

Seeforellenstudie 2016: fischbiologische Untersuchungen

Ergebnisbericht

Bearbeiter: AG Wanderfische des SVA der IBKF

Einleitung

Nach Abschluss des Interreg-Projektes „Seeforelle - Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen“, das insbesondere den Teil des Lebenszyklus der Seeforelle in ausgewählten Zuflüssen zum Inhalt hatte, befasste sich die AG Wanderfische vertieft mit der Biologie der Seeforelle im Bodensee-Obersee.

Im Jahr 2005 waren letztmals die Ergebnisse biologischer Untersuchungen der Bodensee-Seeforelle in einer Veröffentlichung zusammengefasst worden (Ruhlé et al. 2005). Seither hat sich im Bodensee selbst und im Einzugsgebiet sehr viel verändert. Im Jahr 2005 hat der See erstmals seit 1956 wieder den Richtwert von 10 mg/m³ Gesamtposphor im gewichteten Jahresmittel unterschritten. Zu Beginn der 2000er Jahre war die Ertragslage in der Fischerei noch ausgezeichnet, der jährliche Fischertrag lag zwischen 800 und 1.000 Tonnen, davon 6 Tonnen Seeforellen. Die Nährstofflage des Sees ist seither unverändert auf sehr niedrigem Niveau, die Erträge sind zunächst wie erwartet auf 400 bis 500 Tonnen zurückgegangen, zuletzt jedoch im Jahr 2015 auf nur noch 260 Tonnen eingebrochen. Im Jahr 2016 landeten die Berufsfischer insgesamt rund 326 Tonnen an, davon etwa 2,5 Tonnen Seeforellen. Die Angelfischer fingen rund 1,1 Tonnen Seeforellen.

Im Zuge der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie und der entsprechenden schweizerischen Gewässerschutzvorgaben wurde in den vergangenen Jahren die Durchgängigkeit in den maßgeblichen Zuflüssen vorangetrieben. Den Seeforellen sind damit viele wichtige Laich- und Aufzuchtgebiete wieder zugänglich.

Unter diesen veränderten Rahmenbedingungen erschien es der AG Wanderfische wichtig, den Kenntnisstand über Wachstum, Alter, Geschlechtsreife und Nahrungswahl der Seeforelle im Bodensee zu aktualisieren. Insgesamt wurden in dieser Studie Proben von über 400 in den Netzen der Berufsfischer im Jahr 2016 im Bodensee-Obersee gefangenen Seeforellen untersucht und ausgewertet. In Erweiterung eines Untersuchungsprojektes zur Genetik der Seeforellen in den Seen des Voralpengebiets in Bayern werden zudem auch eine größere Anzahl an (127) Gewebeproben der Seeforellen der gegenständlichen Studie mit untersucht. Ergebnisse dazu werden aber erst Ende 2018 vorliegen.

In der Folge werden die wesentlichen Ergebnisse zur Biologie der Seeforellen im See dargestellt.

Material und Methoden

Von den Berufsfischern werden Seeforellen im Bodensee überwiegend als Beifang in den Felchennetzen gefangen. Aus dem Forellensatz (3 Netze, 100 x 5 m, MW 70 mm) stammt nur ein geringer Teil der Seeforellenfänge. Den Fischereifachstellen am See ist es somit nicht möglich, eine effektive Versuchsfischerei auf Seeforellen durchzuführen. Um eine aussagekräftige Probenzahl zu

erreichen, wurde daher auf von den Berufsfischern gefangene Seeforellen zurückgegriffen. Die Berufsfischer am Bodensee-Obersee wurden gebeten, die Fangdaten der von Ihnen gefangenen Seeforellen (Datum, Fangort, Netzart und Maschenweite, Länge, Gewicht, Geschlecht) zu notieren, eine Schuppenprobe zu entnehmen und die Eingeweide und den Kopf der Fische einzufrieren. Um die Motivation der Berufsfischer für diese Aufgabe zu erhöhen, haben die Kantone St. Gallen und Thurgau pro Seeforellenprobe eine Prämie von 20 SFr. ausbezahlt.

Die Proben wurden im Lauf des Jahres 2016 gesammelt und im Januar 2017 durch die Arbeitsgruppe untersucht. Dabei wurde der Grad der Geschlechtsreife des Fisches (genauer, ob der Fisch im Jahr 2016 laichreif geworden wäre oder nicht, zusätzlich das Gonadengewicht) bestimmt und der Mageninhalt untersucht. Beim Mageninhalt wurde protokolliert, welche Fischarten in welcher Anzahl und soweit möglich, in welcher Größe gefressen worden waren. Falls die Fische schon zu stark angedaut waren, um die Art zu bestimmen, wurde nur „Fisch“ protokolliert. Zusätzlich wurden alle anderen Bestandteile des Mageninhaltes qualitativ protokolliert.

Insgesamt wurden Proben von 421 Seeforellen aufgearbeitet. Bei manchen Proben fehlte allerdings ein Teil der Angaben (wie z.B. Maschenweite und Fangsektor) oder Gewebeproben. Die Auswertungen beziehen sich daher immer auf jene Anzahl, für die Angaben und Proben verfügbar waren – dementsprechend ergeben sich für unterschiedliche Parameter auch unterschiedliche Fallzahlen aus der Grundgesamtheit der 421 Seeforellenproben, vgl. Tabelle 1.

Tabelle 1: Fallzahlen der Proben bzw. der Angaben zu den Proben

Parameter	Fallzahl [n]
Totallänge	421
Körpergewicht	415
Gonadengewicht	159
Maschenweite	391
Fangsektor	377
Geschlecht	334
Geschlechtsreife	334
Geschlecht & Geschlechtsreife	275
Alter bzw. Schuppenprobe	239
Geschlecht & Geschlechtsreife & Alter	147
Magen	384
Mageninhalt	180
Gewebeproben (Genetik)	210

Ergebnisse

- Fangort und Anzahl Proben

Für die Angabe des Fangortes wurde der Obersee in 7 Fangsektoren eingeteilt (Abb. 1). Insgesamt konnten 377 Forellenproben einem Fangsektor zugeordnet werden. Ihre Verteilung auf die einzelnen Fangsektoren ist in Tabelle 2 dargestellt. Die mit Abstand meisten Seeforellen stammten aus den Sektoren 6 und 7 vor dem Schweizer Ufer.

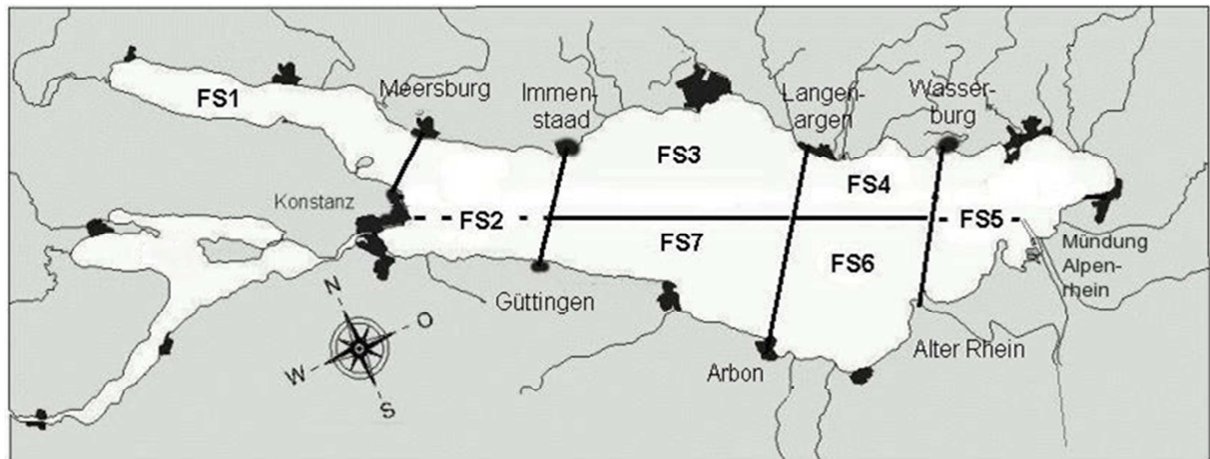


Abbildung 1: Fangsektoren im Bodensee-Obersee.

Tabelle 2: Anzahl der in den einzelnen Fangsektoren gefangenen Seeforellen, zusätzlich die verwendeten Maschenweiten

Sektor	Anzahl	MW (mm)
1	0	
2	42	38, 40
3	3	38, 40
4	16	38, 40, 70
5	20	28, 32, 38, 40, 44, 50, 70
6	94	28, 32, 38, 40, 55, 70, 80
7	202	28, 32, 38, 40, 50, 55, 70, 80
Gesamt	377	

Die meisten Exemplare wurden in 38 und 40 mm Netzen gefangen (Tab. 3). Der Schwerpunkt der Fänge lag in den Sommermonaten, 249 Individuen wurden in den Monaten August und September gefangen.

- Größe und Gewicht

Tabelle 3: Maschenweiten und Totallängen der gefangenen Fische

Maschenweite	Fangzahl ges.	min. Länge [cm]	Mittlere Länge (Median) [cm]	max. Länge [cm]
28	23	26	42	69
32	7	29	46	54
38	121	22	34	79
40	203	22	50	95
44	2	62	72	82
50	7	44	52	60
55	11	45	59	66
70	13	51	70	93
80	4	61	72	89
Gesamt	391	22	Mw: 47,1	95

Die untersuchten Seeforellen wiesen Totallängen zwischen 22 und 95 cm auf (Tab. 3) und waren zwischen 105 g und 11,5 kg schwer. Die Längen-Gewichtsregression der gefangenen Seeforellen lautet: $\text{Gew [kg]} = 10^{-5} * \text{TL [cm]}^{3,0272}$, $r^2 = 0,9613$.

Eine Netzselektivität ist bei den festgestellten Größenintervallen der verschiedenen Maschenweiten nur insofern vorhanden, als mit zunehmender Maschenweite auch die Minimalgröße der gefangenen Seeforellen ansteigt (vgl. Tab. 3).

Die Längenhäufigkeitsverteilung aller Fische ist in Abb. 2 dargestellt. Zwei Häufigkeitsmaxima sind erkennbar: bei einer Länge um 30 cm und im Bereich von 45 bis 55 cm.

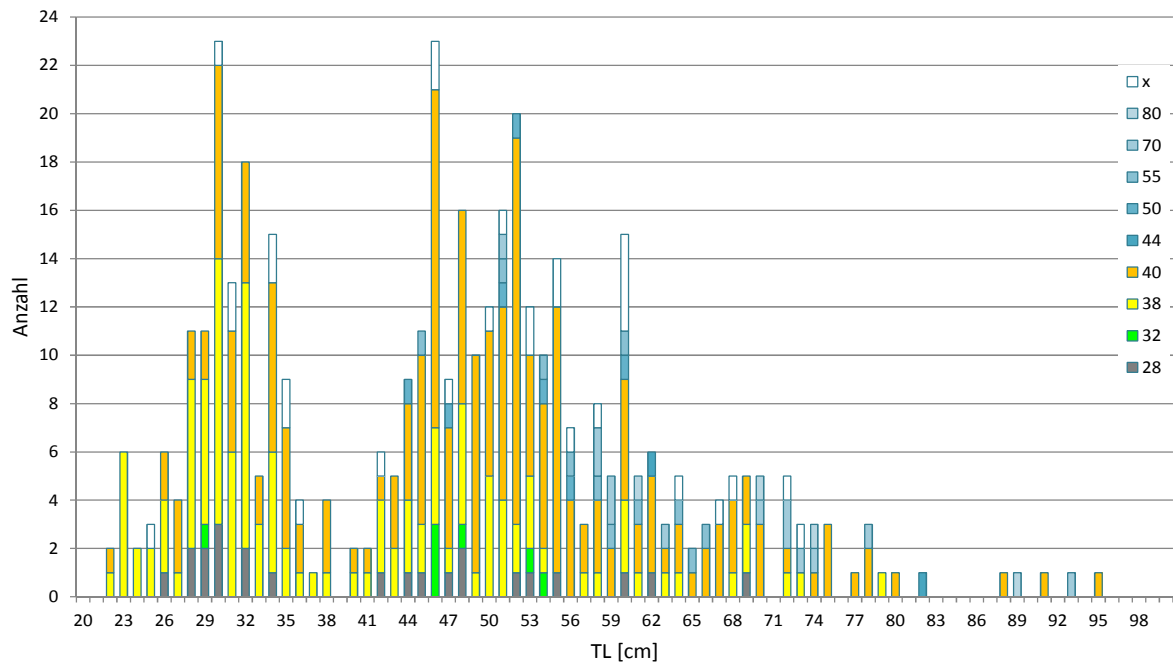


Abbildung 2: Längenhäufigkeitsverteilung aller beprobten Seeforellen ($n = 421$) in Abhängigkeit von der Netzmaschenweite [mm], Anm.: x sind Fische, bei denen die Maschenweite nicht angegeben wurde.

In Abb. 3 ist die Längen-Gewichtsbeziehung dargestellt. Geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen weiblichen (Rognern) und männlichen Tieren (Milchnern) sind gering und treten erst mit dem Erreichen der Geschlechtsreife auf.

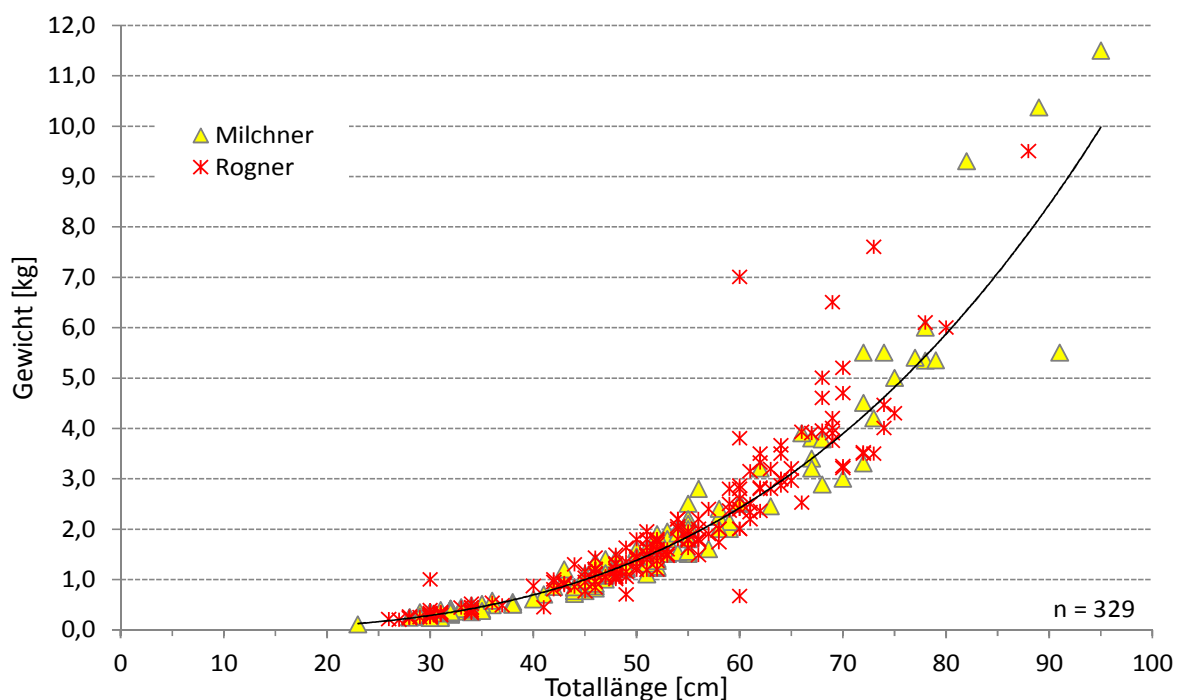


Abbildung 3: Längen-Gewichtsbeziehung aller Fische ($n = 329$).

- Wachstum/Alter/Geschlechtsreife

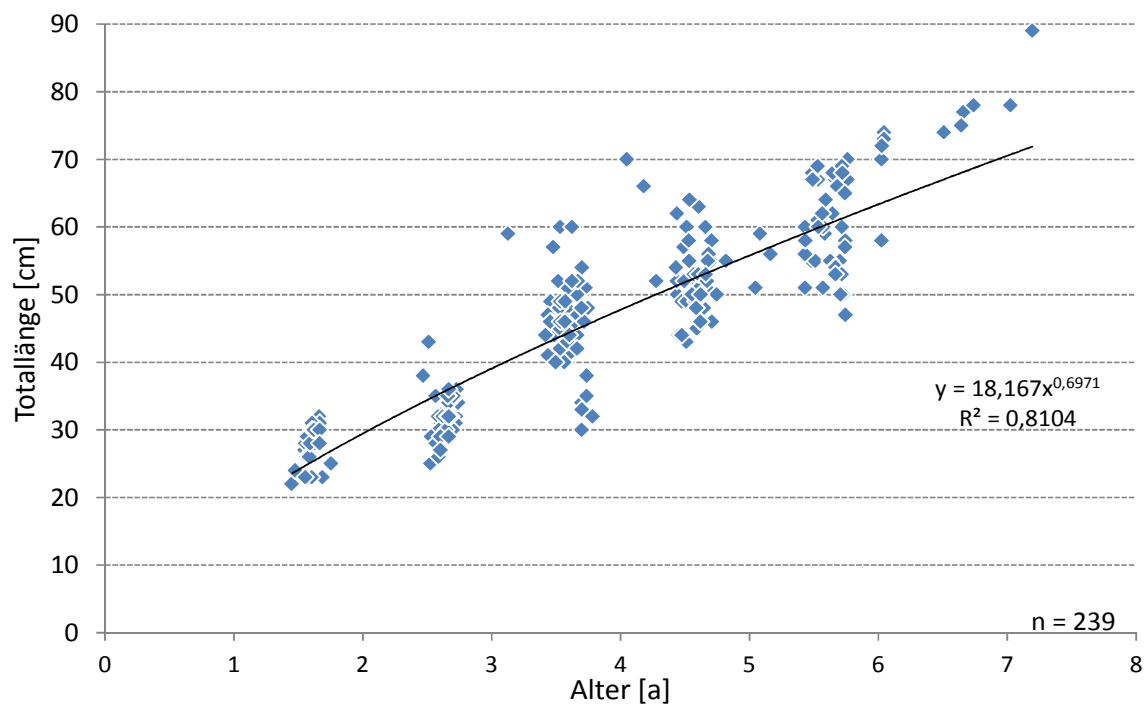


Abbildung 4: Totallänge der Seeforellen in Abhängigkeit vom Alter ($n = 239$), die Darstellung berücksichtigt das Fangdatum.

In Bezug auf das Wachstum zeigt sich hingegen eine vergleichsweise große Streubreite. Gegen Ende des zweiten Sommers (1+) sind die Seeforellen bis zu 33 cm lang (Abb. 4). Im 4. Lebensjahr erreichen die ersten Fische eine Körperlänge von ca. 50 cm. Über 70 cm lange Fische sind mindestens 6 Jahre alt.

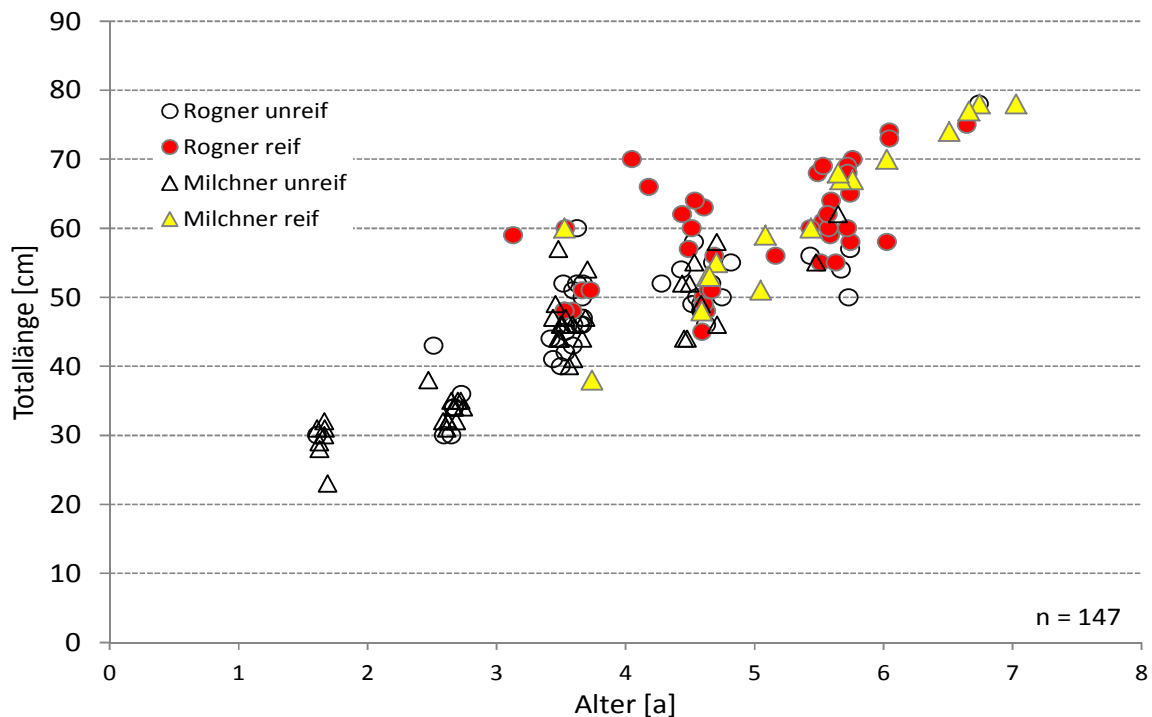


Abbildung 5: Alter und Totallänge nach Milchnern und Rognern getrennt aufgetragen, mit der zusätzlichen Angabe, ob geschlechtsreif oder nicht ($n = 147$).

Erste geschlechtsreife Tiere sind im 4. Lebensjahr zu finden, ein größerer Anteil wird erst im 5. Lebensjahr geschlechtsreif (Abb. 5). Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind nicht zu erkennen. Bei gleichem Alter sind nicht geschlechtsreife weibliche Tiere signifikant kleiner als reife Rogner. Bei den Milchnern ist das nicht der Fall.

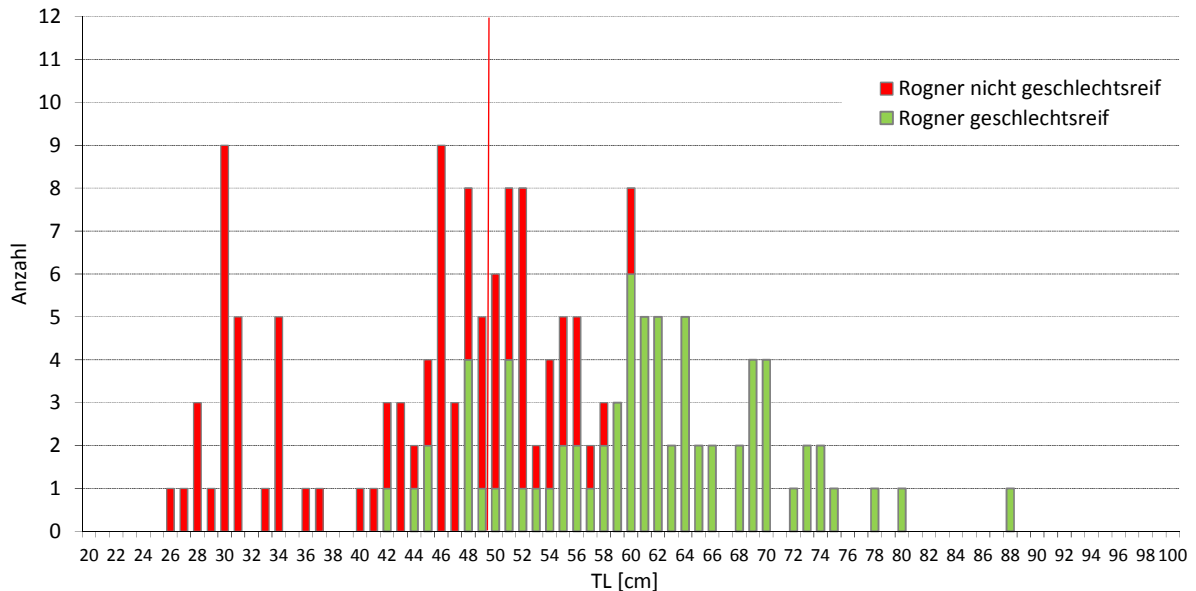


Abbildung 6: Längenhäufigkeitsverteilung und Geschlechtsreife der Rogner ($n = 161$), rote Linie: geltendes Schonmaß am Bodensee.

Der kleinste Rogner, der noch im selben Jahr laichreif geworden wäre, war zum Fangzeitpunkt (August) 42 cm lang (Abb. 6). Bis zu einer Länge von 55 cm war höchstens ein Drittel der jeweiligen Längensklasse geschlechtsreif. Erst ab einer Länge von 61 cm hatten alle untersuchten Rogner die Geschlechtsreife erreicht.

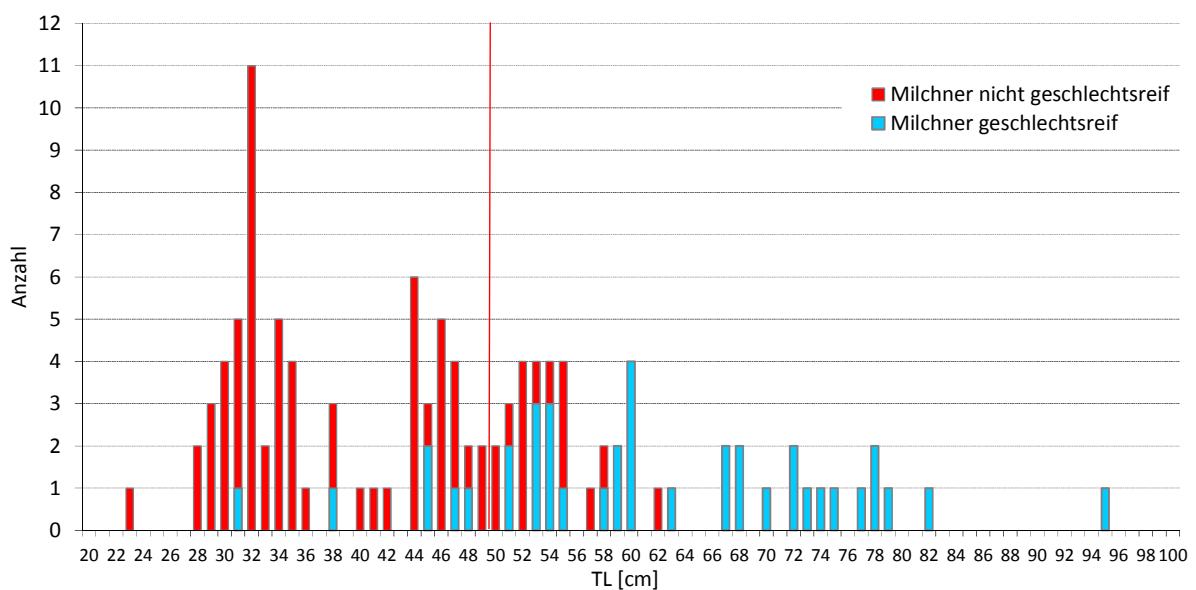


Abbildung 7: Längenhäufigkeitsverteilung und Geschlechtsreife der Milchner in Abhängigkeit von der Körperlänge ($n = 114$), rote Linie: geltendes Schonmaß am Bodensee.

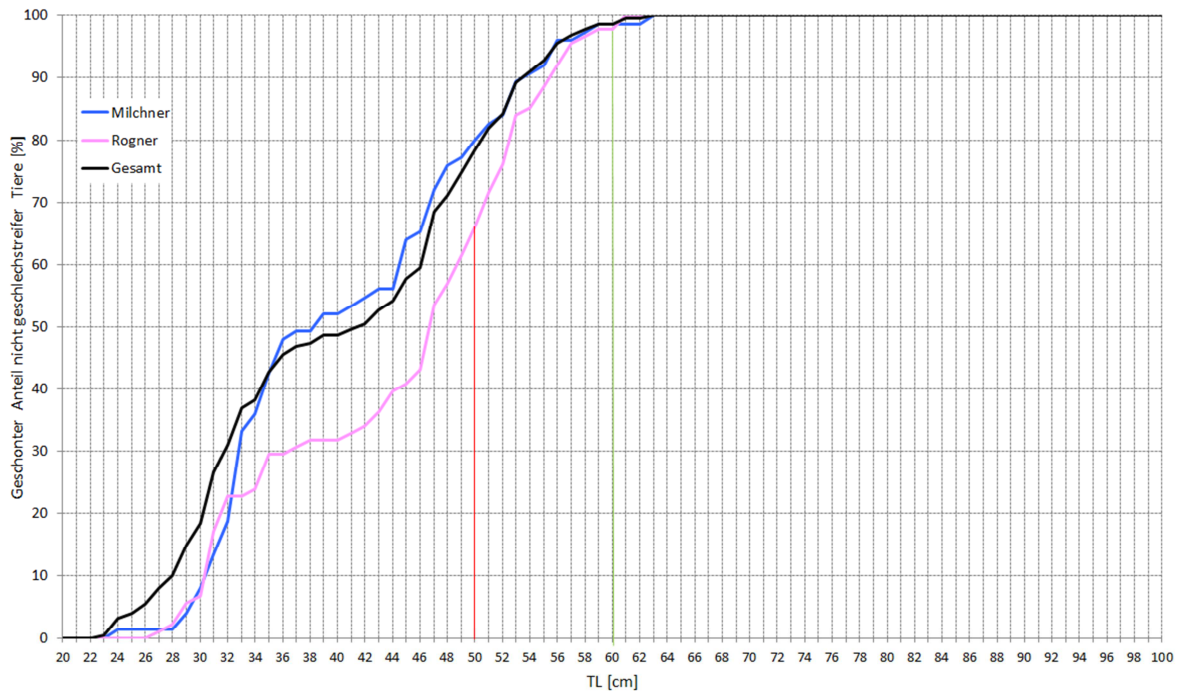


Abbildung 8: Geschonter Anteil nicht geschlechtsreifer Seeforellen in Abhängigkeit vom Fangmaß ($n = 222$).

In Abb. 8 und 9 ist der Anteil der nicht geschlechtsreifen Tiere, die durch das jeweilige Fangmaß geschont werden, an der Grundgesamtheit aller nicht geschlechtsreifen Seeforellen ($n = 222$) dargestellt, getrennt nach Milchnern und Rognern. In Abbildung 8 ist ausgehend von der Grundgesamtheit nicht geschlechtsreifer Tiere ($n = 222$), der Anteil geschonter Tiere für das jeweilige Fangmaß angegeben. Beim aktuell geltenden Schonmaß von 50 cm (rote Linie) sind zwei Drittel der nicht geschlechtsreifen Rogner (67 %) geschont; bei den Milchnern sind 80 % der nicht geschlechtsreifen Tiere geschont. Mit einem Schonmaß von 60 cm (grüne Linie) wären 99 % der nicht geschlechtsreifen Seeforellen vor der Entnahme durch Angelfischer geschützt, was grundsätzlich dem Prinzip eines Schonmaßes entspricht.

Es zeigt sich also, dass die Geschlechtsreife bei den Seeforellen überwiegend erst mit einer größeren Körperlänge eintritt und letztlich erst ab einer Totallänge von 62 cm alle untersuchten Fische die Geschlechtsreife erreicht haben. Mit dieser Größe sind die Fische im 5. Lebensjahr (4+) oder älter.

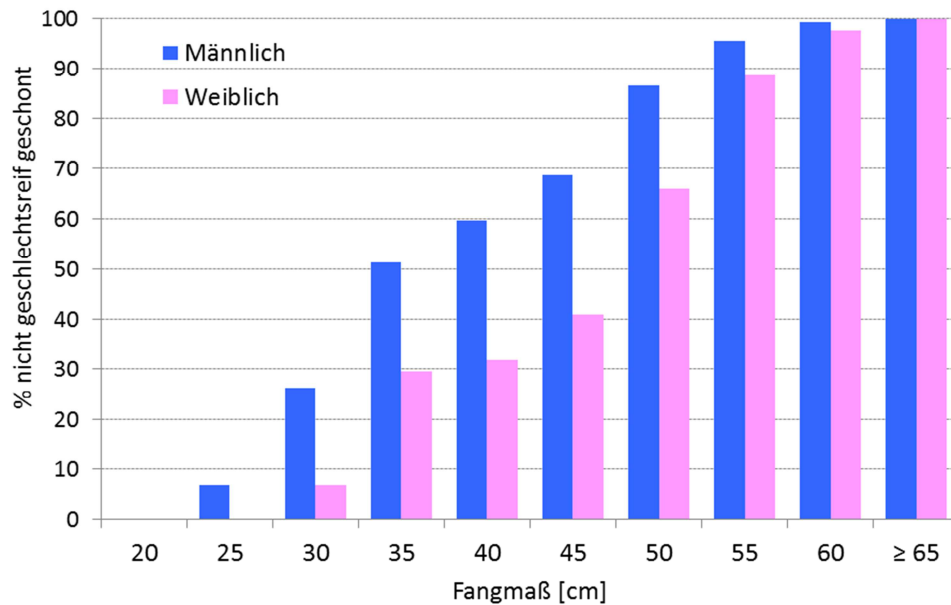


Abbildung 9: Relativer Anteil geschonter an der Gesamtheit nicht geschlechtsreifer Tiere in Abhängigkeit vom Fangmaß, getrennt nach Geschlecht

Vergleicht man den Anteil der geschonten, nicht geschlechtsreifen Tiere nach Größenklassen und Geschlecht, so bestehen bei einem Schonmaß von 50 cm noch deutliche Unterschiede zwischen der Schonung der Geschlechter (Rogner 67 %, Milchner 87 %). Ab einem Schonmaß von 60 cm ist der Schutzeffekt für die nicht geschlechtsreifen Individuen beider Geschlechter annähernd gleich.

- Nahrung

Von den 384 untersuchten Mägen waren 180 (46,7 %) gefüllt. Mit Ausnahme von 2 Exemplaren hatten alle Tiere Fische gefressen (Abb. 10), 56 % hatten Barsche und 10 % Stichlinge im Magen. In 29 % der Mägen waren die Fische nicht mehr bestimmbar. Nur zwei Seeforellen hatten Insekten gefressen.

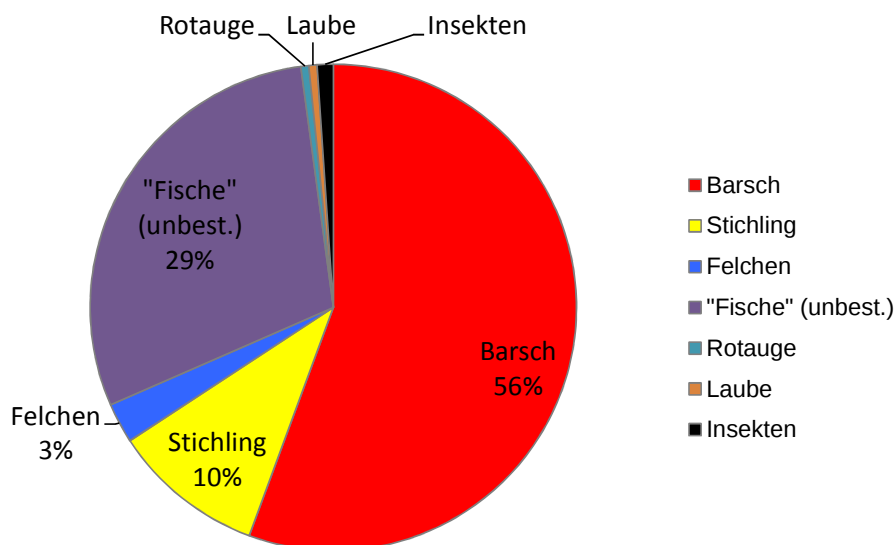


Abbildung 10: Prozentsatz der gefüllten Mägen, in denen die jeweilige Fischart zu finden war (n = 180)

Diskussion

Bei einer unvoreingenommenen Betrachtung der Fangverteilung der im Jahr 2016 beprobten Seeforellen könnte der Eindruck entstehen, dass Seeforellen überwiegend vor dem Schweizer Ufer gefangen werden (Tab. 2). Da jedoch in 2016 jeder Schweizer Berufsfischer eine Prämie von SFr. 20 pro abgelieferter Seeforellenprobe erhielt, die Berufsfischer der anderen Anrainerländer jedoch nicht, ist die Verteilung der Proben räumlich verschoben und dürfte nicht den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen. Dass diese Fangverteilung nicht dem tatsächlichen Fang entspricht, bestätigt auch die Fangstatistik der einzelnen Anrainerländer: der Anteil der Schweiz am Gesamtfang der Berufsfischer an Seeforellen lag in den letzten Jahren meist deutlich unter 50 Prozent.

Der Großteil der Proben (88 %) stammt aus Fängen während der Sommermonate Juni bis September 2016 mit dem Schwerpunkt im September (31 %).

Betrachtet man, in welchen Netzen die untersuchten Seeforellen gefangen wurden, dann zeigt sich, dass fast 83 Prozent der beprobten Seeforellen in den Felchen-Schwebnetzen von 38 oder 40 mm Maschenweite gefangen worden waren (Tab. 3). Ein erheblicher Teil der von den Berufsfischern gefangenen Seeforellen war kleiner als das Schonmaß von 50 cm (vgl. Abb. 2). Das arithmetische Mittel der Totallänge der von der Berufsfischerei gefangenen Seeforellen betrug 47,1 cm (Median: 48 cm; $n = 421$), das mittlere Gewicht liegt demnach bei 1,175 kg.

Durch Schonmaße soll sichergestellt werden, dass jeder Fisch die Möglichkeit hat, sich mindestens einmal in seinem Leben fortzupflanzen, um so zur Erhaltung des Bestandes beizutragen und keine negative Größenselektion zu bewirken. Gemäß vorliegender Untersuchung erreichen die Seeforellen erst mit einer Totallänge von rund 60 cm zur Gänze die Geschlechtsreife (Abb. 6, 7 und 8). Damit wäre eigentlich nahe liegend, das Schonmaß für Seeforellen auf 60 cm anzuheben.

Eine Anhebung des Schonmaßes auf 60 cm wäre ein erheblicher Eingriff in die bestehende Praxis der Seeforellenbefischung der Angelfischer am Bodensee-Obersee: in den Kantonen Thurgau und St. Gallen liegen Daten zur Größenverteilung der Anglerfänge von Seeforellen aus den letzten 10 Jahren vor. Danach wiesen 73 bzw. 75 Prozent der in der Angelfischerei angelandeten Seeforellen Totallängen zwischen 50 – 60 cm auf. Ausgehend von dieser Größenverteilung der Anglerfänge ist daher davon auszugehen, dass im Falle der Anhebung des Schonmaßes die Fänge der Angelfischer drastisch zurückgehen würden. Ein Großteil der gefangenen Seeforellen müsste nach dem Fang wieder zurückgesetzt werden.

Vor diesem Hintergrund ist eine Abschätzung hilfreich, welche quantitative Wirkung eine Erhöhung des Schonmaßes auf die Schonung nicht geschlechtsreifer Tiere hätte. Hierzu wurden die Fänge der Berufs- und Angelfischer im Zehnjahresmittel 2006 - 2016 verglichen:

- Bei den Berufsfischern beträgt das Zehnjahresmittel 2006 -2015 der Seeforellenfänge 5,3 Tonnen. Ausgehend von einem mittleren Gewicht von 1,175 kg bedeutet dies eine Anzahl von rund 4.500 Seeforellen, die jährlich von den Berufsfischern als Beifang entnommen werden.
- Im Rahmen der Freizeitfischerei wurden im Mittel der vergangenen 10 Jahre jährlich rund 1,5 Tonnen Seeforellen gefangen. Ausgehend davon, dass 75 Prozent der Fische eine Totallänge zwischen 50 und 60 cm haben, wird eine mittlere Länge von 57 cm bei einem mittleren Gewicht von 2,07 kg angenommen. Die Entnahme von 1,5 Tonnen entspricht somit ca. 725 Seeforellen.

- Aufgrund der Größenverteilung und den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen sind von den gefangenen Fischen im Fang der Berufsfischer 66,5 Prozent oder 3.000 Individuen nicht geschlechtsreif, im Fang der Angelfischer 46,1 Prozent oder 334 Individuen. Damit beträgt der Anteil der Freizeitfischer an nicht geschlechtsreif entnommenen Seeforellen im Zehnjahresmittel rund 10 Prozent der insgesamt entnommenen 3.334 nicht geschlechtsreifen Tiere.

Mit gleicher Rechnung sind im Jahr 2016 (2,5 t Beruf, 1,1 t Freizeit) von 2.680 gefangenen Seeforellen rund 1.670 nicht geschlechtsreif, 249 oder 15 Prozent davon wurden im Rahmen der Angelfischerei entnommen.

Bei einer Erhöhung des Schonmaßes auf 60 cm müsste ein wesentlich höherer Anteil der von den Angelfischern gefangenen Seeforellen zurückgesetzt werden. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, ob es problemlos möglich ist, derartig große Fische ohne größere Verletzungen vom Haken zu lösen, zu behändigen und sie dann wieder zurückzusetzen.

Mehr als die Hälfte der Seeforellenmägen war leer. Das dürfte überwiegend daher kommen, dass viele Seeforellen über Nacht im Netz waren. Fast alle Seeforellen mit Nahrung im Magen (n = 180) hatten Fische gefressen, mehr als 50 Prozent davon Barsche (Abb. 10). 10 Prozent der Seeforellen hatten Stichlinge im Magen.

Im Vergleich zu den Seeforellendaten während der eutrophen Zeit des Sees (Ruhlé et al. 2005, Schulz 1995) in den 1990er Jahren zeigt sich, dass die Seeforellen des Jahres 2016 deutlich langsamer gewachsen sind und bei geringerer Länge geschlechtsreif werden. Zu Beginn der 1990er Jahre waren bei 60 cm Körperlänge erst 50 Prozent der Rogner geschlechtsreif.

Zusammenfassung und Ausblick

Die AG Wanderfische stellte im Jahr 2014 fest, dass die Informationen zur Biologie der Seeforellen im Bodensee-Obersee (Wachstum etc.) nicht mehr auf dem neuesten Stand sind. Im Laufe des Jahres 2016 wurden daher von insgesamt 421 Seeforellen, die von Berufsfischern gefangen wurden, Proben genommen. Die Berufsfischer waren angehalten, zusätzlich zu Länge und Gewicht des Fisches, Fangdatum und Netz, die Eingeweide (Verdauungstrakt und Gonaden), eine Schuppenprobe sowie ggf. den Kopf zu sammeln und einzufrieren. Diese Proben wurden im Januar 2017 untersucht und ausgewertet.

Die meisten Seeforellen wurden in 38 und 40 mm Schwebnetzen gefangen mit dem Schwerpunkt der Fänge in den Sommermonaten. Die untersuchten Seeforellen wiesen Totallängen zwischen 22 und 95 cm auf und waren zwischen 105 g und 11,5 kg schwer. Im 4. Lebensjahr erreichten die ersten Fische eine Körperlänge von ca. 50 cm. Über 70 cm lange Fische sind mindestens 6 Jahre alt. Erste geschlechtsreife Tiere sind ab ca. 40 cm zu finden, ab 60 cm Länge sind alle Fische geschlechtsreif. Nahezu alle Seeforellen hatten Fische gefressen, 56 Prozent Barsche und 10 Prozent Stichlinge.

Nach der Erholung des Seeforellenbestandes und einer Stabilisierung der Erträge bis vor wenigen Jahren sind die Seeforellenerträge in der letzten Zeit wieder kontinuierlich zurückgegangen. Der vorläufige Tiefpunkt wurde im Jahr 2016 mit nur noch 2,5 Tonnen aus der Berufsfischerei und 1,1 Tonnen in der Freizeitfischerei erreicht. Über die Ursachen kann derzeit nur spekuliert werden, da die Zahlen an aufsteigenden Seeforellen im Alpenrhein diesen Rückgang nicht widerspiegeln.

Mit dem aktuellen Schonmaß von 50 cm werden 80 Prozent der nicht geschlechtsreifen Milchner und 67 Prozent der nicht geschlechtsreifen Rogner geschützt. Um dem Prinzip eines Schonmaßes und einer Ermöglichung des zumindest einmaligen Ableichens nachzukommen, müsste das aktuelle Schonmaß daher auf 60 cm erhöht werden.

Da dieses Schonmaß nur im Rahmen der Freizeitfischerei umsetzbar ist, wird die dabei erzielbare biologische Wirkung als vergleichsweise gering beurteilt: zwischen 10 bis 15 Prozent der insgesamt pro Jahr entnommenen nicht geschlechtsreifen Tiere könnten damit geschützt werden, entsprechend etwa 250 – 330 Individuen.

Insgesamt bieten die vorliegenden Daten dieser Untersuchung noch einige Ansätze zu weiteren Auswertungen, die beispielsweise im Rahmen eines Praktikums oder einer Bachelor-Arbeit bearbeitet werden könnten.

Ergebnisse zu derzeit an der Universität Landau laufenden genetischen Untersuchungen von Gewebeproben der Bodensee-Seeforellen und von Seeforellen aus Seen des bayerischen Voralpengebietes sind Ende 2018 zu erwarten. Sie könnten die bereits vorliegenden genetischen Erkenntnisse zur Bodensee-Seeforelle ergänzen.

Literatur

Ruhlé, C., Ackermann, G., Berg, R., Kindle, T., Kistler, R., Klein, M., Konrad, M., Löffler, H., Michel, M., & Wagner, B. 2005. Die Seeforelle im Bodensee und seinen Zuflüssen: Biologie und Management. Österreichs Fischerei 58: 230-262.

Schulz, U. 1995. Untersuchungen zur Ökologie der Seeforelle (*Salmo trutta* f. *lacustris*) im Bodensee. Konstanzer Dissertationen Bd. 456. Hartung-Gorre, Konstanz. 116 pp.