

S. namaycush - Management

Fählensee



Hintergrund, Plausibilisierung, Fangaktion

Bericht Nr. 1296-B_05

Datum: 1.2.2019

Impressum

Auftraggeber: Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Innerrhoden ·
Gaiserstrasse 8 · CH-9050 Appenzell

Auftragnehmer: AquaPlus AG
Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug

Projektleitung: Fabian Peter

Bearbeitung: Fabian Peter, Nicole Egloff

Extern beteiligt: Dr. Bruno Polli, Danilo Foresti · Kanton Tessin

Zitiervorschlag: AQUAPLUS 2018: Namaycush-Management Fählensee. Hintergrund, Plausibilisierung, Fangaktion. Im Auftrag des Kantons Appenzell Innerrhoden.

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-----------|
| 1 Ausgangslage und Auftrag | 1 |
| 2 Fischereiliche Entwicklung im Fählensee | 1 |
| 2.1 Entwicklung von Fangertträgen und Fischbesatz | 1 |
| 2.1.1 Gründe für den Rückgang der Fangertträge - Veränderungen der Trophie? | 2 |
| 2.1.2 Gründe für den Rückgang der Fangertträge - weniger Patente? | 3 |
| 2.1.3 Gründe für den Rückgang der Fangertträge - Besatzstrategie? | 5 |
| 2.1.4 Erfahrungen an anderen Bergseen mit <i>Salvelinus namaycush</i> | 8 |
| 2.1.5 Vorschlag für ein fischereiliches Management des Fählensees | 8 |
| 3 Sensibilisierung und Plausibilisierung | 10 |
| 3.1 Sensibilisierung | 9 |
| 3.2 Plausibilisierung: Sonaruntersuchungen | 10 |
| 3.2.1 Ergebnisse der Sonaruntersuchungen | 11 |
| 4 Fangaktion | 12 |
| 4.1 Vorgehen und Methoden | 12 |
| 4.2 Ergebnisse der Befischung | 12 |
| 4.3 Diskussion | 15 |
| 4.3.1 Bestandesgrösse, Naturverlaichung und Populationsaufbau | 16 |
| 4.3.2 Wachstum und Alter von <i>S. namaycush</i> | 18 |
| 4.3.3 Besatz / Ertrag und verwendete Arten | 19 |
| 4.3.4 Fortpflanzung / Laichentwicklung der aktuell vorhandenen Fischarten | 21 |
| 5 Vorschläge für das weitere Vorgehen am Fählensee | 19 |
| 6 Literatur | 25 |

ANHANG

1 Ausgangslage und Auftrag

Die rückläufigen Fangerträge im Fählensee veranlassten die Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Innerrhoden, den möglichen Ursachen nachzugehen. Auf Grundlage der Fangerträge, Besatzstatistik und limnologischen Untersuchungen prüfte AquaPlus unterschiedliche Hypothesen, deren Ergebnisse im Rahmen eines Berichts dargelegt wurden (AquaPlus, 2018a). Am wahrscheinlichsten erwies sich die Theorie, wonach die durch Fischbesatz eingebrachten Kanadischen Seesaiblinge (*Salvelinus namaycush*) ab einer gewissen Grösse den im Fählensee vorkommenden Fischbestand so stark dezimieren, dass die Fangerträge zusammenbrechen. In einem ersten Schritt sollte diese These erhärtet bzw. plausibilisiert werden. Im Rahmen einer Sonaruntersuchung im Juni 2018 wurde festgestellt, dass grosse Fische im See vorhanden sind. Daraufhin wurde entschieden die Tiere im Rahmen einer Sonderfangaktion dem See zu entnehmen.

AquaPlus erhielt den Auftrag für die Organisation und Durchführung der Fangaktion am Fählensee sowie für die Interpretation der Resultate.

Dieser Bericht beinhaltet einerseits die Grundlagen der These, dass die grossen Kanadischen Seesaiblinge für die reduzierten Fischfangzahlen verantwortlich sind, sowie die Resultate der Sonaruntersuchungen (AquaPlus, 2018a; AquaPlus, 2018b). Andererseits werden der Ablauf und die Ergebnisse der Fangaktion vorgestellt und die Erkenntnisse diskutiert.

2 Fischereiliche Entwicklung im Fählensee

2.1 Entwicklung von Fangerträgen und Fischbesatz

Der Fählensee wird seit Jahrzehnten fischereilich bewirtschaftet. Regelmässige Besatzmassnahmen finden seit Mitte der 1980er Jahre statt. Damals wurden Kanadische Seesaiblinge (*Salvelinus namaycush*) eingesetzt. Infolge der ersten Besatzmassnahmen stieg der Fischfangertrag stark an und erreichte 1991 einen maximalen Jahresfang von 1'488 gefangenen Fischen. Danach fielen die Erträge regelrecht zusammen, worauf ab 1997 der Besatz mit Bachforellen massiv verstärkt wurde (jährlich rund 10'000 Bachforellen-Brütlinge sowie 2'000 Namaycush-Sömmerlinge). Als Reaktion stiegen die Erträge zwischen 1997 und 2002 wieder stark an und erreichten 2002 mit 1'247 gefangenen Fischen fast wieder die Mengen von Beginn der 1990er Jahre.

Trotz konstantem Besatz mit Bachforellen und Namaycush nahmen die Fangzahlen ab 2002 wieder stark ab. 2007 wurden zum letzten Mal Namaycush eingesetzt, stattdessen wurden fortan Seesaiblinge eingesetzt. Die Erträge fielen aber trotzdem weiter ab und erreichten 2012 mit einem Jahresfang von 26 gefangenen Fischen den absoluten Tiefststand. Seither blieben die Erträge mit etwas über 100 gefangenen Fischen pro Jahr auf tiefem Niveau (vgl. Abb. 1). Wie aus Abbil-

dung 1 ersichtlich wird, waren die die hohen Fangertträge zumindest ab 2004 (ab hier liegen artspezifische Fangdaten vor) stark von der Fängigkeit von *S. namaycush* abhängig. Erst mit den fangbaren Seesaiblingen ab 2012 konnte der Fangerttrag auf tiefem Niveau wieder stabilisiert werden.

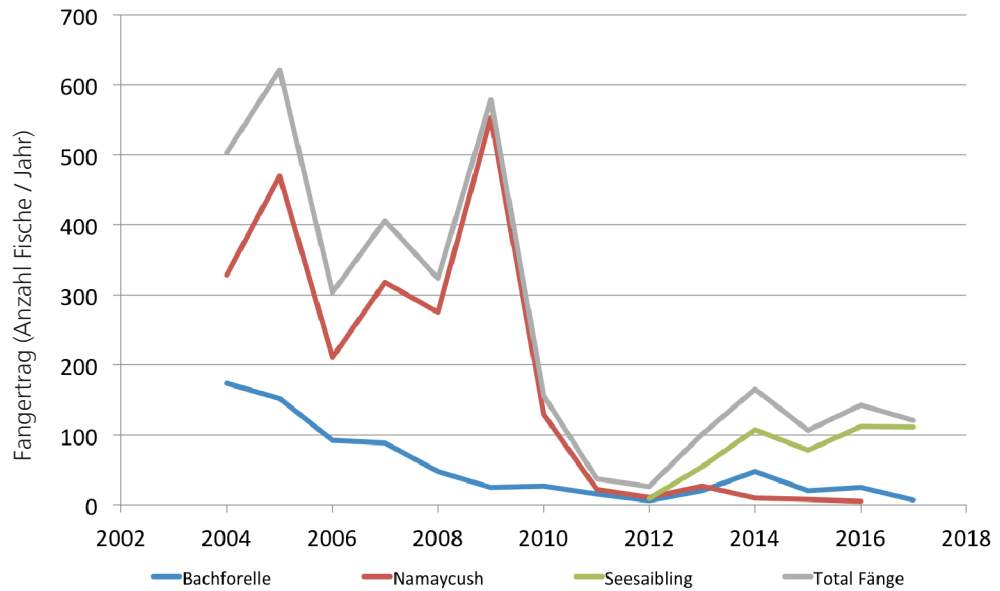


Abb. 1: Gesamtfangerttrag im Fählensee von 2004 bis 2017, sowie für die drei besetzten Fischarten.

2.1.1 Gründe für den Rückgang der Fangertträge - Veränderungen der Trophie?

Vor allem auf Seiten der Fischer wächst der Druck die fischereiliche Bewirtschaftung anzupassen, um wieder höhere Erträge zu erreichen. Allerdings sollte zunächst geklärt werden weshalb sich die Erträge derart stark verringert haben. In vielen Schweizer Seen haben sich die fischereilichen Erträge aufgrund veränderter trophischer Verhältnisse reduziert. Die Re-Oligotrophierung, hervorgerufen durch die Gewässerschutzmassnahmen (Bau von Kläranlagen, Aufhebung von Seeleitungen, Phosphatverbot in Waschmitteln etc.), führte zu reduzierten Primärproduktionen in den Gewässern und damit zu geringerer Biomasse. Der Fählensee ist heute jedoch immer noch in einem mesotrophen Zustand (vgl. Abb. 2) – einem Nährstoffzustand, wie ihn z.B. auch der Zürichsee aufweist. Die Erträge in einem mesotrophen See sind meistens erfreulich.

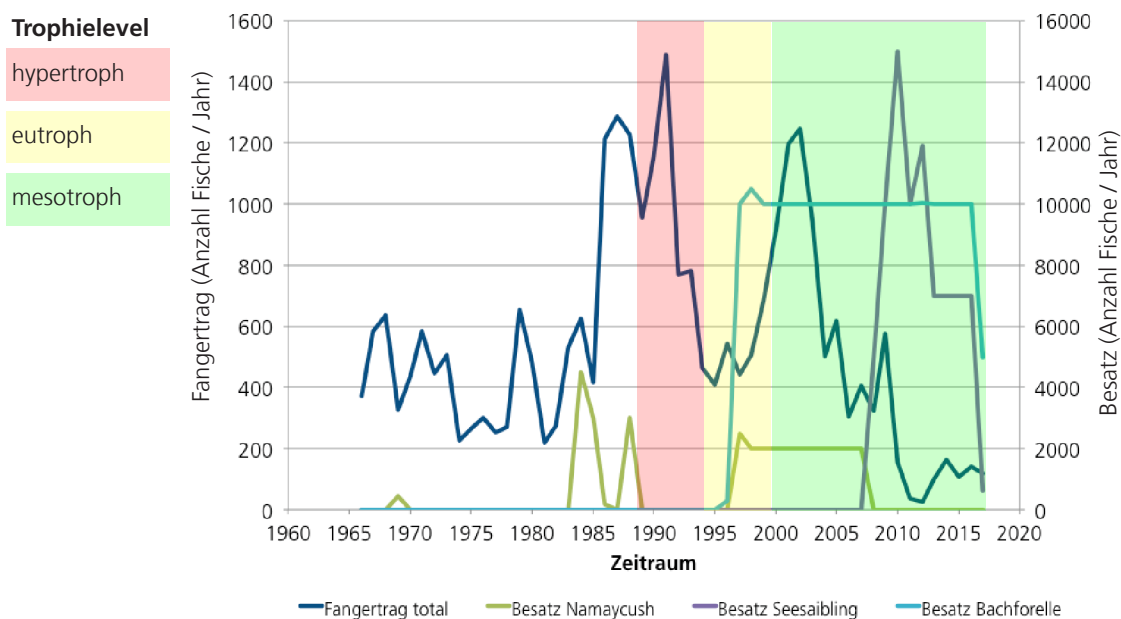


Abb. 2: Entwicklung der Fangerträge am Fählensee und Besatz mit verschiedenen Fischarten im selben Zeitraum. Der Trophielevel des Sees ist farblich hinterlegt.

2.1.2 Gründe für den Rückgang der Fangerträge - weniger Patente?

Um die Fischerei im Kanton AI ausüben zu können, ist ein Fischereipatent notwendig. Es sind Patente mit unterschiedlicher zeitlicher Dauer erwerbbar (Tages- bis Jahrespatente). Ist es denkbar, dass die Veränderungen der Fangerträge in Abhängigkeit mit den verkauften Patenten steht? Da die jährlich verkauften Patente nicht ausschliesslich den Fählensee berücksichtigen, sondern den ganzen Kanton AI beinhalten, ist eine Auswertung der Daten mit Vorsicht zu geniessen. Trotzdem haben wir die Summe aller Patente mit den Fangerträgen verglichen (vgl. Abb. 3). Bei der Betrachtung der beiden Kurven zeigen sich gewisse Ähnlichkeiten. In Abbildung 4 ist deshalb die Korrelation der Patente und ihrer Fangerträge dargestellt. Es zeigt sich, dass bei weniger verkauften Patenten geringere Fangerträge und entsprechend bei mehr verkauften Patenten grössere Fangerträge erzielt wurden.

Allerdings ist die lineare Korrelation insbesondere bei den Perioden mit hohen Fangerträgen nicht sehr deutlich. In Jahren mit kleineren Fangerträgen ist die Punktestreuung jedoch geringer. Dies kann damit zu tun haben, dass sich das Fischen allgemein einer geringeren Beliebtheit erfreut oder andere Faktoren wie z.B. Sommermonate mit schlechtem Wetter für eine geringere Attraktivität des Fischens verantwortlich sind. Für die Beurteilung der Entwicklung der Fangerträge

können die rückläufigen Patentverkäufe somit durchaus als Faktor herangezogen werden. Da sie jedoch nicht spezifisch für den Fählensee gelten, ist ihre Interpretation relativ schwierig.

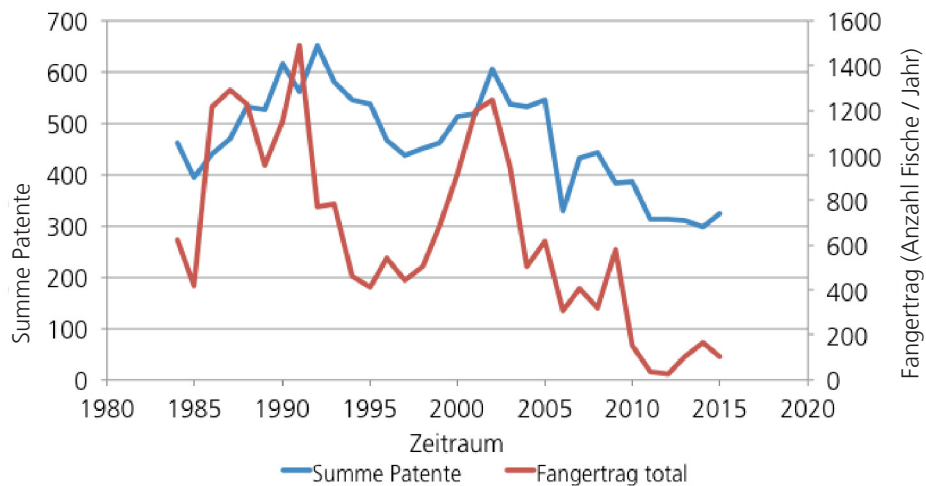


Abb. 3: Entwicklung der Patenverkäufe im Kanton Appenzelle Innerrhoden und der Fangerträge im Fählensee.

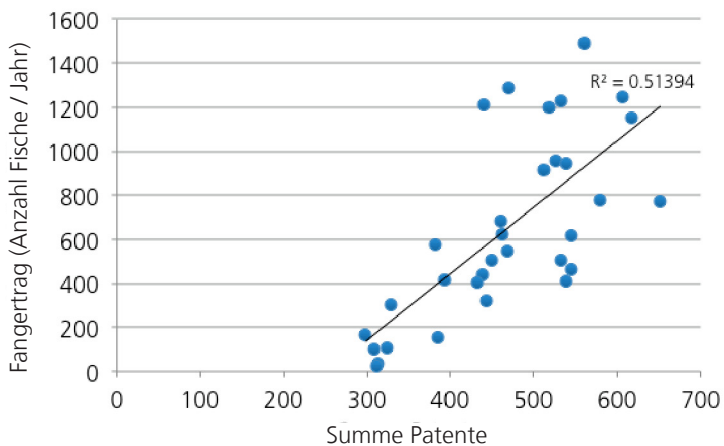


Abb. 4: Korrelation der Fangerträge am Fählensee mit der Summe der jährlich verkauften Patente im Kanton AI. Dargestellt ist der Zeitraum von 1984 - 2015.

Seitens der Abteilung Jagd und Fischerei (Herr Ueli Nef) wurden uns Werte für den CPUE zugestellt. Der CPUE (Catch per Unit Effort) ist ein in der Fischerei übliches Mass, um den (zeitlichen) Aufwand pro gefangenen Fisch darzustellen. Demnach zeigt ein hoher CPUE einen grossen zeitlichen Aufwand pro gefangenen Fisch an. In den letzten 10 Jahren sind klare Anzeichen für steigende CPUE-

Werte am Fählensee zu beobachten, was bedeutet, dass Fischer immer mehr Zeit benötigen, um am Fählensee Fische zu fangen.

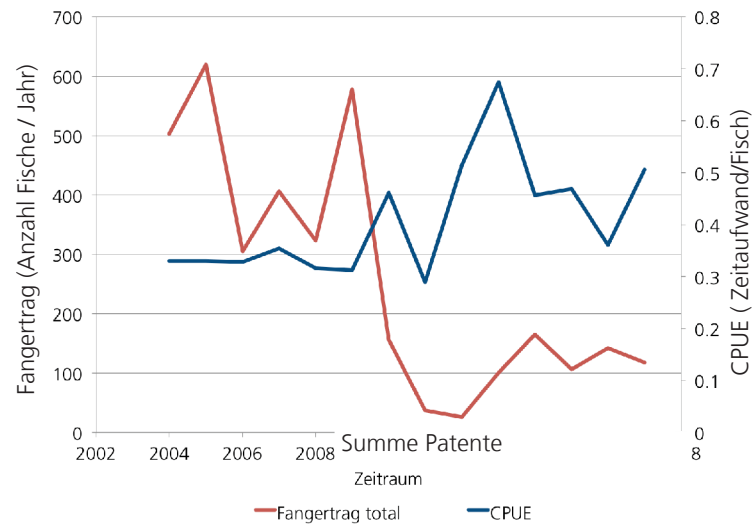


Abb. 5: CPUE und Fangerträge am Fählensee.

2.1.3 Gründe für den Rückgang der Fangerträge - Besatzstrategie?

Beim fischereilichen Besatz wurde - wie eingangs beschrieben - unterschiedlich intensiv und mit verschiedenen Arten sowie verschiedenen Altersklassen gearbeitet. Mit dem Kanadischen Seesaibling wurde eine Art eingesetzt, welche bei Fischern sehr beliebt ist. Diese Fische können sehr gross, schwer und alt werden (maximales Alter: 50 Jahre; maximale Länge: 150 cm; maximales Gewicht: 32.7kg - Quelle: www.fishbase.org). Ab einer gewissen Grösse ernähren sich diese Fische nur noch von anderen Fischen. Sie halten sich dann seltener in der Nähe des Ufers auf, und nehmen die relativ kleinen Angelköder nicht mehr an.

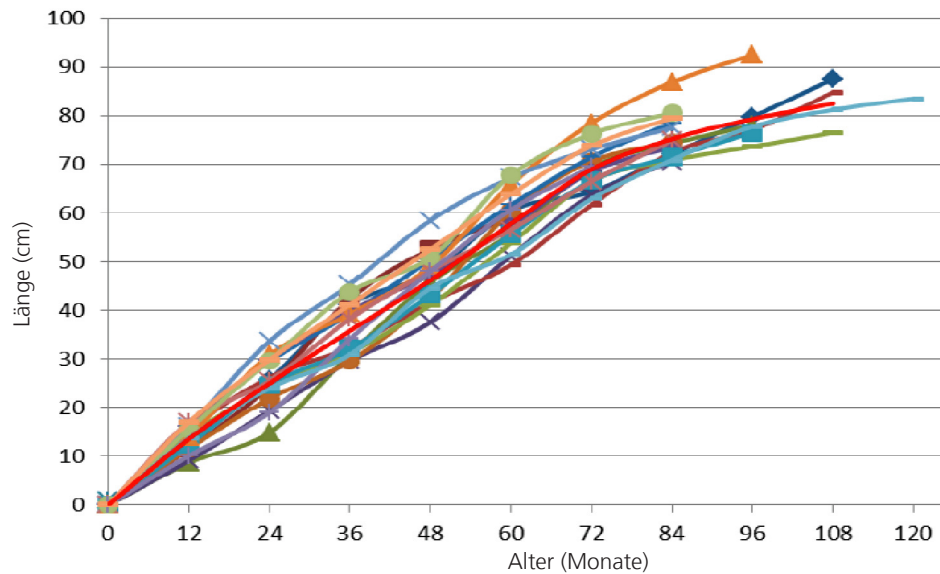


Abb. 6: Wachstum der kanadischen Seesaiblinge im Vergleich zum Alter (Polli & Foresti, 2015). Jede Linie entspricht einem Individuum. Die Daten stammen aus dem Tomasee.

1984 wurden die ersten 4'500 Sömmerlinge von *S. namaycush* eingesetzt. In den ersten Jahren reagierten diese jungen Namaycush noch stark auf die Angelköder und die Fangerträge schnellten in die Höhe. Nach 5 Jahren (1989) ist ein erster Einbruch feststellbar. Aufgrund des erneuten Besatzes von 1988 steigt der Fang-ertrag 1990 und 1991 nochmals an. 1991 war der Besatz aus dem Jahre 1984 (4'500 Stk.) bereits 7 Jahre alt, die eingesetzten Fische von 1985 (rund 3'000 Stk.) waren 6 Jahre alt. Diese beiden Besatzjahrgänge hatten damals eine Größe von 50-70 cm (abhängig von der Temperatur und vom zur Verfügung stehenden Fut-ter; vgl. Abb. 6). Bei dieser Körpergröße ernähren sich die Fische nur noch von anderen Fischen, wobei auch rund 30 cm grosse Artgenossen zum Beutespek-trum zählen. Beim starken Fangrückgang ab 1991 haben wohl grosse Kanadische Seesaiblinge den Bestand kleinerer Fische aus dem Besatzjahrgang von 1988 stark dezimiert, wodurch diese kleineren Fische, welche besser auf die Angelkö-der reagieren, nicht mehr gefischt werden konnten. Gleichzeitig halten sich die grossen Namaycush eher im freien Wasser auf und reagieren nicht auf Angelkö-der, weshalb der Eindruck entstehen kann, dass es weniger Fische gibt. Na-maycush nehmen im Alter von 6 bis 7 Jahren jährlich rund 7.5 - 8 kg Fischnah-rung auf. Der Fangrückgang zwischen 1991 und 1992 betrug 718 Stk. Wird ein Durchschnittsgewicht von 450 g pro gefangener Fisch angenommen, so betrug der Fangrückgang rund 323 kg Biomasse. Bei einem jährlichen Verzehr von 7.5 kg Frischfisch entspricht dies 43 ausgewachsenen *S. namaycush* im Alter von 6 - 7 Jahren.

Dasselbe Muster wiederholt sich mit der Wiederaufnahme des Besatzes ab 1997. Auch hier steigt der Fangertrag sprunghaft an, bevor rund 6 Jahre später der Ein-bruch beginnt. Die jüngeren Besatzjahrgänge werden durch den Frassdruck der grossen Namaycush stark dezimiert. Der aus fischereilicher Sicht geglückte An-stieg zu Beginn des Besatzzyklus' könnte damit zusammenhängen, dass die Be-satzjahrgänge von 1984 und 1985 (mit 4'500 und 3'000 Besatzfischen) bei ent-

sprechender Körpergrösse 1998 bereits 13 - 14 Jahre alt waren und evtl. natürlicherweise wegstarben, wodurch der Frassdruck auf die frischen Besatzjahrgänge noch gering war.

Der Besatz mit Namaycush endete 2007. Danach wurde ein intensiver Besatz mit Seesaiblingen gestartet. Jedoch war dies erfolglos, was die Fangerträge betrifft. Die grossen Namaycush fressen aller Wahrscheinlichkeit nach den Besatz ab einer gewissen Grösse einfach weg (vgl. Abb. 7)!

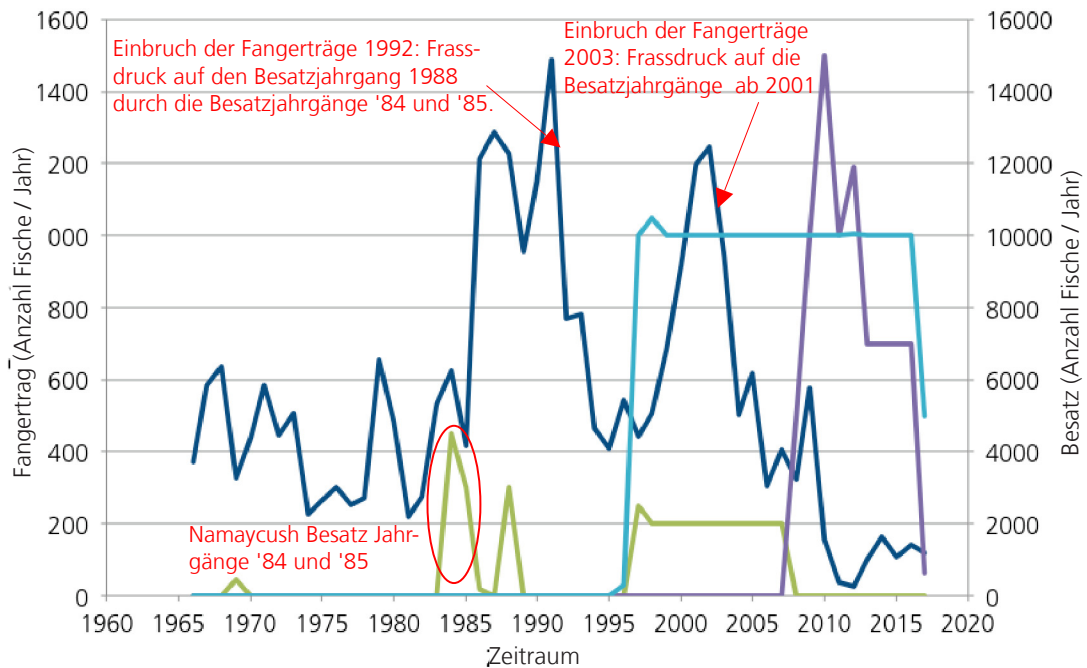


Abb. 7: Entwicklung der Fangerträge und Besatzmassnahmen. Der sprunghafte Anstieg ist jeweils eine Folge des intensiven Besatzes. Der rapide Rückgang wird durch grosse Namaycush verursacht, welche die kleineren fangreifen Fische wegfressen.

Aus anderen Schweizer Bergseen ist bekannt, dass sich *S. namaycush* durch **Naturverlaichung** im Bestand halten kann. Beim Fählensee endete der Besatz mit *S. namaycush* im Jahr 2007. Da alle damals eingesetzten Fische wachsen, können kleinere Fische die ein paar Jahre später gefangen werden der Naturverlaichung zugeordnet werden. Eine detaillierte Auswertung der Fangerträge hat ergeben, dass seit 2011 jedes Jahr in beschränktem Mass kleinere *S. namaycush* gefangen werden. Gemäss dem in Abb. 6 ersichtlichen Verhältnis von Länge zu Alter kann daraus abgeleitet werden, dass diese nicht aus dem offiziellen Besatz durch den Kanton AI stammen. Es kann sich um Fische aus Naturverlaichung, oder um Fische aus illegalem Besatz handeln.

2.1.4 Erfahrungen an anderen Bergseen mit *Salvelinus namaycush*

Auch andernorts in der Schweiz sorgte das enorme Frassverhalten von grossen Kanadischen Seesaiblingen bereits für Einbrüche des Fangertrags. Bekannt sind uns diesbezüglich vor allem mehrere Bergseen aus dem Kanton Tessin (u.a. Tomasee, Ritomsee, Lago Tremorgio, Cadagnosee). Auf Druck der Fischer griff man hier zu einem Bestandesmanagement der grossen Kanadischen Seesaiblinge. Als erfolgreich erwies es sich, die Fische mit grossmaschigen Grundnetzen (Maschenweite 70mm) abzufischen. Seit 2003 wendet der Kanton Tessin diese Technik erfolgreich an. Die Fischbestände erholen sich dadurch und die Fangträge steigen nach einem solchen Eingriff jeweils wieder an. Die Auswertung der Daten zeigte, dass sich in den Bergseen tatsächlich kapitale Kanadische Seesaiblinge entwickelt haben (bis 97 cm im Lago Tremorgio (2011), bis 92.5 cm Tomasee (2015), 91 cm Cadagnosee (2014)). Andererseits konnte durch die Analyse des Mageninhaltes festgestellt werden, dass es sich bei den grossen Tieren tatsächlich um grosse Räuber handelt, wie auf Abb. 8 ersichtlich ist.

Der Fischkonsum von grossen *S. namaycush* entspricht, gemäss den ausgewerteten Daten aus dem Lago Tremorgio (Polli, 2011), dem 9-fachen des Körpergewichts. Die im Lago Tremorgio gefangenen 25 grossen Namaycush waren somit mit einem durchschnittlichen Alter von 8 Jahren für den Konsum von 866 kg Fisch verantwortlich (durchschnittlich 34.6 kg pro gefangener *S. namaycush*).

In den Tessiner Bergseen halten sich die Bestände von *S. namaycush* durch Naturverlaichung. Deshalb müssen die Fangaktionen alle 6-8 Jahre wiederholt werden.

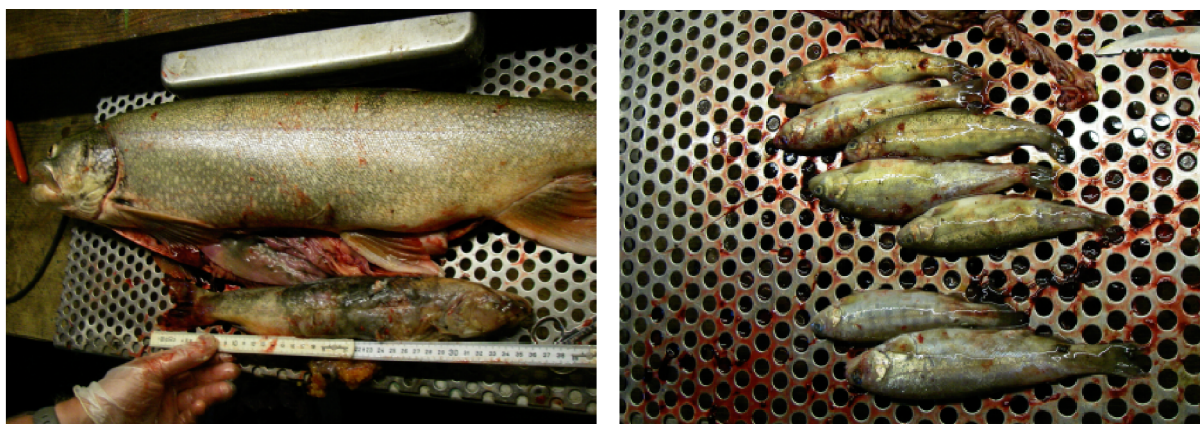


Abb.8: Mageninhalt von zwei Kanadischen Seesaiblingen, welche im Lago Tremorgio am 4./5. Oktober 2011 gefangen wurden (aus Polli, 2011).

Bild links: *S. namaycush* 75 cm, 4.170 kg; Mageninhalt: weiblicher, geschlechtsreifer *Salvelinus umbla*, 36 cm.

Bild rechts: *S. namaycush* 76.5 cm, 5.650 kg; Mageninhalt: Regenbogenforellen (*O. mykiss*) 13 cm, 13.5 cm, 13.5 cm, 14.8 cm, 13 cm, 12.8 cm, 17 cm.

2.1.5 Vorschlag für ein fischereiliches Management des Fählensees

Als wahrscheinlichstes Szenario für die wiederholt starken Fangrückgänge im Fählensee erachten wir den Frassdruck durch grosse Kanadische Seesaiblinge. Entsprechend sollte sich eine fischereiliche Bewirtschaftung des Fählensees vorderhand mit diesem Phänomen beschäftigen.

Wir schlagen folgendes Vorgehen in 3 Stufen vor:

1. Sensibilisierung und Plausibilisierung

- Sensibilisierung der Fischer und Fischereivereine zur wahrscheinlichen Problematik mit grossen Kanadischen Seesaiblingen (*S. namaycush*)
- Plausibilisierung der Hypothese: Sind *S. namaycush* aufspürbar (Sonar, Fishfinder, Taucher)
- Zulassung von "politischem Signal" in Form einer Aufhebung des Fangmasses oder grösseren Ködern am Fählensee

2. Reduktion grosser Namaycush

- Aufnahme des Untergrundes zum Setzen von Grundnetzen
- Fangaktion Ende September, Oktober
- Untersuchung und Vermessung der gefangenen Exemplare (Gewicht, Länge, Schuppenanalyse (Alter), Geschlecht, Anomalien, Mageninhalt etc.)
- Wiederholung Prozedere in 6 Jahren
- Aufhebung des Mindestfangmasses für *Salvelinus namaycush*

3. Weiterer Besatz?

- Entscheid über die weitere fischereiliche Bewirtschaftung des Fählensees und einen allfälligen Besatz

3 Sensibilisierung und Plausibilisierung

Gemäss dem unter 2.1.5 vorgeschlagenen weiteren Vorgehen wurde zunächst die Stufe "Sensibilisierung und Plausibilisierung" angegangen.

3.1 Sensibilisierung

Im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung am 19.4.2018 im Hotel Hecht Appenzell wurden Interessierten - hauptsächlich Fischern - die Erkenntnisse zum Fangrückgang im Fählensee durch den Verfasser vorgestellt.

An der Jahresversammlung des Appenzeller Fischereivereins 2018 wurde der Zustand der Alpsteinseen ebenfalls thematisiert und die Problematik des Fangrückgangs war auch hier ein Thema. An beiden Veranstaltungen wurden seitens der Fischer unterschiedliche Voten insbesondere zur Hypothese des Frassdruckes der grossen Namaycush kritisch geäussert. Die Vorgehensweise des Kantons AI um den Fangrückgängen im Fählensee auf die Spur zu kommen, wurde aber von der Mehrheit der Beteiligten grundsätzlich positiv aufgenommen.

Durch die Fischereiverwaltung wurde zudem das **Mindestfangmass** für Namaycush am Fählensee aufgehoben. Ebenfalls wurde auf Antrag der Fischer das Nachtfangverbot im Jahr 2018 partiell aufgehoben.

3.2 Plausibilisierung: Sonaruntersuchungen

Die Sonaruntersuchungen am Fählensee wurden mit einem Zweierkajak durchgeführt. Das Gewässer wurde in 10 Quer- und 3 Längstransecte eingeteilt (vgl. Abb. 9). Gesamthaft entspricht die befahrene Strecke rund 5 km pro Befahrung - wobei die Befahrung sowohl in der Abend- als auch in der Morgendämmerung durchgeführt wurde. Bei einer durchschnittlich erfassten Breite von 5 m des Sonarfächers kann deshalb von einer Fläche von 25'000 m² ausgegangen werden, die pro Befahrung abgetastet werden konnte. Dies entspricht rund einem Fünftel der Seefläche. Um die Chancen auf die Auffindbarkeit zu erhöhen, wurden die Quertransecte in der Morgendämmerung 50m Richtung SW verschoben.

Das Ziel der Untersuchungen war möglichst grosse Fische (> 50cm) nachzuweisen. Bei einer entsprechenden Detektion wurden Zeitpunkt, Transectnummer, Fischlänge, Wassertiefe des Fisches, Wassertiefe des Seegrunds sowie die Koordinaten auf einem Feldprotokoll festgehalten.

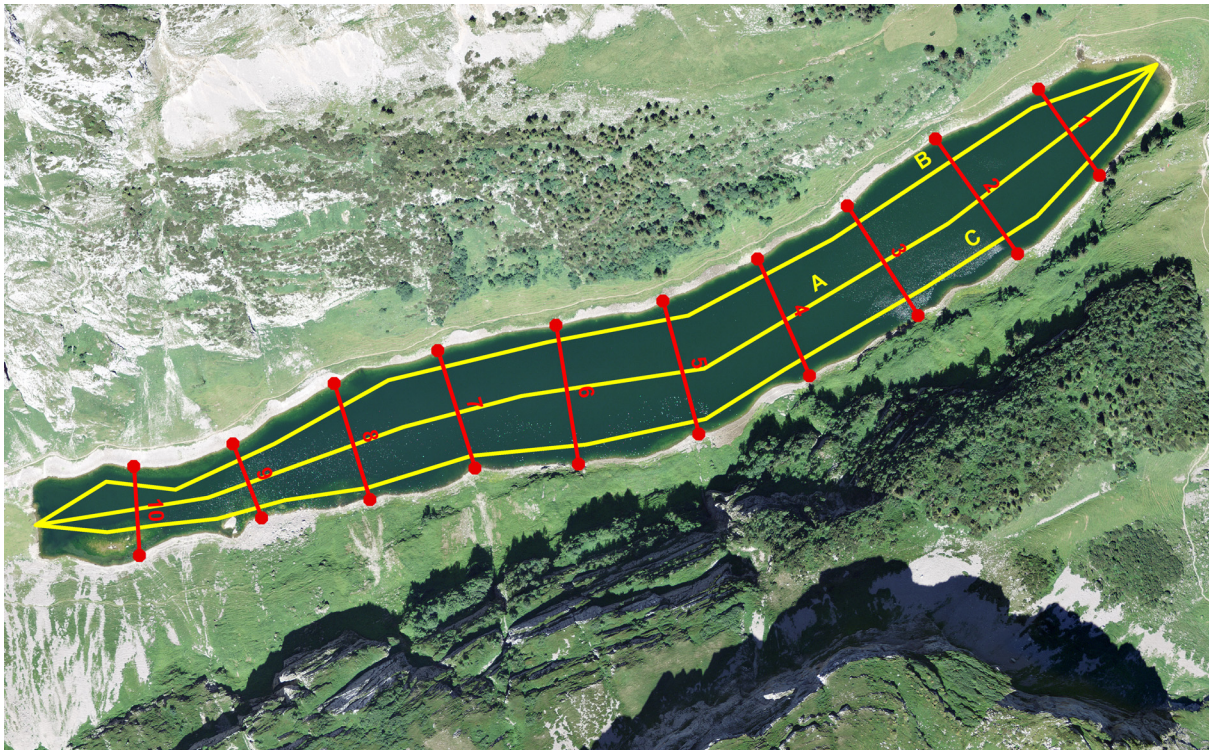


Abb. 9: Quer- und Längstransecte, welche für die Sonaraufnahmen befahren wurden.

3.2.1 Ergebnisse der Sonaruntersuchungen

Das Vorkommen von grossen Fischen konnte durch die Sonaraufnahmen bestätigt werden (vgl. Sonarprotokolle im Anhang). Neun Fische > 50 cm wurden am Abend, elf am Morgen detektiert.

Ebenso wurde ein unnatürlicher Aufbau der Längenklassen festgestellt: Mittlere Grössen zwischen 30 und 50 cm sind untervertreten. Dies kann als Hinweis gedeutet werden, dass grosse Fische einen höheren Frassdruck auf die mittelgrossen Fische ausüben. Dafür spricht auch ein offenbar immer stärkeres Vorkommen von Kleinfischen wie Elritzen: Sind deren Fressfeinde (die mittelgrossen Fische) in geringeren Dichten vorhanden, können die Kleinfische eine grössere Population aufbauen.

Die These, dass grosse Räuber einen Teil des Fischbestandes dezimieren kann somit im Rahmen dieser Untersuchungsstufe bestätigt werden.

4 Fangaktion

4.1 Vorgehen und Methoden

Die Befischung am Fählensee fand vom 2.- 4.10.2018 statt. Für den Fang der grossen Namaycush wurden 18 grossmaschige Grundnetze mit einer Maschenweite von 70 - 90mm verwendet. Vor dem Setzen der Netze wurde mit einer Multiparametersonde den Sauerstoffgehalt, die Temperatur und die Leitfähigkeit über die gesamte Wassersäule am tiefsten Punkt des Sees gemessen. Unterhalb 12 m Tiefe war der See sauerstofffrei, wodurch das Fehlen von Fischen unterhalb dieser 12 m-Grenze bestätigt wurde. Die Netze wurden mit einem kleinen Motorboot (mit Elektroantrieb) am Nachmittag des 2.10. und 3.10. über den ganzen See verteilt gesetzt. Am darauffolgenden Morgen wurden die Netze jeweils wieder eingeholt.

Für das Entwirren und Zusammenlegen der entnommenen Netze standen am Ufer Helfer des Appenzeller Fischereivereins zur Verfügung.

Zeitgleich mit dem Setzen der Netze wurden rund 1'500 Bachforellen-Sömmerlinge eingesetzt, um den Beutefanginstinkt der grösseren Raubfische zu steigern und damit den Fangertag zu erhöhen.

Am Morgen nach dem Einholen der Netze und Entnahme der gefangenen Fische, wurden diese in der Kühlzelle der Jagd- und Fischereiverwaltung beim Ökohof Appenzell gemessen, gewogen, auf Auffälligkeiten hin untersucht und den Mageninhalt analysiert. Allen Fischen wurden zudem Schuppen zur Altersbestimmung entnommen.

Die Schuppen wurden unter dem Binokular ausgewertet. Ähnlich wie bei den Jahresringen von Bäumen geben die Wachstumsringe auf den Schuppen Auskunft über das Alter der Fische. Die Beurteilung der Schuppen erfolgte unabhängig durch drei Fischbiologen der Firma AquaPlus AG sowie durch den Fischereibiologen Dr. Bruno Polli (ehemaliger Fischereiinspektor des Kanton Tessin) und den Biologen Danilo Foresti (aktueller Fischereiinspektor des Kantons Tessin). Die Beurteilungen wurden anschliessend miteinander verglichen und abweichende Resultate diskutiert.

4.2 Ergebnisse der Befischung

Es wurden insgesamt 13 Fische gefangen. Alle Fische wurden beim ersten Netzfischfang vom 2.-3.10. gefangen. In der Nacht vom 3.-4.10. gingen keine Fische mehr ins Netz.

Unter den gefangenen Fischen waren 7 Namaycush, 2 Bachforellen, 3 Seesaiblinge und ein Alet (vgl. Tab. 1).

Alle gefangenen Fische wurden gewogen und gemessen. Die Mageninhaltsanalyse zeigte, dass vor allem die Kanadischen Seesaiblinge sehr gut genährt waren. Bis auf einen hatten alle Namaycush einheimische Seesaiblinge in Längen zwischen 14 und 27 cm gefressen. Diese Namaycush hatten zwei bis drei Futterfische im Magen (weitere Angaben zum Mageninhalt finden sich in Anhang B). Von den

am 2.10.2018 ausgesetzten Bachforellen-Sömmerlingen fanden sich keine in den Mägen der gefangenen Fische. Die Biomasse der gefangenen Namaycush und Bachforellen betrug 27.25 kg. Bei einem Futterquotienten von 1:10 entspricht dies rund 270 kg Fisch, welche diese 9 Exemplare in ihrem Leben erbeutet haben. Die 1:10 (oder 10%) - Regel ist ein vereinfachtes ökologisches Gesetz, die davon ausgeht, dass beim Übergang von einer trophischen Stufe zur nächsten nur etwa 10% der aufgenommenen Energie in die Körpermasse eingebaut wird (Lindemann, 1942). Wir haben für die Berechnung der Biomasse ebenfalls eine mit *S. namaycush* durchgeführte Studie berücksichtigt (Stewart et al, 1983). In dieser Studie wurden Namaycush gesondert nach Alter bezüglich ihres Futterquotienten bewertet. Dabei ist auffällig, dass der Futterquotient bei zunehmendem Alter deutlich zunimmt. Die Abweichung gegenüber der 10% Regel liegt bei knapp 5 % mehr Biomasse, welche die Fische unter Anwendung der Studienergebnisse gefressen hätten (283 kg).

Die gefangenen Namaycush wiesen Längen zwischen 56.5 und 74.5 cm auf, bei einem Mittelwert von 66.9 cm. Die Gewichtsverteilung lag zwischen 1'600 und 4'650 g, bei einem Mittelwert von 3'278 g. Ebenfalls konnte bei 6 von 7 Namaycush eine Eientwicklung bzw. Milchreife festgestellt werden. Die Eientwicklung war jedoch nicht homogen (siehe Diskussion).

Die Altersermittlung erfolgte anhand der seitlich entnommenen Schuppen gemäss Berg & Grimaldi, 1967. Eine Bestimmung des Alters wurde nur für die Namaycush und die Bachforellen vorgenommen. Die Altersbestimmung anhand der Schuppenanalyse ist stark von der Qualität der entnommenen Schuppen und von der Lesbarkeit der Jahresringe abhängig. Es besteht bei dieser Methode immer ein gewisser Interpretationsspielraum ob Jahresringe als solche erkennbar und dazu gezählt werden.

Die Altersangabe kann deshalb je nach Fisch ein bis zwei Jahre höher oder tiefer liegen. Gemäss der Schuppenanalyse weisen alle Namaycush und Bachforellen **Jahrgänge von 2011 bis 2013 auf**. Somit stammen die Namaycush nicht aus den Besatzmassnahmen welche 2007 endeten.

Auf Basis der Schuppenanalyse konnte auch die jährliche Wachstumsrate und Gewichtszunahme der Tiere berechnet werden (vgl. Abb. 10 und 11).

Tab. 1: Im Fählensee gefangene Fische und die Angaben bzgl. Gewicht, Länge und Alter. Weitere Angaben zu de Fischen finden sich in den Messprotokollen in Anhang B.

| Fischart | Code | Geschlecht | Länge [cm] | Gewicht [g] | Alter [Monate] | Jahrgang | Kond.index |
|---------------------|------|------------|------------|-------------|----------------|----------|------------|
| <i>S. namaycush</i> | F_1 | W | 74.5 | 4650 | 93 | 2011 | 1.125 |
| <i>S. namaycush</i> | F_2 | W | 69 | 3700 | 93 | 2011 | 1.126 |
| <i>S. namaycush</i> | F_3 | W | 73 | 4400 | 93 | 2011 | 1.131 |
| <i>S. namaycush</i> | F_4 | W | 70 | 3850 | 81 | 2012 | 1.122 |
| <i>S. namaycush</i> | F_5 | M | 66 | 2800 | 69 | 2013 | 0.974 |
| <i>S. namaycush</i> | F_6 | W | 56.5 | 1600 | 69 | 2013 | 0.887 |
| <i>S. namaycush</i> | F_7 | M | 59 | 1950 | 81 | 2012 | 0.949 |
| <i>S. trutta</i> | F_8 | M | 54 | 1750 | 69 | 2013 | 1.111 |
| <i>S. trutta</i> | F_9 | W | 61 | 2550 | 93 | 2011 | 1.123 |
| <i>S. umbla</i> | F_10 | W | 34 | 550 | n.b. | n.b. | 1.399 |
| <i>S. umbla</i> | F_11 | M | 32 | 300 | n.b. | n.b. | 0.916 |
| <i>S. umbla</i> | F_12 | M | 28 | 150 | n.b. | n.b. | 0.683 |
| <i>S. cephalus</i> | F_13 | W | 55 | 2150 | n.b. | n.b. | 1.292 |

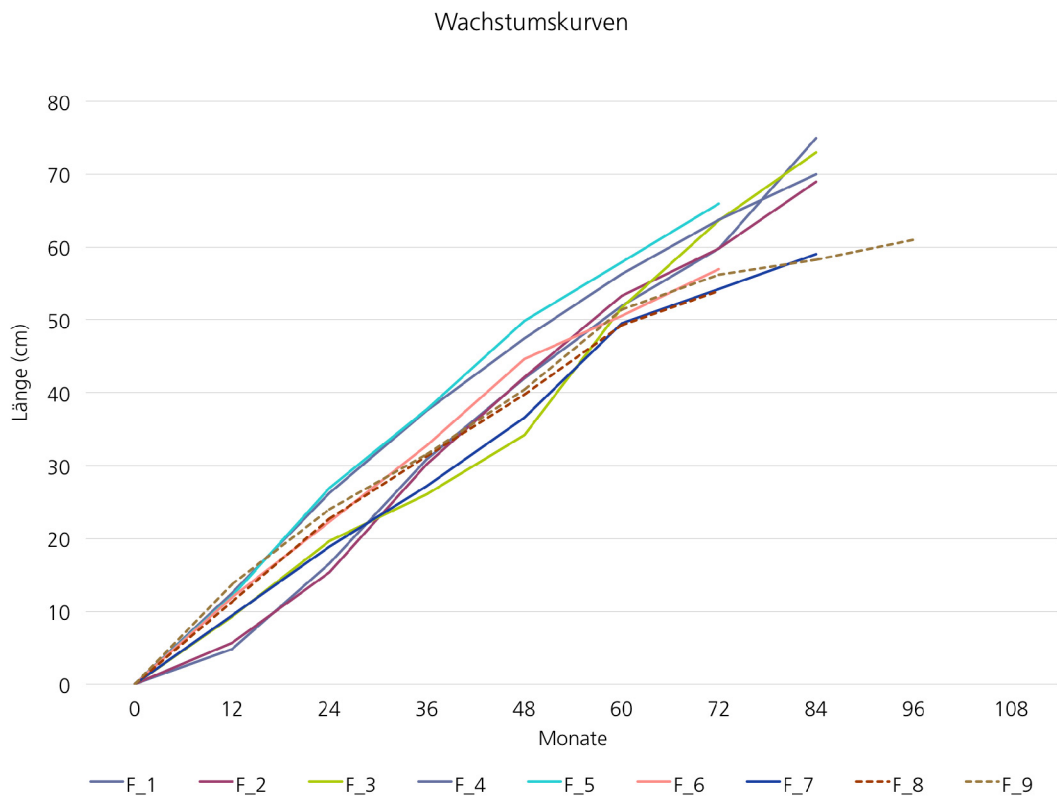


Abb. 10: Wachstumskurven der gefangenen Namaycush und Bachforellen (gestrichelt). Die Werte basieren auf den Auswertungen der Schuppenanalyse.

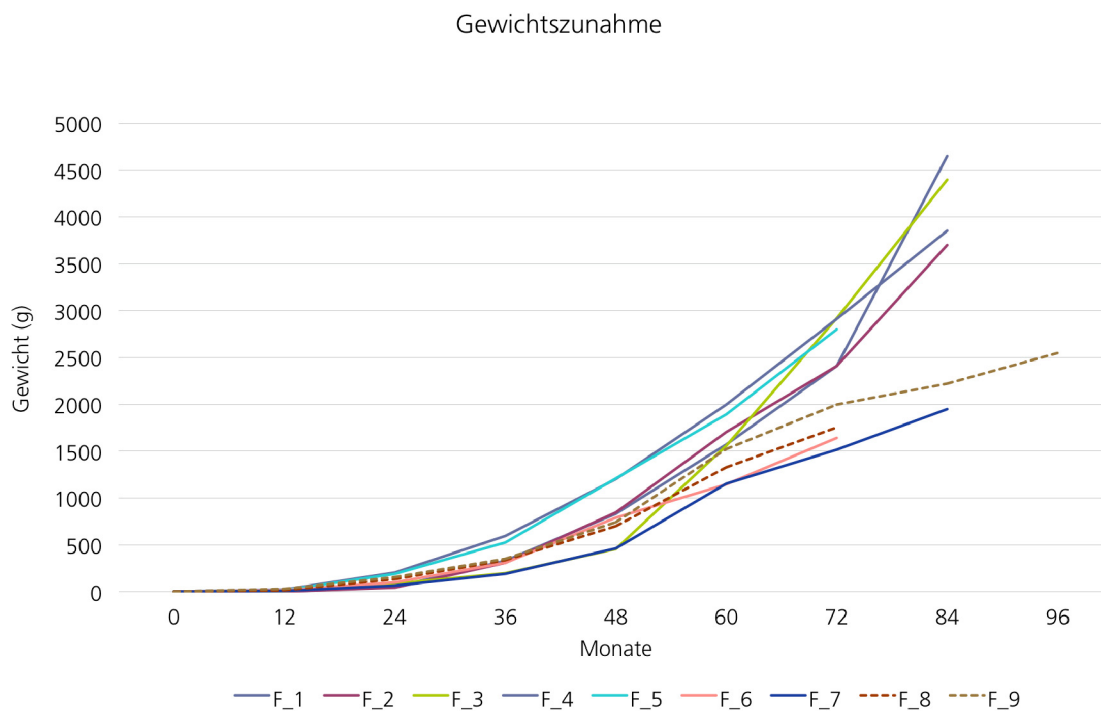


Abb. 11: Gewichtszunahme der gefangenen Namaycush und Bachforellen (gestrichelt).
Die Werte basieren auf den Auswertungen der Schuppenanalyse.

4.3 Diskussion

Die gefangenen Namaycush waren alle von stattlicher Grösse und sehr gut genährt. Die Analyse des Mageninhalts ergab, dass sich die Namaycush sehr stark von Beutefischen in der Grösse zwischen 14 und 27 cm ernährten - hauptsächlich von Seesaiblingen. **Die Hypothese, dass im Fählensee sehr grosse Namaycush vorkommen welche einen starken Prädationsdruck auf die fangbaren Fische haben, konnte somit bestätigt werden.**

Die Menge der gefangenen Fische entspricht der bei den Sonaraufnahmen aufgespürten Anzahl grösserer Fische (Gefangen: 13 Stk. / Sonardetektion: 10 bzw. 12 Stk.). Die hochgerechnete Biomasse, welche die Fische bis zu ihrem Tod verzehrten entspricht etwa 270 kg Fisch. Bei einem durchschnittlichen Gewicht des Beutefisches von 100 g ergeben sich so 2700 Beutefische, welche durch die 7 Namaycush und die 2 Bachforellen gefressen wurden. Mit zunehmendem Alter nimmt der Fischverzehr stark zu. Aktuell lag der Jahresbedarf der Fische bei über 80 kg (vgl. Abb. 11). Bereits die Entnahme dieser 9 Fische wird somit zu einer Entlastung des Frassdruckes führen.

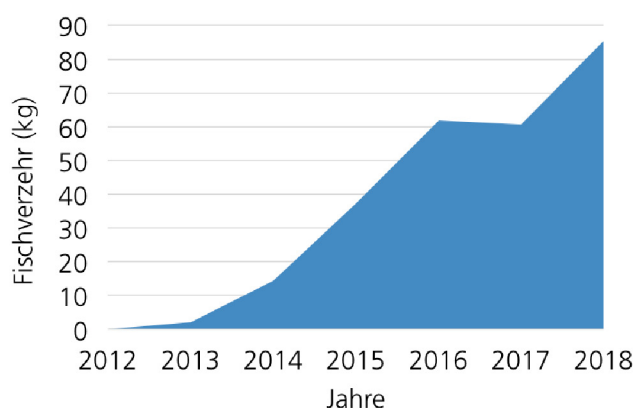


Abb. 12: Fischverzehr der gefangenen Namaycush und Bachforellen während ihrem Leben im Fählensee.

4.3.1 Bestandesgrösse, Naturverlaichung und Populationsaufbau

Der letzte Besatz von Kanadischen Seesaiblingen fand im Jahr 2007 statt. Es wurde angenommen, dass noch einzelne, aus den Besatzjahren stammende Tiere im Fählensee vorkommen. Durch die Analyse der Schuppen wird nun jedoch klar, dass es sich um deutlich jüngere Tiere handelt (Jg. 2011 - 2013). Da kein Besatz während dieser Zeit stattgefunden hat - und falls illegaler Besatz durch Dritte ausgeschlossen werden kann - muss es sich bei den gefangenen Namaycush um Tiere aus Naturverlaichung handeln (dass Arten durch Dritte illegal in den See bereits eingebracht wurden, wird allerdings durch die Anwesenheit von Alet (*Squalius cephalus*) und Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) im Fählensee bestätigt. Für die Naturverlaichung (oder illegalen Besatz) spricht die Fangstatistik (Tab. 2): Ab 2011, spätestens aber ab 2012 wurden Fische im Fählensee gefangen, welche aufgrund Ihrer Grösse nicht mehr den Besatzjahrgängen entstammen können. Da jedes Jahr solche Fänge in der Fangstatistik aufgeführt sind, sollte es sich nicht um Falscheintragungen handeln. Ebenfalls setzte sich seit 2011 der Trend geringerer Namaycushfänge fort. Dies kann ein Hinweis darauf sein, dass sich die Population nur in beschränktem Mass im See reproduzieren kann, und durch den fehlenden Besatz stark ausdünn. Allenfalls sind die Bedingungen für eine Naturverlaichung häufig nicht ideal: der See hat sauerstoffarme bis sauerstofffreie Zonen, zudem ist ein grosser Teil der Sedimente im Böschungsbereich mit Algen überzogen, was die Laichentwicklung ebenfalls beeinträchtigen kann. Bei der Analyse der gefangenen Rogner wurden in den Eierstöcken zwar Eier gefunden, allerdings war die Ausbildung der Eierstöcke sehr unregelmässig (Abb. 13). Allenfalls bildeten sich die Eier sogar wieder zurück. Gemäss zahlreichen Untersuchungen aus Nordamerika pflanzen sich weibliche Namaycush ab einem Alter von 8 - 9 Jahren zum ersten mal fort (Eschmayer, 1964; Smith, 2006). Somit wären die gefangenen Tiere noch nicht fortpflanzungsfähig gewesen und der Rogen allenfalls erst im Aufbau. Aus mehreren nordamerikanischen Seen ist zudem bekannt, dass die Fortpflanzung nur alle 2 Jahre stattfindet (Kennedy, 1954).

Tab. 2: Fangzahlen von *Salvelinus namaycush* im Fählensee von 2004 bis 2017. Orange eingefärbt sind Fische welche aufgrund des Wachstums und Alters nicht mehr aus Besatzzeiten stammen können, sondern wahrscheinlich der Naturverlaichung entstammen - in Klammern sind die Geburtsjahre angegeben.

| Grössenklasse Alter Fische | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------|------------|------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| 28 - 29 cm (2 - 3 Jahre) | 2 | | 7 | | Ende Namaycush Besatz | | 2 | 3 | | | | | | | | |
| 30 - 34 cm (3 - 4 Jahre) | 231 | 361 | 145 | 250 | | 194 | 378 | 69 | 6 (2007 / 2008) | | 7 (2009 / 2010) | 5 (2010 / 2011) | 7 (2011 / 2012) | 3 (2012 / 2013) | 1 (2013 / 2014) | |
| 35 - 39 cm (4 - 5 Jahre) | 79 | 95 | 50 | 61 | | 75 | 152 | 51 | 5 | 2 (2007 / 2008) | 4 (2008 / 2009) | 1 (2009 / 2010) | 1 (2011 / 2012) | | 1 (2013 / 2014) | |
| 40 - 44 cm (4 - 5 Jahre) | 14 | 11 | 7 | 7 | | 6 | 16 | 5 | 9 | 7 (2007 / 2008) | 10 (2008 / 2009) | 2 (2009 / 2010) | | | | |
| 45 - 49 cm (4 - 5 Jahre) | | 2 | 1 | | | | | 3 | 1 | 1 (2007 / 2008) | 3 (2008 / 2009) | | | | | |
| > 50 cm (5+ Jahre) | 2 | | 1 | | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | | 2 | 1 | |
| Total Fangertrag | 328 | 469 | 211 | 318 | | | 275 | 553 | 129 | 22 | 11 | 27 | 10 | 8 | 5 | 3 |



Abb. 13: Vergleich der Entwicklung der Eierstöcke: links ein weiblicher Namaycush aus dem Fählensee mit unvollständig ausgebildeten Eiern, welche sich evtl. zurückbildeten oder noch unterentwickelt waren. Rechts Bild eines laichbereiten Namaycush Rogners aus einem anderen See (Foto rechts: Bruno Polli).

Eine weitere Auffälligkeit war die **Grössenverteilung** der gefangenen Fische: Sowohl bei den Namaycush als auch bei den Bachforellen wurden nur sehr grosse Fische gefangen (> 54 cm). Die gefangenen Seesaiblinge waren deutlich kleiner, zwischen 28 und 34 cm. Es stellt sich deshalb die Frage weshalb keine kleineren Namaycush oder Bachforellen in den Netzen gefangen wurden. Bereits bei den Sonaruntersuchungen entstand der Eindruck, dass mittelgrosse Fische im Bereich zwischen 30 und 50 cm seltener aufgefunden wurden als kleinere und grössere. Der Populationsaufbau bei Namaycush und Bachforellen scheint stark gestört zu sein - er wird dominiert von grossen, adulten Tieren.

Die Gründe dafür sind unklar: Sollte die Naturverlaichung im See einigermaßen funktionieren, müssten auch kleinere Fische anzutreffen sein. Es sei denn, die Population der grossen Fische war so stark, dass die wenigen Nachkommen stark dezimiert bzw. weggefressen wurden. Natürlich stellt sich dabei die Folgefrage, wie denn die aktuell vorkommenden grossen Fische, welche ebenfalls aus Naturverlaichung stammten, dem Prädationsdruck entgehen konnten.

Da Namaycush bekanntermassen sehr alt werden können (bis 50 Jahre (www.fishbase.de)) ist es zudem erstaunlich, dass keiner der gefangenen Fische älter als 7 Jahre ist. Was ist mit den grösseren Tieren aus der Besatzzeit passiert, welche offenbar bis zur Laichreife im See vorhanden waren? Bereits frühere Daten lassen darauf schliessen, dass die Namaycush im Fählensee nicht sehr alt werden - oder wenn dann nur in sehr geringer Anzahl.

4.3.2 Wachstum und Alter von *S. namaycush*

Die Methode der Schuppenanalyse unterliegt immer gewissen Unsicherheiten. So sind die Annuli nicht immer genau auszumachen, was die Interpretation erheblich erschwert. Es ist möglich, dass einzelne Fische in Realität 1 bis 2 Jahre älter sind. Nichtsdestotrotz würde das höhere Alter in denselben besatzfreien Zeitraum fallen. Daher ist eine Aussage zum präzisen Alter von untergeordneter Bedeutung.

Bereits im Jahr 1992 fand an den Alpsteinseen eine umfassende Befischungsaktion statt (Langenegger, 1995). Im Fählensee wurden damals 20 Namaycush gefangen. Diese wiesen Längen von 29 bis 74 cm auf; der Durchschnitt lag bei 35 cm. Um die aktuellen Daten aus der Befischung zu plausibilisieren, wurden die beiden Datensätze bzgl. Alter, Gewicht und Länge miteinander verglichen (vgl. Abb. 14).

Die Daten aus den 1990er Jahren ergänzen die Ergebnisse aus der aktuellen Befischung generell sehr gut. Hauptsächlich handelt es sich zwar um kleinere Fische welche damals gefangen wurden. Mit dem Fang eines sehr grossen Namaycushs 1992 konnten die ermittelten Werte für Gewicht und Länge im Verhältnis zum Alter bei der diesjährigen Fangaktion als plausibel erachtet werden.

Zudem lässt sich aufgrund der beiden Datensätze eine Wachstumskurve für Namaycush mit Fischlängen zwischen 30 und 70 cm darstellen. Zwischen dem Besatz von 1988 und 1997 wurde 9 Jahre kein Besatz durchgeführt. Der Besatz 1997 hatte jedoch Erfolg was sich in einem kurzfristigen starken Anstieg der Fangerträge zeigte. Wären vom vorherigen Besatz noch viele grosse Tiere im See gewesen, hätten sich die Besatzfische wohl kaum derart gut entwickeln können. Allerdings sollte dann auch kaum Naturverlaichung stattgefunden haben.

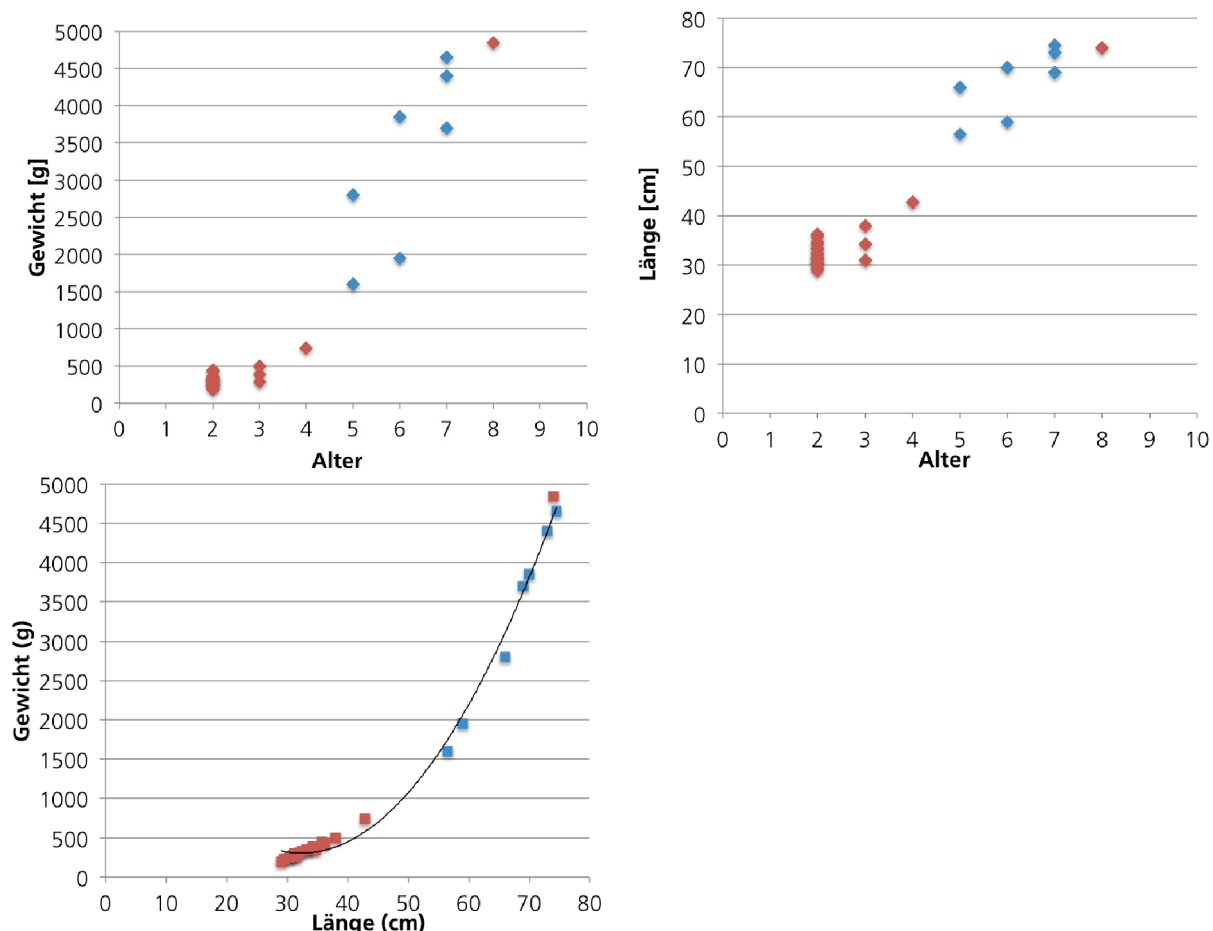


Abb. 14: Länge, Gewicht und Alter aus der aktuellen Befischung im Fählensee (blau) und aus einer Befischung aus dem Jahre 1992 (rot).

4.3.3 Besatz / Ertrag und verwendete Arten

Bekannt ist der fischereiliche Besatz im Fählensee von Kanadischem Seesaibling (*Salvelinus namaycush*), Bachforelle (*Salmo trutta*) und Seesaiblingen (*Salvelinus umbla*). Im See findet sich zudem der Alet sowie Elritzen, welche beide nicht aus den Besatzmassnahmen des Kantons stammen. Gemäss den uns zur Verfügung stehenden Daten wurden bis 1996 nur Namaycush besetzt. Ab dann wurden auch in hohem Masse Bachforellen besetzt. Der Besatz mit Seesaiblingen begann 2008.

Ab 2004 liegen je nach Art unterschiedene Fangzahlen vor. Diese Daten zeigen, dass Namaycush-Fänge den grössten Anteil der Fänge ausmachten. Nach der Einstellung des Namycush-Besatzes brechen die Fangzahlen dann vollends ein. Der Besatz mit Seesaiblingen zeigt sich in den Fangzahlen erst ab 2013 - nach dem Einbrechen der Namaycush-Fangzahlen. Seither sind die Seesaiblingserträge bei ca. 100 Stk. / Jahr konstant. Der Seesaibling ist mittlerweile die am häufigsten gefangene Art im Fählensee. Die Erfahrungen mit dieser Art sind noch jung und die Erträge werden wohl stark durch die Namaycush-Prädation überlagert, worauf

die Magenanalysen hinweisen. Die gefangenen Seesaiblinge wirkten jedoch relativ dünn - der Konditionsindex war zumindest bei den Männchen auch eher tief, was aber auch mit der Laichsaison zusammenhängen könnte.

Allenfalls ist das Nahrungsangebot für den Seesaibling im Fählensee aber auch nicht ideal: der Seesaibling ist typisch für nährstoffarme Gewässer - der Fählensee weist jedoch eine mittlere Produktion auf. Seesaiblinge ernähren sich stark von Zooplankton. Über die Menge und den Zustand des Zooplanktons im Fählensee liegen jedoch keine Informationen vor.

Der enorme Bachforellen-Besatz von jährlich 10'000 Stk. zwischen 1998 und 2016 widerspiegelt sich kaum in den entsprechenden Fangerträgen. Seit 2009 wurden jährlich nie mehr als 50 Stk. gefangen. Es ist sicherlich möglich, dass die Bachforelle bereits eine sehr hohe Besatzmortalität aufweist, da die in strömendem, sauerstoffreichem Wasser aufgezogenen Fische im See stark veränderte Lebensraumbedingungen vorfinden.

Von allen drei Fischarten war das Verhältnis von Besatz zu Ertrag beim Topprädator Namaycush am ausgeglichensten (Abb. 15). Insbesondere bei Bachforellen wurden im betrachteten Zeitraum deutlich höherer Besatzaufwände getätigt als Fangerträge erzielt.

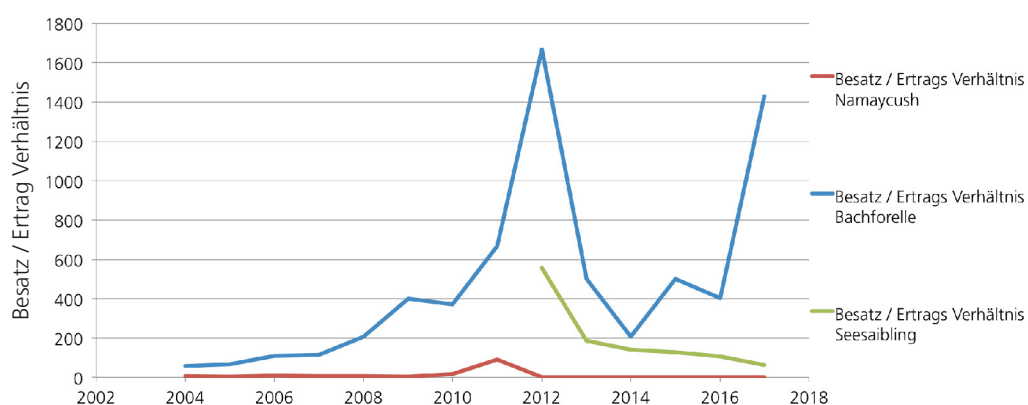


Abb. 15: Verhältnis von Ertrag zu Besatz ab 2004 für Namaycush, Bachforelle und Seesaibling. Je höher der Wert, desto höher der Aufwand im Verhältnis Ertrag.

Der Fählensee befindet sich aktuell in einem stark veränderten Zustand: für einen Bergsee ist sein Nährstoffgehalt deutlich zu hoch. Dies führt regelmässig zu grossen sauerstofflosen Bereichen im See: So warengemäss Messung des Sauerstoffgehaltes im August 2018 (Ende der Sommerstagnation) rund 38% des Seegrundes und 37% des Seevolumens von Sauerstofflosigkeit betroffen (Abb. 16). In diesem Bereich können sich bodengebundene Gewässerorganismen nicht entwickeln. Dies betrifft wiederum die Fische welche diese Organismen zum Teil als Nährtiere brauchen. Die Sauerstoffarmut kann allenfalls auch die Laichentwicklung der Kieslaicher Seesaibling und Namaycush beeinflussen. Eine natürliche Referenz für einen Bergsee mit diesem ökologischen Zustand gibt es nicht. Die subarktischen und arktischen Seen in welchen Seesaiblinge und Namaycush vor-

kommen sind oligotroph und haben daher im Allgemeinen keine Sauerstoffprobleme.

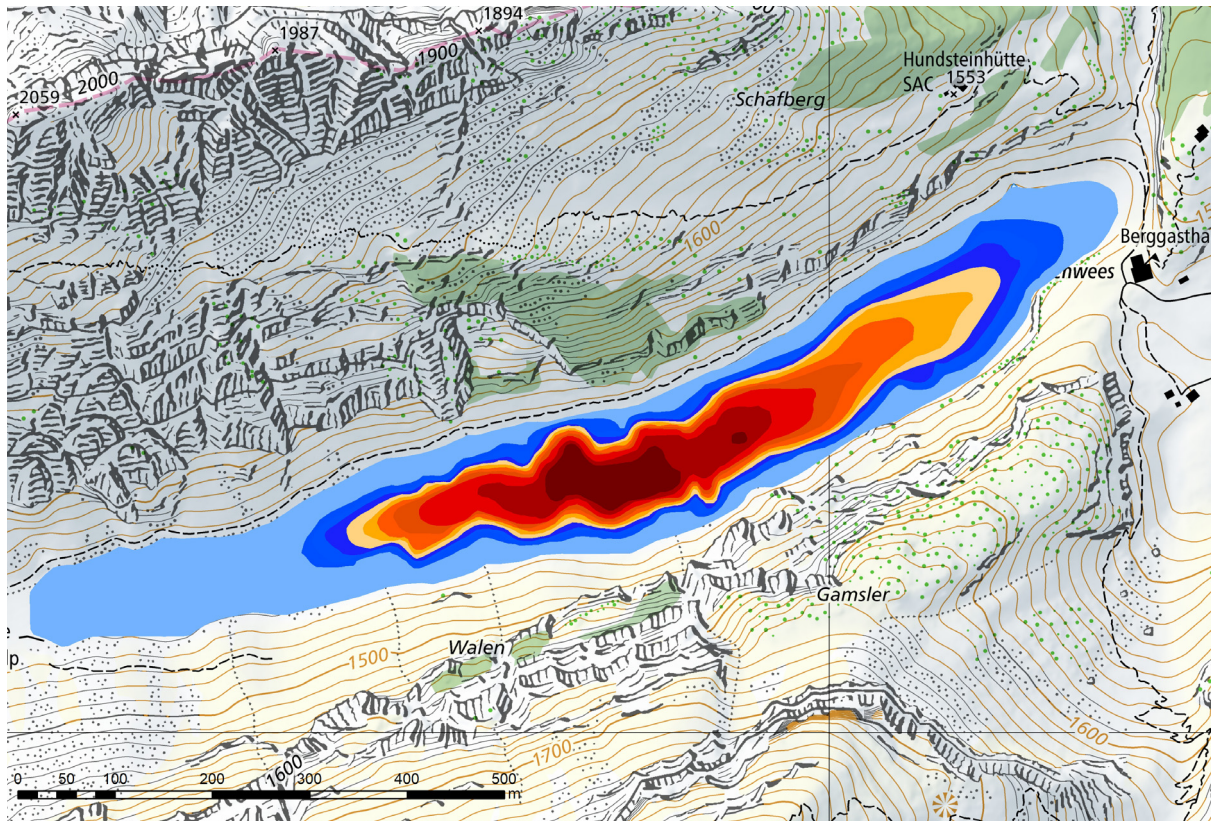


Abb. 16: Sauerstoffarmut im Fählensee. Die Gelb- und Rottöne geben den Seegrund wieder, welcher am 21.8.2018 nicht mehr von sauerstoffhaltigem Tiefenwasser bedeckt war. Zum Zeitpunkt der Messung waren demnach 38% des Seegrundes von Sauerstoffarmut betroffen. Die Blautöne stehen für Seetiefen < 12m, welche noch einen höheren Sauerstoffgehalt aufwiesen. (Quelle Bathymetrie: Glur et al, 2009). Darstellung aus: AquaPlus, 2018c.

4.3.4 Fortpflanzung / Laichentwicklung der aktuell vorhandenen Fischarten

Aktuell wird / wurde der Fählensee mit drei fischereilich interessanten Fischarten bewirtschaftet: Kanadischer Seesaibling (*Salvelinus namaycush*), Bachforelle (*Salmo trutta*), Seesaibling (*Salvelinus umbla*). Idealerweise findet eine natürliche Reproduktion und damit der Selbsterhalt der vorkommenden Populationen statt.

Für die **Bachforelle** ist die natürliche Reproduktion im Fählensee nicht möglich: Diese Fischart findet ihr Laichhabitat in Fließgewässern mit überströmter, lockerer Kiessohle. Da der Fählensee keinen stetigen oberirdischen Zuluß hat, der sich als Laichgewässer eignen würde, bleibt der Bachforelle die Fortpflanzung verwehrt. Dies gilt analog auch für die in manchen Bergseen besetzte Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*).

Seesaiblinge laichen auf Kiessubstrat im See, vorzugsweise im Bereich von Halden, üblicherweise unterhalb der sommerlichen Sprungschicht in einer Tiefe von

20 - 50m. Geeignete Laichplätze finden sich in den abfallenden Bereichen von Bachdeltas. Die Laichmulde wird bevorzugt in Kies mit einer Korngrösse von 20 - 60 mm angelegt (Fabricus & Gustafson, 1954; Ruhle, 1976). Das Kies muss sauber sein (nicht verschlammt). Für die Entwicklung der Eier ist eine ausreichende Versorgung mit Sauerstoff erforderlich. Für eine erfolgreiche Reproduktion sind daher die Bedingungen für diese Fischart im Fählensee ebenfalls nicht gegeben. Es finden sich keine Fliessgewässer, welche die Ablagerung von Flusskies in einem Mündungsdelta im See fördern würden. Der Bereich der Halden ist im Fählensee eher geprägt von Bergschuttmaterial, welches weder gerundet noch sortiert ist. Zudem ist die Sauerstoffversorgung im Fählensee problematisch. Während der Stagnationsphase im Winter kann es in den tieferen Seebereichen zu Sauerstoffmangel oder Sauerstofflosigkeit kommen, wodurch die abgelegten Eier absterben würden. Der Seegrund ist wegen des sehr schlammigen und feinkörnigen Sediments als Laichstandort ebenso ungeeignet. Bedingt durch den Nährstoffgehalt hat der See eine mittlere Produktion, wodurch viele Partikel sedimentieren und allenfalls verfügbare Substrate verschlammen oder verunreinigen.

Kanadische Seesaiblinge pflanzen sich im See auf kiesigen Substraten fort. Im Unterschied zu den grösseren Tiefen bevorzugenden *S. umbla*, weisen *S. namaycush* eine grössere Bandbreite der Laichtiefe von 15 cm bis 40 m auf. Meistens liegen die Laichhabitats jedoch in seichten Wasserzonen in weniger als 6 m Tiefe, welche durch den Wellenschlag beeinflusst werden (Martin & Olver, 1980; Janssen et al, 2006) . Der Wellenschlag spült Feinsedimente aus dem Laichsubstrat und sorgt somit für eine gute Sauerstoffversorgung der Eier. Die Korngrösse des gut sortierten Laichkieses liegt in vergleichbaren Gewässern Nordamerikas zwischen 3 und 15 cm (Calaghan et al, 2016). Im Unterschied zu anderen Salmoniden laicht *S. namaycush* direkt in das Substrat ab ohne vorgängig Laichgruben zu schlagen. Auch diese Art benötigt gut durchströmtes Substrat, damit sich die Eier in den Zwischenräumen entwickeln können. Aufgrund der weniger spezifischen Laichhabitatansprüche besteht für *S. namaycush* ein grösseres Potential passendes Laichhabitat im Fählensee vorzufinden. Allerdings dürfte die Verschlamung der Sedimente für die Eientwicklung dieser Art ebenfalls limitierend sein.

5 Vorschläge für das weitere Vorgehen am Fählensee

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass grosse Fische der Art *S. namaycush* im Fählensee vorhanden sind bzw. waren und einen direkten Einfluss auf die fischbaren Bestände im See haben. Alle gefangenen Tiere sind erst nach der Zeit des offiziellen Namaycushbesatzes geboren. Offen bleiben auch nach den aktuellen Untersuchungen wichtige Fragen: Etwa ob mit der Abfischung sämtliche grossen Tiere von *S. namaycush* aus dem See entfernt werden konnten, oder weshalb keine kleineren *S. namaycush* gefangen wurden. Da kleinere und jüngere Tiere von *namaycush* fehlen, kann auch die Naturverlaichung von *S. namaycush* nicht restlos bestätigt werden (die Tiere könnte auch durch inoffiziellen Besatz in den See gelangt sein - wie dies etwa auch beim Alet der Fall ist). Auf Grund der fehlenden Datenlage zum Fischbestand (Grösse der Populationen und Altersklassen der einzelnen Arten) und der gewässerchemischen Probleme im Fählensee (Sauerstofflosigkeit, Nährstoffdepots) sind gegenwärtig Prognosen zur zukünftigen Entwicklung der Bestände und der Fangerträge rein spekulativ. Andererseits ist nach wie vor unklar, weshalb der Fählensee zu den Seen gehört, in welchen die Anwesenheit von *S. namaycush* zu massiven fischereilichen Fangrückgängen führt, während es in der Schweiz bekanntermassen auch Seen gibt, in welchen diese Art sich relativ konstant halten kann.

Um die Entwicklung der Fischbestände, welche in den letzten Jahrzehnten immer stark durch den Besatz - auch mit neuen Arten verändert wurde, besser beurteilen zu können, und um die fischereiliche Zukunft des Fählensees auf fundierte Eckwerte und Erfahrungen abstützen zu können, schlagen wir für das weitere Vorgehen folgende Phasen vor:

Phase 1a: Besatzverzicht und Entwicklung beobachten

Die Entwicklung der fischereilichen Erträge soll für die nächsten Jahre beobachtet werden. Dafür ist in den nächsten fünf Jahren auf weitere Besatzmassnahmen zu verzichten. Veränderungen der Besatzmassnahmen wirken sich ebenso wie die Entnahme der grossen Räuber zeitlich verzögert aus. Aus heutiger Sicht ist anzunehmen, dass sich insbesondere der Bestand der Seesaiblinge im Fählensee erholen und die Fangerträge dadurch steigen könnte.

Allerdings sind die Erfahrungen mit Seesaiblingen noch recht frisch. Es sollte abgewartet werden, wie sich die Bestände von Seesaibling und Bachforelle unter Abwesenheit der grossen Namaycush entwickeln.

Ebenfalls sollte die Situation bzgl. *S. namaycush* weiterhin überwacht werden. Es kann nicht abschliessend beurteilt werden wie gross der Erfolg der Fangaktion war - auch wenn die Tatsache, dass am zweiten Fangtag keine Fische mehr in den Netzen waren - ein Signal für eine recht vollständige Entnahme ist. Einerseits können durch die Fangzahlen Hinweise auf die Anwesenheit von *S. namaycush* im See abgeleitet werden. Andererseits hat sich die Befahrung des Sees mittels Sonar als einfache und zielführende Massnahme erwiesen. Eine solche Überwachung sollte zwei Jahre nach der Fangaktion wieder durchgeführt werden. Wird die Anwesenheit grosser Fische wiederum festgestellt, so sollte eine weitere Fangaktion angestrebt werden.

Phase 1b: Vergleichende Untersuchungen zu Besatzerfolg und -misserfolg von *S. namaycush*

In der Schweiz gibt es weitere Seen welche ebenfalls starke Fangeinbrüche durch *S. namaycush* kennen. Andererseits gibt es Seen in welchen der Besatz mit dieser Art zu relativ stabilen Fangertträgen führt. Gegenwärtig ist unklar welche Faktoren für einen eher unproblematischen Namaycush - Besatz entscheidend sind.

Ein erfolgreiches Besatzwesen an einem Bergsee sollte darauf ausgerichtet sein, ein möglichst gutes Verhältnis von Besatz zu Ertrag zu erreichen. Wobei die Verlustrate der besetzten Fische möglichst klein bleiben sollte. Wir schlagen deshalb vor, im Rahmen einer nationalen Studie (bzw. universitärer Diplomarbeiten) die verschiedenen Einflussgrößen von Namaycush - Gewässern zu sammeln und auszuwerten. Dabei sollen die Steuerungsmechanismen, welche zu einem langfristig erfolgreichen Besatz führen eruiert werden.

Phase 2: Entscheid zur fischereilichen Zukunft des Sees

Welche Rolle der Fählensee fischereilich im Kanton Appenzell Innerrhoden spielen soll, ist letztendlich eine politische Entscheidung. Nebst fischereilichen Fragen stellen sich beim See aber bzgl. der Nährstoff- und Sauerstoffsituation entscheidende Fragen, welche wiederum auch Auswirkungen auf die Art und Weise eines nachhaltigen Fischbesatzes haben (hier laufen gegenwärtig auch noch weitere Untersuchungen, in Zuständigkeit des Amtes für Umwelt AI). Wichtig für einen zukünftigen Fischbesatz im Fählensee wäre der Aufbau einer selbsterhaltenden Population. Dies kann mit den aktuell eingesetzten Arten wohl nur erreicht werden, wenn sich der ökologische Zustand des Sees massgeblich verbessert.

Phase 3: Massnahmen einleiten und überwachen

Abhängig vom Entscheid über die fischereiliche Zukunft des Sees soll der Besatz fortgesetzt oder der See sich selbst überlassen werden. Falls eine Wiederaufnahme des Besatzes erfolgt, ist genau festzulegen, welche Arten im See besetzt werden. Die die Situation des Fischbestandes sollte dabei weiterhin überwacht werden. Insbesondere gilt es zu beobachten ob es gelingt eine selbsterhaltende Fischpopulation aufzubauen.

6 Literatur

- AquaPlus (2018a): Alpsteinseen - Gewässeruntersuchungen 2014 - 2017. Im Auftrag des Kantons Appenzell Innerrhoden.
- AquaPlus (2018b): Fischereimanagement Fählensee - Plausibilisierung "grosse Namaycush". Kurzbericht und Feldprotokolle zur Sonarbefahrung vom 7./8.6.2018. Im Auftrag des Kantons Appenzell Innerrhoden.
- AquaPlus (2018c): Limnologische Untersuchungen Fählensee. Gewässerschutzmassnahmen 2018. Tiefenprofile, Sedimente und Algen. Kurzbericht. Im Auftrag des Kantons Appenzell Innerrhoden.
- Berg, A. & Grimaldi, E. (1967): A critical interpretation of the scale structures used for the determination of annuli in fish growth studies. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 21: 225-239.
- Calaghan, D., Blanchfield, P., Cott, P. (2016): Lake trout (*Salvelinus namaycush*) spawning habitat in a northern lake: The role of wind and physical characteristics on habitat quality. Journal of Great Lakes Research 42: 299 - 307.
- Fabricus, E. & K. J. Gustafson, (1954): Further aquarium observations on the spawning behaviour of the char, *Salmo alpinus* L. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 35: 58-104.
- Eschmayer, P.H. (1964): The lake trout (*Salvelinus namaycush*).
- Janssen, J., Jude, D.J., Edsall, T.A., Paddock, R.W., Watrus, N., Toneys, M., Mckee, P., (2006): Evidence of lake trout reproduction at Lake Michigan's mid-lake reef complex. J. Great Lakes Res. 32, 749-763.
- Langenegger, O. (1995): Untersuchung der Alpsteinseen Fählensee, Sämtisersee, Seealpsee 1990 - 1992. Schlussbericht. Im Auftrag des Kantons Appenzell Innerrhoden.
- Lindeman, R.L. (1942). The trophic-dynamic aspect of ecology. Ecology. 23: 399-418.
- Kennedy, W.A., (1954): Growth, maturity and mortality in the relatively unexploited lake trout, *Cristivomer namaycush*, of Great Slave Lake. J. Fish. Res. Board Can. 11(6):827-852.
- Martin, N.V., Olver, C.H., 1980. The lake charr, *Salvelinus namaycush*. In: Balon, E.K. (Ed.), Charrs: Salmonid Fishes of the Genus *Salvelinus*, Perspectives in Vertebrate Science. Dr. LW Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, 205 -277.
- Polli B. (2011): Catture di grossi pesci predatori nel lago Tremorgio. Ufficio della Caccia e della Pesca.
- Polli B. & Foresti D. (2015): Catture di grossi pesci predatori nel lago Tom (autunno 2015), Ufficio della Caccia e della Pesca.
- Ruhle, Ch. (1976): Die Bewirtschaftung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus selvelinus* L.) im Zugersee. Diss. ETH Zürich.
- Smith, N.G., Krueger, C.C., Casselman, J.M. (2008): Growth chronologies of white sucker (*Catostomus commersoni*), and lake trout (*Salvelinus namaycush*): a comparison among lakes and between trophic levels. Environ. Biol. Fish. 81: 375 - 386.

Stewart, D.J., Weiniger, D., Rottiers, D.V. & Edsall, T.A. (1983): An energetics model for lake trout, *Salvelinus namaycush*: application to the Lake Michigan population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 681 - 698.

Anhang

A: Bilddokumentation Fischuntersuchung Fählensee

B: Messprotokolle der gefangenen Fische

C: Beispielbilder der Schuppenanalyse

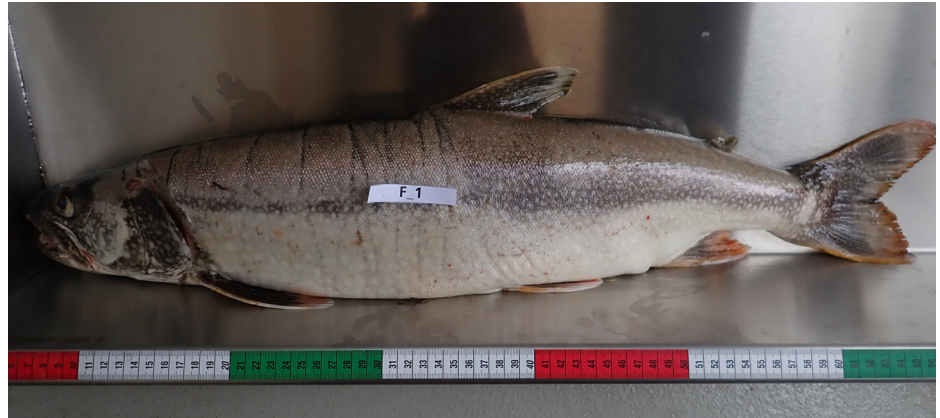
D: Protokollblätter Fischdetektion mittels Sonar

ANHANG A

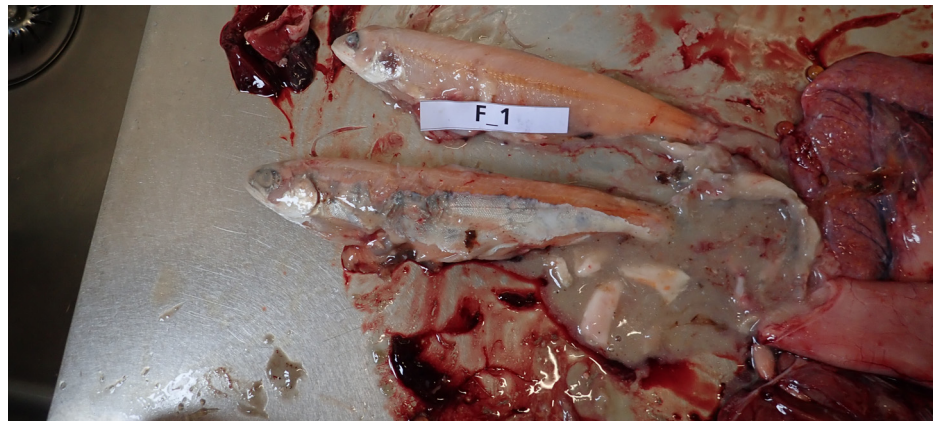
Bilddokumentation Fischuntersuchung
Fählensee



Amerikanischer Seesaibling
(*Savelinus namaycush*) F_1,
Rogner, laichreif



Mageninhalt von F_1:
2 Seesaiblinge



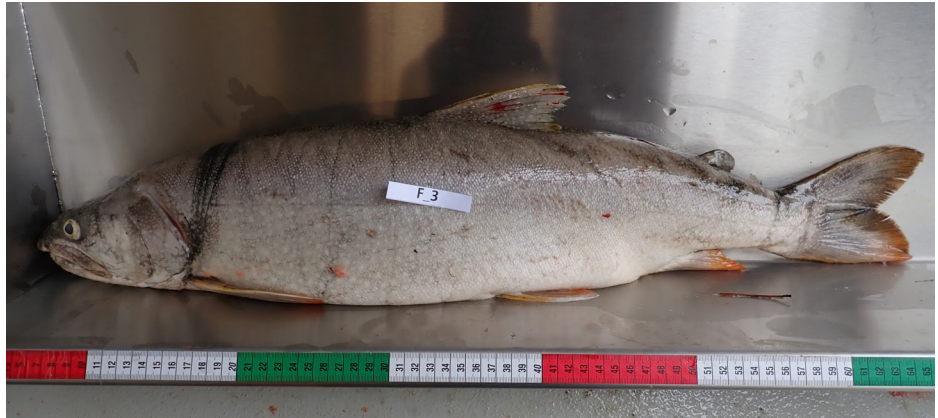
Amerikanischer Seesaibling
(*Savelinus namaycush*), F_2,
Rogner, laichreif



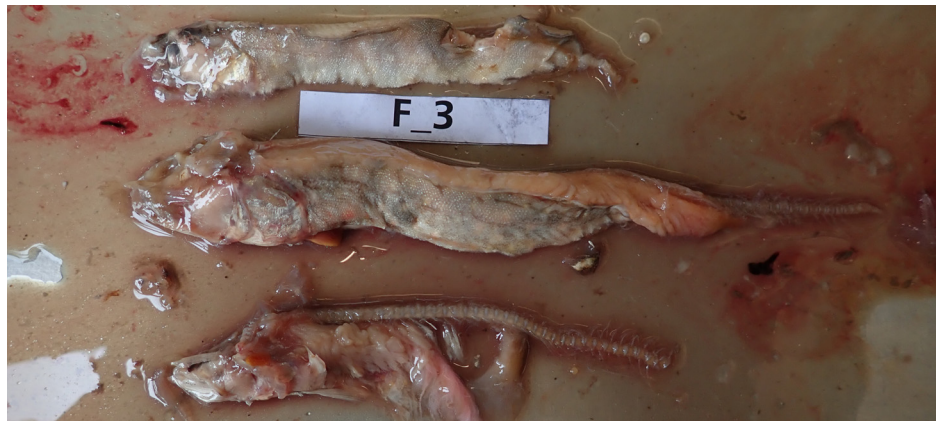
Mageninhalt von F_2:
1 Seesaibling, 2 Bachforellen



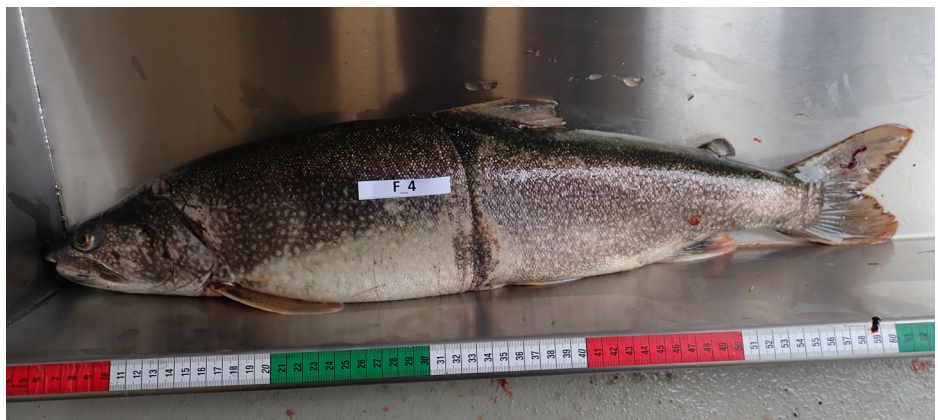
Amerikanischer Seesaibling
(*Savelinus namaycush*), F_3,
Rogner, beinahe laichreif



Mageninhalt von F_3:
2 Seesaiblinge, 1 unbestimmbarer Fisch



Amerikanischer Seesaibling
(*Savelinus namaycush*), F_4,
Rogner, beinahe laichreif



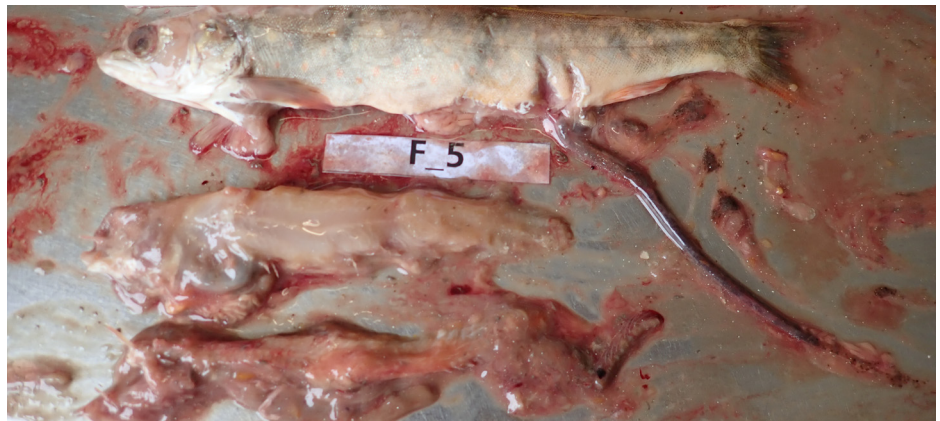
Mageninhalt von F_4:
2 Seesaiblinge



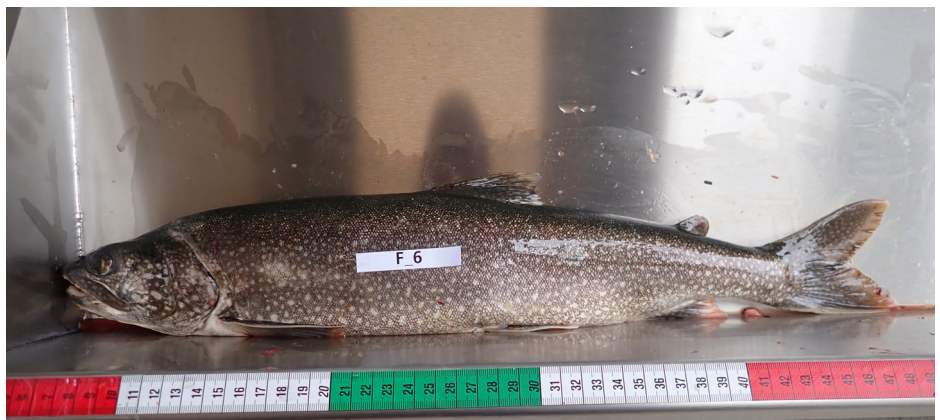
Amerikanischer Seesaibling
(*Savelinus namaycush*), F_5,
Milchner



Mageninhalt von F_5:
1 Seesaibling, 2 unbestimm-
bare Fische



Amerikanischer Seesaibling
(*Savelinus namaycush*), F_6,
Rogner, beinahe laichreif



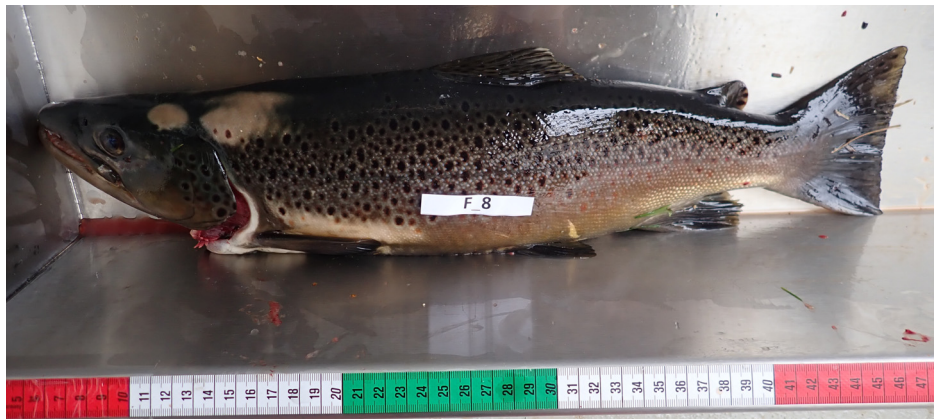
Mageninhalt von F_6:
2 Seesaiblinge



Amerikanischer Seesaibling (*Savelinus namaycush*), F_7, Milchner, laichbereit, kein Mageninhalt



Seeforelle (*Salmo trutta*), F_8, Milchner, laichbereit, kein Mageninhalt



Seeforelle (*Salmo trutta*), F_9, Rogner, kein Mageninhalt



Vergrösserte Milz von F_9.



Seesaibling (*Savelinus umbla*), (F_10), Rogner, laichreif



Mageninhalt von F_10:
Rogen von Seesaibling



Seesaibling (*Savelinus umbla*), (F_11), Milchner,
laichbereit, kein Mageninhalt



Seesaibling (*Savelinus umbla*), (F_12), Milchner, kein
Mageninhalt



Alet (*Squalius cephalus*),
(F_13), Rogner, Reifegrad 5-6



Mageninhalt von F_13:
Algen



ANHANG B

Messprotokolle der gefangenen Fische



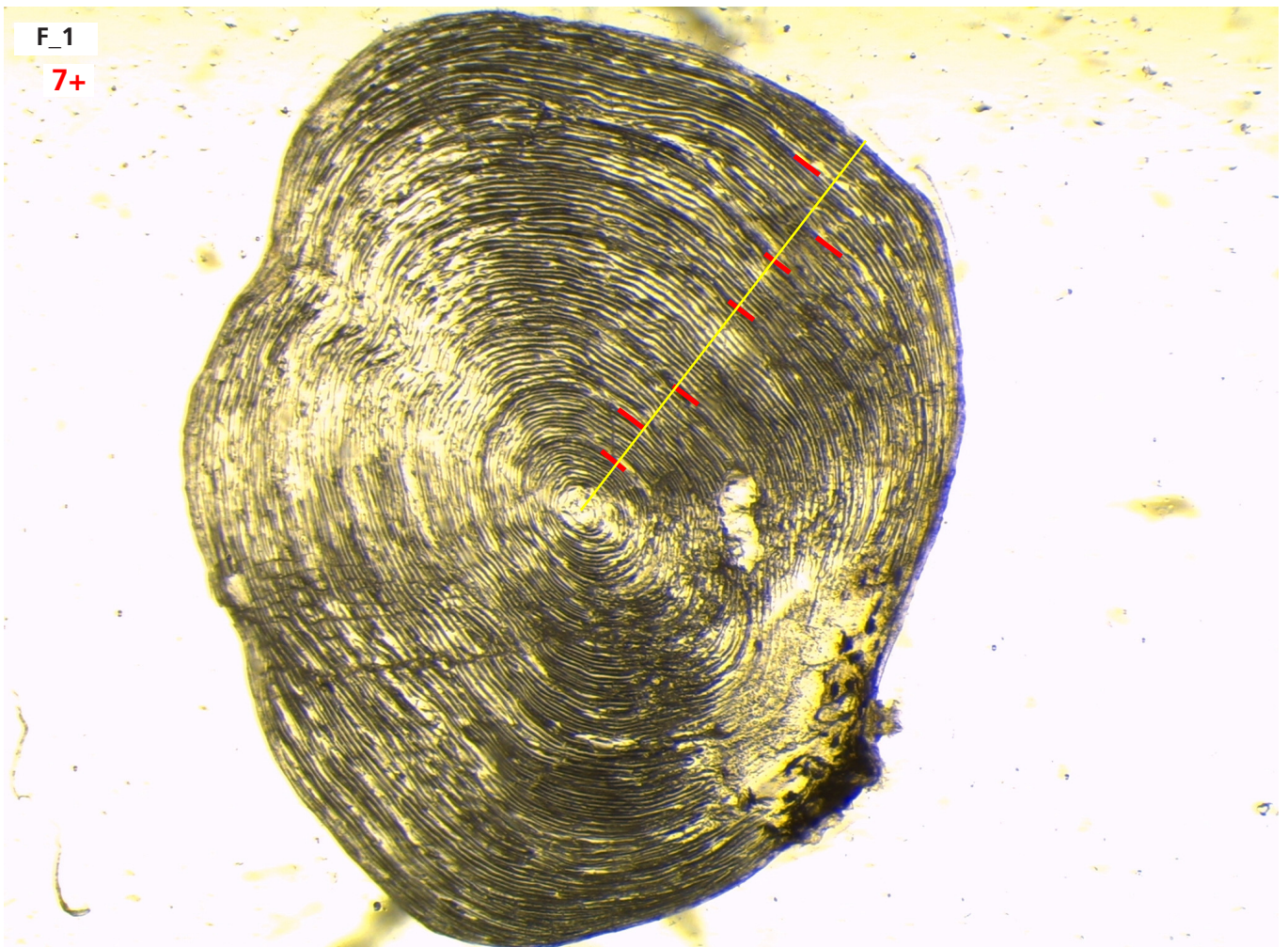
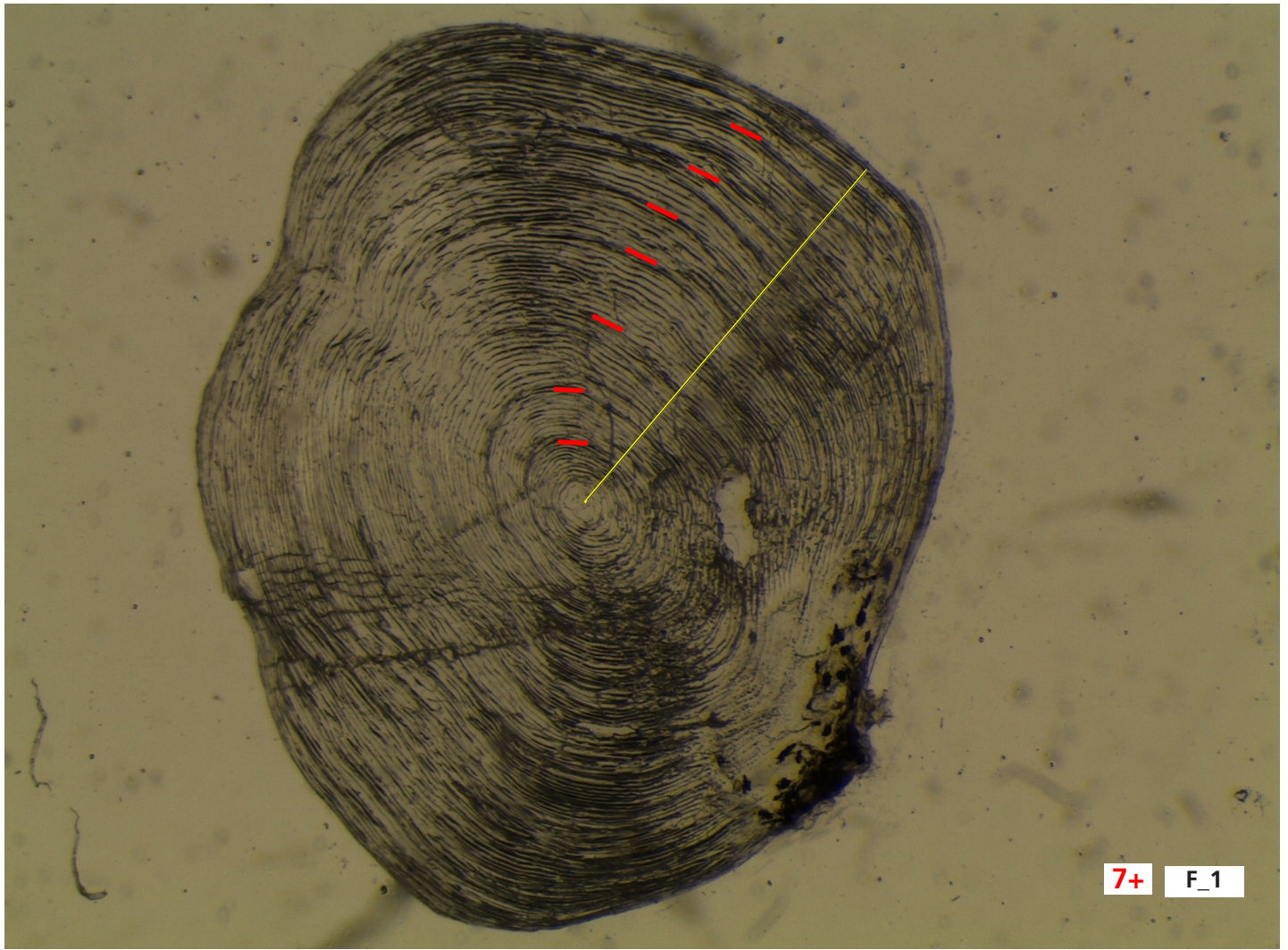
| Fischart | Fangdatum | ID Code | Länge [cm] | Gewicht [g] | Gewicht [g] ohne Mageninhalt | Beschrieb Mageninhalt | Merkmale |
|--|-----------|--|------------|-------------|------------------------------|---|---|
| S. namaycush M <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_1 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 74.5 | 4650 | 4100 | Seesaibling: 20cm Seesaibling: 21cm | laichreif |
| S. namaycush M <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_2 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 69 | 3700 | 3250 | Seesaibling: 18cm Bachforelle: 17cm (stark verdaut) Bachforelle: 14cm (stark verdaut) | laichreif |
| S. namaycush M <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_3 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 73 | 4400 | 3900 | 1 Fisch unbestimmbar: 15cm Seesaibling: 21cm Seesaibling: 14cm | bald laichreif |
| S. namaycush M <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_4 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 70 | 3850 | 3400 | Seesaibling: 27cm Seesaibling: 17cm | bald laichreif |
| S. namaycush M <input checked="" type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_5 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 66 | 2800 | 2500 | Seesaibling: 22cm unbestimmbar: 15cm unbestimmbar: 15cm | - |
| S. namaycush M <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_6 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 56.5 | 1600 | 1400 | Seesaibling: 14.5cm unbestimmbar: 12cm | bald laichreif |
| S. namaycush M <input checked="" type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_7 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 59 | 1950 | 1800 | leer | Milchner / milchbereit |
| S. trutta M <input checked="" type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_8 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 54 | 1750 | 1600 | leer | Milchner / milchbereit |
| S. trutta M <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_9 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 61 | 2550 | 2300 | leer (Schleim, Wasser) | sehr grosse Milz / laichhakenartige Verbiegung des Unterkiefers |
| S. umbra M <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_10 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 34 | 550 | 400 | Seesaibling Rogen | sehr gut entwickelte Eier |

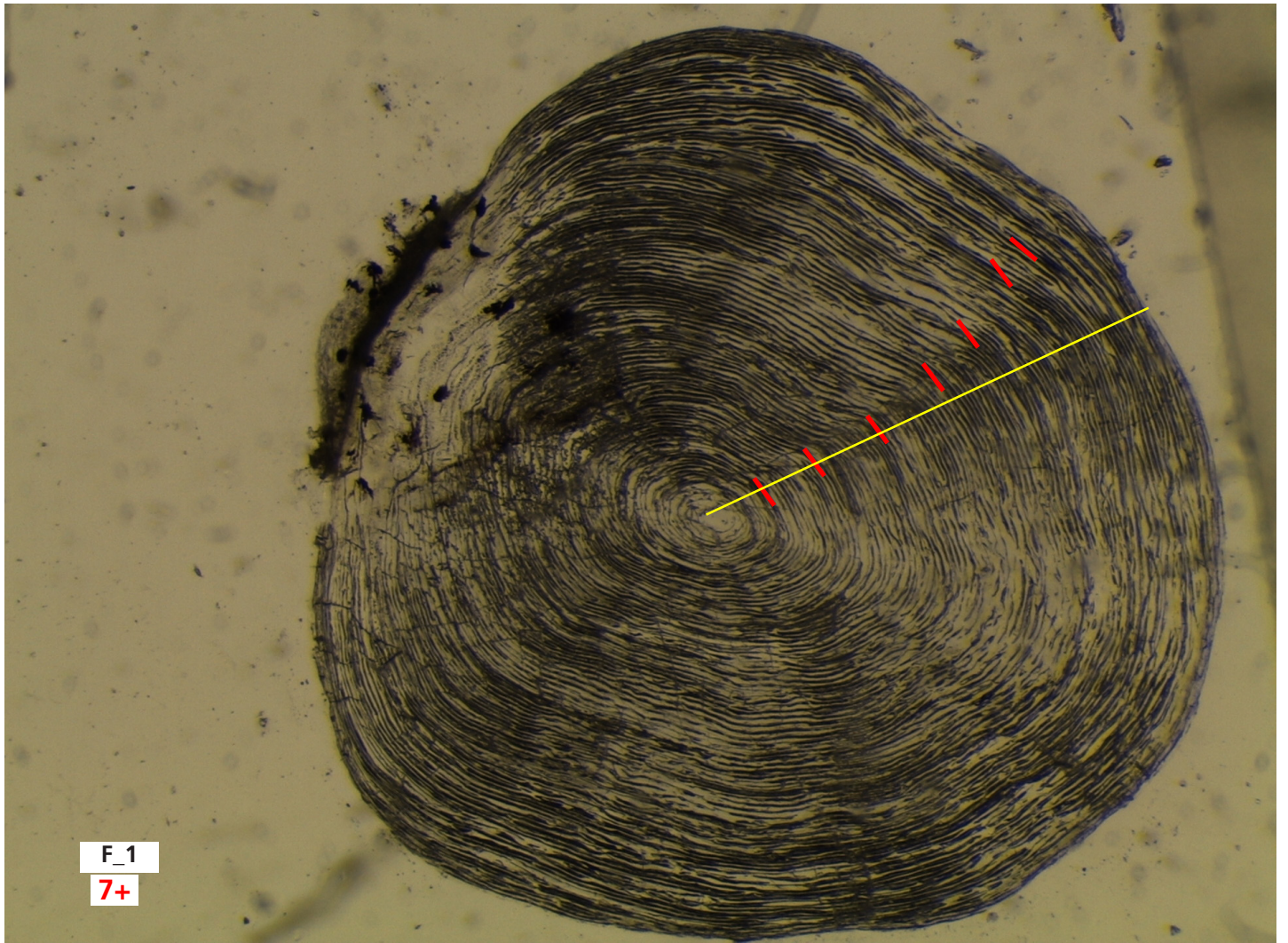
| Fischart | Fangdatum | ID Code | Länge [cm] | Gewicht [g] | Gewicht [g] ohne Mageninhalt | Beschrieb Mageninhalt | Merkmale |
|---|-----------|--|------------|-------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| S. umbla M <input checked="" type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_11 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 32 | 300 | 300 | 300 leer | Milchner, laichbereit |
| S. umbla M <input checked="" type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_12 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 28 | 150 | 150 | 150 leer (schleim) | |
| S. cephalus M <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> | 3.10.2018 | F_13 Schuppenprobe: <input checked="" type="checkbox"/> | 55 | 2150 | 1750 | 1750 Algen | Eier gut entwickelt (Reifegrad 5-6) |
| M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | | Schuppenprobe: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | | Schuppenprobe: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | | Schuppenprobe: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | | Schuppenprobe: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | | Schuppenprobe: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | | Schuppenprobe: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | | Schuppenprobe: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> | | Schuppenprobe: <input type="checkbox"/> | | | | | |

ANHANG C

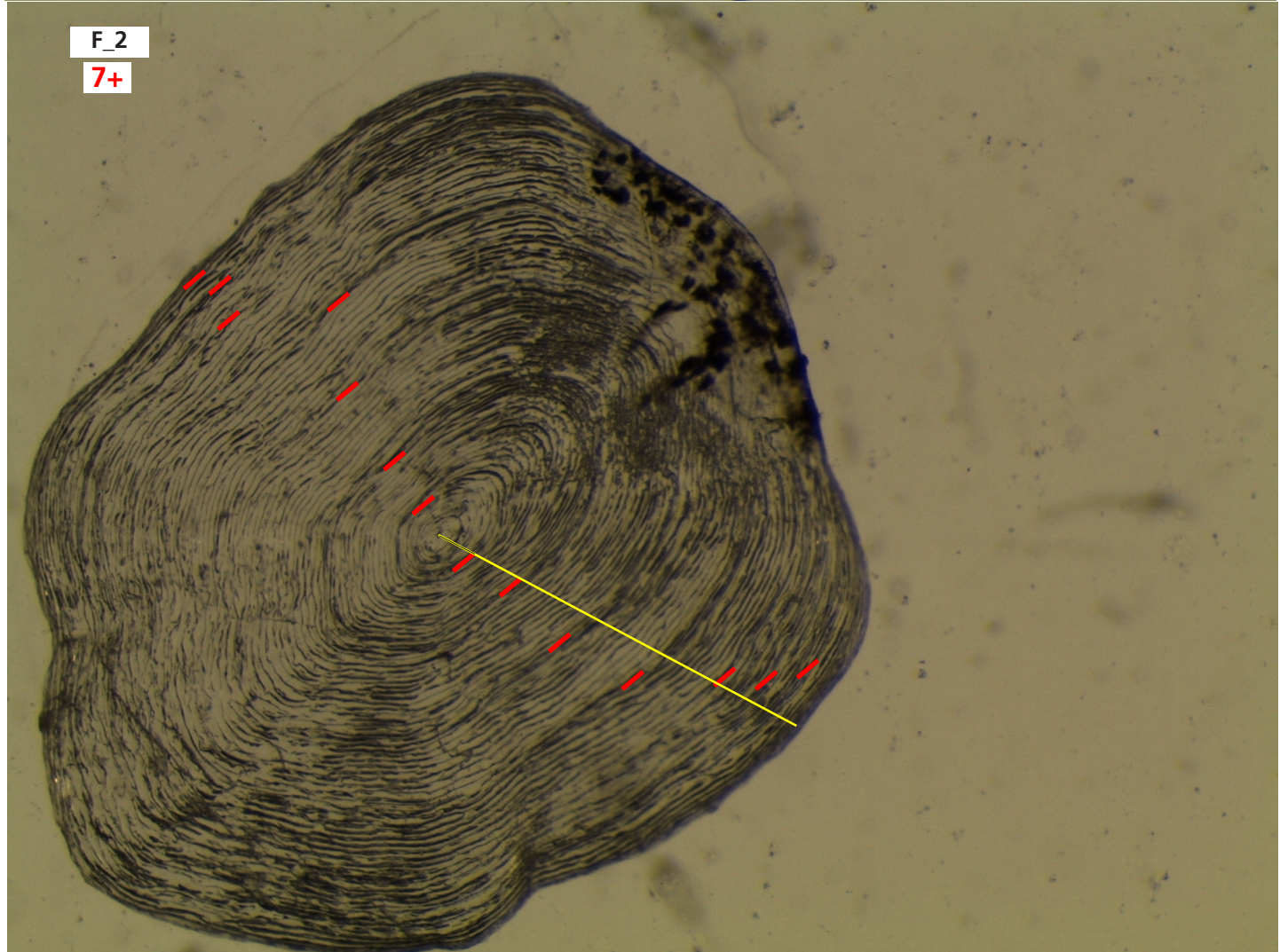
Beispielbilder der Schuppenanalyse



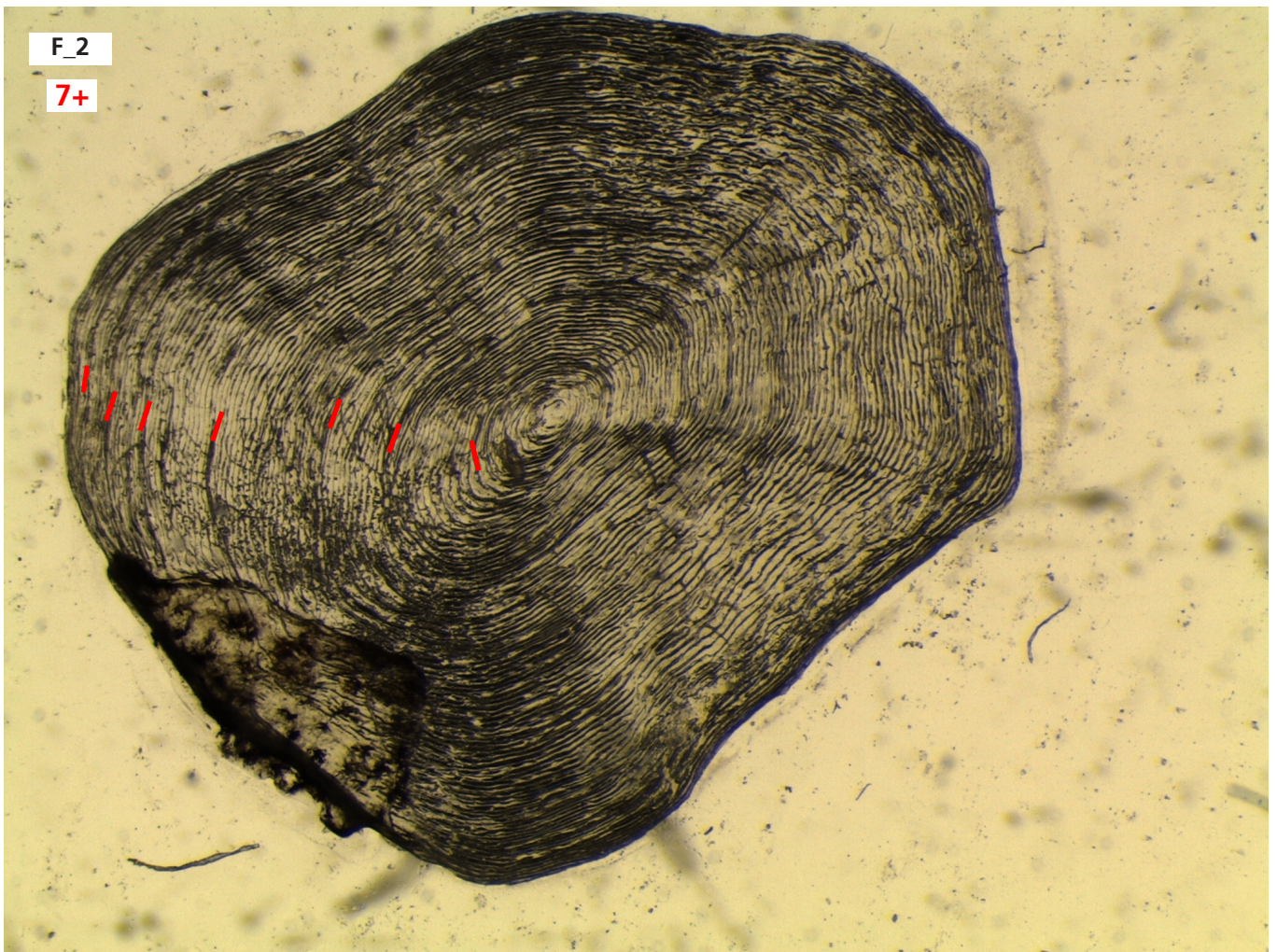
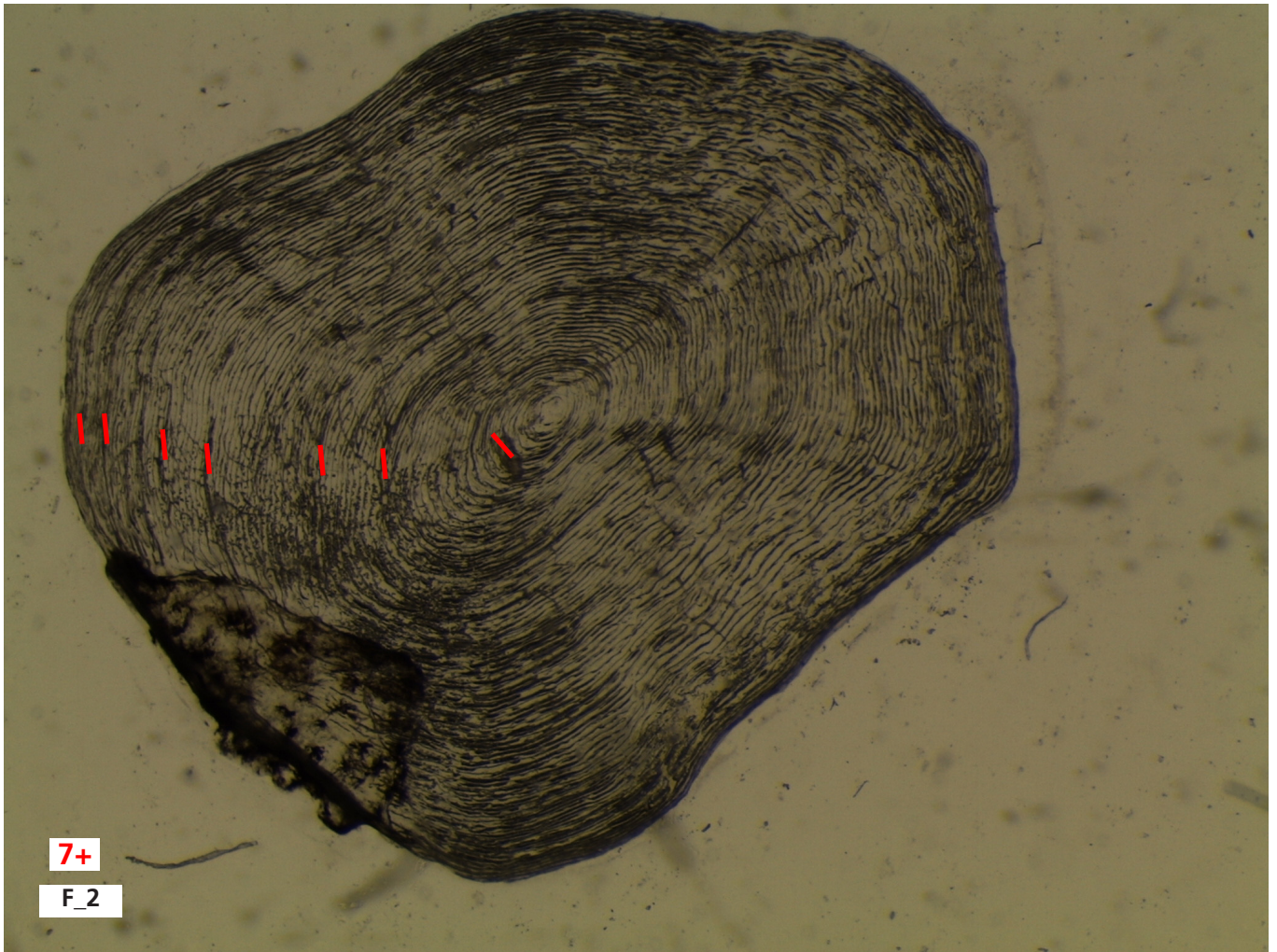


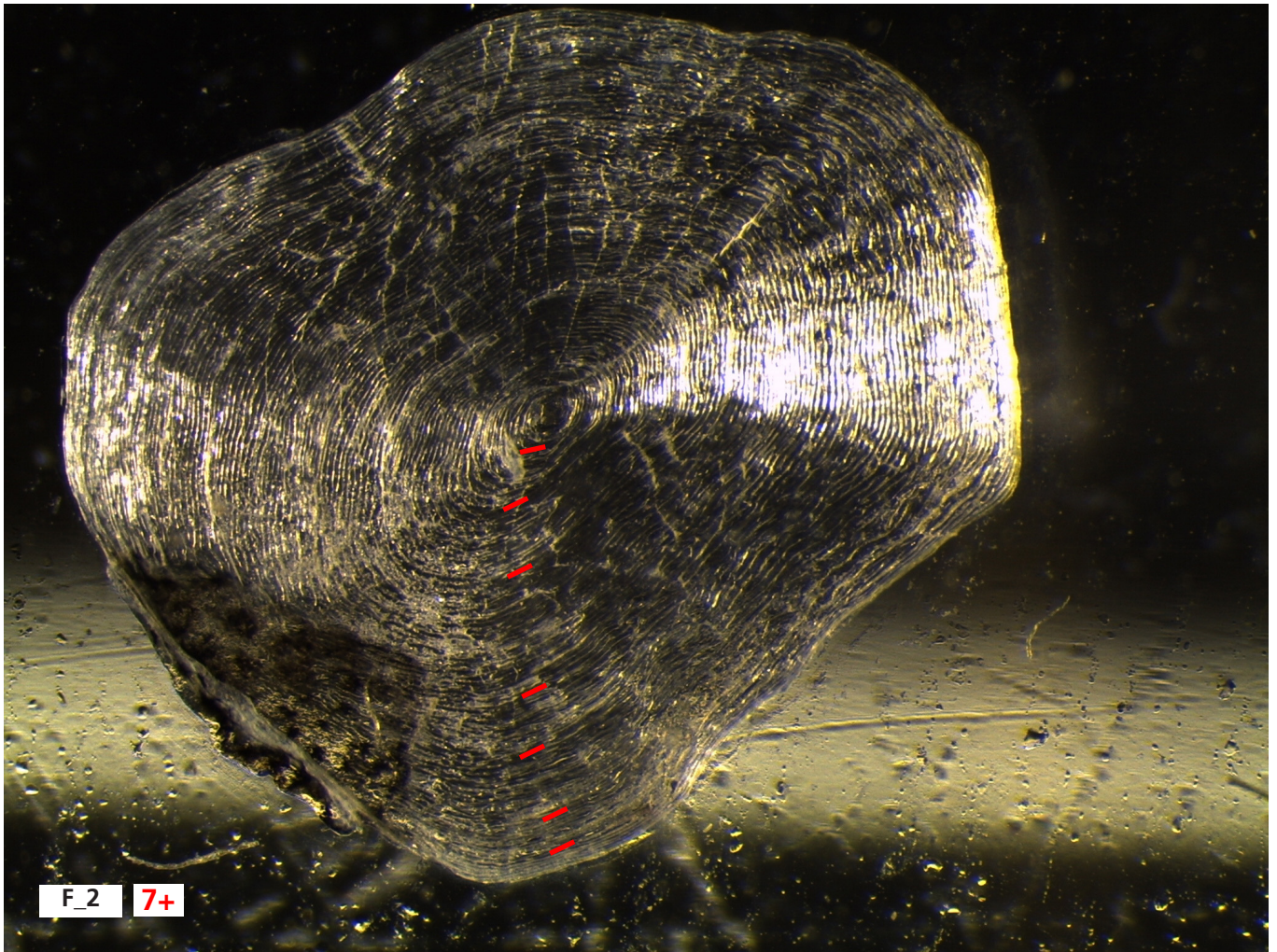


F_1
7+

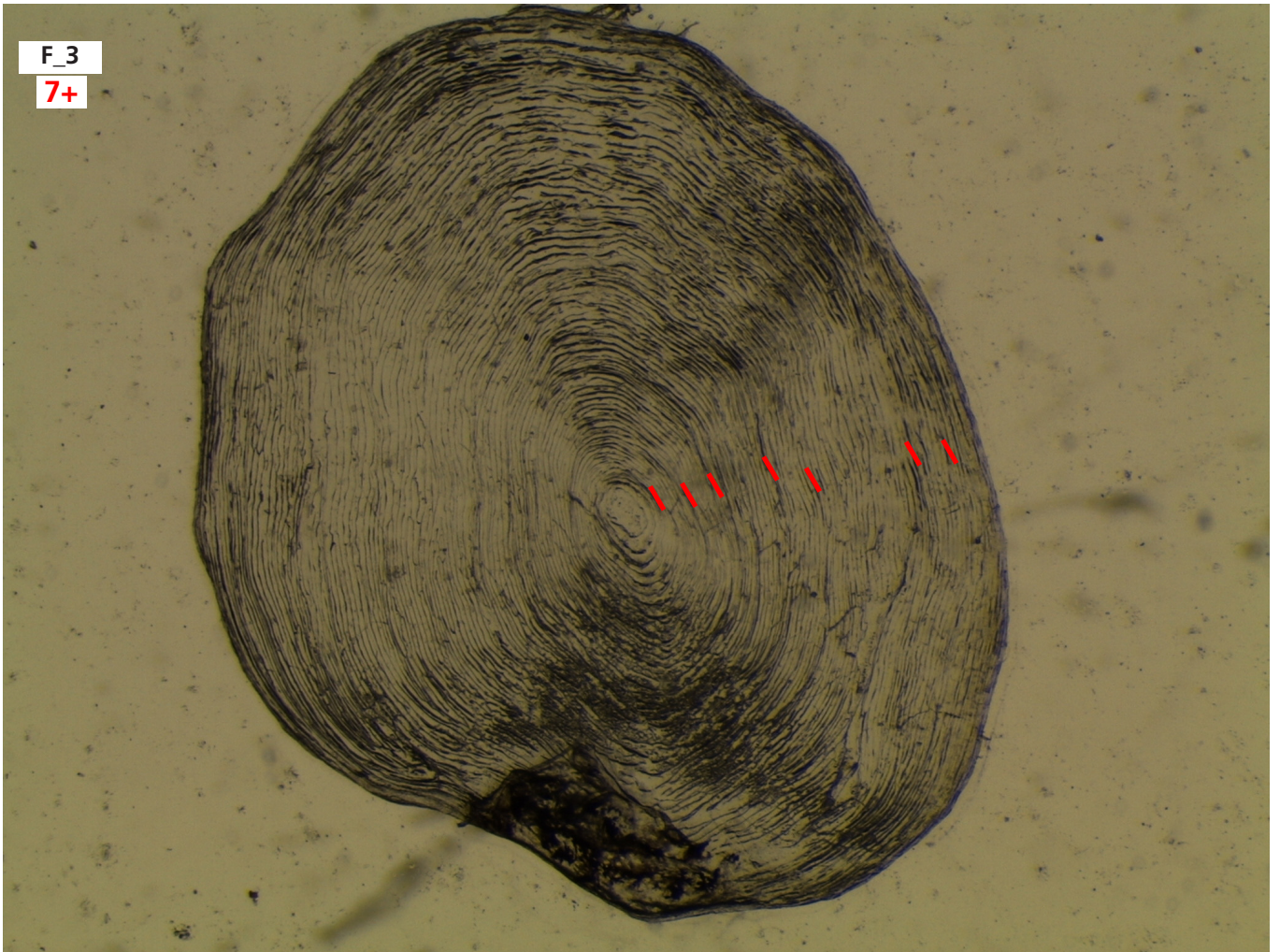
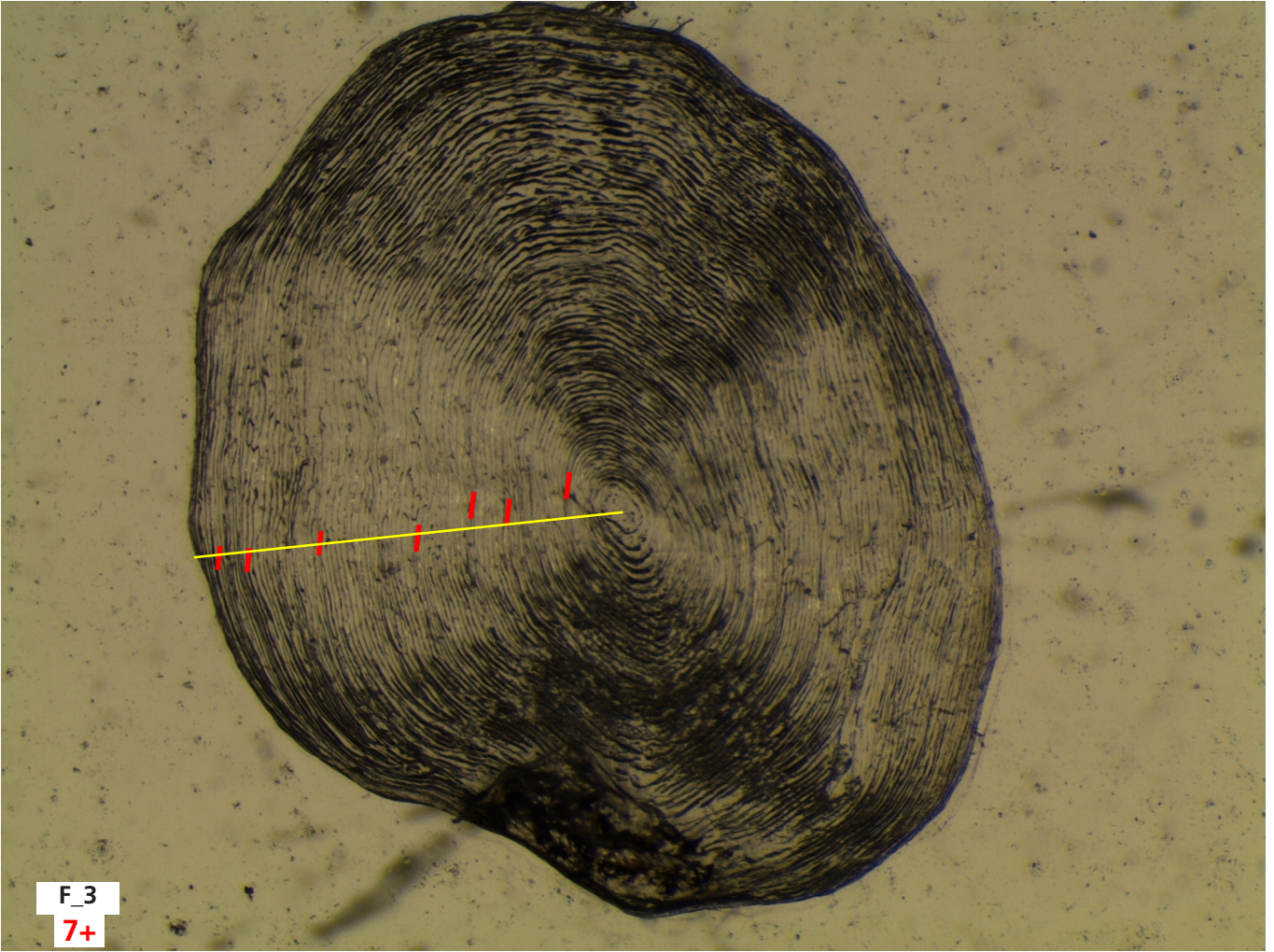


F_2
7+





F_2 7+



ANHANG D

Protokollblätter Fischdetektion mittels Sonar



Fischdetektion mittels Sonar

| | | | | | |
|-----------|------------------------|--------------|----------------|-------|-------|
| Datum | 7.6.2018 | BearbeiterIn | FP / MC | Seite | 1 / 1 |
| Gewässer | Fählensee AI | Bemerkungen | Abenddämmerung | | |
| Witterung | sonnig, leicht bewölkt | | | | |

| | Zeit | Transekt | Körperläng geschätzt | Wassertief Fisch | Wassertief Seegrund | Koordinaten CH1903+ / LV95 | | Bemerkungen |
|----|---------|----------|-------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------|----------------|
| | [hh:mm] | ID | [cm] | [m] | [m] | X | Y | |
| 1 | 20:48 | 2 | 50–70 | 12.6 | 15.9 | 2'750'102.6 | 1'235'477.0 | WPT001 |
| 2 | 20:55 | 2–3 | 50–70 | 15.9 | 16.9 | 2'750'068.6 | 1'235'446.2 | WPT002 |
| 3 | 21:05 | 3–4 | 50–70 | 13.6 | 17.5 | 2'749'970.5 | 1'235'385.2 | WPT003 |
| 4 | 21:13 | 4–5 | 50–70 | 6 | 25.5 | 2'749'887.4 | 1'235'325.3 | WPT004, WPT005 |
| 5 | 21:15 | 4–5 | 30–50 | 11.7 | 24.8 | 2'749'867.9 | 1'235'258.1 | WPT006 |
| 6 | 21:42 | 9–10 | 50–70 | 4.4 | 4.5 | 2'749'409.3 | 1'235'200.3 | WPT007, WPT008 |
| 7 | 22:03 | C | 50–70 | 12.1 | 13.4 | 2'750'137.2 | 1'235'405.8 | WPT009 |
| 8 | 22:14 | B | 50–70 | 3.3 | 4.7 | 2'750'087.9 | 1'235'491.6 | WPT010 |
| 9 | 22:35 | A | 50–70 | 15.7 | 22.7 | 2'749'563.0 | 1'235'221.8 | WPT011 |
| 10 | 22:46 | A | 50–70 | 12.4 | 16.1 | 2'750'152.4 | 1'235'453.1 | WPT012 |

Fischdetektion mittels Sonar

| | | | | | |
|-----------|--------------|--------------|-----------------|-------|-------|
| Datum | 8.6.2018 | BearbeiterIn | FP / MC | Seite | 1 / 1 |
| Gewässer | Fählensee AI | Bemerkungen | Morgendämmerung | | |
| Witterung | sonnig | | | | |

| | Zeit | Transekt | Körperläng geschätzt | Wassertief Fisch | Wassertief Seegrund | Koordinaten | | Bemerkungen |
|----|---------|----------|-------------------------|---------------------|------------------------|--------------|-------------|---|
| | [hh:mm] | ID | [cm] | [m] | [m] | X | Y | |
| 1 | 05:03 | 1 | 50–70 | 7.1 | 8.8 | 2'750'211.0 | 1'235'537.6 | WPT013 |
| 2 | 05:06 | 1–2 | 50–70 | 8.0 | 8.9 | 2'750'185.3 | 1'235'528.1 | WPT014, WPT015 |
| 3 | 05:13 | 2–3 | 50–70 | 10.2 | 14.9 | 2'750'136.5 | 1'235'484.7 | WPT016 |
| 4 | 05:17 | 3 | 50–70 | 10.9 | 18.9 | 2'750'102.7 | 1'235'421.2 | WPT017 |
| 5 | 05:44 | 6–7 | 50–70 | 24.3 | 26.2 | 2'749'753.4 | 1'235'277.0 | WPT018 |
| 6 | 06:12 | A | 30–50 | 13.8 | 14.5 | 2'749'505.9 | 1'235'187.7 | WPT019 |
| 7 | 06:18 | A | 50–70 | 15.0 | 27.1 | 2'749'773.5 | 1'235'264.6 | WPT020 |
| 8 | 06:24 | A | 50–70 | 9.6 | 20.5 | 2'750'046.0 | 1'235'392.6 | WPT021 |
| 9 | 06:32 | B | 50–70 | 11.0 | 13.1 | 2'750'169'.7 | 1'235'497.1 | WPT023 |
| 10 | 06:33 | B | 50–70 | 4.8 | 16.0 | 2'750'104.9 | 1'235'466.9 | WPT024 |
| 11 | 06:40 | B | >70 cm | 9.5 | 15.9 | 2'749'798.0 | 1'235'323.0 | WPT026 |
| 12 | 06:55 | C | 50–70 | 6.6 | 7.6 | 2'749'382.3 | 1'235'407.8 | WPT0027: Koord. falsch, korr. app. 2'749'420 / 1'235'160 |