

# Altersanalysen und Wachstumsbestimmungen an Bachforellen in Bündner Gewässern



Schlussbericht, Juli 2018

Auftraggeber: Amt für Jagd und Fischerei Graubünden



Büro für Gewässerökologie  
und Wassertechnik

Dr. J. Guthruf, Dr. K. Guthruf-Seiler  
Hängertstrasse 13 g, 3114 Wichtrach

**FISCHWERK**

WERNER DÖNNI

FISCHBIOLOGIE • GEWÄSSERÖKOLOGIE • GEOINFORMATIK

WINKELRIEDSTRASSE 25, 6003 LUZERN



büro für natur umwelt mensch

claudia friedl, dr. sc. nat. Eth,  
gallusstrasse 6, ch-9000 st. gallen

## Impressum

**Autoren:** Joachim Guthruf, Aquatica GmbH, Werner Dönni, Fischwerk

**Fachliche Begleitung:** Marcel Michel, AJF

**Auftraggeber:** Amt für Jagd und Fischerei des Kantons Graubünden AJF

**Zitiervorschlag:** GUTHRUF, J.; DÖNNI, W. (2018): Altersanalysen und Wachstumsbestimmungen an Bachforellen. – Schlussbericht Aquatica, Fischwerk, Auftrag: Amt für Jagd und Fischerei des Kantons Graubünden: 125 S.

Titelbild: oben: Vorderrhein bei Trin, Foto: J. Guthruf,  
unten: Bachforelle aus einem alpinen Fließgewässer.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>6</b>
1.1. Die Bachforellenpopulationen des Kantons Graubünden .....	6
1.2. Aufgabenstellung und Auftrag .....	6
<b>2. Bestandesdynamik und der Einfluss von Schonbestimmungen</b> .....	<b>6</b>
2.1. Bestandserneuerung .....	6
2.1.1. Individuelles Wachstum, Fortpflanzungspotenzial .....	7
2.1.2. Rekrutierung .....	8
2.1.3. Natürliche Mortalität (M) .....	9
2.1.4. Das ökologische Fassungsvermögen oder Tragekapazität .....	9
2.1.5. Fischereiliche Mortalität .....	10
2.2. Wirkung von Schonbestimmungen auf Fischbestände .....	11
2.2.1. Inputkontrolle .....	11
2.2.2. Outputkontrolle .....	11
2.3. Wirksamkeit der verschiedenen Schonbestimmungen .....	11
2.3.1. Schongebiete, Schonzeiten .....	11
2.3.2. Auswahl der optimalen Schonbestimmungen .....	11
2.3.3. Maximalmasse .....	12
2.3.4. Fangmindestmasse (FMM) .....	12
2.3.5. Fangfenster oder Entnahmefenster (EF) .....	13
2.3.6. Entnahmebeschränkungen .....	14
<b>3. Methodik</b> .....	<b>16</b>
3.1. Erhebung der Stichproben, Datenerhebung .....	16
3.2. Altersbestimmung .....	17
3.3. Wachstumskurve nach von Bertalanffy .....	17
3.4. Eichung der Altersbestimmung mit Fischen bekannten Alters .....	18
3.4.1. Wiederfang 2015 mit Markierungen aus dem Jahr 2014 .....	18
3.4.2. Wiederfang 2016 mit Markierungen aus dem Jahr 2014 .....	19
3.5. Beurteilung, ob die Stichprobenzahl ausreichend ist .....	20
3.5.1. Grundschemata .....	20
3.5.2. Verfeinerte Einstufung .....	20
3.5.3. Ergebnisse der Einstufung der einzelnen Strecken .....	20
<b>4. Umweltparameter</b> .....	<b>22</b>
4.1. Einfluss der Höhenlage auf die Temperatur der Gewässer .....	22
4.1.1. Mittlere Jahrestemperatur des Wassers .....	22
4.1.2. Jahresmaxima und -minima der Wassertemperatur .....	22
4.2. Einfluss der Umweltparameter auf das Wachstum der Bachforellenpopulationen .....	23
<b>5. Überlegungen zum Fangmass</b> .....	<b>24</b>
5.1. Bestimmung der zu schonenden Altersklasse .....	24
5.2. Vorschlag für ein ökologisch abgestütztes Fangmass .....	24
5.2.1. Variante für Gewässer mit hohem Befischungsdruck .....	24
5.2.2. Variante für Gewässer mit geringem Befischungsdruck .....	25
5.3. Schutzkonzept in Populationen mit über 50% reifen 1 <sup>+</sup> -Tieren .....	25
<b>6. Datenblätter der einzelnen Strecken</b> .....	<b>26</b>
6.1. Vorderrhein (A1_102), mittlere Höhenlage: 1402 m ü. M. ....	26
6.2. Vorderrhein (A1_106), mittlere Höhenlage: 744 m ü. M. ....	28
6.3. Rein da Medel (A1_121), mittlere Höhenlage: 1730 m ü. M. ....	30
6.4. Rein da Sumvitg (A1_136), mittlere Höhenlage: 1368 m ü. M. ....	32
6.5. Flem (A1_151), mittlere Höhenlage: 1509 m ü. M. ....	34
6.6. Glogn/Glenner (A2_162), mittlere Höhenlage: 1126 m ü. M. ....	36
6.7. Valserrhein (A2_166), mittlere Höhenlage: 1894 m ü. M. ....	38

6.8.	Valserrhein (A2_168), mittlere Höhenlage: 1250 m ü. M. ....	40
6.9.	Flembach (A3_182), mittlere Höhenlage: 890 m ü. M. ....	42
6.10.	Hinterrhein (B1_203), mittlere Höhenlage: 1487 m ü. M. ....	44
6.11.	Averserrhein (Juverrhein) (B2_221), mittlere Höhenlage: 2078 m ü. M. ....	46
6.12.	Averserrhein (Ragn da Ferrera) (B2_224), mittlere Höhenlage: 1271 m ü. M. ....	48
6.13.	Madrischer Rhein (B2_227), mittlere Höhenlage: 1801 m ü. M. ....	50
6.14.	Ual da Niemet (B2_229), mittlere Höhenlage: 1993 m ü. M. ....	52
6.15.	Hinterrhein (B3_205), mittlere Höhenlage: 949 m ü. M. ....	54
6.16.	Albula (B4_242), mittlere Höhenlage: 1750 m ü. M. ....	56
6.17.	Albula (B4_244), mittlere Höhenlage: 1099 m ü. M. ....	58
6.18.	Ava da Tuors (B4_253), mittlere Höhenlage: 1855 m ü. M. ....	60
6.19.	Landwasser (B4_256), mittlere Höhenlage: 1529 m ü. M. ....	62
6.20.	Landwasser (B4_258), mittlere Höhenlage: 1220 m ü. M. ....	64
6.21.	Dischmabach (B4_261), mittlere Höhenlage: 1854 m ü. M. ....	66
6.22.	Gelgia/Julia (B5_269), mittlere Höhenlage: 1410 m ü. M. ....	68
6.23.	Ava da Faller (B5_276), mittlere Höhenlage: 1789 m ü. M. ....	70
6.24.	Hinterrhein (B6_209), mittlere Höhenlage: 596 m ü. M. ....	72
6.25.	Albula (B6_248), mittlere Höhenlage: 722 m ü. M. ....	74
6.26.	Plessur (C2_316), mittlere Höhenlage: 725 m ü. M. ....	76
6.27.	Fondeierbach (C2_319), mittlere Höhenlage: 1797 m ü. M. ....	78
6.28.	Landquart (C3_332), mittlere Höhenlage: 1226 m ü. M. ....	80
6.29.	Landquart (C3_335), mittlere Höhenlage: 680 m ü. M. ....	82
6.30.	Schanielabach (C3_348), mittlere Höhenlage: 1594 m ü. M. ....	84
6.31.	En/Inn (D1_405), mittlere Höhenlage: 1712 m ü. M. ....	86
6.32.	Ova dal Vallun (D1_424), mittlere Höhenlage: 2019 m ü. M. ....	88
6.33.	Ova da Bernina (D1_431), mittlere Höhenlage: 2078 m ü. M. ....	90
6.34.	Beverin (D1_444), mittlere Höhenlage: 1842 m ü. M. ....	92
6.35.	En/Inn (D2_408), mittlere Höhenlage: 1555 m ü. M. ....	94
6.36.	En/Inn (D2_412), mittlere Höhenlage: 1095 m ü. M. ....	96
6.37.	Spöl (D2_453), mittlere Höhenlage: 1564 m ü. M. ....	98
6.38.	Susasca (Chant Blau) (D2_461), mittlere Höhenlage: 1858 m ü. M. ....	100
6.39.	Clemgia (D2_471), mittlere Höhenlage: 2053 m ü. M. ....	102
6.40.	Rom (E_501), mittlere Höhenlage: 1622 m ü. M. ....	104
6.41.	Rom (Strecke E_502), mittlere Höhenlage: 1319 m ü. M. ....	106
6.42.	Poschiavino (F_605), mittlere Höhenlage: 998 m ü. M. ....	108
6.43.	Poschiavino (F_607), mittlere Höhenlage: 583 m ü. M. ....	110
6.44.	Val da Camp (F_611), mittlere Höhenlage: 1920 m ü. M. ....	112
6.45.	Maira (G_702), mittlere Höhenlage: 1470 m ü. M. ....	114
6.46.	Maira (G_706), mittlere Höhenlage: 807 m ü. M. ....	116
6.47.	Moesa (H1_803), mittlere Höhenlage: 1021 m ü. M. ....	118
6.48.	Moesa (H1_806), mittlere Höhenlage: 327 m ü. M. ....	120
6.49.	Calancasca (H2_853), mittlere Höhenlage: 882 m ü. M. ....	122
<b>7.</b>	<b>Glossar</b> .....	<b>124</b>
<b>8.</b>	<b>Verwendete Literatur</b> .....	<b>126</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>127</b>
9.1.	Anleitung Probenahme, Geschlechts/Reifebestimmung Bachforellen .....	127
9.2.	Protokollführung.....	129

9.3.	Beurteilung des Befischungsdrucks.....	130
9.3.1.	Einteilung des Befischungsdrucks in drei Klassen .....	130
9.3.2.	Verwendete Einheiten und Umrechnungsfaktoren.....	130
9.3.3.	Beurteilung des Befischungsdrucks (Rekrutierungsüberfischung).....	130



# 1. Einleitung

## 1.1. Die Bachforellenpopulationen des Kantons Graubünden

Kein anderer Kanton ist hinsichtlich der Gewässer und Bachforellenpopulationen so vielfältig wie der Kanton Graubünden:

- Die Populationen leben in vier verschiedenen grossen Einzugsgebieten: Während der Rhein nach Norden in den Atlantik entwässert, fliesst das Wasser des Inns und seiner Zuflüsse via Donau in das Schwarze Meer. Die Moesa und ihr grösster Zufluss, die Calancasca entwässern via Ticino, die Maira via Comersee und Adda in den Po, der ins adriatische Meer fliesst. Der Rom fliesst in südöstlicher Richtung via Etsch (Adige) direkt in die Adria. Die Unterteilung in verschiedene Einzugsgebiete bietet die Voraussetzung für sehr unterschiedliche Stämme von Bachforellen, was in einer Zusammenfassung zahlreicher genetischer Studie bestätigt werden konnte (VONLANTHEN & HEFTI 2016).
- Einige Gewässer wie der Alpenrhein, Vorder- Hinterrhein, Landquart und Moesa sind wichtige Laichgewässer für Seeforellen, welche sich in ihrer Grösse erheblich von den residenten Bachforellen unterscheiden.
- Die grösseren Gewässer des Kantons fliessen auf Höhenstufen von 260 m ü. M. (Moesa) bis über 2100 m ü. M. (Averserrhein, Ova dal Vallun, Ova da Bernina). Einige Gewässer entwässern kristallines Gebiet, andere Gebiete mit Kalkgestein. Folglich bieten sie unterschiedliche Habitatbedingungen für Bachforellen.
- Die unterschiedliche Zugänglichkeit der Gewässer wirkt sich auf die Stärke des Befischungsdrucks aus.

Aufgrund dieser vielfältigen Lebensbedingungen ist davon auszugehen, dass auch die Bachforellenpopulationen hinsichtlich des Wachstums, der Laichreife, Alterszusammensetzung und Langlebigkeit äusserst vielfältig sind.

## 1.2. Aufgabenstellung und Auftrag

Die letzten Untersuchungen über Bachforellenpopulationen liegen relativ weit zurück, sodass heute die Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung fehlen. Das Amt für Jagd und Fischerei des Kantons Graubünden entschied sich deshalb, die Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Bachforellenpopulationen zu erarbeiten. Zu diesem Zweck befisheten Fischereiaufseher des Kantons sowie Mitarbeiter der EAWAG (Progetto Fiumi) insgesamt 49 Gewässer diverser Einzugsgebiete und Höhenlagen.

Die Aufgabe bestand darin, für jedes der 49 Gewässer ein spezifisches, auf die Ökologie der entsprechenden Population angepasstes Fangmass zu bestimmen.

Die Arbeitsgemeinschaft bestehend aus den Büros Aquatica, Fischwerk und natume wurde damit beauftragt, die Probenahmen zu koordinieren, die Daten auszuwerten und in einem Bericht für jedes der untersuchten Gewässer ein ökologisch angepasstes Fangmass vorzuschlagen.

# 2. Bestandesdynamik und der Einfluss von Schonbestimmungen

Im Folgenden werden die entscheidenden Prozesse der Dynamik von Fischbeständen behandelt. Wir beziehen uns im Wesentlichen auf die Arbeit von ARLINGHAUS & RAPP (2016). Bei bestimmten Aspekten wurden weitere wissenschaftlichen Arbeiten beigezogen (ELLIOTT 1984, ELLIOTT 1985, ELLIOTT 1989, ANDERSON et al. 2008, GWINN et al. 2015, UUSI-HEIKKILÄ et al. 2015).

## 2.1. Bestandserneuerung

Drei Prozesse tragen im Wesentlichen zur Bestandesdynamik bei:

- Individuelles Wachstum (Kap. 2.1.1)

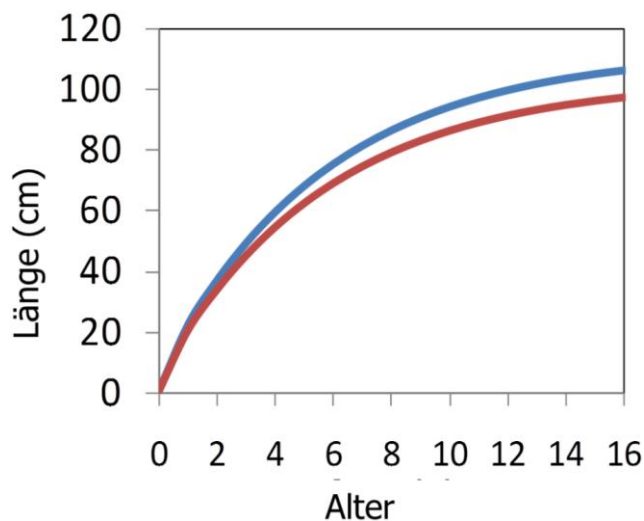
- Rekrutierung (Hineinwachsen in den befischbaren Längenbereich, unabhängig von Mindestmassen)<sup>1</sup> (Kap. 2.1.2)
- Mortalität: Summe aus natürlicher Mortalität (M; Kap. 2.1.3) und fischereilich bedingter Mortalität (F; 2.1.5)

Alle drei genannten Prozesse sind abhängig von der Dichte des Fischbestandes.

### 2.1.1. Individuelles Wachstum, Fortpflanzungspotenzial

Das Wachstum verläuft in weiten Teilen des Juvenilstadiums linear. Beim Eintritt der Laichreife nimmt die individuelle Wachstumsrate ab, da ein Teil der durch Ernährung gewonnenen Energie in die Gonadenproduktion investiert wird. Die innerartliche Konkurrenz bestimmt den Umfang des Wachstums (Abb. 1). Das individuelle Wachstum eines Jahrgangs ist umso kleiner, je höher dessen Dichte ist, da sich bei hoher Dichte mehr Fische die beschränkte Nahrungsressource teilen müssen als bei geringer Dichte. Dies hat einen direkten Einfluss auf die Rekrutierung.

Wachstumskurven werden mit der Gleichung nach von Bertalanffy beschrieben (Kapitel 3.3). Die dabei ermittelte theoretische Maximallänge ( $L_{\infty}$  oder  $L_{inf}$ ) ist eine wichtige Grösse für die Bestimmung von Fangmindestmassen (FMM) und Entnahmefenster (EF); (ARLINGHAUS & RAPP 2016).



**Abb. 1** Stilisiertes Längenwachstum von Hechten bei hoher (rot) und geringer (blau) Konkurrenz um Nahrung. Die Dichteabhängigkeit des Wachstums kann zu noch grösseren Unterschieden im Längenwachstum führen als in der Abbildung dargestellt wird. Grafik und Legende aus ARLINGHAUS & RAPP (2016).

Fische mittleren Alters weisen den grössten Körperzuwachs auf. Folglich ist die Produktion an abschöpfbarer Biomasse (Fischfilet) in dieser Altersklasse am höchsten. In der Regel liegt diese Länge bei  $\frac{2}{3}$  der theoretischen Maximallänge  $L_{\infty}$ .

Betrachtet man die Fortpflanzungskapazität, verhält es sich umgekehrt: Mit der Grösse der Fische steigt der gonadosomatische Index (GSI). Das bedeutet, dass grosse Laichtiere über eine grössere Eimenge pro kg Körpergewicht verfügen als kleine Laichtiere. Die Eizahl nimmt folglich exponentiell zur Länge des Fisches zu. Darüber hinaus sind die Eier von Mehrfachlaichern grösser als diejenigen von Erstlaichern. Durch das Plus an Dottervorrat, können die Nachkommen von Mehrfachlaichern Phasen mit ungünstigen Umweltbedingungen länger überstehen als Nachkommen von Erstlaichern.

Folglich sind Bestände mit breiter Altersstruktur produktiver als ein verjüngter Laichtierbestand, der vorwiegend aus Erstlaichern besteht (ARLINGHAUS & RAPP 2016). Den alten Laichtieren, insbesondere den alten

<sup>1</sup> Das Jungfischaufkommen ist durch biotische Faktoren (Elterntierbestand, Eizahl) sowie abiotische Faktoren (Kälteeinbruch, Hochwasser etc.) bestimmt.

Weibchen, welche mit hohen Eizahlen bedeutend zum Fortbestand des Bestandes beitragen können, und wegen der geringen natürlichen Mortalität in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren ablaichen können, kommt deshalb eine sehr hohe Bedeutung zu.

Besteht ein Fischbestand aus verschiedenen Altersklassen (inklusive alte Laichtiere) dämpft dies die jährlichen Bestandesfluktuationen und trägt daher positiv zur Stabilisierung des Bestandes bei. Das Risiko eines Zusammenbruchs und des Aussterbens lokaler Populationen kann auf diese Weise sehr stark reduziert werden (ANDERSON et al. 2008).

Untersuchungen an Steelheads (anadrome Form der Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss*) ergaben zudem, dass bei einer gemischten Altersstruktur verschiedene «life history» Strategien vorkommen (Einfach- und Mehrfachlaicher, Fische, die im Alter von 2 – 5 Jahren erstmals laichen) und dass diese Vielfalt durch eine künstliche Verjüngung des Bestandes infolge längenselektiver Befischung beeinträchtigt wird (CHRISTIE et al. 2018).

Der Erhaltung alter Laichtiere muss deshalb bei der Bewirtschaftung von Fischbeständen sehr hohe Priorität eingeräumt werden.

### 2.1.2. Rekrutierung

Die Beziehung zwischen dem Elterntierbestand und der Nachkommenzahl wird in so genannten «stock recruitment curves» dargestellt (Abb. 2). Gemäss dem Beverton-Holt-Modell nimmt die Zahl der Nachkommen mit zunehmender Laichtierzahl zuerst stark zu und nähert sich schliesslich asymptotisch einem Maximalwert an. Dieses Modell gilt für zahlreiche Arten (z. B. Cypriniden). Bei der Ricker-Kurve nimmt die Zahl der Nachkommen zuerst deutlich stärker zu, fällt aber mit zunehmender Laichtierdichte relativ rasch wieder ab. Diese Entwicklung findet man vor allem bei kannibalistischen Arten, aber z. B. auch bei Salmoniden mit beschränktem Laichhabitat und gleichzeitig hoher Laichtierdichte.

Die jährliche Variation in der Nachkommenzahl nimmt bei beiden Modellen mit zunehmender Laichtierdichte zu. Zufallsereignisse bei der Rekrutierung, die z. B. auf Schwankungen der Umweltfaktoren wie Temperatur, Stürme oder Hochwasser zurückzuführen sind, führen dazu, dass bei mittleren und hohen Laicheranzahlen der Zusammenhang mit der Nachkommenzahl nicht mehr augenscheinlich wird. Sinkt die Laicheranzahl aber auf sehr geringe Werte, zieht das in der Regel auch Einbussen für die Nachkommenzahl nach sich, die fische-reibiologisch nicht gewünscht sind.

Auch bei Bachforellenpopulationen im Lake-District (UK) konnte eine Ricker-Beziehung belegt werden, welche nicht auf limitierende Laichhabitats, sondern dichteabhängige Konkurrenz der Jungfische zurückzuführen war (ELLIOTT 1984, ELLIOTT 1985, ELLIOTT 1989).

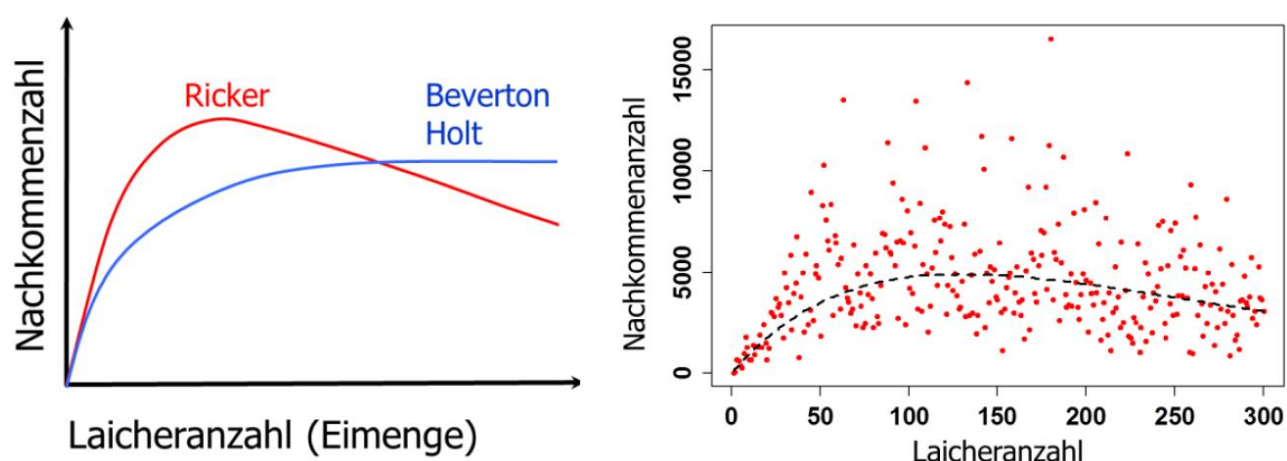


Abb. 2 Stylisierte Zusammenhänge zwischen der Laicheranzahl und der Nachkommenzahl (Zahl der Rekruten) (links) und stochastische Realität der Rekrutierung in den meisten Gewässern (rechts). Rekrutierungsüberfischung verhindert man effektiv dadurch, dass mindestens 35 % der Laicherbiomasse eines unbefischten Bestandes im genutzten Bestand verbleiben. Grafiken und Legende aus ARLINGHAUS & RAPP (2016).



### 2.1.3. Natürliche Mortalität (M)

Je mehr Fische einer bestimmten Längen- oder Altersklasse vorhanden sind, desto mehr sterben. Da die innerartliche Konkurrenz mit der Dichte der Fische steigt, führen hohe Dichten zu höheren Ausfällen als geringe Dichten. Dazu kommt, dass kleine Fische einem höheren Druck durch Fressfeinde unterliegen als grosse. Das geringere Wachstum bei hoher Dichte hat deshalb zusätzlich eine erhöhte Mortalität durch Prädation zur Folge, da die Fische im Durchschnitt länger benötigen, bis sie dem Beutespektrum des Prädators entwachsen sind.

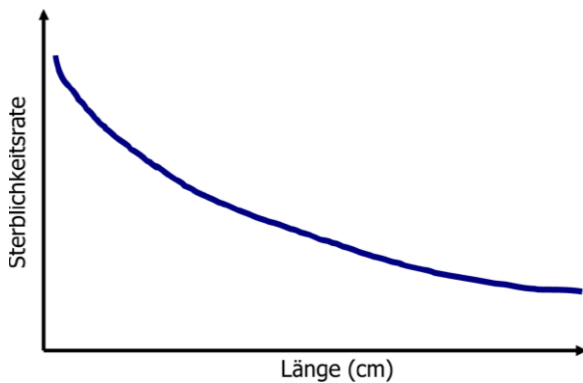


Abb. 3 Typische längenabhängige Sterblichkeitsrate bei Fischen. Grafik und Legende aus ARLINGHAUS & RAPP (2016).

Dies führt dazu, dass die Altersstruktur eines gesunden Fischbestandes aus zahlreichen kleinen Jungfischen und nur wenigen grossen und alten Tieren besteht. Wegen ihrer geringen Dichte unterliegen alte Fische einer vergleichsweise geringen natürlichen Mortalität (Abb. 3).

### 2.1.4. Das ökologische Fassungsvermögen oder Tragekapazität

Im Zusammenspiel aus Wachstum, Fortpflanzung/Rekrutierung und Mortalität bildet sich ein Fischbestand aus, der der gewässerspezifischen Kombination aus Nahrung, Unterständen und Prädation entspricht. Diese Kombination wird mit dem Begriff ökologisches Fassungsvermögen oder Tragekapazität «carrying capacity» beschrieben und ist sehr gewässerspezifisch (Abb. 4).

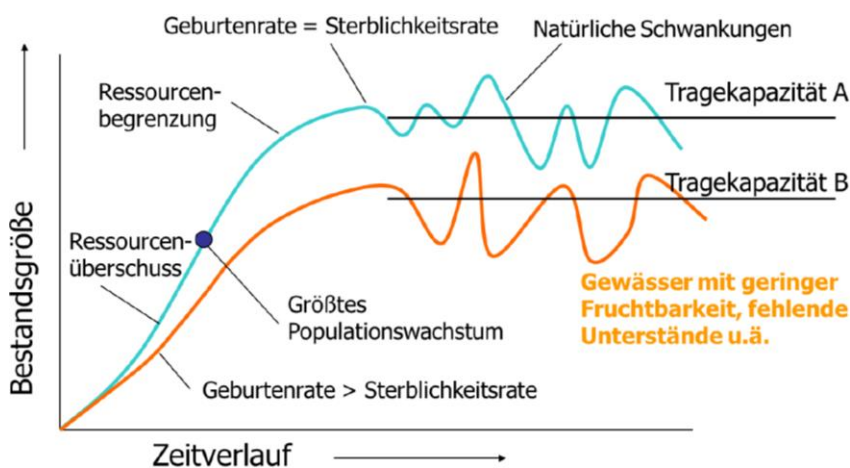


Abb. 4 Darstellung der Entwicklung eines Fischbestands nach der Initialbesiedelung eines Gewässers oder in Reaktion auf Bestandsausdünnung (was dem Wegbewegen von der Tragekapazität entlang der Kurve entspricht). Zunächst wächst der Bestand exponentiell, weil ein Ressourcenüberschuss vorfindlich ist. Nach dem Umkehrpunkt des grössten Populationswachstums entsteht Ressourcenmangel. Am Ende pendelt sich die Population auf einem bestimmten Level ein – die sogenannte Tragekapazität. Jedes Gewässer hat je nach verfügbarer Nahrung usw. eine eigene Tragekapazität, die der Fischbestand in der Regel auch jährlich erreicht, wenn er nicht befischt wird. Natürliche Schwankungen um die Tragekapazität entstehen durch Zufallsprozesse wie Wettergeschehen. Man spricht vom Erreichen eines Gleichgewichts, das aber ein Stück weit dynamisch ist. Grafik und Legende aus ARLINGHAUS & RAPP (2016).

### 2.1.5. Fischereiliche Mortalität

Wird ein Fischbestand befischt, kommt zu der natürlichen Mortalität eine fischereilich bedingte Mortalität hinzu. Erfolgt der Eingriff in **jungen**, in hohen Dichten vorkommenden **Altersklassen** ist er **kompensatorisch**, d. h. die Entnahme durch eine moderate Fischerei wird kompensiert. Dabei wirkt folgender Mechanismus: Die Entnahme führt zu einer geringeren Dichte, weshalb mehr Fische aufgrund der geringeren Konkurrenz überleben. Zudem beschleunigt sich das Wachstum, was zu einer früheren Laichreife führt. In der Folge kann die Rekrutierung zunehmen.

Erfolgt der Eingriff aber in **höheren Altersklassen**, welche nur in geringer Dichte vorkommen und einer geringen natürlichen Mortalität unterliegen, ist der Eingriff durch die Fischerei nicht kompensatorisch, sondern **additiv**. Die Entnahme durch die Fischerei muss deshalb zur natürlichen Mortalität addiert werden.

Währt der Fischereidruck über mehrere Jahre, pendelt sich der Fischbestand in einem neuen (befischten) Gleichgewicht unterhalb der Tragkapazität des Gewässers ein (siehe Kapitel 2.1.4). Dank Kompensationsmechanismen kann Biomasse bis zu einem gewissen Grad durch die Fischerei abgeschöpft werden, ohne dass der Bestand zusammenbricht.

Mit zunehmender Befischungsintensität steigt der Ertrag [kg/ha] zunächst an und erreicht im befischten Gleichgewicht bei mittlerer Bestandesgröße ein Maximum. Dieser Punkt entspricht dem blauen Punkt in Abb. 4 und ist im befischten Gleichgewicht dem **maximal nachhaltigen Dauerertrag** gleichzusetzen (Abb. 5). Fischt man mit höherer Intensität über diesen Punkt hinaus, tritt zunächst eine **Wachstumsüberfischung** ein. In der Folge nimmt der Bestand ab und die Fische sind kleiner und jünger.

Nimmt die Befischungsintensität weiter zu kommt es zur **Rekrutierungsüberfischung**. Der Bestand nimmt nun zusätzlich aus Mangel an Laichtieren ab; die Rekrutierung reicht nicht mehr aus zur Aufrechterhaltung des Bestandes, was mittel- bis langfristig zu dessen Zusammenbruch führt (Abb. 5).

Da die Fangraten direkt proportional zur Bestandsgröße sind, sind Einheitsfänge (Fänge pro Zeit) im unbefischten Zustand maximal und sinken mit zunehmender fischereilicher Sterblichkeit und abnehmender Bestandsgröße.

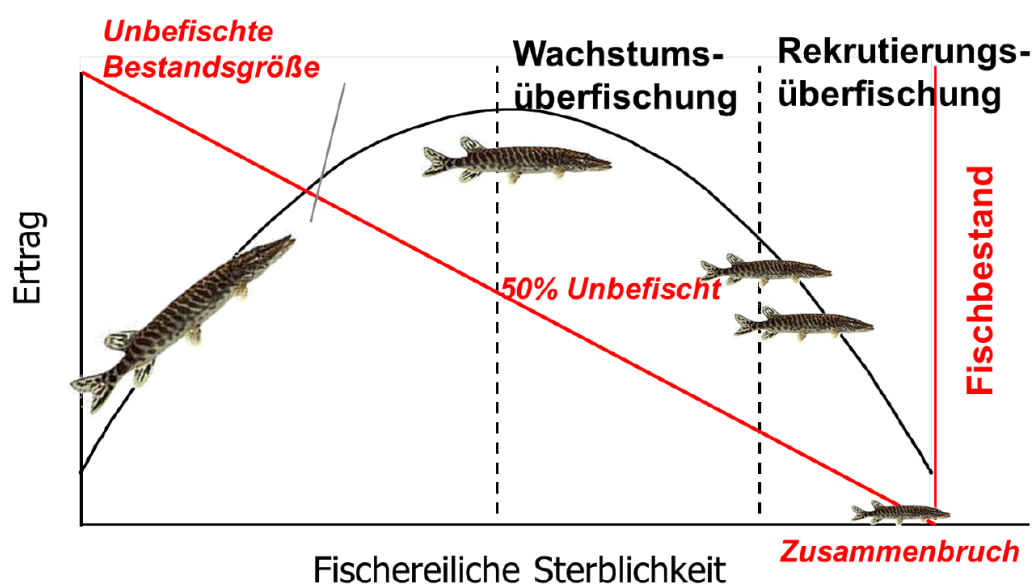


Abb. 5 Schematische Darstellung der Reaktion von natürlich reproduzierenden Fischbeständen auf zunehmende Befischung. Der maximal nachhaltige Dauerertrag (maximum sustainable yield, MSY) wird meist bei mittleren Fischereiiintensitäten und mittleren Bestandsbiomassen erreicht (entspricht dem Umkehrpunkt maximalen Populationswachstums in Abb. 4). Grafik und Legende aus ARLINGHAUS & RAPP (2016).

Die Reaktion von Populationen auf Befischungsdruck ist abhängig von der maximalen Überlebensrate von der Emergenz bis zur Rekrutierung. Bei kannibalischen Arten wie dem Hecht spielt zudem die Laichtierdichte eine Rolle: Ist der Schwellenwert zur Gewährleistung der Rekrutierung überschritten, führt jede weitere Erhöhung der Laichtierdichte zu einem Rückgang der Dichte der Rekruten und damit des erzielbaren Fanges und Ertrages.

## **2.2. Wirkung von Schonbestimmungen auf Fischbestände**

### **2.2.1. Inputkontrolle**

Unter Input-Kontrolle versteht man Regularien, welche den «Input» von Fanggeräten regulieren. Darunter fallen folgende Schonbestimmungen:

- Lizenzen und Gebühren (nur wer genug Geld hat, fischt),
- Geräterestriktionen (Zahl der Geräte beschränkt),
- Restriktionen Methode (Fangmethoden und -geräte reglementiert)
- Schonzeiten (ungestörtes Ablaichen)
- Schongebiete (ungestörtes Ablaichen)
- Restriktion Angelplatz-Zugang
- Aufwandsbeschränkung (Karten, Zeiten, Ruten, Köderzahl)

### **2.2.2. Outputkontrolle**

Unter Output-Kontrolle versteht man Regularien, welche den «Output» an Fischen reglementieren. Darunter fallen folgende Schonbestimmungen:

- Längenbasierte Entnahmebestimmungen (Mindest-, Maximal-, Zwischenschonmass, Entnahmefenster),
- Entnahmebeschränkungen (Tages-, Wochen-, Jahresquoten)
- Verkaufsverbot gefangener Fische
- Artenselektive Beschränkungen (Entnahmeverbot Nasen, Entnahmeverbot unmarkierter Wildlachse)
- Entnahmeaufforderung oder -gebot (Entnahme unerwünschter Arten)

## **2.3. Wirksamkeit der verschiedenen Schonbestimmungen**

### **2.3.1. Schongebiete, Schonzeiten**

Auch wenn keine empirischen Erfolgskontrollen vorliegen, die die Wirksamkeit von Schongebieten und Schonzeiten belegen, so erscheint es plausibel, dass die Fische von einer ungestörten Laichzeit profitieren. Die Reproduktionsqualität von Fischen leidet, wenn sie kurz vor dem Ablaichen gestresst werden (RICHARD et al. 2013, zit. in ARLINGHAUS & RAPP 2016).

### **2.3.2. Auswahl der optimalen Schonbestimmungen**

Generell kann gesagt werden, dass Inputkontrollen und Schonmasse in vielen Fällen zur substantiellen Reduktion der fischereilichen Mortalität besser geeignet sind als Fangzahlbeschränkungen, da die gesetzlich vorgeschriebene maximale Fangzahl nur von den wenigsten Fischern erreicht wird.

Optimale Bedingungen für längenbasierte Entnahmebestimmungen sind unter folgenden Voraussetzungen gegeben, insbesondere in rekrutierungslimitierten Beständen:

- natürliche Mortalität gering
- fischereiliche Mortalität hoch
- Wachstum rasch

Ist das Wachstum hingegen sehr langsam (Wachstumsdepression, Verbuttung) und wenn Längensklassen dezimiert werden müssen, die in überproportionaler Dichte vorkommen, sind FMM ein denkbar ungeeignetes Mittel, da sie das Problem nicht lösen, sondern eher verschärfen, indem die Dichte der ohnehin abundanten Altersklassen durch die Schonung zusätzlich erhöht wird, wodurch sich wiederum das Wachstum reduziert und das Problem der Verbuttung verschärft.

### 2.3.3. Maximalmasse

Maximalmasse geben die Länge vor, bis zu der ein Fisch entnommen werden darf. Ist er grösser, muss er wieder zurückgesetzt werden<sup>2</sup>. Maximalmasse sind in der Schweiz schwierig umzusetzen, da der Befischungsdruck in den meisten Gewässern unbekannt<sup>3</sup> ist und deshalb das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung nicht ausgeschlossen werden kann. Zudem widerspricht das Maximalmass dem für die meisten genutzten Arten nach Bundesgesetzgebung vorgeschriebenen FMM. Kombiniert mit einem FMM entspricht das Maximalmass einem Fang- oder Entnahmefenster (EF). Wegen dieser gesetzlichen Voraussetzungen wird auf das Maximalmass nicht weiter eingegangen.

### 2.3.4. Fangmindestmasse (FMM)

FMM müssen so festgelegt werden, dass **Erstlaicher zum Ablichten** gelangen, bevor sie entnommen werden dürfen. Je höher der Befischungsdruck ist, desto höher sollte das FMM sein (GWINN et al. 2015). Ist dies gewährleistet, kann eine Rekrutierungsüberfischung verhindert werden.

Um die **Ertragsfähigkeit zu maximieren** müsste das FMM sehr hoch, nämlich bei  $\frac{2}{3} L_{\infty}$  der Weibchen angesetzt werden, wie aus Berechnungen mit klassischem Ertrag pro Rekrut-Modellen zu entnehmen ist. Bei Hechten käme das FMM bei knapp 80 cm zu liegen. Dies hätte sehr einschneidende negative Folgen:

- erhebliche Selektion auf Langsamwüchsigkeit
- Verzerrung des Geschlechterverhältnisses bei Arten wie Hecht und Zander mit ausgeprägten geschlechtsspezifischen Wachstumsunterschieden.

Deshalb sollte die Maximierung der Ertragsfähigkeit nie ein Kriterium zur Festlegung des FMM sein.

Im Allgemeinen betrachtet haben FMM Vor- und Nachteile. Der wichtigste Vorteil besteht darin, dass bei Anpassung des FMM an das Wachstum und die Fortpflanzungsbiologie der Population der Bestand wirksam vor Rekrutierungsüberfischung geschützt werden kann und sich nach einer Überfischung sehr rasch erholt, da er aus zahlreichen rasch wachsenden und bald reproduzierenden Fischen besteht. Kurzfristig kann zudem mit einem optimal gewählten FMM ein höherer **Ertrag [kg/ha]** erzielt werden als z. B. mit einem EF mit optimaler Ober- und Untergrenze. Dies gilt insbesondere bei Populationen mit kurzer Lebenserwartung und hoher Produktivität (GWINN et al. 2015).

Betrachtet man das Ganze in evolutionären Zeiträumen, führt das FMM zu einer gerichteten Selektion auf langsam wachsende Fische (Tab. 1). Bezieht man diesen Umstand in die Berechnung ein, führt das FMM langfristig zu kleineren Fischen, welche den ertragreicheren Fang an alten Fischen aber mehr als kompensieren dürften. Weitere Nachteile liegen in der ausgeprägten Stützung der Alterspyramide, d. h. der künstlichen Verjüngung des Bestandes sowie der Destabilisierung des Bestandes durch die starke Zunahme von Dichteschwankungen (ANDERSON et al. 2008).

- Zusätzlich wird die Vielfalt der «life history Strategien» einer Population durch längenselektive Befischung massiv beschnitten (CHRISTIE et al. 2018), was letztlich dazu führen kann, dass die Population wechselnde Umwelteinflüsse und Katastrophenereignisse nicht überstehen kann.

Mit einem optimal gewählten FMM können nicht so hohe **Fangzahlen [Stk./ha]** erzielt werden wie mit einem optimal gewählten EF.

---

<sup>2</sup> Dass Maximalmasse zur Erhöhung von Mortalitäten durch Kannibalismus beitragen, ist theoretisch denkbar, konnte aber in Langzeitstudien mit Hechten bisher nicht bestätigt werden (PIERCE 2010 zit. in ARLINGHAUS & RAPP 2016)

<sup>3</sup> Nur die wenigsten Kantone verfügen über Fangstatistiken mit Einheitsfang «catch per unit effort CPUE».

**Tab. 1 Allgemeine Vor- und Nachteile von Fangmindestmassen. Im Detail sind die zu beurteilenden Populationen mithilfe der Hegeplansoftware zu prüfen (ARLINGHAUS & RAPP 2016).**

Vorteile	Nachteile
Verhinderung Rekrutierungs-Überfischung bei Anpassung an Ökologie der Population	<b>gerichtete Selektion (Förderung Langsamwüchsigkeit)</b> Hechte büssten in 100 Jahren 20% der Wachstumskapazität ein (Modellrechnungen Matsamura et al. 2011)
relativ rasche Erholung nach einer Überfischung	<b>Stützung der Alterspyramide</b> , künstliche "Verjüngung" des Bestandes
Einschränkung Kannibalismus (Dezimierung abundante, mittlere und hohe Altersklassen)	<b>Ertragseinbussen [kg/ha] (in evolutionären Zeiträumen)</b>
hoher Ertrag [kg/ha] möglich (kurzfristig)	<b>Zunahme Abundanzschwankungen</b> , Destabilisierung des Bestandes
	<b>Reduzierter Fang [Stück/ha] (im Vergleich mit FF)</b>

### 2.3.5. Fangfenster oder Entnahmefenster (EF)

EF sind unter folgenden Bedingungen bevorzugt einsetzbar:

- Raubfischarten
- Rekrutierung gemäss Ricker-Kurve (Kap. 2.1.2)
- rekrutierungslimitierter Bestand
- rasches Wachstum
- geringe natürliche Mortalität (M)

EF sind unter folgenden Bedingungen nicht sinnvoll:

- Nicht reproduzierende Arten (da der Schutz der Laichtiere nicht erforderlich ist)

Die Untergrenze des EF entspricht dem FMM. Die Obergrenze wird gemäss einer Faustregel bei  $\frac{2}{3}$  der theoretischen Maximallänge ( $L_\infty$ ) festgelegt. Bei hohem Befischungsdruck sollte sie tiefer, d. h. bei  $\frac{1}{2} L_\infty$  angesetzt werden.

EF verhindern wie FMM auch eine Rekrutierungsüberfischung unter der Voraussetzung, dass sie an die Wachstums- und Fortpflanzungsbiologie der entsprechenden Populationen angepasst sind. EF haben im Vergleich zu FMM mehrere ökologische Vorteile:

- EF führen im Unterschied zu FMM dazu, dass sich auch bei hohem Befischungsdruck ein Bestand aus alten Laichtieren etablieren kann, welcher als «Eireservoir» wirkt. Die alten Laichtiere, welche einer geringen natürlichen Mortalität unterliegen, können in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren ablaichen und dank ihrer hohen Fekundität für eine zahlreiche Nachkommenschaft sorgen. Dies ermöglicht eine Überbrückung von mehreren Jahren mit geringer Rekrutierung. In Beständen mit gestützter Alterspyramide dagegen, welche überwiegend aus einer Altersklasse angehörenden Erstlaichern bestehen, können diese Jahre mit geringer Rekrutierung zu ausgeprägten Bestandesschwankungen und letztlich auch zum Zusammenbruch des Bestandes führen.
- EF führen zu einer disruptiven Selektion, das heisst zu einer Förderung der Raschwüchsigkeit. Dies entspricht den natürlichen Verhältnissen, insbesondere dann, wenn Prädatoren einen starken Selektionsdruck ausüben. Im Gegensatz dazu fördern FMM Langsamwüchsigkeit.
- Wie FMM, können auch EF durch die Dezimierung der abundanten mittleren Altersklassen dazu beitragen, Mortalitäten durch Kannibalismus zu beschränken (Tab. 2).

EF haben im Vergleich zu FMM auch Vorteile für die Angelfischer:

- Der Fang ist bei EF höher als bei FMM, da in die abundanten Altersklassen relativ stark eingegriffen werden kann, ohne die Gefahr eine Rekrutierungsüberfischung einzugehen, da der Laichtierbestand durch die Obergrenze des EF wirksam geschützt wird (ARLINGHAUS & RAPP 2016). Der Angelfischer kann deshalb bei einem EF pro Zeiteinheit mehr Fische entnehmen als bei einem FMM.



- Die Stützung der Alterspyramide erfolgt nur in begrenztem Mass, sodass eine gewisse Zahl an alten und grossen Fischen im Gewässer überlebt. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein «kapitaler Fisch» an die Angel geht, ist bei einem EF bedeutend höher als bei einem FMM. Die Überlegenheit des EF über das FMM hinsichtlich der Dichte grosser Fische steigt mit zunehmendem Befischungsdruck. Die Überlegenheit des EF über das FMM ist zudem höher bei Populationen mit hoher Lebenserwartung und geringer Produktivität (GWINN et al. 2015).
- Modellrechnungen und Ganzsee-Experimente zeigten, dass bei der Umsetzung von EF «kapitale» Fische im Fang vergleichsweise häufig sind, die aber nicht behündigt, sondern allesamt wieder freigelassen werden müssen.
- Dies funktioniert allerdings nur bei geringer Mortalität durch Angelverletzungen. Ist diese moderat, das heisst wenn nur etwa 10% der gehakten und wieder zurückgesetzten Fische sterben, ist der Einfluss auf die Bestandesdynamik vernachlässigbar. Steigt die Mortalität durch Angelverletzungen aber auf 30%, gewährleistet im Falle eines hohen Befischungsdrucks weder ein FMM, noch ein EF eine nachhaltige Befischung, da das Fortpflanzungspotenzial («spawning potential ratio, SPR»<sup>4</sup>) unter den kritischen Wert von 0.35 sinkt (GWINN et al. 2015). Details dazu: siehe Kapitel 2.1. Generell ist das EF bei hoher Mortalität durch Angelverletzungen die bessere Lösung als das FMM (GWINN et al. 2015).

**Tab. 2 Allgemeine Vor- und Nachteile von EF. Im Detail sind die zu beurteilenden Populationen mithilfe der Hegeplansoftware zu prüfen (Arlinghaus & Rapp 2016).**

Vorteile	Nachteile
<b>Verhinderung Rekrutierungs-Überfischung</b> bei Anpassung an Ökologie der Population	<b>geringer Ertrag [kg/ha]</b> (im Vergleich mit FMM)
<b>Alte Laichtiere als Eireservoir</b>	<b>relativ langsame Erholung nach Überfischung</b>
<b>Einschränkung Kannibalismus</b> (Dezimierung abundante, mittlere Altersklassen)	
<b>höherer Fang [Stück/ha]</b> (im Vergleich mit FMM)	
<b>Erhöhte Pufferkapazität</b> (Widerstand gegen Umwelteinflüsse)	
nur <b>begrenzte Stützung der Alterspyramide</b> , und begrenzte künstliche "Verjüngung"	
<b>disruptive Selektion (Förderung Schnellwüchsigkeit)</b>	

### 2.3.6. Entnahmebeschränkungen

Tagesfangzahlbeschränkungen sind meist wirkungslos für die Einschränkung des Gesamtfangs, da die Tagesfangzahl meist nur von wenigen Fischern erreicht wird. Oft führt sie deshalb nicht einmal zu einer «gerechteren» Verteilung unter den Fischern. Saison-Limiten können die Entnahme eines Fischers stark reduzieren, sofern die Limite tief genug angesetzt ist. Die Zahl der aus dem Gewässer entnommenen Fische wird abgesehen von der Entnahme des Einzelnen durch die Zahl der Fischer und die Zahl der Angelausflüge bestimmt. Diesem Sachverhalt ist insbesondere im Patentsystem Beachtung zu schenken.

Bei der Äschenfischerei im Kanton Bern traten nach dem auf drei Jahre befristeten Fangmoratorium unter Anderem verschärfte Fangzahlbeschränkungen in Kraft: Die Tagesfangzahl wurde von 6 auf 2 Äschen gesenkt und zudem eine Jahresfangzahl von 20 Äschen eingeführt (zuvor unbegrenzt). Trotz dieser Fangzahlbeschränkungen wurde nach dem Fangmoratorium ein mehr als doppelt so hoher Ertrag erzielt als zuvor.

Die Beschränkung des Angelaufwandes oder FMM oder EF sind deshalb oft effektiver als Tagesfangzahlbeschränkungen. Entnahmebeschränkungen (vor allem FMM oder EF) werden vor allem bei **hohem Befischungsdruck** und **geringer natürlicher Sterblichkeit** empfohlen. Je höher diese ist, desto geringer ist die Wirkung von Entnahmebeschränkungen.

<sup>4</sup> Darunter versteht man die Fekundität pro rekrutierten Fisch eines befischten Bestandes nach Erreichen des Gleichgewichts dividiert durch die Fekundität pro rekrutierten Fisch im unbefischten Zustand nach Erreichen des Gleichgewichts.

In alpinen Gewässern können verschiedene Ursachen auch bei ausgewachsenen Fischen zu hohen natürlichen Mortalitäten führen:

- Starke Hochwasser, Murgänge,
- Abtrocknungen,
- Prädation, z. B. durch fischfressende Vögel,
- Krankheiten wie die proliferative Nierenkrankheit PKD.

Die Gewässer sind im Einzelnen hinsichtlich der Relevanz dieser Einflussfaktoren zu prüfen. Dabei ist zu beachten, dass ihre räumliche und zeitliche Relevanz sehr verschieden ist. Die oben erwähnten beiden Umweltfaktoren treten in der Regel nur lokal auf und kommen zudem nur relativ selten vor. Ähnliches gilt für die Prädatoren, welche oft unsere Gewässer oft zeitlich begrenzt aufsuchen. Je nach Vogelart wurden zudem andere Gewässertypen bevorzugt (MAURER 2012).

Anders verhält es sich bei der proliferativen Nierenkrankheit, welche zu den Haupt-Ursachen des Rückgangs der Forellenbestände in der Schweiz gezählt wird (MEILI et al. 2004): Die Krankheit kann in Phasen mit hohen Wassertemperaturen hohe Mortalitäten verursacht, nämlich wenn die Wassertemperatur während **2 - 4 Wochen** über den **Schwellenwert von 15°C** ansteigt (MEILI et al. 2004). Da für die Mehrzahl der untersuchten Gewässer im Kanton Graubünden Temperaturdaten vorliegen, kann die Anfälligkeit der Bachforellenpopulationen auf die Krankheit beurteilt werden. Von total 44 untersuchten Gewässerstrecken wurde der Schwellenwert nur in deren 5 erreicht oder überschritten. Überschreitungen gab es an 3 Tagen (B2\_221, F\_607), an 11 Tagen (B6\_209), an 12 Tagen (H1\_806) und an 24 Tagen (D1\_405). Die längste zusammenhängende Dauer mit Temperaturen über 15°C betrug 13 Tage und lag damit knapp unter dem Bereich mit erhöhten Mortalitäten. Ausgehend von den Temperaturverhältnissen im Jahr 2016 ist nicht in vielen Gewässern mit erhöhter Mortalität durch die proliferative Nierenkrankheit zu rechnen. Höchstens im Inn bei S-chanf (D1\_405) lagen die Temperaturen im Grenzbereich, bei dem es zu erhöhten Mortalitäten bei Bachforellen kommen kann.

### 3. Methodik

#### 3.1. Erhebung der Stichproben, Datenerhebung

Tab. 3 Stichprobenzahlen nach Jahren

Strecken	2014	2015	2016	2017	Summe
A1_102	30	100			130
A1_106	95		18		113
A1_121	50		26	40	116
A1_136	31	101			132
A1_151		40	90		130
A2_162	21	102	15		138
A2_166	31	101			132
A2_168		100	54		154
A3_182	50		21		71
B1_203	28	100			128
B2_221		94			94
B2_224	50		45		95
B2_227		51	17		68
B2_229		103			103
B3_205	30		43	18	91
B4_242		100	4		104
B4_244	32		16	10	58
B4_253			100		100
B4_256	25		31	10	66
B4_258	100		10		110
B4_261		65	3		68
B5_269	25		47		72
B5_276			103		103
B6_209		86			86
B6_248	57			21	78
C2_316	27	56	30		113
C2_319		68	26		94
C3_332	30	100			130
C3_335	30		57		87
C3_348		100			100
D1_405	20	24			44
D1_424			91	21	112
D1_431		8	90		98
D1_444	21	21	13	30	85
D2_408		100			100
D2_412	100	11	4		115
D2_453	30	31	4		65
D2_461	20	36	4		60
D2_471		65	4		69
E_501	51	5			56
E_502	52	1			53
F_605	33	69			102
F_607			90		90
F_611	94				94
G_702	30	11	10		51
G_706	56		11		67
H1_803		100			100
H1_806	50		60		110
H2_853		78	47		125
Summe	1'299	2'027	1'184	152	4'662
<b>Anzahl Strecken</b>					<b>49</b>

Verteilt über vier Jahre wurden in 49 Gewässerstrecken insgesamt 4'662 Bachforellen gefangen. Die höchste Stichprobenzahl stammt aus dem Jahr 2015, gefolgt von den Jahren 2014 und 2016. Im Jahr 2017 wurden die Stichproben in Strecken ergänzt, in denen die vorhandene Zahl Fische zur Festlegung eines Fangmasses nicht ausreichte (Tab. 3).

Die Stichproben stammten aus folgenden Quellen: 871 Bachforellen wurden ausschliesslich im Jahr 2014 im Rahmen des EAWAG-Projekts «Progetto fiumi» gefangen. Die restlichen Fänge, total 3'791 Bachforellen, wurden durch die kantonalen Fischereiaufseher getätigt.

Die Stichproben wurden so erhoben, dass pro Strecke 1 - 5 0<sup>+</sup>-Forellen enthalten waren (aus Längenverteilung unterscheidbar). Diese Fische waren sehr hilfreich beim Lesen des Schuppenbildes, d. h. bei der Eichung der Altersbestimmung.

Die Forellen ab 1<sup>+</sup> wurden repräsentativ befischt. Das Fang-Ziel pro Strecke war 100 Fische.

Die **Totallänge** jeder Bachforelle wurde Millimeter genau gemessen.

Die Erhebungen beschränkten sich auf den Zeitraum kurz vor bis zum Beginn der Laichzeit, so konnten bei einem grossen Teil der Tiere **Geschlecht** und **Reife** bestimmt werden, ohne sie zu töten. Lediglich unreife und nicht mit Sicherheit bestimmbare reife Tiere wurden getötet. Anhand der Gonaden wurde das Geschlecht bestimmt. Bei einem Teil der 0<sup>+</sup>-Bachforellen konnte das Geschlecht nicht bestimmt werden.

Der Reifegrad der Fische wurde anhand der Heincke-Maier'schen Reifetabelle bestimmt. Der Einfachheit halber konnten angesichts des Fanges kurz vor oder während der Laichzeit die Reifegrade 1 – 3 bzw. 6 – 8 zusammengefasst werden. Den Fischereiaufsehern und den EAWAG-Mitarbeitern wurde eine Anleitung für die Probenahme und die Dateneingabe ausgehändigt (siehe Anhang, Kapitel 9). Die Daten wurden in ein einheitliches Eingabeprotokoll auf der Basis von MS Excel eingegeben.

Jeder Bachforelle wurden 20 – 50 **Schuppen** oberhalb der Seitenlinie auf der Höhe der Fettflosse entnommen und in einen Minigrip-Plastikbeutel gegeben.

### 3.2. Altersbestimmung

Die Altersbestimmung der Fische wurde an Schuppen durchgeführt. Die Schuppen wurden im Ultraschallbad je nach Grösse der Schuppen unterschiedlich lange (30 bis 50 min) gereinigt. Anschliessend wurden sämtliche verwertbaren Schuppen aussortiert, 3 – 5 Schuppen pro Fisch zwischen zwei Objektträgern fixiert und beschriftet (Strecken-Code, Fisch-Nr., Fangdatum).

Unter einer Stereolupe Leica S4E wurde aufgrund der Jahrringe (Annuli) das Alter bestimmt. Nach (NIKOLSKY 1963) ist der Annulus das Kriterium für die Alters-Zuordnung. Ein Fisch mit einem Annulus wird als 1<sup>+</sup> bezeichnet, auch wenn noch kein Jahr seit dem Schlupfzeitpunkt vergangen ist. Dies führte zu Verwirrungen, da selbst innerhalb einer Population der Zeitpunkt der Annulusbildung von Jahr zu Jahr sehr stark schwankte. Eine mögliche Lösung dieses Problems ist in der Arbeit von HILE (1950) zu finden, worin der 1. Januar des Geburtsjahrs als Zeitpunkt 0 für alle Fische der nördlichen Hemisphäre definiert wird. Diese Festlegung wurde in der vorliegenden Untersuchung übernommen.

### 3.3. Wachstumskurve nach von Bertalanffy

Der Statistiker Erich Wyler von der Fachhochschule Biel erarbeitete auf der Basis des Statistikprogramms R ein Berechnungstool, mit dessen Hilfe auf Grund der Datenpaare Alter und Totallänge [mm] eine Wachstumskurve nach von Bertalanffy (VON BERTALANFFY 1938; BAGENAL 1978) berechnet werden kann. Dieses Tool gelangte bei sämtlichen Populationen zur Anwendung. Die Berechnung auf der Basis eines nicht linearen Modells führte bei sämtlichen Berechnungen zu einer Konvergenz und zu plausiblen Berechnungsgrössen. Die Berechnung des 95%-Konfidenzbandes und des Prognosebandes erfolgte in den meisten Fällen gemäss analytischem Ansatz. Bei starker Abweichung von der Normalverteilung, z. B. bei schiefer Verteilung wurden das 95%-Konfidenzband und Prognoseband nach der Bootstrap-Methode «resampling residuals» berechnet. Details siehe Anhang: Wachstumskurven bei Bachforellen, statistische Auswertungen mit R.

Wachstumsgleichung (VON BERTALANFFY 1938)

$$L_t = L_\infty(1 - e^{(-K(t-t_0)})$$

$L_t$  Länge zum Zeitpunkt  $t$  [mm];

$L_\infty$  mittlere asymptotische Endlänge [mm] oder kurz: «theoretische Maximallänge»;

$K$  Wachstumsgeschwindigkeitskonstante [-]; Dieser Koeffizient bestimmt, wie stark die Wachstumskurve mit dem Alter der Fische abflacht.

$t$  Zeit [Jahre];

$t_0$  Anfangszeitpunkt der Wachstumskurve [Jahre]

Die Modell-Parameter  $L_\infty$ ,  $K$  und  $t_0$  wurden in jeder Wachstumskurve in einem Kasten aufgeführt.

Bei der Interpretation der Wachstumskurven ist zu bemerken, dass die Ergebnisse der Modellrechnungen die Stichprobe abbilden. Diese können je nach Fangort und je nach dem Zeitpunkt des Fangs relativ stark von den Parametern abweichen, welche die Population als Ganzes beschreiben:

So gibt es in jedem Gewässer Abschnitte mit tiefen Kolken, welche bevorzugt als Habitate für adulte Fische dienen, während flach überströmte Gewässerabschnitte bevorzugt durch juvenile Fische besiedelt werden. Je nach Fangort weist die Stichprobe eine unterschiedliche Längenverteilung auf.

Ferner ist die Längenverteilung der Bachforellen eines Gewässers ein Abbild der Befischung durch die Angelfischer, insbesondere in Gewässern mit hohem Befischungsdruck: Je näher das Ende der Fangsaison rückt, desto geringer ist in der Regel der Anteil an Fischen über den FMM. Diesem Umstand ist insbesondere deshalb Beachtung zu schenken, da die Stichproben mit wenigen Ausnahmen aus den Monaten Oktober bis November stammten, d. h. nach dem Ende der Fangsaison erhoben wurden.

Da die theoretische Maximallänge ( $L_\infty$ ) für den Entscheid für oder gegen ein EF und für die Festlegung der Obergrenze eines EF verwendet wird, wurde zusätzlich zum  $L_\infty$  die Längenverteilung anhand der Fangstatistik der Angelfischer beigezogen (Tab. 4). Daraus ist ersichtlich, dass mindestens zehn Gewässerstrecken zusätzlich für ein EF geeignet sind.

Tab. 4 Vergleich der theoretischen Maximallänge ( $L_{\infty}$ ) mit der Längenverteilung der Bachforellen in den regulären Anglerfängen gemäss Fangstatistik. Blaue Schattierung: Fänge über der theoretischen Maximallänge ( $L_{\infty}$ ). Fette Schrift: Gewässer, welche sich für ein EF eignen würden (Anteil gefangener Fischgrössen über theoretischer Maximallänge > 10%).

Gewässer- abschnitt	theoretische Maximallänge	Fangstatistik (Anz. Bachforellen seit 2002)				Summe Fische > th. Maximallänge	% Fische > th. Maximallänge
		22 - 24 cm	24 - 28 cm	28 - 34 cm	> 34 cm		
<b>A1_121</b>	<b>21 cm</b>	<b>2587</b>	<b>3367</b>	<b>463</b>	<b>22</b>	<b>6439</b>	<b>100.00%</b>
<b>A1_136</b>	<b>26 cm</b>	<b>979</b>	<b>4924</b>	<b>2037</b>	<b>359</b>	<b>2396</b>	<b>28.87%</b>
B2_221	30 cm	391	1939	373	17	17	0.63%
B2_224	31 cm	71	7023	1892	166	166	1.81%
B2_227	31 cm	668	3913	1187	128	128	2.17%
<b>B2_229</b>	<b>25 cm</b>	<b>441</b>	<b>2681</b>	<b>911</b>	<b>81</b>	<b>992</b>	<b>24.11%</b>
B4_242	31 cm	48	2393	433	22	22	0.76%
B4_253	31 cm	845	2656	654	43	43	1.02%
<b>B4_258</b>	<b>28 cm</b>	<b>18</b>	<b>4331</b>	<b>2022</b>	<b>236</b>	<b>2258</b>	<b>34.18%</b>
<b>B4_261</b>	<b>29 cm</b>	<b>2669</b>	<b>8667</b>	<b>2064</b>	<b>181</b>	<b>2245</b>	<b>16.53%</b>
B5_276	31 cm	133	1400	386	48	48	2.44%
C3_335	30 cm	41	10252	4193	404	404	2.71%
C3_348	30 cm	1261	7458	1937	94	94	0.87%
<b>D1_405</b>	<b>27 cm</b>	<b>120</b>	<b>14682</b>	<b>6064</b>	<b>643</b>	<b>6707</b>	<b>31.18%</b>
D1_424	28 cm	410	683	92	4	96	8.07%
<b>D1_431</b>	<b>28 cm</b>	<b>867</b>	<b>5511</b>	<b>1404</b>	<b>104</b>	<b>1508</b>	<b>19.12%</b>
D2_408	35 cm	130	25302	9285	817	817	2.30%
D2_412	35 cm	93	58002	15584	940	940	1.26%
D2_453	34 cm	30	3587	1538	213	213	3.97%
D2_471	27 cm	2565	6466	780	25	805	8.18%
E_502	30 cm	5	5913	1433	122	122	1.63%
<b>F_611</b>	<b>28 cm</b>	<b>855</b>	<b>2326</b>	<b>365</b>	<b>22</b>	<b>387</b>	<b>10.85%</b>
<b>G_702</b>	<b>27 cm</b>	<b>8</b>	<b>271</b>	<b>122</b>	<b>15</b>	<b>137</b>	<b>32.93%</b>
<b>G_706</b>	<b>27 cm</b>	<b>40</b>	<b>5697</b>	<b>2989</b>	<b>578</b>	<b>3567</b>	<b>38.34%</b>
H2_853	31 cm	9254	11692	3397	529	529	2.13%

### 3.4. Eichung der Altersbestimmung mit Fischen bekannten Alters

Im Jahr 2014 wurden in folgenden 12 Gewässerstrecken mit Fettflossenschnitt markierte Sömmerlinge eingesetzt: Glenner (A2\_162), Hinterrhein (B1\_203), Ava da Faller (B5\_276), Fondeierbach (C2\_319), Landquart (C3\_332), Schanielabach (C3\_348), Ova da Bernina (D1\_431), Susasca (D2\_461), Rom (E\_501), Poschiavino (F\_605, F\_607) und Moesa (H1\_803). Die Wiederfänge erfolgten in den Jahren 2015 und 2016, wobei die Markierung der Fische registriert wurde.

#### 3.4.1. Wiederfang 2015 mit Markierungen aus dem Jahr 2014

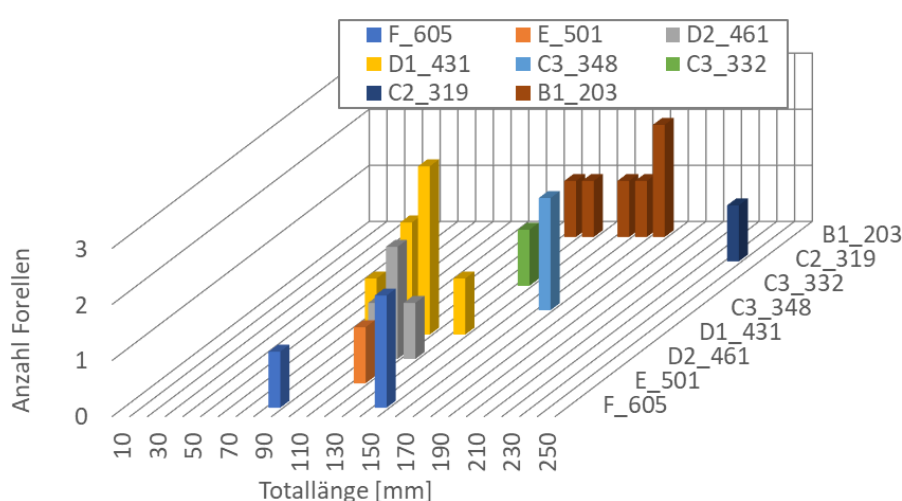
Die Wiederfänge, welche klar deklariert wurden, dass sie aus dem Besatz 2014 stammen, wurden mit einer Ausnahme als 1<sup>+</sup>-Fische bestimmt. Das Schuppenbild gibt somit mehrheitlich das effektive Alter der Fische korrekt wieder (Tab. 5). Lediglich eine mit Fettflossenschnitt markierte, 8.9 cm lange Bachforelle aus dem Poschiavino (F\_605) wurde als 0<sup>+</sup>-Fisch bestimmt. Die übrigen beiden markierten Bachforellen dieses Gewässers (Längen 14.4 cm und 14.1 cm) wurden korrekt als 1<sup>+</sup>-Forellen bestimmt. Es stellt sich die Frage, ob es unter den markierten Besatzfischen effektiv Tiere gibt, welche derart langsam wachsen. Ist dies der Fall, liefert die Altersbestimmung in diesem Spezialfall ein falsches Ergebnis, da auf der Schuppe, die nur wenige Skleriten enthielt, kein Annulus und kein Bereich mit näher beieinander liegenden Skleriten auszumachen ist.



**Tab. 5 Wiederfang von mit Fettflossenschnitt markierten Bachforellen aus dem Besatz 2014 im Rahmen der Befischung im Herbst 2015:**

Code AJF	A2_162	B1_203	C2_319	C3_332	C3_348	D1_431	D2_461	E_501	F_605	H1_803
bestimmtes Alter: 0 <sup>+</sup>									1	
bestimmtes Alter: 1 <sup>+</sup>	3	6	1	1	2	7	4	1	2	
bestimmtes Alter: 2 <sup>+</sup>										
keine Schuppen			1				1	1		4

Im Längenhistogramm allerdings sind die Altersklassen von 0<sup>+</sup> bis ≥2<sup>+</sup> relativ deutlich getrennt, vor allem 0<sup>+</sup> und 1<sup>+</sup>. Der als 0<sup>+</sup> bestimmte Fisch gehörte eindeutig der 0<sup>+</sup>-Längenklasse an, während die beiden anderen Fische eindeutig im Längen-Bereich der 1<sup>+</sup>-Fische lagen (Abb. 6). Angesichts dieser Längenverteilung muss in Betracht gezogen werden, dass eine 0<sup>+</sup>-Forelle im Jahr 2015 markiert wurde, ihre Fettflosse auf natürliche Weise verlor oder versehentlich als markiert eingestuft wurde.



**Abb. 6 Längenverteilung markierter Bachforellen im Herbst 2015. Die Wiederfänge aus dem Besatz im Jahr 2014 stammen aus den folgenden Gewässern: Hinterrhein (B1\_203), Fondeierbach (C2\_319), Landquart (C3\_332), Ova da Bernina (D1\_431), Susasca (D2\_461), Rom (E\_501), Poschiavino (F\_605).**

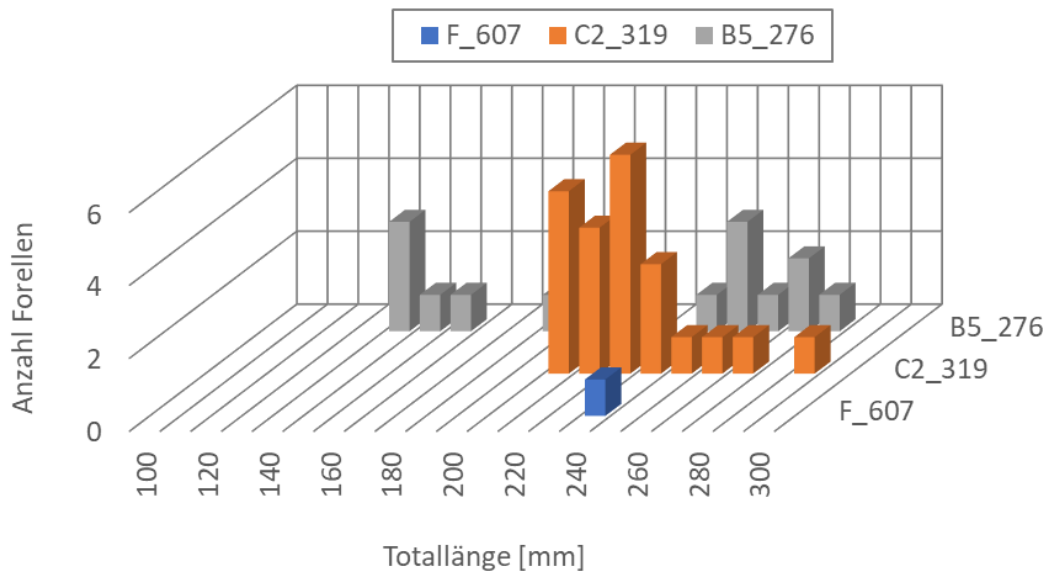
### 3.4.2. Wiederfang 2016 mit Markierungen aus dem Jahr 2014

Im Jahr 2016 erfolgten ebenfalls Befischungen in Gewässern, welche im Jahr 2014 mit markierten Sömmerlingen besetzt worden waren. In drei Gewässern wurden markierte Forellen wiedergefangen, welche aus dem Besatz 2014 stammen. Die Wiederfänge, welche klar deklariert wurden, dass sie aus dem Besatz 2014 stammen, wurden anhand der Schuppen ohne Ausnahme als 2<sup>+</sup>-Fische bestimmt. Das Schuppenbild gibt somit das effektive Alter der Fische korrekt wieder (Tab. 6).

**Tab. 6 Wiederfang von mit Fettflossenschnitt markierten Bachforellen aus dem Besatz 2014 im Rahmen der Befischung im Herbst 2016.**

	B5_276	C2_319	F_607
Bestimmung als 1 <sup>+</sup>			
Bestimmung als 2 <sup>+</sup>	19	22	1
Bestimmung als > 2 <sup>+</sup>			

Im Längenhistogramm der Wiederfänge sind gewässerspezifische Unterschiede ersichtlich: Während die Länge der Forellen des Jahrgangs 2014 in der Ava da Faller (B5\_276) erheblich zwischen 14 und 28 cm schwankt, sind die Forellen aus dem Fondeierbach (C2\_319) im Durchschnitt länger, und die Totallängen schwanken bei einer Variationsbreite von 21 - 29 cm bedeutend weniger (Abb. 7).



**Abb. 7** Längenverteilung markierter Bachforellen im Herbst 2016. Die Wiederfänge aus dem Besatz im Jahr 2014 stammen aus den folgenden Gewässern: Ava da Falller (B5\_276), Fondeierbach (C2\_319) und Poschiavino (F\_607).

### 3.5. Beurteilung, ob die Stichprobenzahl ausreichend ist

#### 3.5.1. Grundschemata

Jede Gewässerstrecke wurde nach Geschlecht und Altersklasse getrennt beurteilt, ob je mindestens **5 Individuen** vorhanden sind. Die Altersklassen  $\geq 3+$  wurden gepoolt.

Waren in den Proben bei beiden Geschlechtern zusammen 3 oder mehr Altersklassen durch zu wenige Tiere vertreten, wurde die Zahl der Fische als **„nicht ausreichend“** eingestuft. Waren 1 – 2 Altersklassen bei beiden Geschlechtern zusammen durch zu wenige Tiere vertreten, wurde die Zahl der Fische als **„knapp ausreichend“** eingestuft. Waren sämtliche Altersklassen in beiden Geschlechtern durch  $\geq 5$  Tiere vertreten, wurde die Zahl der Fische als **„ausreichend“** eingestuft.

Nach dieser Grundeinteilung wurden von total 49 befischten Strecken deren 43 als **„ausreichend“**, 6 als **„knapp ausreichend“** und keine als **„nicht ausreichend“** eingestuft.

#### 3.5.2. Verfeinerte Einstufung

Die Stichprobenzahl des Hinterrheins (B6\_209) wurde gemäss Grundschemata als **„knapp ausreichend“** beurteilt. Die für die Beurteilung des Alters der erstmaligen Laichreife massgebende Altersklasse  $\geq 3$  war bei den Weibchen durch 4 und bei den Männchen durch 1 Tier repräsentiert. Bei den jüngeren Altersklassen werden nur sehr geringe Anteile laichreif. Die Beurteilung der erstmaligen Laichreife ist deshalb nicht möglich, was eine Umteilung in die Klasse **„nicht ausreichend“** zur Folge hatte.

Die Landquart (C2\_332) wurde in der groben Beurteilung als **„ausreichend“** eingestuft. In der feineren Beurteilung waren die Altersklassen 1+ - 3+ durch sehr geringe Anteile reifer Weibchen charakterisiert. Die Strecke wurde in die Klasse **„nicht ausreichend“** umgeteilt.

#### 3.5.3. Ergebnisse der Einstufung der einzelnen Strecken

Total sind im Projekt 53 Strecken enthalten, davon wurden in den Jahren 2014 bis 2017 49 Strecken befischt. Für **42 Strecken** wurde das Probematerial als **„ausreichend“** klassiert (Tab. 7). In 5 Strecken enthielt eine Kombination aus Altersklasse und Geschlecht weniger als 5 Individuen, sodass diese als **„knapp ausreichend“** für eine Festlegung eines FMM eingestuft werden konnten. Die Klasse **„nicht ausreichend“** umfasst lediglich **zwei Strecken, den Hinterrhein** (B6\_209) und die **Landquart** (C2\_332). Folgende **4 Strecken** wurden **nicht befischt**: Alpenrhein (C1\_304), Plessur (C2\_314), Aua da Val Mora (D2\_455), Schergenbach (D2\_485).

**Tab. 7 Übersicht über Befischungen in den Jahren 2014 bis 2017.**

Code AJF	Gewässer	Höhe [müM]	ausreichend	knapp ausreichend	nicht ausreichend	nicht befischt
A1_102	Vorderrhein	1402	1			
A1_106	Vorderrhein	744	1			
A1_121	Rein da Medel	1730	1			
A1_136	Rein da Sumvitg	1368	1			
A1_151	Flem	1509	1			
A2_162	Glogn/Glenner	1126	1			
A2_166	Valserrhein	1894	1			
A2_168	Valserrhein	1250	1			
A3_182	Flembach	890	1			
B1_203	Hinterrhein	1487	1			
B2_221	Averserrhein (Juferrhein)	2078	1			
B2_224	Averserrhein (Ragn da Ferrera)	1271	1			
B2_227	Madrischer Rhein	1801	1			
B2_229	Ual da Niemet	1993	1			
B3_205	Hinterrhein	949	1			
B4_242	Albula	1750	1			
B4_244	Albula	1099	1			
B4_253	Ava da Tuors	1855	1			
B4_256	Landwasser	1529	1			
B4_258	Landwasser	1220	1			
B4_261	Dischmabach	1854	1			
B5_269	Gelgia/Julia	1410	1			
B5_276	Ava da Fallar	1789	1			
B6_209	Hinterrhein	596			1	
B6_248	Albula	722	1			
C1_304	Alpenrhein					1
C2_314	Plessur					1
C2_316	Plessur	725		1		
C2_319	Fondeierbach	1797		1		
C3_332	Landquart	1226			1	
C3_335	Landquart	680	1			
C3_348	Schanielabach	1594	1			
D1_405	En/Inn	1712		1		
D1_424	Ova dal Vallun	2019		1		
D1_431	Ova da Bernina	2078	1			
D1_444	Beverin	1842	1			
D2_408	En/Inn	1555	1			
D2_412	En/Inn	1095	1			
D2_453	Spöl	1564	1			
D2_455	Aua da Val Mora					1
D2_461	Susasca (Chant Blau)	1858		1		
D2_471	Clemgia	2053	1			
D2_485	Schergenbach					1
E_501	Rom	1622	1			
E_502	Rom	1319	1			
F_605	Poschiavino	998	1			
F_607	Poschiavino	583	1			
F_611	Val da Camp	1920	1			
G_702	Maira	1470	1			
G_706	Maira	807	1			
H1_803	Moesa	1021	1			
H1_806	Moesa	327	1			
H2_853	Calancasca	882	1			
Summe			42	5	2	4

## 4. Umweltparameter

### 4.1. Einfluss der Höhenlage auf die Temperatur der Gewässer

Die ungefähre Höhenlage sämtlicher Gewässerstrecken wurde durch die zuständigen Fischereiaufseher aufgenommen.

In 40 der insgesamt 49 befischten Gewässer erfolgten durch die zuständigen Fischereiaufseher Temperaturmessungen mit Hilfe von Datenloggern. Während eines ganzen Jahres wurde die Wassertemperatur in 15-Minuten-Abständen gemessen. Die Messungen waren vollständig mit folgenden zwei Ausnahmen: Bei der Strecke A1\_106 fehlten die Daten von 4 Monaten vollständig, bei der Strecke D2\_461 waren lediglich die Daten eines Monats unvollständig. Bei 8 Loggern deuten Temperaturen unter  $-1.9^{\circ}\text{C}$  an, dass der Logger zeitweise im Eis eingeschlossen war oder trockenfiel. Bei zwei Temperaturloggern liefern Maxima von über  $30^{\circ}\text{C}$  Hinweise, dass der Logger zeitweise trockenfiel oder im stehenden Wasser lag (Tab. 8).

**Tab. 8** Bemerkungen zu den im Rahmen des vorliegenden Projekts erhobenen Temperaturdaten.

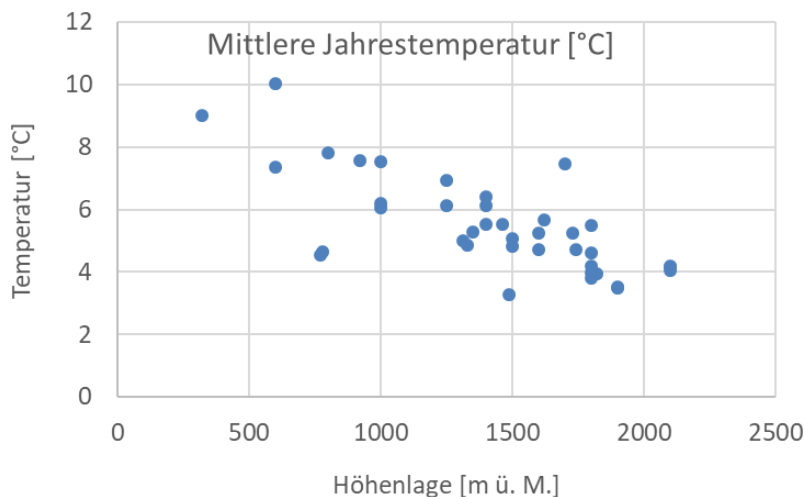
Code AJF	max	Mittel	min	Bemerkungen
A1_106	12.2	4.5	0.1	unvollständige Daten
A1_121	18.6	5.2	-5.0	vermutlich temporär vereist
B2_221	32.6	4.1	0.1	fällt ev. temporär trocken oder oder stehendes Wasser
B4_244	17.5	6.1	-4.8	vermutlich temporär vereist
B6_209	36.8	7.4	-8.3	vermutlich temporär vereist und trockenfallend / stehendes Wasser
C3_332	15.0	5.0	-4.4	vermutlich temporär vereist
D1_424	22.0	4.2	-2.3	vermutlich temporär vereist
D2_453	14.1	3.3	-2.6	vermutlich temporär vereist
D2_461	12.0	5.5	0.2	unvollständige Daten
D2_471	14.5	4.0	-1.9	vermutlich temporär vereist
F_605	23.0	6.2	-3.9	vermutlich temporär vereist

Aus diesen Daten wurden monatliche und jährliche Maxima, Minima und Mittelwerte berechnet sowie Tagesmittelwerte.

Für vier Gewässer konnten Temperaturdaten des BAFU-Messstellennetzes herangezogen werden.

#### 4.1.1. Mittlere Jahrestemperatur des Wassers

Mit zunehmender Höhenlage nimmt die mittlere Jahrestemperatur in den Gewässern ab (Abb. 8).



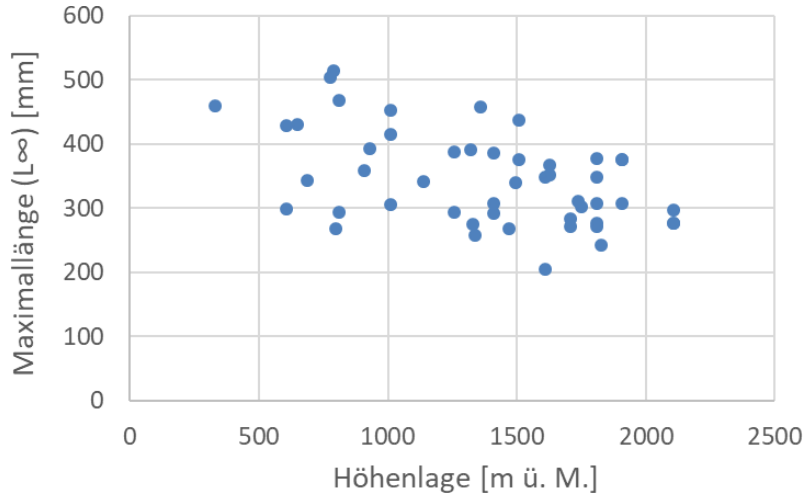
**Abb. 8** Darstellung der mittleren Jahrestemperatur in den Untersuchungsgewässern aufgetragen gegen die Höhenlage. Die beiden Parameter korrelieren signifikant negativ (Rangkorrelation nach Spearman,  $p < 0.001$ )

#### 4.1.2. Jahresmaxima und -minima der Wassertemperatur

Im Gegensatz zum Jahresmittel korrelieren die Temperatur-Maxima und Temperatur-Minima nicht mit der Meereshöhe.

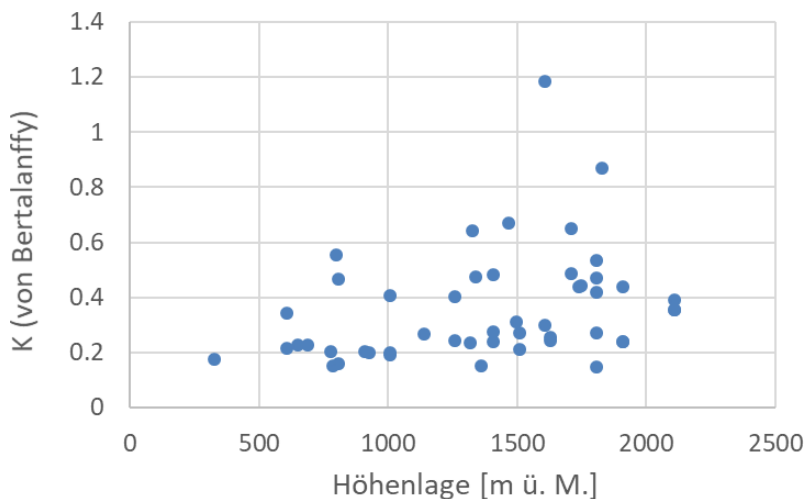
## 4.2. Einfluss der Umweltparameter auf das Wachstum der Bachforellenpopulationen

Die berechnete theoretische Maximallänge der Bachforellenpopulationen ( $L_{\infty}$ ) nimmt mit zunehmender Höhenlage der Gewässer signifikant ab (Rangkorrelation nach Spearman,  $p < 0.01$ , Abb. 9). Dies kann einerseits damit zusammenhängen, dass die hoch gelegenen Gewässer in der Regel kleiner sind als Tieflandgewässer und dadurch weniger Platz für grosse Individuen zur Verfügung steht. Andererseits dürften die harschen Bedingungen eine entscheidende Rolle spielen: In den hoch gelegenen Gewässern ist die Vegetationszeit viel kürzer und die mittlere Jahrestemperatur geringer. Beides dürfte das Ausmass des Wachstums begrenzen.



**Abb. 9** Darstellung der berechneten Maximallänge nach von Bertalanffy aufgetragen gegen die Höhenlage des Gewässers.

Die Höhenlage (x-Achse) und der Koeffizient K nach von Bertalanffy korrelieren signifikant negativ (Rangkorrelation nach Spearman,  $p < 0.01$ ). Während die Koeffizienten K in tief gelegenen Gewässern durchwegs tief sind, d.h. die Wachstumskurve mit zunehmendem Alter der Fische nur wenig abflacht, nimmt die Variationsbreite mit zunehmender Meereshöhe zu. In hoch gelegenen Zonen gibt es also Gewässer, in denen die Wachstumskurve kaum und solche, in denen die Wachstumskurve sehr stark abflacht (Abb. 10).



**Abb. 10** Darstellung des Koeffizienten K nach von Bertalanffy gegen die Höhenlage des Gewässers.

Die Tatsache, dass weder die berechnete Maximallänge ( $L_{\infty}$ ) noch der Koeffizient K signifikant mit der mittleren Jahrestemperatur des Wassers korrelieren, spricht dafür, dass eher Lebensraum-Aspekte (Grösse der Gewässer) als thermische Aspekte eine entscheidende Rolle für das Wachstum spielen.



## 5. Überlegungen zum Fangmass

### 5.1. Bestimmung der zu schonenden Altersklasse

Zur Zeit gilt im Kanton Graubünden im überwiegenden Teil der Gewässerstrecken ein FMM von 24 cm. Lediglich in den fünf Strecken des Alpenrheins (Nr. 301 – 305) ist das FMM mit 25 cm etwas höher.

In den Fliessgewässern des Calancatal und im Rein da Medel (Nr. 121) gilt ein tieferes FMM von 22 cm.

Künftig soll für sämtliche Gewässer des Kantons ein Fangmass (FMM oder ein EF) gelten, welches auf ökologischen Grundlagen basiert. Es soll gewährleisten, dass die Erstlaicher mindestens einmal zur Fortpflanzung gelangen, bevor sie vom Angelfischer behändigt werden dürfen. Zudem soll das Fangmass so gewählt sein, dass die Kohorte der Erstlaicher einer möglichst geringen Längenselektion unterliegt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden im Hinblick auf die Bestimmung eines für die Population angepassten Fangmasses ausgewertet. In den übrigen, nicht untersuchten Gewässerstrecken wurde das Fangmass anhand geografischer Nähe, hydrologischer, morphologischer, nährstofftechnischer oder klimatischer Ähnlichkeit und zahlreichen weiteren Kenntnissen der zuständigen Fischereiaufseher zugeordnet.

Am Beispiel des Vorderrheins (A1\_102) werden die Überlegungen dargelegt, welche auf Grund der erhobenen Daten zur Festlegung des Fangmasses (FMM oder EF) führen:

In einem ersten Schritt werden sämtliche Fische nach Geschlecht, Altersklassen und Laichreife geordnet (Abb. 11). Daraus geht hervor, dass die Männchen erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> und die Weibchen erstmals im Alter von 2<sup>+</sup> ablaichen.

Um die Erstlaicher wirksamen zu schützen, sollte die **jüngste Altersklasse geschont werden, die bei beiden Geschlechtern aus 50% oder mehr reifen Tieren besteht**. Im vorliegenden Beispiel ist dies die bei den Männchen die Altersklasse 2<sup>+</sup>, bei den Weibchen die Altersklasse 3<sup>+</sup> (siehe rote Pfeile). Damit von beiden Geschlechtern ausreichend Tiere zum Ablichten kommen, ist ein **Schutz aller Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> notwendig**.

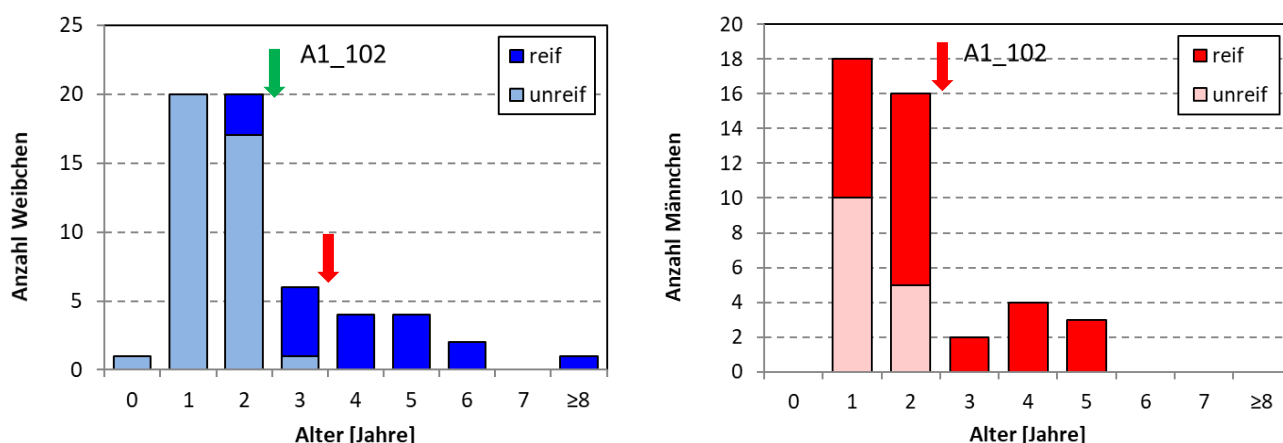


Abb. 11 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Altersklassen links des roten Pfeils sind bei hohem Befischungsdruk zu schützen; Altersklassen links des grünen Pfeils sind bei niedrigem Befischungsdruk zu schützen.

### 5.2. Vorschlag für ein ökologisch abgestütztes Fangmass

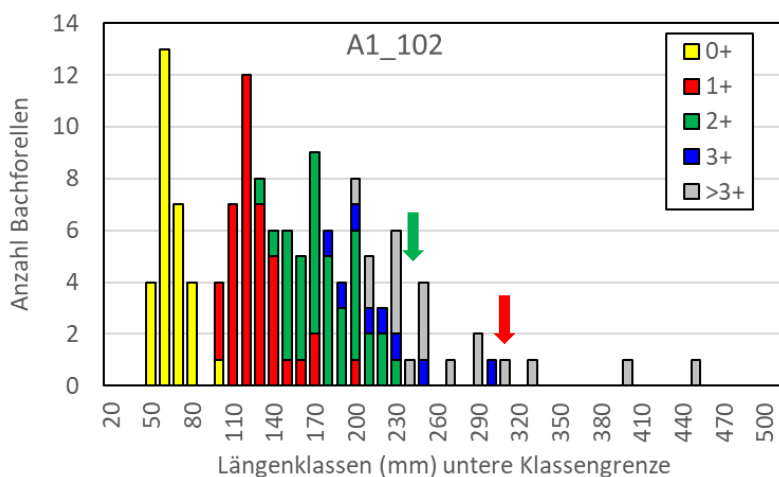
#### 5.2.1. Variante für Gewässer mit hohem Befischungsdruk

Bei hohem oder mittlerem Befischungsdruk ist die Altersklasse 3<sup>+</sup> absolut zu schonen, um eine Längenselektion zu minimieren. Das entsprechende FMM wird dem altersspezifischen Längenhistogramm entnommen (roter Pfeil in Abb. 12). Um das formulierte Schutzziel zu erreichen, ist ein **FMM von 31 cm** notwendig. Aus der Längenverteilung ist ersichtlich, dass mit dem FMM von 31 cm auch ein beachtlicher Teil der Bachforellen geschützt wird, die älter als 3<sup>+</sup> sind. Das im Falle eines hohen Befischungsdruks vorgeschlagene FMM ist im Text **rot** markiert.

### 5.2.2. Variante für Gewässer mit geringem Befischungsdruck

Bei geringem Befischungsdruck entnehmen die Angelfischer nur einen Teil der Altersklasse 3<sup>+</sup> und neben den bereits reifen 2<sup>+</sup>-Weibchen kommt ein Teil der 3<sup>+</sup>-Fische zum Abfischen, obwohl sie das FMM überschritten haben. In diesem Fall kann der Schutz auf die Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> reduziert werden. Auch in diesem Fall ist das FMM so festzulegen, dass die Längenselektion minimal ausfällt, nämlich durch die **Schonung der gesamten Altersklasse 2<sup>+</sup>**. Gemäss Abb. 12 ist dies bei einem FMM von 24 cm der Fall (grüner Pfeil). Das im Falle eines geringen Befischungsdrucks vorgeschlagene FMM ist im Text grün markiert.

Aus Abb. 12 ist ersichtlich, dass durch ein FMM von 24 cm neben den 2<sup>+</sup>-Tieren auch ein Teil der 3<sup>+</sup>-Tiere und ein Teil der Tiere, die älter als 3<sup>+</sup> sind, geschont werden.



**Abb. 12** Längen-Histogramm der Bachforellen. **Roter Pfeil: Vorschlag für FMM bei hohem Befischungsdruck; grüner Pfeil: Vorschlag für FMM bei niedrigem Befischungsdruck.**

Die Variante für Gewässer mit geringem Befischungsdruck ist aber nur dann möglich, wenn zumindest ein Teil der Männchen und Weibchen der zu schützenden Jahrgänge laichreif ist.

### 5.3. Schutzkonzept in Populationen mit über 50% reifen 1<sup>+</sup>-Tieren

Es gibt Populationen, bei denen über 50% der Männchen und Weibchen bereits im Alter von 1<sup>+</sup> die Laichreife erreichen. Da bekannt ist, dass die Eiqualität der Weibchen im Alter von 1<sup>+</sup> oft von minderer Qualität ist, sollten in solchen Populationen in der Regel die Altersklassen bis und mit den 2<sup>+</sup>-Tieren geschützt werden.

## 6. Datenblätter der einzelnen Strecken

### 6.1. Vorderrhein (A1\_102), mittlere Höhenlage: 1402 m ü. M.

Einmündung Ual Val Val - Wasserfassung EW Sedrun (N<sup>5</sup> = 101)

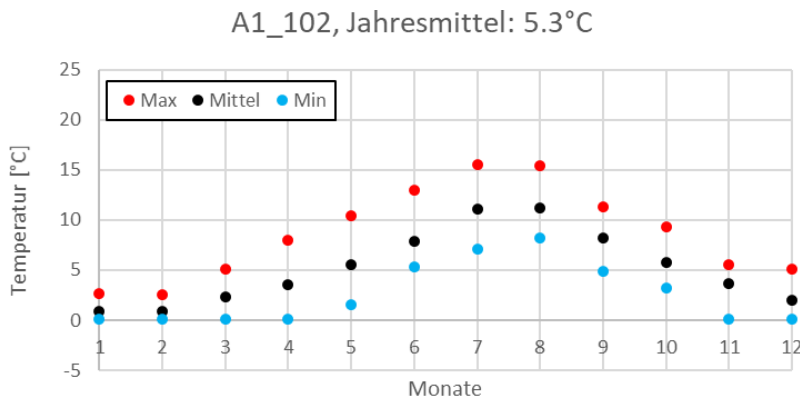


Abb. 13 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlich erhobenen Messungen.

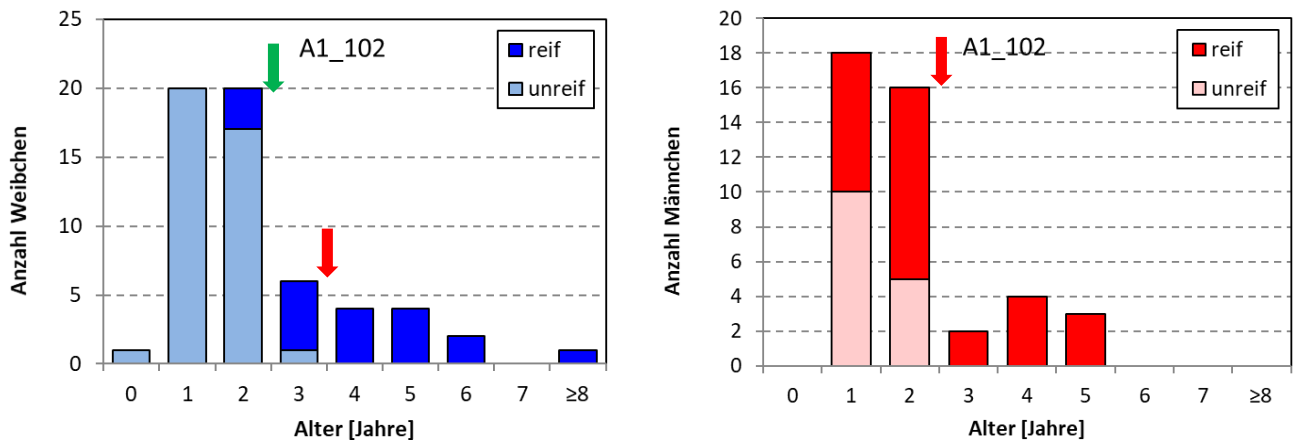
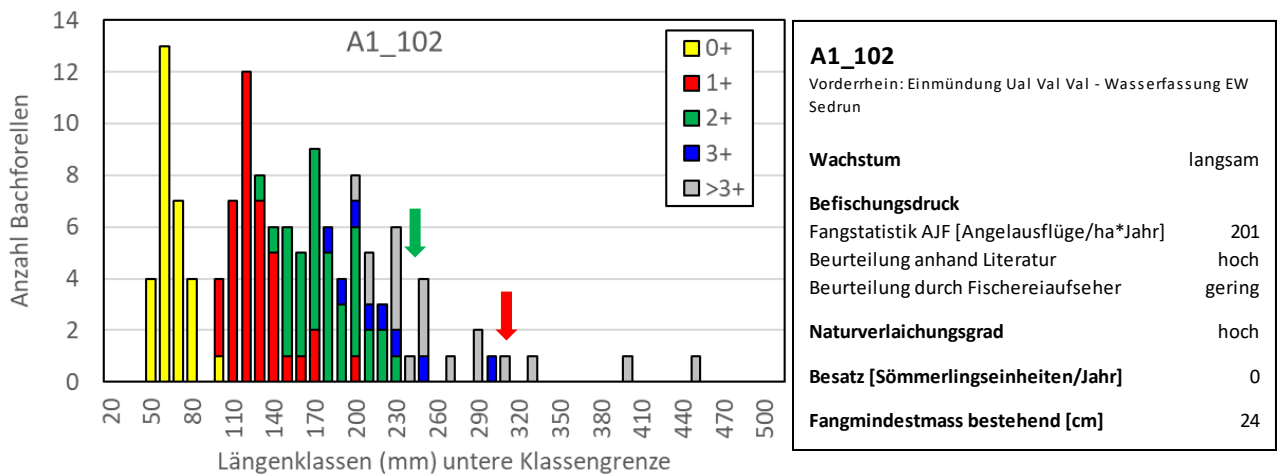


Abb. 14 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 5.



<sup>5</sup> Anzahl Forellen, deren Alter und Reife bestimmt werden konnte.

Abb. 15 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 5.

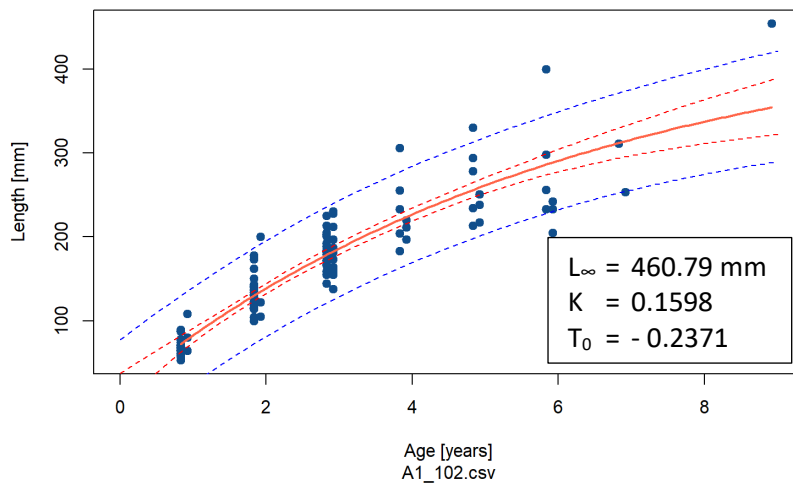


Abb. 16 Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Vorderrhein-Strecke (A1\_102) liegt auf 1350 m ü. M., was im Vergleich mit den übrigen Gewässerstrecken einer mittleren Höhenlage entspricht. Hinsichtlich seiner Jahresdurchschnitts-Temperatur liegt das Gewässer geringfügig unter dem Durchschnitt aller Gewässer.

Das Wachstum ist in den ersten drei Lebensjahren zwar langsam, aber im Alter flacht die Wachstumskurve nur wenig ab, was am tiefen Koeffizienten K im von Bertalanffy-Modell ersichtlich ist. Die berechnete Maximallänge ist mit 46 cm entsprechend hoch.

Während knapp die Hälfte der Männchen bereits im Alter von 1<sup>+</sup> ablaicht, ist nur ein sehr kleiner Teil der 2<sup>+</sup>-Weibchen laichreif. Erst von den 3<sup>+</sup>-Weibchen pflanzt sich der überwiegende Teil fort.

Um eine nachhaltige Befischung zu gewährleisten, müssten die Bachforellen bis und mit Altersklasse 3<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 31 cm** zur Folge hätte.

In begründeten Fällen, z. B. bei sehr geringem Befischungsdruck oder bei Kenntnis, dass die Weibchen im Normalfall ein Jahr früher ablaichen, können die Bachforellen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 24 cm** zur Folge hätte.

#### Fazit

Der Befischungsdruck wurde durch den zuständigen Fischereiaufseher als **gering** und auf Grund des Literaturstudiums als **hoch** eingeschätzt. Es ist anzunehmen, dass sich der hohe Befischungsdruck ausschliesslich auf den Staubereich der Wasserfassung in Sedrun beschränkt. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen besteht das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung. Das **FMM** sollte deshalb so hoch gewählt werden, dass die Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup>-Bachforellen geschützt sind, d. h. bei **31 cm**.

**Alternativ-Variante EF:** Die Wachstumskurve ( $L_{\infty} = 46$  cm) sowie die Längenverteilung mit relativ grossen Tieren spricht für die Umsetzung eines EF mit einer **Untergrenze** von **24 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke** bei  $\frac{2}{3}$  von  $L_{\infty}$ , d.h. **30 cm**.

## 6.2. Vorderrhein (A1\_106), mittlere Höhenlage: 744 m ü. M.

Wasserfassung Tavanasa - Wasserrückgabe EW Ilanz (N = 101)

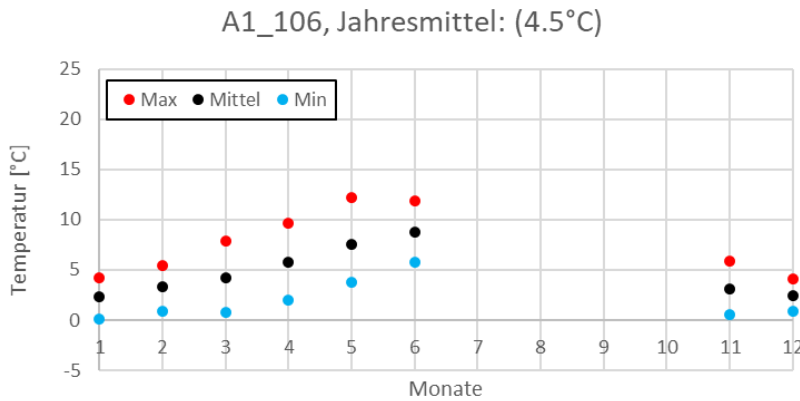


Abb. 17 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen, Daten nicht vollständig.

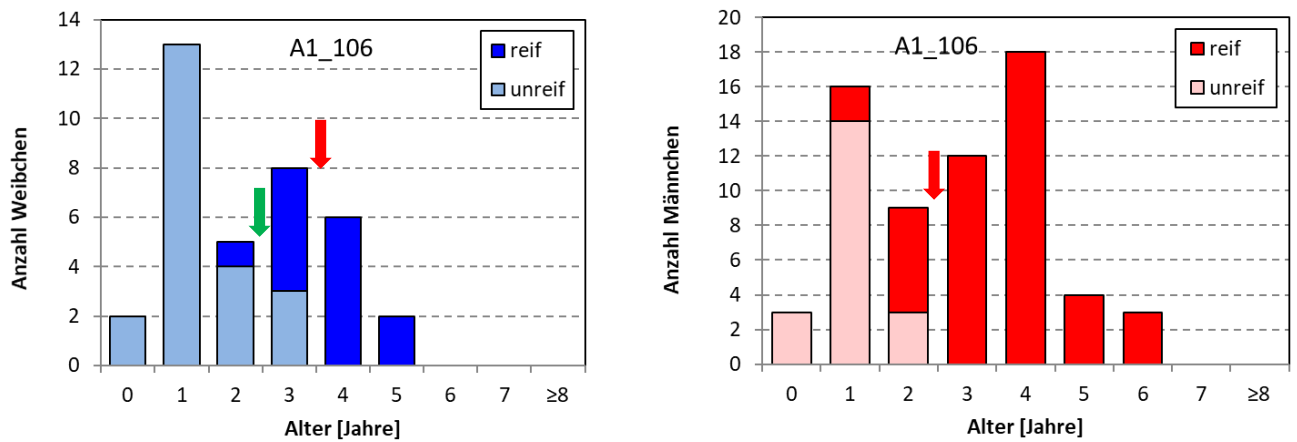


Abb. 18 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

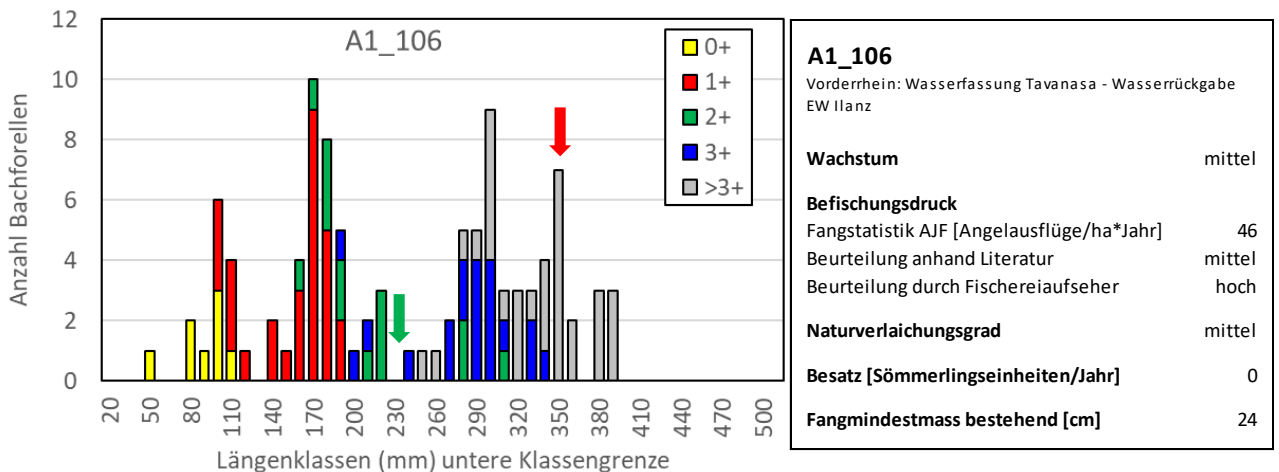
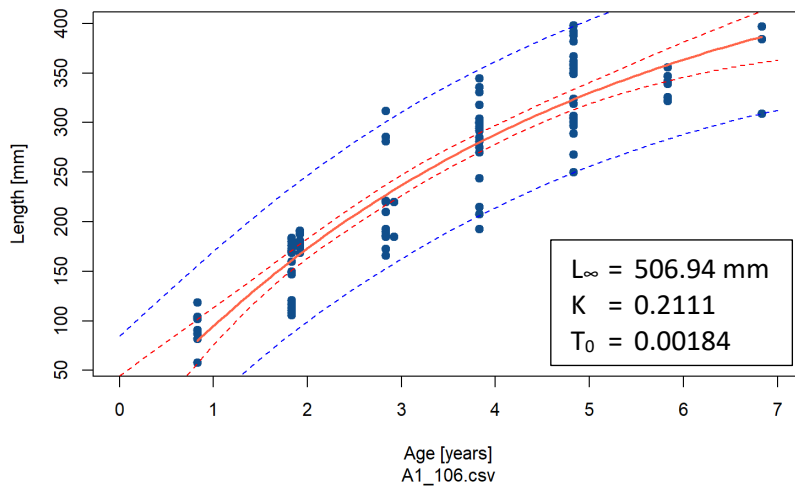


Abb. 19 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 20** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter. Tiere > 480 mm (Seeforellen) wurden ausgeschlossen.

Der Vorderrhein (A1\_106) gehört mit einer Höhenlage von 770 m ü. M. eher zu den Tieflandgewässern. Wegen des relativ hohen Gletscheranteils ist die mittlere Jahrestemperatur mit 4.5°C eher tief. Das Wachstum der Forellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel. Auch im Alter wachsen die Tiere noch relativ stark, was am tiefen Koeffizienten K abzulesen ist. Die Population erreicht entsprechend eine theoretische Maximallänge von über 50 cm, was unter anderem auf eine Mischung von Bach- und Seeforellen zurückzuführen sein kann. Die Wachstumsparameter, insbesondere die hohe Maximallänge, sind nach Erfahrung des zuständigen Fischereiaufsehers plausibel.

Während ein kleiner Teil der Männchen bereits im Alter von 1<sup>+</sup> ablaicht, ist nur ein sehr kleiner Teil der 2<sup>+</sup>-Weibchen laichreif. Erst von den 3<sup>+</sup>-Weibchen pflanzt sich der überwiegende Teil fort. Um eine nachhaltige Befischung zu garantieren, müssten die Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 35 cm** zur Folge hätte.

In begründeten Fällen, z. B. bei sehr geringem Befischungsdruck oder bei Kenntnis, dass die Weibchen im Normalfall ein Jahr früher ablaichen, können die Bachforellen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 23 cm** zur Folge hätte.

#### Fazit

Der Befischungsdruck wurde auf Grund des Literaturstudiums als **mittel** eingeschätzt. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt den Fangdruck als **hoch** ein. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen besteht das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung. Das **FMM** sollte deshalb so hoch gewählt werden, dass die Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup>-Bachforellen geschützt sind, d. h. bei **35 cm**.

**Alternativ-Variante EF:** Die Wachstumskurve ( $L_{\infty} = 51$  cm) sowie die Längenverteilung mit relativ grossen Tieren spricht für die Umsetzung eines EF mit einer **Untergrenze von 23 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer Obergrenze bei  $\frac{2}{3}$  von  $L_{\infty}$ , d.h. **34 cm**. Die tiefe Untergrenze lässt sich dadurch begründen, dass 2.5 km, d. h. rund 20% der Strecke in einem ganzjährigen Schongebiet liegen, welches den Bach- und Seeforellen einen gewissen Schutz gewährt.

### 6.3. Rein da Medel (A1\_121), mittlere Höhenlage: 1730 m ü. M.

Lai da Sontga Maria - Einmündung Rein da Cristallina (N = 96)

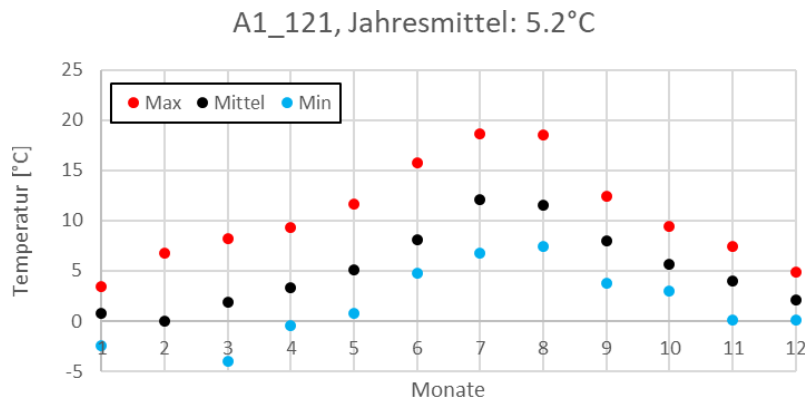


Abb. 21 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

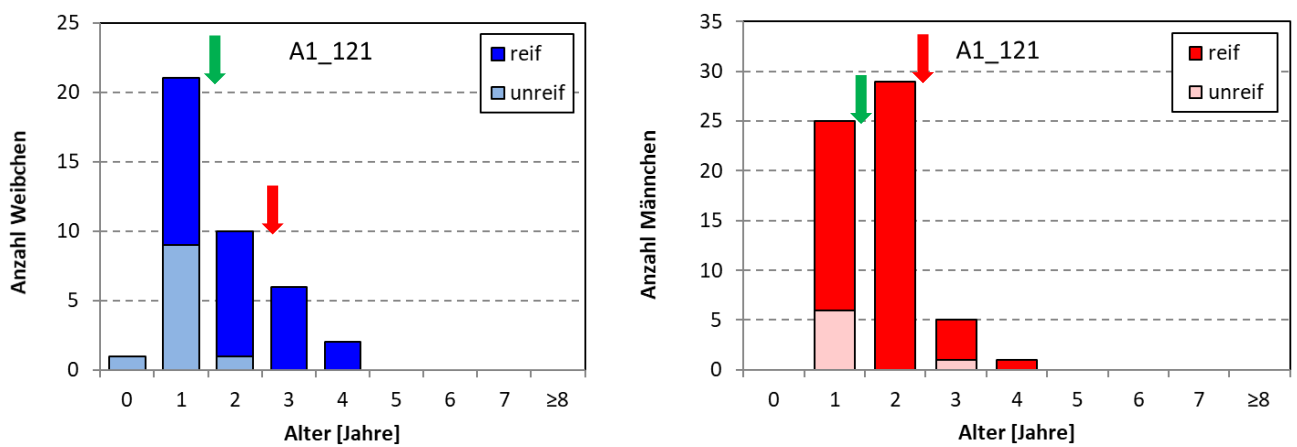


Abb. 22 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

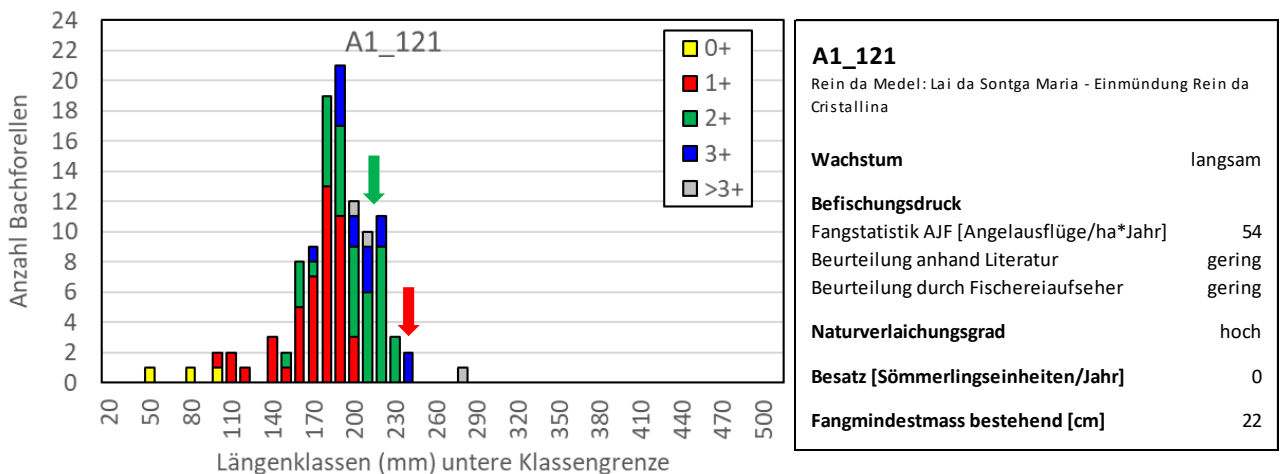
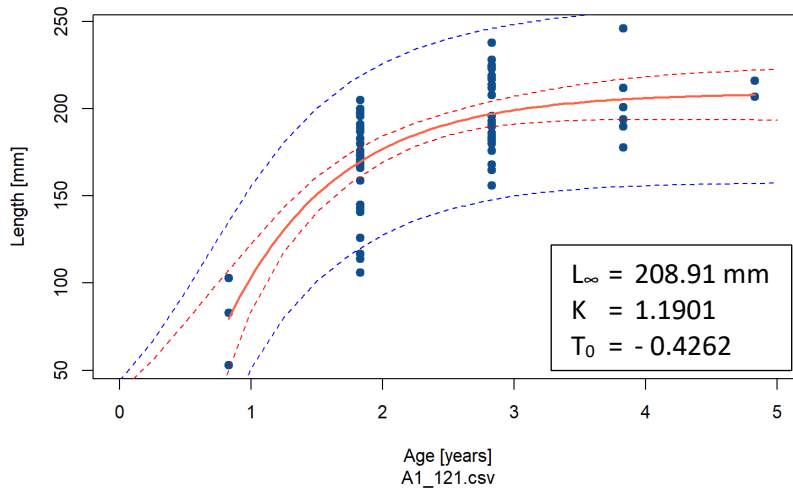


Abb. 23 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 24** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Rein da Medel (Strecke A1\_121) liegt mit 1600 m ü. M. über dem Durchschnitt aller Gewässerstrecken, und die mittlere Jahrestemperatur liegt geringfügig unter dem Durchschnitt über alle untersuchten Gewässerstrecken. Die Bachforellenpopulation wächst in den ersten drei Lebensjahren nur langsam, und mit dem Alter flacht die Wachstumskurve stark ab, was aus dem hohen Koeffizienten K im Wachstumsmodell nach von Bertalanffy ersichtlich ist. Die berechnete Maximallänge ist folglich mit 21 cm sehr gering. Nach der Beurteilung des zuständigen Fischereiaufsehers ist die effektive Maximallänge höher als der anhand der gefangenen Bachforellen berechnete Wert. Sämtliche in der Fangstatistik ausgewiesenen Fische sind grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4).

Beide Geschlechter werden in hohen Anteilen bereits im Alter von 1<sup>+</sup> reif. Da die Eier von 1<sup>+</sup>-Weibchen erfahrungsgemäss von geringerer Qualität sind, sollten im Sinne einer nachhaltigen Nutzung alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden. Dies wäre bei einem **FMM von 24 cm** der Fall. In begründeten Fällen (geringer Befischungsdruck und Nachweis, dass Eier von 1<sup>+</sup>-Tieren von guter Qualität sind) kann der Schutz auf die 1<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was bei einer Länge von 21 cm erfüllt ist. Um die minimale Vorgabe gemäss Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei zu erfüllen, müsste das **FMM auf 22 cm** festgelegt werden.

#### Fazit:

Die Gewässerstrecke unterliegt sowohl auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur als auch durch den zuständigen Fischereiaufseher einem **geringen** Befischungsdruck. Das Risiko einer Überfischung ist folglich gering. Deshalb kann bei der Wahl des FMM im gegebenen Fall die «niedrigere Hürde» **von 22 cm** (absoluter Schutz bis und mit 1<sup>+</sup>-Tieren) gewählt werden.

**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 22 cm** (Schutz der Altersklasse 1<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

#### 6.4. Rein da Sumvitg (A1\_136), mittlere Höhenlage: 1368 m ü. M.

Quelle - Lag da Runcahez, (N = 123)

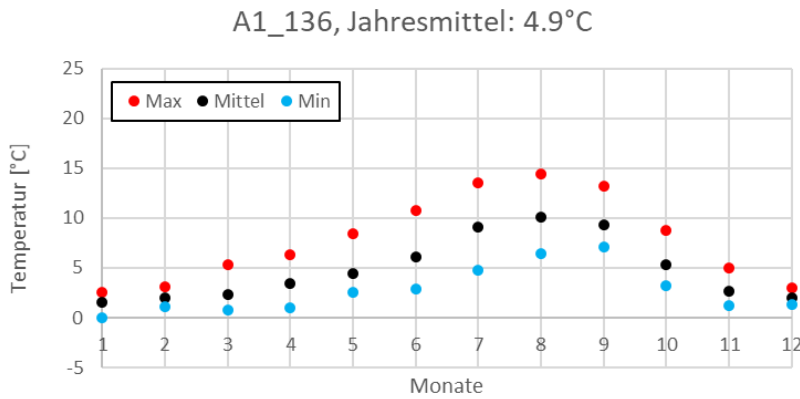


Abb. 25 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

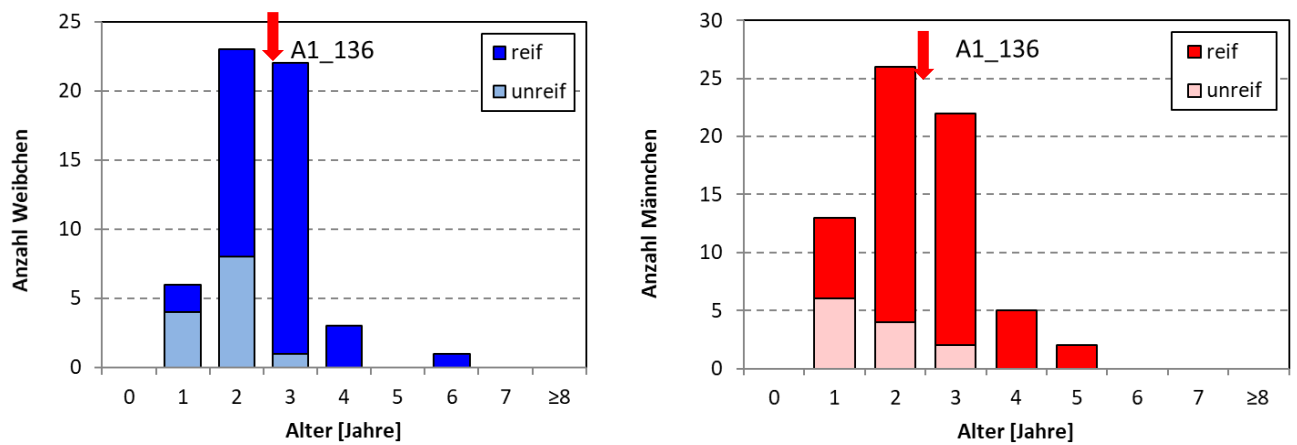


Abb. 26 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

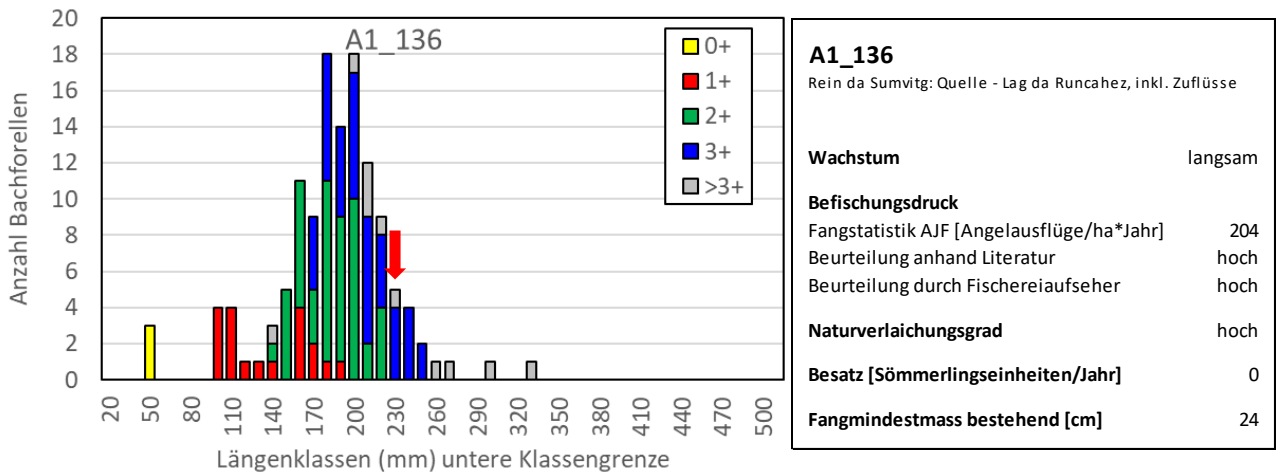
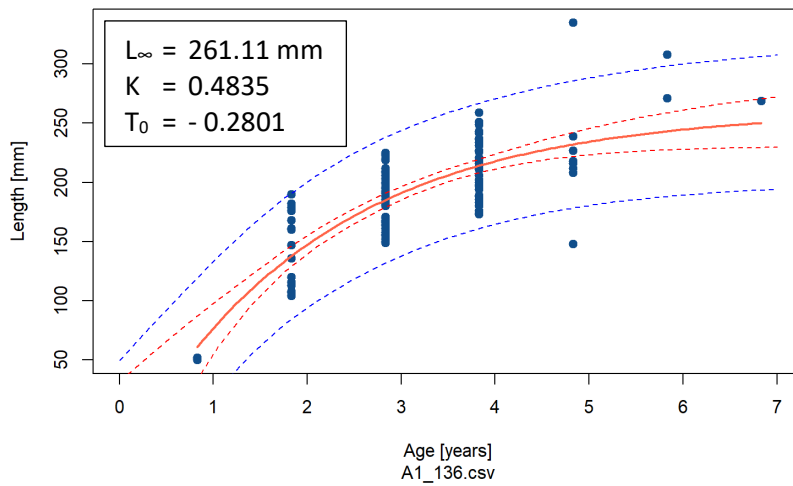


Abb. 27 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 28** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Rein da Sumvitg (Strecke A1\_136) liegt mit 1330 m ü. M. im Vergleich mit den übrigen Strecken auf einer mittleren Höhenlage. Die mittlere Jahrestemperatur hingegen liegt unter dem Durchschnitt aller untersuchten Gewässer. Die Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren durch ein langsames Wachstum charakterisiert. Mit zunehmendem Alter flacht die Wachstumskurve stark ab, was aus dem hohen Koeffizienten  $K$  ersichtlich ist. Dies führt zu einer geringen berechneten Maximallänge von 26 cm. Die effektive Maximallänge dürfte nach Erfahrungen des zuständigen Fischereiaufsehers eher höher sein als der anhand der Elektrofänge berechnete Wert. Zudem sind zahlreiche in der Fangstatistik ausgewiesenen Fische grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4).

Im Alter von 1<sup>+</sup> werden beide Geschlechter erstmals laichreif, und im Alter von 2<sup>+</sup> laicht der überwiegende Teil beider Geschlechter ab. Mit dem Ziel einer nachhaltigen Nutzung sollte alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 23 cm** zur Folge hätte.

#### Fazit:

Die Gewässerstrecke unterliegt sowohl auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur als auch durch den zuständigen Fischereiaufseher einem **hohen** Befischungsdruck. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen kann folglich eine Rekrutierungsüberfischung nicht ausgeschlossen werden. Das **FMM** soll auf Grund der Reifeuntersuchungen auf **23 cm** festgelegt werden, sodass alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschützt werden.

**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 23 cm** (Schutz der Altersklasse 1<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

### 6.5. Flem (A1\_151), mittlere Höhenlage: 1509 m ü. M.

Quelle – Lag da Breil (N = 118)

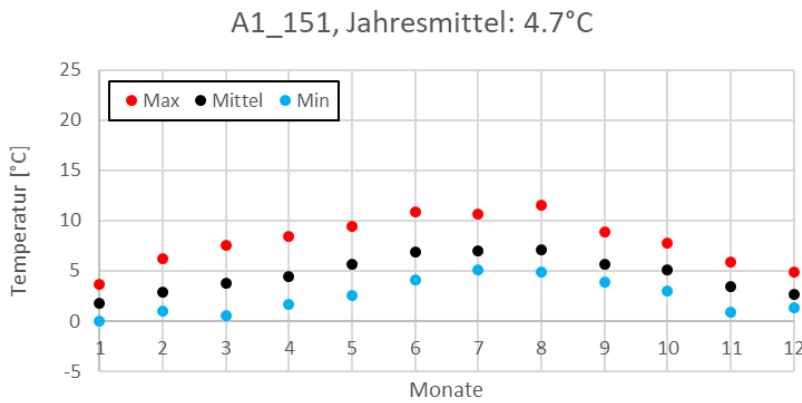


Abb. 29 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

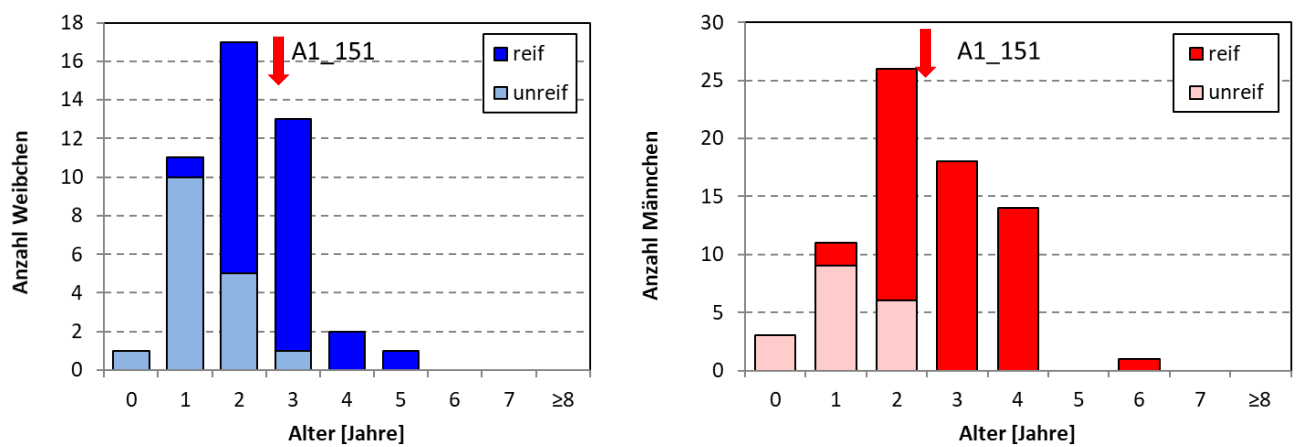


Abb. 30 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

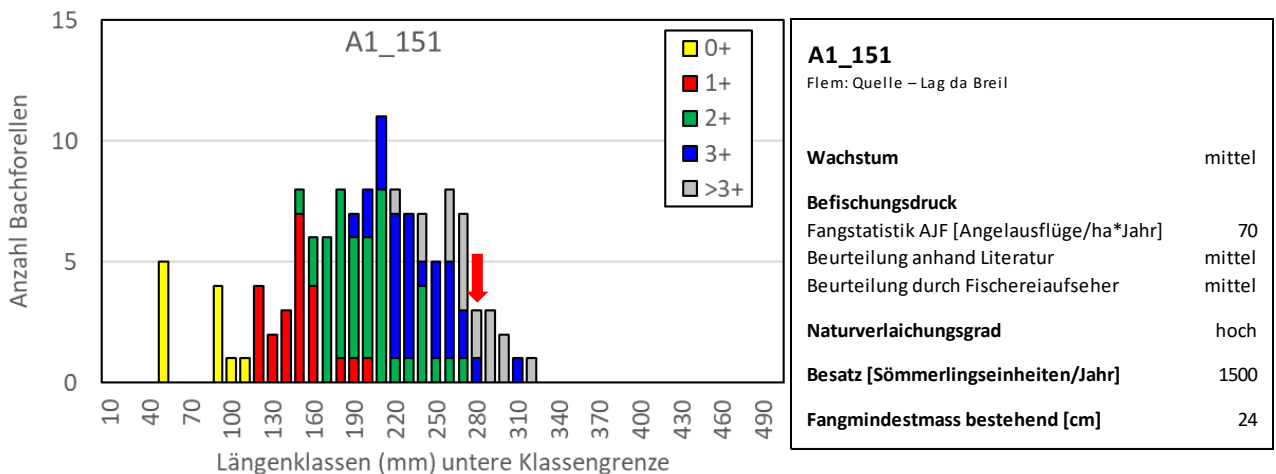
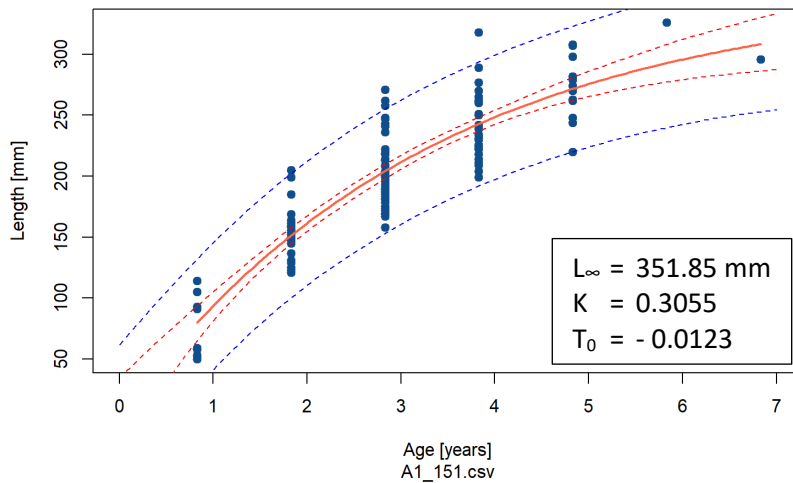


Abb. 31 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 32** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Fleim (Strecke A1\_151) liegt mit 1600 m ü. M. höher als der Durchschnitt über alle Gewässerstrecken. Entsprechend liegt die mittlere Jahrestemperatur von 4.7°C unter dem Durchschnitt über alle untersuchten Gewässer. Das Wachstum der Forellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist als durchschnittlich einzustufen, und die berechnete Maximallänge entspricht mit rund 35 cm dem Durchschnitt über alle Populationen. Die Wachstumskurve und die theoretische Maximallänge sind aus Sicht des zuständigen Fischereiaufsehers plausibel.

Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, und im Alter von 2<sup>+</sup> laicht der überwiegende Teil beider Geschlechter ab. Mit dem Ziel einer nachhaltigen Nutzung sollte alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 28 cm** zur Folge hätte.

#### Fazit:

Die Gewässerstrecke unterliegt sowohl auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur als auch durch den zuständigen Fischereiaufseher einem **mittleren** Befischungsdruck. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen ist eine Wachstumsüberfischung wahrscheinlich, eine Rekrutierungsüberfischung hingegen eher unwahrscheinlich. Das **FMM** soll auf Grund der Reifeuntersuchungen auf **28 cm** festgelegt werden, sodass alle Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> geschützt werden.



## 6.6. Glogn/Glenner (A2\_162), mittlere Höhenlage: 1126 m ü. M.

Einmündung Aua Diesrut - Einmündung Valserrhein (N = 96) Wiederfang markierte Besitzfische

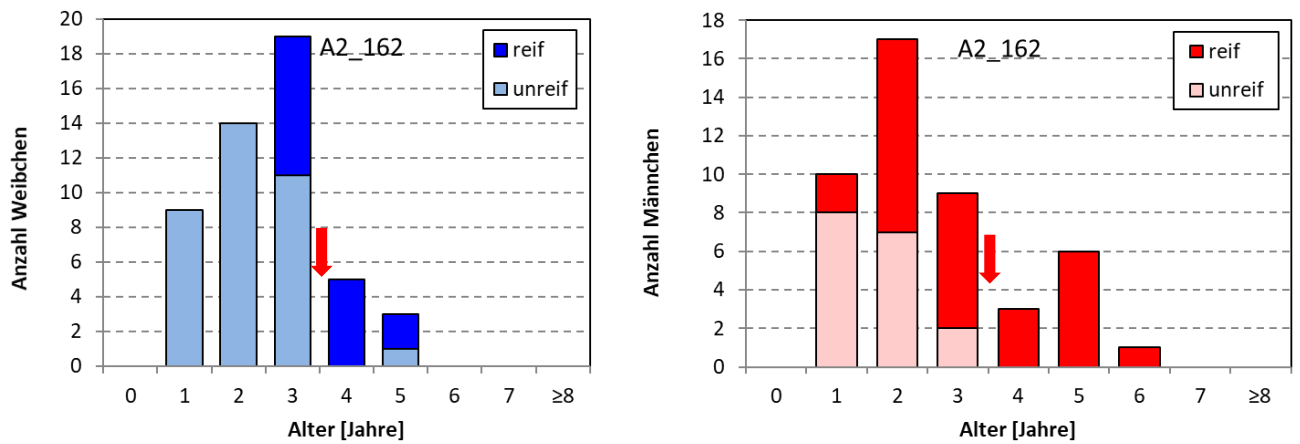


Abb. 33 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

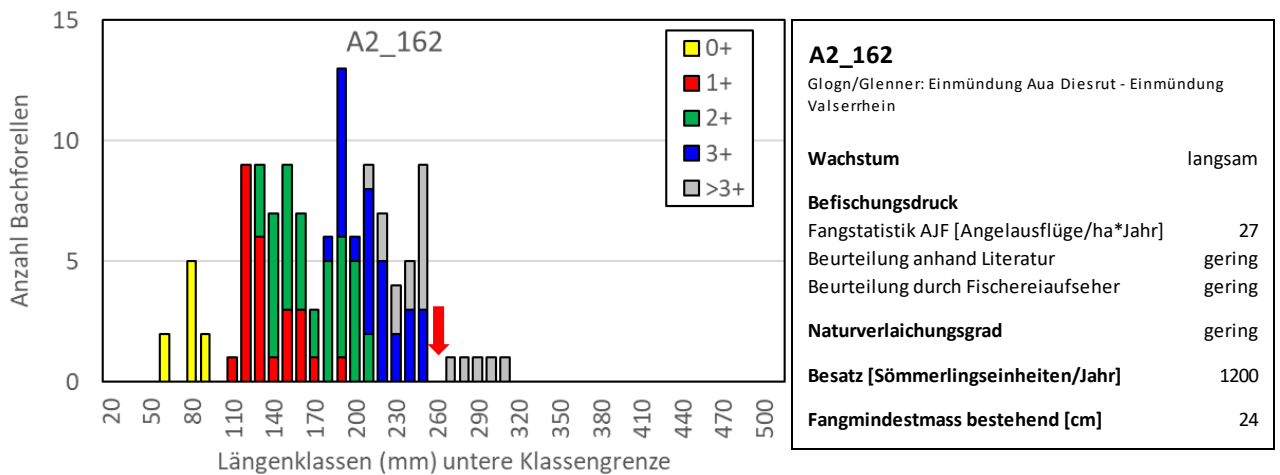


Abb. 34 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.

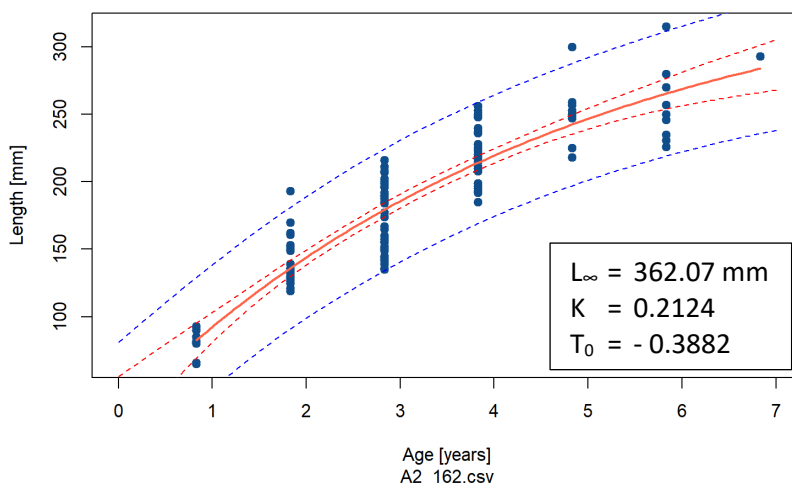


Abb. 35 Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Glogn/Glenner (Strecke A2\_162) gehört mit 900 m ü. M. eher zu den Tiefland-Gewässern. Eine Temperatur wurde nicht erhoben. Das Wachstum der Bachforellen-Population in den ersten drei Lebensjahren ist nur langsam. Da die Wachstumskurve mit zunehmendem Alter nur wenig abflacht, wird eine berechnete Maximallänge von 36 cm erreicht, welche im Vergleich mit den übrigen Strecken als durchschnittlich einzustufen ist.

Die Männchen werden bereits im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif. Bei den Weibchen ist dies erst zwei Jahre später der Fall, im Alter von 3<sup>+</sup>. Die Wahrscheinlichkeit einer Fehleinschätzung ist sehr gering, da die 1<sup>+</sup>- und 2<sup>+</sup>-Weibchen in der Stichprobe durch 23 Tiere vertreten sind.

Um eine nachhaltige Befischung zu garantieren, müssen die Bachforellen bis und mit der Altersklasse 3<sup>+</sup> geschont werden, was durch ein **FMM von 26 cm** gewährleistet wird.

**Fazit:**

Die Gewässerstrecke unterliegt sowohl auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur als auch durch den zuständigen Fischereiaufseher einem **geringen** Befischungsdruck, d. h. eine Überfischung ist eher unwahrscheinlich. Um die Erstlaicher (inkl. Altersklasse 3<sup>+</sup>) zu schützen, soll das **FMM** auf **26 cm** festgelegt werden.

## 6.7. Valserrhein (A2\_166), mittlere Höhenlage: 1894 m ü. M.

Lampertsch Alp - Stausee Zervreila (N = 121)

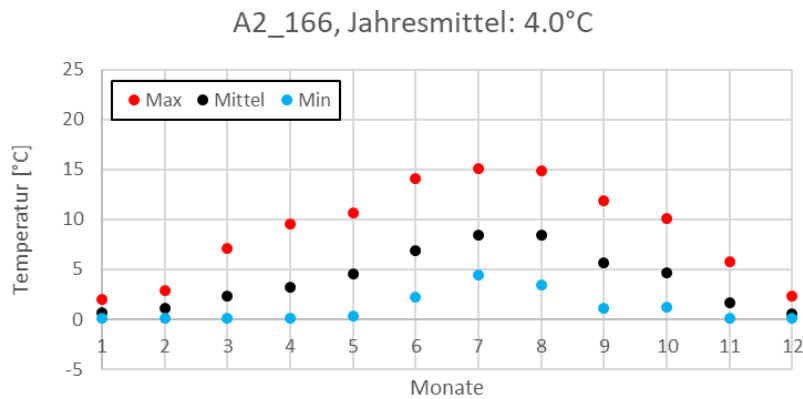


Abb. 36 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

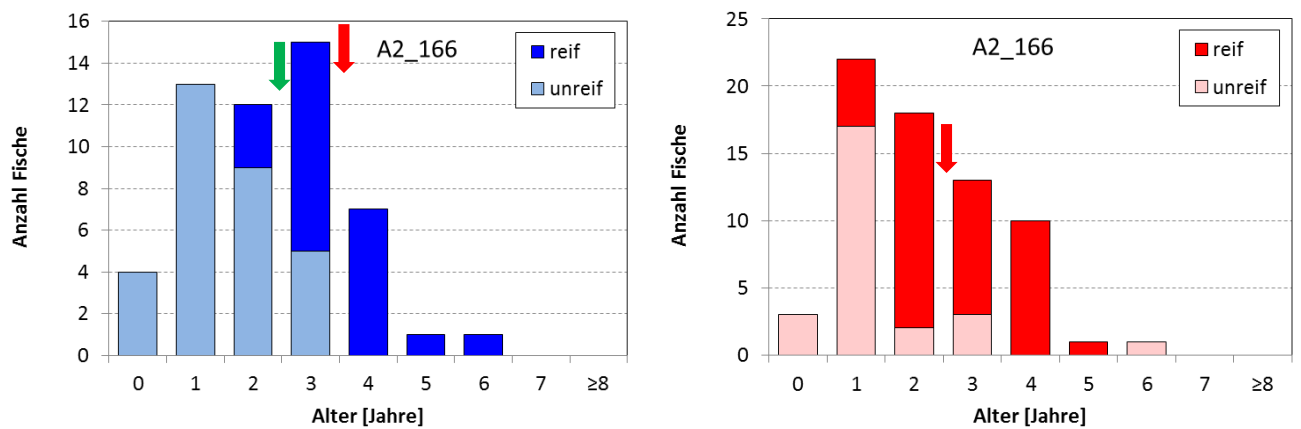


Abb. 37 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

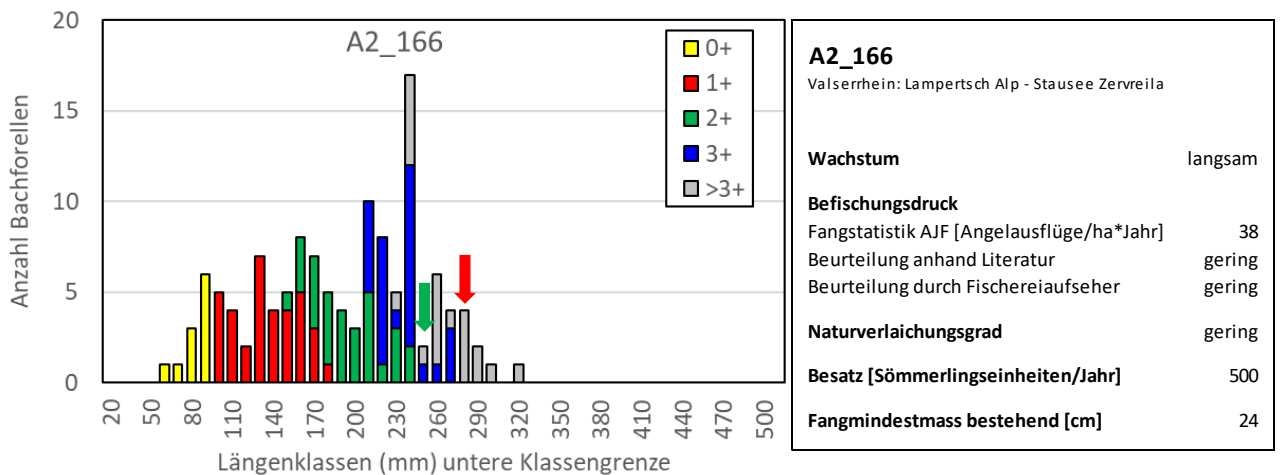
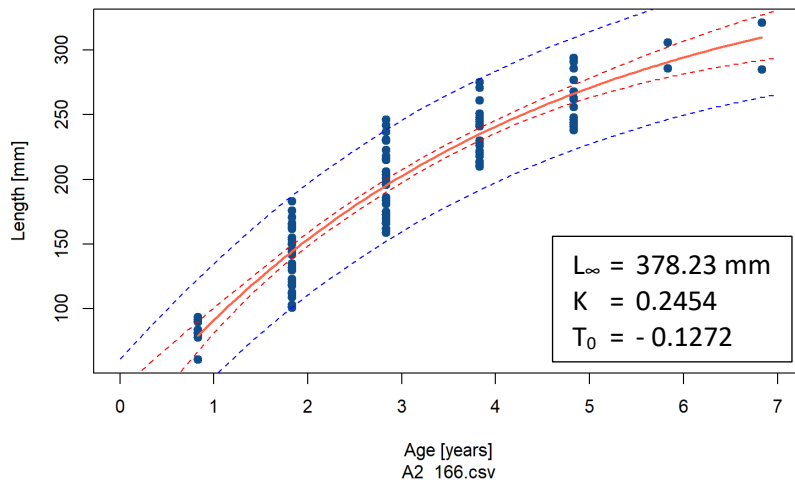


Abb. 38 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 39** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Valserrhein (Strecke A2\_166) liegt in einer Höhe von 1900 m ü. M. und gehört damit der alpinen Höhenstufe an und zu den höchstgelegenen Gewässern der vorliegenden Studie. Entsprechend ist auch die mittlere Jahrestemperatur des Wassers (4.0°C) im unteren Drittel der Messungen anzusiedeln. Der Valserrhein gehört zu den kühlen Gewässern.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren entsprechend nur langsam. Mit zunehmendem Alter flacht die Wachstumskurve aber nur wenig ab (niedriger Koeffizient K), sodass eine relativ hohe theoretische Maximallänge von rund 38 cm erreicht wird. Diese hohe theoretische Maximallänge kann auf Aufsteiger aus dem Stausee Zervreila zurückzuführen sein.

Männchen werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif. Bei den Weibchen ist dies erst ein Jahr später der Fall. Allerdings werden weniger als ¼ der 2<sup>+</sup>-Weibchen geschlechtsreif. Erst im Alter von 3<sup>+</sup> erlangen hohe Anteile beider Geschlechter die Laichreife.

Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung sollten alle Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> geschont werden, was mit einem **FMM von 28 cm** der Fall wäre.

In begründeten Fällen, z. B. bei sehr geringem Befischungsdruck oder bei Kenntnis, dass die Weibchen im Normalfall ein Jahr früher ablaichen, können die Bachforellen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 25 cm** zur Folge hätte.

#### Fazit:

Die Gewässerstrecke unterliegt sowohl auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur als auch durch den zuständigen Fischereiaufseher einem **geringen** Befischungsdruck, d. h. das Risiko einer Überfischung ist gering. Um die Erstlaicher zu schützen, reicht ein Schutz der Laichtiere inkl. 2<sup>+</sup> aus. Dies ist bei einem **FMM von 25 cm** gegeben.

### 6.8. Valserrhein (A2\_168), mittlere Höhenlage: 1250 m ü. M.

Einmündung Ganibach – Einmündung Tomülbach (N = 107)

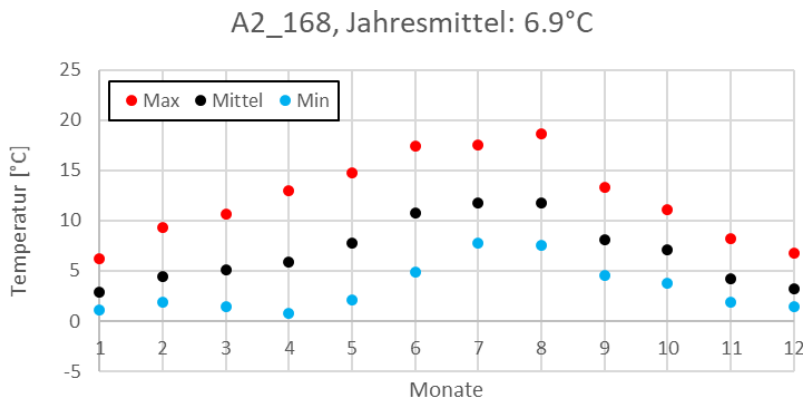


Abb. 40 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

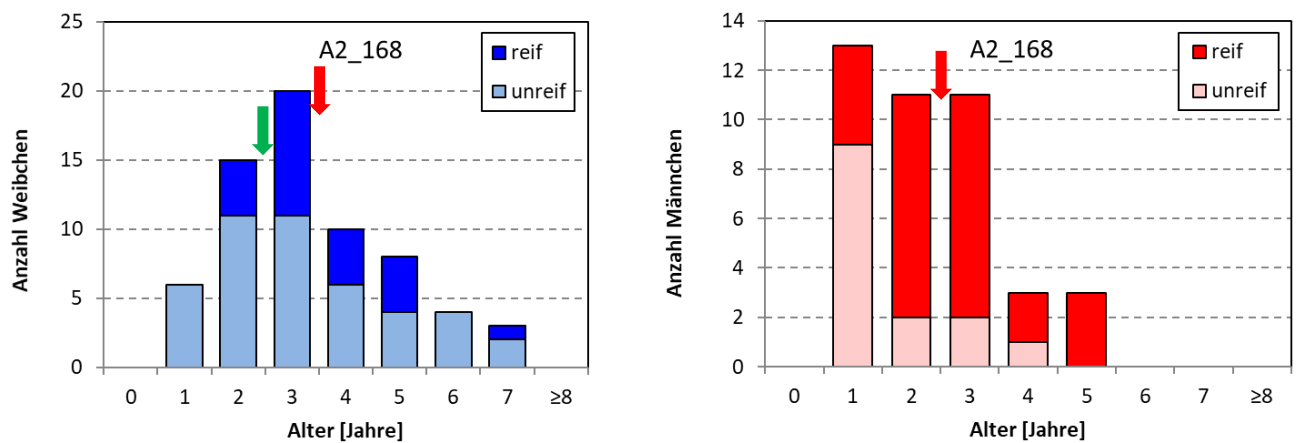
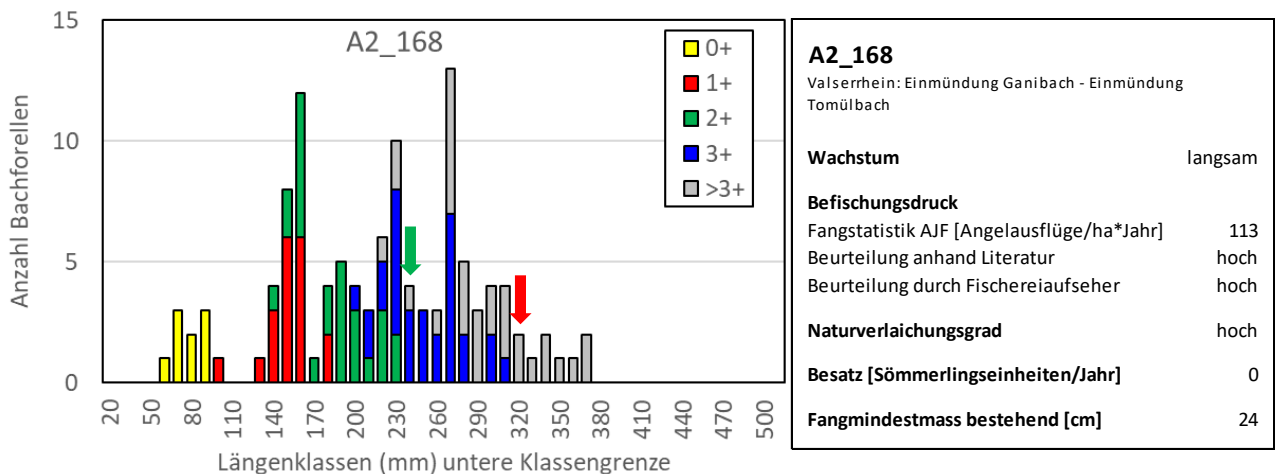
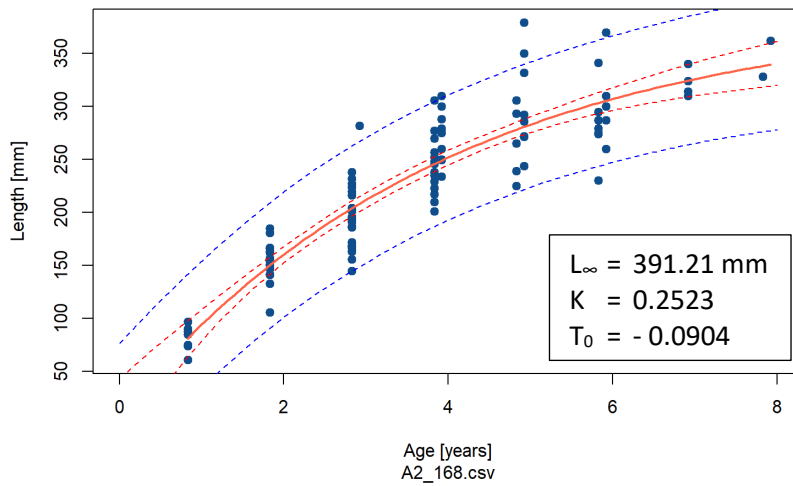


Abb. 41 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



A2_168	
Valserrhein: Einmündung Ganibach - Einmündung Tomülbach	
<b>Wachstum</b>	langsam
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	113
Beurteilung anhand Literatur	hoch
Beurteilung durch Fischereiaufseher	hoch
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	hoch
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	0
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 42 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 43** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Valserrhein (Strecke A2\_168) liegt mit einer Höhe von 1250 m ü. M. in einer mittleren Höhenlage. Die Jahresdurchschnittstemperatur ist mit 6.9°C deutlich über dem Durchschnitt aller Strecken. Dies dürfte daran liegen, dass sich das Wasser in der Restwasserstrecke ohne starke Beschattung stark erwärmt.

Das Wachstum der Bachforellen-Population in den ersten drei Lebensjahren ist nur langsam. Da die Wachstumskurve mit dem Alter nur wenig abflacht (relativ tiefer Koeffizient K), erreicht die Population eine relativ hohe Maximallänge von rund 38 cm.

Die Männchen werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif, die Weibchen erst ein Jahr später. Da nur ein geringer Anteil der 2<sup>+</sup>-Weibchen laichreif wird, sollten sämtliche Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> geschont werden. Dies hätte ein **FMM von 32 cm** zur Folge.

In begründeten Fällen, z. B. bei sehr geringem Befischungsdruck oder bei Kenntnis, dass die Weibchen im Normalfall ein Jahr früher ablaichen, können die Bachforellen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 24 cm** zur Folge hätte.

#### Fazit:

Angesichts seiner Siedlungsnähe und günstigen Erreichbarkeit unterliegt die Gewässerstrecke sowohl auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur als auch durch den zuständigen Fischereiaufseher einem **hohen** Befischungsdruck, d. h. eine Rekrutierungsüberfischung ist bei nicht angepassten Schonbestimmungen nicht auszuschliessen. Um die Erstlaicher zu schützen, reicht ein Schutz der Laichtiere inkl. 2<sup>+</sup> nicht aus, da nur ein geringer Anteil der 2<sup>+</sup>-Weibchen reif ist. Der Schutz muss auch die Altersklasse 3<sup>+</sup> einschliessen, was bei einem **FMM von 32 cm** gegeben ist.

### 6.9. Flembach (A3\_182), mittlere Höhenlage: 890 m ü. M.

Wasserrückgabe EW Flims - Wasserfassung Pintrun (N = 63)

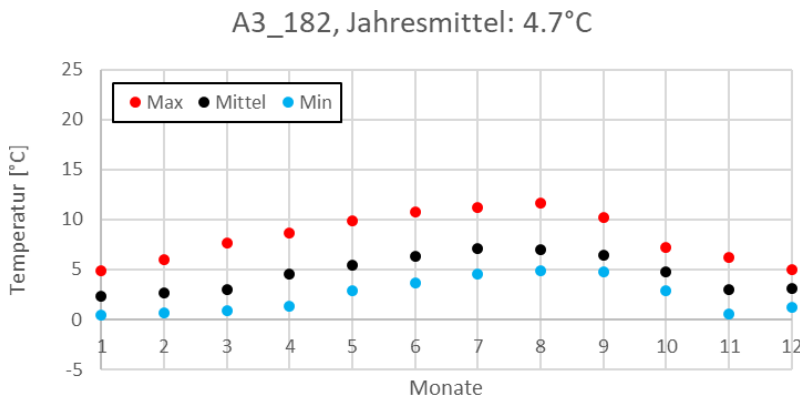


Abb. 44 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

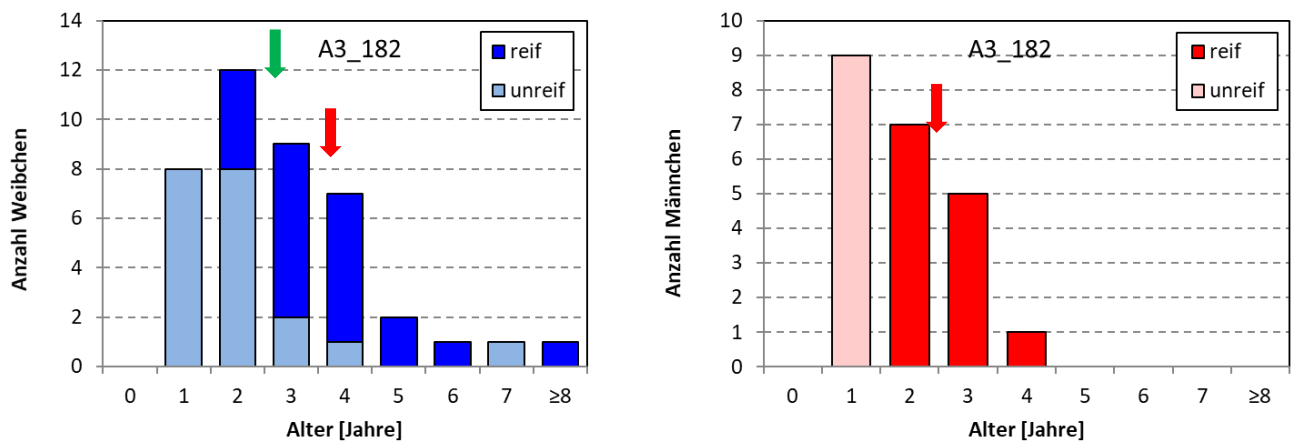
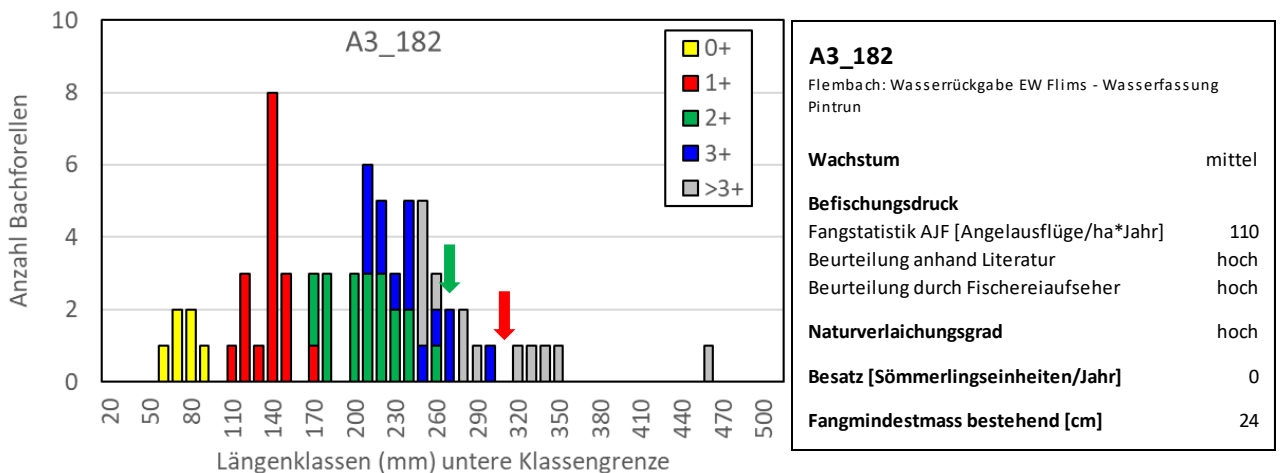


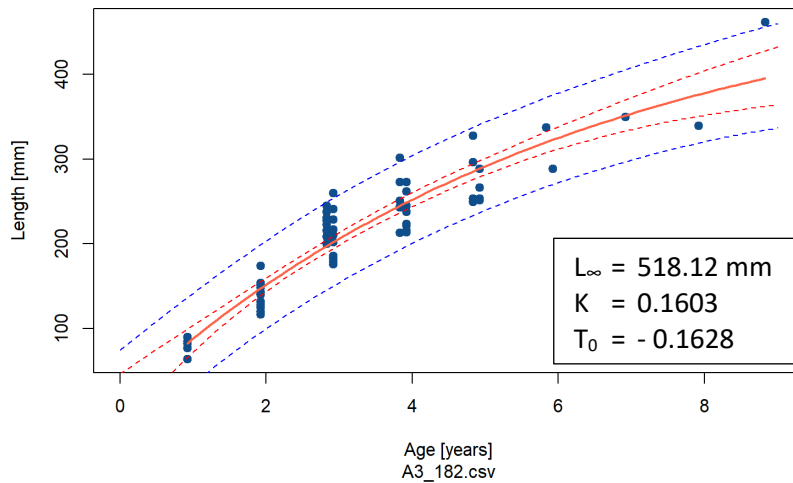
Abb. 45 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



A3_182	
Flembach: Wasserrückgabe EW Flims - Wasserfassung Pintrun	
<b>Wachstum</b>	mittel
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	110
Beurteilung anhand Literatur	hoch
Beurteilung durch Fischereiaufseher	hoch
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	hoch
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	0
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 46 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 47** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter. Tiere > 480 mm wurden ausgeschlossen.

Der Flembach (Strecke A3\_182) gehört mit einer Höhe von 780 m ü. M. eher zu den Tieflandgewässern. Die mittlere Jahrestemperatur von 4.7°C ist dafür eher tief.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel, die Wachstumskurve flacht mit dem Alter nur wenig ab, weshalb die berechnete Maximallänge der Population mit über 50 cm sehr hoch ausfällt. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass zum Teil grosswüchsige Forellen aus der flussabwärts gelegenen Stauhaltung aufsteigen. Aus der Sicht des zuständigen Fischereiaufsehers ist die theoretische Maximallänge mit 52 cm im Vergleich mit den grössten gefangenen Bachforellen eher hoch.

Beide Geschlechter werden erstmals im Alter von 2<sup>+</sup> geschlechtsreif. Während alle 2<sup>+</sup>-Männchen reif waren, war die lediglich bei 1/3 der Weibchen der Fall.

Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung sollten alle Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> geschont werden, was durch ein **FMM von 31 cm** realisierbar wäre.

In begründeten Fällen, z. B. bei sehr geringem Befischungsdruck oder bei Kenntnis, dass 2<sup>+</sup> Weibchen im Normalfall ablaichen, können die Bachforellen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden, was ein **FMM von 27 cm** zur Folge hätte.

#### Fazit:

Auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur unterliegt die Strecke einem **hohen** Befischungsdruck. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen kann eine Rekrutierungsüberfischung nicht ausgeschlossen werden. Die Beurteilung durch den zuständigen Fischereiaufseher ist differenzierter: Im Bereich der Wasserfassung Pintrun unterliegt die Gewässerstrecke einem sehr hohen Befischungsdruck. In den meisten Abschnitten hingegen ist der Befischungsdruck nur mittel. Zudem gibt es schwer zugängliche Schluchtstrecken. Um die Erstlaicher zu schützen, müssen alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> geschont werden, was bei einem **FMM von 31 cm** gegeben ist.

**Alternativ-Variante EF:** Die Wachstumskurve sowie die Längenverteilung mit relativ grossen Tieren spricht für die Umsetzung eines EF mit einer Untergrenze von 27 cm (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer Obergrenze bei 2/3 von L<sub>∞</sub>, d.h. 35 cm. Die tiefe Untergrenze lässt sich durch die Präsenz schwer zugänglicher Schluchtstrecken begründen, die wie Schongebiete wirken.

Um dem Bestand etwas mehr Sicherheit zu geben, soll die **Untergrenze des EF auf 27 cm** und die **Obergrenze auf 33 cm** festgelegt werden.

### 6.10. Hinterrhein (B1\_203), mittlere Höhenlage: 1487 m ü. M.

Einmündung Areuabach - Stausee Sufers (N = 107) Wiederfang markierte Besatzfische

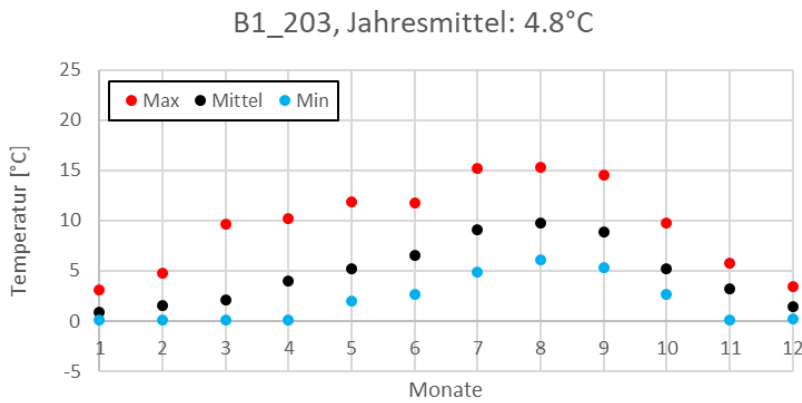


Abb. 48 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

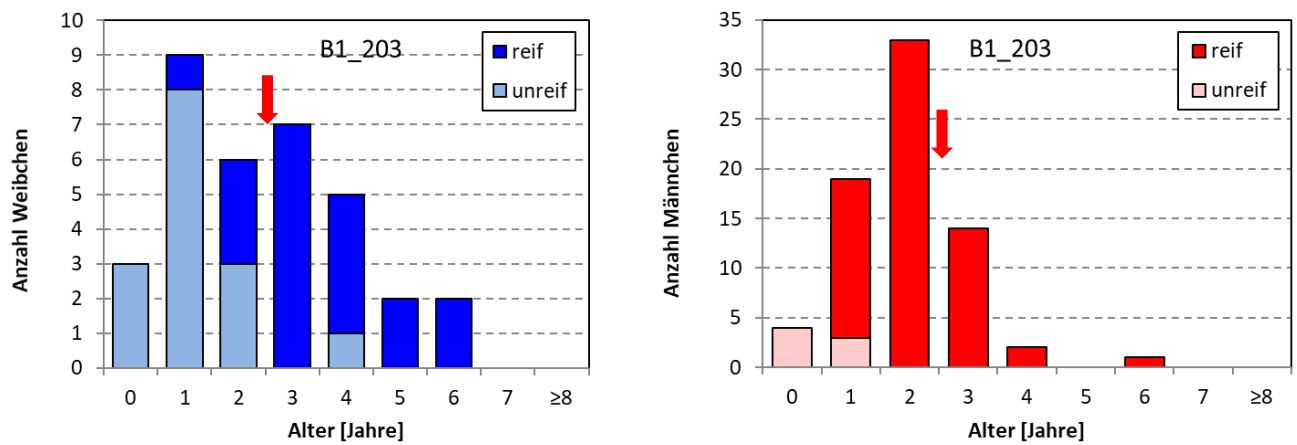


Abb. 49 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

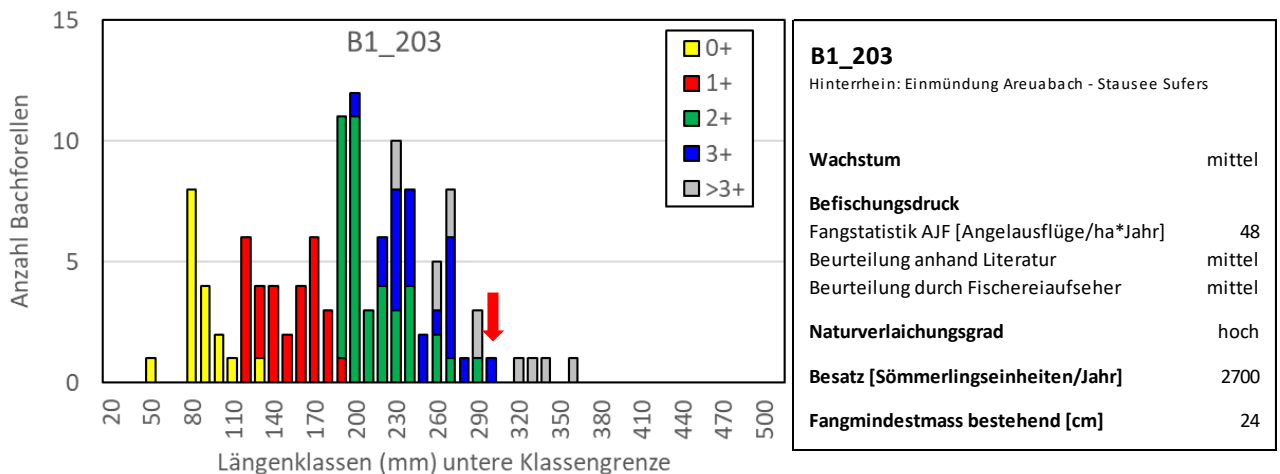
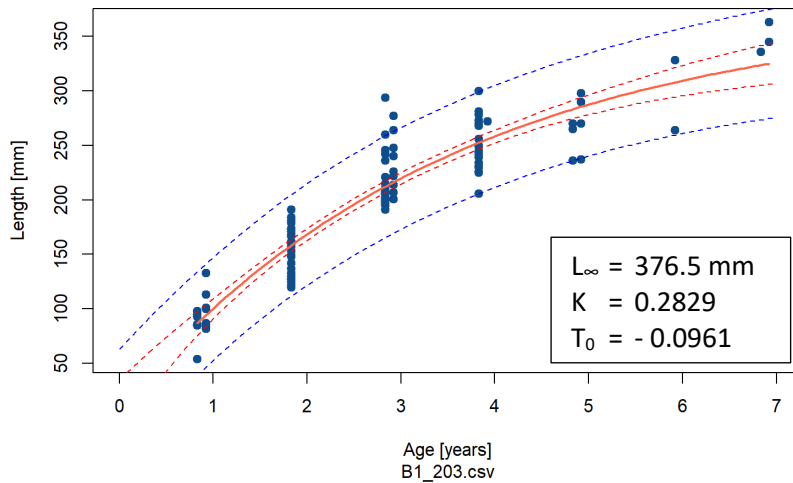


Abb. 50 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 51** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Hinterrhein (Strecke B1\_203) liegt mit einer Höhe von 1500 m ü. M., im Vergleich mit den anderen Strecken in einer mittleren Höhenlage. Die mittlere Jahrestemperatur von 4.8°C liegt unter dem Durchschnitt über alle Strecken mit Temperaturmessungen.

Das Wachstum der Forellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel. Da die Bachforellen auch im Alter wachsen, flacht die Wachstumskurve nur mässig ab, sodass, eine relativ hohe Maximallänge von 38 cm erreicht wird.

Beide Geschlechter werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif, bei den 1<sup>+</sup>-Weibchen ist dies erst bei etwas mehr als 10% der Fall. Im Alter von 2<sup>+</sup> werden bei beiden Geschlechtern 50% oder mehr reif. Deshalb müssen im Sinne einer nachhaltigen Befischung alle Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> geschont werden. Dies ist bei einem **FMM von 30 cm** der Fall.

#### Fazit:

Auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur und der Fischereiaufsicht unterliegt die Strecke einem **mittleren** Befischungsdruck. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen kann eine Wachstumsüberfischung nicht ausgeschlossen werden. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, ist ein Schutz der Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> erforderlich, was bei einem **FMM von 30 cm** gegeben ist.

### 6.11. Averserrhein (Juverrhein) (B2\_221), mittlere Höhenlage: 2078 m ü. M.

Bleis 2180 m ü. M – Wasserfassung KHR Juppa (N = 80)

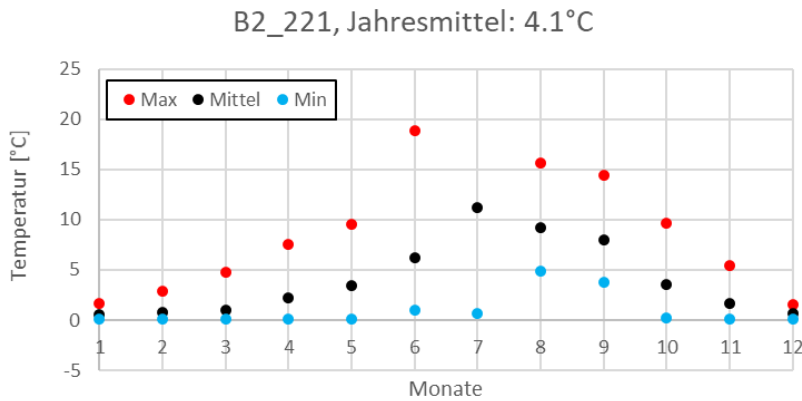


Abb. 52 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

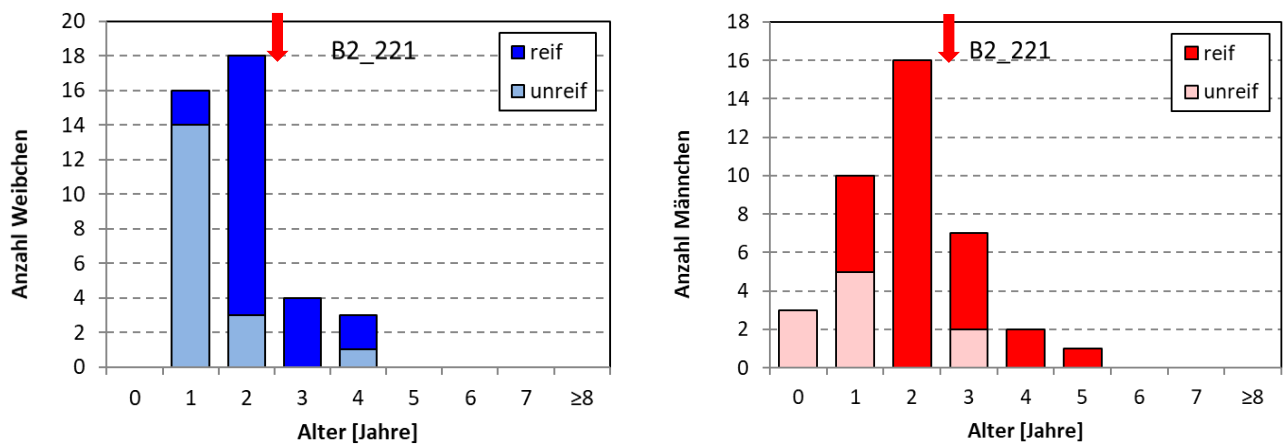
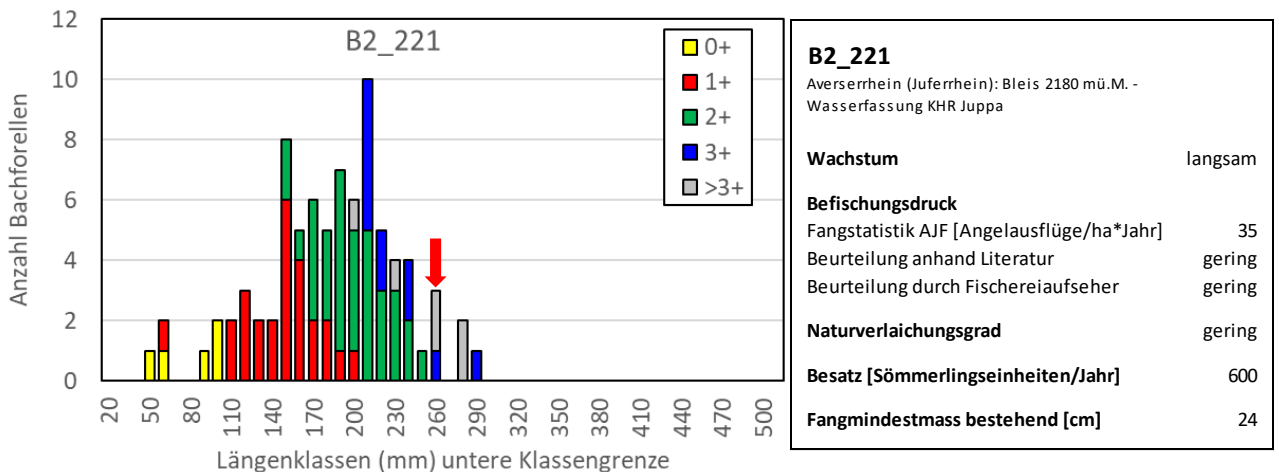
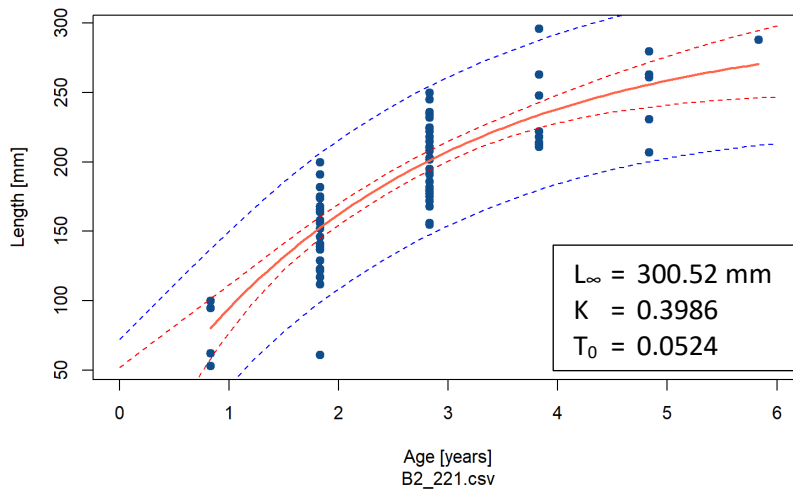


Abb. 53 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



B2_221	
Averserrhein (Juverrhein): Bleis 2180 mü.M. - Wasserfassung KHR Juppa	
<b>Wachstum</b>	langsam
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	35
Beurteilung anhand Literatur	gering
Beurteilung durch Fischereiaufseher	gering
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	gering
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	600
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 54 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 55** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Averserrhein (Juferrhein, Strecke B2\_221) liegt in der alpinen Höhenstufe auf 2100 m ü. M. und gehört damit zu den am höchsten gelegenen untersuchten Gewässerstrecken. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers ist mit 4.1°C entsprechend tief. Diese harten Lebensbedingungen äussern sich auch im langsamen Wachstum im Lauf der ersten drei Lebensjahre. Mit zunehmendem Alter der Fische flacht die Wachstumskurve ab, was in einer geringen Maximallänge von 30 cm zum Ausdruck kommt.

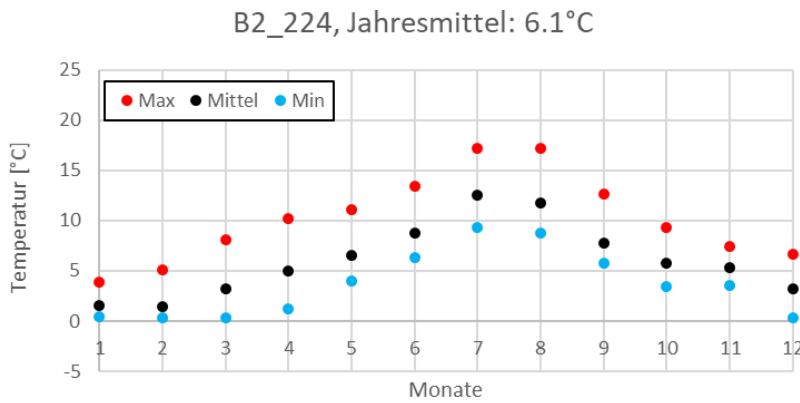
Trotz dieser harschen Lebensbedingungen wird ein Teil der Tiere beider Geschlechter bereits im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, rund die Hälfte der Männchen und ein Achtel der Weibchen. Im Alter von 2<sup>+</sup> laichen alle Männchen und die Mehrzahl der Weibchen ab. Durch die Schonung aller Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> ist eine nachhaltige Befischung möglich, mit einem **FMM von 26 cm**.

#### Fazit:

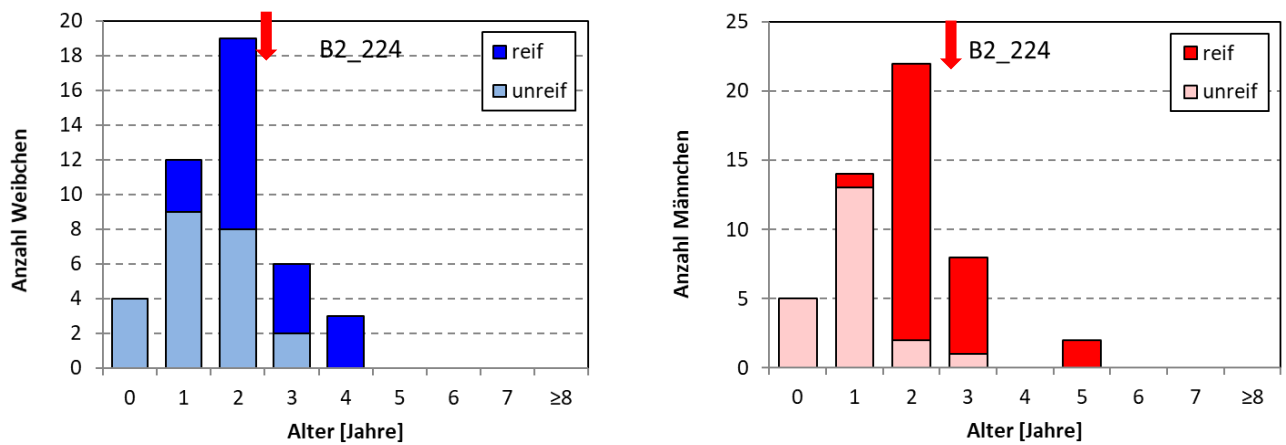
Auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur und der Fischereiaufsicht unterliegt die Strecke einem **geringen** Befischungsdruck, d. h. eine Überfischung ist eher unwahrscheinlich. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, ist ein Schutz der Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> erforderlich, was bei einem **FMM von 26 cm** erfüllt ist.

**6.12. Averserrhein (Ragn da Ferrera) (B2\_224), mittlere Höhenlage: 1271 m ü. M.**

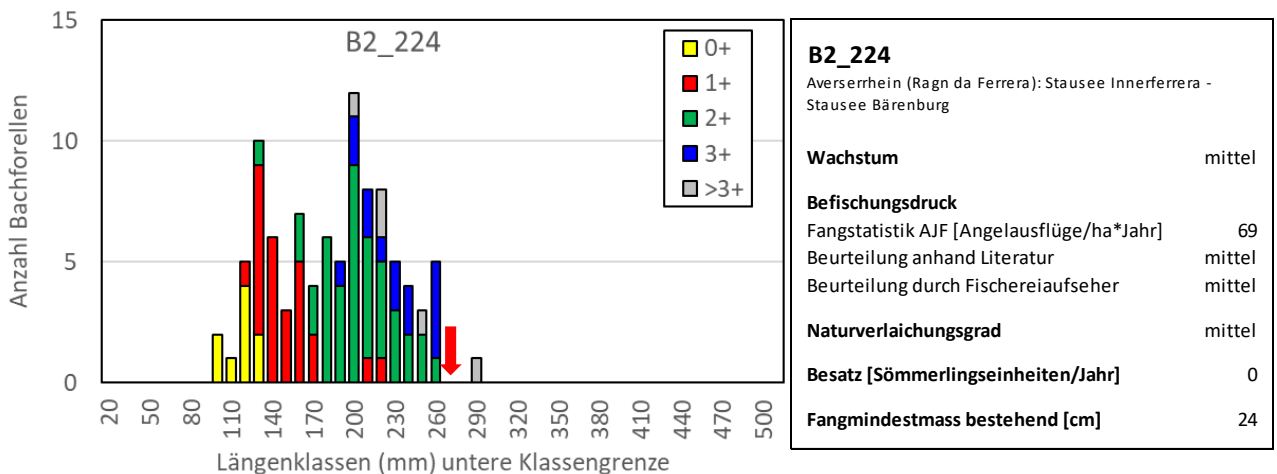
Stausee Innerferrera - Stausee Bärenburg (N = 95)



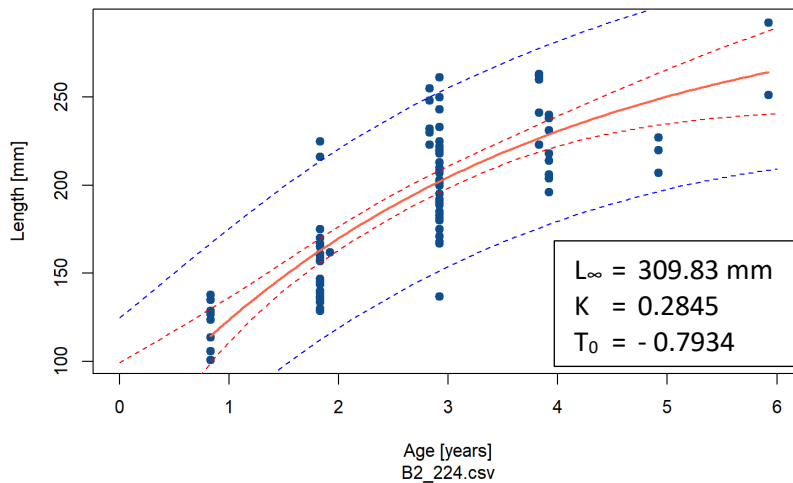
**Abb. 56** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.



**Abb. 57** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 58** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 59** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Averserrhein (Ragn da Ferrera, Strecke B2\_224) liegt auf 1400 m ü. M., und damit in der mittleren von drei Höhenklassen. Die mittlere Jahrestemperatur hingegen liegt mit 6.1°C deutlich über dem Durchschnitt über alle Strecken.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist mittel. Mit dem Alter flacht die Wachstumskurve zudem relativ stark ab. Die Maximallänge fällt deshalb mit 31 cm vergleichsweise gering aus. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt die effektive Maximallänge höher ein als die berechnete theoretische Maximallänge. Die Gewässerstrecke ist durch mittelmässig funktionierende Naturverlaichung charakterisiert und wird nicht besetzt. Angelfischer fangen nach Angaben der Fischereiaufsicht zahlreiche untermassige Bachforellen.

Kleine Teile beider Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif. Im Alter von 2<sup>+</sup> erreicht der überwiegende Anteil beider Geschlechter die Laichreife. Durch die Schonung aller Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> kann eine nachhaltige Befischung gewährleistet werden. Dazu ist ein **FMM von 27 cm** erforderlich.

#### Fazit:

Auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur und durch die Fischereiaufsicht unterliegt die Strecke einem **mittleren** Befischungsdruck. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen ist eine Wachstumsüberfischung nicht auszuschliessen. Der untere Teil der Strecke, der ca. 20% der Gesamtlänge ausmacht, ist für Angelfischer schwer zugänglich und kann als «natürliche Schonstrecke» wirken. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, ist ein Schutz der Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> erforderlich, was bei einem **FMM von 27 cm** der Fall ist.



### 6.13. Madrischer Rhein (B2\_227), mittlere Höhenlage: 1801 m ü. M.

Stausee Preda – Einmündung Averserrhein (N = 58)

B2\_227, Jahresmittel: 5.2°C

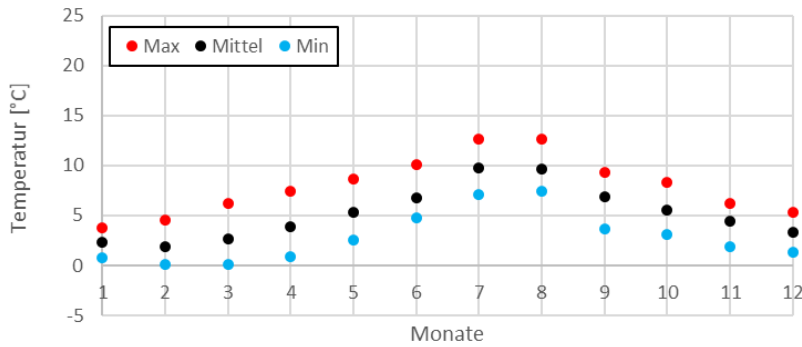


Abb. 60 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

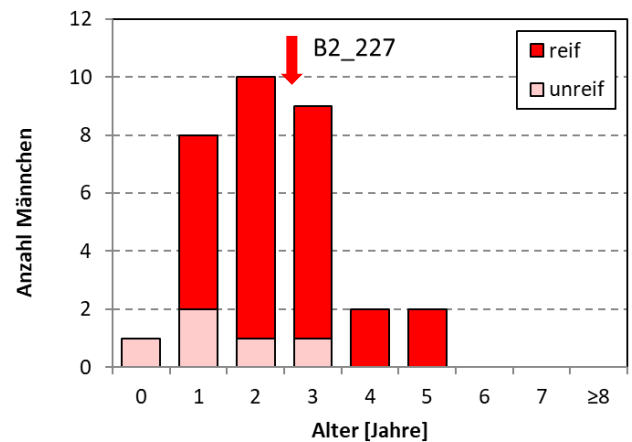
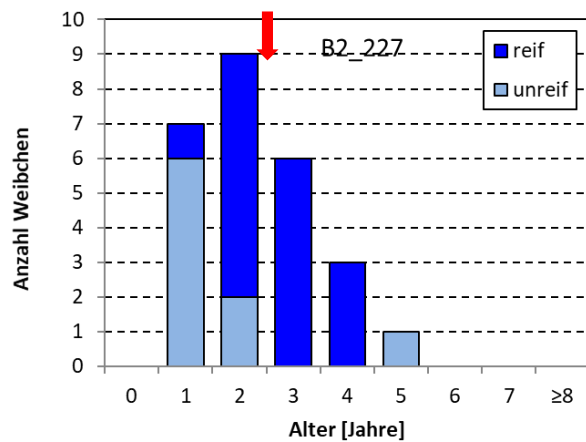


Abb. 61 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

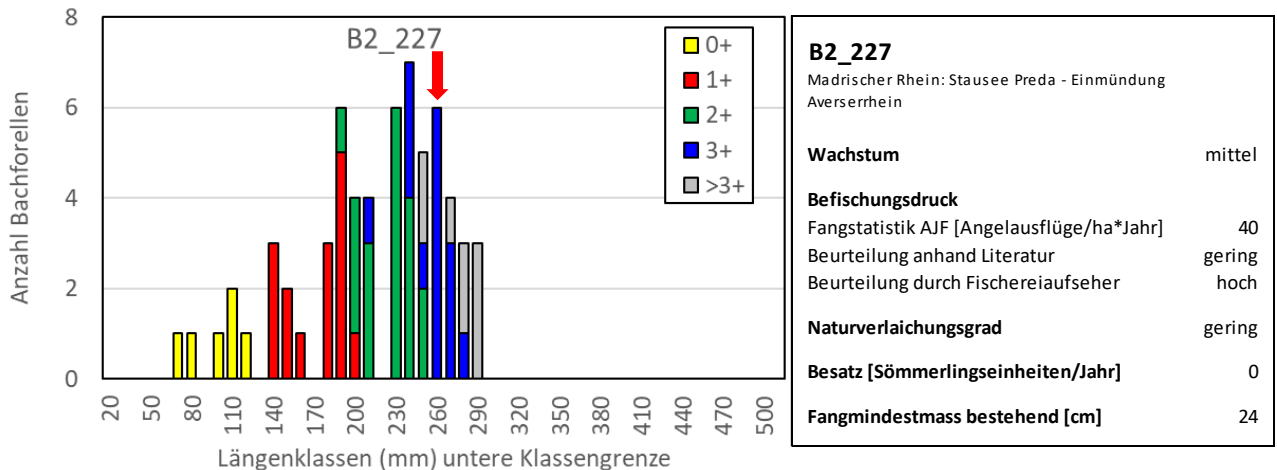
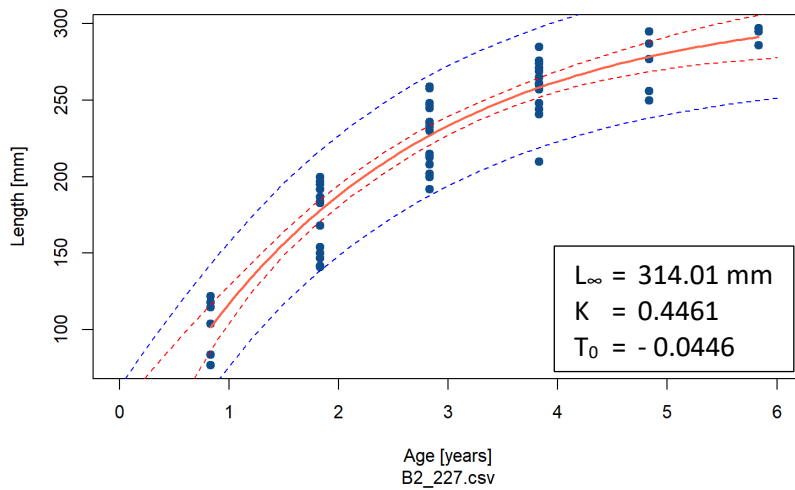


Abb. 62 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 63** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Madrischer Rhein (Strecke B2\_227) ist auf einer Höhe von 1730 m ü. M. gelegen, was deutlich über dem Durchschnitt sämtlicher Untersuchungsstrecken liegt. Die mittlere Wassertemperatur von 5.2°C liegt zwar unter dem Durchschnitt über alle untersuchten Gewässerstrecken, ist aber für diese Höhenlage eher mild.

Das Wachstum der Forellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel, flacht aber mit zunehmendem Alter deutlich ab. Die berechnete Maximallänge fällt mit 31 cm entsprechend tief aus.

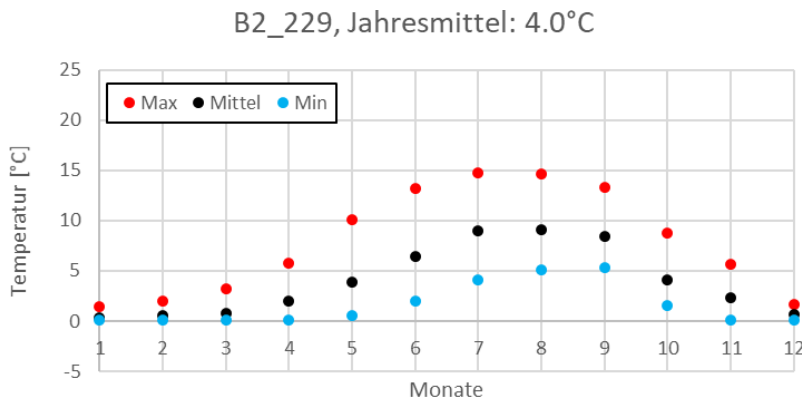
Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif. Während dies für die Mehrzahl der Männchen der Fall ist, werden nur etwa 15% der Weibchen in diesem Alter die geschlechtsreif. Im Alter von 2<sup>+</sup> laicht der überwiegende Anteil beider Geschlechter ab. Eine nachhaltige Nutzung erfordert deshalb den Schutz aller Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup>. Dies kann durch ein **FMM von 26 cm** erreicht werden.

#### Fazit:

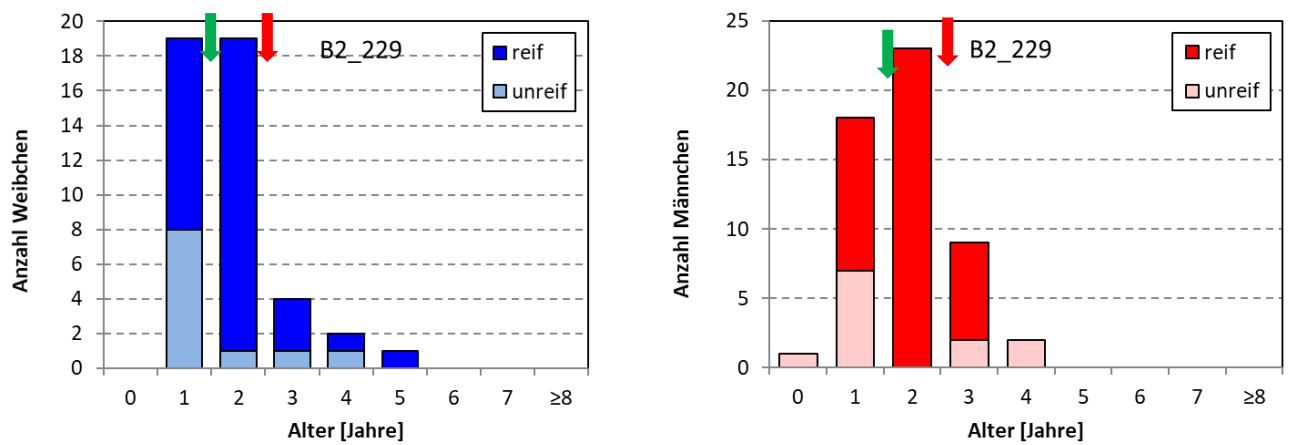
Auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur wird der Befischungsdruck als **gering** eingestuft. Der zuständige Fischereiaufseher beurteilt ihn als **hoch**. Eine abschliessende Einstufung des Befischungsdrucks ist folglich sehr schwierig. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, ist ein Schutz der Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> erforderlich, was bei einem **FMM von 26 cm** gewährleistet ist.

**6.14. Ual da Niemet (B2\_229), mittlere Höhenlage: 1993 m ü. M.**

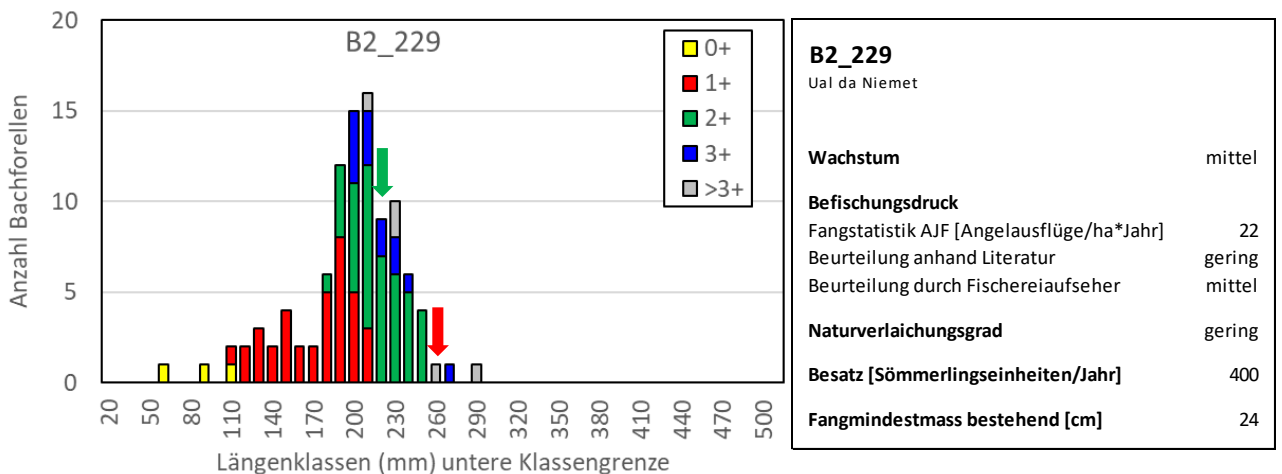
**(N = 98)**



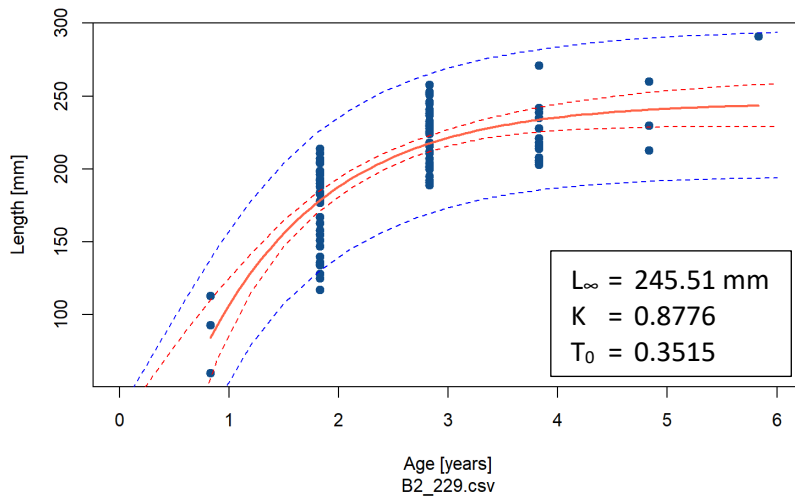
**Abb. 64** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.



**Abb. 65** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 66** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 67** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Ual da Niemet (Strecke B2\_229) liegt mit einer Höhe von 1820 m ü. M. in der alpinen Höhenstufe und damit deutlich höher als der Durchschnitt der untersuchten Bäche und Flüsse. Entsprechend ist auch die mittlere Jahrestemperatur des Wassers mit 4.0°C deutlich unter dem Durchschnitt der übrigen Gewässer. Trotz dieser harschen Bedingungen ist das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren mittel. Nach diesem anfänglichen Zuwachs flacht die Wachstumskurve stark ab, was im hohen Koeffizienten  $K$  zum Ausdruck kommt. Die berechnete Maximallänge fällt mit 25 cm entsprechend tief aus. Hohe Anteile der in der Fangstatistik ausgewiesenen Fische sind grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4). Die Population ist durch einen sehr frühen Eintritt der Laichreife charakterisiert, der überwiegende Anteil beider Geschlechter laicht im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals ab. Da in vielen Populationen die Eier der 1<sup>+</sup>-Weibchen von minderer Qualität sind, sollten zusätzlich die 2<sup>+</sup>-Tiere geschont werden. Dazu wäre ein **FMM von 26 cm** notwendig.

In begründeten Fällen, d. h. bei geringem Befischungsdruck und falls die hohe Qualität der Eier der 1<sup>+</sup>-Weibchen belegt ist, kann die Schonung auf die 1<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was mit einem **FMM von 22 cm** erreicht werden könnte.

#### Fazit:

Auf Grund der Beurteilung anhand der Literatur wird der Befischungsdruck als **gering** eingestuft. Der zuständige Fischereiaufseher beurteilt ihn als **mittel**. Während bei nicht angepassten Schonbestimmungen eine Wachstumsüberfischung möglich erscheint, ist eine Rekrutierungsüberfischung eher unwahrscheinlich. Dazu kommt, dass schlecht zugängliche Schluchten rund 20% der Strecke ausmachen. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, wäre an sich ein Schutz der Altersklassen inkl. 1<sup>+</sup> ausreichend. Wegen der erfahrungsgemäss geringen Eiqualität der 1<sup>+</sup>-Bachforellen ist es sinnvoll, auch die Altersklasse 2<sup>+</sup> zu schützen, was bei einem **FMM von 26 cm** gegeben ist.

**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 26 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

### 6.15. Hinterrhein (B3\_205), mittlere Höhenlage: 949 m ü. M.

Stausee Bärenburg - ARA Rania (N = 76)

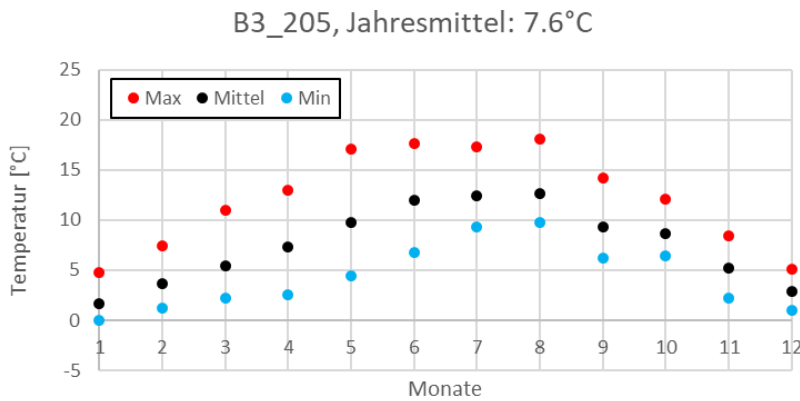


Abb. 68 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

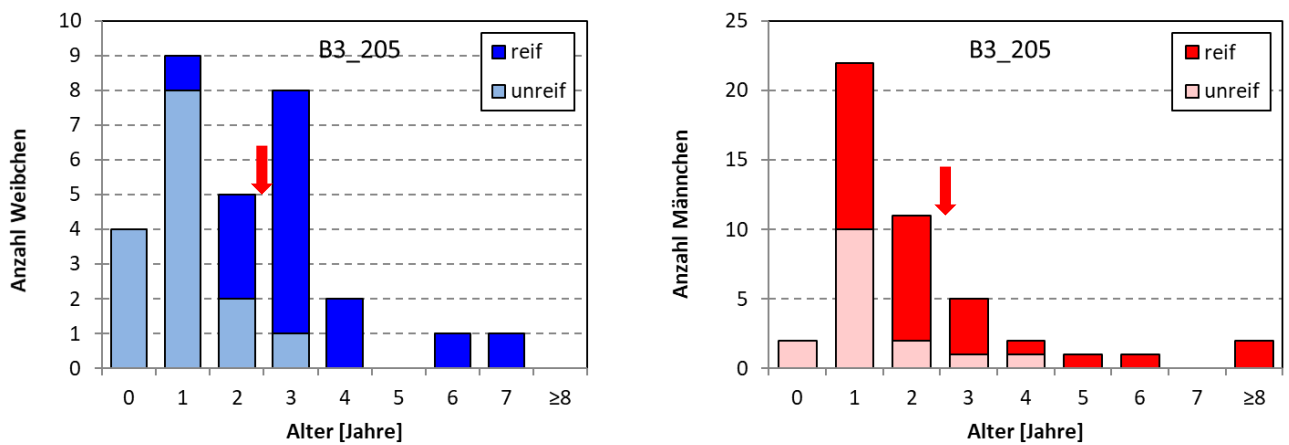


Abb. 69 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

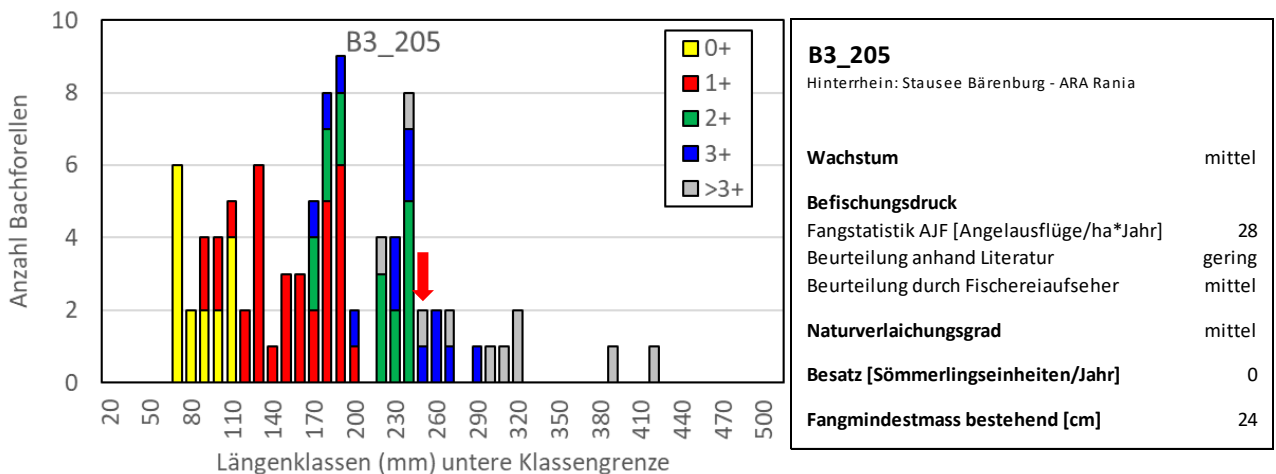
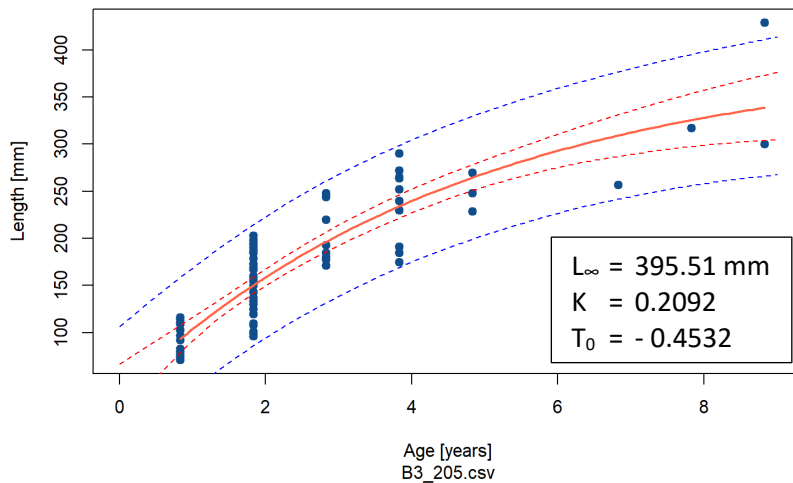


Abb. 70 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 71** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Hinterrhein (Strecke B3\_205) liegt auf einer Höhe von 920 m ü. M. und gehört zu den «Tieflandgewässern». Auch die mittlere Jahrestemperatur des Wassers von 7.6°C liegt deutlich über dem Durchschnitt der untersuchten Gewässerstrecken. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass sich das Wasser in der ausgeprägt flachen Restwasserstrecke relativ stark erwärmt.

Das Wachstum der Forellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist mittel. Auch im Alter wachsen die Tiere relativ stark, was im tiefen Koeffizienten K zum Ausdruck kommt. Dementsprechend fällt die berechnete Maximallänge mit rund 40 cm relativ hoch aus.

Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif. Während dies bei über der Hälfte der Männchen der Fall ist, werden nur etwas mehr als 10% der 1<sup>+</sup>-Weibchen reif. Im Alter von 2<sup>+</sup> ist der überwiegende Anteil beider Geschlechter reif.

Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung sind alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> zu schonen, was mit einem **FMM von 25 cm** erreicht werden kann.

#### Fazit:

Anhand der Literatur wird der Befischungsdruck als **gering** beurteilt. Der zuständige Fischereiaufseher beurteilt ihn als **mittel**. Während bei nicht angepassten Schonbestimmungen eine Wachstumsüberfischung möglich erscheint, ist eine Rekrutierungsüberfischung eher unwahrscheinlich. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, ist ein Schutz der Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> erforderlich, was bei einem **FMM von 25 cm** gewährleistet ist.

### 6.16. Albula (B4\_242), mittlere Höhenlage: 1750 m ü. M.

Lai da Palpuogna – Ausgleichsbecken ALK Islas, Bergün/Bravuogn (N = 91)

B4\_242, Jahresmittel: 4.7°C

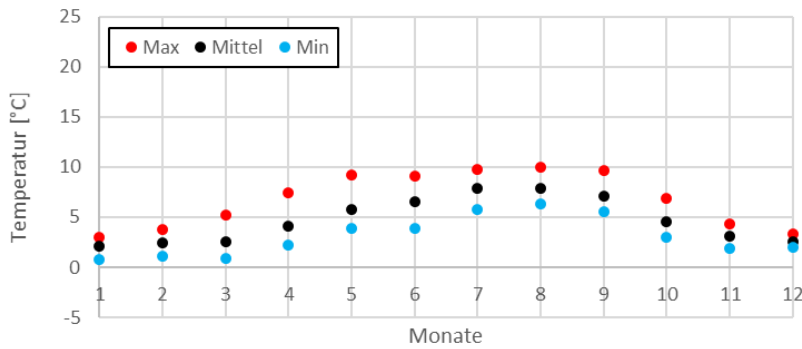


Abb. 72 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

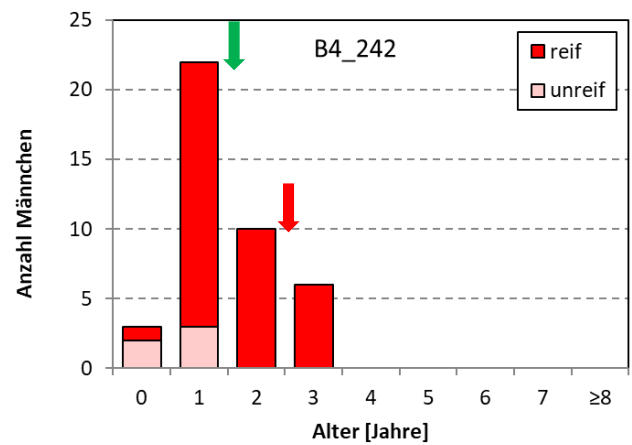
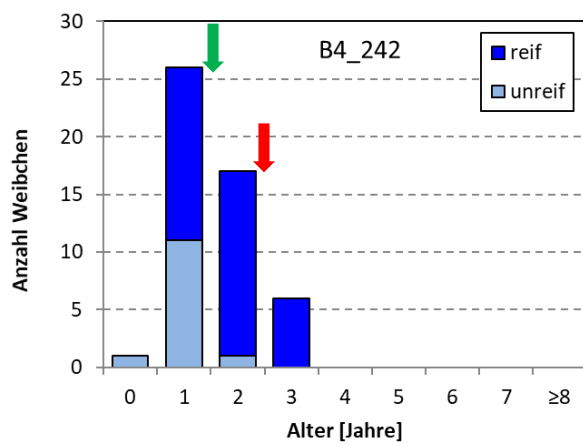


Abb. 73 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

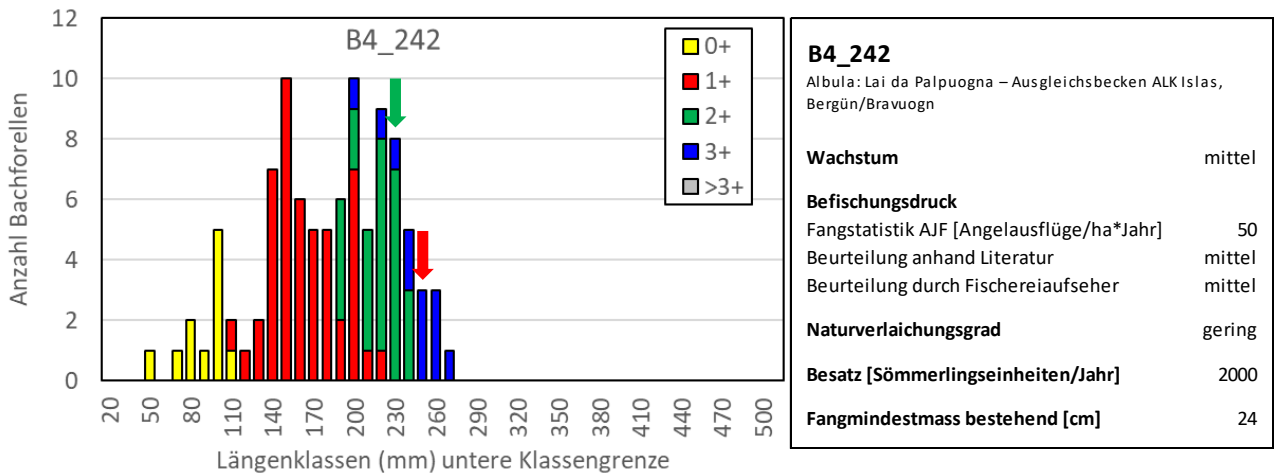
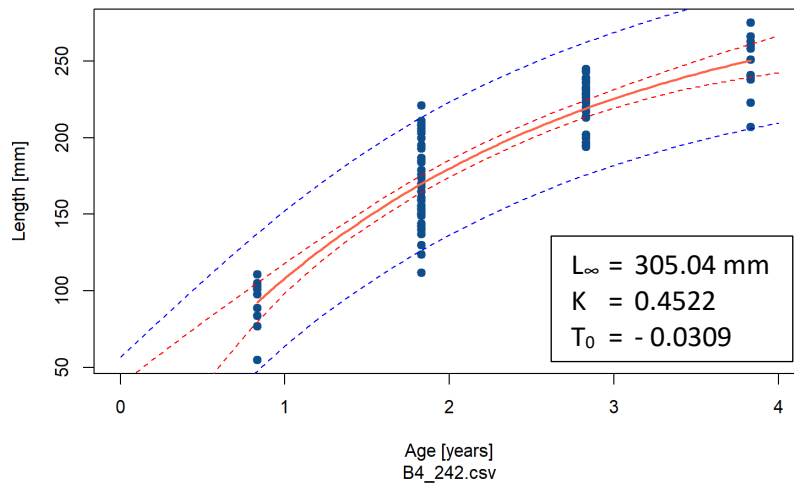


Abb. 74 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 75** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Albula (Strecke B4\_242) liegt in einer Höhenstufe von 1740 m ü. M. und damit über dem Durchschnitt der übrigen untersuchten Gewässerstrecken. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers liegt mit 4.7°C leicht unter dem Durchschnitt über alle untersuchten Strecken.

Das Wachstum der Forellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist als mittel einzustufen. Mit zunehmendem Alter flacht die Wachstumskurve immer stärker ab, was in einer berechneten Maximallänge von 31 cm zum Ausdruck kommt.

Die Geschlechtsreife tritt bei beiden Geschlechtern früh ein, der überwiegende Teil der Tiere wird im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif. Da die Eier der 1<sup>+</sup>-Weibchen oft von minderer Qualität sind, sollten zusätzlich die 2<sup>+</sup>-Forellen geschont werden. Dazu wäre ein **FMM von 25 cm** erforderlich.

In begründeten Fällen, z. B. wenn die gute Eiqualität von 1<sup>+</sup>-Weibchen belegt ist, kann der Schutz auf die 1<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was durch ein **FMM von 23 cm** gegeben ist.

#### Fazit:

Durch den zuständigen Fischereiaufseher und anhand der Literatur wird der Befischungsdruck als **mittel** beurteilt. Während bei nicht angepassten Schonbestimmungen eine Wachstumsüberfischung möglich erscheint, ist eine Rekrutierungsüberfischung eher unwahrscheinlich. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, ist ein Schutz der Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> erforderlich, was bei einem **FMM von 25 cm** gewährleistet ist.

### 6.17. Albula (B4\_244), mittlere Höhenlage: 1099 m ü. M.

Einmündung Ava da Tuors - Wasserfassung ALK Filisur (N = 56)

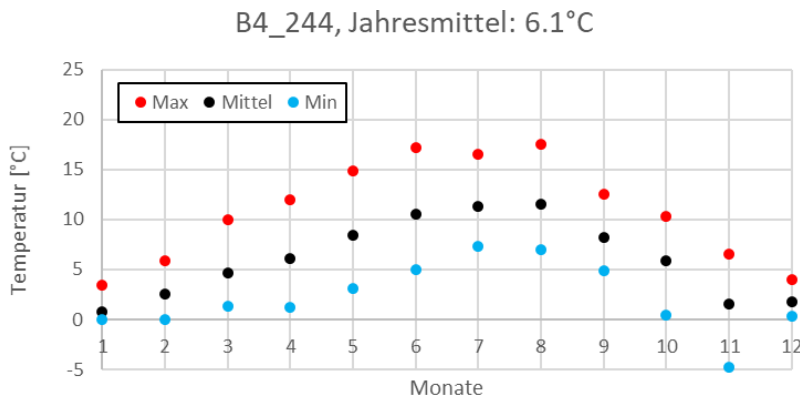


Abb. 76 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

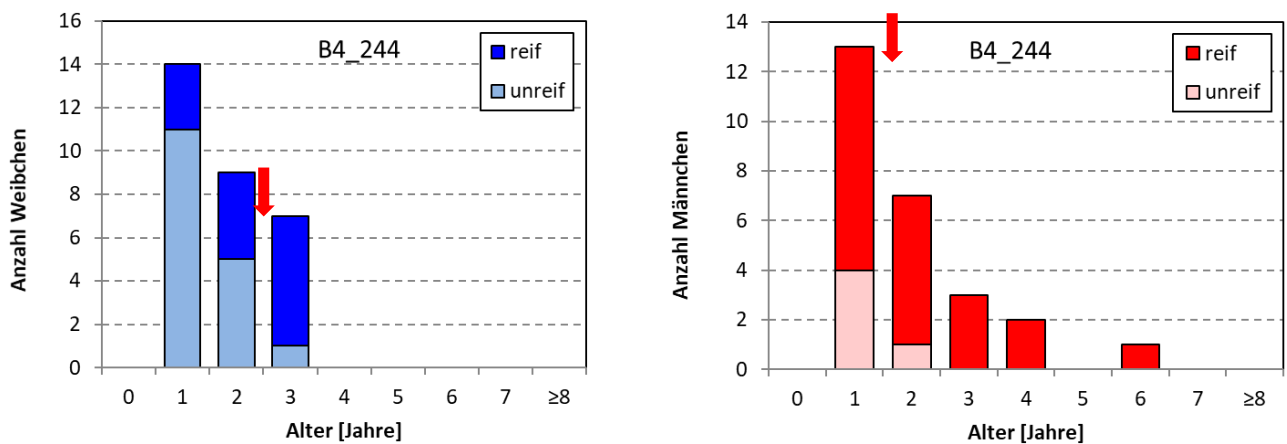


Abb. 77 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

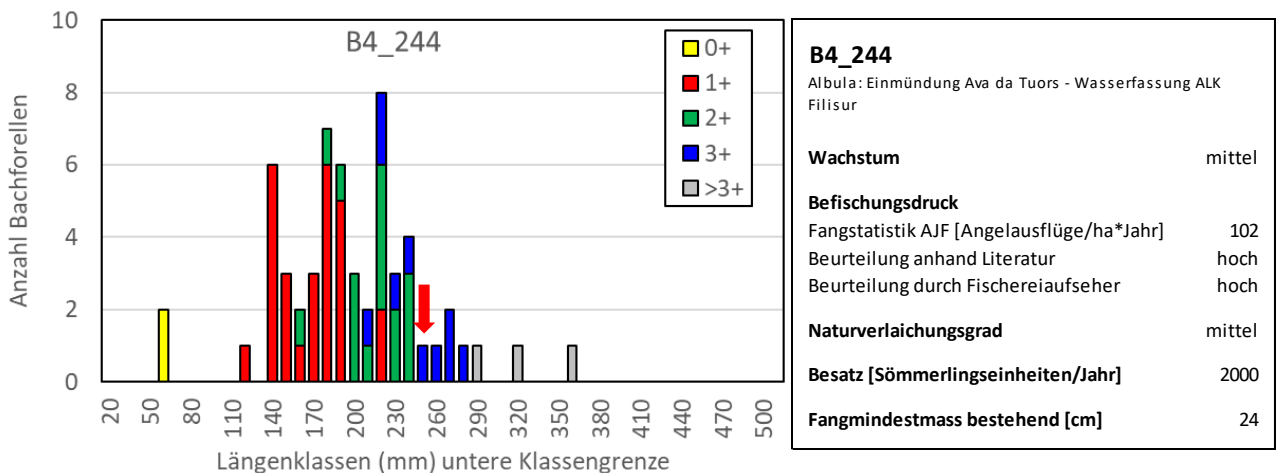
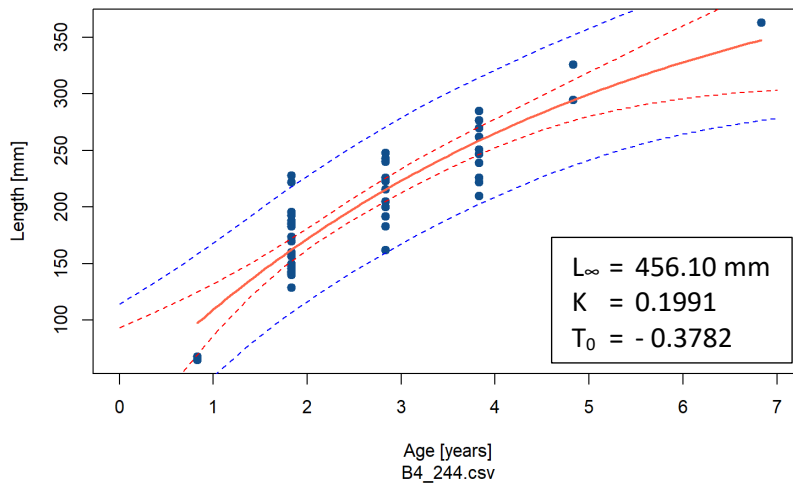


Abb. 78 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 79** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Albula (Strecke B4\_244) liegt auf 1000 m ü. M., und gehört damit eher zu den Tieflandgewässern. Die Jahresmitteltemperatur des Wassers ist mit 6.1°C im Vergleich mit den übrigen Gewässern eher hoch. Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist im Verlauf der ersten drei Lebensjahre mittel. Da das Wachstum auch im Alter anhält, fällt die berechnete Maximallänge mit rund 46 cm relativ hoch aus. Männchen und Weibchen werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, wobei der Anteil der reifen 1<sup>+</sup>-Weibchen nur etwa 20% beträgt. Im Alter von 2<sup>+</sup> ist der überwiegende Anteil der Männchen und knapp die Hälfte der Weibchen laichreif. Die Schonung aller Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> reicht aus für eine nachhaltige Nutzung des Bestandes. Dazu ist ein **FMM von 25 cm** notwendig.

#### Fazit:

Durch den zuständigen Fischereiaufseher und anhand der Literatur wird der Befischungsdruck als **hoch** eingestuft. Aus dem hohen Befischungsdruck erwächst bei nicht angepassten Schonbestimmungen das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung; jedoch besteht die Strecke zu 45% aus einer ganzjährig nicht befischbaren Schonstrecke. Wie viele Laichtiere in dieser Schonstrecke Schutz finden, ist allerdings nicht bekannt. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, ist ein Schutz der Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> erforderlich, was bei einem **FMM von 25 cm** gewährleistet ist.

**Alternativ-Variante EF:** Die Wachstumskurve ( $L_{\infty} = 46 \text{ cm}$ ) sowie die Längenverteilung mit relativ grossen Tieren spricht für die Umsetzung eines EF mit einer **Untergrenze von 25 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke** bei  $\frac{2}{3}$  von  $L_{\infty}$ , d.h. **30 cm**.

6.18. Ava da Tuors (B4\_253), mittlere Höhenlage: 1855 m ü. M.

(N = 92)

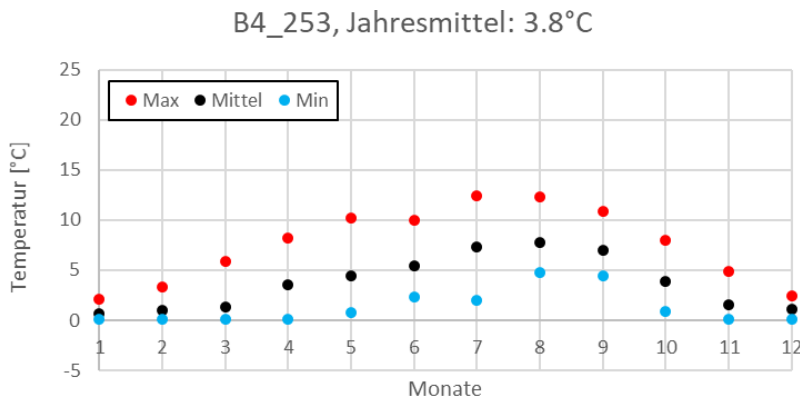


Abb. 80 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

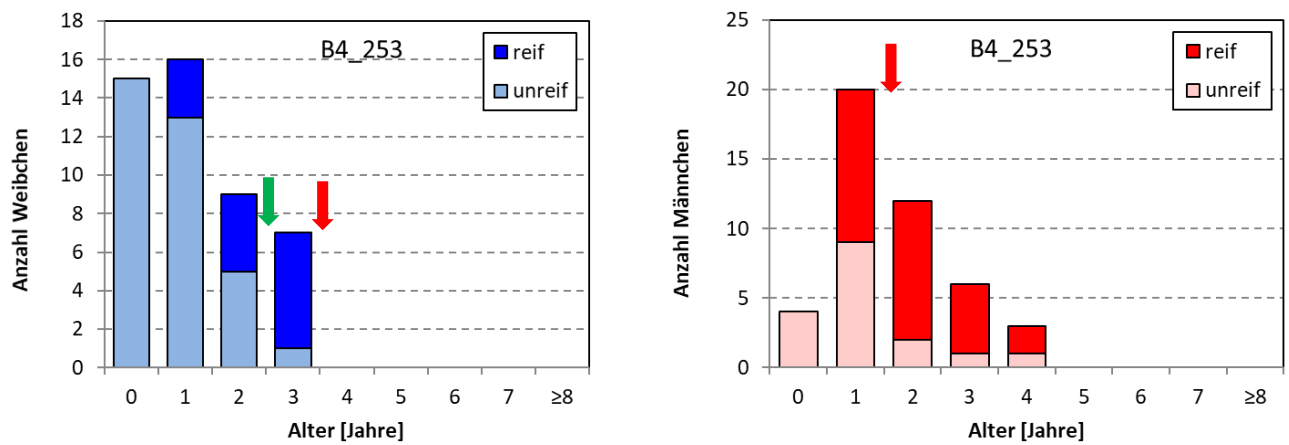


Abb. 81 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

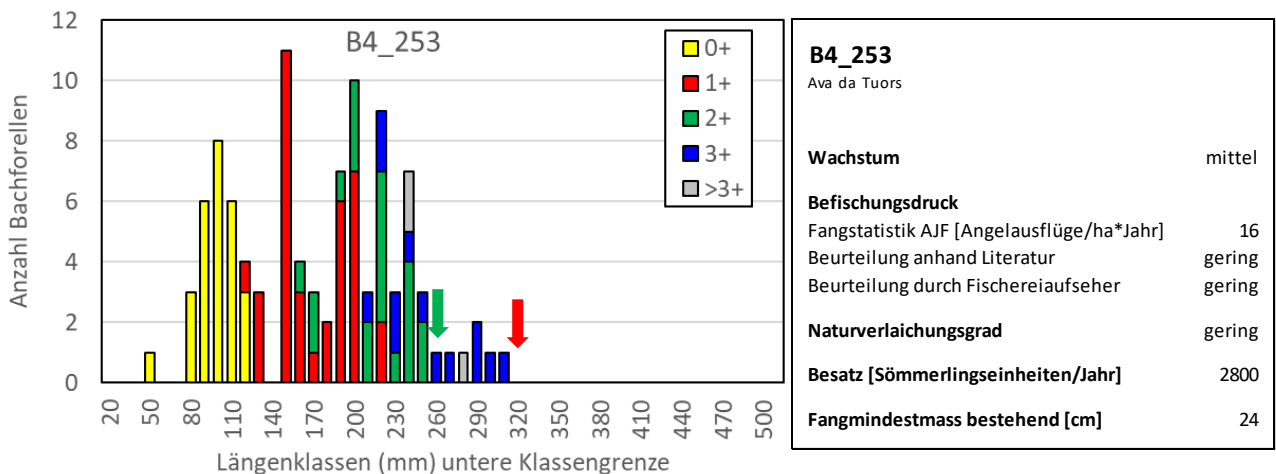
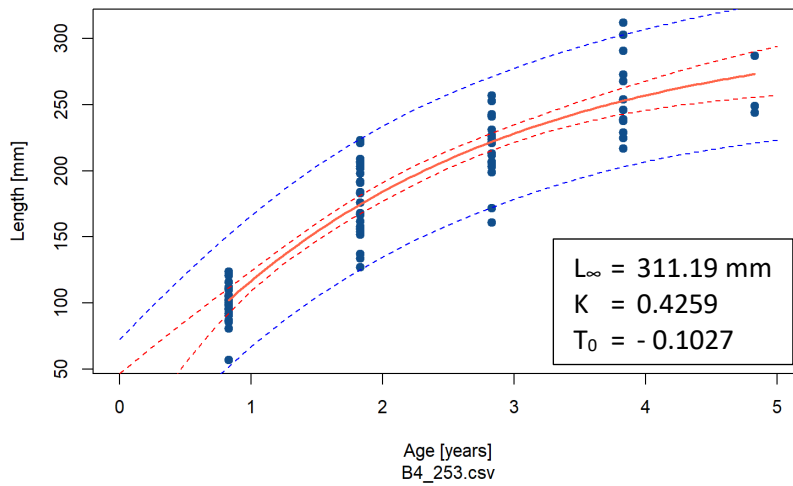


Abb. 82 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 83** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Ava da Tuors (B4\_253) liegt auf einer Höhe von 1800 m ü. M. und gehört damit zu dem Drittel der am höchsten gelegenen Gewässer. Die mittlere jährliche Wassertemperatur ist mit 3.8°C entsprechend niedrig, sie ist eines der kältesten Gewässer.

Trotz dieser tiefen Temperaturen ist das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Jahren mittel. Mit zunehmendem Alter flacht die Wachstumskurve aber stark ab, sodass die berechnete Maximallänge mit 31 cm eher tief ausfällt.

Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif. Während über 50% der 1<sup>+</sup>-Männchen reif sind, ist der Anteil der reifen Weibchen in dieser Altersklasse mit 19% noch gering. Auch in der Altersklasse 2<sup>+</sup> ist der Anteil der reifen Weibchen unter 50%. Um im Falle eines hohen Befischungsdrucks auf der sicheren Seite zu sein, wäre ein Schutz der Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> zu empfehlen. Um dieses Schutzziel zu erreichen, wäre ein hohes **FMM von 32 cm** erreichbar.

Bei geringem Befischungsdruck ist durchaus ein Schutz der Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> denkbar, zumal neben den 2<sup>+</sup>-Weibchen auch ein Teil der 1<sup>+</sup>-Weibchen ablaicht. Um dieses Schutzziel zu erreichen, wäre ein **FMM von 26 cm** erforderlich.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck als **gering** ein. Das Risiko einer Überfischung ist als niedrig einzustufen. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, sollte ein Schutz der Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> ausreichen, was bei einem **FMM von 26 cm** erfüllt ist.

### 6.19. Landwasser (B4\_256), mittlere Höhenlage: 1529 m ü. M.

Zusammenfluss Dorfbach/Flüelabach - Wasserfassung EW Glaris (N = 61)

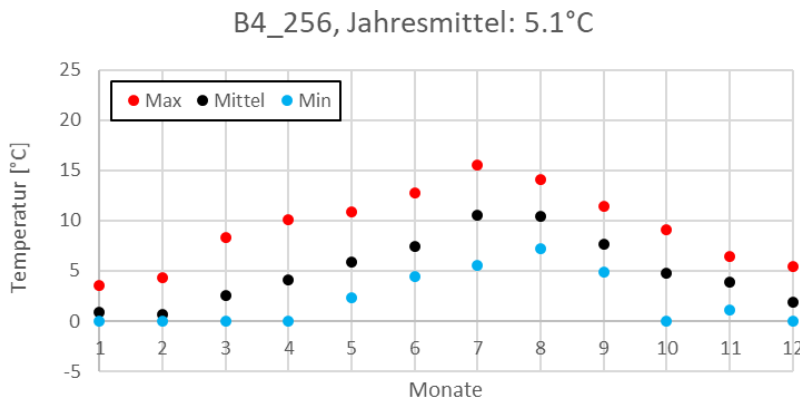


Abb. 84 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

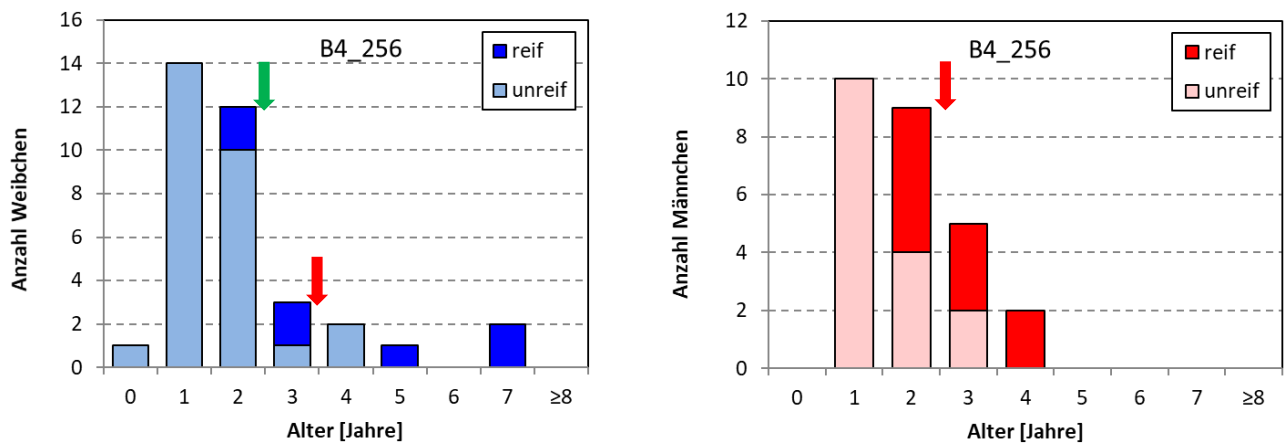
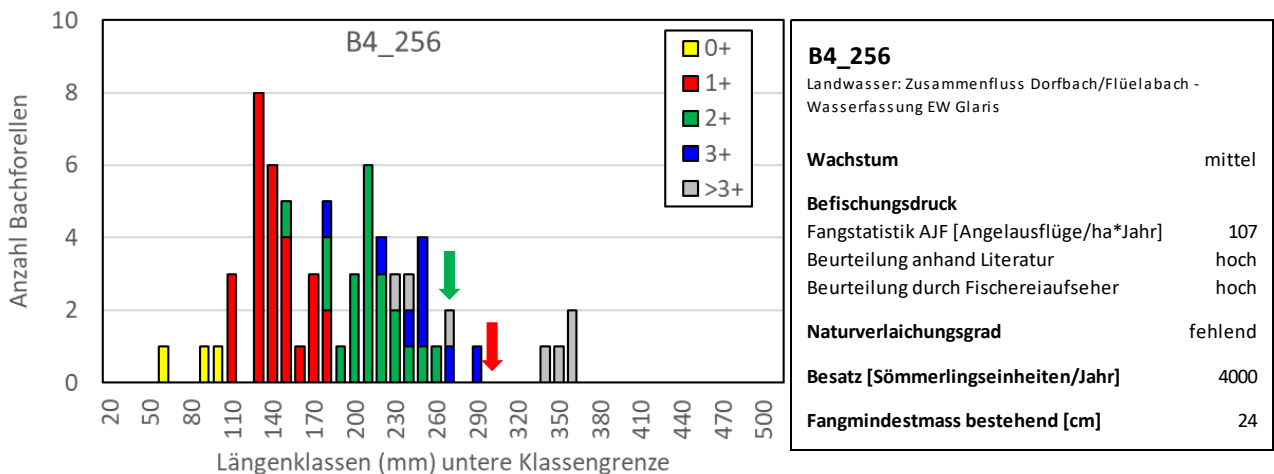
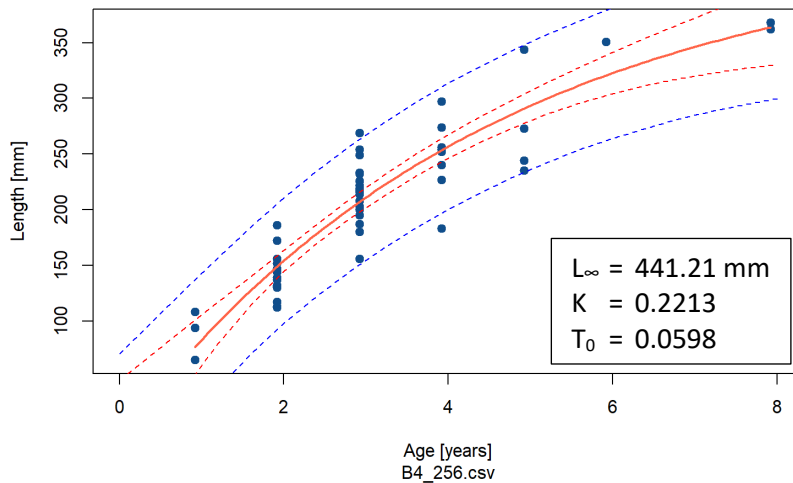


Abb. 85 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



B4_256	
Landwasser: Zusammenfluss Dorfbach/Flüelabach - Wasserfassung EW Glaris	
<b>Wachstum</b>	mittel
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	107
Beurteilung anhand Literatur	hoch
Beurteilung durch Fischereiaufseher	hoch
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	fehlend
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	4000
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 86 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 87** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die obere Strecke des Landwassers (B4\_256) liegt auf einer Höhe von ca. 1500 m ü. M. und gehört damit dem mittleren Drittel der untersuchten Gewässer an. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers liegt mit 5.1°C leicht unter dem Durchschnitt aller untersuchten Gewässer.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel, und die berechnete Maximallänge von 44 cm sehr hoch. Dies kommt unter anderem dadurch zustande, dass die Wachstumskurve auch im Alter nur schwach abflacht (tiefer Koeffizient K).

Es handelt sich um ein kanalartiges Gewässer ohne Fortpflanzungserfolg. Entsprechend findet Besatz statt. Beide Geschlechter werden erstmals im Alter von 2<sup>+</sup> laichreif. Während über die Hälfte der 2<sup>+</sup>-Männchen laichreif ist, wird bei den gleichaltrigen Weibchen nur ein geringer Anteil reif. Bei der Altersklasse 3<sup>+</sup> wird der überwiegende Anteil beider Geschlechter reif. Aus diesem Grund sollten im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung alle Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> geschont werden. Dazu wäre ein **FMM von 30 cm** erforderlich.

In begründeten Fällen, z. B. bei sehr geringem Befischungsdruck oder falls belegt ist, dass im Normalfall ein Grossteil der Weibchen im Alter von 2<sup>+</sup> ablaicht, kann der Schutz auf die 2<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was durch ein **FMM von 27 cm** erreicht werden kann.

Die beiden unreifen 4<sup>+</sup>-Weibchen deuten darauf hin, dass die Weibchen nicht in jedem Jahr ablaichen. Dieser Sachverhalt spricht für das höhere FMM von 30 cm.

#### Fazit:

Analyse basierend auf Literaturangaben sowie die Beurteilung durch den zuständigen Fischereiaufseher stufen den Befischungsdruck einheitlich als **hoch** ein. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen ist deshalb eine Rekrutierungsüberfischung möglich. Allerdings funktioniert die natürliche Fortpflanzung in dieser Strecke nicht (fehlend). Eine Ausrichtung der Bewirtschaftung auf Nachhaltigkeit ist folglich nicht notwendig. Im gegebenen Fall kann das FMM auf **22 cm** angesetzt werden, der Vorgabe gemäss Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei.

Sollten durch Revitalisierung oder Sanierung des Abflussregimes die Voraussetzungen für natürliche Fortpflanzung verbessert werden, ist eine Neubeurteilung erforderlich.

## 6.20. Landwasser (B4\_258), mittlere Höhenlage: 1220 m ü. M.

Einmündung Monsteinerbach - Einmündung Tieftobelbach (N = 107)

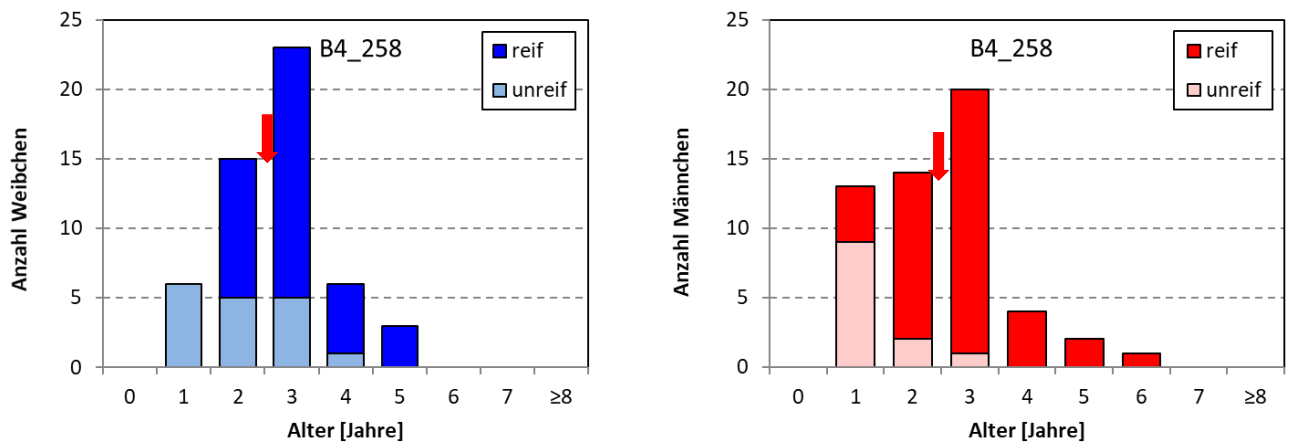


Abb. 89 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

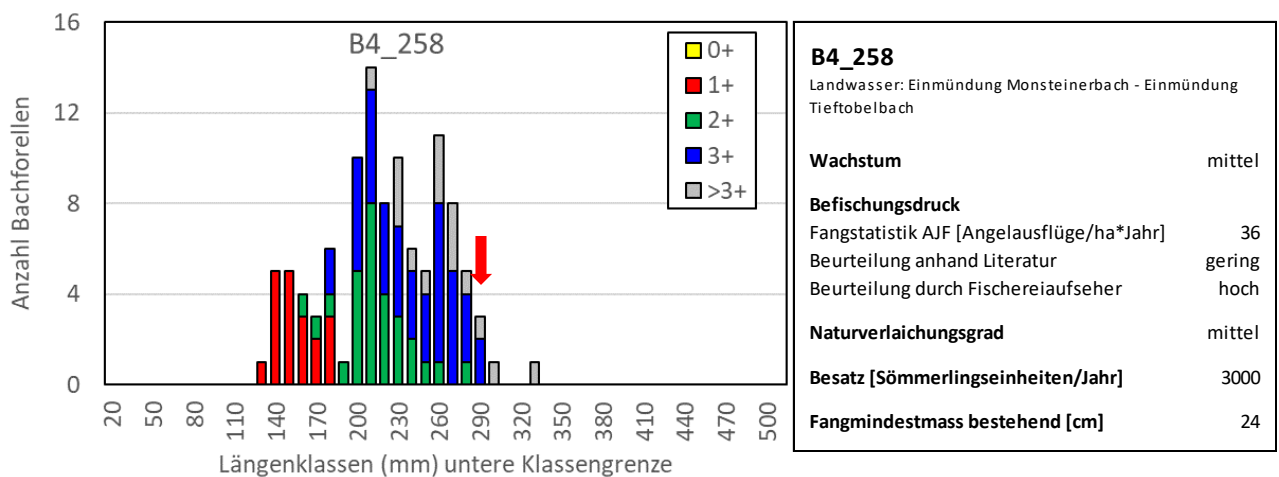


Abb. 90 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.

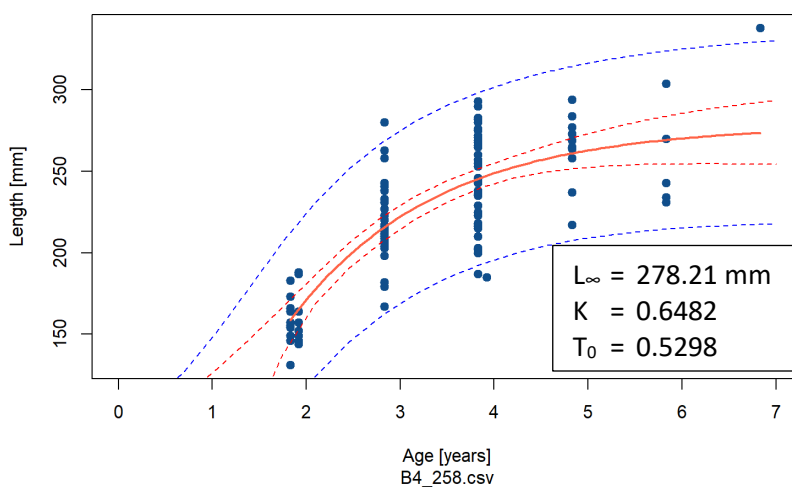


Abb. 91 Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die untere Strecke des Landwassers (B4\_258) liegt auf einer Höhe von 1320 m ü. M. Hinsichtlich seiner Höhenlage liegt die Strecke im mittleren Drittel aller untersuchten Strecken. Messungen der mittleren Wassertemperatur liegen nicht vor.



Im Vergleich zur Population des Oberlaufes (Maximallänge 44 cm) wird die Population des Unterlaufes (Maximallänge 28 cm) deutlich weniger lang, was nicht auf den jährlichen Zuwachs in den ersten drei Lebensjahren zurückzuführen ist. Diesbezüglich sind die beiden Populationen sehr ähnlich. Im Unterschied zum Oberlauf flacht die Wachstumskurve im Unterlauf sehr stark ab, was am hohen Koeffizienten K ersichtlich ist. Der zuständige Fischereiaufseher stuft die effektive Maximallänge höher ein als anhand der Elektrofänge berechnete Maximallänge. Zudem sind hohe Anteile der in der Fangstatistik ausgewiesenen Fische grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4).

Die Männchen werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, die Weibchen im Alter von 2<sup>+</sup>. Bei beiden Geschlechtern ist der überwiegende Anteil der 2<sup>+</sup>-Tiere reif, weshalb alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden sollten. Dies kann mit einem **FMM von 29 cm** erreicht werden.

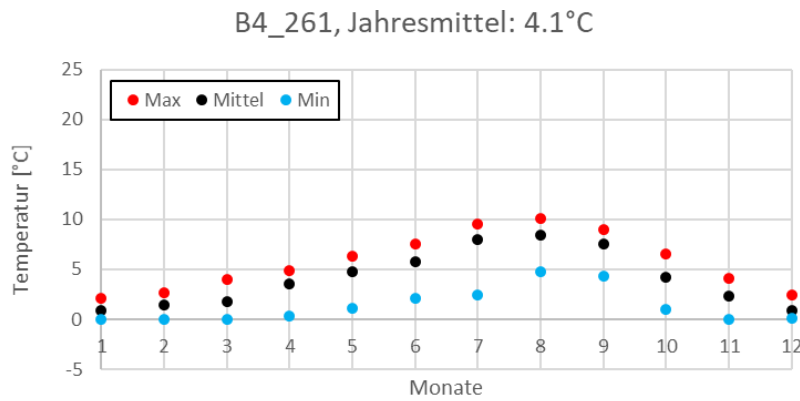
**Fazit:**

Die Fischereiaufsicht stuft den Befischungsdruck als **hoch** und eine Analyse anhand von Literaturangaben als **gering** ein. Das Risiko einer Wachstums- oder Rekrutierungsüberfischung ist folglich sehr schwierig zu beurteilen. Um auf der «sicheren Seite» zu sein und die Erstlaicher wirksam zu schützen, sollten alle Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> geschont werden, was bei einem **FMM von 29 cm** erfüllt ist.

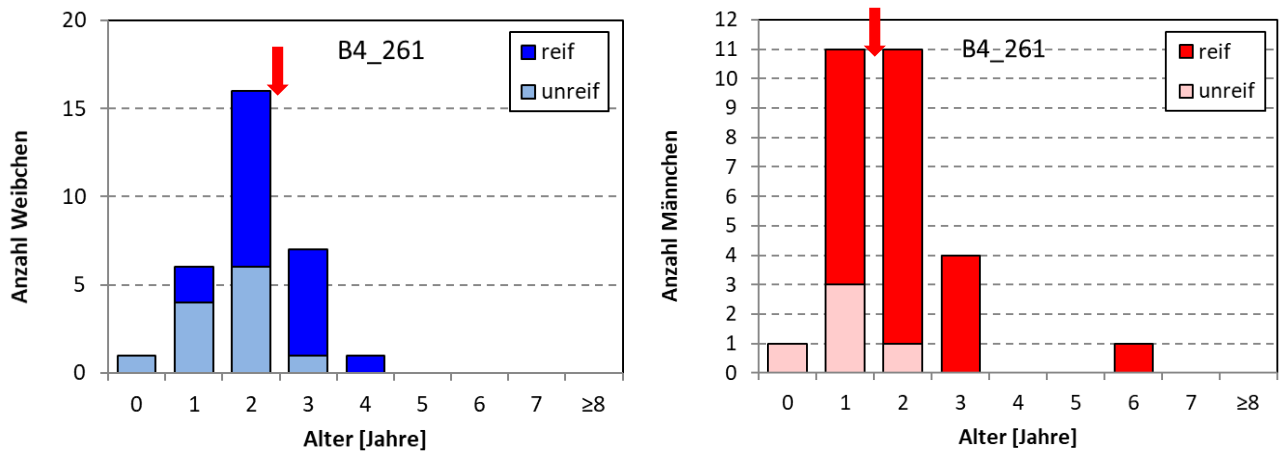
**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 29 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

**6.21. Dischmabach (B4\_261), mittlere Höhenlage: 1854 m ü. M.**

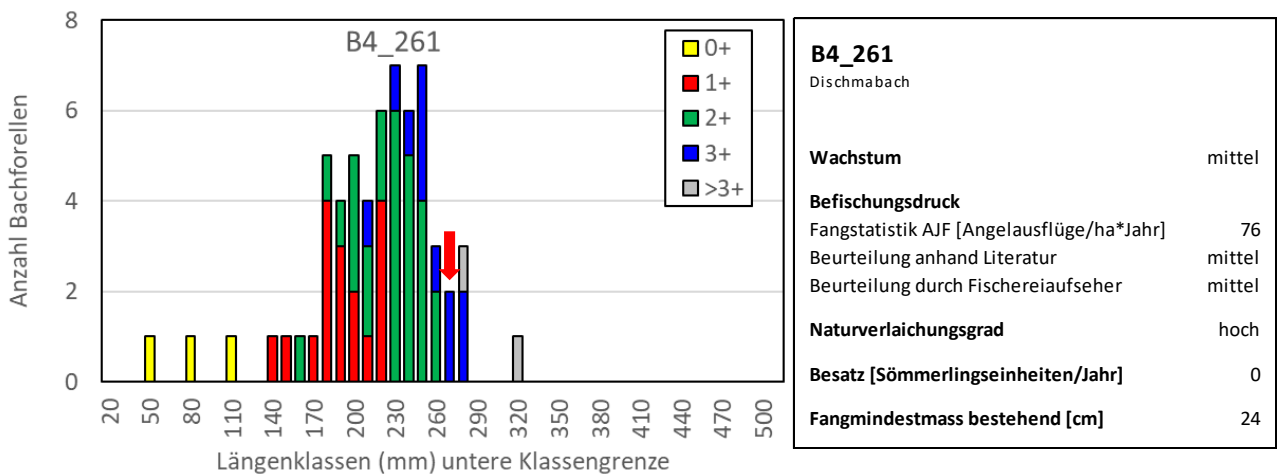
**(N = 59)**



**Abb. 92** Wassertemperaturen des Jahres 2016 basierend Daten der BAFU-Messstelle Nr. 2327. Max: Anstelle der fehlenden Monatsmaxima wurden pro Monat die maximalen Tagesmittel dargestellt.

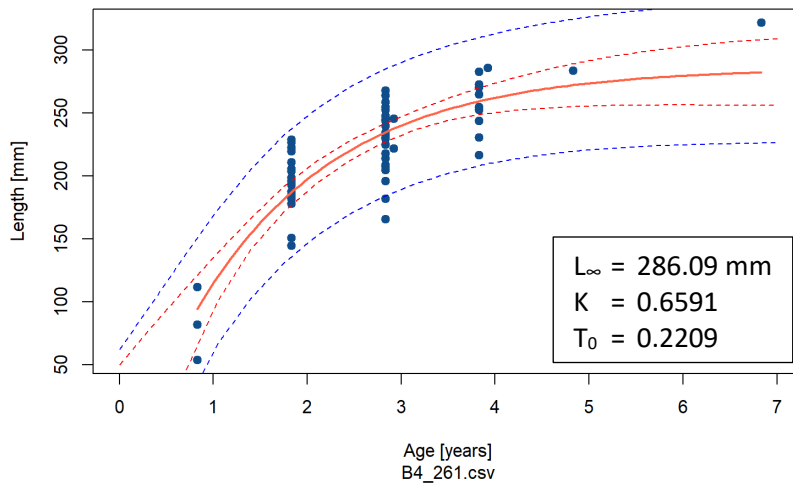


**Abb. 93** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



B4_261	
Dischmabach	
<b>Wachstum</b>	mittel
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	76
Beurteilung anhand Literatur	mittel
Beurteilung durch Fischereiaufseher	mittel
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	hoch
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	0
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

**Abb. 94** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 95** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Dischmabach (Strecke B4\_261) liegt auf einer Höhe von 1700 m ü. M. und damit im mittleren Drittel aller untersuchten Gewässerstrecken. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers liegt mit 4.1°C deutlich unter dem Durchschnitt aller untersuchten Gewässer. Es handelt sich um eines der kältesten Gewässer, dessen Monatsmittel auch im Sommer unter 10 °C nicht liegen. Das hoch gelegene Einzugsgebiet (mittlere Höhe: 2376 m ü. M.) und der Gletscheranteil von 0.7% dürften dafür verantwortlich sein.

Die natürliche Fortpflanzung ist sehr erfolgreich und auf Besatz wird verzichtet. Das Wachstum der Forellenpopulation in den ersten drei Jahren ist mittel. Die geringe berechnete Maximallänge von 29 cm ist weniger auf den Zuwachs in den ersten drei Lebensjahren, sondern auf die starke Abflachung der Wachstumskurve (ausgedrückt durch den hohen Koeffizienten K) zurückzuführen. Der zuständige Fischereiaufseher stuft die effektive Maximallänge höher ein als den auf Grund der Elektrofänge berechneten Wert. Zudem sind hohe Anteile der in der Fangstatistik ausgewiesenen Fische grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4). Beide Geschlechter werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif. Da aber in dieser Altersklasse nur ein geringer Anteil der Weibchen reif wird, müssen sämtliche Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden. Dies kann mit einem **FMM von 27 cm** erreicht werden.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck als **mittel** ein. Eine Wachstumsüberfischung ist bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich, aber eine Rekrutierungsüberfischung eher unwahrscheinlich. Ein wirksamer Schutz der Erstlaicher müsste sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> einschliessen. Dies ist bei einem **FMM von 27 cm** erfüllt.

**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 27 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

## 6.22. Gelgia/Julia (B5\_269), mittlere Höhenlage: 1410 m ü. M.

Mulegns - Einmündung Ragn d'Err (N = 64)

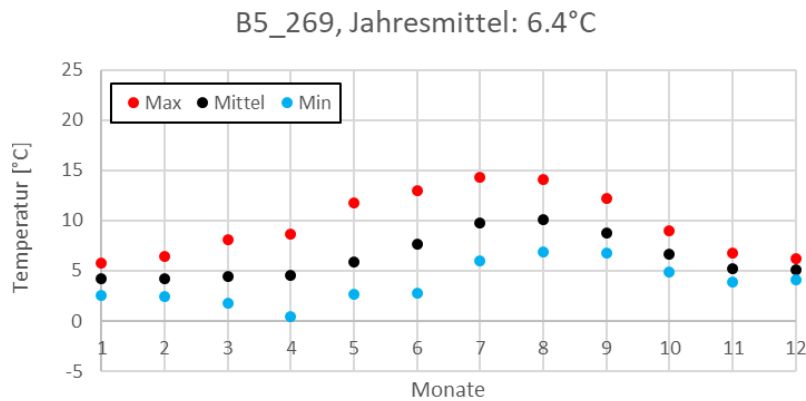


Abb. 96 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

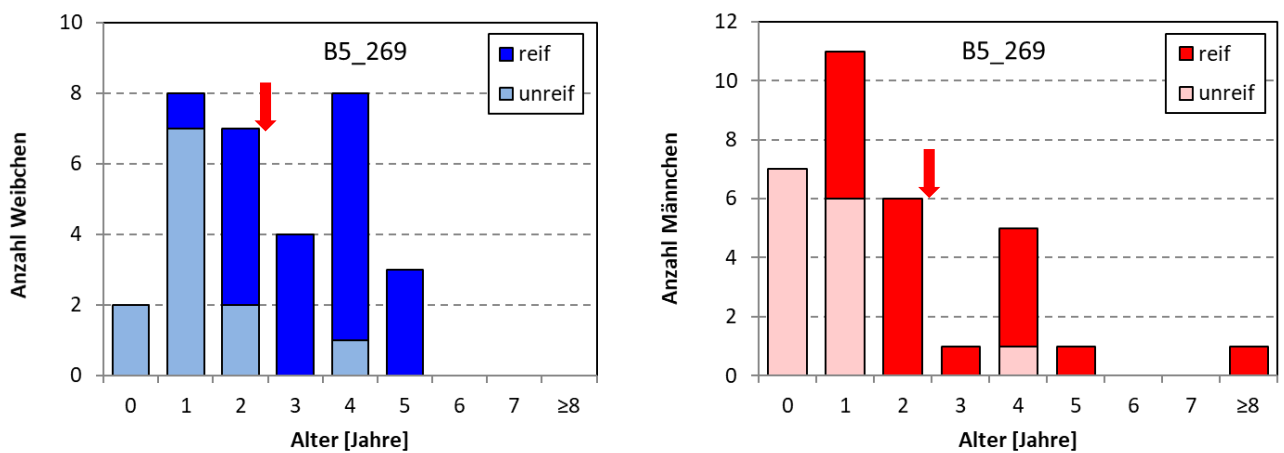


Abb. 97 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

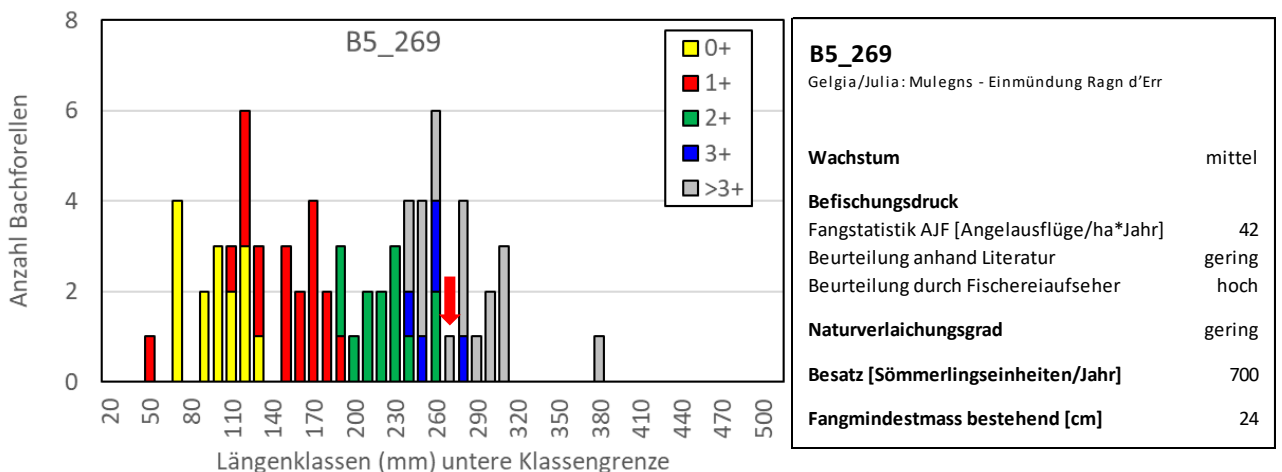
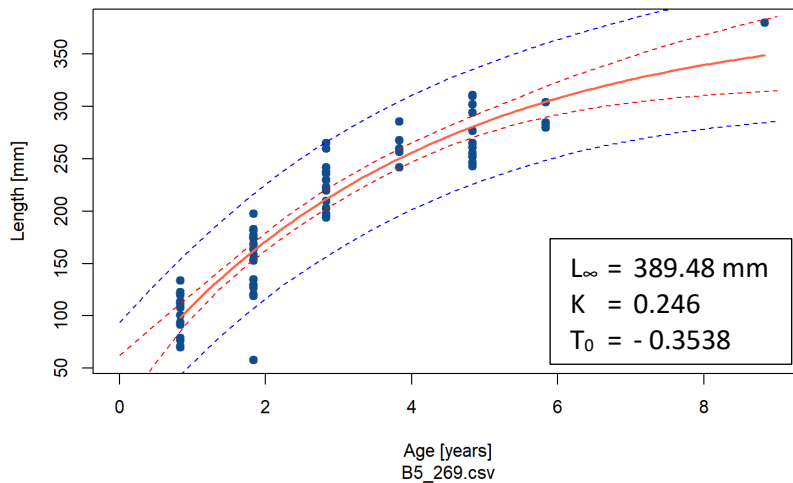


Abb. 98 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 99** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Gelgia/Julia (Strecke B5\_269) liegt auf einer Höhe von 1400 m ü. M. und damit im mittleren Drittel der untersuchten Strecken. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers ist mit 6.1°C höher als der Durchschnitt über alle untersuchten Gewässerstrecken.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist mittel und die berechnete Maximallänge mit 39 cm relativ hoch. Dies ist primär darauf zurückzuführen, dass die Wachstumskurve auch im Alter nur wenig abflacht (tiefer Koeffizient K).

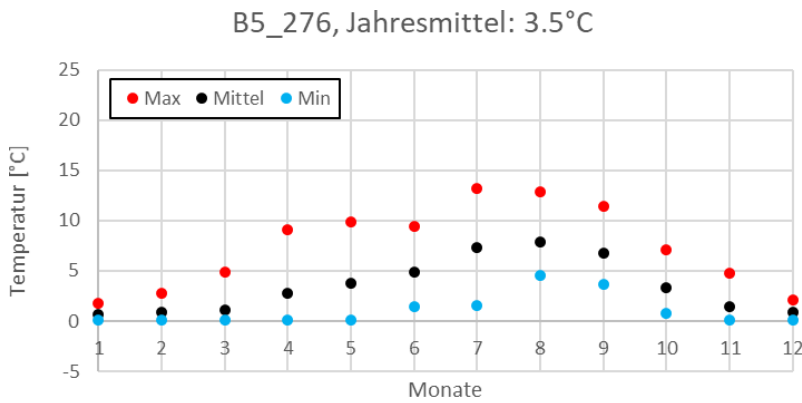
Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, allerdings weniger als die Hälfte. In der Altersklasse 2<sup>+</sup> sind sämtliche Männchen und ein Grossteil der Weibchen reif. Im Hinblick auf eine nachhaltige Befischung sind alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> zu schonen. Dies ist mit einem **FMM von 27 cm** möglich.

#### Fazit:

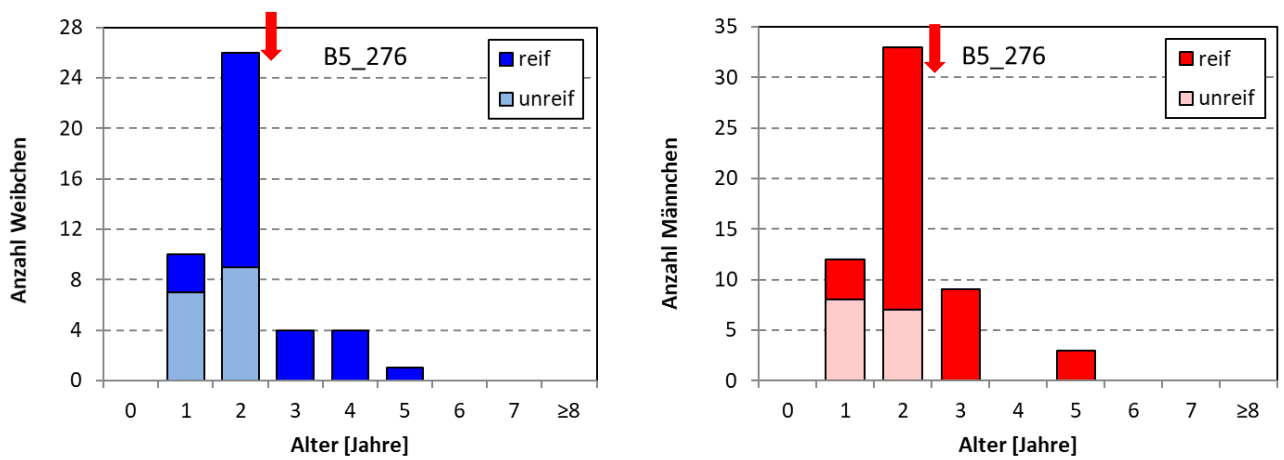
Der zuständige Fischereiaufseher stuft den Befischungsdruck als **hoch** und eine Analyse anhand von Literaturangaben als **gering** ein. Eine abschliessende Beurteilung ist anhand der vorliegenden Angaben sehr schwierig. Der Abschnitt umfasst ein langes Schongebiet und ist zudem im unteren Teil kaum befischbar. Im oberen Teil (ca. 50%) herrscht daher ein sehr hoher Befischungsdruck. Da bei nicht angepassten Schonbestimmungen eine Rekrutierungsüberfischung nicht ausgeschlossen werden kann, muss die Festlegung des FMM auf der «sicheren Seite» sein. Ein wirksamer Schutz der Erstlaicher müsste sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> umfassen. Dies ist bei einem **FMM von 27 cm** erfüllt.

**6.23. Ava da Faller (B5\_276), mittlere Höhenlage: 1789 m ü. M.**

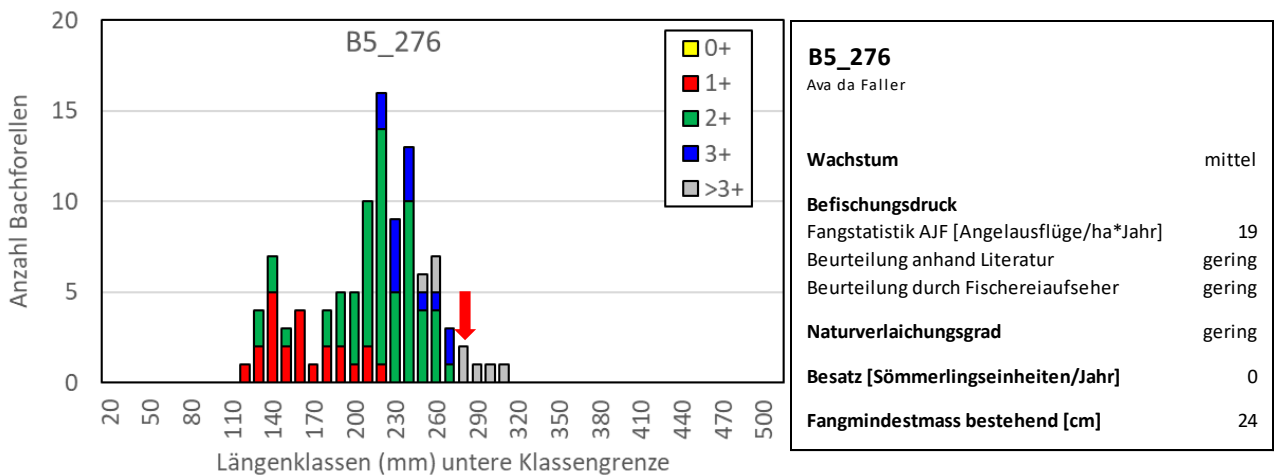
**(N = 102) Wiederfang markierte Besatzfische**



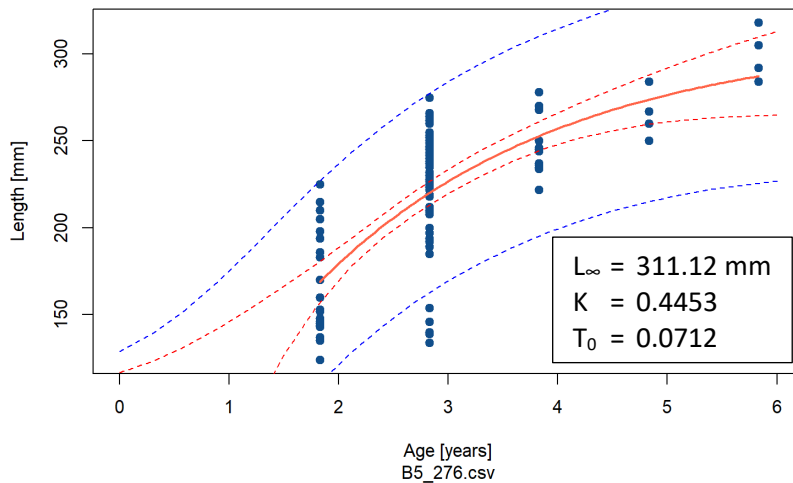
**Abb. 100** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.



**Abb. 101** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 102** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 103** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Ava da Faller (B5\_276) liegt auf einer Höhe von 1900 m ü. M. und gehört damit zu dem am höchsten gelegenen Drittel der untersuchten Gewässer. Die mittlere Wassertemperatur ist mit 3.5°C entsprechend tief.

Trotz dieser harschen Bedingungen ist das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren mittel. Da die Wachstumskurve mit zunehmendem Alter stark abflacht, fällt die berechnete Maximallänge mit 31 cm relativ gering aus.

Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, allerdings nur zu geringen Anteilen. Im Alter von 2<sup>+</sup> ist der überwiegende Anteil der Männchen und Weibchen laichreif. Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung gilt es, alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> zu schonen. Dazu ist ein **FMM von 28 cm** erforderlich.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck übereinstimmend als **gering** ein. Die Wahrscheinlichkeit einer Überfischung ist deshalb eher niedrig. Dennoch sollten Erstlaicher, d. h. sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam geschützt werden. Dies ist bei einem **FMM von 28 cm** erfüllt.

## 6.24. Hinterrhein (B6\_209), mittlere Höhenlage: 596 m ü. M.

Wasserrückgabe EWZ Rothenbrunnen – Einmündung Vorderrhein (N = 59)

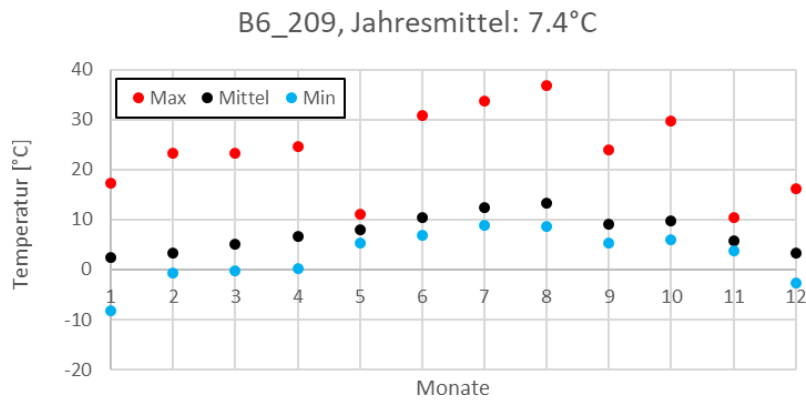


Abb. 104 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

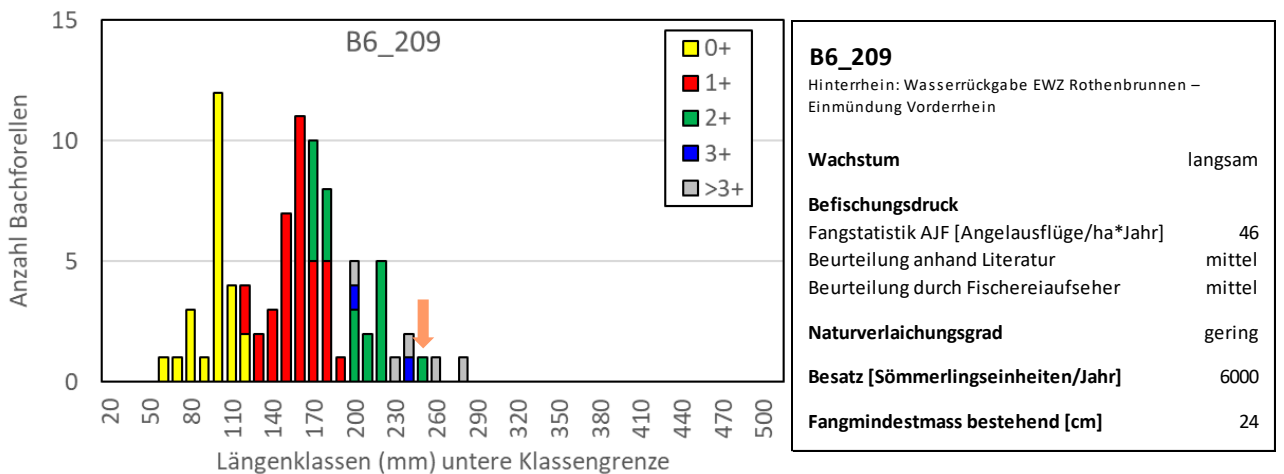
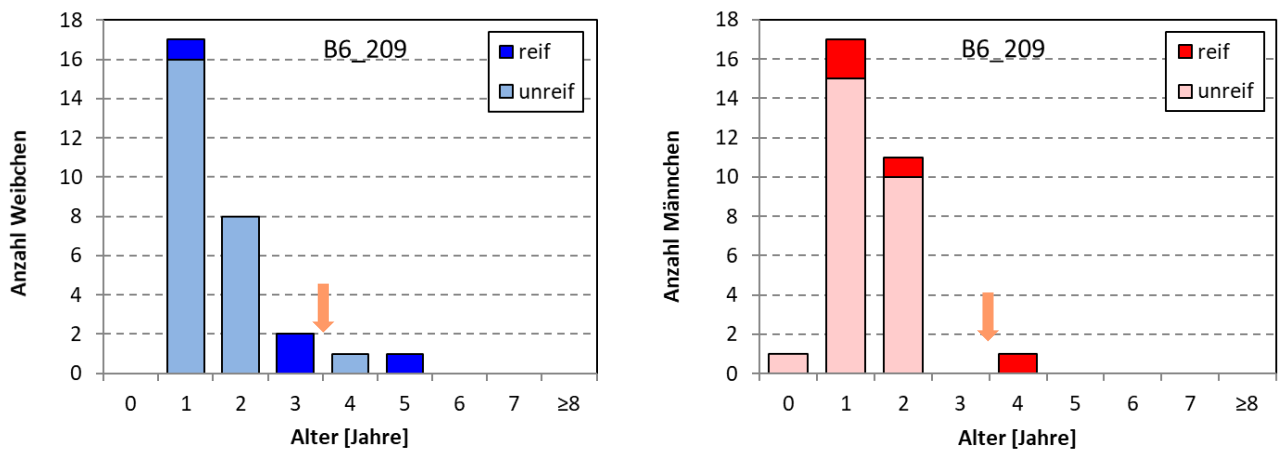
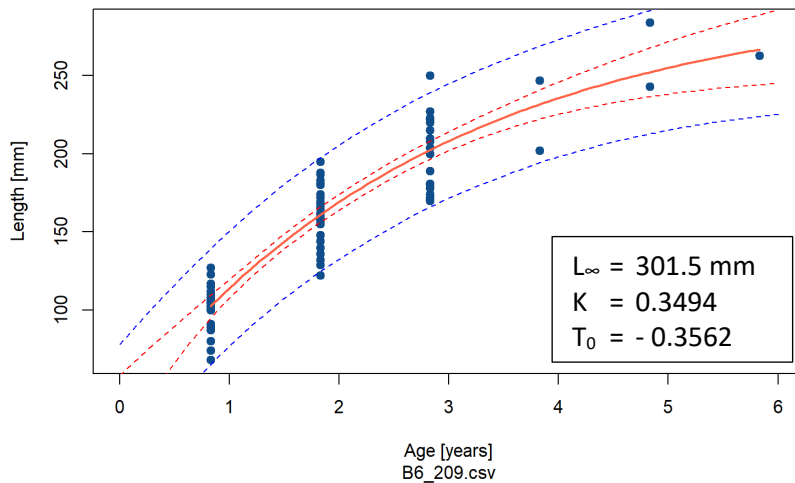


Abb. 106 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 107** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Hinterrhein (Strecke B6\_209) ist auf einer Meereshöhe von ca. 600 m ü. M. gelegen und gehört damit zu den Tieflandgewässern. Entsprechend hoch ist die mittlere Jahrestemperatur (7.4°C).

Das Wachstum der Forellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren langsam. Anschliessend flacht die Wachstumskurve ab, sodass die berechnete Maximallänge mit 30 cm eher tief ausfällt. Dieser Gewässerabschnitt ist zugleich ein Laichgewässer für Seeforellen. Die theoretische Maximallänge dürfte nach Angaben des zuständigen Fischereiaufsehers unter Einbezug der Seeforellen bei rund 50 cm liegen.

Die Stichprobenzahl dieses Gewässerabschnittes ist mit 59 Tieren vergleichsweise niedrig. Dazu kommt, dass die entscheidende Altersklasse 3<sup>+</sup> nur durch wenige Tiere repräsentiert ist. Deshalb ist eine Empfehlung für die Festlegung eines FMM nicht möglich.

Nimmt man an, dass Männchen wie Weibchen im Alter von 3<sup>+</sup> zu hohen Anteilen laichreif werden, wäre bei der vorliegenden Datenlage ein **FMM von 25 cm** vorzuschlagen. Angesichts der äusserst geringen Stichprobenzahl an 3<sup>+</sup>-Fischen (2 Weibchen, 0 Männchen) ist die Längenverteilung dieser Altersklasse nicht zu beurteilen.

#### Fazit:

Der Befischungsdruck wird durch den zuständigen Fischereiaufseher und auf Grund einer Beurteilung anhand von Literatur-Angaben als **mittel** eingestuft.

**Die verfügbaren Daten lassen keine verlässliche Empfehlung für ein FMM zu.**

## 6.25. Albula (B6\_248), mittlere Höhenlage: 722 m ü. M.

Stausee Solis - Wasserrückgabe KHR/EWZ Sils i.D (N = 86)

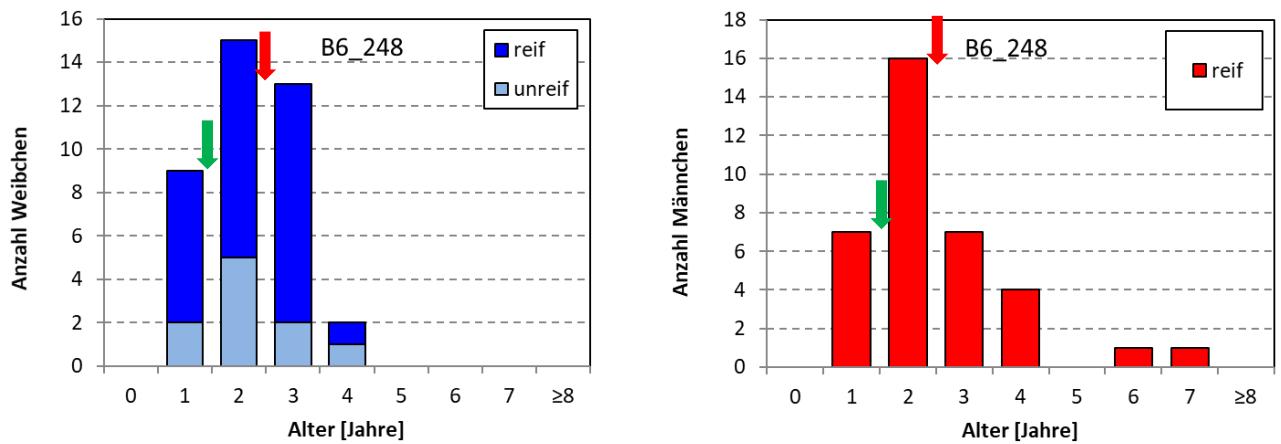


Abb. 108 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

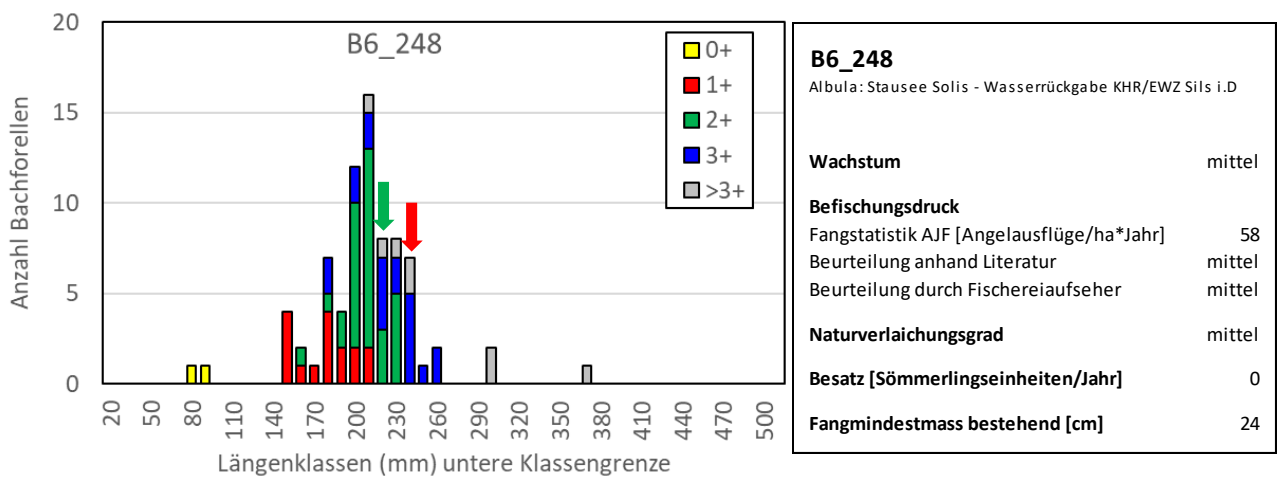


Abb. 109 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.

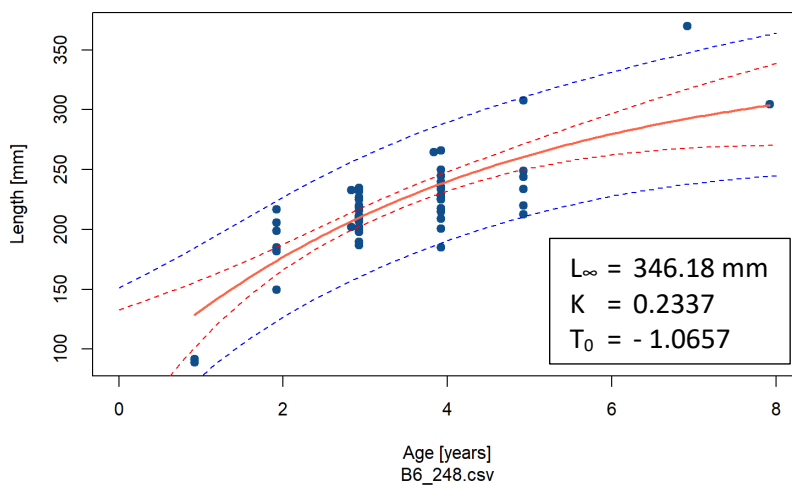


Abb. 110 Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Albula (Strecke B6\_248) gehört mit einer Höhe von 650 m ü. M. zu den Tieflandgewässern. Erhebungen über die mittlere Jahrestemperatur fehlen.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel. Mit zunehmendem Alter flacht die Wachstumskurve leicht ab. Die berechnete theoretische Maximallänge der Population liegt bei 35 cm. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt die effektive Maximallänge anhand eigener Erfahrungen auf rund 37 cm.

Grosse Anteile beider Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif. Auch im Alter von 2<sup>+</sup> werden ein hoher Anteil der Weibchen und alle Männchen reif. Da die Qualität der Eier von 1<sup>+</sup>-Weibchen nur begrenzt ist, sollten im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung neben den 1<sup>+</sup>-Tieren auch die 2<sup>+</sup>-Tiere geschont werden. Dazu wäre ein **FMM von 24 cm** notwendig.

In begründeten Fällen, falls z. B. die hohe Eiqualität der 1<sup>+</sup>-Weibchen belegt ist, kann der Schutz auf die 1<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was mit einem **FMM von 22 cm** erreichbar ist.

**Fazit:**

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck übereinstimmend als **mittel** ein. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen ist eine Wachstumsüberfischung nicht auszuschliessen. Erstlaicher, d. h. sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> sollten wirksam geschützt werden. Dies ist bei einem **FMM von 24 cm** erfüllt.

## 6.26. Plessur (C2\_316), mittlere Höhenlage: 725 m ü. M.

EW Lülen - Wasserrückgabe Sand, Chur (N = 93)

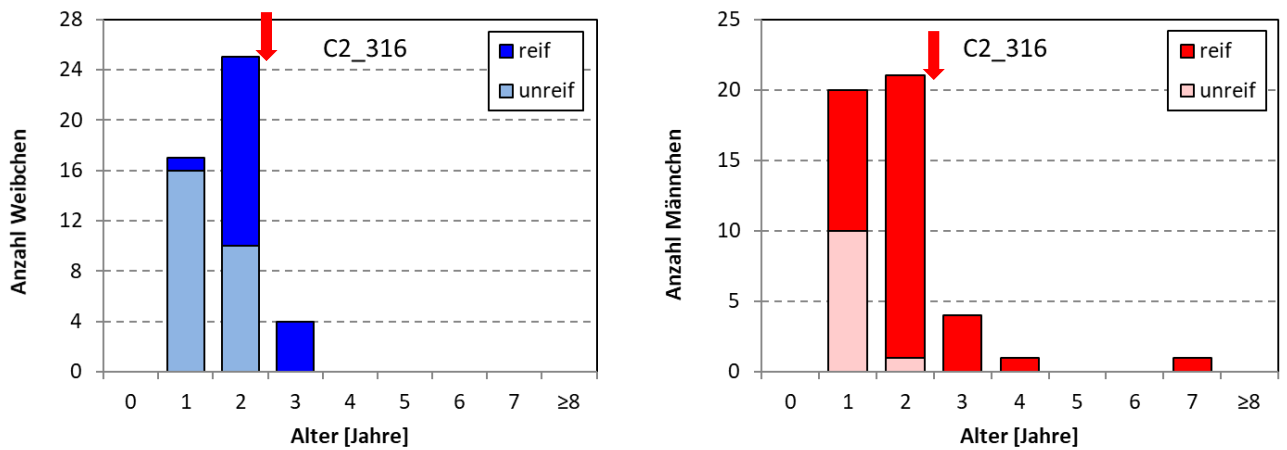


Abb. 111 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

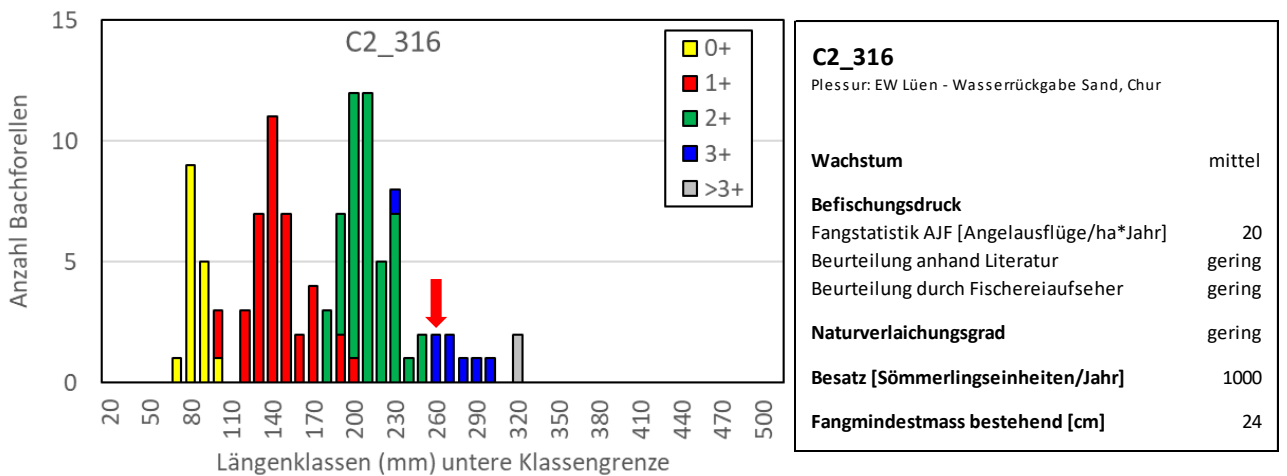


Abb. 112 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.

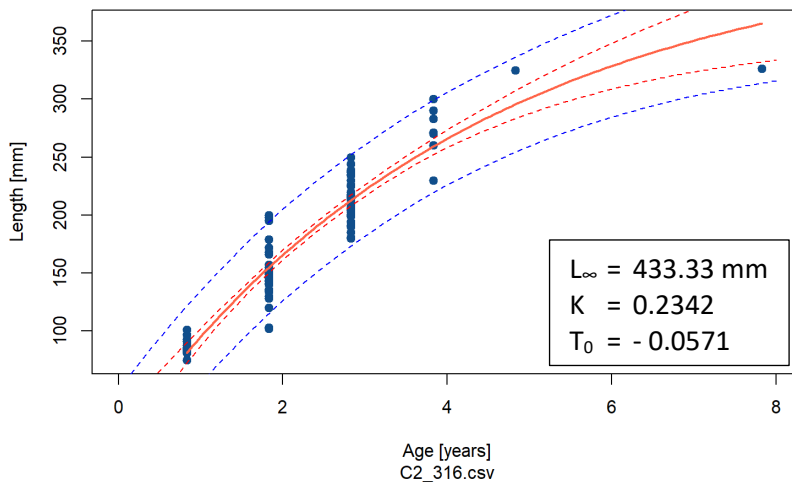


Abb. 113 Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Plessur (Strecke C2\_316) liegt auf einer Höhe von 640 m ü. M. und gehört damit innerhalb der untersuchten Bäche zu den Tieflandgewässern. Temperaturmessungen liegen nicht vor.

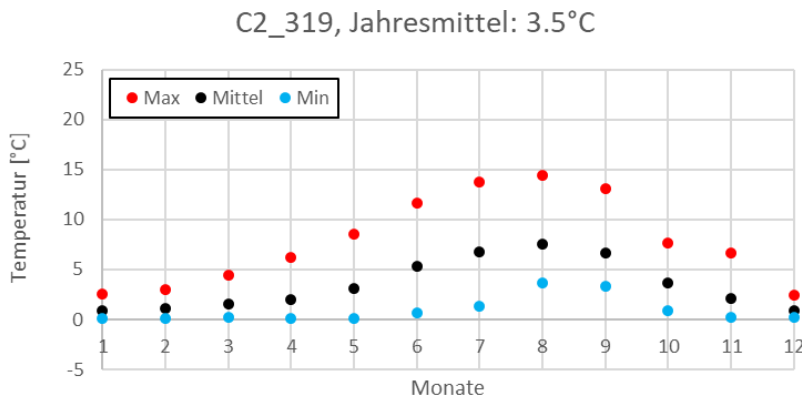
Das Wachstum der Forellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel, und die Wachstumskurve flacht mit zunehmendem Alter nur geringfügig ab. Auf diese Weise wird eine hohe berechnete Maximallänge von 43 cm erreicht. Dies wird vom zuständigen Fischereiaufseher als etwas zu hoch eingestuft (40 cm). Die Bachforellen werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> reif, und zwar 50% der Männchen und 5% der Weibchen. Im Alter von 2<sup>+</sup> wird der überwiegende Teil beider Geschlechter reif. Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung sollten alle Altersklassen inklusive 2<sup>+</sup> geschont werden. Dieses Ziel kann mit einem **FMM von 26 cm** erreicht werden.

**Fazit:**

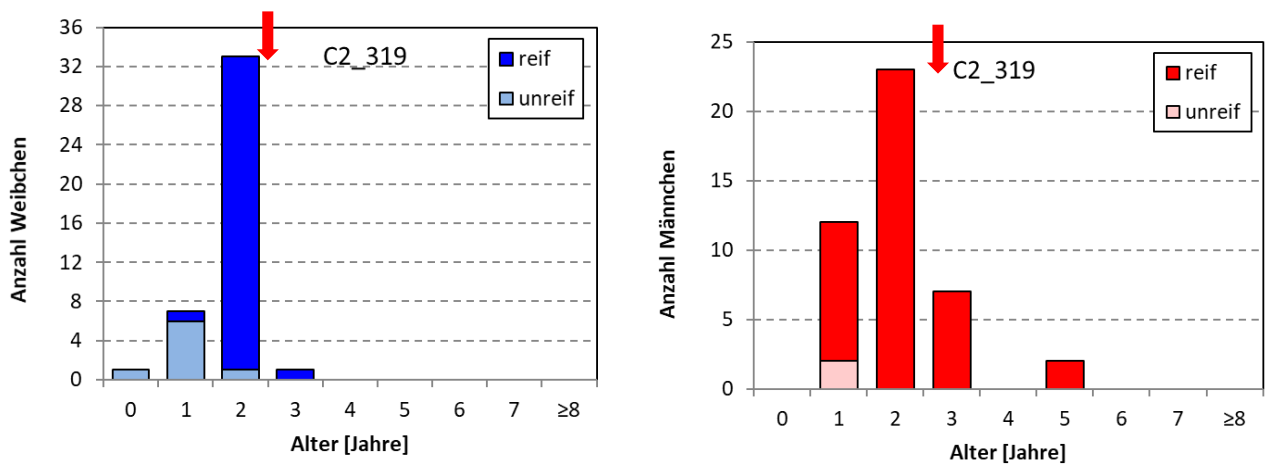
Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck übereinstimmend als **gering** ein. Die Wahrscheinlichkeit einer Überfischung ist deshalb niedrig. Trotzdem sollten Erstlaicher, d. h. sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam geschont werden. Dies ist bei einem **FMM von 26 cm** der Fall.

**6.27. Fondeierbach (C2\_319), mittlere Höhenlage: 1797 m ü. M.**

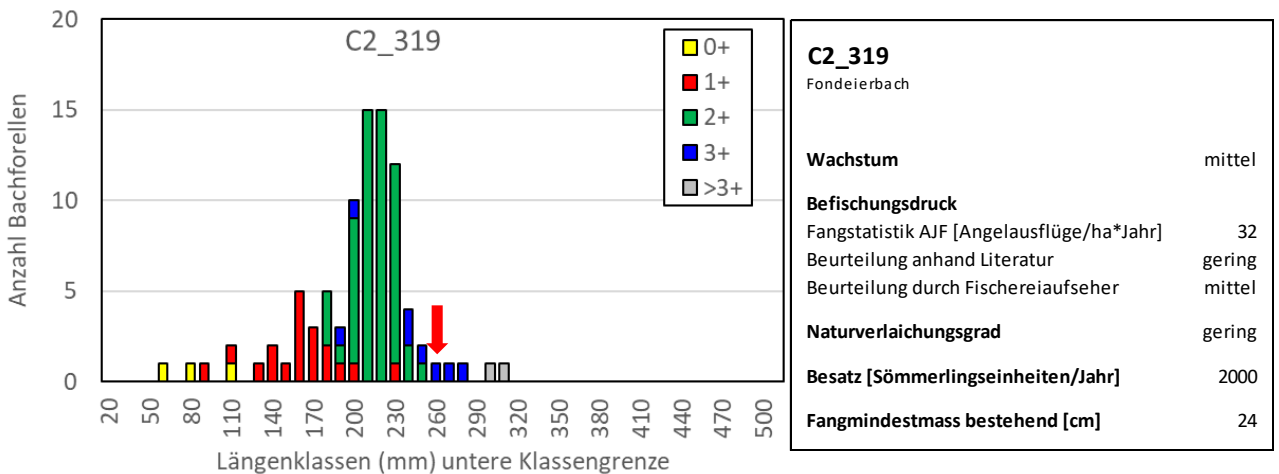
**(N = 86) Wiederfang markierte Besatzfische**



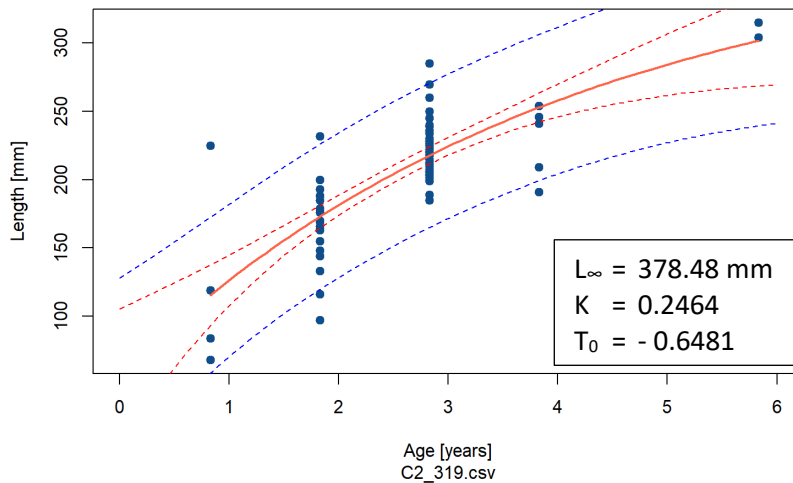
**Abb. 114** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.



**Abb. 115** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 116** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 117** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Strecke des Fondeierbaches (C2\_319) ist in der alpinen Höhenstufe gelegen; mit 1900 m ü. M. liegt sie im oberen Drittel der untersuchten Strecken. Entsprechend tief ist auch die mittlere Jahrestemperatur (3.5°C). Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel. Mit zunehmendem Alter flacht die Wachstumskurve nur geringfügig ab, wodurch die berechnete Maximallänge der Population trotz der harschen Lebensbedingungen im Vergleich mit den übrigen untersuchten Populationen mit 38 cm überdurchschnittlich hoch ausfällt.

Beide Geschlechter werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif, bei den Männchen der überwiegende Anteil, bei den Weibchen nur etwa 15%. Ein Jahr ältere Männchen werden zu 100% und Weibchen zu 97% reif. Durch eine Schonung der Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> können die Erstlaicher wirksam geschützt werden. Dazu ist ein **FMM von 26 cm** notwendig.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher stuft den Befischungsdruck als **mittel** und eine Analyse anhand von Literaturangaben als **gering** ein. Die Wahrscheinlichkeit einer Rekrutierungsüberfischung ist deshalb gering; eine Wachstumsüberfischung hingegen bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich. Deshalb sollten Erstlaicher, d. h. sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam geschützt werden. Dies ist durch ein **FMM von 26 cm** garantiert.

## 6.28. Landquart (C3\_332), mittlere Höhenlage: 1226 m ü. M.

Einmündung Verstanclabach - Stauwehr Klosters (Gotschna) (N = 110) Wiederfang markierte Besitzfische

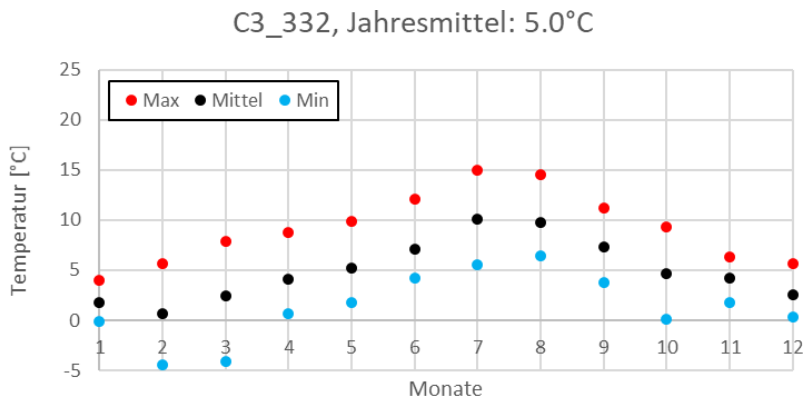


Abb. 118 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

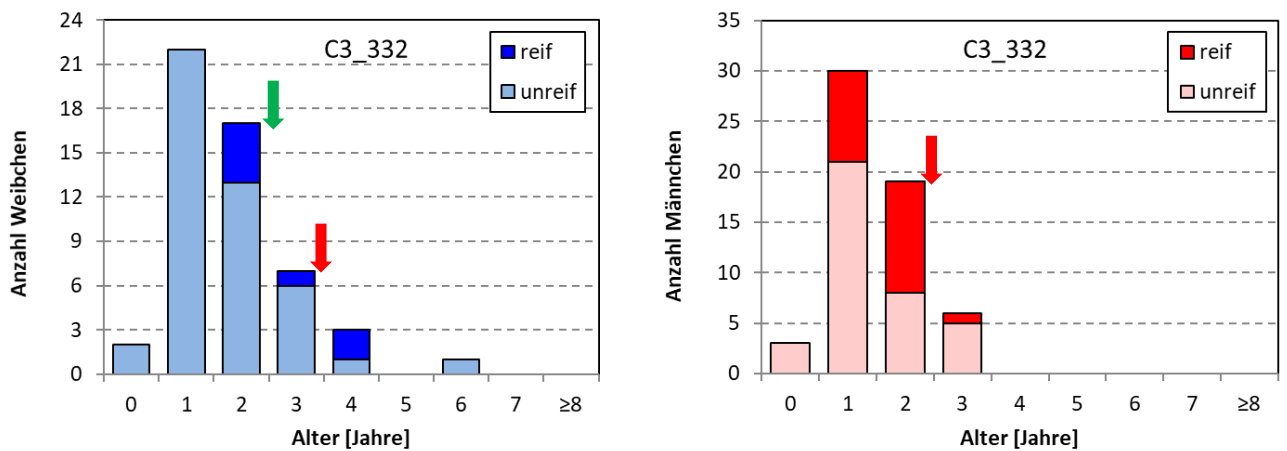


Abb. 119 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

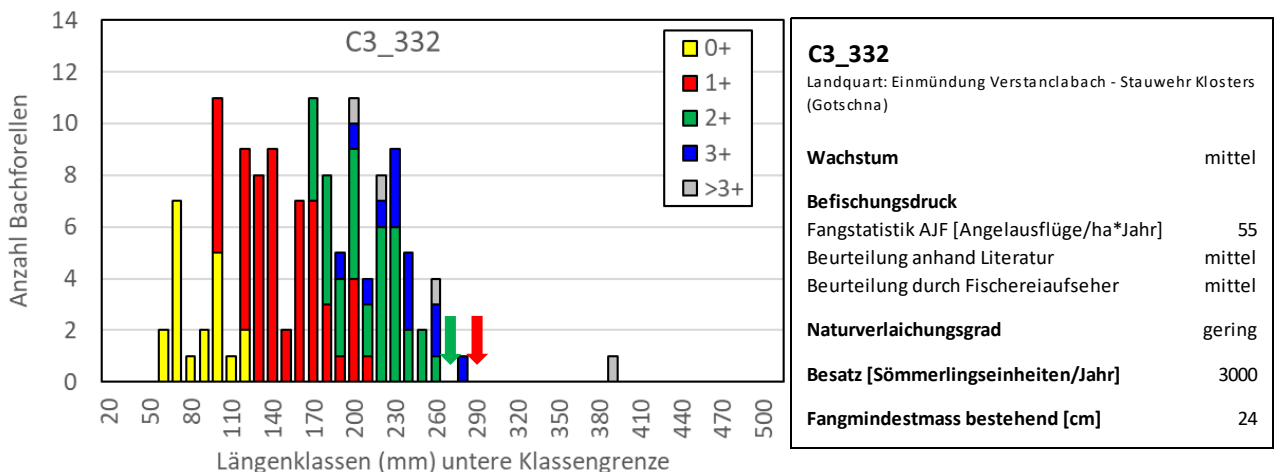
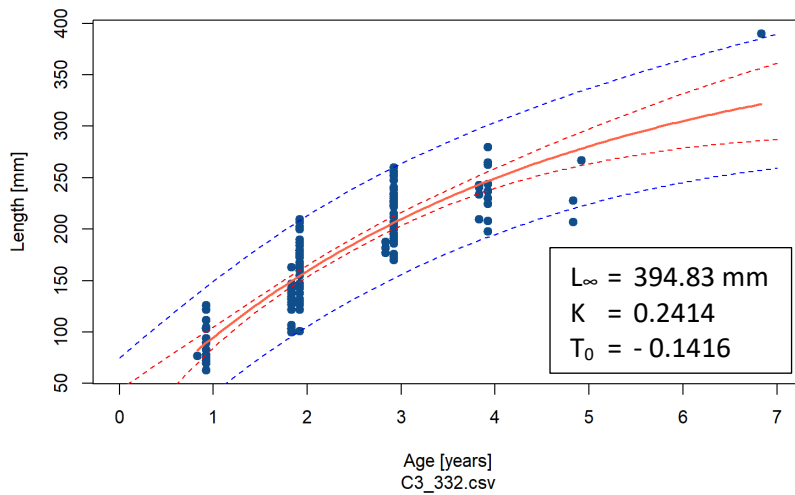


Abb. 120 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 121** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die höhergelegene Strecke der Landquart (C3\_332) liegt auf einer Meereshöhe von 1310 m ü. M. und gehört damit zum mittleren Drittel der Untersuchungsstrecken. Auch hinsichtlich der mittleren Jahrestemperatur des Wassers gehört sie der mittleren von drei Gruppen an.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel. Die Wachstumskurve flacht mit dem Alter der Fische nur geringfügig ab, weshalb eine hohe berechnete Maximallänge von 39 cm möglich ist.

Bis zur Altersklasse 3<sup>+</sup> wird nur ein geringer Anteil der Männchen und Weibchen laichreif. Zur sicheren Festlegung des FMM wären deshalb ausreichend Fische der Altersklassen ab 3<sup>+</sup> erforderlich. **Trotz der sehr hohen Stichprobenzahl ermöglicht das vorliegende Datenmaterial keine sichere Festlegung des FMM:**

Bis diese Daten verfügbar sind, schlagen wir vor, die Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> zu schützen, wozu ein **FMM von 29 cm** erforderlich wäre.

Bei einer Beschränkung des Schutzes auf die der Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> (FMM 26 cm) werden auf Grund der vorliegenden Stichproben lediglich 24% der 2<sup>+</sup>-Weibchen laichreif und können im folgenden Jahr zum grossen Teil gefangen werden.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **mittel** ein. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen ist die Wahrscheinlichkeit einer Rekrutierungsüberfischung gering; eine Wachstumsüberfischung hingegen im Bereich des Möglichen.

Eine **abschliessende Festlegung des FMM ist auf Grund des vorliegenden Datenmaterials nicht möglich.**

Bis zum Vorliegen geeigneter Daten kann ein **FMM von 29 cm** eingesetzt werden.

## 6.29. Landquart (C3\_335), mittlere Höhenlage: 680 m ü. M.

Wasserrückgabe Küblis – Chlusfall (N = 83)

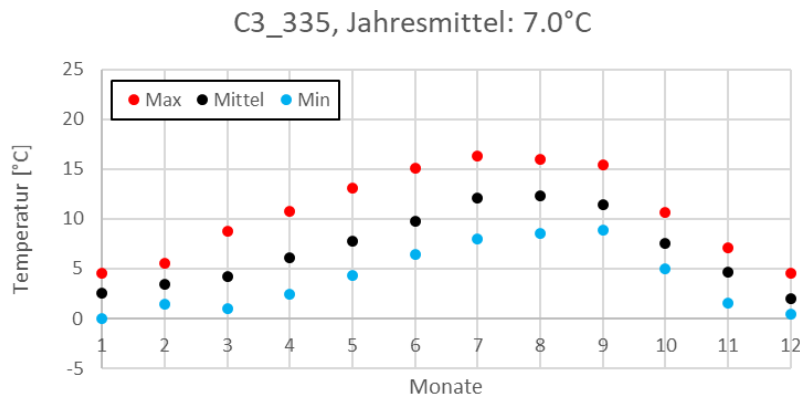


Abb. 122 Wassertemperaturen aus dem Jahr 2016 basierend auf den Messungen an der BAFU-Messstelle Nr. 2150.

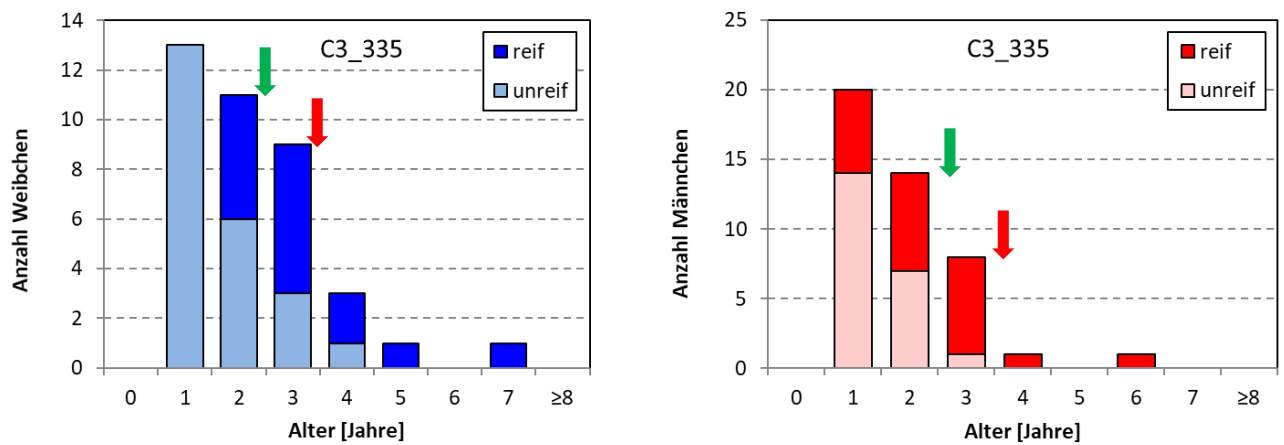


Abb. 123 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

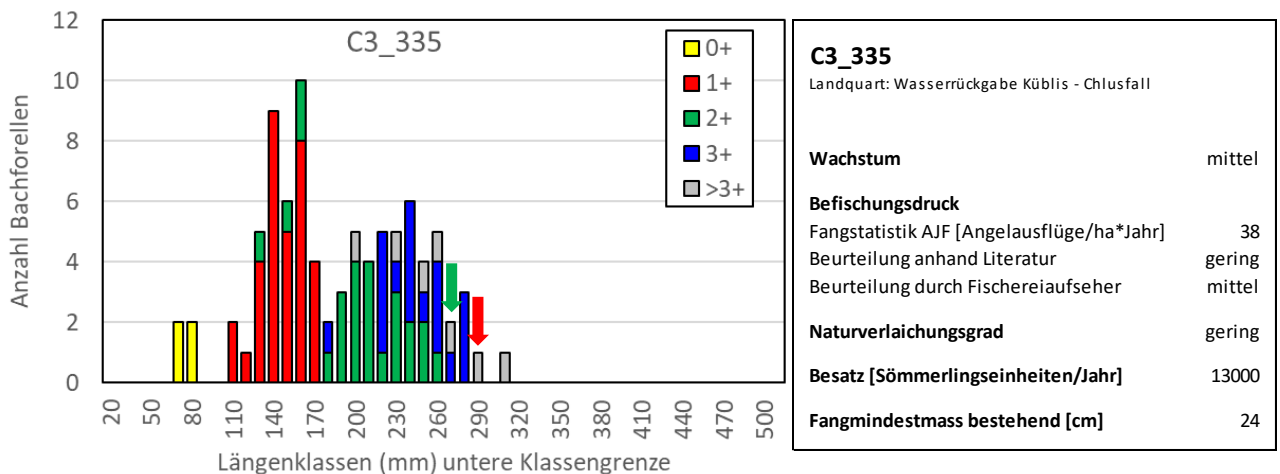
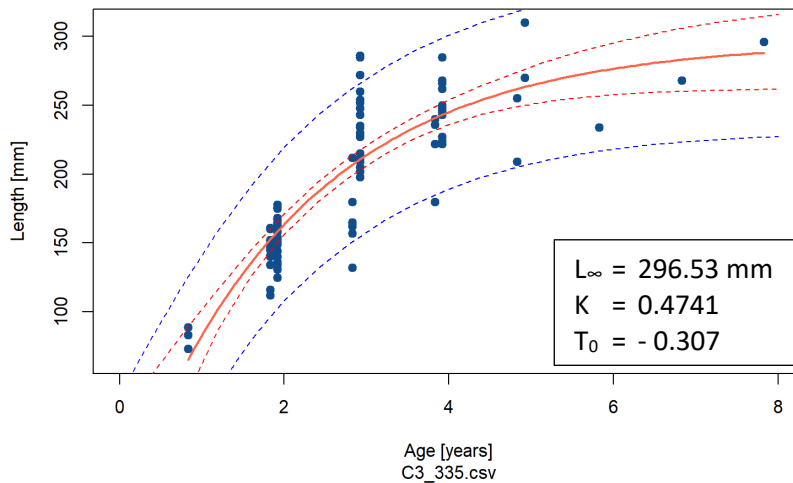


Abb. 124 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 125** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die tiefer gelegene Strecke der Landquart (C3\_335) liegt auf einer Meereshöhe von 800 m ü. M. und gehört damit zum Drittel der Untersuchungsstrecken des Tieflandes, was auch in einer relativ hohen mittleren Jahrestemperatur von 7.0°C zum Ausdruck kommt. Der Schwellenwert von 15°C (Tagesmittel), bei dessen längerer Überschreitung die proliferative Nierenkrankheit bei Bachforellen-Sömmerlingen zu hohen Ausfällen führen kann, wurde im Jahr 2016 an keinem Tag erreicht

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel. Mit dem Alter flacht die Wachstumskurve aber stark ab, sodass die berechnete theoretische Maximallänge mit 30 cm eher gering ausfällt. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt die effektive Maximallänge höher ein (36 cm).

Männchen werden im Alter von 1<sup>+</sup>, Weibchen im Alter von 2<sup>+</sup> erstmals laichreif. Erst im Alter von 3<sup>+</sup> sind über 50% der Tiere beider Geschlechter geschlechtsreif. Um eine nachhaltige Befischung gewährleisten zu können, sind alle Tiere bis und mit 3<sup>+</sup> zu schonen. Dazu ist ein **FMM von 29 cm** notwendig.

In begründeten Fällen, z. B. bei geringem Befischungsdruck oder falls belegt ist, dass im Normalfall ein größerer Teil der Weibchen im Alter von 2<sup>+</sup> ablaicht, kann der Schutz auf die 2<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was durch ein **FMM von 27 cm** erreicht werden kann.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher stuft den Befischungsdruck als **mittel** und eine Analyse anhand von Literaturangaben als **gering** ein. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen ist eine Rekrutierungsüberfischung unwahrscheinlich, eine Wachstumsüberfischung hingegen möglich. Um dies zu verhindern, sollten sämtliche Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> geschützt werden. Dies ist durch ein **FMM von 29 cm** gewährleistet.

### 6.30. Schanielabach (C3\_348), mittlere Höhenlage: 1594 m ü. M.

Partnunsee – Wasserfassung Frösch (N = 80) Wiederfang markierte Besatzfische

C3\_348, Jahresmittel: 5.5°C

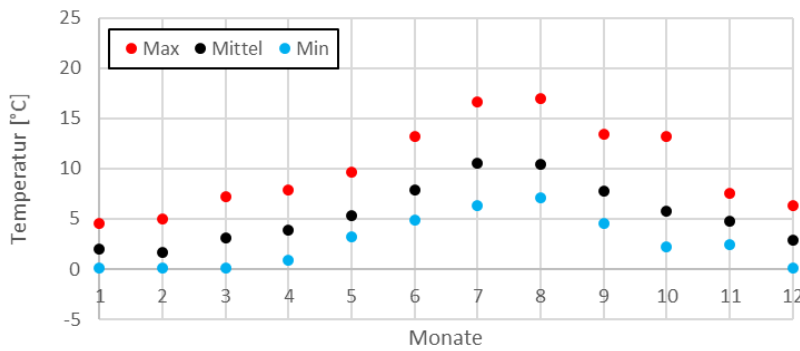


Abb. 126 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

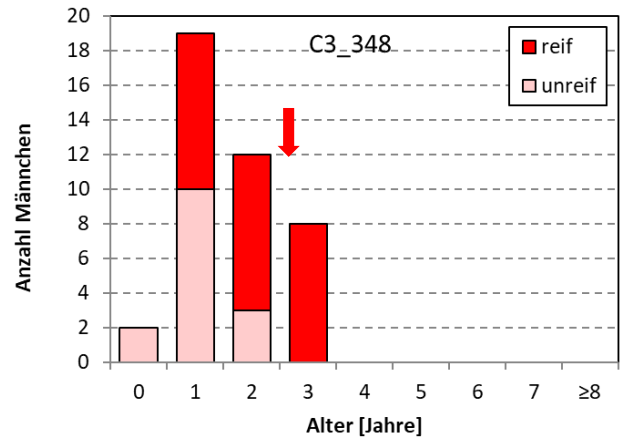
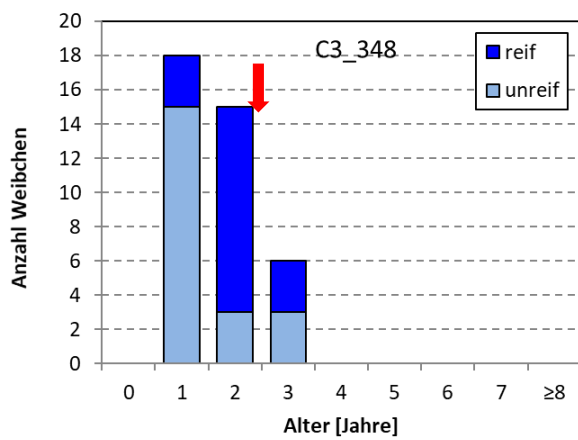
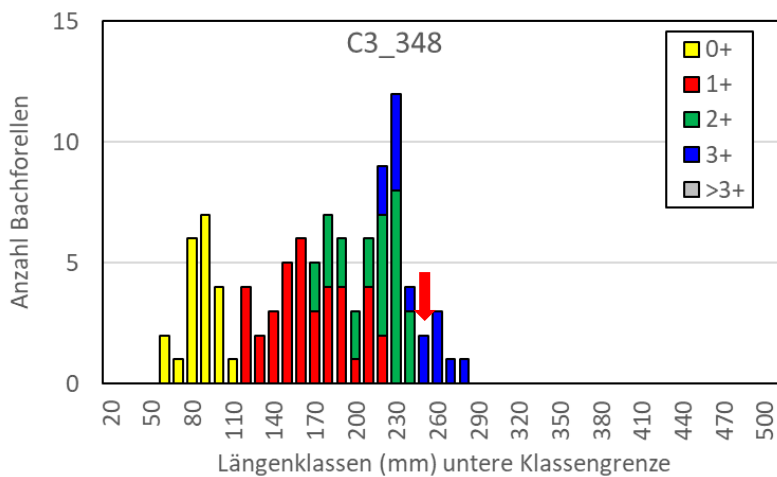
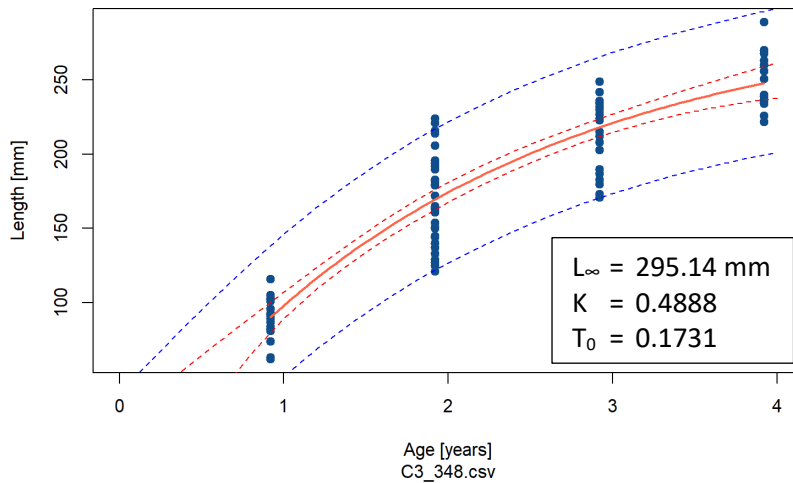


Abb. 127 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links)



C3_348	
Schanielabach: Partnunsee - Wasserfassung Frösch	
<b>Wachstum</b>	mittel
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	68
Beurteilung anhand Literatur	mittel
Beurteilung durch Fischereiaufseher	mittel
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	gering
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	800
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 128 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 129** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Schanielabach (Strecke C3\_348) liegt auf einer Höhe von 1400 m ü. M. Im Vergleich mit allen untersuchten Gewässern liegt er in der mittleren von drei Höhenlagen. Die mittlere Jahrestemperatur von 5.5°C entspricht dem Mittelwert über alle untersuchten Strecken.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation bis im 3. Lebensjahr ist mittel. Da die Wachstumskurve mit dem Alter stark abflacht, wird nur eine relativ geringe berechnete Maximallänge von 30 cm erreicht. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt die effektive Maximallänge noch tiefer (28 cm) ein als der anhand der Elektrofänge berechnete Wert.

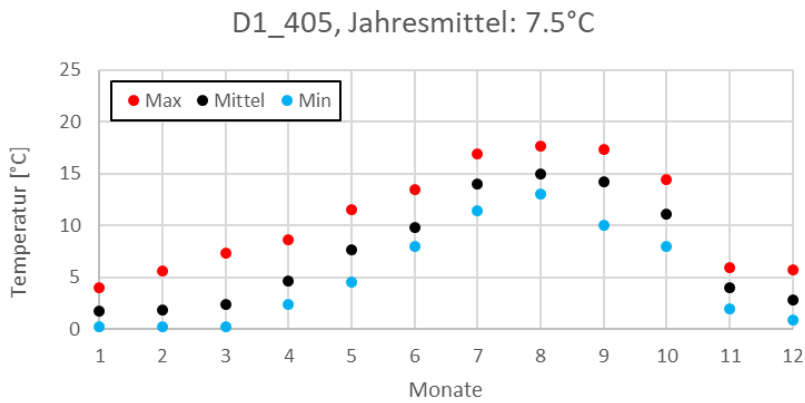
Beide Geschlechter laichen im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals ab. Reif werden aber weniger als 50% der 1<sup>+</sup>-Tiere. Im Alter von 2<sup>+</sup> laicht dann der überwiegende Teil der Männchen und Weibchen ab. Durch die Schonung aller Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> werden die Erstlaicher ausreichend geschützt. Dies ist mit einem **FMM von 25 cm** realisierbar.

#### Fazit:

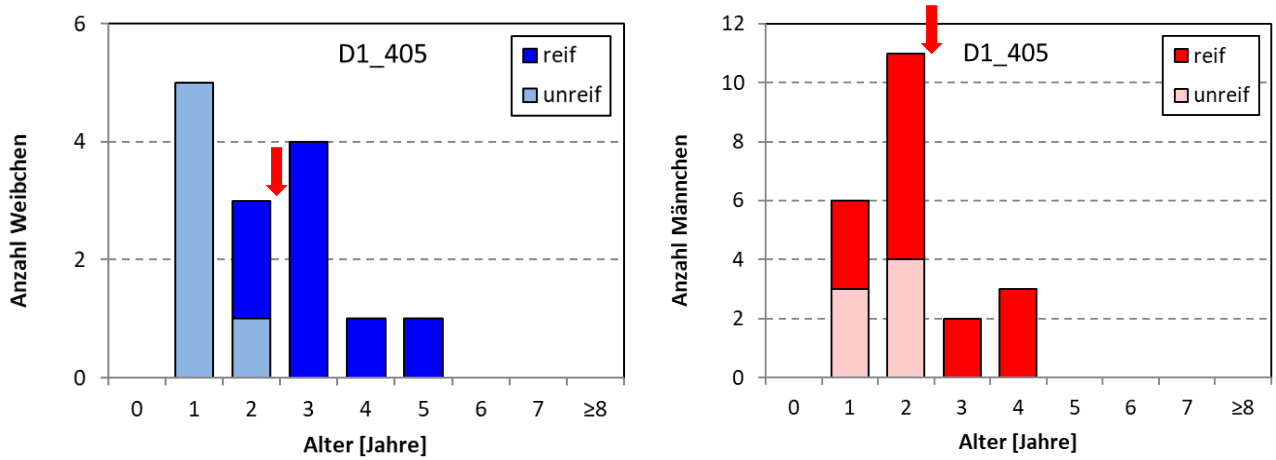
Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **mittel** ein. Die Wahrscheinlichkeit einer Rekrutierungsüberfischung ist deshalb gering; eine Wachstumsüberfischung kann hingegen bei nicht angepassten Schonbestimmungen vorkommen. Deshalb sollten Erstlaicher, d. h. sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam geschützt werden, was durch ein **FMM von 25 cm** realisierbar ist.

**6.31. En/Inn (D1\_405), mittlere Höhenlage: 1712 m ü. M.**

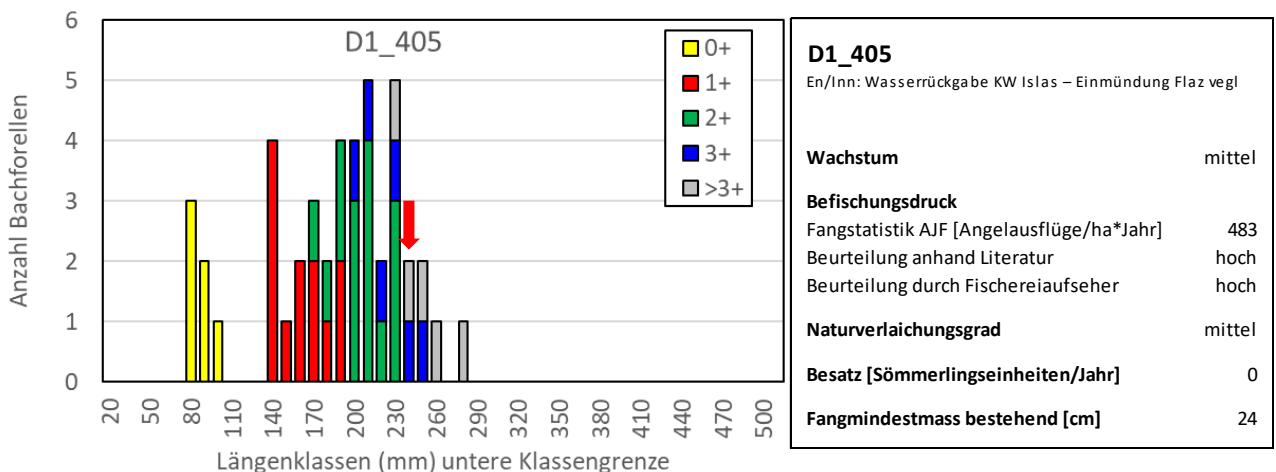
Wasserrückgabe KW Islas – Einmündung Flaz vegl (N = 36)



**Abb. 130** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

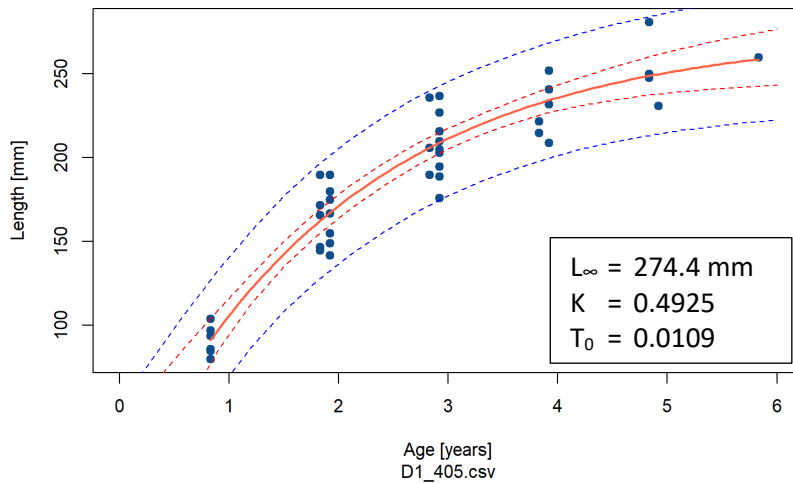


**Abb. 131** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



D1_405	
En/Inn: Wasserrückgabe KW Islas – Einmündung Flaz vegl	
<b>Wachstum</b>	mittel
<b>Befischungsdruk</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	483
Beurteilung anhand Literatur	hoch
Beurteilung durch Fischereiaufseher	hoch
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	mittel
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	0
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

**Abb. 132** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 133** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die obere En/Inn-Strecke (D1\_405) liegt auf einer Höhe von 1700 m ü. M. Im Vergleich mit den anderen Strecken wird sie anhand der Höhenlage in die mittlere Gruppe eingeteilt. Die Erwärmung des Wassers im St. Moritzersee führt dazu, dass die mittlere Jahrestemperatur des Wassers mit 7.5°C deutlich über dem Durchschnitt aller Gewässer liegt.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist als mittel zu bezeichnen. Da die Wachstumskurve mit dem Alter der Fische relativ stark abflacht, erreicht die Population nur eine geringe berechnete Maximallänge von 27 cm. Gemäss Erfahrungen des zuständigen Fischereiaufsehers ist die auf Grund der Elektrofänge berechnete theoretische Maximallänge zu tief und müsste bei rund 50 cm liegen. Dies wird bestätigt durch die Fangstatistik: Hohe Anteile der gefangenen Fische sind grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4).

Die Männchen werden im Alter von 1<sup>+</sup> und die Weibchen ein Jahr später erstmals laichreif. Im Alter von 2<sup>+</sup> wird der überwiegende Anteil beider Geschlechter reif. Zum wirksamen Schutz der Erstlaicher sollten deshalb alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden. Dies ist mit einem **FMM von 24 cm** möglich.

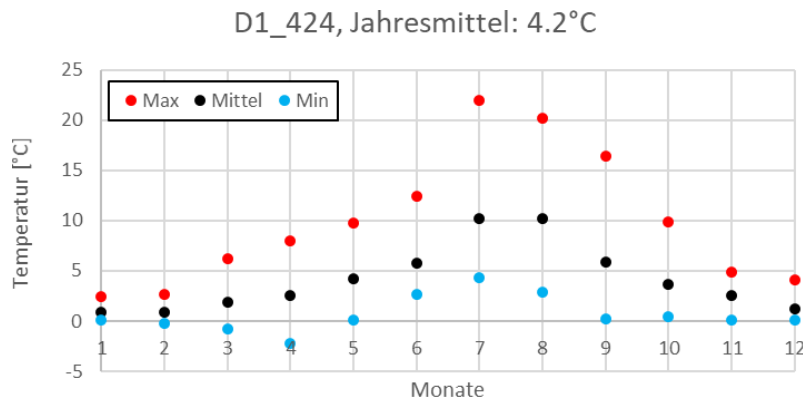
#### Fazit:

Anhand der Beurteilung durch den zuständigen Fischereiaufseher und eine Analyse auf Grund von Literaturangaben wird der Befischungsdruck übereinstimmend als **hoch** eingestuft. Eine Rekrutierungsüberfischung ist deshalb bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich. Um dies zu verhindern, sollten Erstlaicher, d. h. sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam geschützt werden, was durch ein **FMM von 24 cm** umzusetzen ist.

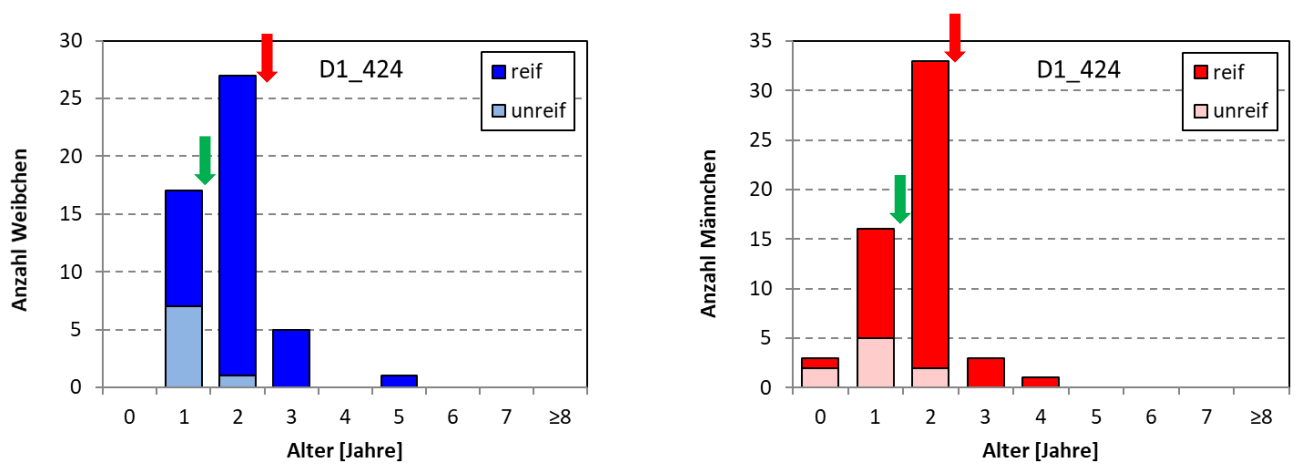
**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 24 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

**6.32. Ova dal Vallun (D1\_424), mittlere Höhenlage: 2019 m ü. M.**

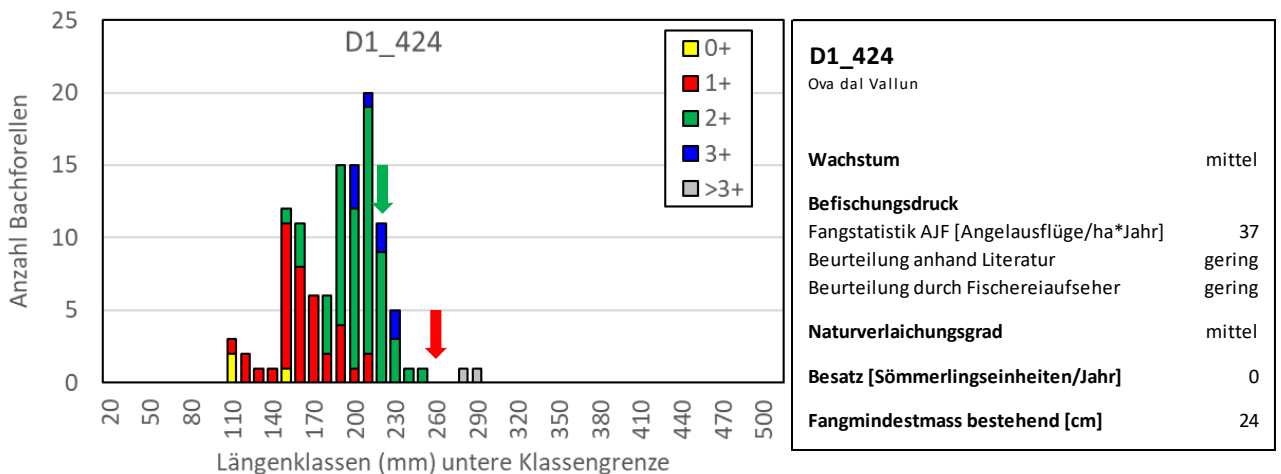
**(N = 106)**



**Abb. 134** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

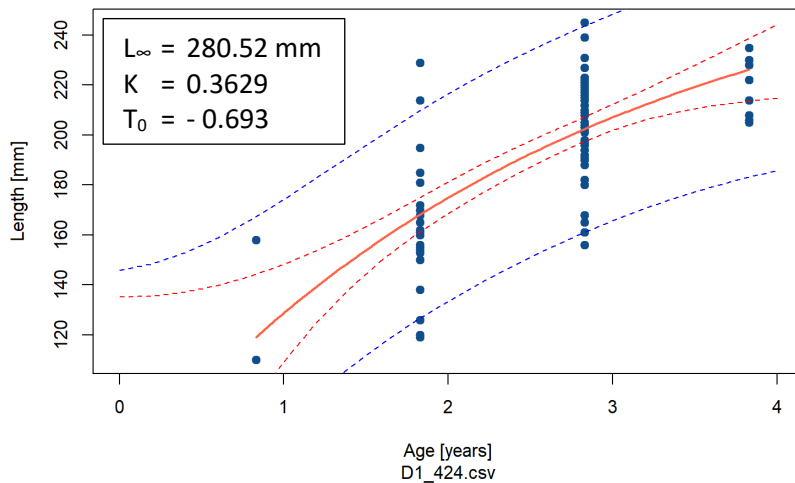


**Abb. 135** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 136** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 137** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Ova dal Vallun (Strecke D1\_424) gehört mit einer Höhe von 2100 m ü. M. zu den höchstgelegenen, im Rahmen dieser Studie untersuchten Gewässern. Die relativ kühle mittlere Jahrestemperatur von 4.2°C entspricht den Erwartungen auf Grund der Höhenlage.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel. Da die Wachstumskurve mit dem Alter der Tiere relativ stark abflacht, ist die berechnete Maximallänge mit 28 cm nur gering. Die Geschlechtsreife tritt bei beiden Geschlechtern früh ein, der überwiegende Teil der Tiere wird im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif. Da die Qualität der Eier der 1<sup>+</sup>-Weibchen oft begrenzt ist, sollten zusätzlich die 2<sup>+</sup>-Forellen geschont werden. Dazu wäre ein **FMM von 26 cm** erforderlich.

In begründeten Fällen, d. h. Bei geringem Befischungsdruck und wenn die gute Eiqualität von 1<sup>+</sup>-Weibchen belegt ist, kann der Schutz auf die 1<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was durch ein **FMM von 22 cm** erreicht werden kann.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **gering** ein. Die Wahrscheinlichkeit einer Überfischung ist deshalb gering. Deshalb kann die «niedrigere Hürde» für die Festlegung eines FMM gewählt werden: Alle Altersklassen inkl. 1<sup>+</sup> werden wirksam geschützt. Dies ist bei einem FMM von **22 cm** realisierbar.

### 6.33. Ova da Bernina (D1\_431), mittlere Höhenlage: 2078 m ü. M.

Arlas – Wasserfassung Pro Nouv (N = 84) Wiederfang markierte Besitzfische

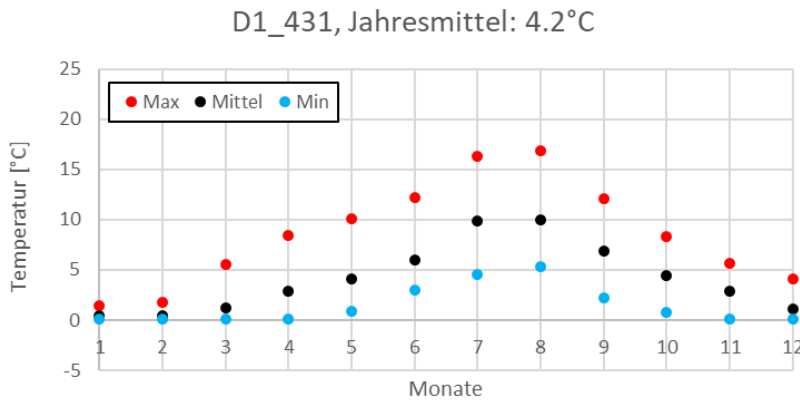


Abb. 138 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

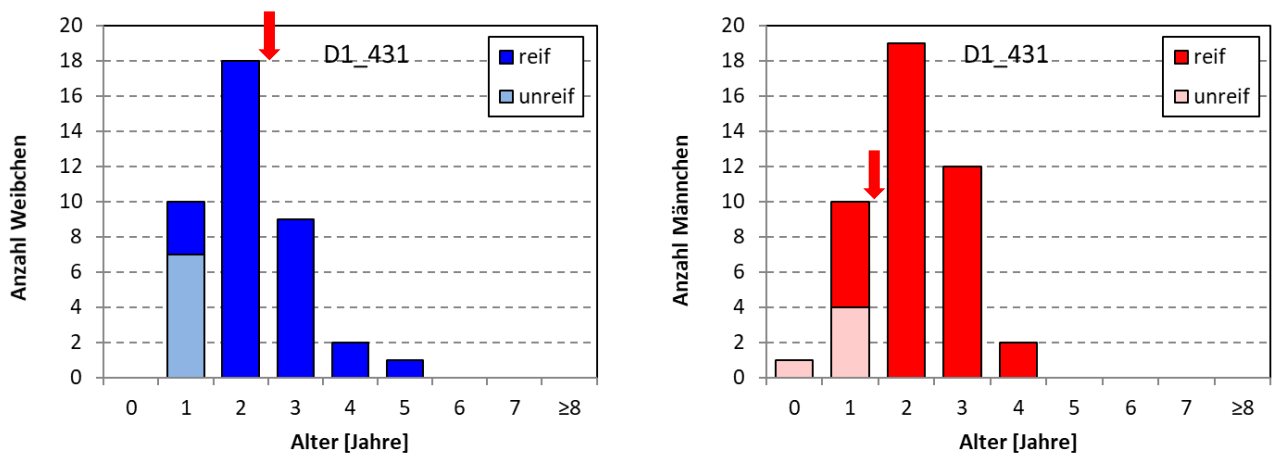
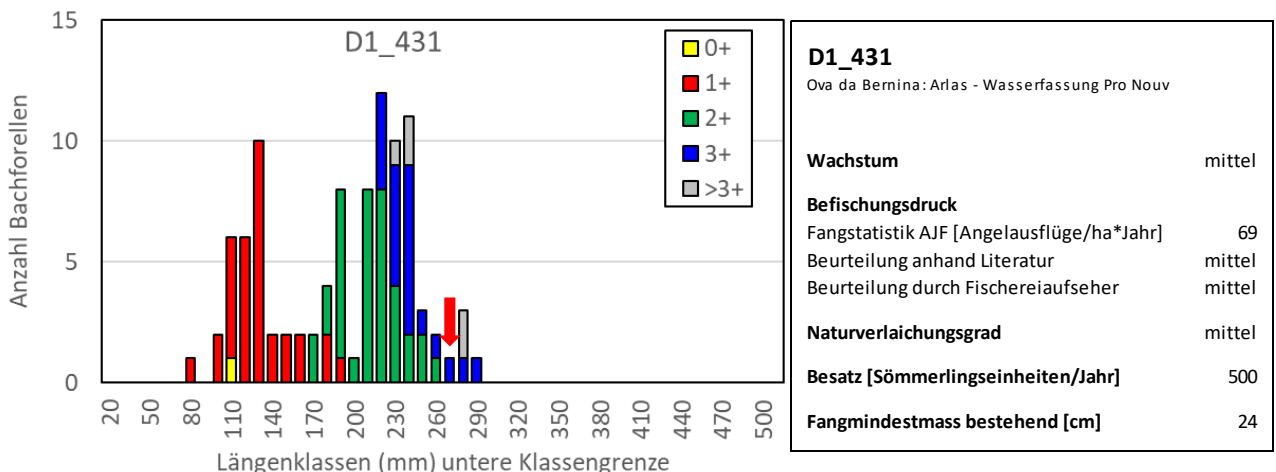
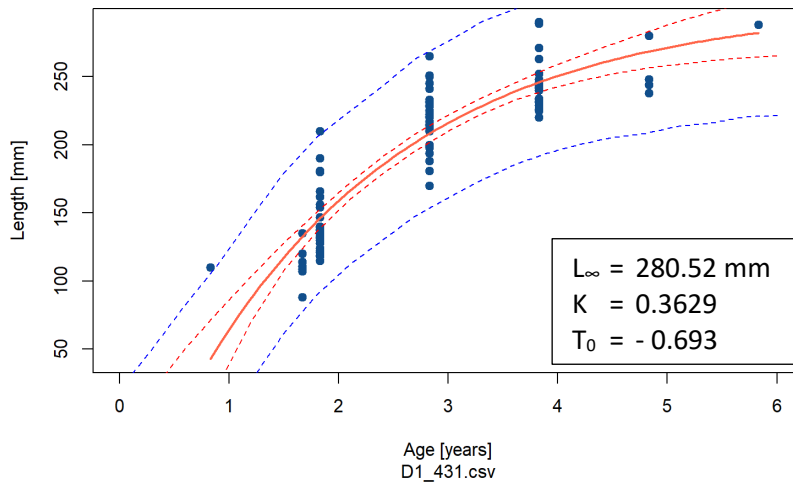


Abb. 139 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



D1_431	
Ova da Bernina: Arlas - Wasserfassung Pro Nouv	
<b>Wachstum</b>	mittel
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	69
Beurteilung anhand Literatur	mittel
Beurteilung durch Fischereiaufseher	mittel
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	mittel
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	500
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 140 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 141** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), «resampling residuals». Kasten: Modellparameter.

Die Ova da Bernina (Strecke D1\_431) gehört mit 2100 m ü. M. zu den höchstgelegenen Gewässern, die im Rahmen dieser Studie untersucht wurden. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers ist mit 4.2°C entsprechend kühl. In fünf Monaten des Jahres war das Monatsmittel nahe bei 0°C.

Trotz dieser harschen Lebensbedingungen ist das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren als mittel zu bezeichnen. Wegen der starken Abflachung der Wachstumskurve mit zunehmendem Alter ist die berechnete Maximallänge der Population mit 28 cm nur gering. Auch die Fangstatistik deutet darauf hin, dass die effektive Maximallänge durch die Berechnung eher unterschätzt wird: Hohe Anteile der in der Fangstatistik ausgewiesenen Fische sind grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4).

Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, über die Hälfte der Männchen, aber nur etwa 30% der Weibchen. Im Alter von 2<sup>+</sup> und älter waren sämtliche Tiere beider Geschlechter geschlechtsreif. Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung sollten deshalb alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden. Dies kann mit einem **FMM von 27 cm** erreicht werden.

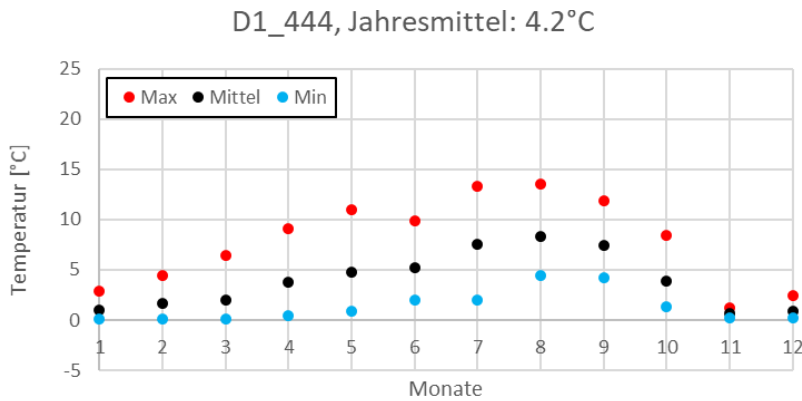
#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse auf Grund von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck übereinstimmend als **mittel** ein. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen ist eine Rekrutierungsüberfischung sehr unwahrscheinlich; eine Wachstumsüberfischung hingegen möglich. Deshalb sollten Erstlaicher, d. h. sämtliche Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam geschützt werden, was durch ein **FMM von 27 cm** erreichbar ist.

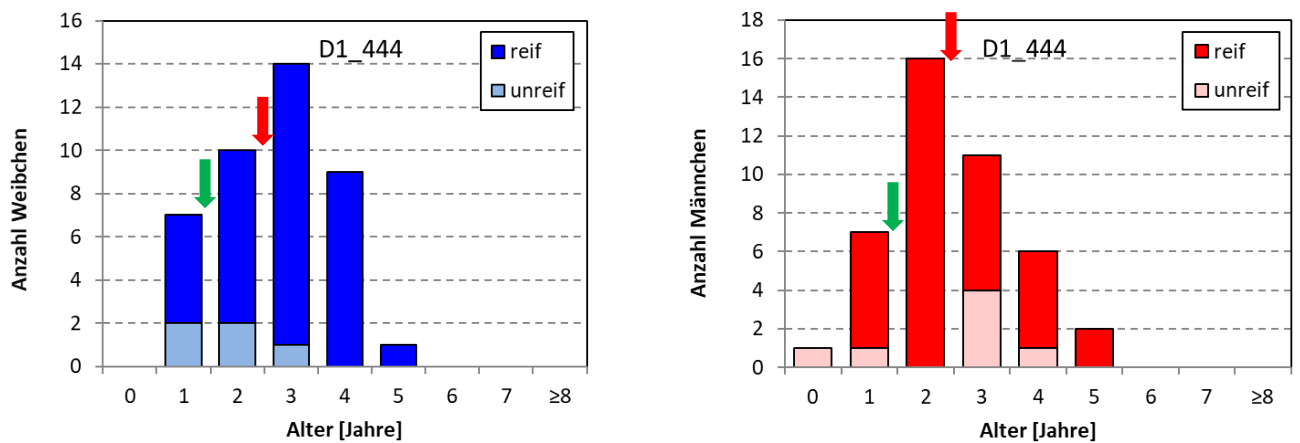
**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 27 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

**6.34. Beverin (D1\_444), mittlere Höhenlage: 1842 m ü. M.**

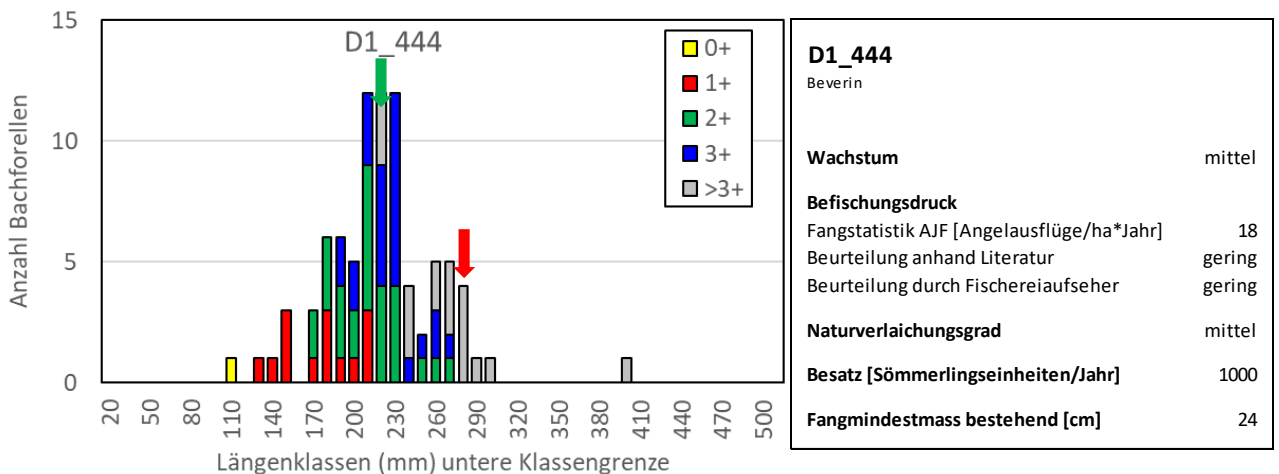
**(N = 84)**



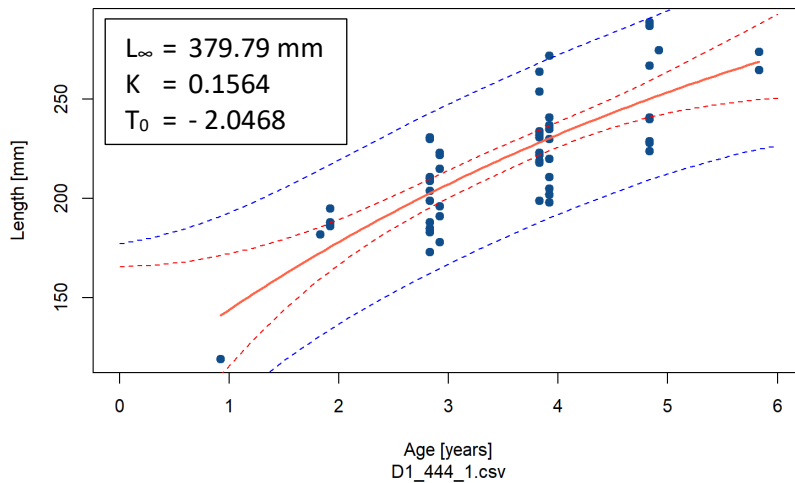
**Abb. 142** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.



**Abb. 143** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 144** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 145** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter. Tiere > 400 mm wurden ausgeschlossen.

Der Beverin (Strecke D1\_444) gehört mit einer Höhe von 1800 m ü. M. zum Drittel der am höchsten gelegenen untersuchten Gewässerstrecken. Die mittlere Jahrestemperatur ist mit 4.2°C entsprechend tief.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist als mittel einzustufen. Da die Wachstumskurve mit dem Alter der Fische kaum abflacht (Koeffizient  $K = 0.06$ ) ist die berechnete Maximallänge der Population mit 38 cm hoch. Es ist davon auszugehen, dass dieser theoretische Wert auch in optimalen Habitaten nicht erreicht wird. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt, dass die effektive Maximallänge bei rund 30 cm liegen dürfte.

Die Geschlechtsreife tritt bei beiden Geschlechtern früh ein, der grösste Teil der Männchen und Weibchen wird im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif. Da die Qualität der Eier der 1<sup>+</sup>-Weibchen oft gering ist, sollten abgesehen von den Erstlaichern zusätzlich die 2<sup>+</sup>-Forellen geschont werden. Dazu wäre ein **FMM von 28 cm** erforderlich. In begründeten Fällen, z. B. wenn die gute Eiqualität von 1<sup>+</sup>-Weibchen belegt und der Befischungsdruck gering ist, kann der Schutz auf die 1<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was durch ein **FMM von 22 cm** erreicht werden kann.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **gering** ein. Eine Überfischung ist deshalb unwahrscheinlich. Deshalb kann die «niedrigere Hürde» für die Festlegung eines FMM gewählt werden: Alle Altersklassen inkl. 1<sup>+</sup> werden wirksam geschützt. Dies ist mit einem FMM von **22 cm** umzusetzen.

### 6.35. En/Inn (D2\_408), mittlere Höhenlage: 1555 m ü. M.

Wasserfassung S-chanf – Einmündung Spöl (N = 89)

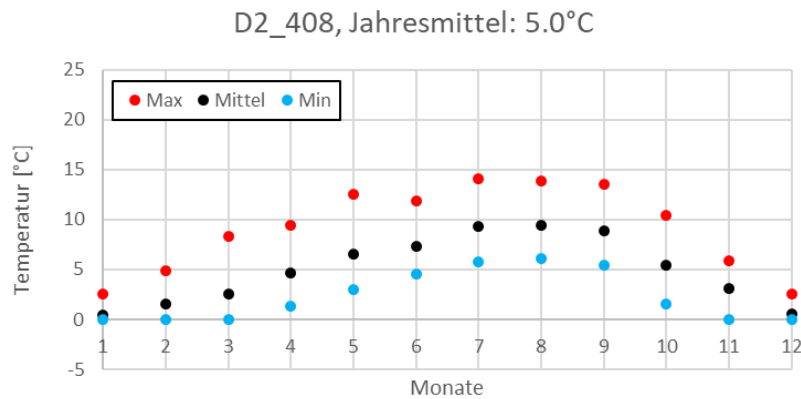


Abb. 146 Wassertemperaturen aus dem Jahr 2016 basierend auf den Messungen an der BAFU-Messstelle Nr. 2462.

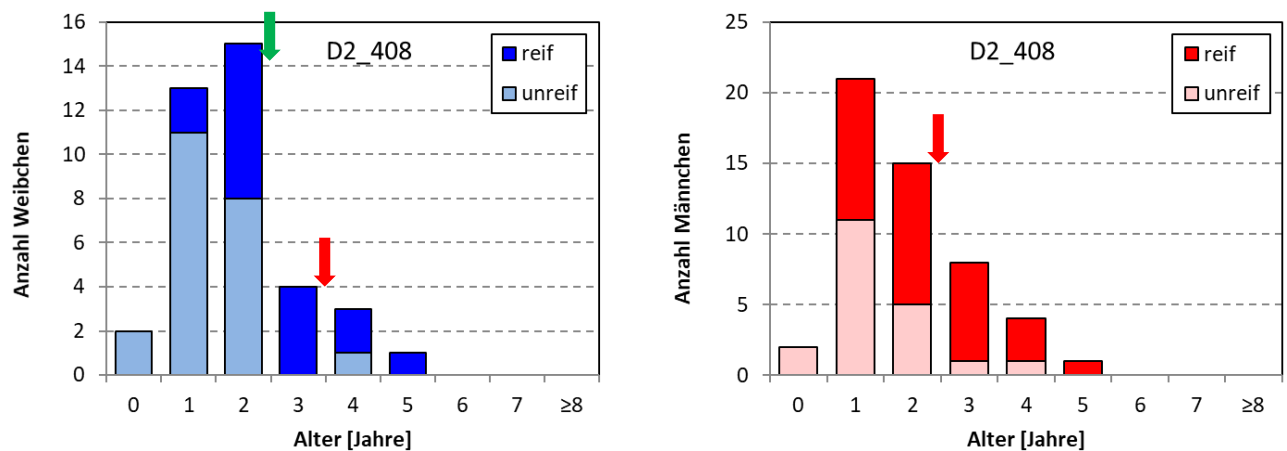
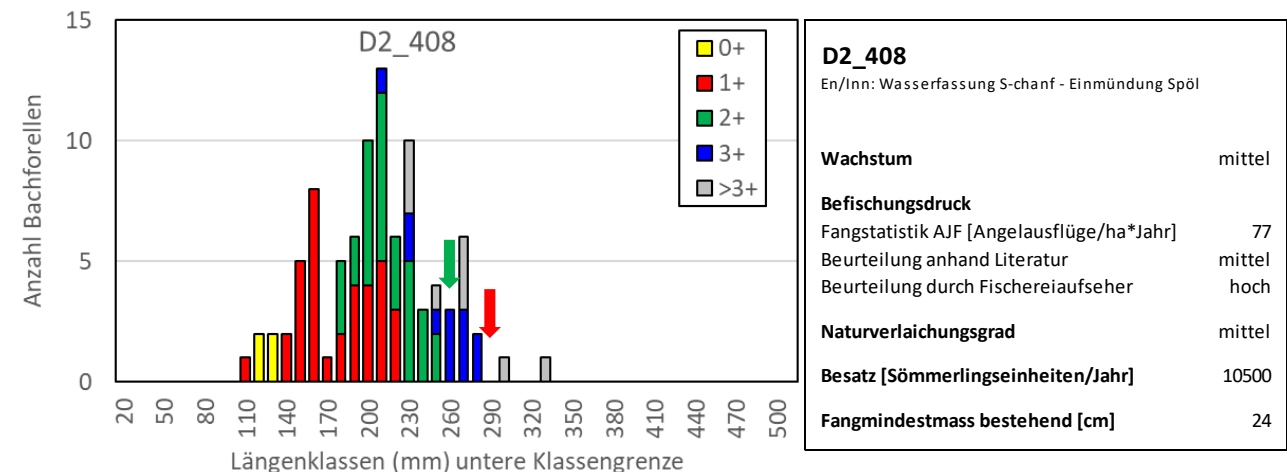
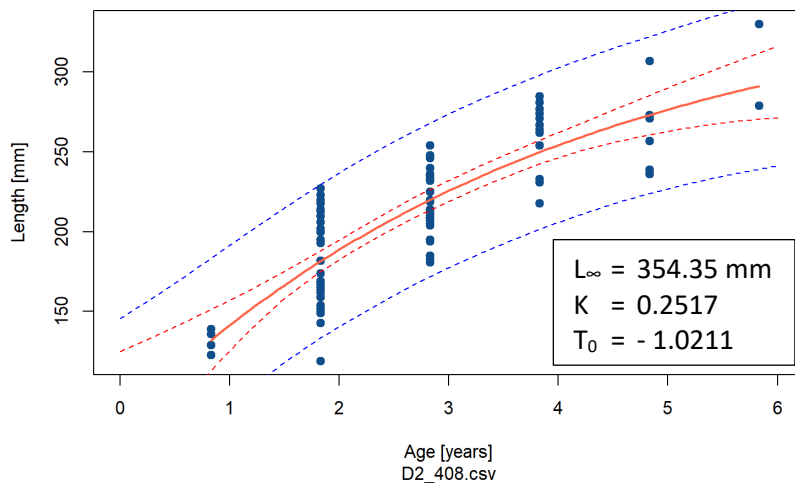


Abb. 147 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



D2_408	
En/Inn: Wasserfassung S-chanf - Einmündung Spöl	
<b>Wachstum</b>	mittel
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	77
Beurteilung anhand Literatur	mittel
Beurteilung durch Fischereiaufseher	hoch
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	mittel
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	10500
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 148 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 149** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die mittlere Strecke des En/Inn (D2\_408) liegt auf einer Höhe von 1620 m ü. M. und gehört hinsichtlich der Höhenlage zum mittleren Drittel der untersuchten Gewässer. Dies schlägt sich auch in der mittleren Jahrestemperatur des Wassers von 5.0°C, welche in der mittleren von drei Klassen liegt.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren mittel, flacht aber mit dem Alter der Tiere ab, sodass die berechnete Maximallänge nur einen durchschnittlichen Wert von 35 cm erreicht. Dieser Wert ist gemäss Erfahrung des zuständigen Fischereiaufsehers zu tief und dürfte effektiv rund 50 cm betragen.

Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals reif. Erst im Alter von 3<sup>+</sup> ist aber der überwiegende Anteil beider Geschlechter laichreif. Bei hohem Befischungsdruck sollten alle Jahrgänge bis und mit 3<sup>+</sup> geschont werden, was mit einem **FMM von 29 cm** erreichbar wäre.

Ist der Befischungsdruck nur mässig oder gering, kann der Schutz auf die Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> beschränkt werden, zumal ein Teil beider Geschlechter bereits im Alter von 1<sup>+</sup> ablaicht. Um das Schutzziel 2<sup>+</sup> zu erreichen, ist ein **FMM von 26 cm** notwendig.

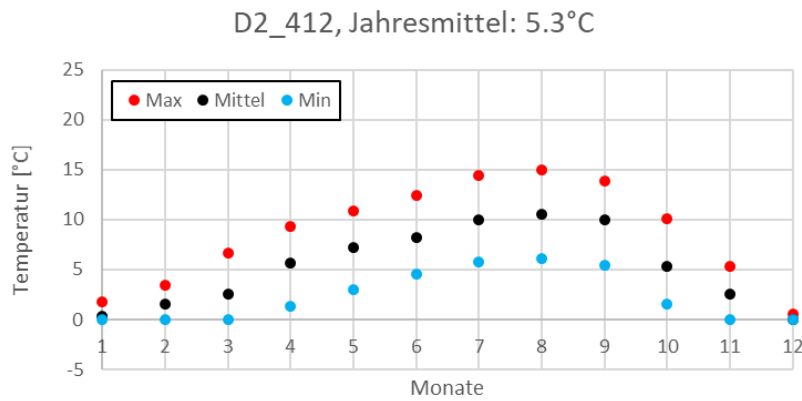
#### Fazit

Der Befischungsdruck wurde vom zuständigen Fischereiaufseher als **hoch** und auf Grund des Literaturstudiums als **mittel** eingeschätzt. Eine Rekrutierungsüberfischung ist deshalb bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich. Das **FMM** sollte deshalb so hoch gewählt werden, dass alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup>-Bachforellen geschützt sind, d. h. **29 cm**.

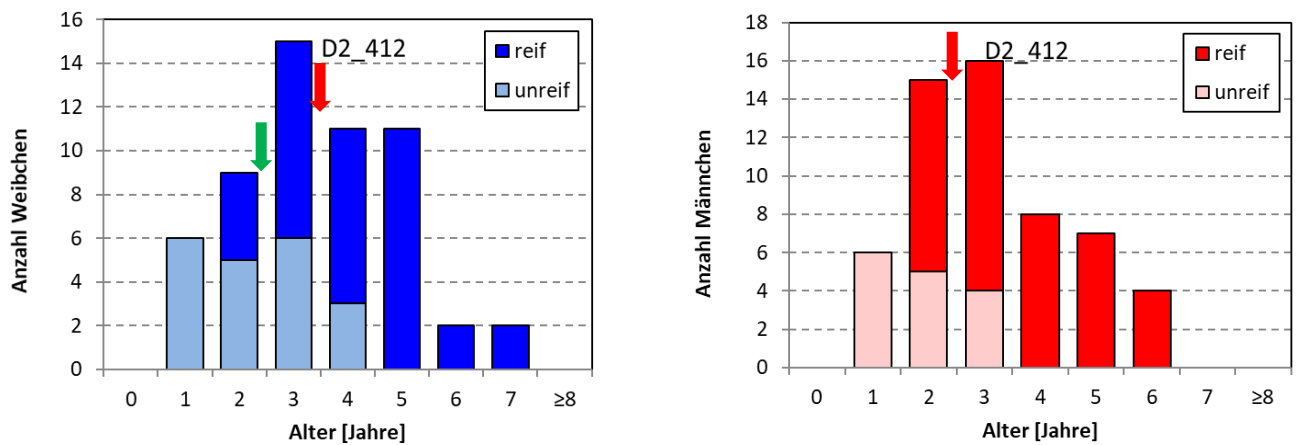
**Alternativ-Variante EF:** Gemäss Einschätzung des Fischereiaufsehers liegt die Maximallänge bei rund 50 cm, woraus sich die Möglichkeit eines EF ergibt. Trotz des je nach Beurteilung hohen Befischungsdrucks spricht die lange Schonstrecke (ca. 40% der Streckenlänge) dafür, die **Untergrenze** des EF relativ tief bei **26 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) anzusetzen. Die **Oberschranke** ist bei 2/3 der Maximallänge gemäss Einschätzung durch den Fischereiaufseher, nämlich bei **33 cm** festzulegen.

**6.36. En/Inn (D2\_412), mittlere Höhenlage: 1095 m ü. M.**

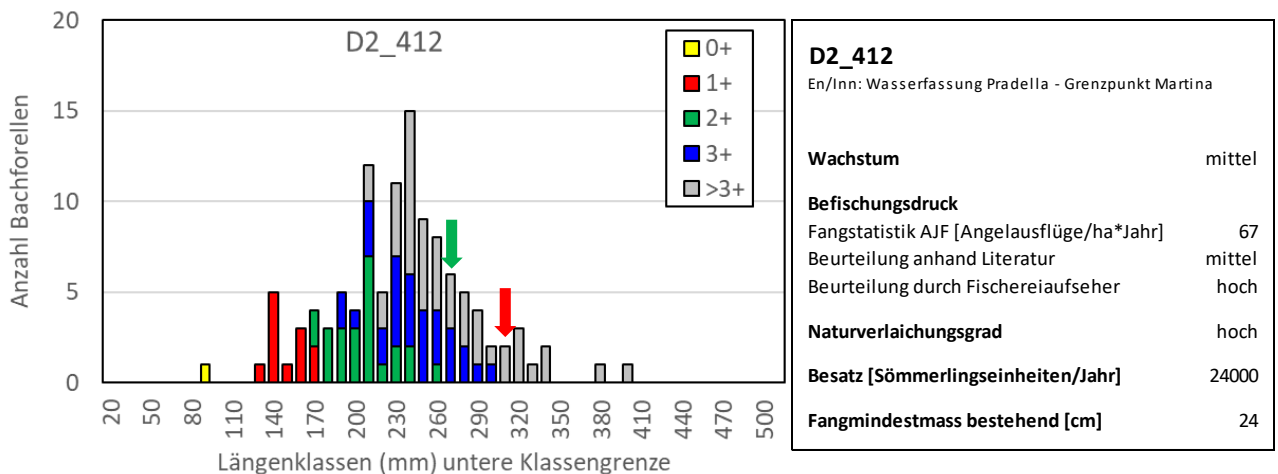
Wasserfassung Pradella - Grenzpunkt Martina (N = 112)



**Abb. 150** Wassertemperaturen aus dem Jahr 2016 basierend auf den Messungen an der BAFU-Messstelle Nr. 2265.

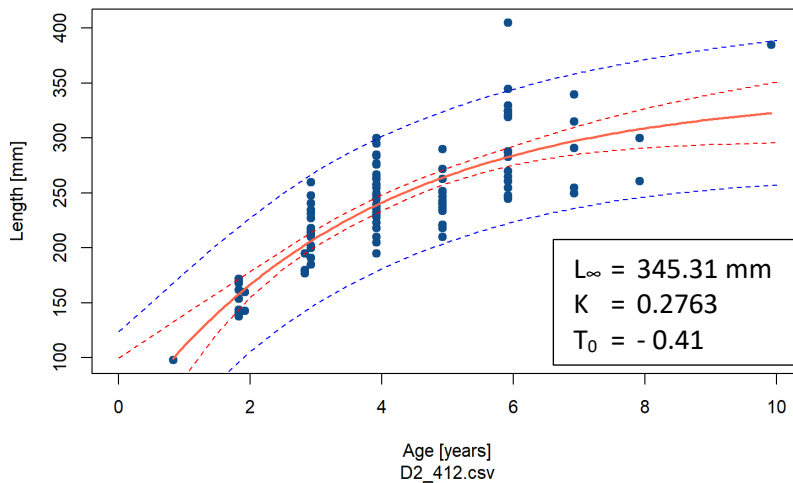


**Abb. 151** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 152** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 153** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die untere En/Inn-Strecke (D2\_412) liegt auf einer Höhe von 1130 m ü. M. und gehört damit zum Drittel der am tiefsten gelegenen Gewässer im Rahmen der vorliegenden Untersuchung. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers von 5.3°C liegt in der mittleren von drei Klassen.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist als mittel zu bezeichnen. Mit zunehmendem Alter flacht die Wachstumskurve relativ stark ab, sodass die berechnete Maximallänge mit 35 cm nur durchschnittlich ausfällt. Nach Erfahrung des zuständigen Fischereiaufsehers unterschätzt die berechnete Maximallänge das Wachstumspotenzial der Population die Bachforellen werden bis 50 cm lang. Beide Geschlechter werden erstmals im Alter von 2<sup>+</sup> laichreif. Während der überwiegende Anteil der 2<sup>+</sup>-Männchen reif ist, werden die Weibchen derselben Altersklasse nur zu 44% reif. Im Alter von 3<sup>+</sup> ist der überwiegende Anteil beider Geschlechter reif. Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung sind bei hohem Befischungsdruck alle Jahrgänge bis und mit 3<sup>+</sup> zu schonen. Dies ist mit einem **FMM von 31 cm** erreichbar. Ist der Befischungsdruck nur mässig oder gering, kann der Schutz auf die Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> beschränkt werden. Um das Schutzziel 2<sup>+</sup> zu erreichen, ist ein **FMM von 27 cm** notwendig. Da die Altersklassen relativ stark überlappen, kann mit dem FMM von 26 cm neben den 2<sup>+</sup>-Tieren ein Teil der 3<sup>+</sup> und sogar ein Teil der >3<sup>+</sup>-Forellen geschont werden.

#### Fazit

Der Befischungsdruck wurde vom zuständigen Fischereiaufseher als **hoch** und auf Grund des Literaturstudiums als **mittel** eingeschätzt. Deshalb ist bei nicht angepassten Schonbestimmungen eine Rekrutierungsüberfischung möglich. Das FMM sollte deshalb so hoch gewählt werden, dass alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup>-Bachforellen geschützt sind. Dieses Schutzziel kann mit einem **FMM von 31 cm** erreicht werden.

**Alternativ-Variante EF:** Gemäss Einschätzung des Fischereiaufsehers liegt die Maximallänge bei rund 50 cm, woraus sich die Möglichkeit eines EF ergibt. Trotz des je nach Beurteilung hohen Befischungsdrucks sprechen die Schonbestimmungen (lange Schonstrecke zwischen Punt Nova und der Einmündung des Spöl, lange, nur vom einen Ufer aus befischbare Strecke) dafür, die **Untergrenze** des EF relativ tief bei **27 cm** (Schutz bis und mit Altersklasse 2<sup>+</sup>) anzusetzen. Die **Oberschranke** ist bei  $\frac{2}{3}$  der Maximallänge gemäss Einschätzung durch den Fischereiaufseher, nämlich bei **33 cm** festzulegen.

### 6.37. Spöl (D2\_453), mittlere Höhenlage: 1564 m ü. M.

Stausee Ova Spin - Einmündung Cluozza (N = 60)

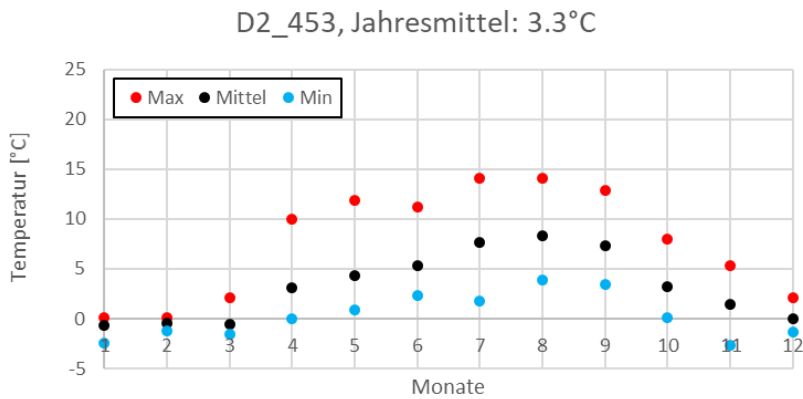


Abb. 154 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

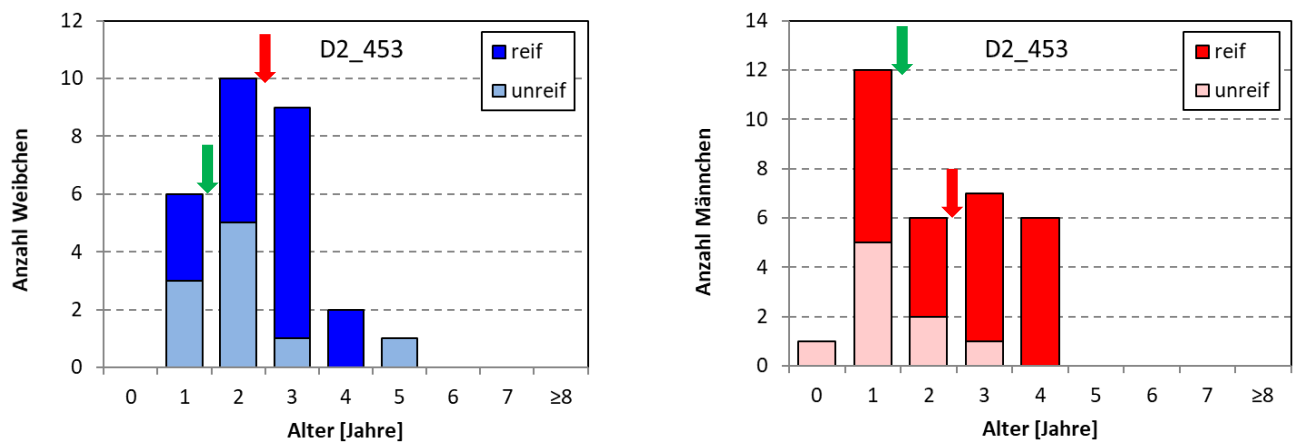
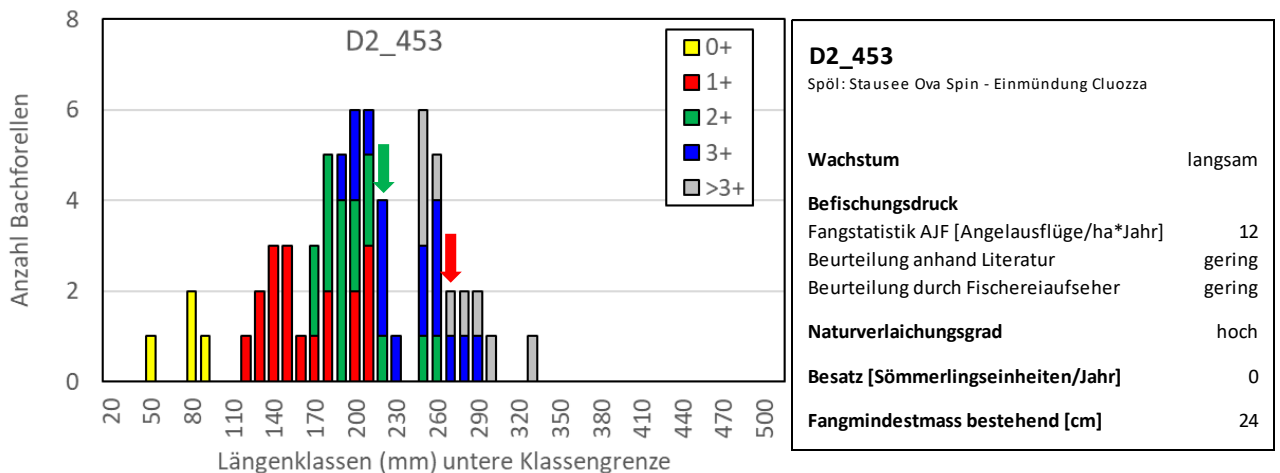
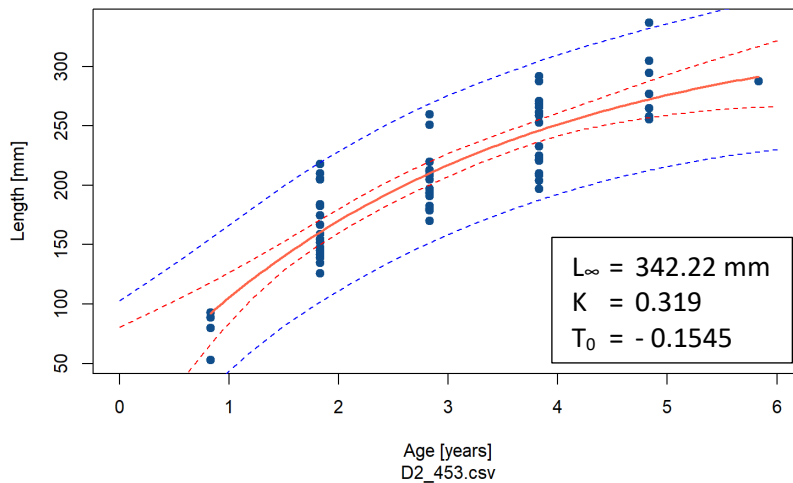


Abb. 155 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



D2_453	
Spöl: Stausee Ova Spin - Einmündung Cluozza	
<b>Wachstum</b>	langsam
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	12
Beurteilung anhand Literatur	gering
Beurteilung durch Fischereiaufseher	gering
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	hoch
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	0
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 156 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 157** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der Spöl (Strecke D2\_453) liegt auf einer Höhe von 1487 m ü. M. und gehört damit hinsichtlich seiner Höhenlage zur mittleren von drei Gruppen der untersuchten Gewässer. Mit einer mittleren Jahrestemperatur von 3.3°C handelt es sich um eines der kältesten aller untersuchten Gewässer. Die Temperatur wird wesentlich durch den Stausee Ova Spin beeinflusst, d. h. aus welcher Tiefe des Stausees das Wasser stammt, das in den Spöl abgegeben wird. Die tiefen winterlichen Minima von bis zu -2.6°C deuten darauf hin, dass der Logger zeitweise im festen Eis eingeschlossen war. Dies dürfte angesichts der auch im Sommer tiefen Werte das Gesamtergebnis nur geringfügig beeinflussen.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation des Spöls ist in den ersten drei Lebensjahren nur langsam. Da die Wachstumskurve mit zunehmendem Alter nur mässig abflacht, resultiert eine berechnete Maximallänge von 34 cm, welche etwa dem Durchschnitt aller untersuchten Populationen entspricht.

Trotz der harschen Lebensbedingungen werden die Bachforellen bereits im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif. Sowohl im Alter von 1<sup>+</sup> als auch im Alter von 2<sup>+</sup> ist rund die Hälfte der Weibchen und der Grossteil der Männchen reif.

Da die Eier der 1<sup>+</sup>-Weibchen oft von minderer Qualität sind, sollten zusätzlich zu den 1<sup>+</sup>- auch die 2<sup>+</sup>-Forellen geschont werden. Dazu wäre ein **FMM von 27 cm** erforderlich.

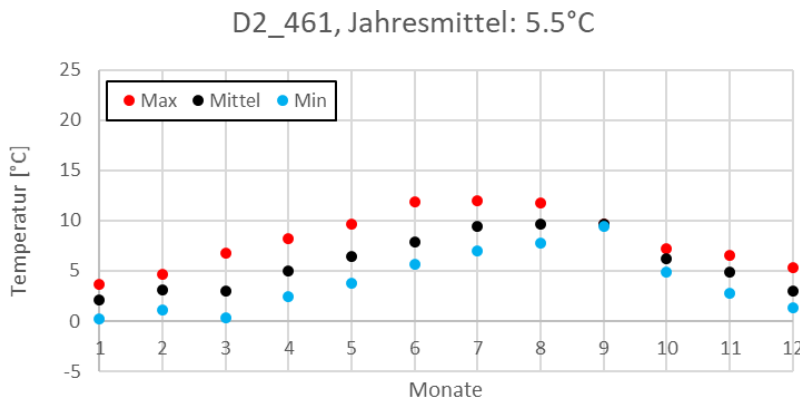
In begründeten Fällen, d. h., wenn die gute Eiqualität der 1<sup>+</sup>-Weibchen belegt und der Befischungsdruck gering ist, kann der Schutz auf die 1<sup>+</sup>-Tiere beschränkt werden, was durch ein **FMM von 22 cm** erreicht werden kann.

#### Fazit:

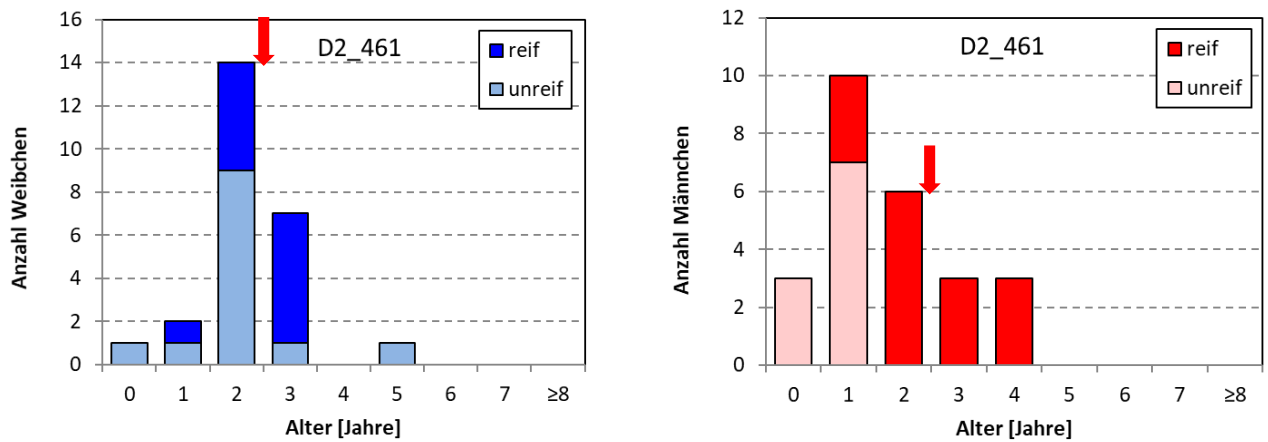
Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **gering** ein. Die Wahrscheinlichkeit einer Überfischung ist deshalb gering. Deshalb kann die «niedrigere Hürde» für die Festlegung eines FMM gewählt werden: Alle Altersklassen inkl. 1<sup>+</sup> werden wirksam geschützt. Dies ist mit einem FMM von **22 cm** umzusetzen.

**6.38. Susasca (Chant Blau) (D2\_461), mittlere Höhenlage: 1858 m ü. M.**

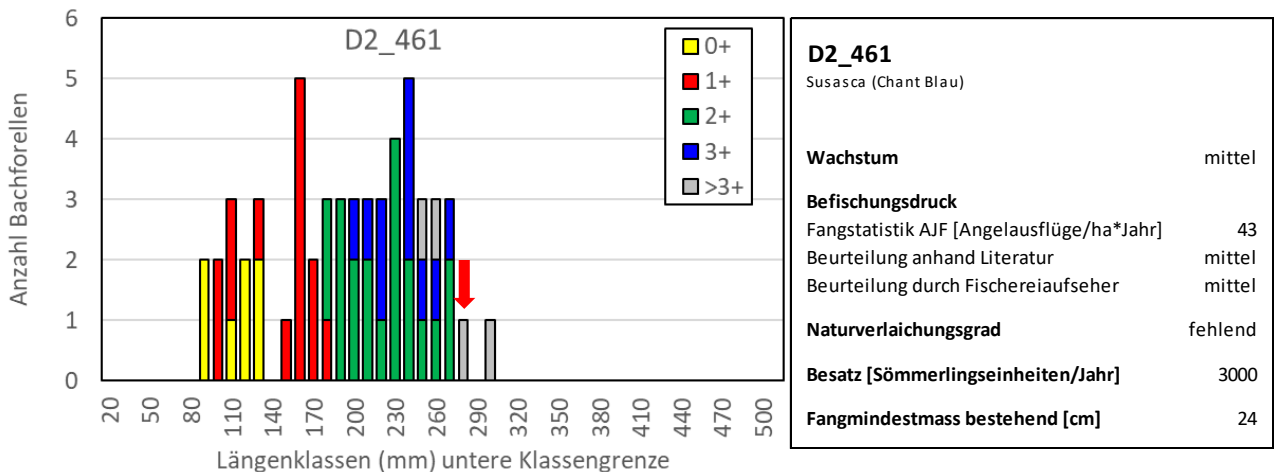
**(N = 50) Wiederfang markierte Besatzfische**



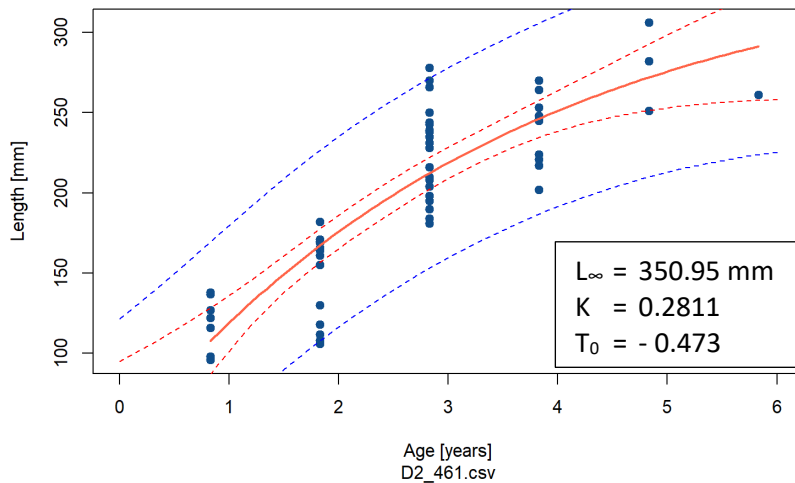
**Abb. 158** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.



**Abb. 159** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 160** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 161** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Susasca (Chant Blau, Strecke D2\_461) liegt auf einer Höhe von 1800 m ü. M. und gehört damit zum Drittel der höchstgelegenen untersuchten Gewässer. Auf Grund der mittleren Jahrestemperatur von 5.5°C wird sie in die mittlere von drei Gruppen eingeteilt.

Die Bachforellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren durch ein mittleres Wachstum charakterisiert. Im Laufe des Alters flacht die Wachstumskurve etwas ab, was eine dem Durchschnitt entsprechende theoretische Maximallänge von 35 cm zur Folge hat.

Beide Geschlechter werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif, 30% der Männchen und 1 von 2 Weibchen. Im Alter von 2<sup>+</sup> waren sämtliche Männchen und 36% der Weibchen reif.

Angesichts der Tatsache, dass bereits ein Teil der 1<sup>+</sup>-Tiere laichreif werden, ist mit dem Schutz der Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> eine nachhaltige Befischung möglich. Dazu ist ein **FMM von 28 cm** notwendig.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **mittel** ein. Die Wahrscheinlichkeit einer Rekrutierungsüberfischung ist deshalb eher gering. Eine Wachstumsüberfischung hingegen ist bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich. Es sollte ein FMM gewählt werden, bei dem alle Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam geschützt werden. Dies ist mit einem **FMM von 28 cm** umzusetzen.

Das AJF schätzt die **Naturverlaichung** in der Susasca als **«fehlend»** ein, fügt aber an, dass dies zu überprüfen ist. Bei effektiv fehlender Naturverlaichung müsste die Bewirtschaftung der Gewässerstrecke nicht auf Nachhaltigkeit ausgerichtet werden, und das FMM könnte auf 22 cm, die minimale Vorgabe laut Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei zurückgesetzt werden. Langfristiges Ziel ist aber, durch Revitalisierung bzw. Sanierung des Abflussregimes Voraussetzungen zu schaffen für eine funktionierende natürliche Fortpflanzung. Dies würde eine Neubeurteilung der Schonbestimmungen bedingen.

### 6.39. Clemgia (D2\_471), mittlere Höhenlage: 2053 m ü. M.

Quelle bis Einmündung Aua da Sesvenna (N = 67)

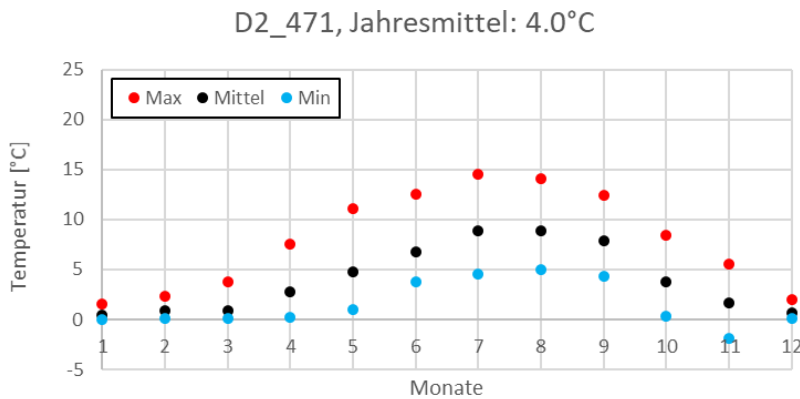


Abb. 162 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

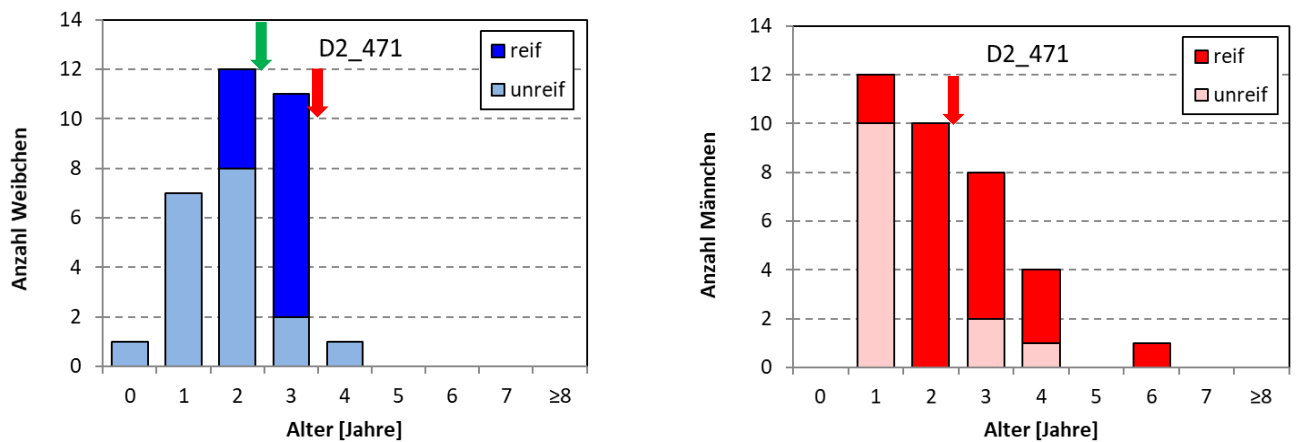


Abb. 163 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

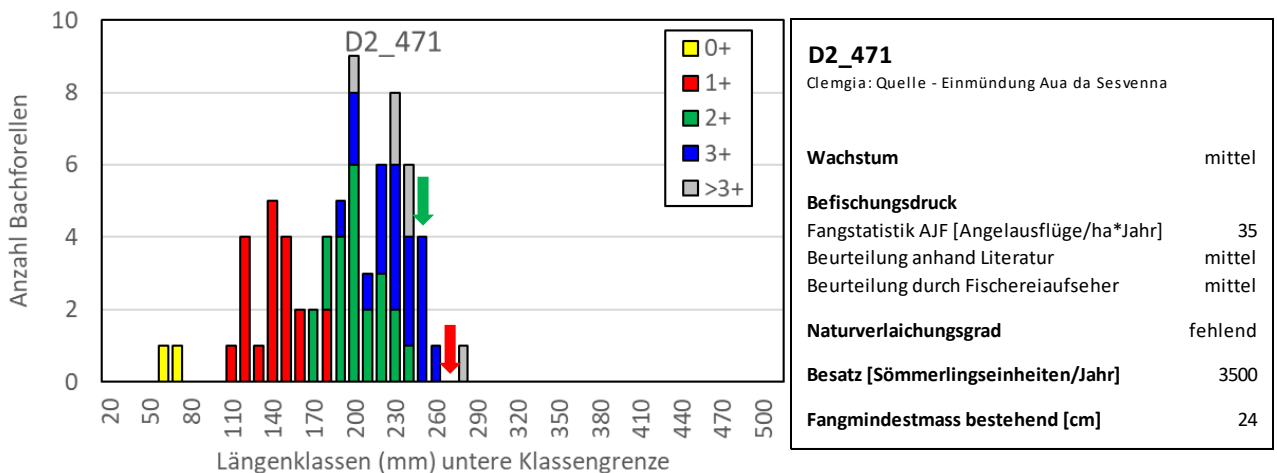
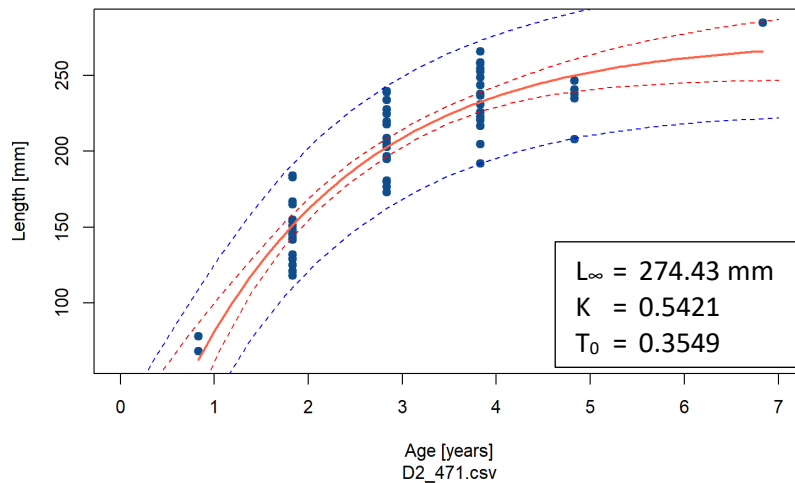


Abb. 164 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 165** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die Clemgia (Strecke D2\_471) liegt auf einer Höhe von 1800 m ü. M. und gehört damit zum Drittel der höchstgelegenen untersuchten Gewässer. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers ist mit 4.0°C entsprechend kühl.

Das Wachstum während der ersten drei Lebensjahre ist mittel. Da die Wachstumskurve relativ stark abflacht, ist die berechnete Maximallänge der Population mit 27 cm nur gering. Gemäss Angaben des zuständigen Fischereiaufsehers liegt die effektive Maximallänge bei ca. 35 cm.

Männchen werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> und Weibchen ein Jahr später laichreif. Erst im Alter von 3<sup>+</sup> ist der überwiegende Teil beider Geschlechter reif. Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung sollten alle Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> geschont werden. Dies ist bei einem **FMM von 27 cm** der Fall.

In begründeten Fällen, z. B. bei geringem Befischungsdruck oder bei Kenntnis, dass im Normalfall der überwiegende Teil der 2<sup>+</sup>-Forellen laichreif wird, kann der Schutz auf die Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> reduziert werden. Dies kann mit einem **FMM von 25 cm** erreicht werden.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **mittel** ein. Eine Rekrutierungsüberfischung ist deshalb eher unwahrscheinlich, eine Wachstumsüberfischung hingegen ohne angepasste Schonbestimmungen möglich. Deshalb sollte ein FMM gewählt werden, welches alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> wirksam schützt. Dies ist mit einem **FMM von 27 cm** umzusetzen.

Das AJF schätzt die Naturverlaichung in der Clemgia als «fehlend» ein, fügt aber an, dass dies zu überprüfen ist. Bei effektiv fehlender Naturverlaichung müsste die Bewirtschaftung der Gewässerstrecke nicht auf Nachhaltigkeit ausgerichtet werden, und das FMM könnte auf 22 cm, die minimale Vorgabe laut Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei zurückgesetzt werden. Langfristiges Ziel ist aber, durch Revitalisierung bzw. Sanierung des Abflussregimes Voraussetzungen zu schaffen für eine funktionierende natürliche Fortpflanzung. Dies würde eine Neubeurteilung der Schonbestimmungen bedingen.

### 6.40. Rom (E\_501), mittlere Höhenlage: 1622 m ü. M.

Quelle - Brücke nach Chaunt, Valchava (N = 54) Wiederfang markierte Besitzfische

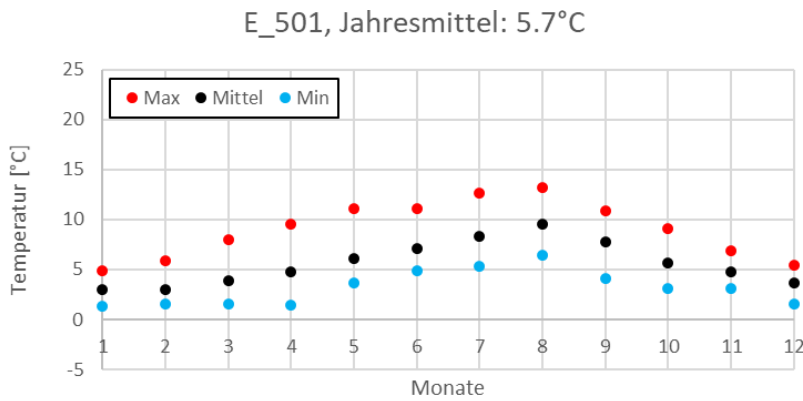


Abb. 166 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

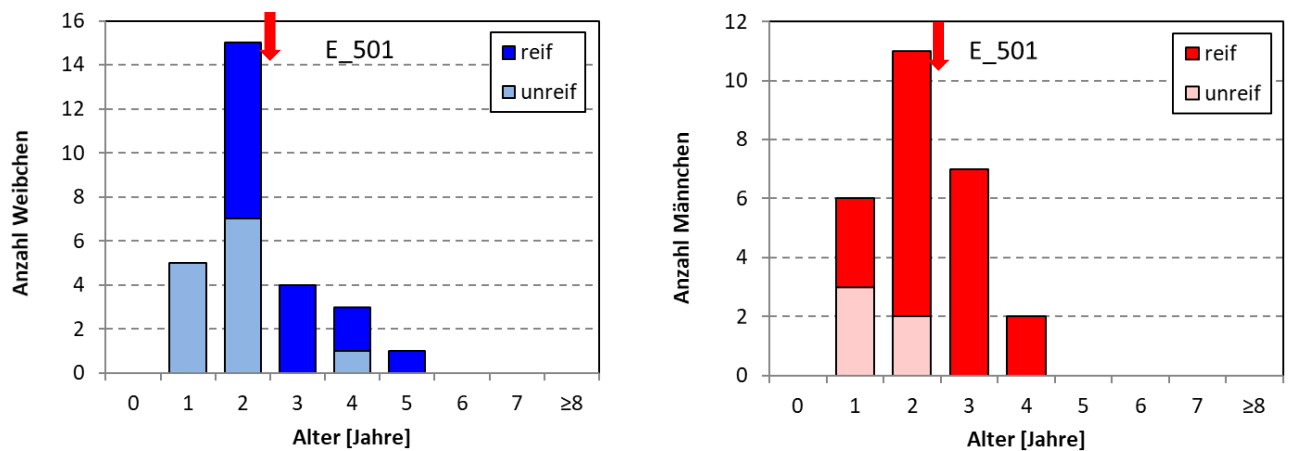
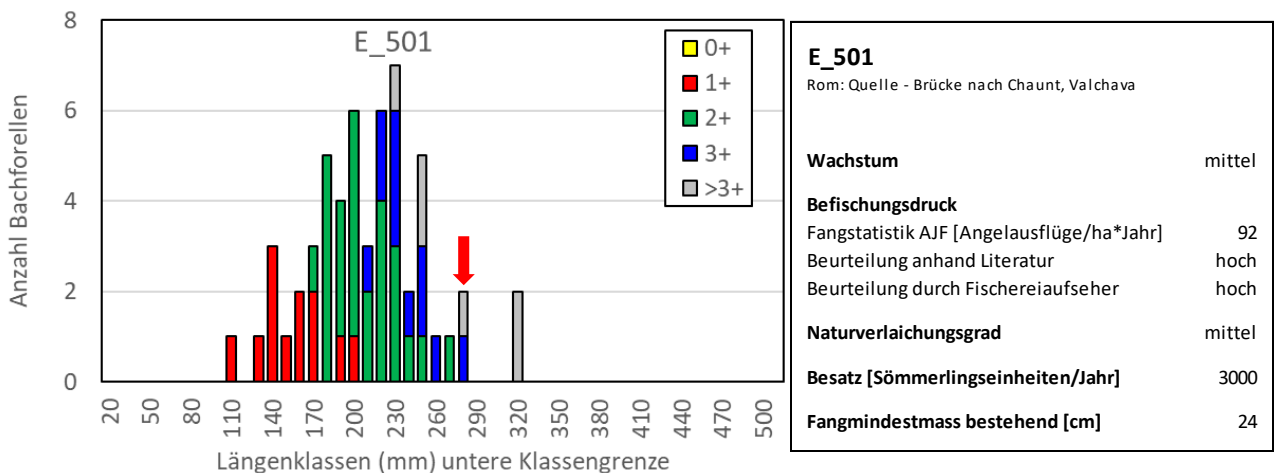


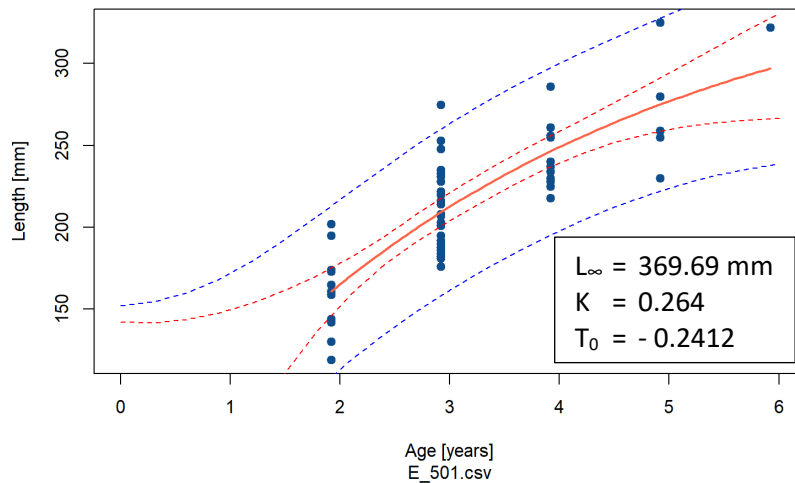
Abb. 167 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



E_501	
Rom: Quelle - Brücke nach Chaunt, Valchava	
<b>Wachstum</b>	mittel
<b>Befischungsdruck</b>	
Fangstatistik AJF [Angelausflüge/ha*Jahr]	92
Beurteilung anhand Literatur	hoch
Beurteilung durch Fischereiaufseher	hoch
<b>Naturverlaichungsgrad</b>	mittel
<b>Besatz [Sömmerlingseinheiten/Jahr]</b>	3000
<b>Fangmindestmass bestehend [cm]</b>	24

Abb. 168 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 169** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der obere Teil des Rom (Strecke E\_501) liegt auf einer Höhe von 1620 m ü. M. Von den untersuchten Gewässern befindet er sich in der mittleren von drei Höhen-Klassen. Auch aufgrund der mittleren Jahrestemperatur des Wassers (5.7°C) befindet sie sich in der mittleren von drei Klassen. Das Wachstum innerhalb der ersten drei Lebensjahre ist mittel. Mit dem Alter flacht die Wachstumskurve leicht ab, die berechnete Maximallänge beträgt entsprechend 37 cm. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt die effektive Maximallänge etwas höher ein, nämlich auf 40 cm.

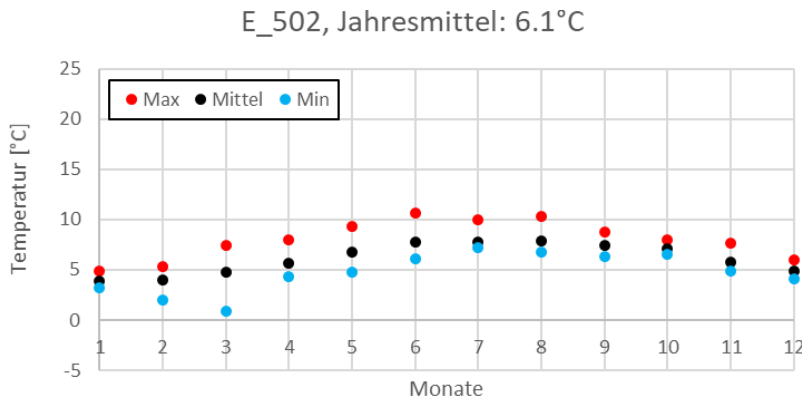
Die Männchen werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup>, die Weibchen ein Jahr später laichreif. Im Alter von 2<sup>+</sup> wird der überwiegende Anteil beider Geschlechter reif. Der Schutz der Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> reicht deshalb aus für eine nachhaltige Nutzung des Bestandes. Dies kann mit einem **FMM von 28 cm** erreicht werden.

#### Fazit:

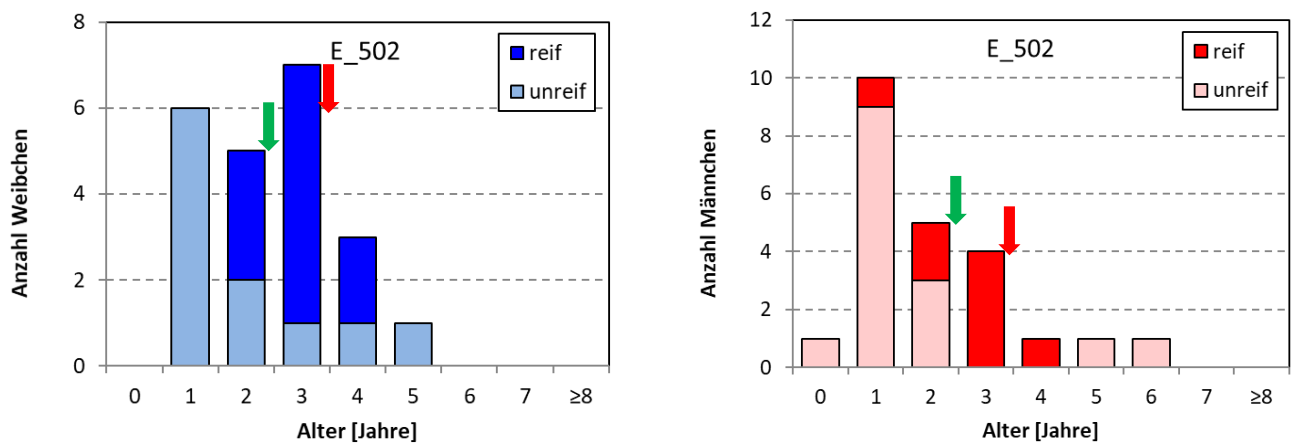
Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **hoch** ein. Eine Rekrutierungsüberfischung ist deshalb bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich. Deshalb sollte ein **FMM von 28 cm** gewählt werden, das alle Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam schützt.

**6.41. Rom (Strecke E\_502), mittlere Höhenlage: 1319 m ü. M.**

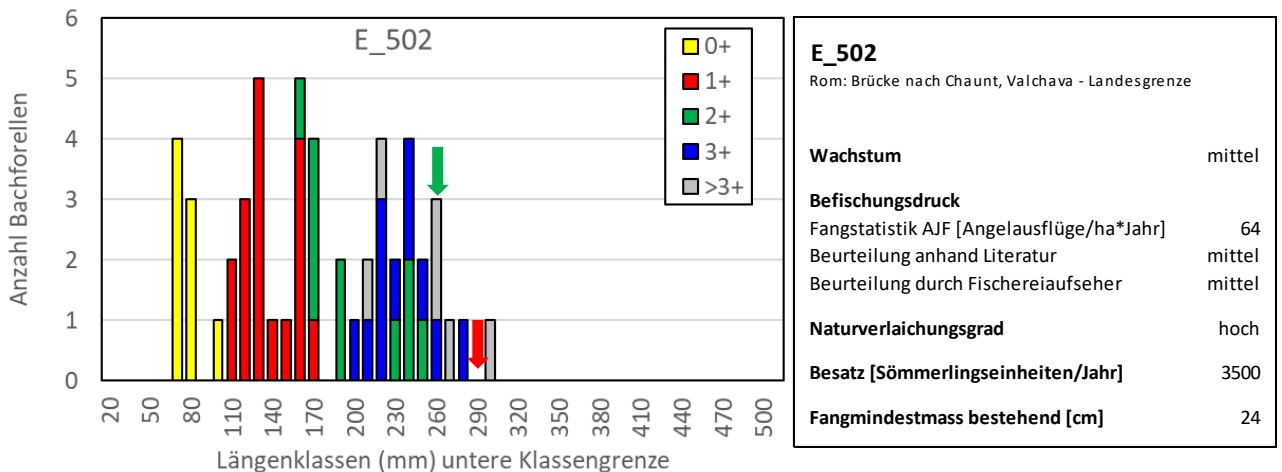
Brücke nach Chaunt, Valchava – Landesgrenze (N = 45)



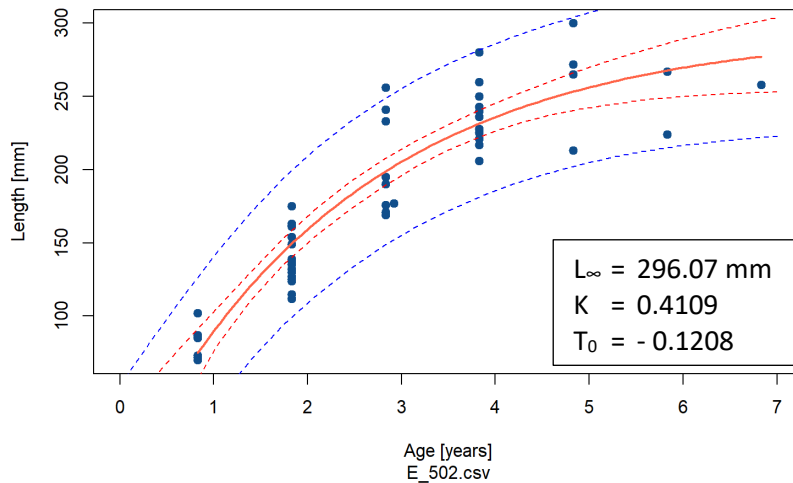
**Abb. 170** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.



**Abb. 171** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 172** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 173** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Der untere Teil des Rom (Strecke E\_502) befindet sich auf einer Höhe von 1250 m ü. M. Auf Grund der Höhenstufe befindet sich die Strecke in der mittleren von drei Klassen. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers liegt mit 6.1°C über dem Durchschnitt aller untersuchten Gewässer.

Das Wachstum in den ersten drei Lebensjahren ist mittel. Da die Wachstumskurve mit zunehmendem Alter relativ stark abflacht, ist die berechnete Maximallänge der Population mit 30 cm eher gering. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt die effektive Maximallänge etwas höher ein, nämlich auf 40 cm.

Ein kleiner Teil der Männchen wird im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, Weibchen werden erst ein Jahr später reif. Im Alter von 2<sup>+</sup> werden 60% der Weibchen und 40% der Männchen reif. Im Alter von 3<sup>+</sup> werden sämtliche Männchen und 86% der Weibchen reif.

Bei hohem Befischungsdruck ist es sinnvoll, alle Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> zu schonen. Dazu wäre ein **FMM von 29 cm** notwendig. Bei geringem Befischungsdruck kann der Schutz auch auf die Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> beschränkt werden. Dieses Ziel wäre mit einem **FMM von 26 cm** erreichbar.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **mittel** ein. Eine Wachstumsüberfischung ist deshalb bei nicht angepassten Schonbestimmungen nicht auszuschließen. Deshalb sollte ein **FMM von 29 cm** gewählt werden, wodurch alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> wirksam geschützt werden.

### 6.42. Poschiavino (F\_605), mittlere Höhenlage: 998 m ü. M.

Wasserrückgabe Zentrale Robbia - Lago di Poschiavo (N = 81) **Wiederfang markierte Besitzfische**

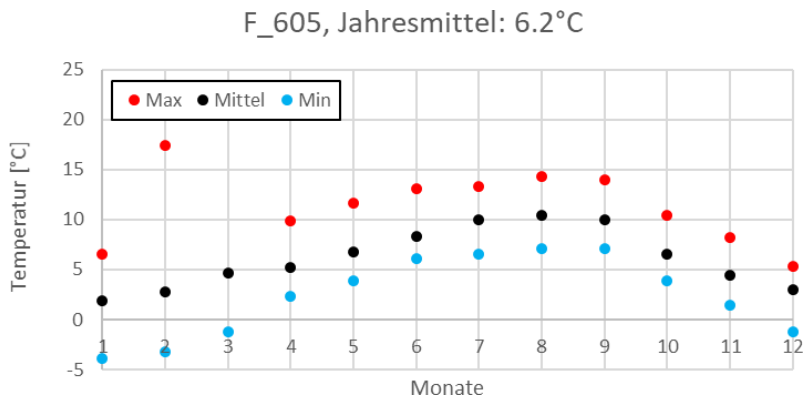


Abb. 174 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

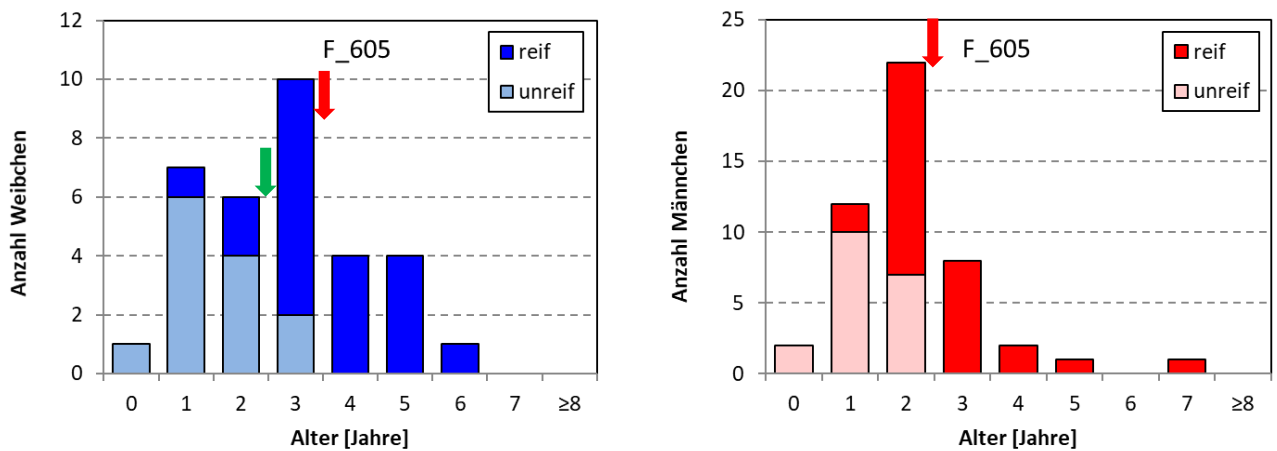


Abb. 175 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

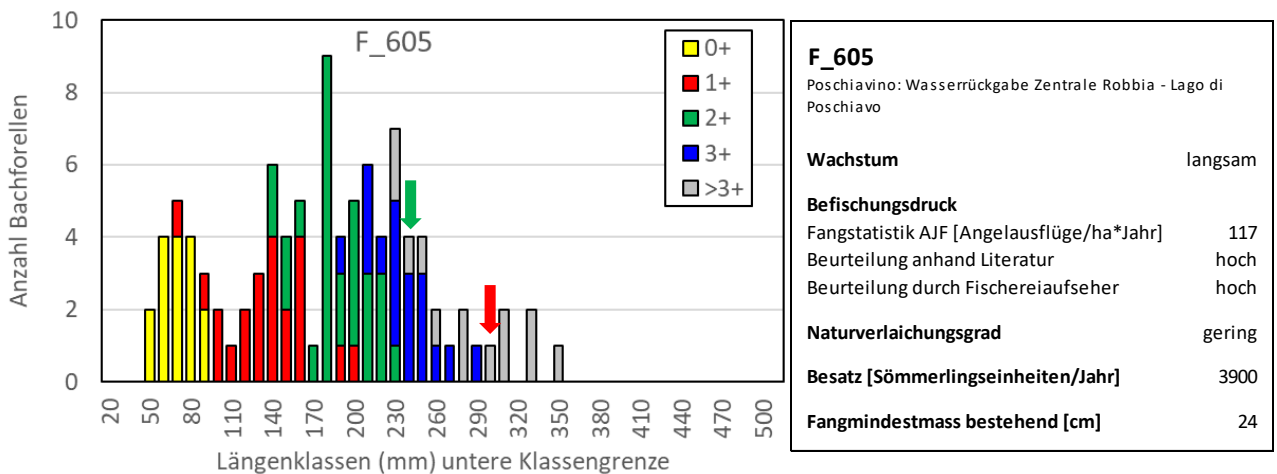
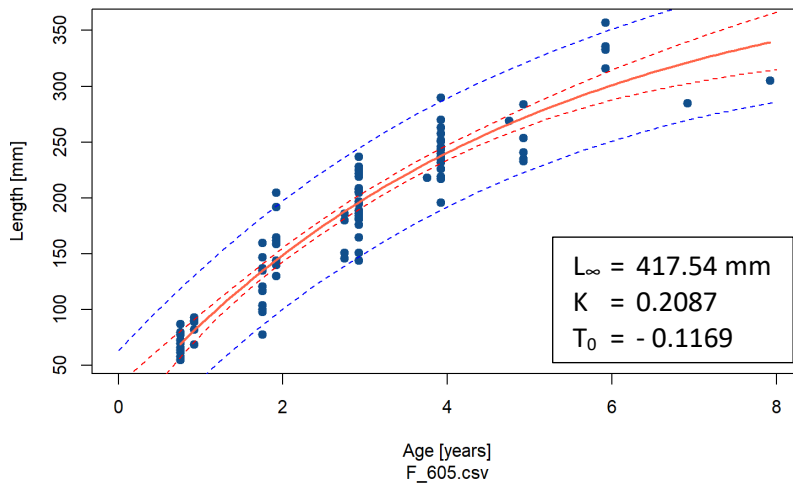


Abb. 176 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 177** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter. Tiere > 480 mm wurden ausgeschlossen.

Die obere Strecke des Poschiavino (F\_605) befindet sich auf 1000 m ü. M. und gehört damit zur Gruppe der «Tieflandgewässer». Entsprechend ist die mittlere Jahrestemperatur des Wassers mit 6.2°C relativ hoch, ohne dass kritische Werte überschritten werden. Das Gewässer ist durch Restwasserbedingungen geprägt, die natürliche Fortpflanzung funktioniert in geringem Masse. Wegen des geringen Abflusses dürften streckenweise Habitate für Adulttiere limitiert vorhanden sein.

Das Wachstum innerhalb der ersten drei Lebensjahre ist langsam. Da die Wachstumskurve nur geringfügig abflacht, fällt die berechnete Maximallänge mit 42 cm relativ hoch aus. Seeforellen steigen bis zur Mühle Fisler auf.

Beide Geschlechter werden erstmals im Alter von 1<sup>+</sup> laichreif. Im Alter von 2<sup>+</sup> werden 1/3 der Weibchen und etwas mehr als 2/3 der Männchen reif. Im Alter von 3<sup>+</sup> werden der überwiegende Teil der Weibchen und alle Männchen reif.

Im Falle eines hohen Befischungsdrucks wird empfohlen, dass alle Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> geschont werden. Dazu wäre ein **FMM von 30 cm** notwendig.

Bei geringem Befischungsdruck kann der Schutz auf die Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> beschränkt werden, zumal auch 1<sup>+</sup> Tiere beider Geschlechter zur Fortpflanzung beitragen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein **FMM von 24 cm** notwendig.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben stufen den Befischungsdruck einheitlich als **hoch** ein. Eine Rekrutierungsüberfischung ist deshalb bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich. Deshalb sollte ein **FMM von 30 cm** gewählt werden, das alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> wirksam schützt.

### 6.43. Poschiavino (F\_607), mittlere Höhenlage: 583 m ü. M.

Brücke Pergola – Landesgrenze (N = 82) Wiederfang markierte Besitzfische

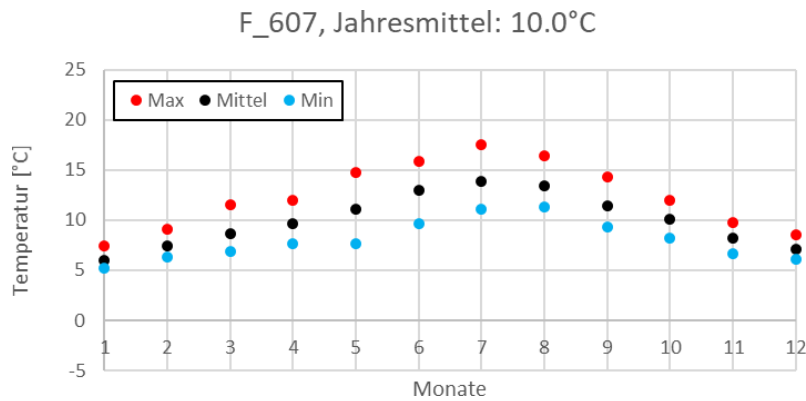


Abb. 178 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

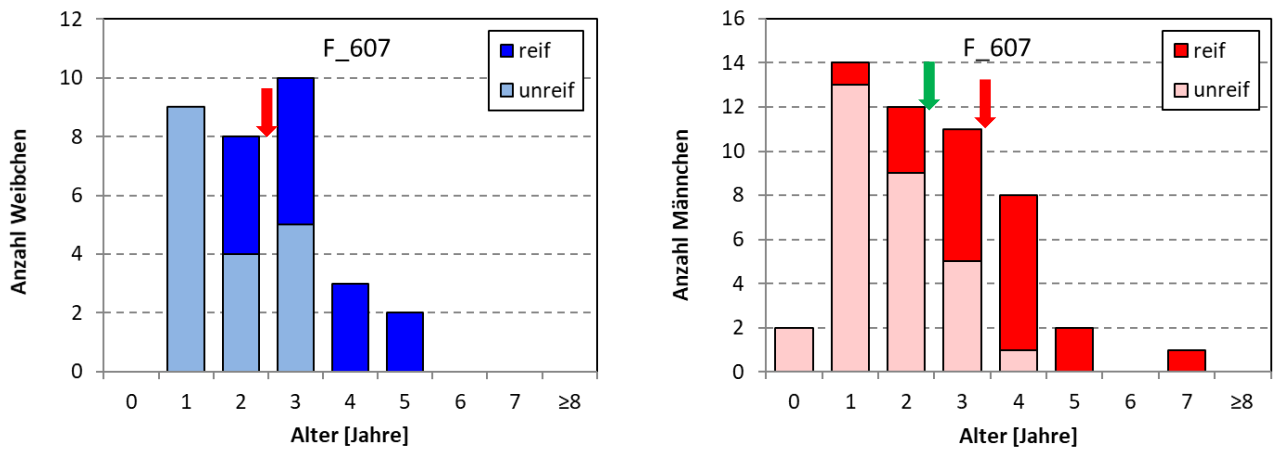


Abb. 179 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

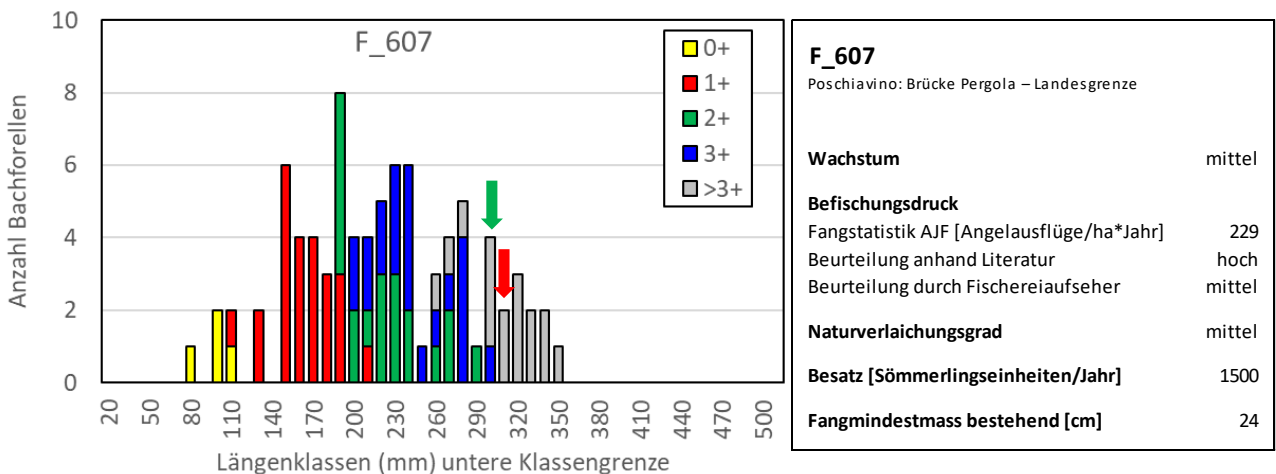
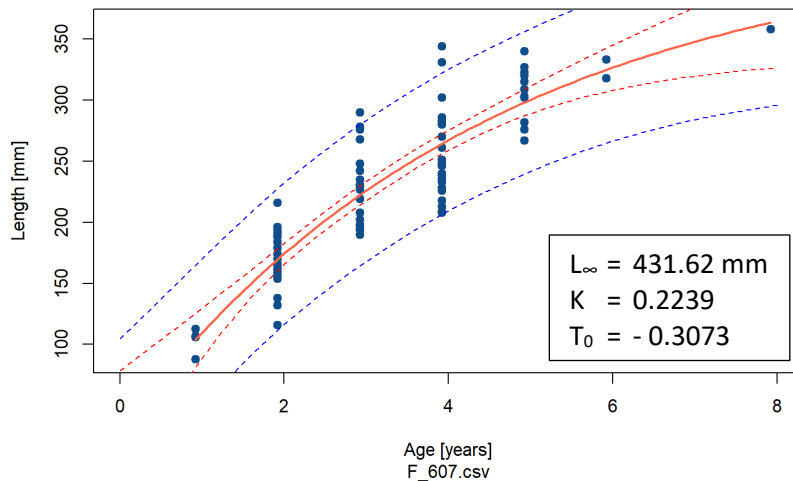


Abb. 180 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 181** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die untere Strecke des Poschiavino (F\_607) befindet sich auf 600 m ü. M. und gehört damit zu den Tieflandgewässern. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers ist mit 10°C von allen untersuchten Strecken am höchsten. Trotz dieser hohen mittleren Jahrestemperatur werden keine Schwellentemperaturen überschritten, welche zu Mortalitäten führen können. Die Bedingungen für Bachforellen sind auf Grund des vorliegenden Temperaturregimes optimal. Das Gewässer ist durch eine sehr geringe Restwassermenge charakterisiert, weist aber sehr gute Fischhabitate auf, zumal die Zugänglichkeit für Fischer teilweise eingeschränkt ist. Wegen der grossen Population ist das Gewässer sehr attraktiv für Fischer.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation während den ersten drei Lebensjahren ist mittel. Da die Wachstumskurve mit zunehmendem Alter nur geringfügig abflacht, ist die berechnete Maximallänge mit 43 cm relativ hoch.

Männchen werden im Alter von 1<sup>+</sup> und Weibchen ein Jahr später erstmals laichreif. Erst im Alter von 3<sup>+</sup> ist der überwiegende Teil beider Geschlechter reif. Bei hohem Befischungsdruck ist das **FMM** so anzusetzen, dass sämtliche Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> geschont werden, d. h. bei **31 cm**.

Bei geringem Befischungsdruck kann das FMM auch so tief angesetzt werden, dass alle Fische inkl. 2<sup>+</sup> geschont werden, zumal 50% der Weibchen reif sind und ein Teil der Männchen bereits im Alter von 1<sup>+</sup> ablaicht. Zum Schutz der 2<sup>+</sup>-Tiere wäre ein **FMM von 30 cm** notwendig.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher stuft den Befischungsdruck als **mittel** und eine Analyse anhand von Literaturangaben als **hoch** ein. Eine Rekrutierungsüberfischung ist deshalb bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich. Deshalb sollte ein **FMM von 31 cm** gewählt werden, das alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> wirksam schützt.

Demnächst wird die Restwassermenge des Poschiavino erhöht. Dies hat wesentliche Veränderungen der Umweltbedingungen zur Folge. Anschliessend daran sind die Schonbestimmungen neu zu beurteilen.

### 6.44. Val da Camp (F\_611), mittlere Höhenlage: 1920 m ü. M.

Quelle - Wasserfassung Salva (N = 90)

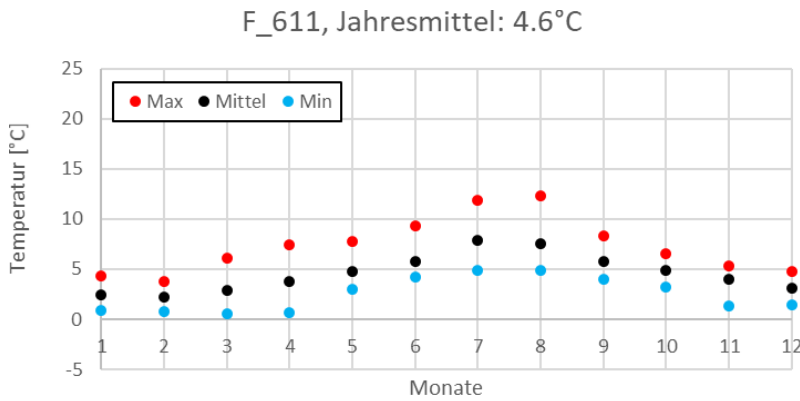


Abb. 182 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

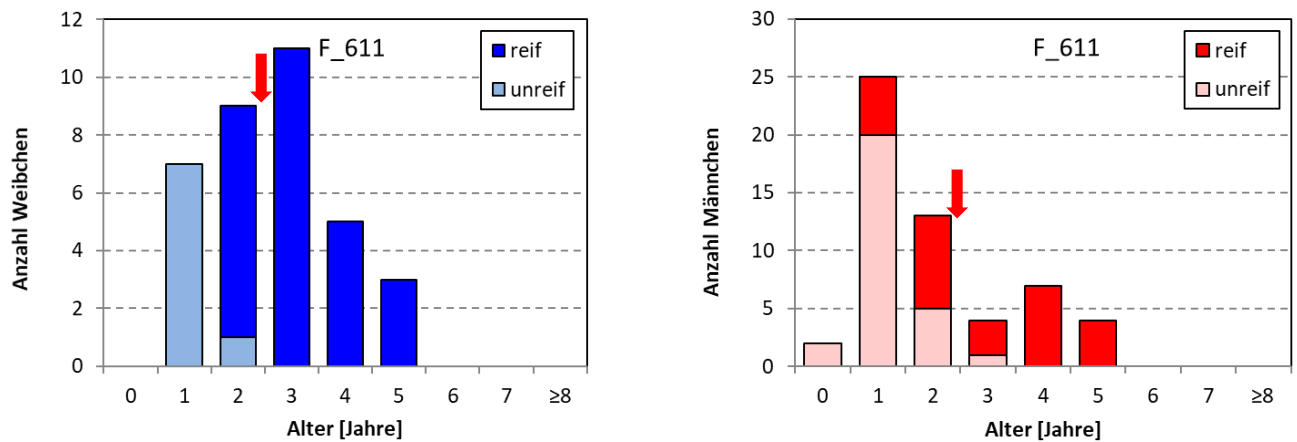


Abb. 183 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

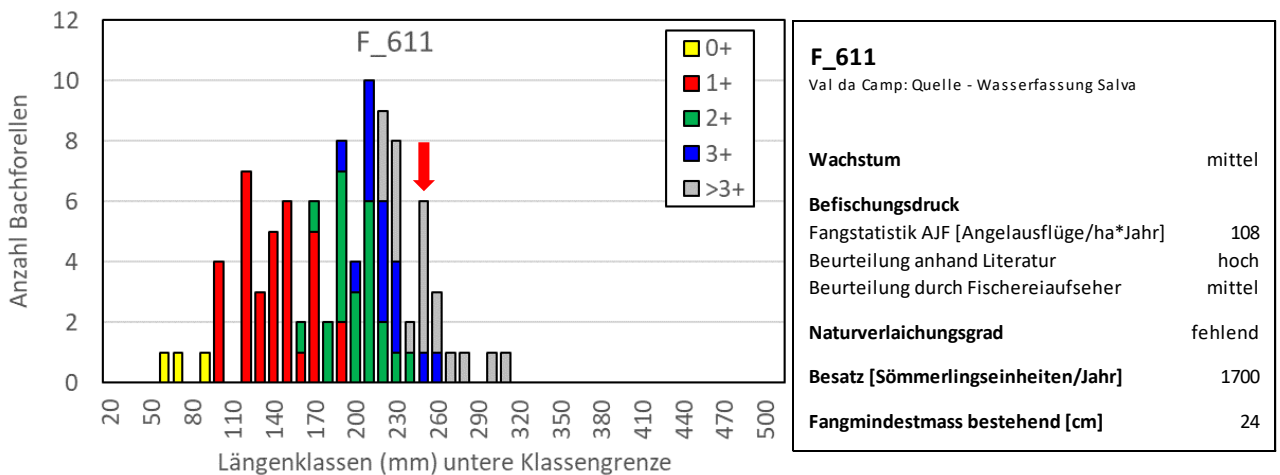
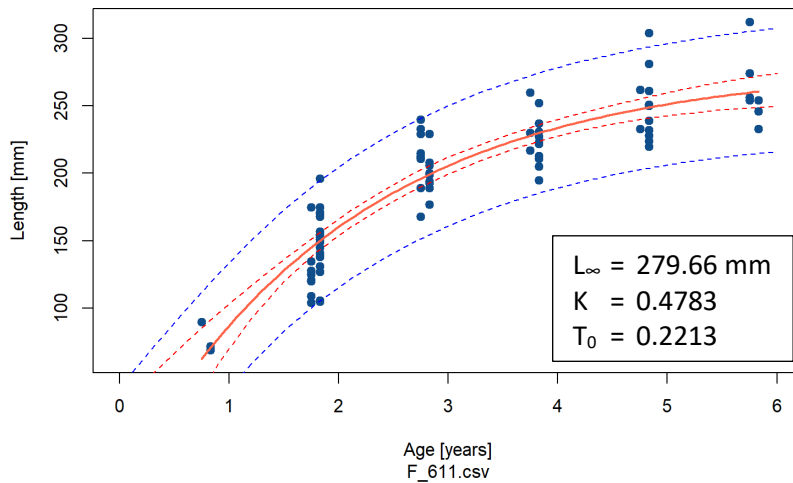


Abb. 184 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 185** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Das Val da Camp (Strecke F\_611) liegt auf 1800 m ü. M. und gehört damit zum Drittel der höchstgelegenen Gewässer, die in der vorliegenden Studie untersucht wurden. Die mittlere Jahrestemperatur ist entsprechend mit 4.6°C relativ kühl.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation im Lauf der ersten drei Lebensjahre ist mittel. Mit dem Alter flacht die Wachstumskurve stark ab, wodurch die berechnete Maximallänge der Population mit 28 cm sehr tief ausfällt. Hohe Anteile der in der Fangstatistik ausgewiesenen Fische sind grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4).

Die Männchen werden im Alter von 1<sup>+</sup> und die Weibchen ein Jahr später laichreif. Im Alter von 2<sup>+</sup> ist der überwiegende Teil beider Geschlechter reif. Entsprechend sind alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> zu schützen. Dies ist mit einem **FMM von 25 cm** möglich.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher beurteilt den Befischungsdruck als **mittel** und eine Analyse anhand von Literaturangaben stuft ihn als **hoch** ein. Das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung ist deshalb bei nicht angepassten Schonbestimmungen nicht auszuschliessen. Allerdings schätzt der zuständige Fischereiaufseher die natürliche Fortpflanzung als «**fehlend**» ein. Die Ausrichtung der Schonbestimmungen auf Nachhaltigkeit erscheint deshalb nicht notwendig. Im gegebenen Fall kann das **FMM auf 22 cm** angesetzt werden, der Vorgabe gemäss Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei. Sollten sich durch Revitalisierung oder Sanierung des Abflussregimes die Voraussetzungen für natürliche Fortpflanzung verbessern, ist eine Neubeurteilung erforderlich.

**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 25 cm** (Schutz der Altersklasse 2<sup>+</sup>) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

### 6.45. Maira (G\_702), mittlere Höhenlage: 1470 m ü. M.

Wasserfassung EWZ Maroz Dora - Einmündung Orlegna (N = 47)

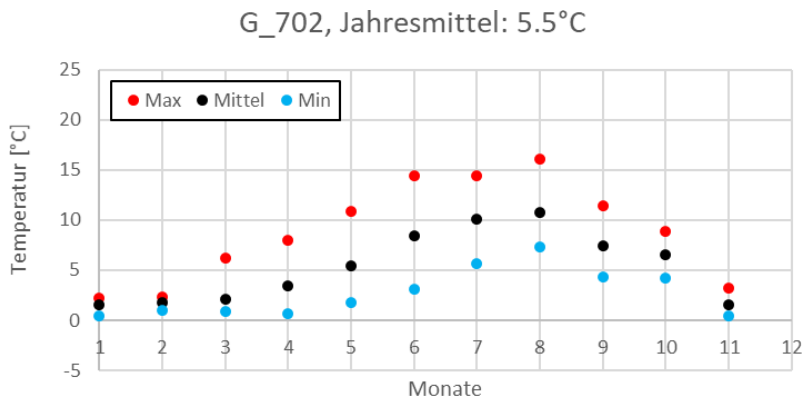


Abb. 186 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

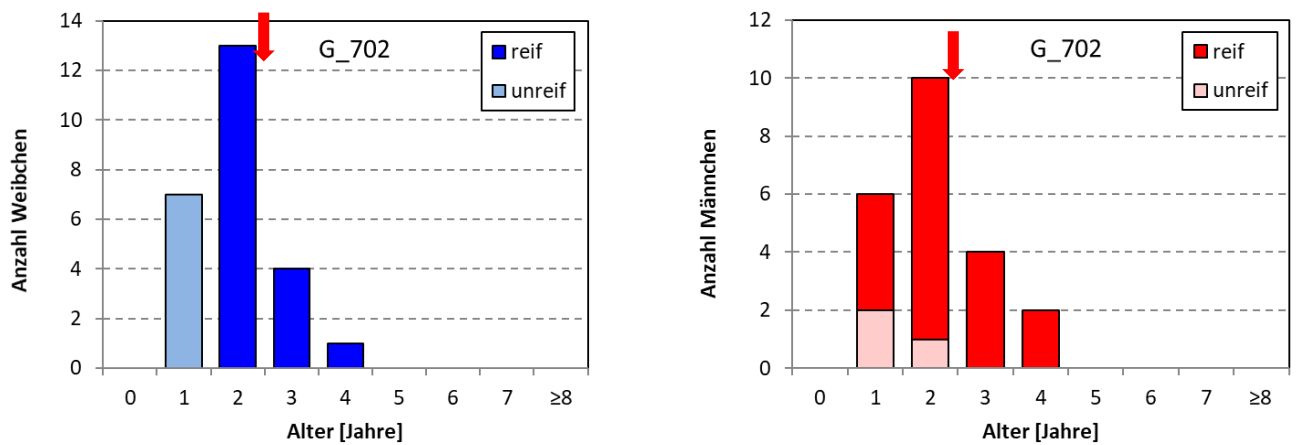


Abb. 187 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

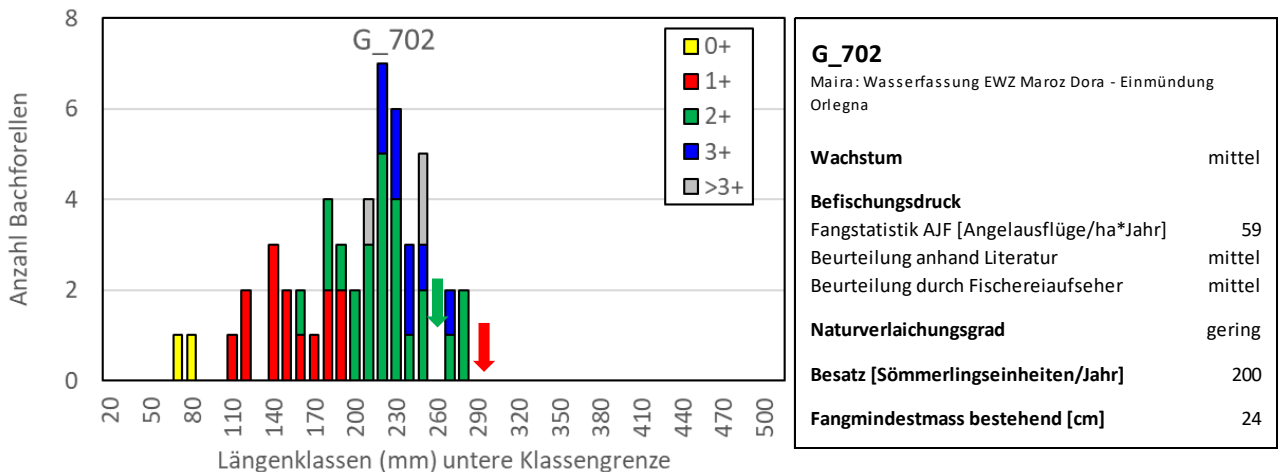
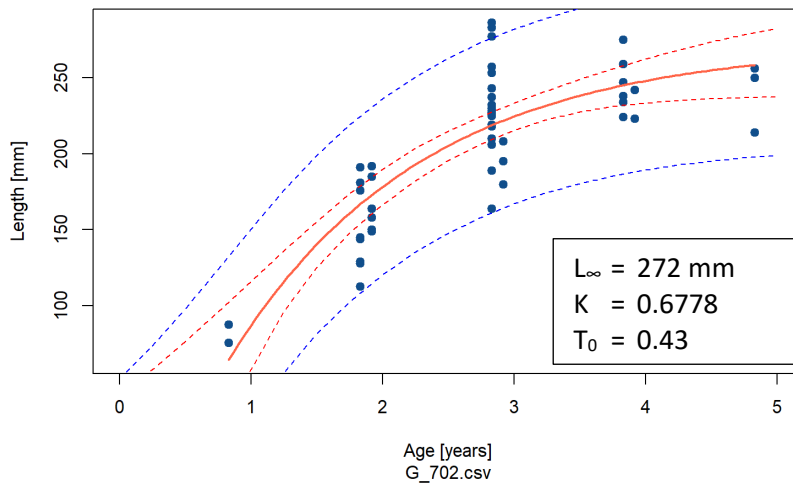


Abb. 188 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 189** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die obere Strecke der Maira (G\_702) liegt auf 1460 m ü. M. und gehört somit der mittleren von drei Höhenlagen an. Auch die mittlere Jahrestemperatur entspricht mit 5.5°C dem Mittelwert über alle untersuchten Strecken.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist im Lauf der ersten drei Lebensjahre mittel, flacht mit dem Alter aber sehr stark ab. Die berechnete Maximallänge ist daher mit 27 cm nur sehr gering. Die Fangstatistik deutet darauf hin, dass die effektive Maximallänge durch die Berechnung unterschätzt wird: Hohe Anteile der von Anglern gefangenen Fische sind grösser als die theoretische Maximallänge (Tab. 4).

Männchen werden im Alter von 1<sup>+</sup> und Weibchen ein Jahr später erstmals laichreif. Im Alter von 2<sup>+</sup> sind alle Weibchen und der überwiegende Teil der Männchen reif. Zum Schutz der Erstlaicher müssen alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden. Dies ist bei einem **FMM von 29 cm** der Fall. Da die Streuung der Längen innerhalb der Altersklasse 2<sup>+</sup> sehr hoch ist, leidet durch eine Herabsetzung des **FMM auf 26 cm** der Schutz der Erstlaicher nur geringfügig. Ferner ist zu bemerken, dass mit einem FMM von 26 cm ein nicht unbedeutender Teil der 3<sup>+</sup> und der älteren Bachforellen geschont werden.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben beurteilen den Befischungsdruk einheitlich als **mittel**. Über die ganze Strecke betrachtet, besteht folglich bei nicht angepassten Schonbestimmungen das Risiko einer Wachstumsüberfischung. Die Zugänglichkeit der Strecke ist aber sehr verschieden: Nach Angaben des zuständigen Fischereiaufsehers besteht die Strecke aus längeren, für Fischer schwer zugänglichen Schluchtabschnitten, die als «natürliche Schongebiete» wirken.

Falls in den Schluchtabschnitten ein ausreichender Laichtierbestand überleben kann, ist es möglich, die tiefere Hürde zu wählen, nämlich das **FMM von 26 cm**. Ist dies nicht der Fall, sollte die höhere Hürde gewählt werden, nämlich das **FMM von 29 cm**, das alle Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam schützt.

**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 26 cm** (Altersklasse 2<sup>+</sup> grösstenteils geschützt) und einer **Oberschranke bei 34 cm**. Die tiefe Untergrenze lässt sich dadurch begründen, dass beachtliche Teile der Strecke für Fischer nur schwer zugänglich sind und als «natürliche Schongebiete» wirken.

### 6.46. Maira (G\_706), mittlere Höhenlage: 807 m ü. M.

Brücke Castelmur, Coltura – Landesgrenze (N = 65)

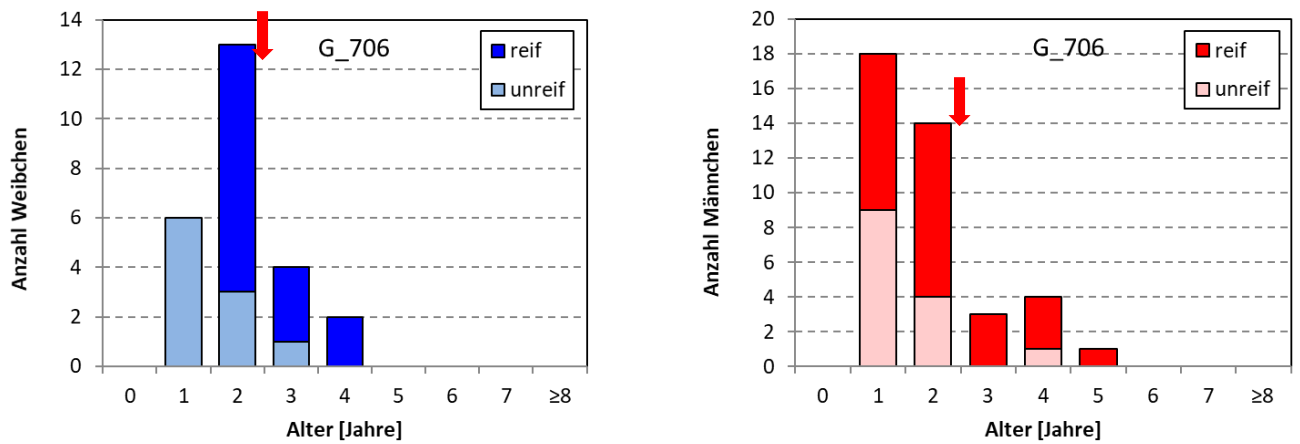


Abb. 190 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

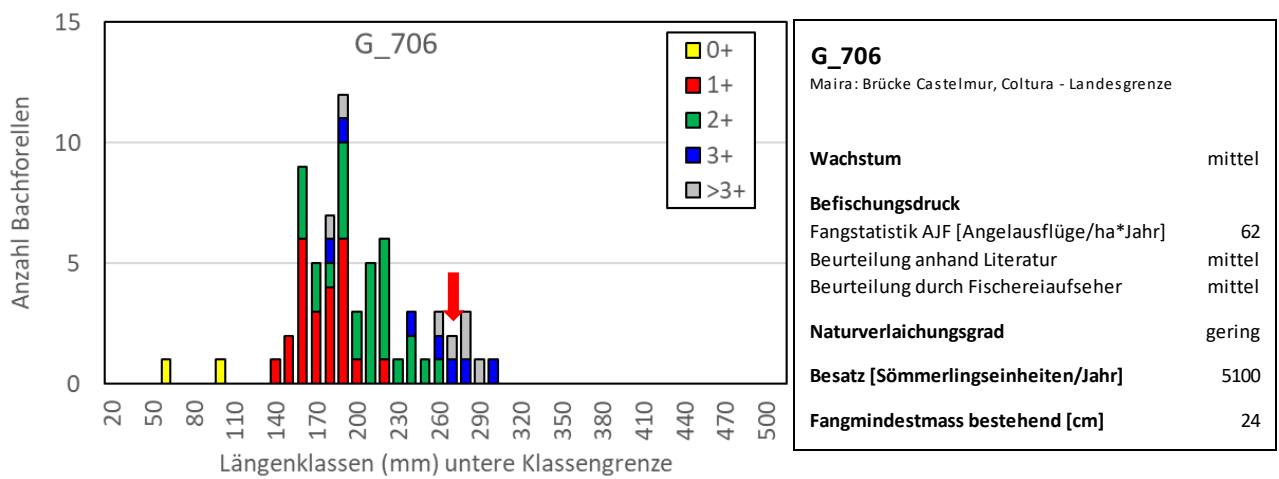


Abb. 191 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.

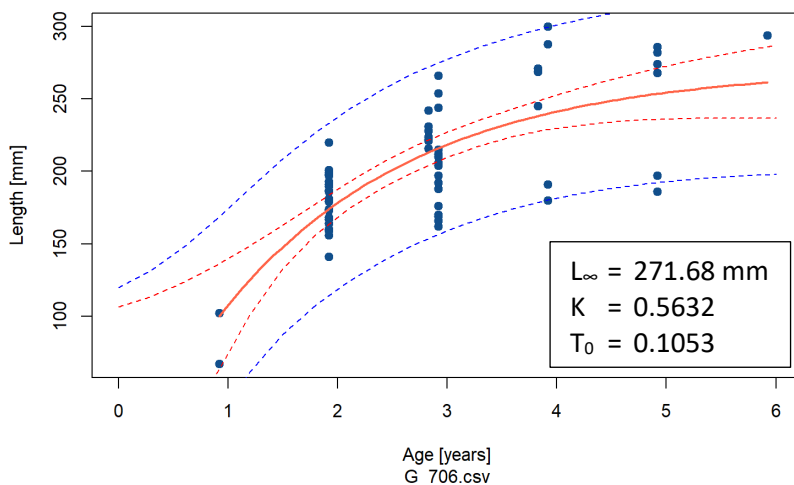


Abb. 192 Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter.

Die untere Strecke der Maira (G\_706) liegt auf 790 m ü. M. und gehört zu den Gewässern des Tieflandes. Temperaturdaten liegen für diese Gewässerstrecke nicht vor.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation in den ersten drei Lebensjahren ist langsam. Da die Wachstumskurve mit zunehmendem Alter der Fische stark abflacht, ist die berechnete Maximallänge mit 27 cm nur sehr gering und liegt unter der Länge zahlreicher in der Fangstatistik ausgewiesener Fische (Tab. 4).

Die Männchen laichen im Alter von 1<sup>+</sup> und die Weibchen ein Jahr später erstmals ab. Im Alter von 2<sup>+</sup> ist der überwiegende Anteil beider Geschlechter laichreif. Um die Erstlaicher wirksam zu schützen, müssen sämtliche Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden. Dazu ist ein **FMM von 27 cm** notwendig.

**Fazit:**

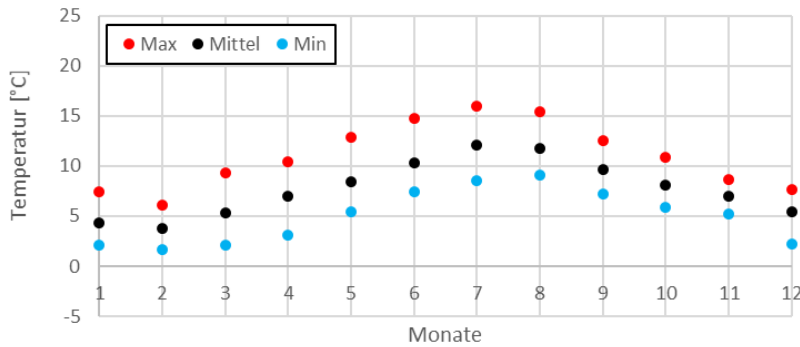
Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben beurteilen den Befischungsdruck einheitlich als **mittel**. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen ist eine Wachstumsüberfischung nicht auszuschliessen. Deshalb sollte ein **FMM von 27 cm** gewählt werden, das alle Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam schützt.

**Alternativ-Variante EF:** Die Längenverteilung auf Grund der Fangstatistik mit relativ vielen über 34 cm langen Tieren spricht für die Umsetzung eines **EF** mit einer **Untergrenze von 27 cm** (Altersklasse 2<sup>+</sup> geschützt) und einer **Oberschranke bei 34 cm**.

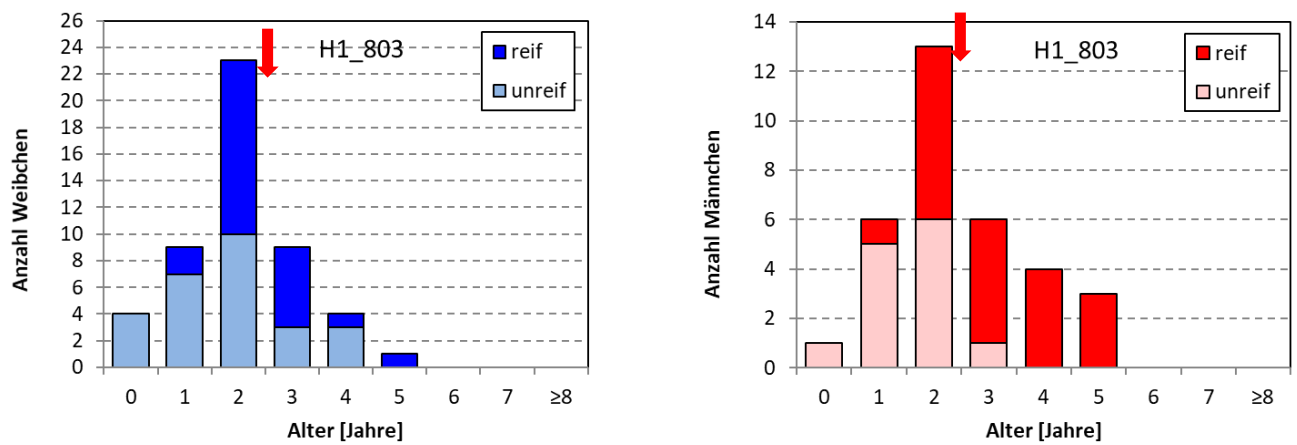
**6.47. Moesa (H1\_803), mittlere Höhenlage: 1021 m ü. M.**

Wasserfassung Corina – Brücke Purlingheni (N = 83)

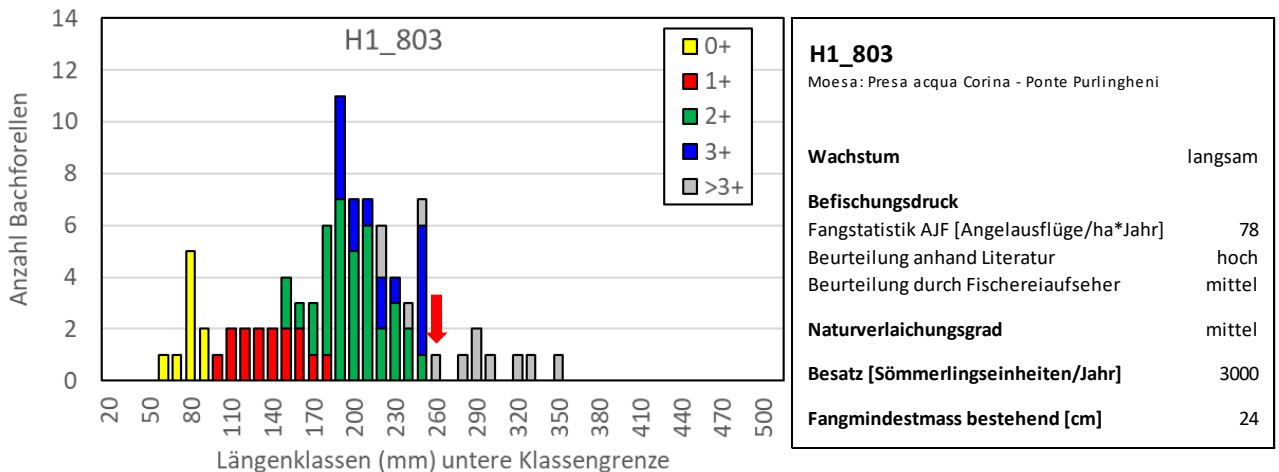
H1\_803, Jahresmittel: 7.8°C



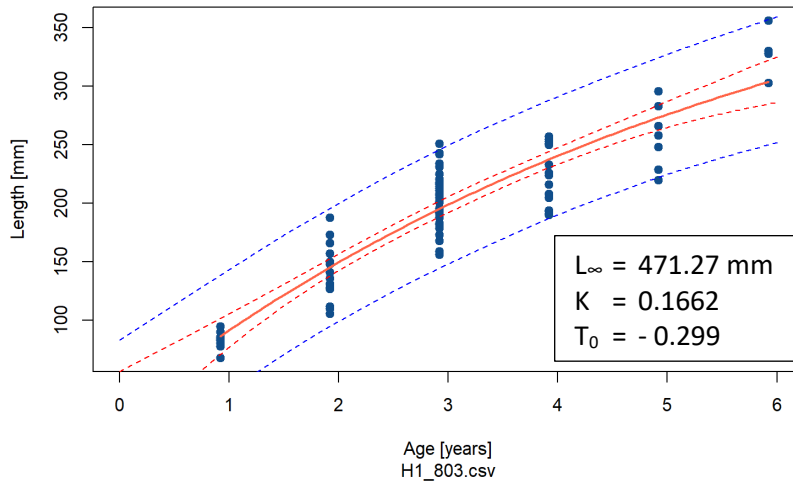
**Abb. 193** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.



**Abb. 194** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 195** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 196** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter. Tiere > 480 mm wurden ausgeschlossen.

Die höher gelegene Strecke der Moesa (H1\_803) liegt auf 800 m ü. M. und gehört zur Gruppe der Tieflandgewässer. Die mittlere Jahrestemperatur des Wassers ist mit 7.8°C entsprechend hoch. Die Wassertemperatur kann als optimal für Bachforellen eingestuft werden, da keinerlei Schwellenwerte überschritten werden: Das Wachstum in den ersten drei Lebensjahren ist als langsam einzustufen. Da die Wachstumskurve mit dem Alter der Fische kaum abflacht, ist die theoretische Maximallänge mit 47 cm überdurchschnittlich hoch. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt die effektive Maximallänge etwas tiefer ein, nämlich bei 40 cm. Möglicherweise spielen aus dem Lago Maggiore aufsteigende Seeforellen eine Rolle.

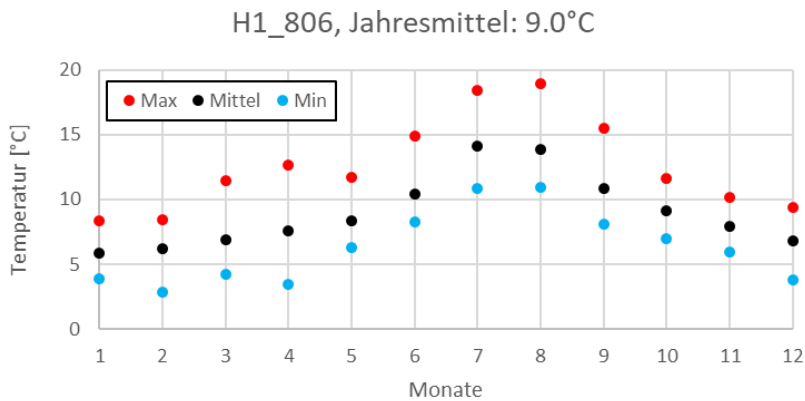
Beide Geschlechter werden im Alter von 1<sup>+</sup> erstmals laichreif, allerdings nur zu geringen Anteilen. Im Alter von 2<sup>+</sup> ist der überwiegende Anteil der Männchen und Weibchen reif. Zum wirksamen Schutz der Erstlaicher müssen alle Altersklassen bis und mit 2<sup>+</sup> geschont werden, was mit einem **FMM von 26 cm** der Fall ist.

#### Fazit:

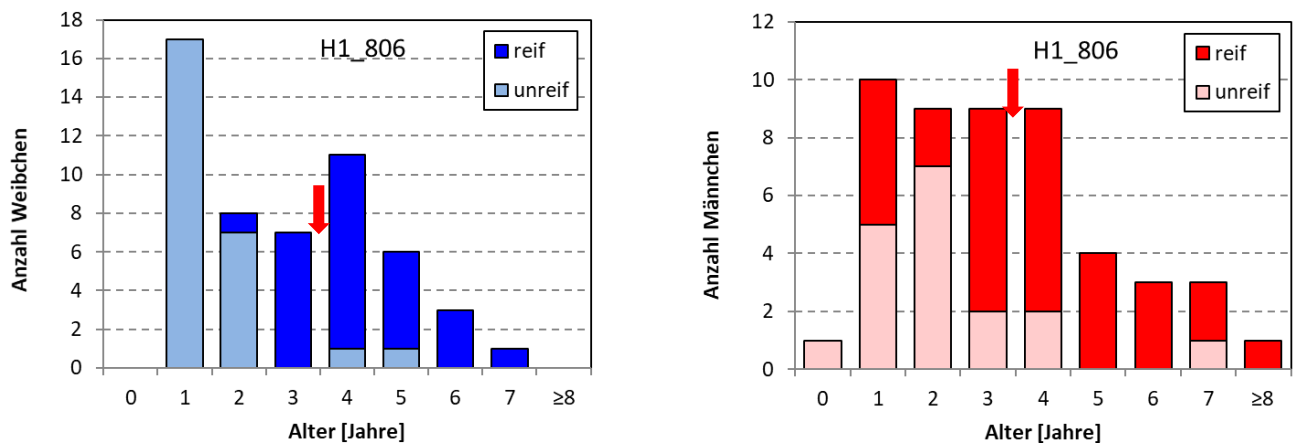
Der zuständige Fischereiaufseher beurteilt den Befischungsdruck als **mittel** und eine Analyse anhand von Literaturangaben **hoch**. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen besteht deshalb das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung. Deshalb sollte das **FMM von 26 cm** gewählt werden, das alle Altersklassen inkl. 2<sup>+</sup> wirksam schützt.

**6.48. Moesa (H1\_806), mittlere Höhenlage: 327 m ü. M.**

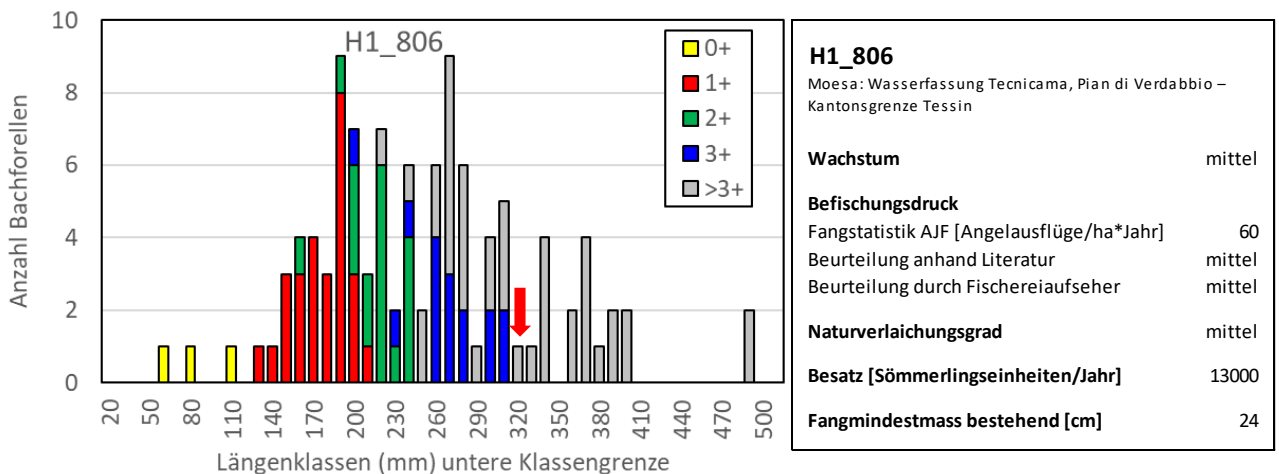
Wasserfassung Tecnicama, Pian di Verdabbio – Kantonsgrenze Tessin (N = 102)



**Abb. 197** Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

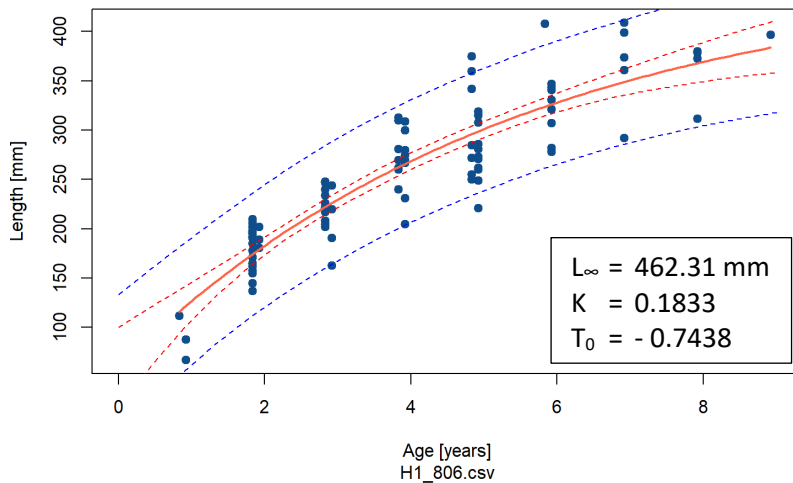


**Abb. 198** Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.



**Abb. 199** Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.





**Abb. 200** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter. Tiere > 480 mm wurden ausgeschlossen.

Die tiefer gelegene Strecke der Moesa (H1\_806) liegt auf 320 m ü. M. und ist damit das am tiefsten gelegene Gewässer der vorliegenden Studie. Entsprechend warm ist das Wasser mit einer mittleren Jahrestemperatur von 9.0°C. Trotz diesem hohen Mittelwert werden keine Schwellenwerte für die Schädigung von Bachforellen überschritten. Das Temperaturregime der Moesa ist anhand der vorliegenden Temperaturen als optimal zu bezeichnen.

Das Wachstum der Forellenpopulation ist in den ersten drei Lebensjahren als mittel zu bezeichnen. Da die Wachstumskurve mit dem Alter der Fische nur geringfügig abflacht, fällt die berechnete Maximallänge mit 46 cm relativ hoch aus. Der zuständige Fischereiaufseher schätzt die effektive Maximallänge sogar noch etwas höher ein, nämlich auf 50 cm. Möglicherweise spielen aus dem Lago Maggiore aufsteigende Seeforellen eine Rolle.

Männchen werden im Alter von 1<sup>+</sup> und Weibchen ein Jahr später erstmals laichreif. Erst im Alter von 3<sup>+</sup> ist der überwiegende Teil der Männchen und Weibchen reif. Deshalb sind zum Schutz der Erstlaicher sämtliche Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> zu schonen. Dazu ist ein **FMM von 32 cm** notwendig.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben beurteilen den Befischungsdruk einheitlich als **mittel**. Eine Wachstumsüberfischung ist deshalb bei nicht angepassten Schonbestimmungen möglich. Deshalb sollte das **FMM von 32 cm** gewählt werden, das alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> wirksam schützt.

### 6.49. Calancasca (H2\_853), mittlere Höhenlage: 882 m ü. M.

Brücke Augio – Staubecken Molina, Buseno (N = 101)

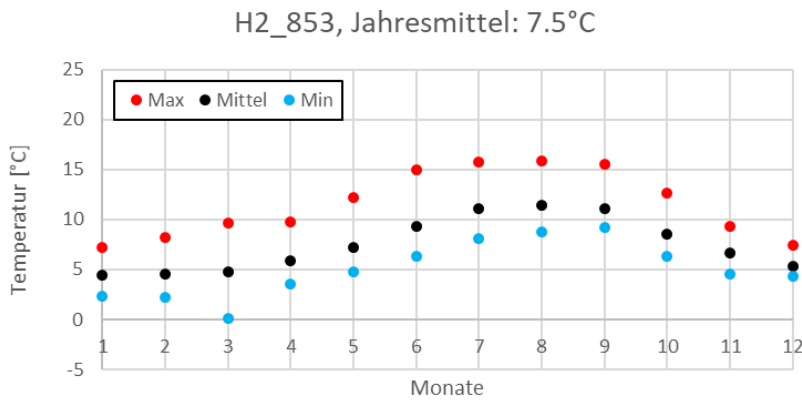


Abb. 201 Wassertemperaturen basierend auf viertelstündlichen Messungen.

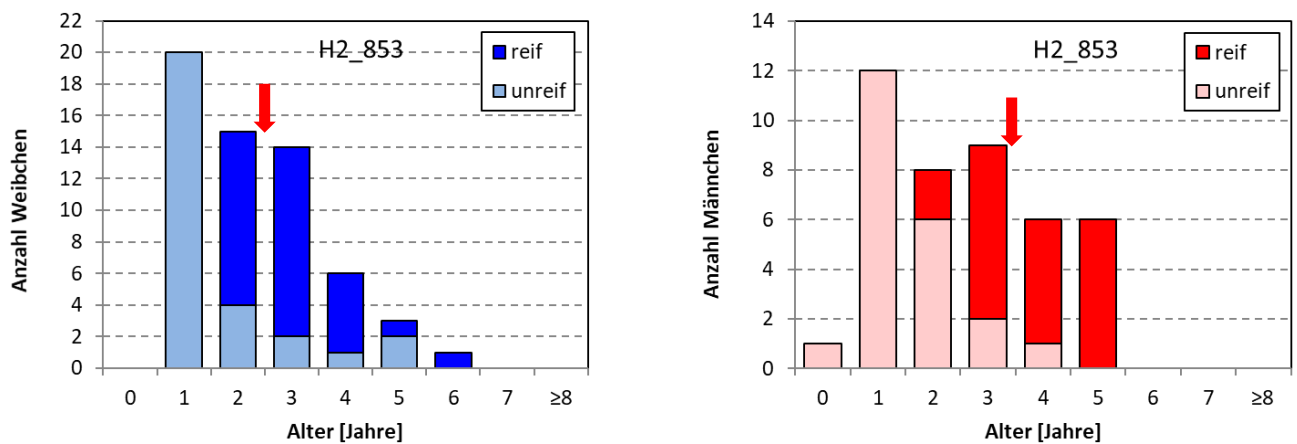


Abb. 202 Verteilung der reifen und unreifen Bachforellen auf die Altersklassen nach Weibchen (links) und Männchen (rechts). Pfeile: siehe Kapitel 2.3.1.

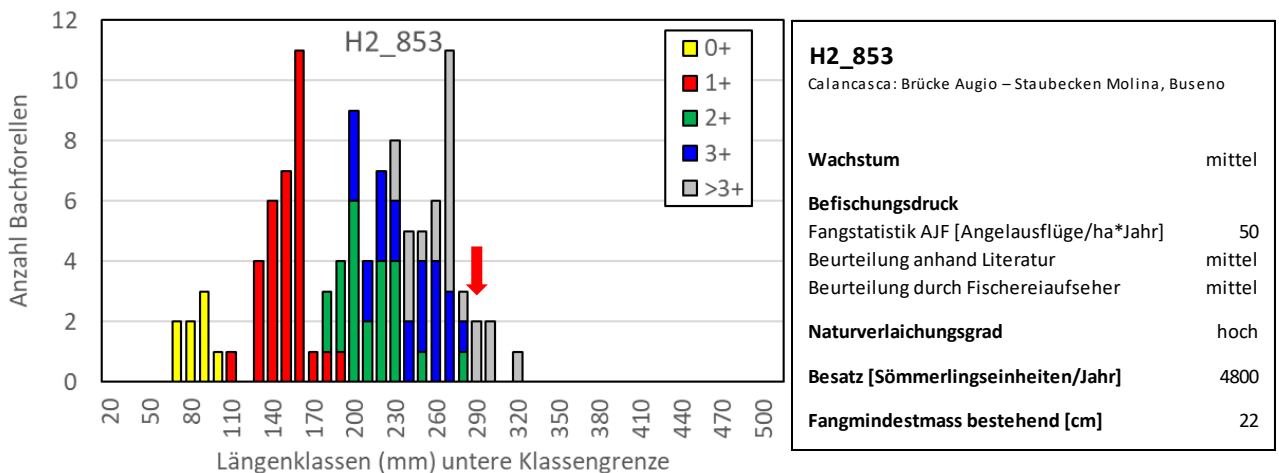
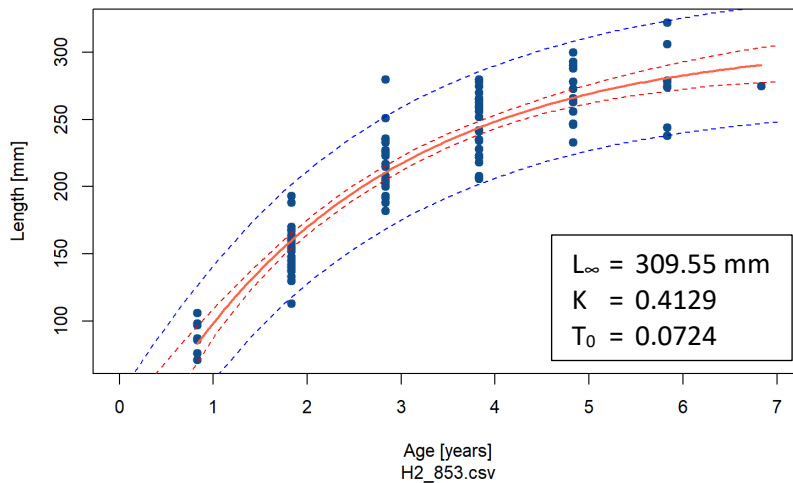


Abb. 203 Längen-Histogramm der Bachforellen. Pfeile: siehe Kapitel 2.3.2.



**Abb. 204** Wachstumskurve nach von Bertalanffy, optimale Parameterwahl (rot), 95%-Konfidenzband (rot gestrichelt) und Prognoseband (blau gestrichelt), analytischer Ansatz. Kasten: Modellparameter. Tiere > 480 mm wurden ausgeschlossen.

Die Calancasca (Strecke H2\_853) liegt auf 1000 m ü. M. und gehört damit dem Drittel der am tiefsten gelegenen Gewässer an. Die mittlere Jahrestemperatur ist mit 7.5°C entsprechend hoch. Das Temperaturregime ist als optimal für Bachforellen zu bezeichnen.

Das Wachstum der Bachforellenpopulation ist im Lauf der ersten drei Lebensjahre als mittel einzustufen. Mit zunehmendem Alter flacht die Wachstumskurve relativ stark ab, sodass die berechnete Maximallänge mit 31 cm relativ tief ausfällt.

Beide Geschlechter werden relativ spät laichreif, nämlich im Alter von 2<sup>+</sup>. Da in diesem Alter nur ein geringer Teil der Männchen reif ist, sollten die Schonbestimmungen eine Altersklasse später ansetzen. Im Alter von 3<sup>+</sup> ist nämlich der überwiegende Teil der Männchen und Weibchen reif. Zum Schutz aller Altersklassen bis und mit 3<sup>+</sup> ist ein **FMM von 29 cm** notwendig.

#### Fazit:

Der zuständige Fischereiaufseher und eine Analyse anhand von Literaturangaben beurteilen den Befischungsdruk einheitlich als **mittel**. Bei nicht angepassten Schonbestimmungen besteht das Risiko einer Wachstumsüberfischung. Das **FMM** sollte bei **29 cm** angesetzt werden, dass alle Altersklassen inkl. 3<sup>+</sup> wirksam geschützt sind.

## 7. Glossar

Begriff	Erklärung
Abundanz	= Dichte, Anzahl Lebewesen pro Flächen- oder Längeneinheit, z. B. Stück pro Hektare oder Stück pro km Gewässer.
additiv	Fischereiliche und natürliche Sterblichkeit müssen zusammengezählt werden (z. B. bei der Befischung ausgewachsener Fische).
adulter Fisch	ausgewachsener, Fisch, nach Eintritt der Laichreife.
Befischungsdruck	Ausmass, mit dem ein Gewässer befischt wird. Dieser wird oft in Stunden pro Hektare und Jahr angegeben.
Bestandesdynamik	Zeitliche Veränderung eines Bestandes durch Geburt, Wachstum und Sterben.
Biomasse	Gewicht an Lebewesen in kg oder t. Oft wird die Biomasse auf eine Fläche oder Gewässerlänge bezogen (kg pro Hektare, kg pro km Fluss).
Dichte	Anzahl Lebewesen pro Flächen- oder Längeneinheit, z. B. Stück pro Hektare oder Stück pro km Gewässer.
EF	siehe Entnahmefenster.
Einzugsgebiet	Gebiet, aus dem das Wasser an einem bestimmten Punkt zusammenfliesst.
Empirisch	Auf Erfahrung beruhend, z.B. durch Experimente gewonnene Erkenntnis.
Entnahmebeschränkung	Einschränkung der Zahl der zu entnehmenden Fische, z. B. Fangmasse, Fangzahlbeschränkungen.
Entnahmefenster (EF)	Fische, deren Länge zwischen der Untergrenze und der Obergrenze liegt, dürfen entnommen werden.
Erstlaicher	Fische, die zum erstenmal in ihrem Leben ablaichen.
Ertragsfähigkeit	Die Menge an Ertrag (Gewicht in kg oder t), die ein Gewässer liefern kann. Durch Schonbestimmungen kann die Ertragsfähigkeit maximiert werden. Aus ökologischen Gründen ist dies aber nicht sinnvoll.
Fangmass	Körperlänge, mit der der ein Fisch gefangen werden darf, dazu gehören Fangmindestmass, Maximalmass, Entnahmefenster, Zwischenschonmass.
Fangmindestmass (FMM)	Fische, deren Länge das FMM erreicht oder überschreitet, dürfen entnommen werden.
Fangzahlbeschränkung	Der Fischer darf nur eine bestimmte Zahl an Fischen pro Tag und/oder pro Jahr entnehmen.
Fluktuation	Schwankung, zeitliche Veränderung.
FMM	siehe Fangmindestmass.
genetisch	das Erbgut betreffend.
Gonaden	Geschlechtsorgane, Hoden, Eierstöcke (Ovarien).
Initialbesiedlung	Neubesiedlung eines Lebensraums.
Inputkontrolle	Kontrolle des Befischungsdrucks durch Fischereiliche Schonbestimmungen wie Begrenzung Zahl der Fischer- oder Fanggeräte, Schonzeiten, Schongebiete etc.
Jahresfangzahlbeschränkung	Der Fischer darf nur eine bestimmte Zahl an Fischen pro Jahr entnehmen.
juveniler Fisch	Jungfisch.
Juvenilstadium	Jungfisch-Stadium.
Kompensationsmechanismen	Dichteabhängige Prozesse bewirken, dass sich Wachstum, Geburts- und Sterberate gegenseitig beeinflussen. Z. B. bewirkt eine moderate Befischung von Jungfischen, dass die Überlebenden rascher wachsen und dem Beutespektrum ihrer Fressfeinde schneller entwachsen. So sinkt die natürliche Sterblichkeit.
kompensatorisch	Die Entnahme durch die Fischerei wird wettgemacht durch geringere natürliche Sterblichkeit (z. B. bei der Befischung von Jungfische).
kristallin	Urgestein, zum Beispiel Granit, gehört zu den kristallinen Gesteinen, kalkarm.
Laicherbiomasse	Gewicht an Laichtieren in kg oder t. Oft wird die Biomasse auf eine Fläche oder Gewässerlänge bezogen (kg pro Hektare, kg pro km Fluss).
maximaler Dauerertrag (MSY)	"maximum sustainable yield, MSY" Menge an Fischen, die maximal entnommen werden kann, ohne dass es zu einer Überfischung kommt.
Maximalmass (MM)	Fische, deren Länge das MM erreicht oder unterschreitet, dürfen entnommen werden (kommt in der Schweiz nicht vor, Konflikt mit FMM).
Mehrfachlaicher	Fische, die bereits zum zweiten, dritten, vierten etc. Mal ablaichen.
Mortalität	Sterberate, Verlust durch Sterben.

Begriff	Erklärung
ökologisches Fassungsvermögen	"Carrying capacity" = Tragkapazität, Anzahl Fische einer Art, welche maximal in einem Lebensraum leben können. Diese wird durch das Angebot an Laichplätze, Lebensraum und Nahrung, aber auch durch Fressfeinde mitbestimmt.
Outputkontrolle	Kontrolle der Entnahmemenge durch fischereiliche Schonbestimmungen wie Fangmindestmass, Fangzahlbeschränkung etc.
Population	Gruppe von Lebewesen, in der Regel der gleichen Art, die sich untereinander fortpflanzen können.
Prädation	Fische oder andere Tiere werden durch Fressfeinde (Prädatoren) gefressen.
Rekrutierung	Hineinwachsen eines Fisches in den für die Fischerei zugänglichen Längenbereich.
Rekrutierungsüberfischung	Der Bestand wird so stark befischt, dass ein Rückgang des Bestandes aus Mangel an Laichfischen einsetzt.
Ressource	Was durch Fische oder andere Lebewesen genutzt werden kann, z. B. Nahrungsquelle, Unterstand, Habitat etc.
Selektion	Auswahl von Lebewesen mit bestimmten Eigenschaften durch natürliche Prozesse: Fressfeinde z. B. fressen bevorzugt kleine Fische. Auch Fischerei (Fangmindestmass) kann eine Selektion ausüben: grosse Fische werden bevorzugt entnommen, kleine überleben --> Selektion auf Kleinwüchsigkeit.
Steelhead	Regenbogenforelle ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ), die im Fluss laicht und Teile ihres Jugendstadiums dort verbringt und anschliessend ins Meer abwandert. In einer Laichwanderung kehren die ausgewachsenen Tiere in den Fluss zurück (analog zur Meerforelle).
Tagesfangzahlbeschränkung	Der Fischer darf nur eine bestimmte Zahl an Fischen pro Tag entnehmen.
Tragkapazität	siehe ökologisches Fassungsvermögen.
Verbottung	Wenn Fische sehr dicht zusammenleben, ist das Futter für jeden Einzelfisch begrenzt und das Wachstum nur langsam.
Wachstumsdepression	siehe "Verbottung"
Wachstumsüberfischung	Werden mehr Fische entnommen als MSY, kommt es zu einer zunehmenden Verjüngung des Bestandes, wodurch das Risiko des Aussterbens steigt.
Zwischenschonmass	Fische eines bestimmten Längenbereichs, z.B. 15 - 30 cm, dürfen nicht entnommen werden

## 8. Verwendete Literatur

- BAGENAL, T. (1978): Methods for assessment of fish production in fresh waters. - IBP Handbook No 3, Blackwell Scientific Publications, Third Edition: 365 S.
- ANDERSON, C. N. K.; HSIEH, C.; SANDIN, S. A.; HEWITT, R.; HOLLOWED, A.; BEDDINGTON, J.; MAY, R. M.; SUGIHARA, G. (2008): Why fishing magnifies fluctuations in fish. - *Nature* 452(17): 835-839.
- ARLINGHAUS, R.; RAPP, T. (2016): Impulse für eine nachhaltige anglerische Hege von Binnengewässern: Fischbesatz und seine Alternativen. - Skript Bundesministerium für Bildung und Forschung: 180 S.
- CHRISTIE, M. R.; MCKNICKLE, G. G.; FRENCH, R. A.; BLOUIN, MICHAEL S. (2018): Life history variation is maintained by fitness trade-offs and negative frequency-dependent selection. - *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115(17): 4441-4446.
- ELLIOTT, J. M. (1984): Numerical changes and population regulation in young migratory trout *Salmo trutta* in a Lake District stream, 1966-83. - *J. Anim. Ecol.* 53: 327-350.
- ELLIOTT, J. M. (1985): The choice of a stock-recruitment model for migratory trout, *Salmo trutta*, in an English Lake District stream. - *Arch. Hydrobiol.* 104: 145-168.
- ELLIOTT, J. M. (1989): The critical period concept for juvenile survival and its relevance for population regulation in young migratory trout, *Salmo trutta*. - *J. Fish Biol.* 54: 617-638.
- GWINN, D. C.; ALLEN, M. S.; JOHNSTON, F. D.; BROWN, P.; TODD, C. R.; ARLINGHAUS, R. (2015): Rethinking length-based fisheries regulations: the value of protecting old and large
- NIKOLSKY, G. V. (1963): The ecology of fishes. - Academic Press London, New York: 352 S.
- MAURER, V. (2012): Zählung fischfressende Vögel, Projekt Gewässerzustand Aaretal GZA, Teilprojekt F1. – Schlussbericht HYDRA, Auftrag: Fischereiinspektorat des Kantons Bern: 57 S.
- MEILI, M.; SCHEURER, K.; SCHIPPER, O.; HOLM, P. (2004): Dem Fischrückgang auf der Spur. - Schlussbericht des Projekts Netzwerk Fischrückgang Schweiz (Fischnetz) EAWAG, Universität Basel: 178 S.
- STAUB, E. (1985): Populationsaufbau in Forellenbächen. - BUWAL, Schriftenreihe Fischerei 44: 41 - 62.
- UUSI-HEIKKILÄ, S.; WHITELEY, A. R.; KUPARINEN, A.; MATSUMURA, S.; VENTURELLI, P. A.; WOLTER, C.; SLATE, J.; PRIMMER, C. R.; MEINELT, T.; S. KILLEN, S.; BIERBACH, D.; POLVERINO, G.; LUDWIG, A.; ARLINGHAUS, R. (2015): The evolutionary legacy of size-selective harvesting extends from genes to populations. - *Evolutionary Applications* 8: 597-620.
- VONLANTHEN, P.; HEFTI, D. (2016). Genetik und Fischerei. Zusammenfassung der genetischen Studien und Empfehlungen für die Bewirtschaftung. - Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen 1637: 90 S.

## 9. Anhang

### 9.1. Anleitung Probenahme, Geschlechts/Reifebestimmung Bachforellen

#### Auswahl der Bachforellen, Messen (Totallänge in mm)

- **0+-Forellen** (längenmässig von älteren Tieren unterscheidbar) 1 Tier/Strecke (Schuppenbild von 0+-Fischen dient als Hilfe bei Altersbestimmung)
  - **Forellen ab 1+**: Bestand repräsentativ befischen
- Fang-Ziel: - 100 Fische pro Strecke (sollte nicht übertroffen werden)  
- weniger als 100 in Gewässern mit geringem Bestand

**Probenahmezeitpunkt Sep. – Dez., möglichst kurz vor Laichzeit** → weniger Fische zu töten,

#### Reife-/ Geschlechtsbestimmung (Heincke-Meierschen Reifetabelle, siehe Rückseite)

- Reife Tiere (Reifegrad 6 – 8, Eier, Sperma treten bei leichtem Druck auf den Körper aus) → Bestimmung am lebenden Tier möglich, Fische können wieder freigelassen werden.
- Alle anderen Tiere müssen getötet werden, Bestimmung mit Hilfe Reifetabelle (siehe Rückseite)

#### Protokollierung

- Eintrag im Protokoll:
- reife Tiere (**6 - 8**)
  - unreife Tiere (**1 - 3**)
  - Reifegrad 4 (**RG4**)
  - Reifegrad 5 (**RG5**)
- Reifegrad 4 - 5 bedeutet je nach Fangmonat "reif" oder "unreif"**  
→ Reifegrad 4 und 5 gesondert protokollieren, Gonaden in Minigrip mitnehmen, Bestimmung unter Binokular. **Nur wenige Tiere mit RG 4 - 5.**

Pro **Gewässerstrecke 1 digitales Protokoll** verwenden (Einträge von 100 Forellen möglich)

- nicht mehrere Gewässerstrecken auf 1 digitales Protokoll
- nicht 1 Gewässerstrecke auf mehrere Protokolle verteilen (doppelte Fischnummern, Zuordnung der Schuppen nicht möglich)

**Alle** hellgrauen Felder ausfüllen: - **Tabellenkopf** (Code AJF, Gewässername, Bestimmung durch)  
- **Tabelle** (Totallänge, Geschlecht, Reifegrad, Markierung, getötet),

Hellgelbe Felder (Bemerkungen) nur ausfüllen wenn wichtige Bemerkungen zum Fisch vorliegen.

#### Schuppenentnahme

Unterhalb Fettflosse, Bereich Seitenlinie 20 – 50 Schuppen entnehmen (siehe Rückseite).  
(ältere Forellen eher 50 Schuppen, jüngere eher 20 (Regenerate nicht lesbar).

Schuppen in Minigrip-Säckli geben, verschliessen, Minigrip-Säckli beschriften:

- **Code AJF** (identisch mit Protokoll, keine Verwechslungen (!) nichts vergessen(!))
- **Fisch-Nr.** (identisch mit Protokoll, keine Verwechslungen (!) nichts vergessen(!))

Kugelschreiber oder wasserfesten Filzstift verwenden (!)

Alle Säckli einer Gewässerstrecke in **Minigrip-Sack**, Beschriftung: **Code AJF, Gewässername.**

#### Datenübergabe

Die digitalen Protokolle folgendermassen benennen: **Gewässername\_Code\_AJF.xlsx**

Beispiel: **Flem\_A1\_151.xlsx**.

Ansprechpartner: Joachim Guthruf

- Am Ende jedes Jahres bitte alle digitalen Protokolle, die Daten enthalten, per E-Mail schicken, auch Protokolle, die noch nicht abgeschlossen sind.
- Schuppenproben bitte **jährlich** nach der Probenahme schicken A-Post, Montag bis Donnerstag.
- Fragen und Bemerkungen bitte an Joachim Guthruf richten.

**Joachim Guthruf, Aquatica GmbH, Hängertstrasse 13 G, 3114 Wichtrach**  
**Tel.: 031 781 49 40, Mobile: 079 568 49 52**  
**E-Mail: aquatica@sunrise.ch**

## Vermessen der Bachforellen (Totallänge in mm), Ort der Schuppenentnahme



## Bestimmung des Reifegrades

Tabelle 1: Heincke-Maier'sche Reifegradtabelle.

Grad	Zustandsbenennung	Aussehen der Geschlechtspartien
1	Jugendlich	<b>Eierstock</b> glashell, einzelne Eier nicht zu erkennen. <b>Hoden</b> klein, glashell, farblos bis grau.
2	Ruhe	<b>Eierstock</b> trübe durchscheinend, Eier mit der Lupe als abgerundete Körnchen erkennbar. <b>Hoden</b> trübe, graurötlich durchscheinend.
3	Vorbereitung	<b>Eierstock</b> meist undurchsichtig, immer noch klein, ohne Lupe orangefarbene Eier erkennbar. <b>Hoden</b> trübe, graurötlich durchscheinend.
4	Zusammendrängung	<b>Eierstock</b> halbe Länge, Eier mit Dotter, dicht stehend, eckig abgeplattet. <b>Hoden</b> rötlichweiss, noch klein, bei Druck auf die Bauchhöhle kein Sperma.
5	Streckung	<b>Eierstock</b> hat die endgültige Länge erreicht, Eier rund, undurchsichtig. <b>Hoden</b> weiss, endgültige Länge erreicht. Bei Druck auf die Bauchhöhle undurchsichtig, weiss, bei Druck auf die Bauchhöhle zäher Tropfen von Sperma.
6	Laichreife	<b>Eierstock</b> durchscheinend, graurötlich, Eier in der Mehrzahl durchsichtig, leicht abfliessend. <b>Hoden</b> undurchsichtig, weiss, bei Druck auf die Bauchhöhle fliesst Sperma als Milch ab.
7	Halb ausgelaicht	<b>Eierstock</b> durchscheinend, etwas verkürzt, keine undurchsichtigen Eier mehr vorhanden, die Mehrzahl ausgestossen. <b>Hoden</b> weiss mit schwacher Rötung, etwas verkürzt.
8	Ausgelaicht	<b>Eierstock</b> durchscheinend, verkürzt, blutreich, nur noch Spuren von Laich. <b>Hoden</b> stark verkürzt, dunkelrot bis graurötlich. Kein Sperma mehr. Wände sehr schlaff und reich an Blutgefässen. Allmählich zum Stadium 2 übergehend.



## 9.2. Protokollführung

# Längen- und Reifeuntersuchungen an Bachforellen

Kanton Graubünden

Code AJF  Bestimmung durch:

Gewässername

Fisch-Nr.	Fangdatum	Totallänge [mm]	Geschlecht	Reifegrad	Markierung	getötet	Bemerkungen
1	5.10.2014	245	W	6-8	0	0	
2	5.10.2014	350	M	1-3	0	1	Angelverletzung, Fisch sehr mager
3	5.10.2014	320	M	RG5	0	1	
4	5.10.2014	170	W	RG4	1	1	
5							
6							

### 9.3. Beurteilung des Befischungsdrucks

#### 9.3.1. Einteilung des Befischungsdrucks in drei Klassen

Die Wirkung des Befischungsdrucks auf eine Fischpopulation ist abhängig von deren Produktivität und Resilienz. Bei der Anwendung der Hegeplanungssoftware (ARLINGHAUS & RAPP 2016) wurden folgende 2 Kriterien verwendet:

- Ist ohne Schonbestimmungen eine Wachstumsüberfischung möglich?
- Ist ohne Schonbestimmungen eine Rekrutierungsüberfischung möglich?

Der Befischungsdruck wurde folgendermassen definiert:

- gering: Überfischung unwahrscheinlich
- mittel: Wachstumsüberfischung wahrscheinlich, Rekrutierungsüberfischung unwahrscheinlich
- hoch: Rekrutierungsüberfischung wahrscheinlich

#### 9.3.2. Verwendete Einheiten und Umrechnungsfaktoren

In der Hegeplanungssoftware wird der Befischungsdruck als «maximale Anglerzahl» eingegeben. Die Gewässerfläche [ha] kann im Experten-Modus frei gewählt werden.

Um die Umrechnung in die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Einheiten (EPUA 2 [Ereignisse/ha\*Jahr]<sup>6</sup>) vornehmen zu können, müssen folgende Umrechnungsfaktoren bekannt sein:

- Durchschnittliche Anzahl Angelausflüge/Jahr **20**
- Durchschnittliche Dauer eines Angelausfluges: **3 Std.**
- Durchschnittliche Angeltätigkeit eines Anglers pro Jahr: **60 Std.**

Diese finden sich auf Seite 123 im Skript zur Hegeplanungssoftware (ARLINGHAUS & RAPP 2016): Daraus ergeben sich folgende Umrechnungsfaktoren:

- Ereignis/ha (EPUA 2) = maximale Anglerzahl \* **20 Angeltage/Jahr** x Gewässerfläche [ha]
- Befischungsdruck [Std./ha\*Jahr] **EPUA 2 \* 3 Std.** bzw. **maximale Anglerzahl \* 60 Std./Gewässerfläche** [ha]

#### 9.3.3. Beurteilung des Befischungsdrucks (Rekrutierungsüberfischung)

Starke Befischung verursacht eine massive Abflachung des Altersaufbaus. Dies führt wiederum zu einer empfindlichen Reduktion des Reproduktionspotenzials der Population, welches als «spawning potential ratio SPR» ausgedrückt wird. Um das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung zu vermeiden, sollte die SPR nicht unter den Wert von 0.35 sinken (MACE 1994; ALLEN et al. 2013 zit. in GWINN et al. 2015). Da es bei den meisten Fischen einen linear positiven Zusammenhang zwischen der Körpermasse und der Fekundität (Eizahl) gibt (ARLINGHAUS & RAPP 2016), sollte im Hinblick auf eine nachhaltige Befischung auch die Biomasse der Laichtiere einer befischten Population nicht unter 35% des Wertes einer unbefischten Population sinken (ARLINGHAUS & RAPP 2016). Sinkt der Wert unter 35%, besteht das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung, das heisst es verbleiben weniger Fische im Gewässer, als für die Fortpflanzung und Rekrutierung des Bestandes erforderlich wären. Mittel- bis langfristig führt eine Rekrutierungsüberfischung zum Aussterben eines Bestandes.

#### Vorgehen bei der Berechnung der Grenze einer Rekrutierungsüberfischung

In einem ersten Schritt wurde mit Hilfe der Hegeplanungssoftware die Laichtier-Biomasse im unbefischten Zustand berechnet (Gleichgewichtszustand nach 20 Jahren). Da die Software bei der Zahl der Angler keinen Nullwert zulässt, wurde für die Berechnung 1 Angler pro 1'000 ha eingesetzt. Diese Berechnungen wurden

---

<sup>6</sup> Anzahl Angelausflüge pro Hektare x Jahr (liegt für jede Gewässerstrecke vor (Fangstatistik des Kantons Graubünden)

für sämtliche Kombinationen aus Wachstumspotenzial (niedrig, normal, hoch) und Qualität Laich- und Jungfischhabitat (sehr gut, gut, schlecht, sehr schlecht) berechnet.

Von all diesen Werten wurden die Schwellenwerte einer möglichen Rekrutierungsüberfischung berechnet, d. h. 35% der Laichtierbiomasse im unbefischten Zustand werden unterschritten. Durch iteratives Einsetzen unterschiedlicher Werte wurde der Befischungsdruck ermittelt, bei dem im Gleichgewicht (nach 20 Jahren) noch 35% der Laichtierbiomasse eines unbefischten Zustandes überlebt. Einstellungen der Software: siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

**Tab. 9 Einstellungen der Hegeplanungssoftware bei der Berechnung der Grenze des Befischungsdrucks, bei dessen Überschreitung das Risiko einer Rekrutierungsüberfischung besteht.**

Hegezielvariable:	Biomasse Laichfischbestand Alter-3+ (kg/ha)
Fischart:	Bachforelle
Fangmindestmass:	kein Fangmindestmass
Besatz:	kein Besatz, Brut oder max. "Setzlinge"
Analyse:	Analyse 1: Mindestmass, 3 Besatzmengen
Zielgrösse:	Biomasse Laichfischbestand Alter-3+ muss 35% der Biomasse Laichfischbestand Alter-3+ im unbefischten Zustand sein

### **Beurteilung des Befischungsdrucks (Wachstumsüberfischung)**

Bereits bei einem Befischungsdruck, welcher noch nicht zu einer Rekrutierungsüberfischung führt, kommt es zu Veränderungen der Längen- und Altersverteilung, die zu einer Destabilisierung des Bestandes führen können (ANDERSON et al. 2008). Eine solche Wachstumsüberfischung fällt gemäss ARLINGHAUS & RAPP (2016) besonders ins Gewicht, wenn der Befischungsdruck den Schwellenwert überschreitet, bei dem im langjährigen Gleichgewicht der maximal mögliche Ertrag erzielt werden kann (Abb. 5).

### **Vorgehen bei der Berechnung der Grenze einer Wachstumsüberfischung**

Durch iteratives Einsetzen unterschiedlicher Werte wurde der Befischungsdruck ermittelt, bei welchem im langjährigen Gleichgewicht der maximal mögliche Ertrag [kg/ha\*Jahr] erzielt werden kann.

**Tab. 10 Einstellungen der Hegeplanungssoftware bei der Berechnung der Grenze des Befischungsdrucks, bei dessen Überschreitung das Risiko einer Wachstumsüberfischung besteht.**

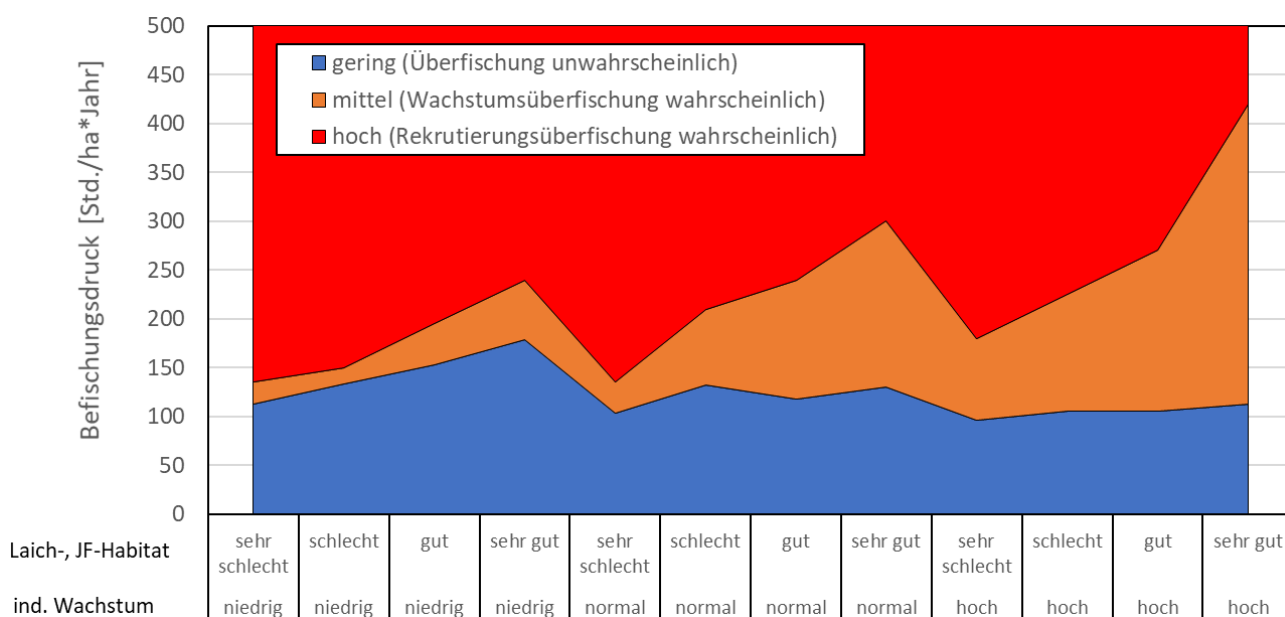
Hegezielvariable:	Biomasse Gesamtertrag (kg/ha und Jahr)
Fischart:	Bachforelle
Fangmindestmass:	kein Fangmindestmass
Besatz:	kein Besatz, Brut oder max. "Setzlinge"
Analyse:	Analyse 1: Mindestmass, 3 Besatzmengen
Zielgrösse:	Befischungsdruck, der maximalen Gesamtertrag ermöglicht

Die Begriffe in der Hegeplanungssoftware stimmen nicht im Detail mit denjenigen des AJF bzw. der vorliegenden Arbeit überein. Die Begriffe wurden folgendermassen zugeordnet. Die Einteilung der Bachforellenspopulationen anhand ihres Wachstums erfolgte gemäss (STAUB 1985) anhand der Altersklasse 2<sup>+</sup> (Tab. 11).

**Tab. 11 Erklärung und Zuordnung der in der vorliegenden Arbeit und in der Hegeplanungssoftware verwendeten Begriffe.**

Hegeplanungssoftware	vorliegende Arbeit
"individuelle Wachstumsrate"	"Wachstum"
sehr niedrig	-
niedrig	langsam
normal	mittel
hoch	hoch
"Qualität Laich- und Jungfischhabitat"	"Naturverlaichung"
sehr gut	hoch
gut	mittel
schlecht	gering
sehr schlecht	fehlend

Die Grenzen für das Risiko einer Längen- und Rekrutierungsüberfischung wurden grafisch dargestellt (Abb. 205). Mit Hilfe der Angaben zu den verfügbaren Laich- und Jungfischhabitaten und zum individuellen Wachstumspotenzial wurde der Befischungsdruck für jede Gewässerstrecke separat berechnet.



**Abb. 205 Einteilung des Befischungsdrucks auf Bachforellen anhand von Berechnungen mit der Hegeplanungssoftware V1.3 (ARLINGHAUS & RAPP 2016) in Abhängigkeit von der Qualität der Laich- und Jungfischhabitate und von der individuellen Wachstumsrate.**