



Bewirtschaftungskonzept der IBKF für die Bodensee-Seeforelle

Arbeitsgruppe Wanderfische

2017



Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei

Impressum

Herausgeber: Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF)

Autor: Peter Rey, HYDRA Konstanz

Gestaltung: J. Hesselschwerdt, P. Rey; Fotos: HYDRA

Zeichnungen Seeforellen: Paul Vecsei

Begleitung: Arbeitsgruppe Wanderfische der IBKF:

Mag. DI Roland Jehle, Liechtenstein, Vorsitz

Roman Kistler, Kanton Thurgau

Dr. Manuel Konrad, Baden-Württemberg

Michael Kugler, Kanton St. Gallen

Dr. Roland Rösch, Baden-Württemberg

Mag. Nikolaus Schotzko, Vorarlberg

Dr. Marcel Michel, Kanton Graubünden

Dr. Michael Schubert, Bayern

Dr. Dominik Thiel, Kanton St. Gallen

Druck: Druckerei Uhl, D-78315 Radolfzell

Download pdf: www.ibkf.org

1. Auflage: 1500

Vaduz, im Juni 2017

© IBKF 2017



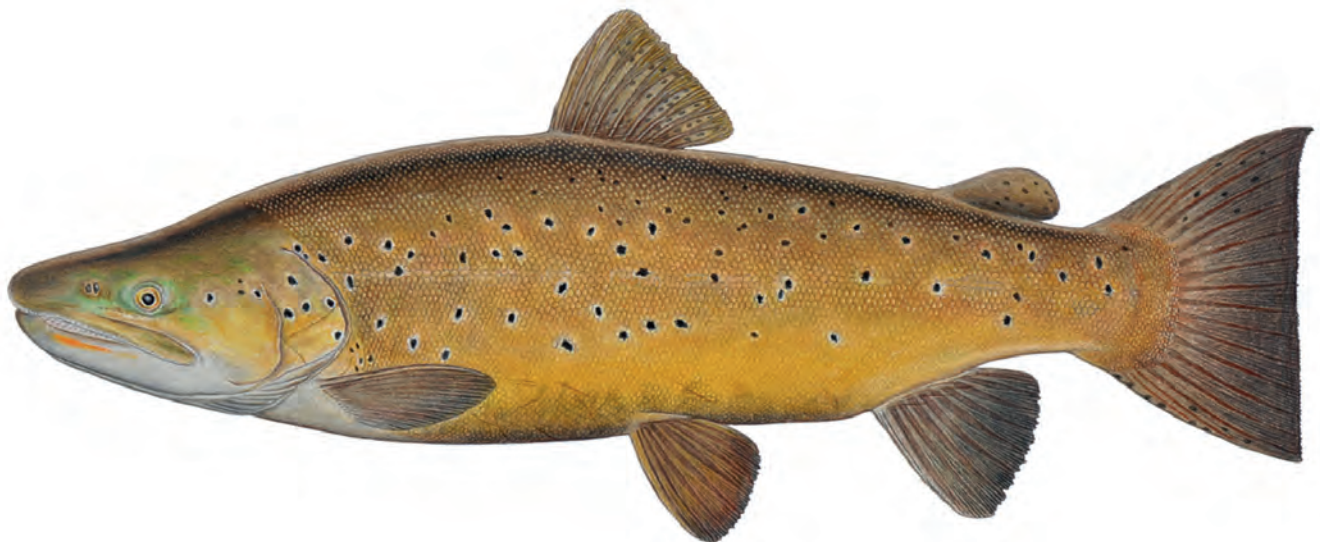
Bewirtschaftungskonzept der IBKF für die Bodensee-Seeforelle

Arbeitsgruppe Wanderfische

2017

Auftraggeber:

Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF)



Inhalt

Einleitung	2
Die Seeforelle im Einzugsgebiet Alpenrhein-Bodensee	2
Kennzahlen zur Bodensee-Seeforelle	3
Berufs- und Angelfischerfänge	3
Durchgängigkeit der Gewässer und Reproduktionspotenzial	4
Verbreitung und Laichfischzahlen	5
Naturverlaichung der Seeforellen	5
Genetik der Seeforellen	7
Aktuelle Bewirtschaftungspraxis	8
Bestimmungen für den Fang und die Bewirtschaftung von Seeforellen	8
Eiproduktion, Erbrütung und Besatzpraxis	9
Beurteilung bisheriger Bewirtschaftungs- und Fördermaßnahmen	10
Grundsätze für die künftige Seeforellen-Bewirtschaftung	11
Prinzipien für die autochthone Seeforellen-Bewirtschaftung	11
Prinzipien für den Seeforellen-Besatz	13
Besatzerfolg / Monitoring	15
Ausblick und wichtige Strategien	16
Beurteilung der aktuellen Bestandssituation mit und ohne Besatz	16
Vorschläge zur Anpassung der geltenden Schonbestimmungen	16
Zusammenfassung der wichtigsten Bewirtschaftungsstrategien	17
Gute fischereiliche Praxis für den Seeforellenbesatz	18
Glossar	20
Quellen	21



Einleitung

Die Seeforelle ist im Einzugsgebiet des Bodensees eine noch immer gefährdete Fischart. Durch geeignete Maßnahmen – allen voran die Seeforellenprogramme der IBKF – konnte sie zwar vor dem Aussterben gerettet werden [18], dennoch kann sich der Bestand noch immer nicht nur durch natürliche Reproduktion selbst erhalten [10]. Viele geeignete Laichgebiete sind nicht oder erst eingeschränkt erreichbar, veränderte Abfluss- und Geschlechtsverhältnisse und andere Belastungen verhindern die Ei- und Brüttingsentwicklung. Auf dem Rückweg in den Bodensee lauern für die Laichfische und die einjährigen Jungfische Gefahren und Sackgassen. Die Erschließung weiterer Reproduktionsräume und die Bewirtschaftung der Art durch zeitgemäße Besatzmaßnahmen spielen daher noch immer eine entscheidende Rolle für die Arterhaltung und die fischereiliche Nutzung. Im vorliegenden Bewirtschaftungskonzept sollen deshalb grundlegende Handlungsziele und Bewirtschaftungsgrundsätze festgeschrieben werden.

Unter der Federführung der Fischereifachstellen und Fischereiverwaltungen der Länder und Kantone sollen mit dem Konzept alle Akteure an den aktuellen und künftigen Seeforellengewässern angesprochen werden. Hierzu zählen u.a. Betreiber von Fischbrutanlagen, Fischereibewirtschafter und Gewässerpächter, Berufsfischer und Angelfischer.

Die Seeforelle im Einzugsgebiet Alpenrhein-Bodensee

Was der Atlantische Lachs für den Rhein unterhalb des Rheinfalls bei Schaffhausen, das ist die Seeforelle für die Gewässer im Einzugsgebiet des Bodensees, der «Binnenlachs» sozusagen – eine Galionsfigur oder «flagship-species» für den integrativen Gewässerschutz auf dem Niveau von Einzugsgebieten. Die bei uns heimischen Seeforellen und Bachforellen gehören derselben Fischart an – *Salmo trutta*. Durch die Entwicklung unterschiedlicher Fortpflanzungs- und Wanderstrategien entstanden im Laufe von Jahrtausenden mehrfach unabhängig drei verschiedene Ökotypen: die Bachforelle (*Salmo trutta*, *forma' fario*) und die wandernden Formen Meerforelle (*S. trutta*, *forma' trutta*) und Seeforelle (*S. trutta*, *forma' lacustris*). Gesunde, sich selbst erhaltende Seeforellen-Bestände entwickeln sich nur in Gewässersystemen, in denen der gesamte Lebenszyklus der Art ablaufen kann. Seeforellen bevorzugen nährstoffarme, tiefe Seen mit guter Sauerstoffversorgung und Wasserqualität. Sie ernähren sich im Jugendstadium von wirbellosen Kleintieren und später überwiegend von Fischen. Vor allem die Weibchen (Rogner) werden vergleichsweise spät (4- bzw. 5-jährig) bei einer Größe von über 60 cm geschlechtsreif. Seeforellen können vereinzelt Längen von über einem Meter und ein Gewicht von über 20 kg erreichen.

Zur Reproduktion wandern die Seeforellen aus dem Bodensee zu ihren Laichgründen im Einzugsgebiet. Noch weitgehend unerforscht sind die Faktoren, die es den Fischen ermöglichen, ihre Heimatgewässer wiederzufinden (*Homing*). Neben einem guten Orientierungssinn spielt dabei der spezifische Geruch der Gewässer eine große Rolle und damit auch die Anwesenheit von jungen Artgenossen und bereits eingestiegenen Laichfischen. Ein kleiner Teil der Seeforellen wechselt auch das Reproduktionsgewässer oder wählt es zufällig [10, 17, 5]. Diese Fische werden «Strayer» (= Streuner) genannt.

Auf ihren historischen Laichzügen haben die Bodensee-Seeforellen über 145 km zurückgelegt (bis über Disentis im Vorderrhein) und sind in Höhen von über 1'300 m aufgestiegen (bis Novai in der Landquart). Seeforellen wandern zu unterschiedlichen Zeiten in die Laichgewässer ein. In einigen großen Bodensee- und Alpenrhinzufüssen bereits im Frühsommer und Sommer, im Alpenrhein zum Teil noch früher. Erst im Spätherbst erreichen Seeforellen die Laichreife und tauschen das silbrige Seekleid gegen ein goldbraunes Laichkleid aus. Die Milchner entwickeln ihren imposanten Laichhaken. Vor dem Ablachen werden vom Rogner bis zu 30 cm tiefe Laichgruben ins Flussbett gegraben und darin die Eier abgelegt und vom Männchen (Milchner) befruchtet. Die Eier entwickeln sich während des Winters in gut durchströmtem Substrat. Seeforelleneier benötigen in den Bodenseezufüssen ca. 95-160 Tage von der Eiablage bis zum Schlupf und ca. 125-200 Tage, bis

Herausforderung

Zielgruppe und Partner

die Brütlinge das Substrat verlassen [10]. Je nach Höhenlage und Temperaturverlauf des Gewässers findet man die ersten Brütlinge Anfang April bis Anfang Mai.

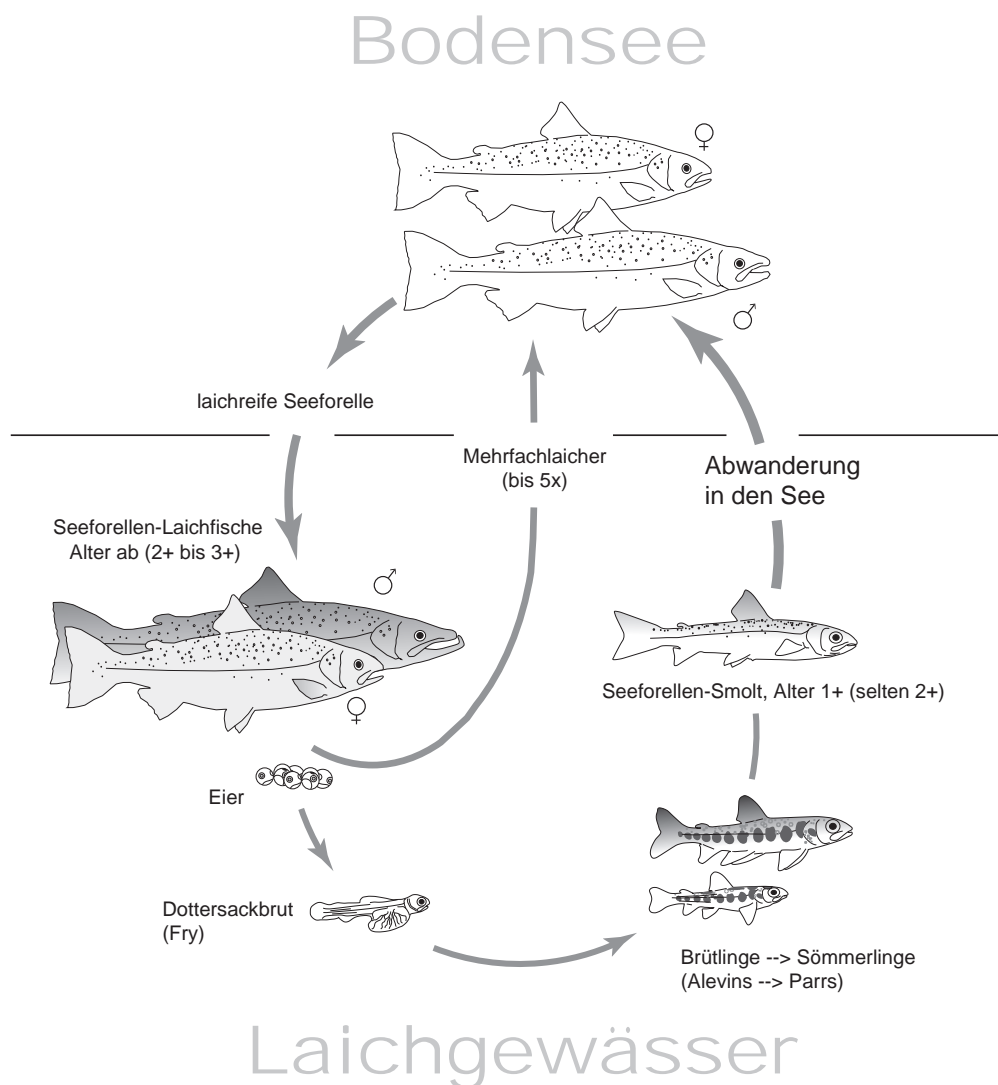


Abb. 1: Lebenszyklus der Seeforelle (*Salmo trutta forma lacustris*). Grafik: HYDRA ©.

Seeforellen können während ihres Lebens mehrfach ablaichen. In der Goldach und der Steinach konnten ein bedeutender Teil der Seeforellen als Mehrfachlaicher identifiziert werden, rund 2 % laichen sogar drei- oder mehrmals ab [10,12].

Junge Seeforellen wandern in der Regel einjährig in einer Länge um 20 cm in den See ab. Der Abstieg erfolgt schwerpunktmäßig zwischen Mitte April und Ende Mai. Kurz davor geschieht meist eine Umfärbung zum silbrigen Smolt (analog zur Bezeichnung junger, abwandernder Lachse). Sowohl Laichfische als auch Smolts nutzen höhere Abflüsse in den Gewässern zur Abwanderung [11, 12, 19].

Kennzahlen zur Bodensee-Seeforelle

Berufs- und Angelfischerfänge

Die Seeforellenerträge der Berufsfischer im Bodensee sind seit über hundert Jahren dokumentiert. Abb. 2 spiegelt die abwechslungsreiche Geschichte der Seeforellenfischerei in dieser Zeit wider. Sie belegt u.a. den deutlichen Einfluss moderner Netztechnik auf die Ertragssteigerung ab ca. 1950 und den ertragsmindernden Einfluss der Bodensee-Eutrophierung seit ca. 1955 – letzteres in Kombination mit der damals zunehmenden Querverbauung in den Laichgewässern.

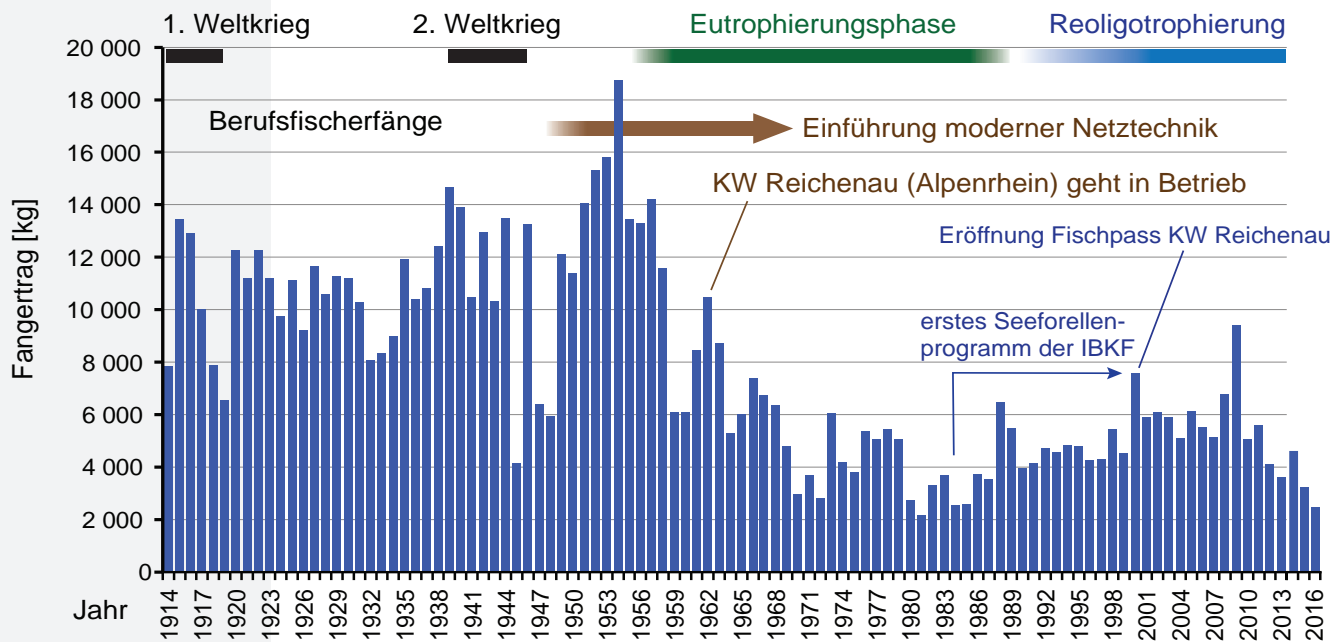
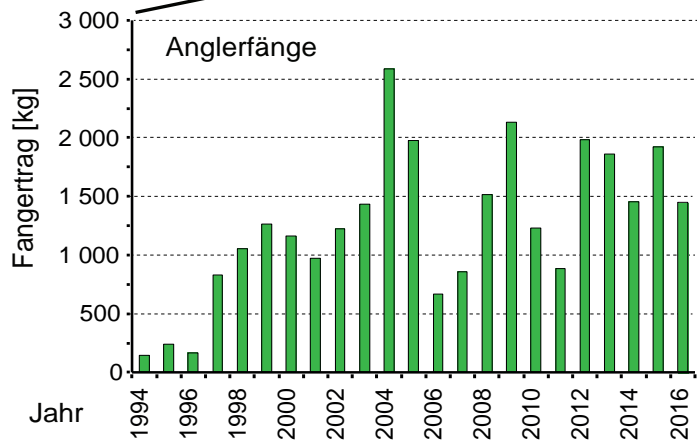


Abb. 2: Entwicklung des Seeforellenfangs am Bodensee (alle Seeteile zusammen). Oben: gewerbliche Fangerträge der Berufsfischer seit 1914. Rechts: Erträge der Freizeitfischerei (Anglerfänge) seit 1994. Quelle: IBKF.



Chronik der Seeforellenbewirtschaftung am Bodensee

- 1850: Überfischung der Seeforelle während ihres Laichaufstieges in die Zuflüsse
- 1893: Bregenzer Übereinkunft: Schonmaß: 30 cm, Schonzeit: 1.10. – 31.12.
- 1950 Schonmaß im See: 40 cm; Schonzeit: 15.7.-15.9.
- 1962: Inbetriebnahme KW Reichenau: Zusammenbruch der Laichfischzahlen im Alpenrhein
- 1970 er-Jahre: Seebesatz mit Fremdmaterial
- 1970 er-Jahre: Besatz mit Regenbogenforellen als ‚Ersatzfischart‘
- 1978: Schonmaß im See: 35 cm
- 1983: AG Seeforelle: Schonmaß 50 cm
- ab 1985: 2 Schonzeiten: 15.07.-15.09 und 01.11. – 10.01. Aufbau autochthoner Laichfischstämme. Schongebiete in den Mündungsbereichen der Zuflüsse.
- 1980er Jahre bis heute: Besatzmaßnahmen in den Zuflüssen
- 1980er Jahre bis heute: Sanierung der Hindernisse
- Ende 1990er Jahre: Besatz mit Regenbogenforellen in den Zuflüssen weitgehend eingestellt
- 2000: Bau eines Fischpasses am Kraftwerk Reichenau

Die Erholung der Seeforellenerträge seit ca. 1985 ist den Seeforellenprogrammen der IBKF, den Folgemaßnahmen zur Durchgängigkeit und der Einrichtung des Fischaufstiegs am Kraftwerk Reichenau im Alpenrhein zu verdanken. Für den erneut deutlichen Rückgang der Berufsfischerfänge seit 2010 konnten noch keine plausiblen Gründe gefunden werden. Die Anglerfänge (Abb. 2 unten rechts) werden seit 1994 systematisch aufgezeichnet und ausgewertet. Sie liegen bei einem Drittel bis etwa zur Hälfte der Berufsfischerfänge, zeigen aber keinen signifikanten Ertragsrückgang seit 2011.

Durchgängigkeit der Gewässer und Reproduktionspotenzial

Ob ein System als Laichgewässer angenommen wird und Potenzial für eine erfolgreiche Seeforellen-Reproduktion besitzt, hängt u.a. von folgenden Faktoren ab:

- der Erreichbarkeit geeigneter Laichgebiete sowie der Zahl der einsteigenden Laichfische
- den physikalisch-chemischen Eigenschaften (Temperatur-, Sauerstoffregime, anorganischen und organischen Belastungen) und den hydrologischen Eigenschaften (Wassermengen, Abflussregime) des Gewässers
- der Trübstoffführung, der Geschiebedynamik sowie der Menge und der Qualität des potenziellen Laichsubstrats
- der Überlebenschance der Eier und der Brütlinge im Substrat sowie den

Entwicklungsbedingungen für die Jungfische.

In allen Bodensee-Zuflüssen gibt es natürliche Aufstiegs Grenzen, in den meisten Fließgewässern endet die Seeforellenwanderung aber bereits zuvor an künstlichen Querbauwerken (Abb. 3). Die meisten Flussoberläufe und ihre Seitengewässer sind nicht erreichbar, obwohl gerade diese weniger hochwasseranfällig sind und sich als Laichhabitate besonders gut eignen würden [10, 11]. Stellenweise werden Seeforellen auch durch den starken Abfluss von Kraftwerkskanälen vom richtigen Weg abgelenkt und landen in Sackgassen. Einige schlecht oder gar nicht funktionierende Fischaufstiegshilfen selektieren zumindest die Größe der weiterwandernden Laichfische und schränken so deren Zahl ein.

In kleineren Bodenseezuflüssen kann man häufig beobachten, dass der winterliche Abfluss für einen gefahrlosen Abstieg der vom Laichgeschäft erschöpften und teilweise verletzten Seeforellen nicht ausreicht. Die Tiere müssen deshalb unverhältnismäßig lange im Gewässer verweilen. Dies erhöht das Risiko, an UDN (*Ulzerativer Dermalnekrose*) zu erkranken und danach an einer sekundären Verpilzung durch *Saprolegnia*-Erreger zu verenden [12].

Bei Laichflüssen mit Kraftwerksstufen geraten abwandernde Forellen oft noch an Wehranlagen ohne geeignete Abstiegshilfen oder in Sackgassen. So finden nicht einmal die Seeforellen aus dem oberen Einzugsgebiet des Alpenrheins bei Normalabflüssen einen Weg über das Wehr des KW Reichenau, weswegen auch in diesem Fall häufig Verpilzungen auftreten. Hier und an anderen Kraftwerksanlagen führt darüber hinaus ein noch unzureichender Fischschutz zu Verlusten, da die Fische Schutzrechen mit großen Stababständen passieren können und so in die meist tödlichen Turbinenpassagen gelangen.

Verbreitung und Laichfischzahlen

In 56 Flüsse und Bäche des Bodensee-Einzugsgebiets steigen aktuell Seeforellen-Laichfische ein. Für die Jahre 2010 bis 2016 wurden vergleichende Zahlen dieser Einsteiger abgeschätzt (Abb. 3) [11, 12, 19]. Die Angaben von den Kraftwerkstufen Reichenau im Alpenrhein und dem Hochwuh an der Ill beruhen auf vollständigen Zählungen über das gesamte Jahr hinweg. Demnach machen sich in jedem Jahr zwischen 1500 und 3800 laichreife Seeforellen auf die Suche nach geeigneten Laichplätzen. Das durchschnittliche Körpergewicht dieser Fische liegt bei etwa 2,6 kg.

Naturverlaichung der Seeforellen

In der Goldach, der Steinach und dem Vorderrhein sowie in einigen Rheintal-Binnenkanälen werden von den Seeforellen regelmäßig und viele Laichgruben angelegt. Aber auch in den meisten anderen Bodensee- und Alpenrheinzufüssen gibt es Flächen mit geeignetem Laichsubstrat und zumindest Versuche der Naturverlaichung [10, 11, 13]. Die großen Flüsse Alpenrhein, Vorderrhein, Bregenzerach und Argen weisen die umfangreichsten zusammenhängenden Laichflächen auf. Große Potenziale an Laichgebieten liegen allerdings oft in nur eingeschränkt oder noch nicht erreichbaren Abschnitten [10].

Die Zahlen zum natürlichen Brütlings- und Jungfischauftreten sind noch lückenhaft, zeigen aber, dass es in den Seeforellengewässern deutliche Unterschiede im Reproduktionserfolg gibt. Schlupfraten und Jungfischauftreten, die einen regelmäßigen natürlichen Reproduktionserfolg belegen, sind bisher nur in der Goldach, der Steinach und der Restwasserstrecke im Vorderrhein oberhalb Illanz untersucht und nachgewiesen [10, 12, 13]. Dabei wurden folgende maximalen Werte gefunden: Schlupfraten: > 75% (Vorderrhein); Brütlingaufkommen: >1000 Brütlinge pro 100 m Bachstrecke (Goldach, Steinach); Smoltdichte: ca. 15 Smolts pro 100m Bachstrecke (Steinach). In einer Restwasserstrecke des Vorderrheins oberhalb Illanz liegt das Brütlingaufkommen (Seeforellen & Bachforellen) etwa 20 Mal höher als innerhalb der darauffolgenden Schwall/Sunk-Strecke. In allen anderen untersuchten Laichgewässern ist der Reproduktionserfolg deutlich kleiner oder die Anzahl der Seeforellen gegenüber den Bachforellen bzw. der Anteil von Fischen aus Naturverlaichung gegenüber solchen aus Besatz sind unbekannt.

Natürliche und künstliche Aufstiegs Grenzen für Seeforellen

Hautkrankheiten und Verpilzungen

Abstiegshindernisse, Sackgassen und Gefahren

Aktuelle Laichfischzahlen

Zustand und Produktivität der aktuellen Laichgewässer

Brütlings- und Jungfischauftreten

Genetik der Seeforellen

Der Ökotyp Seeforelle ist bei der Wiederbesiedlung des Alpenraums mehrfach unabhängig in verschiedenen Flusssystemen entstanden. Alle in Mitteleuropa existierenden *Salmo-trutta*-Populationen lassen sich auf fünf ursprüngliche «Stämme» zurückführen, die durch eine eiszeitlich bedingte geographische Isolation während des Pleistozäns (beginnend 2,6 Mio Jahre vor heute) entstanden sind. Die Seeforellen des Bodensees sind vorwiegend dem «Atlantischen Typ» zuzuordnen, bei einzelnen Individuen wurde ein Ursprung aus dem Donauraum oder eine Verwandtschaft zur *Marmorata*-Forelle nachgewiesen. Etliche Seeforellen zeigten auch eine für dänisch/norwegische Zuchtlinien von Bachforellen typische Genetik. Diese Typen stammen aus früheren Besatzmaßnahmen oder aus Bastardisierungen zwischen Seeforellen und aus fremden Zuchtlinien abstammenden Bachforellen. Die Vermischung könnte durch früheren Fremdbesatz, aber auch durch Elterntierstämme nicht kontrollierter Herkunft erfolgt sein.

Jedes Gewässer mit einsteigenden Laichfischen besitzt neben seiner eigenen Bachforellen- auch seine eigene Seeforellenpopulation. Diese kann sich durch rasch – innerhalb einer bis weniger Generationen – ablaufende genetische Ausleseprozesse und Homing von anderen Populationen abgrenzen, so dass sogenannte *Evolutionary Significant Units* oder ESUs entstehen [3, 4, 20, 26]. Dabei handelt es sich um genetisch unterscheidbare und für die Arterhaltung wichtige Evolutionseinheiten.

Auch bei den meisten Vergleichen von See- und Bachforellen aus demselben Gewässer wurden erkennbare genetische Unterschiede gefunden. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass sich die Ökotypen Bach- und Seeforelle hauptsächlich getrennt fortpflanzen; es kommt aber auch immer wieder zu Kreuzungen zwischen See- und Bachforellen [3, 4].

Die Bodenseezuflüsse Rotach, Alpenrhein, Goldach und Steinach weisen jeweils eigene Seeforellenpopulationen auf, die sich genetisch von denen der anderen untersuchten Zuflüsse unterscheiden [3, 4]. Seeforellen aus Goldach und Steinach sind sich genetisch sehr ähnlich, diejenigen aus den Zuflüssen Leiblach und Bregenzerach gehören wieder zu einer gemeinsamen eigenständigen Population (Abb. 4). Bei den Seeforellen aus der Argen werden genetische Übereinstimmungen mit denen anderer Zuflüsse gefunden, aber bisher keine eigene Population. Die Seeforellen aus den Zuflüssen der deutsch-österreichischen Seite (Rotach, Leiblach und Bregenzerach) weisen genetisch eine größere Ähnlichkeit zu einander auf als zu den Seeforellen aus den Schweizer Zuflüssen Goldach und Steinach.

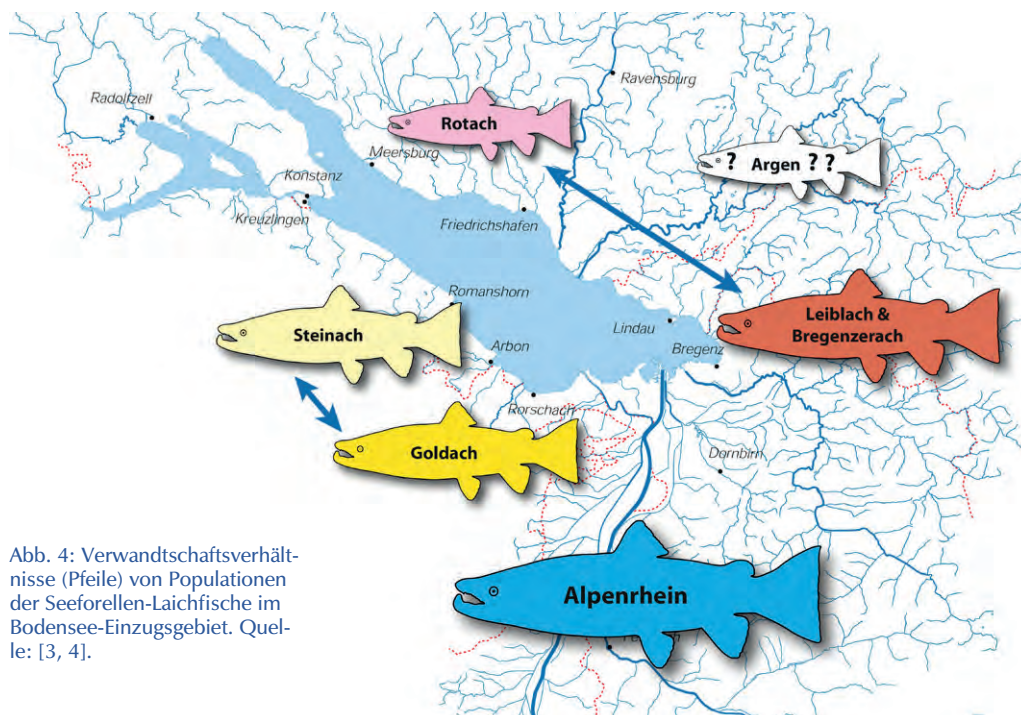


Abb. 4: Verwandtschaftsverhältnisse (Pfeile) von Populationen der Seeforellen-Laichfische im Bodensee-Einzugsgebiet. Quelle: [3, 4].

Ursprüngliche Seeforellenstämme

Genetische Ausleseprozesse - ESUs

Verwandtschaftsverhältnisse zwischen Bach- und Seeforellen

Verwandtschaftsverhältnisse zwischen Populationen verschiedener Gewässer

Aktuelle Bewirtschaftungspraxis

Bestimmungen für den Fang und die Bewirtschaftung von Seeforellen

Die Bewirtschaftung der Bodensee-Seeforelle folgt den «Grundsätzen der fischereilichen Bewirtschaftung des Bodensee-Obersees und seiner Zuflüsse» der IBKF (Stand Juni 2016) und den Regelungen der Länder und Kantone. Graubünden und St. Gallen besitzen darüber hinaus fischereiliche Bewirtschaftungskonzepte. In einigen Regularien sind auch die Handlungserfordernisse zur Beseitigung von Auf- und Abstiegshindernissen sowie geeignete Untersuchungen zur Vorabklärung und Erfolgskontrollen aufgeführt. Einziges Fanggerät, das in der Berufsfischerei speziell auch für den Fang von Forellen ausgelegt ist, ist der sog. «Forellensatz» (Maschenweite 70 mm), der außerhalb der Halde zum Einsatz kommt. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass die meisten Seeforellen im See als Beifang in den Schwebnetzsätzen auf Felchen (Maschenweiten 38/40 mm) gefangen werden. Auch in Brachsennetzen (Maschenweite 80 mm) können Seeforellen gefangen werden.

Eine nachhaltige Nutzung des Seeforellenbestands erfordert eine entsprechende Reglementierung von Fangzeiten, Fanggebieten und Schonmaßen. Bei einzelnen Ländern und Kantonen gelten über das allgemeine Fischereirecht hinaus noch regionale Verordnungen für See und Zuflüsse. In Bereichen um einige Flussmündungen sind spezielle Schongebiete für Seeforellen ausgewiesen (Tab. 1). Das Schonmaß für Seeforellen liegt im See und im Alpenrhein aktuell bei 50 cm. Wie neueste Untersuchungen belegen [27], erreicht ein großer Teil der Seeforellen die Geschlechtsreife allerdings erst bei Längen über 50 cm. Erst ab einer Totallänge von 60 cm sind dann mehr als 90 % der Milchner und ab ca. 65 cm alle Rogner geschlechtsreif. Beim derzeit geltenden Schonmaß (50 cm) werden somit viele unreife Individuen gefangen, bevor sie das erste Mal abgelaicht haben.

Tab. 1: Rechtsgrundlagen und Schonbestimmungen für den Fang von Seeforellen im Bodensee-Obersee und seinem Einzugsgebiet. Schonzeiten werden ab dem 1.1.2018 harmonisiert.

Land/Kanton	Schonzeiten	Schonmaße	Schonbezirke
Bayern	See: 01.11-10.01.	50 cm	Allgemeine Fischschonbezirke
Baden-Württemberg	See: 01.11-10.01. Flüsse: 01.10.-28.02.	50 cm 50 cm	Ufer Friedrichshafen über Rotachmündung; Schussengrund, Argen und Mühlbachmündung
Thurgau	See: 01.10-31.01.	50 cm	Luxburger Bucht; Bereich Goldachmündung; Uferbereich Güttingen
St. Gallen	See: 01.10-31.01.	See und Rhein: 50 cm	Bereiche Goldach- / Steinachmündung
Graubünden	Alpenrhein: 15.7.-31.01.	generell: 24 cm; Rhein: 50 cm	Mit Verbot gekennzeichnete Einflussbereich von Fischeaufstiegsanlagen.
Liechtenstein	Alpenrhein: 01.10.-31.01. Binnengew.: 01.10.-31.03.	Rhein: 50 cm	

Der Fang von Laichfischen (Wildlingen) (Tab. 2) ist die Voraussetzung für eine autochthone gewässerspezifische Bewirtschaftung bzw. ein flussgebietsbezogenes Management.

Tab. 2: Laichfischfang (LFF) von Seeforellen im Einzugsgebiet von Alpenrhein und Bodensee. * = Reusenfänge. Quelle: IBKF.

Gewässer	Laichfische				
	Zahl gefangener oder aus Reuse entnommener Individuen (Rogner/Milchner)				
	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Goldach (SG)	kein LFF	kein LFF	53 (43/10)	31 (23/8)	40 (25/15)
Steinach (SG)	328	106	183	26 (7/19)	101 (19/82)
Leiblach (Bay/V)	42 (23/19)	12 (8/4)	9 (6/3)	16 (13/3)	18 (15/3)
Rotach (B-W)	17	3 (3/0)	0	kein LFF	kein LFF
Schwarzach (V)	kein LFF	3 (2/1)	5 (3/2)	12 (7/5)	2 (0/2)
Bregenzerach - VKW-Kanal (V)	kein LFF	33 (20/13)	27 (17/10)	10 (4/6)	33 (20/13)
Alpenrhein Domat/Ems (GR)*	52 (25/27)	34 (13/21)	72 (23/49)	18 (9/9)	15 (6/7)

Seeforellenfang in der Berufsfischerei

Schonbestimmungen

Laichfischfang

Nur durch die Verwendung von wild gefangenen Laichfischen können Domestikationseffekte weitgehend vermieden werden [4, 26]. In den Kantonen St. Gallen und Graubünden wird Seeforellenbesatz aktuell nur noch aus autochthonen Wildlingen gewonnen.

Eiproduktion, Erbrütung und Besatzpraxis

Die Besatzfischproduktion erfolgt in 14 Erbrütungs- und Haltungsanlagen am Bodensee und in seinem Einzugsgebiet (Tab. 3). Die Anlagen sind z.T. speziell für die Seeforellenbewirtschaftung eingerichtet.

Tab. 3: Aktuelle Fischbrutanlagen und Laichfisch-/Elterntierbestände für die Seeforellen-Produktionen und den Besatz im Einzugsgebiet Bodensee-Obersee. Daten: 2016/2017; Quelle: IBKF.

Land/Kanton	Anlagen, Fischereizentren	Elterntiere / Haltungen / Alter						Herkunft
		0+	1+	2+	3+	4+	älter	
Bayern	Nonnenhorn	38 000	1000	0	200	220	30	Leiblach
	Salgen	55 000	32 000	320	0	0	100	Leiblach, Argen
Baden-Württemberg	Langenargen, Oberreitnau, Bad Waldsee	1 000	350	250	280	280	200	Argen, Rotach
Thurgau	Tägerwilen		400	300	35	28	15	Steinach
	Romanshorn		100	250	280	280	410	Alpenrhein, Leiblach
St. Gallen	Rorschach (neu FZ Steinach)			100	Elterntierhaltung wird eingestellt			Steinach
Graubünden	Rothenbrunnen Domat-Ems Trun, Klosters	Aktuell keine Elterntiere mehr – Laichgewinnung nur noch aus Wildlingen						
Liechtenstein	Ruggell	derzeit keine Seeforellen-Elterntierhaltung						
Vorarlberg	Hard		40	250	20		10	Bregenzerach, Leiblach-Schwarzach, Steinach
	Total	94 000	33 890	1 370	635	628	770	

Aktuell stammt noch ein überwiegender Teil der für den Besatz vorgesehenen Brütlinge und Jungfische aus den Elterntierhaltungen. Die in Tab. 4 angeführten Produktionszahlen von 2016/17 spiegeln weitgehend die Situation der letzten Bewirtschaftungsjahre wider. Demnach wird jährlich eine Zahl von etwas über 2,5 Mio. Eiern erbrütet; die eigentliche Brutkapazität liegt etwa doppelt so hoch.

Tab. 4: Aktuelle Seeforellen-Eigenproduktionen und Kapazitäten in den verschiedenen Fischbrutanlagen für den Besatz im Bodensee-Einzugsgebiet. Stand: 2016/2017. Quelle: IBKF.

Land/Kanton	Eizahlen 2016/2017		
	Eier	Herkunft	Erbrütungskapazität
Bayern	949 660	Elterntierhaltung Nonnenhorn	1 200 000, Abgabe 140 000 nach Hard
Baden-Württemberg	903 000	FBA Langenargen, aus diversen Hälterungsanlagen	1 000 000
Thurgau	89 000 530 000	Privatweiher Tägerwilen Hälterung FZ Romanshorn	1 000 000
St. Gallen	7 000 45 300 53 000 30 400	Teichanlage FZ Rorschach Wildlinge Steinach Wildlinge Goldach Bodensee-Wildlinge aus Berufsfischerfang	800 000
Graubünden	53 000	Wildlinge Alpenrhein	800 000
Liechtenstein	aufgehoben	Bruthaus Ruggell	
Vorarlberg	7000 56 000 120 000	Haltung LFZ Hard Wildlinge Bregenzerach Haltung Nonnenhorn	250 000
Total	2 843 860		5 050 000

Derzeit werden in über 120 Fließgewässern bzw. Fließgewässerabschnitten des Bodensee-Einzugsgebietes und vereinzelt in den See selbst Seeforellen eingesetzt. Der Besatz findet in vielen Fällen auch oberhalb der derzeitigen Aufstiegs Grenzen für Laichfische statt. Seeforellennachwuchs wird in verschiedenen Entwicklungsstadien zu unterschiedlichen

Fischbrutanlagen und Elterntierhaltung

Eiproduktion und Erbrütungskapazitäten

Zeiten besetzt. Dabei kommen in der Regel möglichst frühe Lebensstadien (fressfähige Brut, vorgestreckte Jungfische, Vorsommerlinge), in seltenen Fällen bereits Eier zum Einsatz, um eine sichere Prägung auf das Besatzgewässer sicherzustellen (Homing). Sommerlingsbesatz und Besatz mit einjährigen Fischen wird in Bayern und im Thurgau noch regelmäßig praktiziert und in Graubünden erfolgt er in den von Kraftwerkschwall/-sunk belasteten Gewässern (Tab. 5), um dort die Überlebenschancen zu erhöhen.

Tab. 5: Aktueller Seeforellenbesatz im Einzugsgebiet des Bodensees (Ober- und Untersee, Hoahrhein) am Beispiel des Besatzjahres 2016. Besatzalter und Besatzgewässer. Quelle: IBKF.

Land/Kanton	Seeforellenbesatz 2016 – Alter und Einsatzgewässer					
	Eier	Brut/ Vorstrecklinge	Vorsommerlinge/ Strecklinge	Sommerlinge	Jährlinge u. älter	Total
Bayern			415 000 Leiblach, Ach, Wolfsbach, Eschbach	50 900 Leiblach, Ach, Wolfs- bach, Eschbach		465 000
Baden- Württemberg	20 000 Rotach	115 000 Rotach, Wolfegger Ach mit Nebenge- wässern	546 000 In Bodenseezuflüsse, Seefel- der Ach mit Deggenhauser Aach, Schussen, Argen (je mit Nebengewässern)			681 000
Thurgau		10 000 Hochrhein	20 500 Hochrhein-Zuflüsse 159 000 Obersee-Zuflüsse 10 000 Untersee-Zuflüsse	740 Obersee-Zuflüsse 700 Hochrhein-Zuflüsse 700 Hochrhein	3 040 Obersee-Zuflüsse 60 Untersee-Zuflüsse	204 740
St. Gallen		109 600 Obersee-Zuflüsse	70 000 Obersee-Zuflüsse			179 600
Graubünden			56 500 Alpenrhein, Vorderrhein, Hinterrhein, Landquart	4 700 Alpenrhein, Vorder- rhein, Hinterrhein, Landquart		61 200
Liechtenstein	kein Besatz					
Vorarlberg			87 000 Bregenzerach u. Seitenbäche, Spirsbach, Ill, Dornbirnerach, Schwarzach, Harder Gewäs- ser, Alter Rhein			87 000
Total	20 000	234 600	1 364 000	57 740	3 100	1 679 440

Besatzzahlen und Besatzalter

Bewirtschaftungsfehler und Strategieänderungen

Effekte der Elterntierhaltung

Einsatz von Jährlingen aus Fischzuchten

Beurteilung bisheriger Bewirtschaftungs- und Fördermaßnahmen

Die seit 1985 umgesetzten Seeforellenprogramme der IBKF und die Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Laichgewässer haben die Reproduktionschancen der Art im Einzugsgebiet des Bodensees deutlich verbessert, so dass sich wieder ein Laichfischbestand aufbauen konnte [18]. Zuvor praktizierte Seebesätze mit Jungfischen aus verschiedenen anderen Voralpenseen konnten zwar dazu beigetragen, einen nutzbaren Forellenbestand im See selbst zu erhalten, haben aber nicht die natürliche Reproduktion gefördert. Die Schweizer Kantone Graubünden und St. Gallen haben eine Vorreiterrolle in der autochthonen Bewirtschaftungspraxis eingenommen, die danach von anderen Ländern und Kantonen im Grundsatz übernommen wurde. Die meisten Gebiete mit autochthoner Bewirtschaftung zeigen heute wieder einen regelmäßigen und teilweise auch individuenreichen Seeforellenlaichzug.

In Gebieten, in denen erst wenige Wildlinge zur Bewirtschaftung zur Verfügung stehen, spielt noch immer die Elterntierhaltung in Fischzuchten über mehrere Jahre oder deren Nachzucht über Generationen hinweg eine Rolle bei der Seeforellenbewirtschaftung (Tab. 3 und 4). Dies kann nach neuen Erkenntnissen die Naturverlaichung der Art negativ beeinflussen [23, 26].

Der teilweise immer noch praktizierte Einsatz von einsömmerigen Fischen und noch älteren Tieren aus der Fischzucht (Nachkommenschaft gehaltener Elterntiere) ist als Bewirtschaftungsmaßnahme in Laichgewässern untauglich und steht im Widerspruch zu den Erkennt-

nissen moderner Besitzpraxis. Eine Prägung auf das Besatzgewässer erfolgt bei diesen Lebensstadien nicht mehr, Domestikationseffekte machen sich bemerkbar.

Die Beseitigung von Wanderhindernissen bleibt nach wie vor eine wichtige Aufgabe der nächsten Jahre. Neben noch bestehenden Migrationshindernissen (oder Kontinuumsunterbrechungen) müssen auch einige schlecht oder für die großen Seeforellen-Laichfische nicht (mehr) durchgängige Fischaufstiegshilfen repariert bzw. angepasst werden. Der Aufstieg, aber auch die Rückwanderung in den See bleibt in einigen Bächen für adulte Seeforellen aufgrund zu geringer Wassertiefen infolge unzureichender Pflicht-(Dotier-)wasserabgaben erschwert oder gar unmöglich. An den meisten Wehranlagen fehlen aktuell geeignete und für Seeforellen-Laichfische sowie abwanderungswillige Smolts gut auffindbare Fischabstiege. Für die 15 bis 25 cm langen und oft deutlich unter 2 cm breiten Smolts stellen die Rechen vor den Turbinen mit Stababständen von über 15 mm zwar eine Verhaltensbarriere, bei entsprechenden Anströmgeschwindigkeiten und lichter Weite jedoch durchaus auch tödliche Fallen dar [7, 12].

Reproduktionserfolg und Produktivität der Seeforellen-Laichgewässer leiden weiterhin unter Belastungen und Defiziten infolge der energiewirtschaftlichen (Schwall und Sunk, ungenügendes Restwasser, turbinenbedingte Mortalität, Feststoffmanagement, Sohlenverdichtung/Kolmation) und vielfältigen anderen Nutzungen und Eingriffen im Einzugsgebiet (stoffliche Belastung, Abschwemmungen aus landwirtschaftlich genutzten und versiegelten Flächen, Eintrag organischer Feststoffe etc.) [11].

Hinsichtlich einer Reihe von möglichen (Teil-)Populationen bestehen noch immer Wissenslücken. So ist die Bedeutung vieler kleinerer Bodenseezuflüsse für die Seeforelle noch nicht erforscht. Wenig weiß man auch darüber, welche Gewässerabschnitte in den Oberläufen der Systeme sich als Laichhabitate eignen und wo man deshalb die Wiederherstellung der Durchgängigkeit besonders rasch vorantreiben sollte (Priorisierung). In einigen Seeforellengewässern werden daher regelmäßige Laichplatzkartierungen durchgeführt [12, 13]. Eine Unterscheidung der Laichgruben von Bach- und Seeforellen ist allerdings meist schwierig oder unmöglich.

Grundsätze für die künftige Seeforellen-Bewirtschaftung

Prinzipien für die autochthone Seeforellen-Bewirtschaftung

Ziel der Seeforellen-Bewirtschaftung ist die Förderung eines regelmäßigen und individuenreichen Einstiegs von Laichfischen in die Flüsse und Bäche und damit die Etablierung einer sich selbst erhaltenden Wildpopulation mit ihren genetischen Besonderheiten und bestmöglichen Anpassungen an die Bedingungen ihres Heimatgewässers. Am Beispiel des Seeforellenstamms Goldach und des sich daraus entwickelten Steinach-Stamms ließ sich rekonstruieren, dass die genetische Auftrennung in zwei Evolutionseinheiten (ESUs) innerhalb weniger Jahre abgelaufen ist. Die in Management-Einheiten bewirtschafteten Bäche zeigten dabei sehr schnell die höchsten Einsteigerzahlen pro Gewässerstrecke, die individuenreichste Smolt-Produktionen im gesamten Bodensee-Einzugsgebiet (vgl. Abb. 3) und eine maximale Gewässertreue der Laichfische [10, 11, 12].

Um das Bewirtschaftungsziel zu erreichen, soll die autochthone Seeforellen-Bewirtschaftung gefördert werden. Dies bedeutet im Wesentlichen, dass bereits existierende, genetisch unterscheidbare Wild-Populationen zur Bewirtschaftung in geografisch getrennten «Management-Einheiten» herangezogen (Abb. 5) und vor Einkreuzung geschützt werden. Auf diese Weise wird auch die bestehende genetische Vielfalt der Art innerhalb des gesamten Verbreitungsgebietes bewahrt [20]. Management-Einheiten können zunächst ganze Flussgebiete umfassen, solange keine neuen Evolutionseinheiten im gleichen Flussgebiet entstanden sind. Ist dies jedoch der Fall, sollte man eine neue separate Bewirtschaftung ins Auge fassen und kann auch bei gut funktionierender Naturverlaichung den Besatz einstellen.

Verbleibende Defizite bei der Seeforellenwanderung

Verbleibende Gewässerbelastungen

Kenntnislücken

Übergeordnetes Bewirtschaftungsziel

Autochthone Seeforellen-Bewirtschaftung und Management-Einheiten

Management-Einheiten für Seeforellenbesatz im Bodensee-Einzugsgebiet

ABU	Albula	OAR	Obere Argen
ALF	Alfenz	ORA	Oberreitnauer Aach
ALT	Alter Rhein	PLE	Plessur
ARC	Arboner Ach	RAB	Rabiusa
ARG	Argen	RAC	Radolfzeller Aach
ARH	Alpenrhein	RBK	Rheintaler Binnenkanal
BAC	Bregenzerrach	ROC	Rotach (Rothach)
BBZ	dir. Bregenzerrach	ROT	Rotach
	Bodenseezuflüsse	SAA	Saar, Wiltenser-Wangser Giessen
BOD	Bodensee	SAS	Salmsach (Ach)
BRU	Brunnisach	SFA	Seefelder Aach
BZTU	Bodenseezuflüsse	SHU	Schussen
	Thurgau Untersee	SPI	Spiersbach
BZTO	Bodenseezuflüsse	SRH	Seerhein
	Thurgau Obersee	STE	Steinach
BZÜ	dir. Bodenseezuflüsse	STL	Steinlibach
	Überlingersee	STO	Stockacher Aach
DOR	Dornbirnerach	TAM	Tamina
DRG	Direkte Rheinzufüsse	UAR	Untere Argen
	Graubünden	VAL	Valsler Rhein
EHB	Ehbach	VRH	Vorderrhein
FRU	Frutz	WBK	Werdenberger Binnenkanal
GLE	Glenner (Glogn)	WEI	Weißbach
GOL	Goldach	WOA	Wolfegger Aach
GSD	Gsdaldenbach		
HBZ	Harder Bodensee-Zuflüsse		
HOR	Hochrhein		
HRH	Hinterrhein		
ILL	Ill		
IGI	Igiser Mühlbach		
LBK	Liechtensteiner Binnenkanal		
LEI	Leiblach		
LIP	Lipbach		
LUZ	Lutz		
LUX	Luxburger Aach		
NON	Nonnenbach		

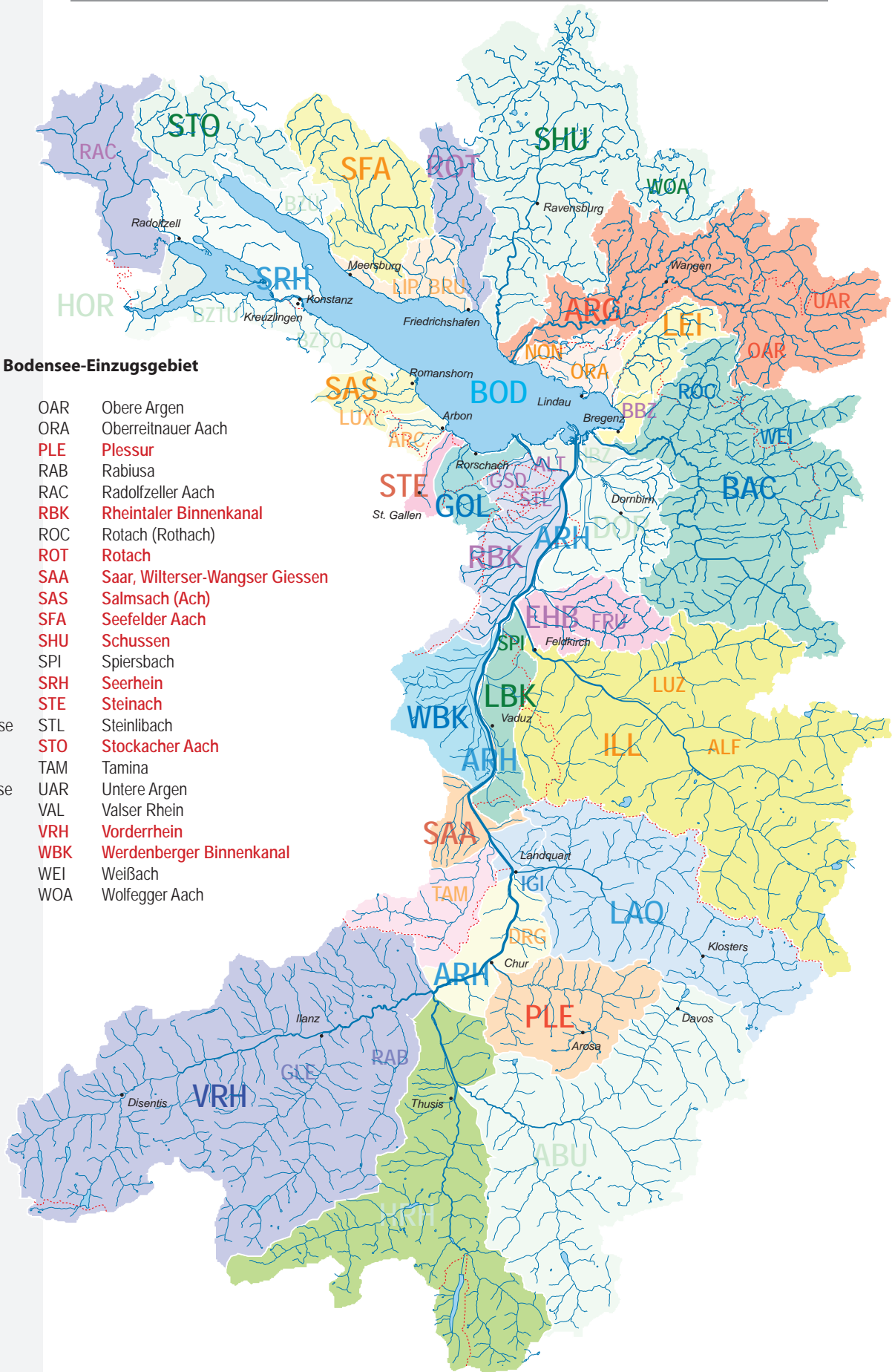


Abb. 5: Vorschlag zur Bewirtschaftung der Seeforellen in getrennten Management-Einheiten. Die in der Karte farblich unterschiedenen Einzugsgebiete von «Systemgewässern» sollten möglichst getrennt voneinander autochthon bewirtschaftet werden, sobald die Laichfischzahlen eine solche Bewirtschaftung zulassen. Die dazugehörigen in Kürzeln angegebenen Systemgewässer sind in der Liste rot hervorgehoben. In den innerhalb dieser Einheiten liegenden kleineren Teileinzugsgebieten (kleinere Kürzel und in der Liste mit schwarzer Schrift) könnten sich weitere «Evolutionary Significant Units» (ESU) ausbilden, wenn z.B. die Oberläufe der Systemgewässer wieder erreichbar sind. Eine separate Bewirtschaftung ist hierin noch nicht vorgesehen. Grafik: HYDRA © 2009, 2017, BOWIS © 2009.

Die Anpassung an das Laichgewässer, die durch autochthone Bewirtschaftung in Management-Einheiten erreicht wird, gelingt nicht, wenn zur Produktion von Besatzforellen Elterntiere herangezogen werden, die bereits über Generationen in der Fischzucht gehalten wurden. Durch Nachzuchten aus Elterntierhaltung gehen erbliche Merkmale und Fähigkeiten (Prädispositionen) verloren, die bei den Wildlingen das Überleben und die Vermehrung im Heimatgewässer sicherstellen [23]. Die Tiere zeigen somit einen vererbten «Fitnessverlust» und können bei Besatz sogar die Wildpopulation schwächen [22, 25, 26]; bestenfalls sind sie dieser im Naturgewässer jedoch deutlich unterlegen.

Aus diesen Gründen und unter Berufung auf die Prinzipien der «Vorsorge» und der «Schadensvermeidung» wird grundsätzlich vom Besatz mit Jungfischen abgeraten, die von älteren Elterntierstämmen aus Fischzuchten abstammen. Allochthone Elterntiere (fremder oder unbekannter Herkunft) sollen auf keinen Fall mehr für Besatzzwecke herangezogen werden. Dennoch lässt sich auf absehbare Zeit nicht überall auf die Haltung von Elterntieren bei der Besatzfischproduktion verzichten. Vor allem, wenn nicht genügend Wildlinge zur autochthonen Bewirtschaftung zur Verfügung stehen, stellt die Elterntierhaltung nach wie vor eine Option dar. Deshalb müssen Risiken durch ein professionelles Management des Elterntierstammes (Inzuchtvermeidung, Auffrischung durch Wildlinge mindestens alle 2 Jahre) kompensiert werden.

Prinzipien für den Seeforellen-Besatz

Basis für Fischbesatzmaßnahmen ist das jeweils geltende Fischereirecht der Anrainerstaaten. Vor jeder Besatzmaßnahme mit Seeforellen sollten ein nachvollziehbarer Grund für den Besatz und ein klares Besatzziel definiert werden. Besatzziel im Falle der Bodensee-Seeforelle sind Arterhaltung und Bestandsstützung, insbesondere im Hinblick auf die bestehende fischereiliche Nutzung der Art. Folgende Vorgaben sollten eingehalten werden:

- Die Seeforellen-Bewirtschaftung im Bodensee-Einzugsgebiet erfolgt autochthon in getrennten Management-Einheiten, die dem jeweiligen Kenntnisstand zum Vorhandensein genetisch unterscheidbarer Evolutionseinheiten (ESUs) entspricht;
- die Möglichkeit einer autochthonen Seeforellen-Bewirtschaftung und damit eine geeignete Herkunft des Besatzmaterials müssen gegeben sein, bevor Besatz durchgeführt wird;
- wenn Laichfische einsteigen und/oder Brütlinge im Gewässer/Gewässersystem nachgewiesen sind, soll geprüft werden, ob entsprechende Management-Einheiten abgegrenzt und diese bereits autochthon bewirtschaftet werden können;
- jegliche Besatzmaßnahmen sind als mittelfristiger Ausgleich habitatbedingter Defizite im Fischbestand anzusehen [20];
- auf Seebesatz soll verzichtet werden, da dieser die Kriterien für eine nachhaltige Seeforellenbewirtschaftung nicht erfüllt.

Zur Evaluation der Besatzmaßnahmen müssen geeignete Erfolgskontrollen durchgeführt werden, um in einem iterativen Prozess zu einer an das jeweilige Gewässer angepassten optimalen Bewirtschaftung zu kommen. Über allen Besatzmaßnahmen sind regelmäßige Besatz-/Bewirtschaftungsberichte zu erstellen.

Bis sich ein sich selbst erhaltender, reproduzierender Seeforellen-Bestand etabliert hat, wird zunächst «Wiedereinbürgerungsbesatz» (synonym «Initialbesatz») durchgeführt [20]. Ist dieser erfolgreich, so kann ein darauffolgender «Stützbesatz» dem Ausgleich noch verbleibender, lebensraumbedingter Defizite im Seeforellenbestand dienen [20]. Mit Verbesserungen der Defizite wird er mittelfristig entbehrlich. Andere Besatzformen (Kompensationsbesatz, Attraktionsbesatz) kommen nicht in Frage.

Eckpunkte für Besatzmaßnahmen sind:

- Der Besatz muss im ursprünglichen historischen Verbreitungsgebiet der Art erfolgen
- Besatz soll nur solange stattfinden, bis es Möglichkeiten für eine bestandsbildende na-

Nutzung von Elterntieren aus Fischzuchten

Besatzziele

Besatz-Prinzipien

Erfolgskontrollen

Besatzformen

türliche Zuwanderung bzw. den Nachweis für eine sich selbst erhaltende Population im Gewässer gibt

- Wiedereinbürgerungs- und Stützbesätze sollen nur dort stattfinden, wo die Chancen für die Entwicklung einer Wildpopulation nach fachlichen Kriterien groß sind
- Wiedereinbürgerungsprojekte sollten durch Experten und/oder interdisziplinäre Arbeitsgruppen begleitet werden; sie bedürfen einer Erfolgskontrolle.

Catch&Carry

Catch&Carry (Fangen und Versetzen laichreifer Seeforellen) ist eine Sonderform des Besatzes und kommt dann in Frage, wenn Laichfische an einem unüberwindbaren Hindernis innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets anstehen und sich oberhalb dieses Hindernisses geeignete Laichgebiete befinden. Catch&Carry-Versuche eignen sich zur Ermittlung des Reproduktionspotenzials in noch nicht erreichbaren Gewässerabschnitten und zur Bestimmung des Handlungsbedarfs hinsichtlich der Fischdurchgängigkeit.

Besatz aus laichreifen Seefängen

Teilweise wird der Laich und das Spermium von Seeforellen aus Berufsfischer-Fängen zur Bewirtschaftung herangezogen. Da bei diesen im See gefangenen Fischen nicht klar ist, zu welcher Population sie gehören, sollten Jungfische entsprechend unklarer Herkunft nur für Wiedereinbürgerungs-/Initialbesätze verwendet werden.

Für den Seeforellenbesatz sind Gewässerabschnitte zu bevorzugen,

Besatzorte

- die möglichst flussaufwärts (quellnah) im historischen bzw. potenziellen Verbreitungsgebiet der Art liegen, da hier die Gefahr für Eier und Jungfische geringer ist, durch Winterhochwasser beeinträchtigt oder in Mitleidenschaft gezogen zu werden;
- die natürlicherweise von Bachforellen als Laichgebiet genutzt werden (Erkenntnisse aus Laichplatzkartierungen, Brütlingsbefischungen);
- in denen stoffliche und/oder hydraulische Belastungen nicht zu höheren Mortalitäten führen;
- in denen fischfressende Vögel oder Fraßdruck durch andere Fischarten keine maßgeblichen Mortalitätsfaktoren für Jungfische darstellen.

Für den Seeforellenbesatz sollten Gewässerabschnitte gemieden werden,

- an denen starke Schwall/Sunk-Bedingungen herrschen, (Anmerkung: Hier ist die Option von Jährlingsbesatz für die Hauptgewässer Alpenrhein, Vorder- und Hinterrhein und Zuflüsse jeweils individuell zu prüfen);
- an denen unzureichende Restwasserbedingungen herrschen;
- die sich in heißen Sommern regelmäßig über 20° C erwärmen;
- in denen starke Trübung herrscht mit Drift von Schluff, Sand, organischem Material;
- in denen das Nahrungsangebot unzureichend oder ungeeignet ist.

Grundsatz zur Besatzfischgröße: so klein wie möglich und so groß wie nötig

Seeforellenbesatz sollte so früh wie möglich erfolgen, so dass die Jungfische möglichst viele Entwicklungsstufen im Besatzgewässer verbringen und eine entsprechende Prägung erfahren (Tab. 6). Zugleich müssen sie aber groß und unempfindlich genug sein, um im Gewässer überleben zu können. Besatzmaßnahmen sollten möglichst im Frühjahr erfolgen, damit die Fische über den Sommer hinweg heranwachsen und Energiereserven für den Winter aufbauen können [20]. Auf Besatz mit Fischen, die länger als 3 Monate in der Fischzucht angefüttert wurden, ist möglichst zu verzichten. In alpinen Gewässern kann es allerdings sinnvoll sein, mit dem Besatz abzuwarten, bis die Schneeschmelze vorbei ist, weil die damit verbundene Wassertrübung die Nahrungsaufnahme der Brütlinge erschwert. Vor allem hier bietet sich an, den Besatz zunächst in kleinere, klare Aufzuchtbäche mit gleichmäßigem Abfluss einzubringen und danach den Besatz mit Sömmerlingen durchzuführen. Generell ist darauf zu achten, dass die Aufzuchtbäche innerhalb derselben Management-Einheit liegen wie das Besatzgewässer. Auf diese Weise muss auch bei größeren Besatzfischen nicht vollständig auf die Prägung verzichtet werden. In vielen alpinen Seeforellengewässern herrschen zudem Schwall/Sunk-Bedingungen, so dass oft nur ältere, schwimmstarke Fische überleben können. Hier ist die Möglichkeit von Besatzmaßnahmen (Ort, Besatzalter) individuell zu prüfen.

Aufzuchtbäche und Sonderfälle

In Bächen der Forellenregion (Epirhithral, Metarhithral) kann in der Regel die 1,5-fache bis doppelte Zahl an Sömmerlingseinheiten pro Hektar besetzt werden wie in Gewässern der Äschenregion (Hyporhithral) [15, 20].

Tab. 6: Besatzalter (Wochen/Monate) und Besatzdichten (Besatz in Stück/Hektar nutzbarer Habitatflächen) von Seeforellen. Eignung verschiedener Seeforellen-Entwicklungsstadien für den Besatz. Umrechnung von Sömmerlingseinheiten. Eignungen der jeweiligen Besatzalter von Seeforellen aus der Fischzucht: grün: geeignet; gelb: eingeschränkt geeignet; rot: ungeeignet. Die Angaben zur Eignung gelten nicht oder nur bedingt für Besatzfische, die in Aufzuchtbecken auf die jeweilige Management-Einheit und damit auf das Besatzgewässer geprägt wurden.

Besatzalter	Anfütterung	Sömmerlings-einheiten (SE)	Besatzdichten	Bemerkung
«grüne» Eier*	keine		-	zu empfindlich
geäugte Eier	keine		unbegrenzt	gutes Besatzalter
Dottersackbrut	keine	10 Brütlinge = 1 SE	-	sehr empfindlich
Brut ca. 2-2,5 cm	< 2 Wochen	10 Brütlinge = 1 SE	4 000 - 5 000/ha	Besatz empfindlich
	mind. 2 Wochen	5 Brütlinge = 1 SE		optimales Besatzalter
Vorstrecklinge/ Vorsömmerlinge 2,5 - <4 cm	2 - 7 Wochen	2 Vorstrecklinge = 1 SE	2 500 – 3 500/ha	
Sömmerlinge >4 - >8 cm	2 Monate und älter	1 Sömmerling = 1 SE	1 500 - 2 500/ha	Prägung nicht vollständig
Jährlinge 12 - 15 cm	mind. 12 Monate	4 Jährling = 6 SE	200 – 1 000/ha	keine Prägung

Besatzfischer und Besatzmengen

Der Einsatz von Elterntieren aus Fischzuchten für die Produktion von Besatzfischen kann dort praktiziert werden, wo noch nicht genügend Wildlinge aus dem Laichfischfang für eine autochthone Bewirtschaftung zur Verfügung stehen. Elterntiere und Besatzfische aus Elterntierhaltung müssen jedoch zur selben ESU gehören wie die autochthonen Seeforellen des entsprechenden Besatzgewässers. Weitere Rahmenbedingungen sind:

- Falls noch keine eigenständige Population im Besatzgewässer existiert, sollen die Elterntiere aus der dem Besatzgewässer geografisch am nächsten liegenden Management-Einheit des Systems stammen.
- Um einen Verlust der Fitness und anderer besonderer Eigenschaften der Wildfischpopulation zu vermeiden, ist nur die erste Tochtergeneration (F1) dieser in der Fischzucht gehaltenen direkten Nachkommen von Wildlingen für den Besatz zu verwenden. Ihre Verwendung als Elterntiere weiterer Elterntiergenerationen (F2 bis Fn) für die Besatzpraxis ist zu vermeiden bzw. einzustellen.
- Eine jährliche Ergänzung des Elternstamms durch Wildlinge ist anzustreben. Kreuzbefruchtungen mit Wildlingen und die Mischungen möglichst vieler Elternvarianten sollen gefördert werden. Befruchtungen über verschiedene Altersklassen hinweg sollen das Risiko von Geschwisterpaarungen minimieren.
- Es wird empfohlen, den Elterntierstamm regelmäßigen genetischen Kontrollen zu unterziehen.

Besatzerfolg / Monitoring der Seeforellenbestände

Um den Handlungsrahmen für die Bewirtschaftungsmaßnahmen innerhalb der Management-Einheit zu steuern, sind geeignete Erfolgskontrollen der Besatzmaßnahmen durchzuführen. Zuvor soll definiert werden, wann eine Bewirtschaftungs- bzw. Besatzmaßnahme als erfolgreich zu beurteilen ist und demnach weitergeführt, modifiziert oder eingestellt werden sollte. Der Besatzerfolg sollte innerhalb jeder Management-Einheit möglichst jährlich kontrolliert werden. In Gewässern mit Wiedereinbürgerungs-/Initialbesatz kann davon ausgegangen werden, dass Sömmerlinge, Jährlinge (Smolts) und die ersten rückkehrenden Laichfische aus Besatzfischen herangewachsen sind. Danach ist, wenn möglich, eine Un-

Kriterien für die Elterntier-Bewirtschaftung

Erfolgskontrollen

terscheidung zwischen Besatzeffekten und erfolgreicher Naturverlaichung zu treffen.

Kriterien bei der Erfolgskontrolle sind im ersten Schritt:

- geringe Mortalitätsraten bei der Jungfischentwicklung der Besatzfische. Zunahme der Jungfischdichte durch die Besatzmaßnahme (ohne und zusammen mit Bachforellenbestand),
- Einstieg von Laichfischen aus Besatzmaßnahmen, Zunahme der Anzahl an Laichgruben,
- erfolgreiche Naturverlaichung.

Geeignete Methoden zur Prüfung dieser Kriterien sind:

- Erfassung einwandernder Seeforellen und Laichfischfang,
- Erfassung der Laichaktivitäten, Laichplatzkartierungen, Gelegekontrollen,
- Brüttingskontrollen (Handkescher, E-Befischung mit feinmaschigem Anodenkescher),
- Jungfischkontrollen (E-Befischung; hierbei Erfassung des Anteils umgefärbter Smolts gegenüber Individuen mit Bachforellenfärbung),
- Molekularbiologische Untersuchungen zur Abgrenzung der (Teil-)Population in mehrjährigen Intervallen.

Liegen eindeutige anthropogene Ursachen für einen (zu) geringen oder keinen Besatzerfolg vor (z.B. hydrologische Defizite, Schadstoffeinleitungen, hohe Mortalität beim Abstieg über Kraftwerkstufen u.a.), so sind diese, nachdem sie erkannt wurden, prioritär zu beseitigen/zu mindern.

Besatzmaßnahmen sind generell dann auszusetzen oder zu beenden, wenn der Besatz qualitativ und quantitativ nicht mehr zur Verbesserung der Reproduktionsverhältnisse und der Naturverlaichung beitragen kann.

Die Bestandsüberwachung erfolgt in Form von Fangstatistiken. Diese sind dann besonders aussagekräftig, wenn neben der Fangzahl und dem Fischgewicht auch der Fangaufwand ausgewiesen wird und daraus ein Einheitsfang ($CPUE = \text{Catch-Per-Unit-Effort}$) berechnet werden kann.

Ausblick und wichtige Strategien

Beurteilung der aktuellen Bestandssituation mit und ohne Besatz

Die Arterhaltung der Bodensee-Seeforelle kann vor dem Hintergrund der Entwicklung der Fänge noch nicht als gesichert angesehen werden. Zu stark schwanken auch die Einsteigerzahlen von Laichfischen in die Seeforellengewässer zwischen verschiedenen Jahren (Abb. 2). Weiters erreicht nur ein Teil der Laichfische Gewässerabschnitte, in denen optimales Laichsubstrat vorliegt, wo sich der abgelegte Laich zum Jungfisch und dieser sich im Bodensee zur erwachsenen Seeforelle entwickeln kann. Erfolgreicher Besatz stammt in erster Linie aus autochthoner Bewirtschaftung [13, 16]. Besatz aus Elterntierhaltung, zumal wenn es sich um Nachzuchten über mehrere Generationen handelt, ist für die Förderung von Seeforellenpopulationen, die optimal an die Zuflüsse im Bodensee-Einzugsgebiet angepasst sein sollen, als überholt anzusehen. Ob Besatzmaßnahmen durchgeführt werden sollten und anhand welcher Kriterien sie wieder eingestellt werden können, muss für jedes Gewässer individuell beurteilt werden.

Vorschläge zur Anpassung der geltenden Schonbestimmungen

Der Fangertrag an Seeforellen aus dem Bodensee-Obersee von derzeit jährlich rund 4,5 - 7 Tonnen setzt sich zu etwa zu zwei Dritteln aus dem Fang der Berufsfischer und zu einem Drittel dem der Angelfischer zusammen. Die Berufsfischer fangen die Seeforellen überwiegend als Beifang in den Felchennetzen. Erhebungen deuten überdies darauf hin, dass in den regulären Schweb- und Bodennetzen eine nicht unerhebliche Zahl juveniler Seefo-

Kriterien für Besatzerfolg, Methoden der Erfolgskontrolle

Konsequenzen aus Erfolgskontrollen

Bestandsüberwachung durch Fangstatistiken

Arterhaltung ist noch nicht gesichert

Schonbestimmungen und Schongebiete

rellen gefangen wird [14]. Der Seeforellenertrag der Angelfischer, die mit Schleppangeln gezielt auf diese Art fischen, ist ebenfalls groß. In einigen Laichgewässern weisen über 5 % der aufsteigenden Laichfische Verletzungen durch Angelhaken auf [10, 13].

Neben den o.g. Diskussionspunkten sprechen neue Erkenntnisse für eine rechtzeitige Anpassung der aktuellen Fang- und Schonbestimmungen (Stand: 2017):

- Nach aktuellen Untersuchungen [27] ist ein Großteil der Seeforellen bei einer Totallänge von 50 cm noch nicht geschlechtsreif. Das für die Bewirtschaftung anderer Fischarten (z.B. des Felchens) gesteckte Ziel, den Fischen vor Erreichen des Fangmaßes eine mindestens einmalige Reproduktion zu ermöglichen, wird somit für einen erheblichen Teil der Seeforellen verfehlt. Es empfiehlt sich daher eine Anhebung des Schonmaßes.
- In einigen Bodenseezuflüssen kann sich eine verzögerte Laichreife der Seeforellen einstellen [10, 12, ANJF St. Gallen]. Falls sich in solchen Fällen die Laichreife einer größeren Zahl von Laichfischen aus den bisherigen Schonzeiten hinausbewegt, sollten die Anrainerstaaten durch geeignete Anpassungen der Schonbestimmungen (z.B. Ausweisung von Schongebieten, Einschränkung von Fanggeräten) darauf reagieren. Hierzu gehört auch die Festlegung von Zeiten, in denen in den Seeforellengewässern wasserbauliche oder sonstige gewässerbeeinflussende Tätigkeiten stattfinden dürfen.

Zusammenfassung der wichtigsten Bewirtschaftungsstrategien

Fördermaßnahmen:

- Beseitigung der verbliebenen Aufstiegshindernisse und Sackgassen in den Laichgewässern,
- Schaffung der Durchgängigkeit bis in die Flussoberläufe bzw. bis zu natürlichen Aufstiegs Grenzen,
- Reparatur von Fischpassanlagen, die in ihrer Funktion eingeschränkt sind. In einzelnen Fällen Anpassung und Umbau bestehender Anlagen,
- Einrichtung geeigneter Fischabstiege und Fischschutzanlagen,
- Verminderung der hydrologischen und stofflichen Belastung der Seeforellengewässer.

Bewirtschaftungsmaßnahmen:

- Autochthone Bewirtschaftung genetisch unterscheidbarer ESUs in (geografischen) Management-Einheiten,
- Verzicht auf Seebesatz,
- Anpassung der Fang- und Schonbestimmungen (Schonmaß, Schonbereiche, Schonzeiten) an die Bestandsentwicklung und an die Veränderungen/Verschiebungen der Wander- und Reifezeiten,
- Einstellung aller Besätze mit allochthonen oder genetisch nicht zum Laichgewässer gehörenden Fischen,
- dort, wo Elterntiermanagement unvermeidbar ist, ist dieses im Sinne der ‚genetischen Fitness‘ der Besatzfische zu optimieren,
- für den Besatz mit Fischen aus Elterntierhaltung soll nur die erste Tochtergeneration (F1) verwendet werden,
- Grundsatz «so klein wie möglich, so groß wie nötig» beachten, vorzugsweise optimales Besatzalter (geäugte Eier, Brütlinge, Vorstrecklinge) verwenden, Besatztermine an das jeweilige Gewässer anpassen; geeignete Gewässerabschnitte auswählen,
- Besatzerfolg regelmäßig überprüfen,
- Besatzmaßnahmen einstellen, wenn sich dadurch keine Verbesserung der Naturverlaidung mehr erreichen lässt,
- Verbesserung der Fischereistatistik (Fangaufwand erfassen, Einheitsfang errechnen).

Schonmaß

Schongebiete

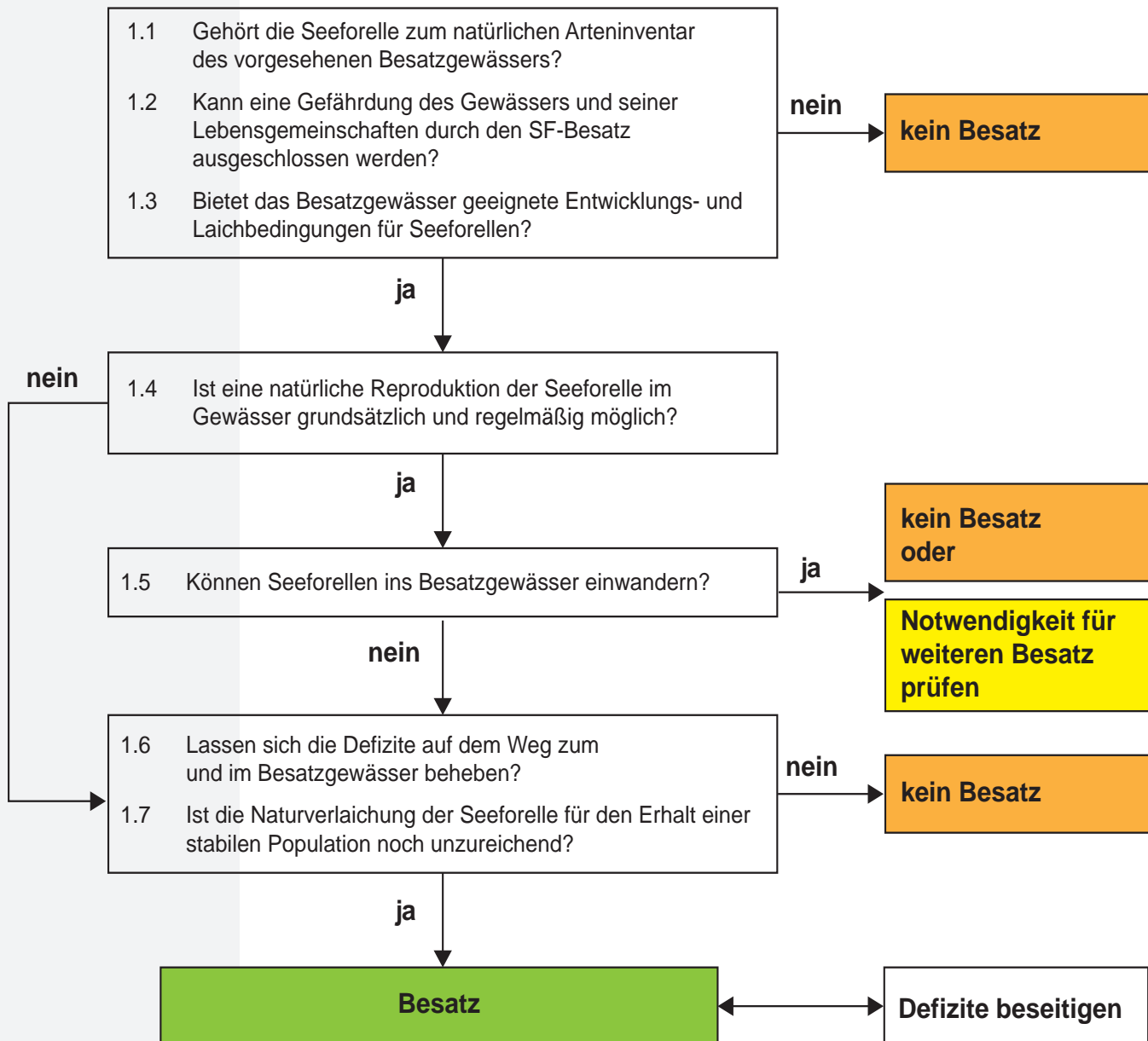
Strategien zur Verbesserung der Naturverlaidung und des Reproduktionserfolges

Strategien zur Verbesserung der Bewirtschaftungs-/Besatzpraxis

Gute fachliche Praxis für den Seeforellenbesatz

(nach Baer et al 2007, verändert)

1. Prüfen der Voraussetzungen



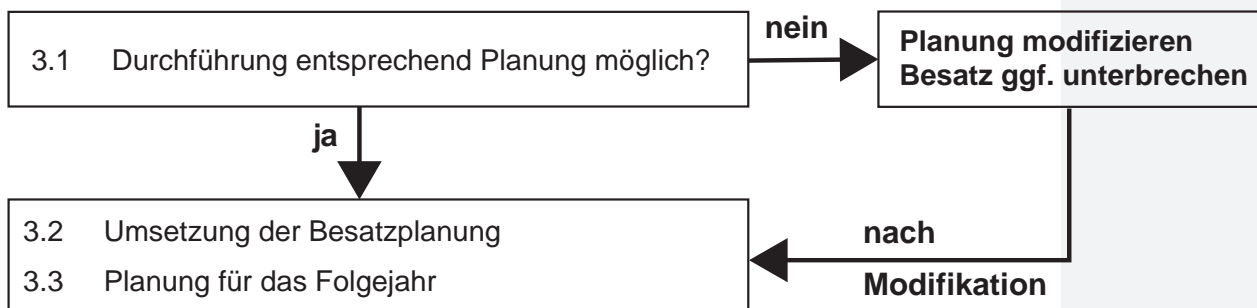
Gute fachliche Praxis für den Seeforellenbesatz

(nach Baer et al 2007, verändert)

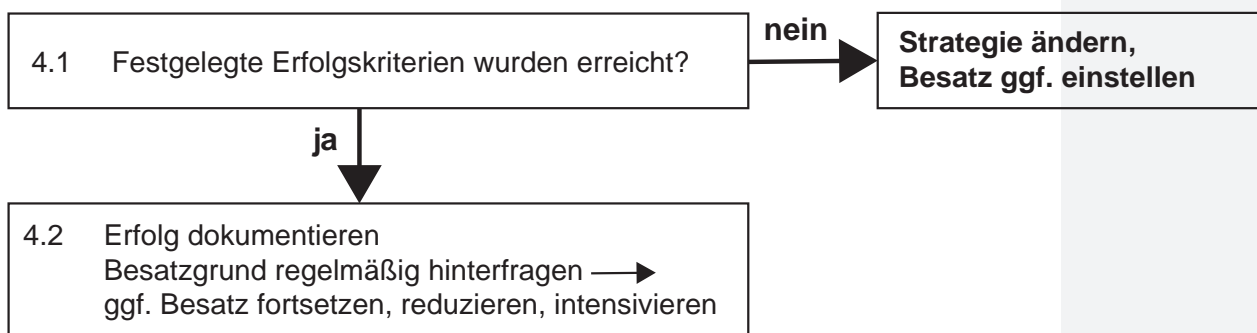
2. Besatzplanung

- | | |
|-----|--|
| 2.1 | Feststellung des Handlungsbedarfs |
| 2.2 | Erstellung eines Bewirtschaftungskonzepts für eine geografische Management-Einheit |
-
- | | |
|-----|--|
| 2.3 | Herkunft des Besatzmaterials festlegen (Wiedereinbürgerungs-/Initialbesatz) |
| a) | Zahl und Fangort von Laichfischen für die autochthone Bewirtschaftung einer ESU evaluieren |
| b) | Konditionen für die Nutzung eines Elterntierstamms festlegen |
| 2.4 | Besatzort, Besatzzeit, Besatzalter, Besatzmenge und geschätzte Dauer der Maßnahme festlegen |
| 2.5 | Für die Erfolgskontrolle Kriterien für „erfolgreichen Besatz“ festlegen |
| 2.6 | Methoden für die Erfolgskontrolle, das Monitoring und die genetischen Untersuchungen festlegen |

3. Besatzdurchführung



4. Erfolgskontrolle und weitere Untersuchungen



Glossar

autochthon	heimisch bzw. derselben genetischen Einheit zugehörig
allochthon	gebietsfremd bzw. einer anderen genetischen Einheit zugehörig
Evolutionary Significant Units (ESU)	Signifikante Evolutionseinheiten: eigene, evolutionär abgrenzbare und erhaltungswürdige Einheiten. Hinter diesem Begriff steht das Ziel, dass einzelne Populationen oder Teilpopulationen der Art bewirtschaftet werden, die sich reproduktionsbiologisch (und möglicherweise auch molekulargenetisch) abgrenzen lassen. Solche Einheiten sind oft nur in einem Einzugsgebiet angesiedelt bzw. bestehen aus einer Gruppe Individuen, die jeweils nur in einem Fluss zum Laichen aufsteigt und eine Fortpflanzungsgemeinschaft bildet. Eine «ESU» ist somit in den meisten Fällen auch eine geographisch abgeschlossene Einheit. Grundvoraussetzung für die Klassifizierung einer ESU ist, dass sich die betreffende Population isoliert von Artgenossen fortpflanzt und dabei einen wichtigen Bestandteil der genetischen Erbmasse der Art insgesamt repräsentiert.
Homing	Rückkehr bzw. Prozesse der Rückkehr in das Geburts-/Besatzgewässer
Rhithral	Bezeichnung für die meist schnellfließenden Fließgewässer in Gebirgsregionen; - Epi- und Metarhithral: Bachforellenregion (Bachober- und Mittelläufe) - Hyporhithral: Äschenregion (meist Mittel- und Unterläufen von Gebirgsflüssen)
(geografische) Management-Einheiten	auf Grund genetischer Unterschiede getrennt voneinander bewirtschaftete Gewässer bzw. Gewässereinzugsgebiete
Milchner	geschlechtsreifer männlicher Fisch (Milch = Sperma)
Rogner	geschlechtsreifer weiblicher Fisch (Rogen = Eier)
Smolt	Ein-, höchstens zweijähriger Jungfisch von Lachsen und wandernden Forellenarten, der kurz vor der Abwanderung in einen See/ in das Meer steht. Äußerliches Zeichen der beginnenden Abwanderung ist die Umfärbung in das silbrige Tarnkleid für Seen.

Quellen

- [1] AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI GRAUBÜNDEN (Hrsg.) 2014. MICHEL, M.: Besatzstrategie 2010; Konzept zur Neuausrichtung Fischereilicher Besatzmassnahmen in den Gewässern des Kantons Graubünden. 18 S.
- [2] AMT FÜR NATUR, JAGD UND FISCHEREI ST. GALLEN (Hrsg.) 2016. REY, P.: Bewirtschaftungskonzept Fischerei St. Gallen. 35 S.
- [3] BEHRMANN-GODEL, J., 2014: Genetische Untersuchungen zur Diversität von Seeforellen im Bodensee-Obersee. Interreg IV –Abschlussbericht. Im Auftrag der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodensee-Fischerei (IBKF), AG Wanderfische.
- [4] BEHRMANN-GODEL, J., 2015: Genetische Untersuchungen zur Diversität von Seeforellen im Bodensee-Obersee. Interreg IV –Zusatzbericht. Im Auftrag der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodensee-Fischerei (IBKF), AG Wanderfische.
- [5] CAVIEZEL, R. (2006): Reproduktion der Seeforelle im Alpenrhein. Diplomarbeit an der Eawag, ETH Zürich, 76 S.
- [6] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (DWA) 2014: Merkblatt DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. ISBN: 978-3-942964-91-3.
- [7] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (DWA) 2005: Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle - 2. korrigierte Auflage.
- [8] FISCHEREI- UND JAGDVERWALTUNG DES KANTONS ZÜRICH 2010: Seeforellen-Management im Kanton Zürich, Konzept 2010-2018. 8 S.
- [9] HYDRA (REY, P., BECKER, A. und ORTLEPP) 2009.: Lebensraum für die Bodensee-Seeforelle; Grundlagenbericht für nationale Maßnahmenprogramme. Studie im Auftrag der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF), Koordinationsgruppe Wasserrahmenrichtlinie Alpenrhein/Bodensee. 112 S.
- [10] HYDRA (WERNER, S., REY, P., HESSELSCHWERDT, J., BECKER, A., ORTLEPP, J.), DÖNNI, W., BOLLER, L. 2014: Seeforelle – Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen. Studie im Auftrag der IBKF. Interreg IV, Alpenrhein-Bodensee. 204 S.
- [11] HYDRA (REY, P., WERNER, S., HESSELSCHWERDT, J.) 2014: Seeforelle – Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen - Kurzbericht. Studie im Auftrag der IBKF. Interreg IV Alpenrhein-Bodensee. 23 S.
- [12] HYDRA (REY, P., HESSELSCHWERDT, J.) 2016: Die Seeforelle in der Steinach. Charakterisierung und Bestandsentwicklung der Seeforellenpopulation in der Steinach vor dem Hintergrund der Verlegung der Abwässer der ARA Hofen. Studie im Auftrag des Amtes für Natur, Jagd und Fischerei (ANJF) St. Gallen. 74 S.
- [13] HYDRA (REY, P., HESSELSCHWERDT, J.), ECOWERT GMBH 2016: Schwallsanierung Vorderrhein: Brutboxenversuche Forellen 2016; Laichhabitat- und Laichgrubenkartierung 2016. Zwischenbericht; Studie im Auftrag der AxpoPower AG.
- [14] IBKF (2010-2015); Gesamtberichte zur Fischerei im Bodensee-Obersee, Fangjahre 2010 bis 2015; <http://www.ibkf.org>
- [15] JUNGWIRTH M., HAIDVOGL G., MOOG O., MUHAR S., SCHMUTZ S. (2003). Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Facultas Universitätsverlag, Wien. ISBN 3-8252-2113-X.
- [16] KUGLER, M. 2015: Die Kinderstuben der Seeforellen am Bodensee. Aqua viva 57, 2/2015. S. 38-40.
- [17] MENDEZ, R. 2007: Laichwanderung der Seeforelle im Alpenrhein. Diplomarbeit an der Eawag, ETH Zürich, 70 S.
- [18] RUHLÉ, C., G. ACKERMANN, R. BERG, T. KINDLE, R. KISTLER, M. KLEIN, M. KONRAD, H. LÖFFLER, M. MICHEL, B. WAGNER (2005): Die Seeforelle im Bodensee und seinen Zuflüssen: Biologie und Management. Österreichs Fischerei. 58/2005, S. 230-262.
- [19] SCHULZ, U. 1995: Untersuchungen zur Biologie und zum Wanderverhalten der Bodensee-Seeforelle. Die Abwanderung der Jungfische aus den Zuflüssen. Mitteilungen zur Fischerei 55: 73-87, BUWAL, Bern
- [20] VERBAND DEUTSCHER FISCHEREIVERWALTUNGSBEAMTER UND FISCHEREIWESENSCHAFTLER E.V. (Hrsg.) BAER, J., GEORGE, V., HANFLAND, S., LEMCKE, R., MEYER, L. & ZAHN, S. 2007: Gute fachliche Praxis fischereilicher Besatzmaßnahmen. Schriftenreihe des VDFF, Heft 14/2007. 151 S. ISSN 0944-7881.

Spezielle Literatur zum Thema Fitnessverlust durch Elterntierhaltung:

- [21] ARAKI, H., B. COOPER AND M. S. BLOUIN, 2007B. Genetic Effects of Captive breeding Cause a Rapid Cumulative Fitness Decline in the Wild. *Science (New York N.Y.)* 318 (2007): 100-103.
- [22] ARAKI, H., B. A. BEREJIKIAN, M. J. FORD AND M. X. BLOUIN, 2008. SYNTHESIS: Fitness of Hatchery-Reared Salmonids in the Wild. *Evolutionary Applications* 1(2): 342-55.
- [23] CHRISTIE, M. R., MARINE, M. L., FRENCH, R. A. AND BLOUIN, M. S. 2012. Genetic adaptation to captivity can happen in a single generation. *PNAS* 109: 238-242.
- [24] CHRISTIE, M. R., M. J. FORD AND M. S. BLOUIN, 2014. On the Reproductive Success of Early-Generation Hatchery Fish in the Wild. *Evolutionary Applications* 7(8): 883-96.
- [25] MILOT, E., PERRIER, C. PAPILLON, L., DODSON, J. J. AND BERNATCHEZ, L. 2013: Reduced fitness of Atlantic salmon released in the wild after one generation of captive breeding. *Evolutionary Applications* 6: 472-485.
- [26] PINTER, K., UNFER, G., LUNDSCGAARD-HANSEN, B. & WEISS, S., 2017: Besatzwirtschaft in Österreich und mögliche Effekte auf die innerartliche Vielfalt der Bachforellen. *Österreichs Fischerei* 1: 15-33.

Unveröffentlichte Arbeiten:

- [27] IBKF 2017: AG Wanderfische: Auswertung der Maturität von 421 Seeforellenproben 2016 sowie Nahrungsuntersuchungen von Seeforellenmägen; unveröffentlicht.