die Kantone eine vom Aussterben bedrohte Art (Nase, *Chondrostoma nasus*) als Zielart. In vier Schongebieten im Kanton BL (ganze Gewässer gesperrt) und in einem im Kanton AG wird neben anderen Zielarten auch der Lachs (*Salmo salar*) erwähnt, eine bereits ausgestorbene Fischart, bei welchem ein langfristiges Wiederansiedelungsprojekt angelaufen ist.

Schongebiete müssen für bedrohte Arten dort eingerichtet werden, wo überhaupt noch überlebensfähige Populationen vorkommen. Da die Befischung bei diesen Arten in der Regel nicht die Ursache für den Bestandesrückgang darstellt, macht die Errichtung eines Schongebietes immer nur dann Sinn, wenn damit tatsächlich auch die Umsetzung anderer relevanter Massnahmen zum Schutz und der Förderung der jeweiligen Fischart unterstützt werden kann. Wenn also die Unterschutzstellung die gesellschaftliche Akzeptanz und den politischen Druck für ein Massnahmenpaket im Rahmen eines Gesamtkonzepts erhöht. Als alleinige Massnahme zum Artenschutz wird von der Errichtung von Schongebieten in jedem Fall abgeraten. Die bereits eidgenössisch geltenden Fangverbote für diese bedrohten Fischarten werden als ausreichend angesehen.

Gilt der Schutz Fischarten, welche in der Schweiz vorkommen und für welche wir auch eine internationale Verantwortung tragen (Erhalt der Biodiversität weltweit), so müssten für diese Arten Gebiete von besonders hohem ökologischem Wert unter Schutz gestellt werden, sog. „areas of importance“. Aktuell muss in der Schweiz nur der Apron (*Zingel Asper*) zu den auch weltweit gefährdeten Arten gerechnet werden. Die IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) stufte den Apron bereits 1996 als „Critically Endangered“, also vom Aussterben bedroht ein.

Gemäss der Aichi Konvention im Rahmen des Strategieplans für Biodiversität (2011–2020) wird gefordert, dass global mindestens 17% der Süsswasserökosystemen weltweit unter Schutz gestellt werden. In der Schweiz liegen wir mit einem Wert von durchschnittlich rund 2.9% der Fliessgewässer aktuell noch deutlich unter diesem Zielwert. Noch geringer ist der geschützte Anteil in der Schweiz in den stehenden Gewässern (2.1%).

Ähnliches gilt, wenn andere Tierarten wie beispielsweise einheimische Krebse oder Amphibien geschützt werden sollen. In diesen Fällen sind natürlich ebenfalls Gebiete von besonders hohem ökologischem Wert für die zu schützenden Arten auszuscheiden, so wie dies bereits mehrere Kantone auch aktiv tun (z.B. GR & SG).

4.6 Wie gross sollen die Schongebiete sein?

Die Grösse der Schongebiete hängt von den angestrebten Zielen ab. Geht es darum feste Objekte oder neuralgische Stellen zu schützen, können bereits kleine Schongebiete absolut zielführend sein.

Wird hingegen eine „Reservoirbildung“ bei einer stark befischten Art angestrebt, so hängt die Mindestgrösse auch vom Migrationsverhalten der jeweiligen Fischart ab. Stark migrierende Fischarten brauchen viel grössere Schutzgebiete, damit die fangfähigen Fische nicht ständig in den angrenzenden Fanggebieten weggefangen werden. Daneben spielen auch das Fortpflanzungspotential der Art (Anzahl Eier pro Weibchen) und die genetischen Verhältnisse eine Rolle.

Interessant in diesem Zusammenhang ist der Hinweis aus der Literatur, dass Schongebiete einen Selektionsdruck auf migrationswillige Fische ausüben (Harasti et al. 2015). Dieser Effekt nimmt natürlich mit der Grösse der Schongebiete ab. Grundsätzlich wird empfohlen möglichst grosse Schongebiete einzurichten.

Zudem wird die Grösse eines Schongebiets auch durch ganz praktische Aspekte vor Ort wesentlich mitbestimmt: Es sollten nämlich Grenzen definiert werden, welche klar ersichtlich sind; im Idealfall erkennbare Gräben, Wehre, Brücken oder Flussmündungen.

Wenn es geplant ist eine Erfolgskontrolle durchzuführen, so hat dies ebenfalls einen Einfluss auf die Grösse. Es muss nämlich berücksichtigt werden, dass eine räumliche Einheit ausgewählt wird, welche morphologisch ähnliche Strecken im und ausserhalb des Schongebiets beinhaltet, damit ein vergleichbares Monitoring stattfinden kann. Falls quantitative Abfischungen geplant sind, sollten die Fliessgewässerstrecken im Idealfall zudem bei einem Wanderhindernis enden.

4.7 Alternativen zu Schongebieten und Fangmoratorien

Wenn der Befischungsdruck auf eine stark befischte Fischart reduziert werden soll, gibt es neben den Möglichkeiten ein Schongebiet einzurichten oder ein Fangmoratorium zu beschliessen eine Vielzahl von alternativen Managementinstrumenten (vgl. Tab. 11), welche in der Schweiz schon seit Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt werden. Auch in der Literatur sind zahlreiche Beispiele beschrieben, bei welchen allein der partielle Schutz ausreichend war, dass eine zuvor überfischte Fischart nachhaltig genutzt werden konnte (Makino et al. 2013, Pina-Amargós et al. 2014, Sciberras et al. 2015).

Da Schongebiete und Fangmoratorien ja ganz grundsätzlich eine weitere Nutzung verunmöglichen, sollten sie immer nur nach sorgfältiger Interessensabwägung und im Regelfall erst nach dem Scheitern anderer weniger einschneidender Massnahmen zur Regulierung des Befischungsdrucks als Managementinstrument eingesetzt werden.

Besonders in Fliessgewässern, in welchen nur die Bachforelle befischt wird und während der Schonzeit gar nicht mehr gefischt werden darf, könnte die Ausweitung der Schonzeit eine interessante Alternative zu Schongebieten oder Fangmoratorien darstellen. Im Unterschied zu einer Erhöhung des Fangmindestmasses, welche ja ebenfalls als Alternative in Frage kommt, kann eine Schonzeitverlängerung nicht zu einer zusätzlichen fischereilich bedingten Mortalität unabhängig der Entnahmen führen. Analog funktionieren natürlich auch Schontage, an denen nicht gefischt werden darf, so wie diese bereits mehrere Kantone kennen.

Bei einer Ansammlung von Laichtieren vor dem eigentlichen Laichgeschäft, sind Fischbestände aufgrund der hohen lokalen Dichte besonders gefährdet überfischt zu

werden. So wurden beispielsweise die Seesaiblinge im Thunersee immer intensiver von Berufs- und Angelfischern im Oktober auf den Laichplätzen vor Beginn der Schonzeit befischt. Seit 1996 dauert die Schonzeit deshalb einen Monat länger, indem die Schonzeit einen Monat früher beginnt (1. Okt. statt 1. Nov.). Obschon damit die Problematik der intensiven Befischung auf den Laichplätzen beendet wurde, haben die Seesaibling Fänge im Thunersee seither aber nicht mehr die Niveaus von Anfang der 90er Jahre erreichen können (Escher & Vonlanthen 2016b).

Auch die gezielte Beschränkung auf gewisse Angelmethoden reduziert den Befischungsdruck, so haben einzelne Kantone Fliessgewässer ausgeschieden, in welchen nur Fliegenfischen erlaubt ist (z.B. VS). Nur knapp mit dem geltenden Verbot von „Catch & release“ vereinbar, scheinen die vereinzelt geltenden sehr hohen Fangmindestmasse von bis zu 50cm für die Bachforelle. Diese sind zudem aus rein biologischen Überlegungen nicht begründbar.

Managementinstrument
Schongebiet
Fangmoratorium
Schonzeit / Schonzeitverlängerung
Schontage während der Fangsaison
Jahresfangzahl
Tagesfangzahl
Fangmindestmass / Fenstermass
Widerhakenverbot
Einschränkung Fangmethoden
Preiserhöhung Patente / Pachtzinsen
Anzahl/Länge der Netze / Netzmaschenweiten usw.
Tageskarten nur mit SaNa
Einschränkung der Tageszeit (z.B. Nachtfischverbot)

Tabelle 11: Überblick über die Managementinstrumente die den Befischungsdruck beeinflussen.

Interessant in diesem Zusammenhang ist auch der Vorschlag in der Literatur befischte und nicht befischte Strecken in Mehrjahreszyklen abzuwechseln (Sanyanga et al. 1995). Dies reduziert die negativen Folgen einer starken Befischung und erhöht die Attraktivität für die Angelfischer, da nach mehrjährigem Schutz die Anzahl kapitaler Fische ansteigt.

4.8 Abschliessende Beurteilung

Aus der Literatur und den kommunizierten Erfahrungen der Kantone lässt sich nicht ableiten, dass Schongebiete in der Schweiz ein grundsätzlich wirkungsvolles Managementinstrument gegen den Fischrückgang darstellen. Im Gegenteil gibt es zahlreiche Hinweise darauf, dass die diesbezüglich verfolgten Ziele häufig nicht erreicht werden können. Die Gründe liegen wohl meistens darin, dass andere wesentliche negative Einflussfaktoren vorliegen, welche die allfälligen Effekte der fischereilichen Entnahmen überdecken oder, dass die Fischerei gar keinen wesentlichen Einflussfaktor darstellt.

Schongebiete deshalb aber zukünftig nicht mehr in Betracht zu ziehen, wäre wahrscheinlich voreilig. In der Schweiz kommen Fliessgewässer deren Ökosysteme absolut intakt sind und

die Fischbestände „nur“ unter einer Überfischung leiden nur noch sehr selten vor. Vor Errichtung eines neuen Schongebiets sollte deshalb immer eine Defizitanalyse mit einer Abschätzung der Bedeutung aller negativen Einflussfaktoren durchgeführt werden. Fangverbote sollten wenn immer möglich nur im Comanagement der anderen wesentlichen Einflussfaktoren erlassen werden.

Es scheint sinnvoll, dass in einem ersten Schritt versucht wird zu identifizieren, welche Fischarten allenfalls durch Schongebiete geschützt werden könnten und an welchen Standorten Schongebiete überhaupt in Frage kommen. In einem zweiten Schritt muss geklärt werden, ob in den identifizierten Gewässerabschnitten ein Gesamtmanagement des bedrohten Lebensraumes oder der bedrohten Fischart etabliert werden kann. Scheint dies möglich können die potentiellen Standorte entsprechend selektioniert werden.

Es wird empfohlen, wenn immer möglich bereits vor der Errichtung von neuen Schongebieten eine Erfolgskontrolle einzuplanen, damit bessere Kenntnisse über die Effekte von Schongebieten in der Schweiz gewonnen werden können. Mit grosser Wahrscheinlichkeit sind die Effekte unterschiedlich von Gewässer zu Gewässer und abhängig von der Befischung und den zu schützenden Arten. Es braucht also sowieso eine grössere Anzahl von Erfolgskontrollen, um verlässliche Schlussfolgerungen für die Schweiz ziehen zu können.

Noch weniger Erfahrungen liegen in der Schweiz mit Fangmutorien vor. Die wenigen Kantone, die bisher diese Massnahme ergriffen haben, um einem festgestellten Fischrückgang entgegenzuwirken, taten dies mehrheitlich zum Schutz von Äschen. Äschenpopulationen haben in verschiedenen Gewässern messbar positiv auf befristete Fangverbote reagiert, allerdings nicht immer. Die positiven Effekte waren nach Wiedereröffnung der Fischerei trotz strengeren Entnahmevorschriften nicht nachhaltig. Auch bei zukünftigen Fangmutorien wird deshalb empfohlen Erfolgskontrollen durchzuführen, welche wenn immer möglich nicht nur durch ein Monitoring der zeitlich befristet geschützten Population bestehen sollte.

5. Anhang

5.1 Fragenkatalog der Online Umfrage

1. Stammdaten:
 - Datum / Kanton / Name und Vorname des (oder der) Experten
2. Anzahl und Länge der aktuell (2017) genutzten Fliessgewässer (nur Patentgewässer) in Ihrem Kanton:
 - Anzahl der fischereilich genutzten Fliessgewässer (nur Patentgewässer)
 - Länge (in km) der fischereilich genutzten Fliessgewässer (nur Patentgewässer)
 - Kommentar zur Frage
3. Anzahl und Grösse der aktuell (2017) genutzten Seen (nur Patentgewässer) in Ihrem Kanton:
 - Anzahl fischereilich genutzte Seen (nur Patentgewässer)
 - Fischereilich genutzte Fläche in Seen (Angabe in Quadratkilometer, geschätzt)
 - Kommentar zur Frage
4. Seit 1980 hat sich die Anzahl Schongebiete in Ihrem Kanton wie folgt verändert:
 - Deutliche Zunahme (> +50%)
 - Zunahme (+10 - +50%)
 - Ungefähr unverändert (-10% - +10%)
 - Abnahme (-10% - -50%)
 - Deutliche Abnahme (< -50%)
 - Kommentar zur Frage
5. Gab es Erfolgskontrollen hinsichtlich der Bedeutung von Schongebieten in Ihrem Kanton?
 - Falls ja - bitte machen Sie hier die entsprechenden Literaturangaben und schicken Sie uns diese (PDF, Excel) falls vorhanden
6. Bewertung der Aufhebung oder Einführung von Schongebieten (seit 1980) in Ihrem Kanton aus heutiger Sicht:
 - Immer positiv
 - Meistens positiv
 - Unterschiedlich /neutral
 - Meistens negativ
 - Immer negativ
 - Kommentar zur Frage
7. Kommentare zu den Fragen 2 – 6
8. Wie beurteilen Sie die Bedeutung von Schongebieten in Ihrem Kanton für die Zukunft?
9. Unter welchen Rahmenbedingungen könnten Sie sich vorstellen in Ihrem Kanton Schongebiete als Managementtool vermehrt einzusetzen?
10. Seit 1980 wurden in Ihrem Kanton für eine oder mehrere Fischarten folgende Massnahmen zur Reduktion des Befischungsdrucks ergriffen (bitte beachten Sie, dass in Frage 15 weitere Managementtools beurteilt werden können):

- Fangmoratorium
- Schonzeitverlängerung (oder Neueinführung)
- Fangverbot
- Sonstiges (bitte angeben)

11. Wie beurteilen Sie den Einfluss der getroffenen Massnahme auf eine positive Entwicklung der geschützten Fischart:

- Fangmoratorium → sehr gut / gut / mittel resp. kein oder wenig Einfluss / schlecht / sehr schlecht
- Schonzeitverlängerung (oder Neueinführung) → sehr gut / gut / mittel resp. kein oder wenig Einfluss / schlecht / sehr schlecht
- Fangverbot → sehr gut / gut / mittel resp. kein oder wenig Einfluss / schlecht / sehr schlecht
- Sonstiges (analog Frage 10) → sehr gut / gut / mittel resp. kein oder wenig Einfluss / schlecht / sehr schlecht
- Kommentar zur Frage

12. Verfügen Sie über Erfolgskontrollen hinsichtlich solcher Massnahmen?

- Falls ja - bitte machen Sie hier die entsprechenden Literaturangaben und schicken Sie uns diese (PDF, Excel, u.a.) falls vorhanden

13. Wie beurteilen Sie die Bedeutung von Fangmoratorien, Schonzeitverlängerungen oder Fangverboten in Ihrem Kanton für die Zukunft?

14. In verschiedenen Kantonen mussten Fangmoratorien aufgrund von Umweltbelastungen (die die Konsumfähigkeit der Fische einschränken wie z.B. PCB / Radioaktivität) eingeführt werden. Falls dies bei Ihnen auch der Fall war - wie waren aus Ihrer Sicht die Auswirkungen auf den Fischbestand in den betroffenen Gewässern?

15. Um die fischereilich bedingte Mortalität (Entnahme und Verangelei) zu regulieren, können viele weitere Managementtools eingesetzt werden. Welche der unten aufgeführten Tools nutzen Sie bereits in Ihrem Kanton:

- Jahresfanglimiten
- Reduktion Tagesfanglimiten
- Erhöhung Fangmindestmass
- Fangfenster
- Einschränkung der erlaubten Fangmethoden (Zusätzlich zum Widerhakenverbot)
- Während Fangsaison Fischerei nur an bestimmten Wochentagen gestattet
- Sonstige (bitte ergänzen im Kommentarfeld)
- Kommentar zur Frage

16. Schlussbemerkungen

5.2 Fragenkatalog der Excelumfrage

Begriffserläuterung Schongebiet

Bei dieser Umfrage wird unter einem Schongebiet ein Gebiet (Wasserfläche) verstanden, welches mit einem Fischereiverbot belegt ist. Mit einem Fischereiverbot belegte Angelstandorte (z.B. Stege, Wehranlagen, Brücken usw.) oder mit Fahrverboten belegte Uferschutzzonen fallen nicht unter diesen Begriff. Das Fischereiverbot kann allerdings auch nur temporär gelten (aber natürlich nur, wenn es nur Teile des Gewässers umfasst - die Schonzeit in einem Bachforellengewässer gilt nicht als temporäres Schongebiet) oder auch ganze Gewässer (z.B. nicht mehr verpachtete Fliessgewässer) umfassen. In der Schweiz haben Schongebiete nicht immer das primäre Ziel, Fisch- und Krebsbestände zu schützen. Sie bestehen z.T. aus ganz anderen Gründen, wie beispielsweise dem Verhindern von Konflikten bei Wasserkraftanlagen.

Kolonne	Begriffserklärung
Kant. Nr.	Hier können Sie eine Kantonsinterne Nummer vergeben, falls Sie über solche verfügen.
Name Schongebiet	Hier können Sie den Namen des Schongebiets angeben, falls es diesen gibt.
Gewässername	
Kanton	
Fischereisysteme	Wählen Sie ob es sich um ein Patent-, Pachtgewässer handelt oder das ganze Gewässer gesperrt ist.
Gewässertyp	Wählen Sie ob es sich um ein Fliessgewässer, See, Teich, Stausee oder anderes Gewässer handelt.
Grösse (Seen: Fläche km ² / Fliessgewässer: Länge km)	Geben Sie in Staubereichen/Seen die Fläche des Schongebiets an und bei Fliessgewässern die Länge der betroffenen Strecke
Breite der Fliessgewässer	Wählen Sie ob das Gewässer <2m, 2-5m oder >5m breit ist.
Als Geodaten vorhanden	Die Schongebiete gemäss Art. 4 Abs. 3 Buchstabe a des Bundesgesetzes über die Fischerei (BGF) sind Teil der minimalen Geodatenmodelle. Um eine künftige Datensammlung des BAFU zu vereinfachen, bitten wir sie uns mitzuteilen, ob bereits Geodaten vorhanden sind.
Bestimmungen	Hier können Sie spezielle Bestimmungen angeben: z.B., dass nur bestimmte Fangmethoden während einer gewissen Zeit verboten sind, oder Ähnliches.
Zeitlich Beschränkungen (bitte Periode ergänzen)	
Zielart/-en	Das Schongebiet wurde errichtet um welche Fischart(en) speziell zu schützen?
Datum der Inkraftsetzung	Falls Sie nicht wissen seit wann das Schongebiet existiert, nennen Sie Sie bitte das Datum ab welchem es sicher bereits vorhanden war und machen Sie eine entsprechende Bemerkung unter „Bemerkungen“. Falls das Schongebiet wesentlich verändert wurde, nennen Sie das Datum seitdem es in der heute aktuellen Form existiert.
Datum Entlassung	Falls noch bestehend, einfach "besteht noch" ergänzen
Gründe/Motivation für bestehenden Schongebiete	Wählen Sie den passenden Grund: <ul style="list-style-type: none"> • Schutz von Laichgebieten • Schutz von Fischen auf der Laichwanderung (z.B. Flussdeltas)

	<ul style="list-style-type: none"> • Konfliktzonen mit öffentlicher oder privater Nutzung (z.B. Schifffahrt / Stromproduktion) • Uferschutz / Naturschutz • Erhöhung der Fischdichte • Erhöhung der mittleren Grösse der Fische ("natürlichere" Altersstruktur) • Langfristige Erhöhung der fischereilichen Erträge • Grössere Biodiversität • Andere (bitte im Kolonne "Ziele" spezifizieren) <p>Falls mehrere/verschiedene Gründe entscheidend waren, um das Schongebiet einzurichten, kann dies unter "Bemerkungen" ergänzt werden.</p>
Ziele	<p>Wählen Sie das passende Ziel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schutz von Laichgebieten • Schutz von Fischen auf der Laichwanderung (z.B. Flussdeltas) • Konfliktzonen mit öffentlicher oder privater Nutzung (z.B. Schifffahrt / Stromproduktion) • Uferschutz / Naturschutz • Erhöhung der Fischdichte • Erhöhung der mittleren Grösse der Fische ("natürlichere" Altersstruktur) • Langfristige Erhöhung der fischereilichen Erträge • Grössere Biodiversität • Andere (bitte im Kolonne "Ziele" spezifizieren) <p>Falls mehrere/verschiedene Ziele verfolgt werden, kann dies unter "Bemerkungen" ergänzt werden</p>
Zielerreichung	<p>Wählen Sie ob die Zielerreichung sehr gut, gut, mittelmässig, schlecht, sehr schlecht oder unbekannt ist.</p>
Erfolgskontrolle (Ja/Nein)	<p>Wählen Sie hier ja, falls Sie über irgendwelche Berichte und/oder Daten verfügen, welche für die Beurteilung der "Wirkung" des Schongebiets verfügen</p>
Bemerkungen	<p>Hier können Sie noch frei zusätzliche oder präzisierende Bemerkungen machen</p>

6. Literaturverzeichnis

6.1 Literaturrecherche (Kapitel 1)

- Anonymus (2017). "Wie geht es den Berner Äschen?" Factsheet 2017. Fischereiinspektorat, Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern. Erhältlich unter: <https://www.vol.be.ch/vol/de/index/natur/fischerei/projekte.assetref/dam/documents/VOL/LANAT/de/Natur/Fischerei/Factsheet%20%C3%84schen%20Stand%20Feb.%202017.pdf>
- Abell R, Allan JD, Lehner B (2007). Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. *Biological Conservation* 134(1):48-63.
- Abellan P, Sanchez-Fernandez D, Velasco J, Millan A (2007). Effectiveness of protected area networks in representing freshwater biodiversity: the case of a Mediterranean river basin (south-eastern Spain). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 17, 361–374.
- Adams VM, Setterfield SA, Douglas MM, Kennard MJ, Ferdinands K (2015). Measuring benefits of protected area management: trends across realms and research gaps for freshwater systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370: 20140274.
- Allen LK (2000). Protected species and New England fisheries: an overview of the problem and conservation strategies. *Northeastern Naturalist* 7(4): 411-418.
- Auge AA, Moore AB, Chilvers BL (2012). Predicting interactions between recolonising marine mammals and fisheries: defining precautionary management. *Fisheries Management and Ecology* 19:426-433.
- Baird IG (2006). Strength in diversity: fish sanctuaries and deep-water pools in Lao PDR. *Fisheries Management and Ecology* 13(1):1-8.
- Baird IG, Flaherty MS (2005). Mekong River Fish Conservation Zones in Southern Laos: Assessing Effectiveness Using Local Ecological Knowledge. *Environmental Management* 36(3):439-454.
- Blyth-Skyrme RE, Kaiser MJ, Hiddink JG, Edwards-Jones G, Hart PJ (2006). Conservation benefits of temperate marine protected areas: variation among fish species. *Conservation Biology* 20(3):811-20.
- Byers JE, Noonburg EG (2007). Poaching, enforcement, and the efficacy of marine reserves. *Ecological Applications* 17(7):1851-1856.
- Catano LB, Gunn BK, Kelley MC, Burkepile DE (2015). Predation risk, resource quality, and reef structural complexity shape territoriality in a coral reef herbivore. *PLoS One* 10(2).
- Chessman BC (2013). Do protected areas benefit freshwater species? A broad-scale assessment for fish in Australia's Murray–Darling Basin. *Journal of Applied Ecology* 50:969-976.
- Christie P, White A, Deguit E (2002). Starting point or solution? Community-based marine protected areas in the Philippines. *Journal of Environmental Management* 66(4):441-54.
- Cucherousset J, Paillisson JM, Carpentier A, Thoby V, Damien JP, Eybert MC, Feunteun E, Robinet T (2007). Freshwater protected areas: an effective measure to reconcile conservation and exploitation of the threatened European eels (*Anguilla anguilla*)?. *Ecology of Freshwater Fish* 16:528-538.
- Daskalov GM, Mackinson S, Cheng HQ, Pinnegar JK (2009). Evaluation of the usefulness of Marine Protected Areas (MPA's) for management of recovery of fish stocks and ecosystems in the North Sea. In: Palomares MLD, Morissette L, Cisneros-Montemayor

- A, Varkey D, Coll M, Piroddi C (eds.), *Ecopath 25 Years Conference Proceedings: Extended Abstracts*, pp. 50-51. Fisheries Centre Research Reports 17(3). Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Dunlop ES, Eikeset AM, Stenseth NC (2015). From genes to populations: how fisheries-induced evolution alters stock productivity. *Ecological Applications* 25(7):1860-8.
- Edgar GJ, Stuart-Smith RD, Thomson RJ, Freeman DJ (2017). Consistent multi-level trophic effects of marine reserve protection across northern New Zealand. *PLoS One* 12(5).
- Enberg K, Jørgensen C, Dunlop ES, Heino M, Dieckmann U (2009). Implications of fisheries-induced evolution for stock rebuilding and recovery. *Evolutionary Applications* 2(3):394-414.
- Feiner ZS, Chong SC, Knight CT, Lauer TE, Thomas MV, Tyson JT, Höök TO (2015). Rapidly shifting maturation schedules following reduced commercial harvest in a freshwater fish. *Evolutionary Applications* 8(7):724-37.
- Florin AB, Bergström U, Ustups D, Lundström K, Jonsson PR (2013). Effects of a large northern European no-take zone on flatfish populations. *Journal of Fish Biology* 83(4):939-62.
- Frisch AJ, Cole AJ, Hobbs JP, Rizzari JR, Munkres KP (2012). Effects of spearfishing on reef fish populations in a multi-use conservation area. *PLoS One* 7(12).
- Grafton RQ, Kompas T, Lindenmayer D (2005). Marine reserve with ecological uncertainty. *Bulletin of Mathematical Biology* 67:957-971.
- Guidetti P, Claudet J (2010). Comanagement practices enhance fisheries in marine protected areas. *Conservation Biology* 24(1):312-8.
- Gupta N, Raghavan R, Sivakumar K, Mathur VB (2014). Freshwater fish safe zones: a prospective conservation strategy for river ecosystems in India. *Current Science* 107(6):949-950.
- Harasti D, Lee KA, Gallen C, Hughes JM, Stewart J (2015). Movements, Home Range and Site Fidelity of Snapper (*Chrysophrys auratus*) within a Temperate Marine Protected Area. *PLoS One* 10(11).
- Hedges KJ, Koops MA, Mandrak NE, Johannsson OA (2010). Use of aquatic protected areas in the management of large lakes. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 13(2):135-142.
- Hermoso V, Filipe AF, Segurado P, Beja P (2015a). Effectiveness of a large reserve network in protecting freshwater biodiversity: a test for the Iberian Peninsula. *Freshwater Biology* 60: 698-710.
- Hermoso V, Cattarino L, Kennard MJ, Linke S (2015b). Catchment zoning for freshwater conservation: Refining plans to enhance action on the ground. *Journal of Applied Ecology* 52.
- Hermoso V, Abell R, Linke S, Boon P (2016). The role of protected areas for freshwater biodiversity conservation: challenges and opportunities in a rapidly changing world. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 26:3-11.
- Islam MM, Islam N, Sunny AR, Jentoft S, Ullah MH, Sharifuzzaman SM (2016). Fishers' perceptions of the performance of hilsa shad (*Tenualosa ilisha*) sanctuaries in Bangladesh. *Ocean & Coastal Management* 130:309-316.
- Juffe-Bignoli D, Harrison I, Butchart SHM, Flitcroft R, Hermoso V, Jonas H, Lukasiewicz A, Thieme M, Turak E, Bingham H, Dalton J, Darwall W, Deguignet M, Dudley N, Gardner R, Higgins J, Kumar R, Linke S, Milton GR, Pittock J, Smith KG, van Soesbergen A (2016). Achieving Aichi Biodiversity Target 11 to improve the performance of protected

- areas and conserve freshwater biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 26:133-151.
- Keith P (2000). The part played by protected areas in the conservation of threatened French freshwater fish. *Biological Conservation* 92(3):265-273.
- Lawrence DJ, Larson ER, Reidy Liermann CA, Mims MC, Pool TK, Olden JD (2011). National parks as protected areas for U.S. freshwater fish diversity. *Conservation Letters* 4: 364-371.
- Le-Quesne WJF, Arreguin-Sanchez F, Albanez-Lucero M, Cheng HQ, Cruz-Escalona VH, Daskalov G, Ding H, Rodriguez EG, Heymans JJ, Jiang H, Lercari D, Lopez-Ferreira C, Lopez-Rocha JA, Mackinson S, Pinnegarj K, Polunin NVC, Wu J, Xu HG, Zetina-Rejon MJ (2008). Analysing ecosystem effects of selected marine protected areas with ecospace spatial ecosystem models. *Fisheries Centre Research Reports* 16(2).
- Lloret J, Riera V (2008). Evolution of a Mediterranean coastal zone: human impacts on the marine environment of Cape Creus. *Environmental Management* 42(6):977-88.
- Lynch TP, Wilkinson E, Melling L, Hamilton R, MacReady A, Feary S (2004). Conflict and impacts of divers and anglers in a marine park. *Environmental Management* 33(2):196-211.
- Makino A, Klein CJ, Beger M, Jupiter SD, Possingham HP (2013). Incorporating conservation zone effectiveness for protecting biodiversity in marine planning. *PLoS One* 8(11).
- Malcolm HA, Schultz AL, Sachs P, Johnstone N, Jordan A (2015). Decadal Changes in the Abundance and Length of Snapper (*Chrysophrys auratus*) in Subtropical Marine Sanctuaries. *PLoS One* 10(6).
- Mancini L, Formichetti P, Anselmo A, Tancioni L, Marchini S, Sorace A (2005). Biological quality of running waters in protected areas: The influence of size and land use. *Biodiversity and Conservation*. 14:351-364.
- Mann BQ, Winker H, Maggs JQ, Porter SN (2016). Monitoring the recovery of a previously exploited surf-zone fish community in the St Lucia Marine Reserve, South Africa, using a no-take sanctuary area as a benchmark. *African Journal of Marine Science* 38(3):423-441.
- Marra S, Coppa S, Camedda A, Mazzoldi C, Wrachien F, Massaro G, de Lucia GA (2016). Recovery Trends of Commercial Fish: The Case of an Underperforming Mediterranean Marine Protected Area. *PLoS One* 11(1).
- Marrer H (1985). Bericht über die aktuelle fischereibiologische Bedeutung und die fischereiwirtschaftliche Zweckmässigkeit des Schongebietes (1985). Im Auftrags des Fischereiinspektorats des Kantons Bern. 22S.
- Melnychuk MC, Banobi JA, Hilborn R (2013). Effects of Management Tactics on Meeting Conservation Objectives for Western North American Groundfish Fisheries. *PLoS One* 8(2).
- Molloy PP, McLean IB, Cote IM (2009). Effects of marine reserve age on fish populations: a global meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 46(4):743-751.
- Nel JL, Roux DJ, Maree G, Kleynhans CJ, Moolman J, Reyers B, Rouget M, Cowling RM (2007). Rivers in peril inside and outside protected areas: a systematic approach to conservation assessment of river ecosystems. *Diversity and Distributions* 13:341-352.
- Nevill J, Phillips N (2004). 4.4 Assessing the effects of freshwater protected areas. In: *The Australian Freshwater Protected Area Resourcebook: the policy background, role and importance of protected areas for Australian inland aquatic ecosystems*. Online document. Accessed on 13 Juli 2017. Available from: www.onlyoneplanet.com/FW_ProtectedArea_SourceBook.doc

- Olsen EM, Heino M, Lilly GR, Morgan MJ, Brattey J, Ernande B, Dieckmann U (2004). Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod. *Nature* 428(6986):932-5.
- Penha J, Fernandes IM, Suárez YR, Silveira RML, Florentino AC, Mateus L (2014). Assessing the potential of a protected area for fish conservation in a neotropical wetland. *Biodiversity and Conservation* 23(13):3185–3198.
- Pillans RD, Bearham D, Boomer A, Downie RA, Patterson TA, Thomson DP, Babcock RC (2014). Multi year observations reveal variability in residence of a tropical Demersal Fish, *Lethrinus nebulosus*: implications for spatial management. *PLoS One* 9(9).
- Pina-Amargós F, González-Sansón G, Martín-Blanco F, Valdivia A (2014). Evidence for protection of targeted reef fish on the largest marine reserve in the Caribbean. *PeerJ* 2.
- Politikos DV, Maravelias CD, Tzanetis DE (2013). Assessing the risk of alternative management strategies in a Mediterranean fishery: protecting the younger vs reducing fishing effort. *Journal of Biological Dynamics* 7:183-98.
- Post JR, Sullivan M, Cox S, Lester N, Walters CJ, Parkinson EA, Paul AJ, Jackson L, Shuter BJ (2002). Canada's recreational fisheries: the invisible collapse? *Fisheries* 27:6-17.
- Renz H (1991). Traumbestand im Schongebiet? *Petri Heil* 1/1991:10.
- Roberts CM, Branch G, Bustamante RH, Castilla JC, Dugan J, Halpern BS, Lafferty KD, Leslie H, Lubchenco J, McArdle D, Ruckelhaus M, Warner RR (2003). Application of ecological criteria in selecting marine reserves and developing reserve networks. *Ecological Applications* 13(1):215-228.
- Roux DJ, Nel JL, Ashton PJ, Deacon AR, de Moor FC, Hardwick D, Hill L, Kleynhans CJ, Maree GA, Moolman J, Scholes RJ (2008). Designing protected areas to conserve riverine biodiversity: Lessons from a hypothetical redesign of the Kruger National Park. *Biological Conservation* 141:100-117.
- Russ GR, Alcala AC (1996). Do marine reserves export adult fish biomass? Evidence from Apo Island, central Philippines. *Marine Ecology Progress Series* 132(1-3):1-9.
- Sala E, Costello C, Dougherty D, Heal G, Kelleher K, Murray JH, Rosenberg AA, Sumaila R (2013). A General Business Model for Marine Reserves. *PLoS One* 8(4).
- Sale PF, Cowen RK, Danilowicz BS, Jones GP, Kritzer JP, Lindeman KC, Planes S, Polunin NVC, Russ GR, Sadovy YJ, Steneck RS (2005). Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *Trends in Ecology and Evolution* 20(2):74-80.
- Salz RJ, Loomis DK (2005). Recreation specialization and angler's attitudes towards restricted fishing areas. *Human Dimensions of Wildlife* 10(3):187-199.
- Sanyanga RA, Machena C, Kautsky N (1995). Abundance and distribution of inshore fish in fished and protected areas in Lake Kariba, Zimbabwe. *Hydrobiologia* 306(1):67-78.
- Sarkar UK, Pathak AK, Tyagi LK, Srivastava SM, Singh SP, Dubey VK (2013). Biodiversity of freshwater fish of a protected river in India: comparison with unprotected habitat. *Revista de Biología Tropical* 61(1):161-72.
- Sarkar UK, Singh AK, Jena JK (2011). Biodiversity of freshwater fish in the protected forest areas of Uttar Pradesh and its significance in management of riverine fish diversity. *National Conference on Forest Biodiversity: Earth's Living Treasure*, 22nd May 2011.
- Saunders DL, Meeuwig JJ, Vincent ACJ (2002). Freshwater Protected Areas: Strategies for Conservation. *Conservation Biology* 16: 30-41.
- Sciberras M, Jenkins SR, Mant R, Kaiser MJ, Hawkins SJ, Pullin AS (2015). Evaluating the relative conservation value of fully and partially protected marine areas. *Fish and Fisheries* 16:58-77.

- Siebeck O (2002). Auf dem Weg zu einem Biotopverbund. Untersuchungen - Fakten - Probleme – Empfehlungen. Akademie fuer Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) – Laufener. Seminarbeitraege 2/02:167-202.
- Suski CD, Cooke SJ (2007). Conservation of Aquatic Resources through the Use of Freshwater Protected Areas: Opportunities and Challenges. *Biodiversity and Conservation* 16(7):2015-2029.
- Thieme ML, Sindorf N, Higgins J, Abell R, Takats JA, Naidoo R, Barnett A (2016). Freshwater conservation potential of protected areas in the Tennessee and Cumberland River Basins, USA. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 26:60-77.
- Trebilco R, Gales R, Baker B, Terauds A, Sumner MD (2008). At sea movement of Macquarie Island giant petrels: Relationships with marine protected areas and Regional Fisheries Management Organisations. *Biological Conservation* 141:2942-2958.
- Uusi-Heikkilä S, Whiteley AR, Kuparinen A, Matsumura S, Venturelli PA, Wolter C, Slate J, Primmer CR, Meinelt T, Killen SS, Bierbach D, Polverino G, Ludwig A, Arlinghaus R (2015). The evolutionary legacy of size-selective harvesting extends from genes to populations. *Evolutionary Applications* 8(6):597-620.
- Vanderklift MA, Babcock RC, Cook K (2013). The effects of protection from fishing on species richness: distinguishing between alternative explanations. *Oecologia* 171:309-315.
- Wang Y, Duan LJ, Li SY, Zeng ZY, Failler P (2015). Modeling the effect of the seasonal fishing moratorium on the Pearl River Estuary using ecosystem simulation. *Ecological Modelling* 312:406-416.
- Weeks R, Russ GR, Alcala AC, White AT (2010). Effectiveness of marine protected areas in the Philippines for biodiversity conservation. *Conservation Biology* 24(2):531-40.

6.2 Bericht

- aqua viva (2016). Nr. 2/2016 Fischrückgang in der Schweiz. Wo stehen wir heute? In Zusammenarbeit mit der Fischereiberatung FIBER, 37 S.
- Escher M (1999). Einfluss von Abwassereinleitungen aus Kläranlagen auf Fischbestände und Bachforelleneier. BUWAL; Mitteilungen zur Fischerei Nr. 61, 201 S.
- Escher M und Vonlanthen P (2016a): 25 Jahre Fischfangstatistik im Kanton Bern. Fischereiinspektorat des Kantons Bern. 44 S.
- Escher M und Vonlanthen P (2016b): 25 Jahre Fischfangstatistik im Kanton Bern. Fischereiinspektorat des Kantons Bern. Faktenblatt Thunersee: http://www.vol.be.ch/vol/de/index/natur/fischerei/angelfischerei/pachtgewaesser/thunersee.assetref/dam/documents/VOL/LANAT/de/Natur/Fischerei/Seen_A-Z/Statistik/25_Jahre_Thunersee%20101.pdf
- Friedl C (1996): Populationsdynamik und Reproduktionsbiologie der Bachforelle (*salmo trutta fario* L.) in einem hochalpinen Fliessgewässer. Abhandlung zur Erlangung des Titels Doktorin der Naturwissenschaften der Eidgenössischen technischen Hochschule Zürich. 175 S.
- Hertig A (2006): Populationsdynamik der Äschen (*Thymallus thymallus*) im Linthkanal mit besonderer Berücksichtigung der Habitatnutzung der Äschenlarven. Dissertation zur Erlangung der naturwissenschaftlichen Doktorwürde der Mathematisch - naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich. 161 S.
- Kirchhofer A, Breitenstein M, Zaugg B (2007). Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 0734, 64 S.
- Opschoor, H (1992). Sustainable Development, the Economic Process and Economic Analysis. Environment, economy and sustainable development. Johannes (Hans) B. Opschoor (editor). Association of Post-Keynsian Studies. Wolters-Nordhoff Publishers, 1992.