

Diplomarbeit

Abiotische und biotische Einflüsse auf das Wachstum und die Fleischqualität der Regenbogenforelle

Jäger Verena & Sackl Martin

Schule

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Schulart

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft

Fachrichtung/Ausbildungsschwerpunkt

Agrarmanagement

Titel der Diplomarbeit

Abiotische und biotische Einflüsse auf das Wachstum und die Fleischqualität der Regenbogenforelle

Verfasser/innen

Verena Jäger

Martin Sackl

Betreuer/innen

Mag. Verena Mayer

Roland Kitzer

Projektpartner/innen

Franz & Hermine Sackl

Herbert Hansmann

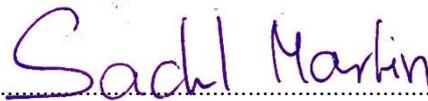
Verfasst im

April 2021

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorgelegte Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe. Weiters stimme ich zu, dass die Inhalte der Arbeit von den Betreuern der Diplomarbeit und von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein für Publikationen und Vorträge uneingeschränkt verwendet werden dürfen.

Raumberg-Gumpenstein, am 15. April 2021



Martin Sackl



Verena Jäger

Vorwort und Danksagung

Die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) zählt in Österreich zu einem der beliebtesten Speisefische. Zugleich wird sie österreichweit in diversen Teichen mit unterschiedlichen Standortbedingungen gehalten. Da wir selbst Forellenteiche in verschiedenen Höhenlagen an zwei unterschiedlichen Standorten in der Steiermark besitzen, haben wir uns entschlossen im Zuge der Diplomarbeit an der HBLFA-Raumberg Gumpenstein die Aufwuchsleistung und die Fleischqualität der Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) an den unterschiedlichen Standorten zu vergleichen. Die Regenbogenforellen wurden zur selben Zeit an zwei unterschiedlichen Standorten (Deutschlandsberg und Murau) in Teiche eingesetzt und ident gefüttert.

Einen großen Dank möchten wir Frau Mag. Verena Mayer aussprechen. Beim Erstellen der Diplomarbeit hat sie uns tatkräftig unter die Arme gegriffen und bei Problemen oder Fragen stets Lösungen vorgeschlagen. Vielen herzlichen Dank für ihre ausgezeichnete Betreuung.

Einen weiteren großen Dank wollen wir unserem außerschulischen Partner, Roland Kitzer aussprechen. Er hat uns bei allen Analysen, welche vor allem die Fleischqualität betrifft, unterstützt und hatte für Fragen immer ein offenes Ohr. Schlussendlich möchten wir uns auch bei unseren Familien bedanken, welche uns die Teiche zur Verfügung gestellt haben.

Jäger Verena, Sackl Martin

Zusammenfassung

Zielsetzung

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die Fleischqualität und das Wachstum der Regenbogenforelle bei gleichen Futtervoraussetzungen an zwei verschiedenen Standorten in der Steiermark mit unterschiedlichen abiotischen und biotischen Umwelteinflüssen zu dokumentieren und vergleichen.

Allgemeines

Die aus dem Westen Nordamerikas stammende Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) ist ein Süßwasserfisch und zählt zur Familie der Lachsartigen. Ihre Eigenschaft auf engem Raum gut zu überleben beschleunigte ihre Verbreitung stark. In Österreich ist sie mittlerweile ein sehr beliebter Speisefisch. Ihren Namen verdankt sie ihren violetten bis rot gefärbten Streifen, welche sich vom Kiemendeckel bis zum Schwanz ziehen. In freier Natur ernährt sie sich überwiegend von Insektenlarven oder den Larven diverser Amphibien (Kaulquappen), vereinzelt fressen sie auch kleinere Fische oder Fleischreste.

Versuchsaufbau

Die Regenbogenforellen wurden zur gleichen Zeit eingesetzt. Während des gesamten Versuchs wurden sie unter standardisierten Bedingungen gefüttert und gewogen. Auch die Pflanzen und Tiere rund um den Teich wurden das ganze Jahr über beobachtet und dokumentiert.

Ergebnisse

Das Ergebnis zeigt, dass die Regebogenforellen am Standort in der Südsteiermark deutlich mehr Gewicht zugenommen haben. Auch in den Fleischinhaltsstoffen konnten Unterschiede festgestellt werden.

Summary

Abiotic and biotic influences on the growth and meat quality of the rainbow trout

Objective

The aim of our diploma thesis is to document and compare the meat quality and growth of the rainbow trout with standardised conditions at two different locations in Styria with different abiotic and biotic influences.

General

The rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), which originates from western North America, is a freshwater fish and belongs to the salmon-like family. Because of their ability to survive well in confined spaces, they spread rapidly. In Austria, it is a very popular food fish. Its name relates to its purple to red coloured stripes, which extend from the gill cover to the tail. In the wild, it feeds mainly on insect larvae or on the larvae of various amphibians (tadpoles), and occasionally they also eat smaller fish or leftover meat.

Experimental setup

The rainbow trout were put in the two ponds at the same time. Throughout the year they were fed the same way and weighed at certain intervals. The flora and fauna around the pond was also observed and documented during the year.

Results

The results show that the rainbow trout at the location in southern Styria have significantly more weight. Moreover, differences in the meat analysis were determined.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	III
Vorwort und Danksagung.....	IV
Zusammenfassung.....	V
Summary	VII
Inhaltsverzeichnis.....	IX
Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen.....	XIV
Verzeichnis der Abkürzungen.....	XVI
1 Einleitung und Stand des Wissens	1
1.1 Allgemeines zur Regenbogenforelle (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1
1.1.1 Familie	1
1.1.2 Herkunft und Verbreitung	1
1.1.3 Standortansprüche	1
1.2 Merkmale und Aussehen.....	2
1.2.1 Körperbau der Forelle.....	3
1.2.1.1 Flossen	3
1.2.1.2 Sinne	3
1.2.1.3 Atmung	4
1.2.1.4 Verdauungstrakt	4
1.2.1.5 Geschlechtsorgane.....	4
1.2.1.6 Schwimmblase	5
1.2.1.7 Seitenlinienorgan	5
1.3 Fortpflanzung	5
1.4 Haltung und Fütterung	6
1.5 Fischhaltung	6
1.5.1 Definition Teich.....	6
1.5.2 Naturteiche	6
1.5.3 Forellenteich.....	6
1.5.4 Teichpflege	7

1.5.4.1	Bodenbearbeitung	7
1.5.4.2	Düngung	8
1.5.5	Zu- und Abflussvorrichtung	8
1.5.5.1	Mönch	8
1.5.5.2	Überlauf oder Umlaufgraben.....	8
1.5.5.3	Zapfverschluss.....	9
1.5.5.4	Zulauf.....	9
1.5.6	Bewirtschaftungsformen	9
1.5.6.1	Mutterfischhaltung und Eierproduktion	9
1.5.6.2	Setzlingsproduktion	10
1.5.6.3	Speiseforellenproduktion	10
1.6	Fischzucht und Produktion	10
1.6.1	Produktionsgrundlagen	10
1.6.2	Produktionsverfahren der Forellen	11
1.6.3	Setzlingproduktion.....	11
1.6.3.1	Produktion in Becken	12
1.6.3.1.1	Betonrinnen.....	12
1.6.3.1.2	Vertikal- oder Zylinderbecken	12
1.6.3.2	Produktion in Teichen	12
1.6.3.2.1	Produktion auf Naturnahrungsbasis	12
1.6.3.2.2	Produktion auf intensiver Fütterungsbasis.....	13
1.6.4	Speiseforellenproduktion	13
1.6.4.1	Speiseforellenproduktion in Teichen	13
1.6.4.2	Speiseforellenproduktion in Fließkanälen	14
1.7	Fütterung der Forellen	14
1.7.1	Natürliche Ernährung	14
1.7.2	Trockenfuttermittel	15
1.7.3	Futtermittelration	15
1.8	Forellenkrankheiten	16
1.8.1	Dotterblasenwassersucht.....	16
1.8.2	Costia	16
1.8.3	Kiemenerkrankung	17
1.8.4	Drehkrankheit.....	17
1.8.5	Grießkörnchenkrankheit.....	18
1.8.6	Viruserkrankungen	18

1.8.6.1	Forellenseuche	18
1.8.6.2	Infektiöse Pankreasnekrose.....	19
1.8.7	Vorbeugemaßnahmen.....	19
1.8.8	Vorzeichen einer Erkrankung und allgemeine Krankheitssymptome	20
1.8.9	Bekämpfung.....	20
1.8.9.1	Kalkbäder	21
1.8.9.2	Kochsalzbäder.....	21
1.8.9.3	Malachitgrün	21
1.9	Ökologie.....	22
1.9.1	Definition abiotische und biotische Faktoren	22
1.9.1.1	Abiotische Faktoren	22
1.9.1.1.1	Temperatur.....	22
1.9.1.1.2	Wasser.....	22
1.9.1.1.3	Sauerstoff.....	23
1.9.1.1.4	Salzgehalt.....	23
1.9.1.1.5	Solarstrahlung (Licht)	23
1.9.1.1.6	pH-Wert, Boden.....	24
1.9.1.1.7	Wasserinhaltsstoffe	24
1.9.1.1.7.1	Natrium	24
1.9.1.1.8	Kalium	24
1.9.1.1.8.1	Calcium	24
1.9.1.1.8.2	Chlorid	25
1.9.1.1.8.3	Nitrat.....	25
1.9.1.1.8.4	Nitrit.....	25
1.9.1.1.8.5	Sulfat.....	25
1.9.1.1.8.6	Hydrogencarbonat	25
1.9.1.2	Biotische Faktoren	26
1.9.1.2.1	Interaktionen	26
1.9.1.2.1.1	„Positiv-Negativ“-Interaktionen	26
1.9.1.2.1.2	„Negativ-Negativ“-Interaktionen	26
1.9.1.2.1.3	„Positiv-Positiv“-Interaktionen	27
1.9.1.2.1.4	„Positiv-o“-Interaktionen	27
1.9.1.3	Flora	27
1.9.1.3.1	Sumpfdotterblume (<i>Caltha palustris</i>)	27
1.9.1.3.2	Kriechender Hahnenfuß (<i>Ranunculus repens</i>).....	28

1.9.1.3.3 Wald- Vergissmeinnicht (<i>Myosotis sylvatica</i>).....	28
1.9.1.3.4 Wiesenschaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>).....	29
1.9.1.3.5 Weißklee (<i>Trifolium repens</i>).....	29
1.9.1.3.6 Rotklee (<i>Trifolium pratense</i>)	29
1.9.1.4 Fauna	30
1.9.1.4.1 Gemeine Binsenjungfer (<i>Lestes sponsa</i>)	30
1.9.1.4.2 Blaugrüne Mosaikjungfer (<i>Aeshna cyanea</i>).....	30
1.9.1.4.3 Stechmücke (<i>Culicidae</i>)	31
1.9.1.4.4 Gemeiner Wasserläufer (<i>Gerris lactustries</i>).....	32
1.9.1.4.5 Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>).....	32
1.9.1.4.6 Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>).....	33
1.9.1.4.7 Edelkrebs (<i>Astacus astacus</i>)	34
1.9.2 Prädatoren.....	34
1.9.2.1 Mitteleuropäischer Graureiher (<i>Ardea cinerea cinerea</i>)	35
1.9.2.2 Eurasischer Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)	36
1.10 Fleischinhaltsstoffe.....	37
1.10.1 Fett	37
1.10.1.1 Intramuskuläres Fett (IMF)	37
1.10.1.2 Fettsäuren.....	37
1.10.1.2.1 Gesättigt Fettsäuren.....	38
1.10.1.2.2 Ungesättigten Fettsäuren	38
1.10.1.2.3 Essenzielle Fettsäuren	39
1.10.2 Trockenmasse	40
1.10.3 Protein	40
1.10.4 Asche	41
2 Fragestellungen und Ziele.....	42
3 Material und Methoden.....	43
3.1 Versuchsaufbau.....	43
3.2 Standortbeschreibung.....	44
3.2.1 Standort in der Südsteiermark	44
3.2.1.1 Bodentyp.....	45
3.2.1.2 Wetter.....	45
3.2.1.3 Flora	45
3.2.1.4 Fauna	47

3.2.2 Standort im Bezirk Murau	47
3.2.2.1 Bodentyp.....	48
3.2.2.2 Wetter.....	48
3.2.2.3 Flora	49
3.2.2.4 Fauna	49
3.3 Fütterung.....	50
3.3.1 „Aqua dynamic semi swim“	50
4 Ergebnisse und Diskussion	51
4.1 Wasserauswertung.....	51
4.1.1 Wasserwerte.....	51
4.1.1.1 Wasserwerte: Teich in Murau	52
4.1.1.2 Wasserwerte: Teich in Deutschlandsberg	52
4.2 Fleischanalyse.....	53
4.2.1 Wasserbindungsvermögen.....	53
4.2.1.1 Tropfsaftverluste (Dripsaftverluste)	53
4.2.1.2 Kochsaftverluste	54
4.2.2 Chemische Analyse	55
4.3 Fleischauswertung.....	56
4.3.1 Gewicht.....	57
4.3.2 Wasserverluste	57
4.3.3 Trockenmasse.....	57
4.3.4 Protein	58
4.3.5 Asche	58
4.3.6 Intramuskuläres Fett	58
4.3.7 Fettsäuren.....	58
4.4 Gewichtszunahme	59
4.4.1 Endgewicht	60
5 Schlussfolgerungen und Ausblick.....	61
6 Literaturverzeichnis.....	62

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

Abb. 1 Regenbogenforelle (Quelle: PIXABAY 2014).....	2
Abb. 2 Gemeine Binsenjungfer (Quelle: PIXABAY 2018).....	31
Abb. 3 Gemeiner Wasserläufer (Quelle: Pixabay 2015).....	32
Abb. 4 Erdkröte (QUELLE: Pixabay 2017).....	32
Abb. 5 Laich eines Grasfrosches (Quelle: Pixabay 2014).....	33
Abb. 6 Mitteleuropäischer Graureiher (QUELLE: Pixabay 2016).....	35
Abb. 7 Eurasischer Fischotter (Quelle: Pixabay 2014).....	36
Abb. 8 Einsetzen der Forellen (Quelle: SACKL 2020).....	43
Abb. 9 Forellenteich im Bezirk Deutschlandsberg (Quelle: SACKL 2020).....	44
Abb. 10 Sumpfdotterblume (<i>Caltha palustris</i>) (Quelle: SACKL 2020).....	46
Abb. 11 <i>Weißklee (Trifolium repens)</i> (Quelle: SACKL 2020).....	46
Abb. 12 Flatter- Binse (<i>Juncus effusus</i>) (Quelle: SACKL 2020).....	46
Abb. 13 Forellenteich im Bezirk Murau (Quelle: JAEGER 2020).....	47
Abb. 14 Wiesenglockenblume (<i>Campanula patula</i>) (Quelle: JAEGER 2020).....	49
Abb. 15 Flatter- Binse (<i>Juncus effusus</i>) (Quelle: JAEGER 2020).....	49
Abb. 16 Kuckuckslichtnelke (<i>Lychnis flos-cuculi</i>) (Quelle: JAEGER 2020).....	49
Abb. 17 Forellenfütterung (Quelle: JAEGER 2020).....	50
Abb. 18 Probenvorbereitung: Dripsaftverluste (Quelle: SACKL 2020).....	53
Abb. 19 Probenvorbereitung: Kochsaftverluste (Quelle: SACKL 2020).....	54
Abb. 20 Probenvorbereitung: Fleischinhaltsstoffe 1 (Quelle: SACKL 2020).....	55
Abb. 21 Probenvorbereitung: Fleischinhaltsstoffe 2 (Quelle: SACKL 2020).....	55
Abb. 22 Vergleich prozentueller Gewichtszunahme (Quelle: JAEGER & SACKL 2020).....	59
Abb. 23: Wiegung der Forellen (Quelle: JAEGER 2020).....	60

Tabellen

Tab. 1 Wasserwerte: Teich Murau (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)	52
Tab. 2 Wasserwerte: Teich Deutschlandsberg (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)	52
Tab. 3 Fleischauswertung: Teich Murau (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)	56
Tab. 4 Fleischauswertung: Teich Deutschlandsberg (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)	56
Tab. 5 Fettsäuremuster Durchschnittswerte in % (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)	57

Verzeichnis der Abkürzungen

g	Gramm
kg	Kilogramm
m	Meter
cm	Zentimeter
mm	Millimeter
m ³	Kubikmeter
ca.	Circa
AK	Arbeitskraft
l/s	Liter pro Sekunde
PO ₄ ³⁻	Phosphat
Na ⁺	Natrium
NH ₄ ⁻	Ammonium
K ⁺	Kalium
Ca ²⁺	Calcium
Mg ²⁺	Magnesium
Cl ⁻	Chlor
NO ₂ ⁻	Stickstoffdioxid
NO ₃ ⁻	Nitrate

SO ₄ ²⁻	Sulfate
P	Phosphor
TC/NPC.....	gesamter gebundener Kohlenstoff
TN	gesamter gebundener Stickstoff
DC/NPOC	gelöster, nicht reinigbarer organischer Kohlenstoff
DN	gelöster Stickstoff
HCO ₃ ⁻	Hydrogencarbonat
Mg/l	Milligramm pro Liter
µg/l	Mikrogramm pro Liter
µs/cm.....	Mikrosekunden pro Zentimeter
SD.....	Standartabweichung
Def.....	Definition

1 Einleitung und Stand des Wissens

1.1 Allgemeines zur Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*)

1.1.1 Familie

Die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) ist ein Süßwasserfisch. Sie ist der Familie der Lachsfische (*Salmonidae*) angehörig, welche zur Ordnung der Lachsartigen (*Salmoniformes*) zählt (vgl. BORNE, 1885, 147).

1.1.2 Herkunft und Verbreitung

Einst war die Regenbogenforelle nur im Westen Nordamerikas beheimatet, mittlerweile ist sie jedoch fast auf der ganzen Welt vorzufinden. Ihre Tauglichkeit auf sehr engem Raum, dicht aufeinander gedrängt zu überleben, macht sie zu einer guten Wahl für Monokulturen, welche ihre Verbreitung beschleunigt hat (vgl. IGLER, 1969, 8-9).

1.1.3 Standortansprüche

Im Vergleich zu anderen Lachsfischen ist die Regenbogenforelle sehr anpassungsfähig. Durch ihre Anpassungsfähigkeit und ihr nicht sehr wählerisches Fressverhalten ist sie nicht an einen speziellen Standort bzw. an ein spezielles Gewässer gebunden. Gleichzeitig findet sie sich mit schlechteren Wasserqualitäten ab. In Ruhestellung verträgt sie Wassertemperaturen bis hin zu 27°C (vgl. IGLER, 1969, 8-9).

1.2 Merkmale und Aussehen

Die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) ist ein gestreckter, stromlinienförmiger Fisch mit einer stumpfen Schnauze. Den Namen Regenbogenforelle verdankt sie ihren violett bis rot gefärbten Streifen, welche sich vom Kiemendeckel bis zum Schwanz erstrecken. Der Bauch der Forelle ist leicht silbrig. Ältere männliche und weibliche Tiere weisen während der Laichzeit kräftigere Farben auf, hingegen sterile Fische, die trotz deren Alter keinen Nachwuchs haben, meist farblos sind. So kann man durchs Äußere unfruchtbare Fische erkennen. Die erkennbaren schwarzen Punkte sind über den ganzen Körper, ausgenommen dem Bauch, verteilt (vgl. IGLER, 1969, 8-9).



Abb. 1 Regenbogenforelle (Quelle: PIXABAY 2014)

1.2.1 Körperbau der Forelle

Die Haut ist mit zahlreichen Rundschuppen bedeckt. Diese sind von einer starken Schleimhaut umhüllt, die den Fisch vor Bakterien und Pilzen schützt. Der Körper wird durch ein Knochenskelett mit einer Wirbelsäule und Rippen bzw. Bauchgräten gestützt. Unverzweigte Zwischenmuskelgräten liegen rechts und links von der Wirbelsäule. Die Rumpfmuskulatur bildet den Hauptteil des essbaren Teils und macht 60% bis 75% des Körpergewichtes aus. Diese Muskulatur besteht hauptsächlich aus weißen Muskeln, welche sehr arm an Bindegewebe sind (vgl. <http://www.forellenzuchtverband.at>, 2021).

1.2.1.1 Flossen

Die Forelle verfügt über zwei Paar paarigen Flossen (Brust- und Bauchflossen), drei unpaarigen Flossen wie Rücken-, Schwanz-, und Afterflossen und einer kleinen Fettflosse ohne Flossenstrahlen (vgl. <http://www.forellenzuchtverband.at>, 2021). Fettflossen sind nur bei Lachsartigen anzufinden. Diese Flossen dienen zur Fortbewegung, der Steuerung und halten das Gleichgewicht. Weiters dienen sie der Signalsendung bei Balz und Kampf. Flossen bestehen aus beweglichen Hautsäumen. Um sich im Wasser zu stabilisieren nützen Fische ihre Rückenflosse (vgl. ESCHENAUER, HELMES, 2006).

1.2.1.2 Sinne

Die Augen der Forelle sind voneinander unabhängig beweglich und sehr wichtig für die Nahrungssuche. Davor liegen zweigeteilte Nasengruben, welche nicht mit der Mundhöhle verbunden sind. Der Geruchssinn hilft ihnen zu bestimmten Orten zurück zu finden (wie den Lachsen bei der Lachswanderung). Vom Kopf bis hin zur Schwanzwurzel befindet sich auf beiden Seiten ein Kanal mit Sinneszellen- das Seitenlinienorgan. Es handelt sich dabei um einen speziellen "Ferntastsinn", mit welchem Druckschwankungen registriert werden können (vgl. <http://www.forellenzuchtverband.at>, 2021).

1.2.1.3 Atmung

Die Forelle atmet über Kiemen, indem sie das Wasser in die Mundhöhle saugt und danach an den Kiemenbögen vorbei über die Kiemenspalten wieder nach außen presst. Während die Kiemenbögen vom Wasser umspült werden, findet der Gasaustausch an den Kiemenplättchen statt: Sauerstoff (O₂) gelangt ins Blut und Kohlendioxid (CO₂) wird ins Wasser abgegeben. Auf den Kiemenbögen befinden sich Zähne, diese verhindern das Eindringen von Nahrungsteilen in den Atmungsstrom (vgl. ESCHENAUER, HELMES, 2006).

1.2.1.4 Verdauungstrakt

Der Verdauungstrakt der Forelle besteht aus einem muskulösen Magen mit Blindschläuchen, einem Mittel- und einem Enddarm. Fische besitzen keine Speicheldrüsen. Die Leber ist mehrlappig, die Niere befindet sich oberhalb der Schwimmblase entlang der Wirbelsäule. Die Schwimmblase ist durch einen Gang mit dem Darm verbunden. Die Niere ist das wichtigste Ausscheidungsorgan der Forelle, wodurch im Süßwasser über Haut und Kiemen ständig Wasser aufgenommen wird und wieder entfernt werden muss (vgl. <http://www.forellenzuchtverband.at>, 2021).

1.2.1.5 Geschlechtsorgane

Die Geschlechtsorgane sind paarig angelegt. Sie liegen über dem Darm zu beiden Seiten der Schwimmblase. Bei den Weibchen werden die reifen Eier in der Leibeshöhle gelagert und gelangen durch den Genitaltrichter nach außen. Die Hoden produzieren eine milchig weiße Samenflüssigkeit. Durch einen Samenleiter hinter dem After scheidet der Milcher (männlicher Fisch) die Samenflüssigkeit aus und befruchtet so die davor abgelaichten Eier (vgl. ESCHENAUER, HELMES, 2006).

1.2.1.6 Schwimmblase

Durch die Schwimmblase kann der Fisch ohne viel Aufwand seine Lage im Wasser steuern, ob tiefer sinken, aufsteigen oder in bestimmten Wassertiefen schweben, somit kann er durch dieses Organ sehr viel Energie sparen. Die Schwimmblase liegt unter der Wirbelsäule in der Leibeshöhle. Alle Lachsartigen Fische besitzen eine Schwimmblase mit nur einer Kammer. Durch einen Luftgang, welcher direkt zum Darm führt, verlieren sie beim Aufsteigen überschüssiges Gas (vgl. ESCHENAUER, HELMES, 2006).

1.2.1.7 Seitenlinienorgan

Auch bekannt als Ferntastsinn. Das Seitenlinienorgan ist auf beiden Körperseiten als Linie gut erkennbar. Durch die Schwimmbewegungen des Fisches entstehen Druckwellen. Hindernisse, wie Ufer, Steine oder andere Fische reflektieren diese Wellen. Somit können Fische geringste Veränderungen des Wasserdrucks wahrnehmen. In einem Kanal unter der Haut befinden sich die Sinneszellen. In den Schuppen sind Poren und Löcher, durch welche der Wasserdruck von den Sinneszellen gemessen werden kann. Der Fisch kann sich somit auch in völliger Dunkelheit orientieren und frühzeitig Feinde und Beute erkennen, darüber hinaus ist es dafür verantwortlich, dass sich Fische nicht gegenseitig stoßen, wenn sie in Schwärmen schwimmen (vgl. ESCHENAUER, HELMES, 2006).

1.3 Fortpflanzung

Die Laichzeit der Regenbogenforelle ist sehr variabel und nicht einfach festzulegen. Erwie-senermaßen haben die Umweltverhältnisse großen Einfluss. Es gibt Stämme der Regenbogenforelle, die sehr früh im Herbst, sehr spät im Frühjahr oder sogar im Sommer laich-reif sind. Generell liegt die Laichzeit zwischen November und Mai. Das Weibchen (Rogner) sucht sich einen geeigneten Platz im Kies. Während das Weibchen eine Laichgrube vorbe-reitet, indem es sich auf die Seite dreht und mit den Flossen den Kies aufwühlt, wirbt das Männchen (Milchner) um sie. Wenn die Laichgrube fertiggestellt ist, werden Eier und Sper-mien abgegeben. Somit findet die Befruchtung im freien Wasser statt. Das frisch gelegte

Ei und der ausgestoßene Samen vermischen sich. Das Weibchen beginnt nun eine zweite Grube zu schlagen, wobei sie die erste Grube wieder mit Kies bedeckt. Bei einem Laichvorgang werden 700-4000 Eier in einer Größe von 3,5-6,0 mm abgegeben. Bis das Weibchen alle Eier, ca. 2000 pro Kilogramm Körpergewicht, abgelegt hat, wird das Fortpflanzungsritual über Tage hinweg wiederholt (vgl. IGLER, 1969).

1.4 Haltung und Fütterung

1.5 Fischhaltung

1.5.1 Definition Teich

Der Teich ist eine künstlich angelegte Wasseransammlung, mit einer geeigneten Ablassvorrichtung, die es erlaubt den Teich an der tiefsten Stelle entleeren zu können. Dies ist ein entscheidender Unterschied zu Seen oder einer Wasserlacke. Teiche haben einen ständigen Wasserzulauf. Wird er nur von Niederschlagswasser versorgt, wird er als „Himmelsteich“ bezeichnet (vgl. IGLER, 1969).

1.5.2 Naturteiche

Als Naturteiche bezeichnet man Teiche, die durch eine Talenge oder auf einer Wiese mittels eines Dammes entstehen. Für eine Intensivhaltung von Forellen ist diese Form von Teich kaum geeignet. Um ein Durchfrieren im Winter oder eine Erwärmung im Sommer zu vermeiden müssen diese Art von Teichen sehr tief sein (vgl. IGLER, 1969).

1.5.3 Forellenteich

Die Umstellung der Forellenzucht auf eine intensivere Haltung und somit Verwendung von Trockenfuttermittel brachte eine sichtliche Wandlung der Anlagen. Die Form der Teiche wurde länger und schmaler. Versorgt werden sie mit einem Wasserzulauf am oberen und

einen Ablauf am unteren Teil des Teiches. Durch den gleichmäßigen Ab- und Zulauf von Wasser wurde die Versorgung mit Sauerstoff verbessert. Es können dadurch viele Teiche nebeneinander gebaut werden. Dies bietet günstige Arbeits- und Betreuungsbedingungen. Ein moderner Forellenteich kann als seichter, mit viel Wasser versorgter Fließkanal angesehen werden. Er sollte Stellen mit gleichmäßiger, aber auch stärkerer Strömung aufweisen. Der Wasserab- und Zulauf erfolgt über die ganze Teichbreite (vgl. IGLER, 1969).

1.5.4 Teichpflege

Forellen reinigen, bei starker Besetzung, den Teich weitgehend selbst, da der Boden durch ständige Bewegung aufgelockert wird. Somit werde Bakterien und Pilze unter der Schlammschicht aktiv gehalten. Auch Fließkanalteiche reinigen sich nahezu vollständig selbst, da sich über die gesamte Breite Ab- und Zuflüsse befinden. Somit entsteht immer frischer Sauerstoff und es kommt selten zu Ablagerungen, wodurch sich Krankheiten ansammeln können. Um die natürliche Ertragsfähigkeit des Teiches zu erhalten wird eine Bodenbearbeitung und oder eine Düngung vollzogen (vgl. BOHL, 1999).

1.5.4.1 Bodenbearbeitung

Die erste 5-10 cm dicke Schlammschicht ist die Produktionsschicht, in welcher sich Bakterien und Pilze befinden. Um diese aktiv zu halten wird der Boden aufgelockert, somit bekommen Bakterien und Pilze ausreichend Sauerstoff. Das Lockern des Bodens wird mit einer Fräse, Egge oder einem Kultivator vollzogen. Eine Auflockerung fördert darüber hinaus eine Auftrocknung. Bei größeren Teichen werden die Sedimente mit Pressluft oder mit starkem Wasserdruck aufgewirbelt, damit wird auch die Mineralisierung gefördert. Voraussetzung für die Bodenbearbeitung ist die bestmögliche Trockenlegung nach dem Abfischen (vgl. BOHL, 1999).

1.5.4.2 Düngung

Eine Düngung steigert die Primärfunktion, jedoch ist nur die Phytoplanktonförderung erwünscht. Düngemittel sollten nur die Pflanzennährstoffe ergänzen, welche nicht im gewünschten Umfang vorhanden sind. Die Düngesubstanzen gehen vorwiegend über die Nahrungskette, durch Entfernung von Pflanzen, Auswaschung (Sickerverluste) und durch Abschwemmung beim Auslassen des Teiches verloren. Bevor eine Düngung stattfindet sollte der Nährstoffgehalt des Zulaufwassers bekannt sein. Die meisten Oberflächengewässer werden überdüngt (vgl. BOHL, 1999).

1.5.5 Zu- und Abflussvorrichtung

1.5.5.1 Mönch

Ein Mönch besteht aus einem Steher, welcher die Staubretter und das Gitter aufnimmt, und einem Ablaufrohr, welches das Wasser unter dem Damm ablässt. Als Rohre werden meist Betonrohre verwendet, da sie lange halten und am billigsten sind. Tritt jedoch der Fall eines Rückstaus hinter dem Teich oder im Rohr ein, wodurch der Ablauf des Wassers verhindert wird, oder handelt es sich um ein aggressives Zuflussgewässer, so ist ein glasiertes Tonrohr zu empfehlen. Beim Einbau der Rohre ist höchste Sorgfalt geboten, um ein Absenken oder die Entstehung von Hohlräumen, rund um das Rohr zu vermeiden. Mit den Staubrettern des Mönchs kann die gewünschte Stauhöhe eingestellt und gehalten werden (vgl. IGLER, 1969).

1.5.5.2 Überlauf oder Umlaufgraben

Hochwassergefährdete Teiche werden zusätzlich zum Mönch mit einem Überlauf- oder Umlaufgraben ausgestattet. Wenn möglich sollte der Umlaufgraben vorgezogen werden, da somit beim Abfischen reines Wasser zur Verfügung steht und das überschüssige Wasser am Teich vorbei zum Ablauf fließen kann (vgl. IGLER, 1969).

1.5.5.3 Zapfverschluss

Zapfenverschlüsse sind oft bei älteren Teichen zu finden. Sie werden aus Holz gefertigt und bestehen aus einem Zapfenhaus mit einem Verschlusszapfen, der sich im Zapfenhaus bewegt. Das Zapfenhaus ist dabei meist ein einfaches Rohr und der Verschlusszapfen dient als Stopfen um das Rohr vollständig zu verschließen. Da Holz unter Wasser nicht fault wird es sehr gerne als Material für den Zapfen eingesetzt und muss somit nur sehr selten getauscht werden. Ein Überfluss sollte vorhanden sein, da der Zapfen das Zapfenhaus zur Gänze verschließt und nur zum Ablassen gezogen wird (vgl. IGLER, 1969).

1.5.5.4 Zulauf

Meist sind Zuläufe kleine Kästen mit Gittern oder Staubretter, um das Wasser zu regulieren. Bei Fließkanälen erstrecken sie sich über die gesamte Breite. Darüber hinaus können auch Rohre verwendet werden (vgl. IGLER, 1969).

1.5.6 Bewirtschaftungsformen

1.5.6.1 Mutterfischhaltung und Eierproduktion

Für die Haltung von Mutterfischen und der damit verbundenen Brutproduktion, müssen neben den fruchtbaren Naturteichen auch quellwasserreiche Teiche für die Brut vorhanden sein. Zeit für das Ablachen und die Betreuung der Mutterfische sollte vorhanden sein. Der Teich mit den Mutterfischen ist sehr wertvoll, weshalb sein Schutz von sehr hoher Priorität ist. Heutzutage gibt es spezielles Futter für die Mutterfischhaltung, dennoch ist ein Teich mit natürlichem Nahrungszugang zu bevorzugen (vgl. IGLER, 1969).

1.5.6.2 Setzlingsproduktion

Eine Aufzucht von Setzlingen verlangt Erfahrung. Die Teiche sollten stets übersichtlich sein. Um ein ständiges Futterangebot erreichen zu können, werden im Bereich der Setzlingsproduktion Futterautomaten eingesetzt. Automaten erleichtern auch die Arbeitsbelastung bei größeren oder bei mehreren Teichen. Die Beobachtung der Setzlinge auf Krankheiten oder Parasiten, sowie die Fernhaltung und die Bekämpfung von Prädatoren der Fischbrut ist äußerst wichtig. Die Vermarktung von Setzlingen ist nicht immer leicht, weshalb vorab geschlossene Verträge oder Abmachungen von Vorteil sind (vgl. IGLER, 1969).

1.5.6.3 Speiseforellenproduktion

Die häufigste und problemärmste Bewirtschaftungsweise ist jedoch die Speiseforellenproduktion. Durch die Einführung von Trockenfuttermitteln sind Lagern und Beschaffung vereinfacht worden. Die einmalige Fütterung pro Tag kann auch von einem Automaten ersetzt werden. Der Ausfall ist bei diesen ausgewachsenen Forellen sehr gering und leicht überblickbar, wenn Besatzdichte und Hygienemaßnahmen beachtet werden (vgl. IGLER, 1969).

1.6 Fischzucht und Produktion

1.6.1 Produktionsgrundlagen

Der Teichwirt bewirtschaftet eine Urproduktion die hauptsächlich aus vier Produktionsfaktoren besteht: Boden, Wasser, Kapital und Arbeit. Mit den gegebenen Standortbedingungen sind die wesentlichen Produktionsmöglichkeiten festgelegt. Sie werden durch Boden- bzw. Wasserqualität, Klima (Niederschlag, Temperaturen, Sonnenscheindauer), Höhenlage, Entfernung von Hof und Nutzflächen und Entfernung zwischen Produktionsstätte und Zukaufs- bzw. Absatzmärkten gekennzeichnet.

Das Kapital umfasst im Wesentlichen die Produktionsanlage, bestehend aus Gebäude, Teichanlagen, Maschinen, Geräte, Vieh (Fische), Geld und Vorräte.

Die Arbeitskraft (AK) gewinnt mit steigenden Lohnkosten größere Bedeutung. Zur Orientierungshilfe gilt der Einsatz von 1,0 AK mit 2.200 AK/Jahr. Die Arbeitsstunden ergeben sich aus dem jeweiligen Umfang des Betriebszweiges, der inneren Verkehrslage und den Mechanisierungsstufen (vgl. BOHL, 1999).

1.6.2 Produktionsverfahren der Forellen

Die Einzel-Deckungsbeiträge der Forellenproduktion sind vom Betriebszweig und dem Betriebsstandort abhängig. Forellen mit 30 cm und 300 g haben einen Deckungsbeitrag von 8 800€. Geräucherte Forellen, der gleichen Größe und Masse, haben einen Deckungsbeitrag von 18 475€. Dies lässt sich daraus schließen, dass 25% Veredelungsverluste des Lebensgewichts entstehen. Der Preis einer lebenden Forelle am Großhandel wird mit 6,00 – 7,00 €/kg gerechnet. Der Preis einer grünen Forelle an den Endverbraucher rechnet man mit 12,00 – 15,00€/kg. Geräucherte Forellen werden an Endverbraucher oder an Großhandel mit 18,00 -26,00 €/kg verkauft und bei einer Forelle, die zusätzlich filetiert ist, rechnet man mit 25,00- 35,00€/kg. Für 100 Stück Setzlinge mit einer Größe von 6-20 cm bezahlt man 20-200€ (vgl. BOHL, 1999).

1.6.3 Setzlingproduktion

Das allgemeine Ausgangsmaterial für eine Setzlingproduktion ist eine gut vorgestreckte Brut mit einer Länge von 4-5 cm und einem Gewicht von 0,5-1 g/Stück. Besitzt man einen mit Keimen oder Viren belasteten Teich sollten die Setzlinge eine Länge von mindestens 6 cm aufweisen. Ab dieser Größe sind die Knorpelanteile der Wirbel stabilisiert, somit können sie nicht mehr deformiert werden. Dennoch ist es sehr wichtig verseuchte Teiche gründlich zu reinigen und desinfizieren (vgl. BOHL, 1999).

1.6.3.1 Produktion in Becken

1.6.3.1.1 Betonrinnen

Große Bentonrohre (7 bis 10 m Länge x 0,8 bis 1 m Breite x 0,80 bis 1 m Tiefe) können für eine Setzlingproduktion verwendet werden. Eine Besatzdichte von 2.000 bis 5.000 Regenbogenforellen/m³ stellt kein Problem dar, da das Wasser alle 10 Minuten erneuert wird und somit eine gleichbleibende Wasserqualität gewährleistet ist. Die mehrmalige Fütterung per Hand, sowie eine gründliche Reinigung, sind mit viel Aufwand verbunden (vgl. BOHL, 1999).

1.6.3.1.2 Vertikal- oder Zylinderbecken

Bei sehr guter Wasserqualität ist es möglich Setzlinge in speziellen Vertikal- oder Zylinderbecken zu halten. Diese Becken bieten bei einer Breite von 3,50 m und einer Höhe von 3 m Platz für 30.000 bis 50.000 Stück beziehungsweise einem Maximalgewicht von 600 kg. Einmal täglich sollte man den Standrohrablauf durch Ziehen an zwei Staubrettchen reinigen. Dadurch werden die circa 25 cm Absenkungen, welche tote Tiere und Kot enthalten, gesäubert. Dieses System wurde von der Fischzucht Bernegger in Oberösterreich entwickelt und patentiert (vgl. BOHL, 1999).

1.6.3.2 Produktion in Teichen

1.6.3.2.1 Produktion auf Naturnahrungsbasis

Gute Voraussetzungen für eine natürliche Aufzucht bieten tiefe Teiche. Für eine zurückhaltende Düngung reicht meist eine herbstliche Branntkalkgabe (CaO). Die Temperaturen von 20 °C sollten nicht überschritten werden (Gefahr der Verfettung). Auf Grießkörnerkrankheit, Wasserpest und Fadenalgen ist zu achten (vgl. BOHL, 1999).

1.6.3.2.2 Produktion auf intensiver Fütterungsbasis

Die verbreitetste Heranzuchtmethode von Setzlingen ist in Teichen, dessen Form eines Handtuches gleicht und das Verhältnis circa 1:4 bis 1:6 beträgt. Die Besatzdichte richtet sich nach der zur Verfügung stehenden Wasserqualität und -quantität. Bei einer Produktion von 50.000 Regenbogenforellensetzlingen werden im Durchschnitt 10l/s benötigt. Durch gute Wasserqualität und zusätzlicher Belüftung kann der Ertrag gesteigert werden. Die Produktion von Setzlingen kann auch bedingt in Fließkanälen und Netzgehegen vollzogen werden. Sowie in Rundteiche aus Kunststoff, Metall oder Beton, welche den Rundbecken ähnlich sind (vgl. BOHL, 1999).

1.6.4 Speiseforellenproduktion

Allgemein wird eine Speisefischgröße von 250-330 g gefordert, jedoch sind die Größen von der jeweiligen Marktsituation abhängig. Das perfekte Gewicht beläuft sich auf circa 300 g. Zur Räucherung werden auch schwerere Forellen bevorzugt. Der Produktionsrhythmus ist in einem Vollbetrieb so zu setzen, dass kontinuierlich Speisefische zum Verkauf vorhanden sind. Das bedeutet wiederum, dass je nach Bedarf auch entsprechendes Setzlingsmaterial vorhanden sein muss. Bei guten Produktionsbedingungen werden größere Speisefische mit 1 ½ Jahren Produktionszeit marktreif. Wird jedoch die Vermehrung im Herbst vorgenommen, können Herbstlaicher-Stämme in zwölf Monaten Fresszeit circa 50% der konsumfähigen Größe erreichen. In der Endmastphase sind 4 g Tageszunahmen anzustreben. Mit gezielten Zuchtmethoden, optimalen Haltungsbedingungen und vollwertigen Futtermitteln, könnte es möglich werden Regenbogenforellen mit 8-10 Monaten konsumfähig zu machen (vgl. BOHL, 1999).

1.6.4.1 Speiseforellenproduktion in Teichen

Die Produktionsmenge wird durch die verfügbare Wasserqualität und-quantität bestimmt, deshalb kann heutzutage bei einer Durchlaufmenge von einem l/s bis zu 150 kg

Speiseforellen produziert werden. Unter Wasserqualität- und -quantität versteht man eine optimale Wassertemperatur und einen optimalen Sauerstoffgehalt (vgl. BOHL, 1999).

1.6.4.2 Speiseforellenproduktion in Fließkanälen

Bei Fließkanälen wird angestrebt, dass die Reinigung so gut wie möglich automatisch abläuft, jedoch benötigt man dafür hohe Wasserzulaufmengen, welche meist nicht vorhanden sind. Aus diesem Grund beläuft sich die Wassertiefe auf nur 0,40 bis 0,60 m, welche schnell überschritten wird. Eine Funktionstüchtigkeit des Fließkanals wird durch folgende Maßnahmen ermöglicht:

- Der Wasserzu- und -ablauf hat über die gesamte Breite zu erfolgen
- Ein Gefälle sollte mindestens 0,33% und höchstens 0,67% betragen
- Die Gesamtkonstruktion ist aus Beton, mit einem rechtwinkligen Querschnitt auszuführen

Bei günstigen Bedingungen kann auf kleinem Raum wirtschaftlich produziert werden, jedoch ist dies sehr risikoreich, da unter steigender Besatzdichte zunehmend Stress das Wachstum mindert und andere physiologische Parameter den Ausbruch einer Krankheit begünstigen (vgl. BOHL, 1999).

1.7 Fütterung der Forellen

1.7.1 Natürliche Ernährung

Bei der natürlichen Ernährung betrachtet man den Verdauungstrakt der Forelle genauer, dabei erkennt man sofort, dass sie nur hochwertige, eiweißreiche Nahrung verdauen kann. In der Natur sind die Hauptnahrungsquelle der Forelle Insektenlarven. Größere Forellen gehen meist auf Fischnahrung über und verzehren oft kleinere Artgenossen oder vorhandene Kleinfische. Auch Fleischabfälle fallen in ihr Beuteschema. In der Fischzucht wurden für lange Zeit nur die angeführten Futterarten verabreicht, jedoch wurden für eine

zusätzliche Versorgung von Vitaminen Weizenkleie und getrockneten Krabben zuge-mischt. Eine falsche Fütterung, wie es eine zu fette oder nicht mehr frische, aber auch eine ausschließlich aus gekochtem Futterfleisch bestehende darstellt, führt zu Verdauungsstö-rungen beziehungsweise zu Mangelercheinungen. Die sogenannte Leberdegeneration, welche zu Massensterben führte, hatte ihren Ursprung aufgrund einer der eben genannten Fütterungsfehler. Die Futterraufnahme ist nicht immer gleich groß und hängt stark von der Wassertemperatur ab. Die höchste Fresslust weist die Regenbogenforelle bei 12-16 °C auf (vgl. IGLER, 1969).

1.7.2 Trockenfuttermittel

Forellentrockenfuttermittel zeichnen sich durch ihre hohen Eiweißgehalte aus. Bei einem Proteingehalt von circa 40% sind beste Wachstumsleistungen zu erwarten. Eine wichtige Voraussetzung der Fütterung ist die Verabreichung der richtigen Körnung. Es gilt zu be-achten, dass die Forellen die Nahrung als Ganzes Schlucken. Somit ist daraus zu schließen, dass Forellenbrütlinge und mittelgroße Forellen eine feinere Körnung brauchen. Mehliges Futtermittel sind nicht geeignet, da sie sich im Wasser auflösen und dadurch Kiemenschä-digungen verursachen können. Für Setzlinge ist eine Körnung von 2-4 mm zu empfehlen (vgl. IGLER, 1969).

1.7.3 Futterrationsration

Um Fütterungsfehler zu vermeiden wurden von vielen Firmen Tabellen erstellt, mit der man die tägliche Futterrationsration berechnen kann. Vor allem die Wassertemperatur, aber auch das Alter und die Größe der Forellen spielen dabei eine große Rolle.

Die Futterrationsration wird als „Prozent des Gewichts, des gesamten Fischbestandes“ angege-ben und beträgt standardgemäß ein Prozent. Alle zwei bis drei Wochen sollte eine neue Tagesration berechnet werden, da sich das Gewicht der Forellen ändert und die Wasser-temperatur variiert. Um das Gewicht der Forellen zu erfassen, werden Probefischungen, Probemessungen und Schätzungen durchgeführt. Dies führt oft zu Fehlschlüssen,

wodurch das Ermitteln eines Durchschnittes erschwert wird. Firmen bieten Hilfestellungen, in Form von Tabellen, um eine optimale Fütterung zu gewährleisten. Bei Setzlingen sollte diese Ration auf den Tag verteilt gegeben werden, dies ist jedoch bei ausgewachsenen Fischen nicht mehr relevant. (vgl. IGLER, 1969).

1.8 Forellenkrankheiten

Krankheiten kommen vor allem bei dicht besetzten Teichen häufig vor. Deshalb ist es sehr wichtig strenge Hygienemaßnahmen einzuhalten, um eine Verbreitung zu stoppen. Die häufigsten Krankheiten sind Dotterblasenwassersucht, Costia, Kiemenerkrankungen, Drehkrankheit, Grießkörnchenkrankheit und Viruserkrankungen. Es ist sehr hilfreich Vorbeugemaßnahmen zu treffen und die Krankheit möglichst schnell zu erkennen, um eine Bekämpfung in die Wege zu leiten.

1.8.1 Dotterblasenwassersucht

Die Dotterblasenwassersucht ist eine Brutkrankheit, bei der sich der Dottersack vergrößert und sich bläulich verfärbt. Diese Krankheit ist meist auf ungünstige Aufzuchtverhältnisse zurückzuführen. Bei ungenügender Zufuhr von Frischwasser oder zu dichtem Besatz ist die Dotterblasenwassersucht oft anzufinden, dies liegt am mangelnden Sauerstoff. Der einzige Weg diese Krankheit zu beseitigen ist eine Verbesserung der Aufzuchtverhältnisse. Bei dieser Krankheit stirbt der gesamter Brutsack, aufgrund des akuten Sauerstoffmangels, ab. Für den Halter entstehen schwere Verluste (vgl. IGLER, 1969).

1.8.2 Costia

Die Costia ist eine Erkrankung der Brütlinge. Diese wird durch Geißeltierchen hervorgerufen. Man erkennt sie durch einen leicht grauen bis bläulichen Belag an den Flossen und Schleimhäuten, welcher meist nur unter dem Mikroskop erkennbar ist. Ein Formaldehydbad mit einer Konzentration von 1:4000 bis 1:6000 führt zu einer erfolgreichen Bekämpfung. Malachitgrün und Kupfervitriol werden auch zur Bekämpfung eingesetzt (vgl. IGLER,

1969). Der Parasit zerstört die gesamte Schleimschicht des Fisches, somit kann der Costia Erreger weiter in den Fisch eindringen. Die Folge sind Löcher oder blutige Geschwüre. Wenn der Parasit die Blutbahn erreicht hat endet dies für den Fisch tödlich (vgl. www.in-teraquaristik.de, 2021).

1.8.3 Kiemenerkrankung

Eine Kiemenerkrankung kommt bei Brütlings häufig vor und tritt meist bei stark verunreinigten oder trüben Wasser auf. Ist die Krankheit noch nicht so weit fortgeschritten, können Bäder, welche bereits oben beschrieben wurden, gute Heilerfolge erzielen (vgl. IGLER, 1969). Bei einer Kiemenerkrankung können folgende Symptome festgestellt werden: Kiemen werden blass bzw. geld-rot und schwellen an. Weiters können eine oder beide Kiemendeckel geschlossen bleiben. Fische die eine Kiemenerkrankung aufweisen, fressen oft nichts, taumeln im Wasser umher und schnappen an der Wasseroberfläche nach Luft. Darüber hinaus kann man schnelle Atmung bzw. Kiemenbewegungen erkennen. Im Inneren verschleimen und verfärben sich die Kiemenblättchen. Durch diese Krankheit treten viele Verluste auf (vgl. www.drta-archiv.de, 2021).

1.8.4 Drehkrankheit

Die Drehkrankheit ist eine der bekanntesten und gefürchtetsten Erkrankungen der Forellenzüchter. Durch Anfüttern der Brütlinge in sterilen Becken oder durch starke Desinfektion der Teichböden wird diese Erkrankung weitgehend bekämpft. Der Erreger befindet sich im Teichboden, wodurch er über die Nahrung aufgenommen wird. Im nicht verknöcherten Skelett der Brütlinge entstehen Wucherungen, die Druck auf das Nervensystem ausüben. Auch Missbildungen am Kopf, des Rückgrates oder eine Schwarzfärbung der Schwanzpartien sind erkennbar. Die Folgen sind ein schlechtes Wachstum und erhebliche Schäden der Nervenbahnen (vgl. IGLER, 1969).

1.8.5 Grießkörnchenkrankheit

Diese Krankheit wird von Grießeltierchen verursacht. Grießeltierchen setzen sich in der Haut der Fische fest. Durch kleine weiße Erhebungen am Fisch ist diese Krankheit leicht erkennbar, des Weiteren versammeln sich betroffene Fische am Zu- bzw. Ablauf. Dort suchen sie die stärkste Strömung, in der sie sich dann auf die Seite drehen und versuchen die befallenen Stellen abzuwetzen. Wird die Grießkörnchenkrankheit früh erkannt und bekämpft, werden hohe Verluste vermieden. Eine sofortige Abhilfe und Heilung, schafft man mit einer Malachitgrüngabe. Ansonsten ist mit großen Verlusten zu rechnen (vgl. IGLER, 1969).

1.8.6 Viruserkrankungen

1.8.6.1 Forellenseuche

Die Forellenseuche, auch bekannt als infektiöse Nierenschwellung oder Leberdegeneration, ist in Europa sehr verbreitet und bekannt. Ihre Symptome sind vielfältig. Im ersten Stadium färben sich Individuen dunkel und sondern sich vom Schwarm ab, später treten Wassersucht und Glotzaugen, sowie Hautschäden auf. Weiters erkennt man, dass vereinzelte Fische im Teich unbeherrscht in die Luft schnellen und Drehbewegungen ausführen. Diese äußerlichen Erkennungen sind keine eindeutigen Kennzeichen für eine Viruserkrankung. Eine Bekämpfung gibt es derzeit noch nicht. Eine Ansteckung erfolgt von Fisch zu Fisch und über bereits verseuchtes Wasser. Betroffen Fische überleben nur in seltenen Fällen, was für den Fischhalter große Verluste darstellt. Separate Absonderung der kranken und gesunden Bestände kann eine Ausbreitung vermindern. Der Virus ist sogar im toten Fisch noch ansteckend, weshalb eine Entsorgung dieser von hoher Priorität ist. In verseuchten Anlagen sollten Stress und Fütterungsfehler vermieden werden und kranke Tiere vom gesunden Bestand separiert werden, um den Virus nicht zu entflammen (vgl. IGLER, 1969).

1.8.6.2 Infektiöse Pankreasnekrose

Diese Viruserkrankung wurde durch Eierimporte von Amerika nach Frankreich verschleppt. Sie ist gefährlicher als die oben beschriebene Fischseuche, da sie auch über die Eier übertragen werden kann. Am anfälligsten sind Brut und Setzlinge, sie haben dabei eine sehr geringe Überlebensquote. Eine Bekämpfung ist noch nicht bekannt, somit ist das Separieren der Forellenbestände die einzige Lösung, um eine Ansteckung und Verbreitung zu verhindern (vgl. IGLER, 1969). Diese Krankheit ist durch blasse Kiemen, Blutungen an den Flossenansätzen und ein schnelles Schwimmen in der Seitenlage erkennbar (vgl. www.deine-angelwelt.de, 2021).

1.8.7 Vorbeugemaßnahmen

Hygiene, Reinlichkeit und Desinfektion sind wichtige Faktoren für die Vorbeugung diverser Krankheiten. In großen Naturteichen und allen darin enthaltenen Lebensgemeinschaften, werden die Exkretionsprodukte der Fische selbst verarbeitet und verwertet. Eine niedrige Besatzzahl vermeidet rasches Verbreiten einer Krankheit und mindert die Infektionsgefahr von Tier zu Tier. In moderneren Forellenteichen mit einer intensiven Nutzung reicht die Selbstreinigung durch die Fische nicht mehr aus. Der Teich sollte mindestens zweimal im Jahr desinfiziert werden und die Kanäle wiederum mit Ätzkalk gereinigt werden. Weiters ist es sinnvoll die gesamten Geräte, welche der Reinigung dienen, auch zu reinigen. Stresserscheinungen sind in der Tierzucht allgemein bekannt. Verursacht werden sie durch übermäßige, unausgewogene Ernährung, gefühlsloser Hantierung, Überbesatz der Teiche, mangelndem Sauerstoffgehalt oder auch rasanter plötzlicher Temperaturwechsel (vgl. IGLER, 1969).

1.8.8 Vorzeichen einer Erkrankung und allgemeine Krankheitssymptome

Um ein frühes Erkennen einer Krankheit zu gewährleisten, ist eine sorgfältige Beobachtung des Fischbestandes wichtig. Ein Versammeln der Forellen an den Teichecken oder beim Zu- und Abfluss, ein ruckartiges Abtauchen oder Schwarzfärbungen einzelner Fische sind Erkennungsmerkmale für diverse Erkrankungen. Tote Tiere sollten aus Hygienegründe sofort entfernt werden und eventuell auf Krankheiten untersucht werden.

Viele Krankheitssymptome sind auf mehrere Erkrankungen bezogen und es bedarf große Erfahrung richtige Schlüsse aus den Krankheitsbildern zu ziehen. Zum Beispiel eine Drehbewegung des Fisches weist nicht gleich auf die Drehkrankheit hin, sondern könnte auch ein weiteres Stadium einer Viruserkrankung sein. Weitere Symptome wie schnelles Umherreißen im Teich, verpilzte Hautstellen oder spiralförmiges Drehen beim Schwimmen treten bei unterschiedlichen Erkrankungen auf. Besonders eine Verpilzung, welche ein Wattebausch-ähnliches Erscheinungsbild aufweist, ist ein allgemeines Zeichen für eine Erkrankung und oftmals ein sekundäres Merkmal für das Befinden der Fische (vgl. IGLER, 1969).

1.8.9 Bekämpfung

Bei den meisten Tieren werden Futterzusätze zur Behandlung der Erkrankungen hinzugegeben. Dies ist bei einer Vielzahl von Individuen aber auch bei Brut oder Setzlingen nicht zu empfehlen. Bekannt ist die oben genannte Methode nur bei Furunkulose oder bei Octomitus. Durch das Einbringen von Stoffen in das Wasser erbringt man bei Forellenbeständen mehr Erfolg. Man badet die Fische in Kalk- oder Kochsalzlösungen und setzt dem Wasser Malachitgrün oder Kupfervitriol hinzu (vgl. IGLER, 1969).

1.8.9.1 Kalkbäder

Diese sind nur dann erfolgreich, wenn sie mit einer bestimmten Konzentration verabreicht werden. Bevor man den Kalk hinzugibt sollte der Kalkgehalt des Wassers bestimmt werden. Danach richtet sich die Zugabe des Kalkes (vgl. IGLER, 1969).

1.8.9.2 Kochsalzbäder

Diese Bäder wirken auf die Fische belebend. Die Konzentration beläuft sich meist zwischen 0,5 und 2,5%. Je niedriger die Konzentration ist, desto länger kann man die Lösung einwirken lassen. Höherprozentige (1,5-2 %) sollte man nur kurz anwenden (vgl. IGLER, 1969).

1.8.9.3 Malachitgrün

Eine Zugabe von Malachitgrün wird meist nur in Teichen verwendet. Schwache Lösungen mit einer Konzentration von 1:1,000.000 oder 1:2,000.000 sind bereits wirksam. Auch Kupfervitriol wird in diesen hohen Verdünnungen verwendet, ansonsten könnten die Fische geschädigt bzw. getötet werden. Malachitgrün wird zur Bekämpfung der Fadenalge und bei gewissen Bruterkrankungen verwendet. Bei den sogenannten Tauchbädern werden Fische nur sehr kurz in die Lösung eingetaucht. Mit einer größeren Konzentration können zwar sehr gute Wirkungen erreicht werden, jedoch ist auf die Verträglichkeit zu achten (vgl. IGLER, 1969).

1.9 Ökologie

1.9.1 Definition abiotische und biotische Faktoren

1.9.1.1 Abiotische Faktoren

Als abiotische Faktoren können Umwelteinflüsse beschrieben werden, genauer gesagt sind vor allem Temperatur, Wasser, Sauerstoff, Salzgehalt, Solarstrahlung, pH-Wert oder eine bestimmte Bodenstruktur und Bodenqualität zu nennen. Sind artspezifische Faktoren nicht vorhanden, so können sich bestimmte Arten an diesen Orten nicht fortpflanzen oder überleben. Die meisten abiotischen Faktoren werden durch zeitliche sowie räumliche Schwankungen beeinflusst. Zu einem bestimmten Zeitpunkt können dieselben abiotischen Faktoren auf verschiedenen Standorten vorkommen (vgl. CAMPBELL, 2015).

1.9.1.1.1 Temperatur

Die Temperatur ist für die Verbreitung und das Vorkommen einzelner Organismenarten von großer Bedeutung. Sie sichert bei vielen Individuen physiologische und verhaltensbiologische Prozesse (vgl. CAMPELL, 2015). Die meisten Organismen leben zwischen 0 °C und 45 °C, da bei höheren Temperaturen Proteine zerstört werden. Nur wenige Lebewesen können in den polaren Gebieten oder in heißen Quellen ihren Stoffwechsel aufrechterhalten. Die Regenbogenforelle ist sehr anpassungsfähig und kommt mit Wassertemperaturen bis zu 27 °C zurecht (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015).

1.9.1.1.2 Wasser

Das Wasser ist ein wichtiger Faktor, welcher sich auf das Vorkommen und Verbreiten diverser Arten auswirkt. Die Zellflüssigkeit in Süßwassertieren enthält mehr Salzionen als das Wasser, welches sie umgibt. Der Salzgehalt ist bei Süßwassertierchen höher als der Wassergehalt, somit müssen sie das aufgenommene osmotische Wasser wieder abgeben. Dieser Prozess wird als Osmose bezeichnet (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015).

1.9.1.1.3 Sauerstoff

Es ist das wichtigste Element, da es alle Lebewesen zum Überleben benötigen. An Land ist der Sauerstoff in großen Mengen vorhanden, im Wasser hingegen nur gering, da er sich nicht gut im Wasser lösen kann. An tiefen Stellen in Seen, im Meer oder nach Einlagerungen von organischen Abfällen ist der Sauerstoff ein limitierender Faktor. Forellen findet man ausschließlich in sauerstoffreichen Gewässern (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015).

1.9.1.1.4 Salzgehalt

Der Salzgehalt wirkt sich durch die Osmose bedeutsam auf den Wasserhaushalt der Organismen aus. Dieser Faktor bezieht sich direkt auf die im Wasser lebenden Lebewesen. Unter Osmose versteht man einen Prozess in der Natur, bei dem sich zwei Flüssigkeiten mit unterschiedlichem Salzgehalt so lange austauschen, bis sie sich wieder ausgleichen. Der Salzgehalt gibt darüber hinaus Auskunft über die Dichte und die Temperatur des Wassers. Die Dichte vergrößert sich durch einen höheren Salzgehalt und dabei auch die Auftriebskraft von auf dem Wasser schwimmenden Objekten. Eine gesättigte Kochsalzlösung verringert den Gefrierpunkt auf -21°C und erhöht den Siedepunkt auf über 108°C (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015).

1.9.1.1.5 Solarstrahlung (Licht)

Die Solarstrahlung ist für photoautotrophe Organismen enorm wichtig. Sie liefert die primäre Energie für den Aufbau von Biomasse und somit auch die Struktur, Dynamik und Aufrechterhaltung von Ökosystemen. Die wichtigste Energiequelle für die Fotosynthese ist das Sonnenlicht. In Seen und Meeren wird mit zunehmender Tiefe die Lichtintensität schwächer (je nach Trübung bereits ab weniger als einen Meter bis ca. 10 m). Bestimmte Mondphasen können ein massenhaftes Abbleichen festsitzender Tiere bewirken (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015).

1.9.1.1.6 pH-Wert, Boden

Ein Zusammenspiel von pH-Wert, Bodeneigenschaften, Humusform, Wasserverfügbarkeit und Bodenorganismen, sowie weiteren Faktoren beeinflussen das Vorkommen der Pflanzenarten und somit auch der Phytophagen (Pflanzenfresser). Diese Faktoren tragen zu einem heterogenen Aufbau terrestrischer Ökosysteme bei (vgl. CAMPELL, 2015). Salzböden oder Hochmoorböden sind nur von Spezialisten besiedelt. Die Struktur des Untergrundes spielt eine wesentliche Rolle im und am Wasser (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015).

1.9.1.1.7 Wasserinhaltsstoffe

1.9.1.1.7.1 Natrium

Dieses Alkali-Metall kommt aufgrund seiner Reaktivität nicht in reiner Form vor. In Meerwasser oder in Salzlagerstätten ist es jedoch als Natriumchlorid häufig nachzuweisen. In Mineralwasser sorgt es als Natriumkarbonat (Soda) für den Sprudel. Im Organismus ist es für die Aufnahme und Transport von Nährstoffen verantwortlich (vgl. www.wlv-voeslau.at, 2020).

1.9.1.1.8 Kalium

Ein weiteres, häufig vorkommendes, Alkali-Metall ist das Kalium. Es ist für den Organismus essenziell, da es einen wichtigen Elektrolyten der Körperflüssigkeit darstellt. Zusammen mit Natrium ist es für die Osmose verantwortlich. Des Weiteren regelt es den Energiestoffwechsel und wirkt Blutdruckregulierend (vgl. www.wlv-voeslau.at, 2020).

1.9.1.1.8.1 Calcium

Zusammen mit Magnesium stellen sie die bedeutendsten Kationen im Trinkwasser dar, da sie die Ursache für die Wasserhärte sind. Aber auch für den Aufbau von Knochen und Zähnen ist es wichtig (vgl. www.wlv-voeslau.at, 2020).

1.9.1.1.8.2 Chlorid

In jedem Wasser ist dieser Stoff natürlich enthalten, bei Verunreinigungen kann er jedoch erhöht sein. Chlorid-Zellen in den Kiemen stoßen gelöste Salze während der Osmose wieder aus (vgl. www.wlv-voeslau.at, 2020).

1.9.1.1.8.3 Nitrat

Nitrate treten durch eine zu intensive landwirtschaftliche Nutzung oder bei Abwasser-versickerung auf. Es entsteht durch den Abbau von Organismen im Gewässer. Für Fische ist es giftig (vgl. www.wlv-voeslau.at, 2020).

1.9.1.1.8.4 Nitrit

Im Rahmen des Stoffwechsels geben Fische Ammonium und Ammoniak ab. Nitrosomonas, eine bestimmte Bakteriengruppe, wandeln das Ammonium oder Ammoniak in Nitrit um, dieser Stoff ist für die Fische giftig (vgl. www.drta-archiv.de, 2020).

1.9.1.1.8.5 Sulfat

Ebenso wie Nitrat kommt Sulfat vor allem in verunreinigten Gewässern vor, jedoch können höhere Werte auch einen geologischen Grund haben. Sehr stark erhöhte Werte können korrosionsfördernd sein (vgl. www.wlv-voeslau.at, 2020).

1.9.1.1.8.6 Hydrogencarbonat

Das Gleichgewichtssystem der Kohlensäure im Wasser, welche sich aus Kohlendioxid, Kohlensäure, Hydrogencarbonat und Karbonat zusammensetzt, ist ausschlaggebend für den pH-Wert (vgl. BAIER, 2019).

1.9.1.2 Biotische Faktoren

Zu den biotischen Faktoren zählen Individuen derselben Art oder andere Arten. Diese Faktoren sind ausschlaggebend für eine Habitatselektion (def. Habitat: artspezifischer Lebensraum), da Arten durch ein negatives Wechselwirken (Interaktionen) mit anderen Arten nicht zu ihrer Fortpflanzungsreife heranwachsen können. Als Beispiel zählt die Anwesenheit von Prädatoren, Parasiten oder Konkurrenten. Gleichzeitig kann das Fehlen von Symbionten, welche meistens als Futtergrundlage dienen, auch einen begrenzenden Faktor darstellen. Besonders auffällig sind Fälle, bei denen der Mensch nicht einheimische Arten (Neozoen) absichtlich oder zufällig einschleppt, welche dann als Raubtiere oder Krankheitserreger die Populationsdichte einheimischer Arten dezimiert oder diese zur Gänze auslöscht (vgl. CAMPBELL, 2015).

1.9.1.2.1 Interaktionen

1.9.1.2.1.1 „Positiv-Negativ“-Interaktionen

Dazu können nun Beutegreifer und Beute gezählt werden, aber auch Pflanzenfresser und Pflanze oder Parasit und Wirt. Somit sind die Interaktionen für den einen Partner positiv, jedoch für den anderen Partner negativ. Im Forellenteich stellen die Fische meist die Beutegreifer dar und kleinere Insekten oder Larven werden als Beute angesehen (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015, S. 158-162).

1.9.1.2.1.2 „Negativ-Negativ“-Interaktionen

Hierbei kommt es zu einer Konkurrenz um Ressourcen (def. Ressourcen: Die für einen Organismus überlebenswichtige Stoffe aus der Umwelt), vor allem geht es hierbei um Nahrung, aber auch um Nistplätze. Die Interaktionen können entweder intraspezifisch (def. In der Art) oder interspezifisch (def. Verschiedener Arten) vorkommen und stellen für beide Partner einen Nachteil dar. In künstlich angelegte Teiche haben Forellen meist keine natürliche Nahrungskonkurrenz (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015, S. 158-162).

1.9.1.2.1.3 „Positiv-Positiv“-Interaktionen

Diese Art der Wechselwirkung wird auch als Symbiose bezeichnet. Besonders häufig können diese Interaktionen zwischen Insekten und Pflanzen beobachtet werden, dabei bekommen die Insekten Nahrung und die Pflanze wird bestäubt. Beide Partner ziehen daraus einen Vorteil. Forellen gehen keine Symbiose ein (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015, S. 158-162).

1.9.1.2.1.4 „Positiv-o“-Interaktionen

Bei dieser Interaktion ist das Wechselwirken für den einen Partner positiv und der andere wird nicht davon beeinflusst. Diese Art der Interaktion wird auch als Karpose bezeichnet. Forellen können eine Karpose mit Flussperlmuscheln eingehen. Die Muscheln ziehen daraus einen Nutzen, da ihre Larven in den Kiemen der Forellen Schutz finden (vgl. BIO@SCHOOL 5, 2015, S. 158-162).

1.9.1.3 Flora

Die Bezeichnung Flora kommt aus dem Lateinischen und kann als die Gesamtheit der Pflanzenwelt in einer bestimmten Region beschrieben werden. Forellen sind von der umliegenden Flora nur indirekt beeinflusst, da sie sich nicht davon ernähren, jedoch kann aufgrund des Aufkommens oder nicht- Aufkommens mancher Pflanzen auch auf eine Population der Insekten oder andere Kleintiere geschlossen werden (vgl. BERRENS, März 2019).

1.9.1.3.1 Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*)

Familie: Hahnenfußgewächse

Diese Pflanze wird bis zu 30 cm hoch, die dunkelgelben Blüten sind von April bis Juni zu sehen, sie weisen keinen Kelch, jedoch viele Staubblätter auf. Die Staude ist giftig. Die Blätter sind bis zu vier cm groß, nierenförmig und glänzend. Sie kommt meistens an nasen, nährstoff- und basenreichen Lehm- und Tonböden vor. Die Früchtchen bilden kleine

Schlüssel, aus denen Regentropfen die schwimmfähigen Samen hinausschleudern (vgl. SPOHN, 2015, S. 266).

1.9.1.3.2 Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*)

Familie: Hahnenfußgewächse

Die Blüten dieser bis zu 40 cm hohen Pflanze kann man von Mai bis August betrachten. Sehr typisch sind ihre meterlangen Ausläufer, welche oberirdisch verlaufen und beblättert sind. An diesen Ausläufern bilden sich Wurzeln und junge Pflanzen. Die Blüten kommen vereinzelt an den Blattachsen vor. Die Kelchblätter sind behaart. Die Blätter sind drei-zählig, wobei Abschnitte gelappt bis gekerbt sind. Die Pflanze ist im Grunde fast kahl. Als Pionierpflanze besiedelt sie besonders schnell Äcker, Wege, feuchte Wiesen, Auenwälder und Ufer. Sie wirkt durch ihre langen Wurzeln als Bodenverfestiger (vgl. SPOHN, 2015, S. 268).

1.9.1.3.3 Wald- Vergissmeinnicht (*Myosotis sylvatica*)

Familie: Raubblattgewächse

Diese zweijährige, bis zu 45 cm hohe Pflanze blüht von Mai bis Juli. Typisch sind ihre bis zu 10 mm großen Blüten mit gelbem Ring. Der Kelch ist abstehend mit hakigen Haaren. Die Krone ist erst rötlich und färbt sich dann in ihre typische dunkelblaue Farbe. Die unteren Blätter sind rosettenartig angeordnet und gestielt, hingegen obere wechselständig und sitzend sind. Es zeigt Nährstoffreichtum an und kommt vor allem an Wald- und Wegrändern, Waldschläge und Gebüsche vor. Wissenswert ist, dass diese Pflanze die kleinsten Pollenkörner aller heimischer Arten besitzt (vgl. SPOHN, 2015, S. 210).

1.9.1.3.4 Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratensis*)

Familie: Kreuzblütengewächse

Wiesenschaumkraut ist eine bis zu 60 cm hohe Staude, welche von April bis Juni blüht. Typisch sind ihre endständigen Trauben mit violetten bis ins lila gehenden Blüten, welche als Rosette angeordnet sind. Die Grundblätter sind rundlich und die Endblätter vergrößert. Es kommt auf nährstoffreichen Böden, genauer gesagt feuchten Mähwiesen, Moor- und Nasswiesen, Auenwäldern und Ufern vor. Die Sand- Schaumkresse (*Cardaminopsis arenosa*) sieht dem Wiesenschaumkraut sehr ähnlich und kann somit leicht verwechselt werden (vgl. SPOHN, 2015, S. 196).

1.9.1.3.5 Weißklee (*Trifolium repens*)

Familie: Schmetterlingsblütengewächse

Typisch für diese bis zu 45 cm hohe Staude sind ihre kriechenden, an den Knoten wurzelnden Stängel. Die Blätter weisen eine helle Zeichnung auf. Das kugelige Blütenköpfchen blüht zwischen Mai und September. Die Blättchen, welche auch im Winter grün sind, sind elliptisch, eiförmig und kahl. Das Vorkommen wird durch Mähen gefördert. Er kann sehr leicht mit dem Schwedenklee verwechselt werden (vgl. SPOHN, 2015, S. 190).

1.9.1.3.6 Rotklee (*Trifolium pratense*)

Familie: Schmetterlingsblütengewächse

Die Blätter weisen eine weiße Zeichnung auf, weiters sind auch zwei unterschiedlich weit entwickelnde Köpfchen arttypisch. Die kugelig, eiförmigen, fleischroten Blütenköpfchen der bis zu 40 cm hohe Staude blühen zwischen Juni und September. Die Stängel sind verzweigt und die Blätter drei- zählig. Auf Wiesen, Weiden und Äckern kann man diese Pflanze sehr oft finden. Er liefert dabei viele Nährstoffe und verbessert den Boden. Vor allem mit dem Mittlerer- Klee ist er leicht zu verwechseln (vgl. SPOHN, 2015, S. 80).

1.9.1.4 Fauna

Ebenso wie die Flora, kommt der Begriff Fauna aus dem Lateinischen, darunter versteht sich die Gesamtheit aller Tierarten in einem bestimmten Gebiet (vgl. SCHAEFER, 2000). Forellen sind Beutegreifer und ernähren sich somit größtenteils von Tieren aus ihrer Umgebung, welche kleiner als sie selbst sind. Sie sind nicht sehr wählerisch und fressen somit von kleinerem Zooplankton (def. Tierisches Plankton); über Insekten und Larven bis hin zu kleinen Fröschen und Mäusen alles. Gerade in Zeiten in denen ein Schlupf stattfindet, egal ob Kaulquappen (def. Larve der Froschlurche), andere Fische oder Insekten, steht Nahrung im Überfluss zur Verfügung. Sie gehen somit eine „positiv-negativ“- Interaktion ein, aus der die Forelle profitiert.

1.9.1.4.1 Gemeine Binsenjungfer (*Lestes sponsa*)

Diese Kleinlibelle ist zusammen mit der Weidejungfer die häufigste Binsenjungferart. Sie weist eine Körperlänge von 35-39 mm auf und ihre Flügelspannweite kann zwischen 35-48 mm betragen. Als Jungtier ist es auf der Oberseite metallisch grün und am Rest des Körpers beige gefärbt. Bei älteren Tieren geht das metallisch grüne ins kupferfarbene über. Als Lebensraum suchen sie sich kleinere stehende Gewässer mit seichtem Uferbereich und Sauergräser-bewuchs. Die Flugzeit erstreckt sich von Anfang Juni bis Ende September. Larven der gemeinen Binsenjungfer entwickeln sich in nur 5-12 Wochen, was im Vergleich zu ihren Artgenossen sehr schnell ist. Die Larve ist darüber hinaus sehr gefräßig und dezimiert somit konkurrierende Kleinlibellen stark (vgl. STERNBERG, BUCHWALD, 1999).

1.9.1.4.2 Blaugrüne Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*)

Diese Großlibelle, welche zur Familie der Edellibellen gehört, hat eine Flügelspannweite von bis zu 11 cm und eine Körperlänge von circa 8 cm. Die Männchen weisen auf der Hinterseite ein schwarz, grün und blau geflecktes Muster auf, bei Weibchen hingegen fehlen die blauen Farbaspekte. Bei der Habitatsuche sind sie sehr unanspruchsvoll, sogar in Regentonnen können sich Larven vollständig entwickeln. Man findet sie jedoch bevorzugt an

langsam fließenden, kleinen Stehgewässern. Die Flugzeit erstreckt sich von Juni bis November. Sie fliegen bei der Jagd auf andere Insekten weit von den Gewässern, an denen sie leben, weg, somit können sie oft weit abseits davon gesehen werden. Die Larven sind Sauerstoffmangel oder Frost gegenüber sehr tolerant, dies ist wiederum ein Grund warum diese Art in Österreich noch sehr oft gesehen wird (vgl. STERNBERG, BUCHWALD, 1999).



Abb. 2 Gemeine Binsenjungfer (Quelle: PIXABAY 2018)

1.9.1.4.3 Stechmücke (*Culicidae*)

Die Stechmücke ist eine Familie von Insekten, in welcher allein in Europa 104 Arten bekannt sind. In Österreich gibt es bis zu 40 Gelsen- Arten, folgende treten besonders häufig auf: Überschwemmungs- Gelsen (*Aedes vexans*, *Aedes sticticus*, *Aedes reossicus*), Haus- Gelsen (*Culex pipiens*, *Culex hortensis*, *Culiseta annulata*), Fieber- Gelsen (*Anopheles stephensi*) und Invasiven- Gelsen (*Aedes japonicus*) (vgl. ages.at, 2020). Die Weibchen durchstechen mit ihren stechend- saugenden Rüsseln die Haut ihrer Wirte und können somit deren Blut aufsaugen, dieses ist durch den hohen Protein- und Eisengehalt sehr wertvoll für die Produktion der Eier. Der überwiegende Teil der Nahrung besteht jedoch aus zuckerhaltigen Pflanzensäften. Die Stechmücke ist ein gefährlicher Krankheitsüberträger von Infektionskrankheiten. Die Paarung erfolgt meist in der Dämmerung in großen Schwärmen, welche größtenteils aus Männchen bestehen, die versuchen sich nähernde Weibchen zu begatten. Dabei fliegen sie in Schleifen- oder Zickzackbewegungen. Die Eiablage erfolgt in Wassernähe, wobei ein stehendes Gewässer bevorzugt wird. Die Larven sind reine Wasserbewohner, welche in vier Stadien in Richtung Verpuppung gehen. Aus der Puppe schlüpft innerhalb weniger Minuten das adulte Tier, welches bereits nach wenigen Stunden flugfähig ist. Weibchen überwintern an feuchten, geschützten Orten. Männchen sterben im Winter ab (vgl. MARTINI, 1920).

1.9.1.4.4 Gemeiner Wasserläufer (*Gerris lactustries*)

Diese Wanze aus der Familie der Wasserläufer kann aufgrund ihrer Fähigkeit schnell über das Wasser gleiten zu können leicht erkannt werden. Sie weisen eine Körperlänge von bis zu einem cm auf. Die Schenkel der Vorderbeine sind gelblich und mit schwarzen Längsstreifen versehen. Die anderen zwei Beinpaare sind arttypisch stark verlängert. In der Herbstgeneration treten flugfähige Vertreter auf. (vgl. WAGNER, 1959).

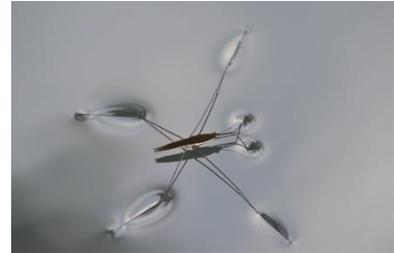


Abb. 3 Gemeiner Wasserläufer (Quelle: Pixabay 2015)

1.9.1.4.5 Erdkröte (*Bufo bufo*)

Dieser, vor allem in der paläarktischen Region (def. Altweltliche zoogeographische Region) auffindbare, Froschlurch gehört zur Familie der Kröten. Die Weibchen sind mit einer Körperlänge von 12 cm größer als die Männchen (9 cm). Der gesamte Körper ist mit warzigen



Abb. 4 Erdkröte (QUELLE: Pixabay 2017)

Hautdrüsen übersät. Bohnenförmige Drüsen auf der Hinterseite des Frosches enthalten Hautgifte, mit denen Fressfeinde abgewehrt werden sollen. Auf der Oberseite ist diese Kröte grau-rotbraun gefärbt, wobei Männchen tendenziell eher dunkler sind und Weibchen ins rötliche gehen. Besonders Laub- und Mischwälder werden oft als Lebensraum bevorzugt. Im Vergleich zu anderen Amphibienarten kommt sie sehr oft in wechselfeuchten und trockenen Wäldern vor. Weiher, Teiche und Seen werden als Fortpflanzungsgewässer gerne genutzt. Die Paarung geschieht im März, bei dieser kommt es zu großen Wanderungen, bei denen jährlich viele Erdkröten getötet werden. Das paarungsbereite Männchen klammert sich mit den Armen auf den Rücken eines Weibchens. Dies kann bereits

während der Wanderung geschehen, dann wird das Männchen huckepack zum Gewässer getragen. Dieses Verhalten ist durch die größere Population an Männchen zu erklären, welche sich somit eine Partnerin sichern wollen. Das Weibchen gibt beim Laichen fünf bis acht mm dicke und zwei bis fünf m lange Schnüre ab, in denen die Eier paarweise angeordnet sind. Erst beim Austritt dieser Schnüre werden sie vom Männchen befruchtet. Aus diesen Eiern schlüpfen dann die sogenannten „Kaulquappen“, welche sich im späteren Verlauf wieder zu Erdkröten weiterentwickeln. Vor allem die Kaulquappen zählen zu den Hauptnahrungsquellen der Forellen (vgl. RAINER, GEIGER, 1996) (vgl. HEUSSER, 1960).

1.9.1.4.6 Grasfrosch (*Rana temporaria*)

Der Grasfrosch gehört zur Gattung und Familie der echten Frösche. Er erreicht eine maximale Länge von 11 cm. Die Weibchen sind ein klein wenig größer als die Männchen, da sie erst später in die Geschlechtsreife kommen. Die Färbung kann von gelb, rot bis ins dunkelbraune gehen, wobei manche Exemplare noch schwarze Flecken aufweisen können. An den Hinterbeinen sind, wie bei anderen Braunfrö-



Abb. 5 Laich eines Grasfrosches (Quelle: Pixabay 2014)

schen, Querstreifen erkennbar. Männchen sind unter anderem durch ihre starken Vorderbeine von den Weibchen unterscheidbar. Die Laichzeit beginnt Mitte März, wenn die adulten (def. adult: erwachsen) Tiere aus der Winterstarre kommen und sich zu ihren Laichgewässern begeben. Die wirkliche Fortpflanzungsphase ist auf wenige Tage konzentriert. Die besonders großen Laichballen des Grasfrosches können dann an vegetationsreichen Uferbereichen gesehen werden. Ein Laichballen kann zwischen 700 bis 4500 Eier enthalten, aus denen nach wenigen Tagen die Larven (Kaulquappen) schlüpfen. Die Metamorphose (def. Metamorphose: Umwandlung Larvenform zu adultem Tier) dauert dann bis zu drei Monate. Diese Larven dienen der Regenbogenforelle als eine ihrer Hauptnahrungsquellen (vgl. NÖLLERT, 1992).

1.9.1.4.7 Edelkrebs (*Astacus astacus*)

Edelkrebse können eine Länge von bis zu 20 cm erreichen. Die am Kopf sitzenden Fühlerpaare haben wiederum $\frac{1}{3}$ der Gesamtlänge des Krebses. Zum Festhalten der Beute, aber auch zur Verteidigung sind sie mit zwei Scheren ausgestattet. Die Paarung erfolgt, sobald die Wassertemperatur zu sinken beginnt. Die Männchen halten dabei die Weibchen mit den Scheren fest und drehen diese auf den Rücken oder auf die Seite. Kleine Samenpakete werden dann mit den Befruchtungsbeinchen des Männchens an die Weibchen angebracht. Die 50 bis 400 ausgebildeten Eier werden dann für 26 Wochen vom Weibchen zwischen den Hinterbeinen getragen. Von Mai bis Juni schlüpfen die Jungkrebslarven. In den ersten Tagen bleiben sie noch bei der Mutter und ernähren sich vom Dottersack. Die anfangs noch durchsichtigen Larven häuten sich nach zehn Tagen das erste Mal. Als Lebensraum bevorzugt er Fließgewässer in höheren Lagen, aber auch sommerwarme nährstoffreiche Gewässer der Niederungen. Forellen zählen zu den Prädatoren des Edelkrebsses, da die Larven zu ihrer Nahrungsquelle gehören. Das Gewässer darf nicht schlammig sein, da er sich sonst keine Wohnhöhlen graben kann. Auf Verschmutzungen reagiert er sehr sensibel. Dies und eine Krankheit namens Krebspest, ist der Grund, warum er in einigen Regionen bereits auf der Liste der gefährdeten Tierarten steht (vgl. CHUCHOLL, & DEHUS, 2011) (vgl. SCHRÖDER, 1998).

1.9.2 Prädatoren

In der Ökologie wird ein Organismus, welcher sich von anderen noch lebenden Organismen oder Teilen davon ernährt als Prädatör (def. Prädatör: Räuber) bezeichnet. Diese Bezeichnung umfasst nicht nur echte Räuber oder Parasitoiden, welche ihren Wirt umbringen, sondern auch Weidegänger (def. Weidegänger: Pflanzenfresser) oder Parasiten, die ihren Wirt nicht töten. Die Definition Prädation umfasst auch die ökologische Beziehung zweier Arten, wobei eine die Rolle als Prädatör und die andere die der Beute einnimmt. Dies kann, wie im Unterpunkt „biotische Faktoren“ bereits erwähnt, als „positiv-negativ-Interaktion“ dargestellt werden. Zu dieser Definition werden jedoch nur echte Prädatoren gezählt (vgl. BEGON, HARPER, TOWNSEND, 1996) (vgl. WEHNER, GEHRING, 2007)

1.9.2.1 Mitteleuropäischer Graureiher (*Ardea cinerea cinerea*)

Umgangssprachlich wird der Graureiher sehr oft als „Fischreiher“ bezeichnet. Die gleichnamige Vogelart zählt zur Ordnung der Pelecaniformes. Mit einer Körperlänge von bis zu 98 cm hat er eine Flügelspannweite von 175 bis 195 cm. Zwischen den beiden Geschlechtern gibt es keine optischen Unterschiede. Stirn und Oberkopf sind weiß, der Hals Hellgrau



Abb. 6 Mitteleuropäischer Graureiher (QUELLE: Pixabay 2016)

und der Rücken ist überwiegend aschgrau mit weißen Streifen. Seine schwarzen Schopffedern sind als Federbusch angeordnet. Um im weichen Untergrund nicht einzusinken sind seine Vorderzehen weit auseinandergespreizt. Im Flug ist sein Hals bis zu den Schultern s-förmig gekrümmt. Er fliegt mit langsamen Flügelschlägen. Beim Abflug und bei der Landung ist der Hals hingegen vorgestreckt. An ihren Lebensraum stellen sie geringe Ansprüche, lediglich ein Gewässer mit Flachwasserzonen sollte zur Verfügung stehen, auch künstlich angelegte Gewässer, wie Stauseen, Fischteiche oder Reisfelder werden gerne genutzt. Aus diesem Grund ist er auch in vielen milderen Regionen Europas, Asiens und Afrikas zu finden. Als Nistplätze werden hohe Bäume bevorzugt. Seine Nahrung sucht der Graureiher meist allein, nur bei besonders großem Nahrungsangebot kann er in kleineren Schwärmen gesehen werden. Er weist bei Futterknappheit ein starkes Konkurrenzverhalten auf. Bei der Jagd steht er mit seinen langen Beinen ruhig im Wasser und sticht blitzschnell nach seiner Beute. In Mitteleuropa ist der Bestand gering, wodurch in Österreich ein Jagdverbot ausgesprochen wurde. Bei Teichbesitzern ist er sehr ungerne gesehen, da er sich gerne an den gehaltenen Fischen bedient. Er frisst dabei selten den ganzen Bestand, kann aber zu höheren Verlusten führen und einzelne Forellen stark verletzen (vgl. BAUER, BEZZEL und FREIDLER, 2005).

1.9.2.2 Eurasischer Fischotter (*Lutra lutra*)

Er gehört zur Familie der Marder (*Mustelidae*), genauer gesagt zur Gattung der Altweltotter (*Lutra*). Die Körperlänge ohne den Schwanz kann bis zu 90 cm betragen. Zur Steuerung und Stabilisierung wird dann der bis zu 40 cm lange Schwanz genutzt. Ein adulter Fischotter hat ein Gewicht von 12 kg. Am walzenförmigen Körper sind kurze Beine, der Schwanz und ein stumpfschnauziger Kopf mit Tasthaaren angebracht. Das hellbraune Fell bekommt mit zunehmendem Alter weiße Stellen an Kehle und Vorderhals. Zwischen den Zehen sind Schwimmhäute. Die Haare weisen eine besondere, Reißverschlussartige Struktur auf, dies bringt eine wirkungsvolle Isolation gegen Nässe und Kälte. Süßwasser-Lebensräume aller Art werden gerne angenommen, flache Flüsse mit zugewachsenen Ufern stellen dabei den optimalen Lebensraum dar. An den Küsten Deutschlands, Skandinaviens oder Schottlands ist er auch im Salzwasser anzufinden. Seine Anwesenheit kann man an Gewässerausstiegen und Otterpfaden mit Spuren, Otterkot, Beuteresten oder Markierungssekreten nachweisen. Seinen Bau gräbt der nacht- und tagaktive Fischotter an Ufern, wobei der Eingang Unterwasser ist und die Wohnkammer an der Hochwassergrenze gebaut wird. Den Großteil seines Beutespektrums stellen kleine Fischarten dar, wobei er genau genommen alles frisst, was er leicht erbeuten kann. In natürlichen Gewässern bevorzugt er kleinere oder geschwächte Tiere. Dabei ist er wichtig für die Gesundheit des Fischbestandes. In Teichanlagen hat er meistens jedoch leichteres Spiel und kann somit innerhalb kürzester Zeit ganze Bestände vernichten (vgl. REUTHER, FESTETICS, 1980).



Abb. 7 Eurasischer Fischotter (Quelle: Pixabay 2014)

1.10 Fleischinhaltsstoffe

1.10.1 Fett

Im menschlichen Organismus übernehmen Fette wichtige Funktionen. Sie dienen der Energielieferung, wobei sie dabei einen wichtigen Nährstoff darstellen. Des Weiteren dient es als Trägersubstanz fettlöslicher Vitamine (Vitamin A, D, E und K). Ohne Fette würde es somit zu starken Mangelercheinungen kommen. Überschüssiges Fett wird in Zellen als Depotfett eingelagert. Darüber hinaus ist es behilflich bei der Wärmeisolation und bietet eine Schutz- und Strukturfunktion (vgl. NEUFINGERL, PALKA, 2016).

1.10.1.1 Intramuskuläres Fett (IMF)

Intramuskuläres Fett kann als der aus dem Muskel extrahierbare Fettanteil beschrieben werden. Es kann dabei zwischen dem meist gleichbleibendem Membranlipid- Anteil und dem Depotfett- Anteil unterscheiden werden. Letzterer kann je nach Tier, aber auch je nach Messpunkt am Tier stark schwanken (vgl. Fischer, 1994). Je höher der IMF- Anteil desto zarter, saftiger und geschmackvoller ist das Produkt. Ein wahrnehmbarer Effekt kann bei Zartheit und Saftigkeit bereits ab 2% IMF und bei Geschmack ab 2,5% IMF festgestellt werden (vgl. LOOSER, 2006).

1.10.1.2 Fettsäuren

Als Fettsäure wird eine unverzweigte Monocarbonsäure, welche aus einer Carboxyl-Gruppe und einer Kohlenwasserstoffkette, die unterschiedlich lang ist, bezeichnet. Sie enthält immer eine gerade Anzahl an C- Atomen, da Fettsäuren im Organismus aus Essigsäure- Bausteinen aufgebaut sind. Die Ketten bestehen aus einem hydrophilen Teil, der Carboxyl- Gruppe und aus einem hydrophoben Teil, der Kohlenwasserstoffkette. Je länger

eine Kette ist, desto schlechter ist sie mit Wasser löslich, da die Kohlenwasserstoffketten überwiegen. Nahrungsfette kommen mit Kettenlängen von 12, 14, 16, 18 oder 20 C-Atomen am häufigsten vor und sind daher nur sehr schwer bis gar nicht wasserlöslich (vgl. NEUFINGERL, PALKA, 2016).

1.10.1.2.1 Gesättigt Fettsäuren

Von gesättigten Fettsäuren spricht man, wenn alle C- Atome mit H- Atomen abgesättigt sind. Als Beispiel sind Palmitinsäure oder Stearinsäure zu nennen (vgl. NEUFINGERL, PALKA: Chemie 2- Organische Chemie + E- Book, S. 148, Verlag Jugend und Volk GmbH, Wien, 2016). Diese Fettsäuren kommen hauptsächlich in Palmfett, Kokosfett und tierischen Produkten vor. Man sollte diese jedoch in Maßen genießen, da sie den Cholesterinwert im Blut erhöhen und man somit einem höheren Risiko für Herzkrankheiten ausgesetzt ist (vgl. KELLER).

1.10.1.2.2 Ungesättigten Fettsäuren

Von ungesättigten Fettsäuren kann gesprochen werden, wenn zwei C-Atome eine Doppelbindung eingehen. Als Beispiel kann die Ölsäure genannt werden. Falls eine Fettsäure zwei oder mehr Doppelbindungen eingeht wird von einer mehrfach ungesättigten Fettsäure gesprochen (vgl. NEUFINGERL, PALKA, 2016). Die Position der Doppelbindungen bestimmt, ob es sich um eine Omega-3- (alpha- Linolsäure) oder Omega-6-Fettsäure (Linolensäure) handelt. Der Körper kann die meisten ungesättigten Fettsäuren selbst produzieren, nur die eben genannten Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren müssen über die Nahrung aufgenommen werden. Im Körper fungieren ungesättigte Fettsäuren als Bestandteil der Zellmembran oder des Gehirns, sie können jedoch auch entzündungslindernd wirken, bei der Zellteilung unterstützen oder die Vorstufen von Hormonen darstellen (vgl. SCHOCKE, 2016).

1.10.1.2.3 Essenzielle Fettsäuren

Vom Körper können Fettsäuren mit mehr als einer Doppelbindung nicht selbst hergestellt werden, somit müssen diese durch die Nahrung zugeführt werden (vgl. NEUFINGERL, PALKA, 2016).

- Konjugierte Linolsäure beschreibt eine Gruppe zweifach ungesättigter Fettsäuren, welche konjugierte Doppelbindungen um die Linolsäure aufweisen. Eine Studie der EFSA (Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit) hat ergeben, dass diese Fettsäure keinen signifikanten Effekt auf das Körpergewicht, der fettfreien Körpermasse, der Insulinsensitivität oder antioxidative Wirkungen, welche Proteine und Lipide vor oxidativem Schaden schützt, haben (vgl. KRAFT et al., 2003, S. 657).
- Omega-3-Fettsäuren gehören zu einer Untergruppe innerhalb der Omega-n-Fettsäuren. Omega-3 bedeutet, dass die letzte Doppelbindung an der drittletzten C-C-Bindung vorliegt. In Algen, Pflanzen oder Fischen kommt sie als Carbonsäureester vor. Im Körper dienen sie der Energiegewinnung. Sie werden in Zellmembrane eingebaut und dienen als Vorläufer von Serie-3 Prostaglandinen (wirken im Organismus als Gewebshormon) (vgl. DOUGHMAN, KRUPANIDHI, SANJEEVI, 2007).
- Omega-6-Fettsäuren gehören, wie die Omega-3-Fettsäuren, zur Untergruppe der Omega-n-Fettsäuren, jedoch liegt ihre erste Doppelbindung am sechsten Kohlenstoffatom. Zu den wichtigsten Omega-6-Fettsäuren zählen die Linolsäure, die Gamma-Linolsäure und die Arachidonsäure. Im Körper dienen sie als Bestandteil der Zellmembran und sind Vorstufen diverser Substanzen, welche unter anderem den Blutdruck regulieren. Sie sind auch stark an Wachstums- und Reparaturprozessen beteiligt. Sie senken darüber hinaus die Cholesterin Konzentration im Blut (vgl. SCHOCKE, 2016).

1.10.2 Trockenmasse

Die Hauptbestandteile der Trockenmasse bestehen aus Fetten, Proteinen, Kohlenhydraten und Mineralstoffen. Bestimmt wird die Trockenmasse indem im Trockenschrank das Wasser der Probe verdunstet und somit nur noch die Trockenmasse übrig bleibt. Gleichzeitig kann mit dieser Methode auch der Wassergehalt bestimmt werden (vgl. MATISSEK, SCHNEPEL, STEINER, 1989).

1.10.3 Protein

Proteine, oder auch gerne Eiweiße genannt, sind aus Aminosäuren aufgebaute Makromoleküle. In einem Organismus dienen sie als Strukturproteine der Zellen, als Enzyme, welche chemische Reaktionen steuern. In Form von Ionenkanälen regulieren sie die Ionenkonzentration der Zellen, in den Muskeln sorgen sie für die Kontraktionen und somit Bewegungen. Auch den Transport von essenziellen Stoffen können Proteine übernehmen. Darüber hinaus können sie in Form von Hormonen, Antikörpern oder Reservesubstanzen vorkommen. Der Aufbau und die Zusammensetzung einzelner Proteine ist in deren Gen kodiert. Über die Nahrung werden Proteine aufgenommen, diese werden in der Verdauung in ihre Bestandteile, den Aminosäuren, zerlegt. Neun der insgesamt 21 vom Menschen benötigten Aminosäuren sind essenziell. Über das Blut werden sie dann zu den Zellen geführt, wo sie wieder zu Proteinmolekülen zusammengeführt werden. Zu den besonders proteinreichen Lebensmitteln zählen Fisch, Fleisch, Eier, Milchprodukte (vor allem Käse), Nüsse, Getreide, Hülsenfrüchte und Kartoffeln. Ein Mangel kann Haarausfall, Antriebsarmut oder bestimmte Eiweißmangelkrankungen, wie „Kwashiorkor“, auslösen, bei denen der Körper vermehrt Wasser einlagert (vgl. BERG, TYMOCZKO, STRYER, 2007) (vgl. REHM, 2002).

1.10.4 Asche

Um den Aschegehalt zu bestimmen werden die organischen Stoffe einer Probe vollständig verbrannt. Die dabei übrigbleibende Asche ist das anorganische Material, welches in Lebensmitteln Mineralstoffe sind. Sie ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal (vgl. MATISSEK, SCHNEPEL, STEINER, 1989).

2 Fragestellungen und Ziele

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die Fleischqualität und das Wachstum der Regenbogenforelle bei gleichen Futtervoraussetzungen an zwei verschiedenen Standorten in der Steiermark mit unterschiedlichen abiotischen und biotischen Umwelteinflüssen zu dokumentieren und vergleichen. Dabei stellen wir uns die Fragen:

- Inwieweit unterscheidet sich die Wasserqualität an den zwei Standorten?
- Welche Unterschiede sind durch die unterschiedlichen Faktoren hinsichtlich der Fleischqualität und des Wachstums feststellbar?

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsaufbau

Die Forellensetzlinge wurden zum gleichen Zeitpunkt, am 10 Mai 2020 von unterschiedlichen Züchtern gekauft und in die Forellenteiche eingesetzt. Beim Einsetzen hatten sie ein Gewicht von 11 dag beim Teich in Deutschlandsberg und 20 dag beim Teich in Murau. Sie wurden zweimal die Woche mit dem gleichen Futter und der gleichen Futterrationsrate gefüttert. Im Laufe des Versuchs wurden die Forellen mehrmals gewogen, um unter anderem auch die Futterrationsrate dem Gewicht anzupassen. Darüber hinaus wurden die Pflanzen und Tiere rund um den Teich mehrmals bestimmt und dokumentiert. Wassertemperatur und Qualität wurden ebenfalls erhoben. Anschließend sind die Forellen in der Analytik der HBLFA Raumberg- Gumpenstein auf verschiedene Parameter der Fleischqualität analysiert worden.



Abb. 8 Einsetzen der Forellen (Quelle: SACKL 2020)

3.2 Standortbeschreibung

3.2.1 Standort in der Südsteiermark

Dieser Forellenteich befindet sich im Bezirk Deutschlandsberg auf circa 500 m Seehöhe. Er liegt mitten in einem Mischwald und dient dabei auch als Wasserzufuhr einer angrenzenden Schafweide. Der Teich wird vom vorbeifließenden Bach, dem „Weiherbach“, gespeist, darüber hinaus dient der Abfluss eines weiteren Fischeiches als Wasserquelle. Die Wassertemperatur schwankte zwischen 12 und 17 Grad Celsius, der Höchstwert wurde Mitte August mit 19°C gemessen.



Abb. 9 Forellenteich im Bezirk Deutschlandsberg (Quelle: SACKL 2020)

3.2.1.1 Bodentyp

Der Boden kann laut eBod (bodenkarte.at) mit dem Bodentyp lockere Braunerde beschrieben werden, das Ausgangsmaterial stellt Blockschotter da. Der Boden ist darüber hinaus tiefgründig, die Bodenart kann als sandiger Lehm beschrieben werden. Die Wasserverhältnisse sind mäßig trocken, die Durchlässigkeit ist hoch. Er ist kalkfrei, sauer und hat ein mittleres Nitrathaltvermögen (vgl. bodenkarte.at 2020).

3.2.1.2 Wetter

Im letzten Jahr fiel eine Regenmenge von circa 947l/m². Besonders die Sommermonate waren sehr regnerisch und nass, allein im Juli kam es zu einer Regenmenge von 200l/m². Die maximale Temperatur von 32,2 °Celsius wurde ebenso im Juli erreicht, hingegen der Temperatur Tiefpunkt mit -6,5°Celsius Anfang Dezember zu verzeichnen war. Die schneereiche Zeit dauerte von Ende Oktober des letzten Jahres bis hin zu Ende März dieses Jahrs. Die schneereiche Zeit wird vom ersten Schneefall der zweiten Jahreshälfte des Vorjahres bis hin zum letzten in der Ersten Jahreshälfte des laufenden Jahres gezählt.

3.2.1.3 Flora

Im Laufe des Jahres konnten die unten aufgelisteten Pflanzenarten gesehen werden. Wie oben bereits erwähnt liegt der Teich in einem Mischwald, somit sollten auch die Baumarten, wie die Fichte (*Picea*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Eiche (*Quercus*), Birke (*Betula*) und Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) genannt werden.

- Kuckuckslichtnelke (*Silene flos-cuculi*, *Lychnis flos-cuculi*)
- Gänseblümchen (*Bellis perennis*)
- Weißklee (*Trifolium repens*)
- Pfennigkraut (*Lysimachia nummularia*)
- Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*)
- Persicher Ehrenpreis (*Veronica persica*)

- Sauerklee (*Oxalis*)
- Veilchen (*Viola*)
- Kleines Springkraut (*Impatiens parviflora*)
- Scheinerdbeere (*Duchesnea indica*)
- Vergissmeinnicht (*Myosotis*)
- Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratensis*)
- Brennessel (*Urtica*)
- Wiesen Glockenblume (*Campanula patula*)
- Flatter- Binse (*Juncus effusus*)
- Gemeines Rispengras (*Poa trivialis*)
- Wald- Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*)
- Teichsimse (*Schoenoplectus*)
- Giersch (*Aegopodium podagraria*)
- Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*)
- Sternmiere (*Stellaria*)
- Weiches Honiggras (*Holcus mollis*)
- Bibernelle (*Pimpinella*)
- Knäuelgras (*Dactylis glomerata*)
- Walderdbeere (*Fragaria vesca*)
- Gelbe Taubnessel (*Lamium galabardum*)
- Wiesen Storchschnabel (*Geranium pratense*)
- Silberblatt (*Lunaria annua*)
- Wald- Engelwurz (*Angelica sylvestris*)
- Gamander- Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*)
- Quendel (*Thymus pulegioides*)
- Breitwegerich (*Plantago major*)



Abb. 10 Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) (Quelle: SACKL 2020)



Abb. 11 Weißklee (*Trifolium repens*) (Quelle: SACKL 2020)



Abb. 12 Flatter- Binse (*Juncus effusus*) (Quelle: SACKL 2020)

3.2.1.4 Fauna

In diesem Teich konnten vor allem verschiedene Libellenarten (*Odonata*) und deren Larven, Stechmücken (*Culicidae*), Wasserläufer (*Gerridae*), Kröten (*Bufo*), Frösche (*Rana*) und Flusskrebse (*Astacus astacus*) gesichtet werden. Andere Insekten wurden nur vereinzelt gesehen und sind dadurch nicht von Relevanz. Darüber hinaus wurden auch Prädatoren (def. Räuber) wie der Fischotter (*Lutra lutra*) oder der Graureiher (*Ardea cinerea*) gesichtet.

3.2.2 Standort im Bezirk Murau

Der zweite Forellenteich befindet sich auf 1363 m Seehöhe in der Gemeinde Oberwölz. Der Teich wird von zwei Zuflüssen von einer Wasserquelle befüllt. Weiters versorgen diese Quellen durch den Teich auch eine Tränke des Weideviehs. Er liegt etwas außerhalb eines Fichtenwaldes.



Abb. 13 Forellenteich im Bezirk Murau (Quelle: JAEGER 2020)

3.2.2.1 Bodentyp

Der Boden beschreibt wird laut eBod (bodenkarte.at) mit dem Bodentyp fluvioglazialen Schotter und Sand beschrieben. Das Wasserverhältnis ist überwiegend trocken aber weist eine hohe Durchlässigkeit auf. Die Bodenart besteht aus A Sand mit mäßigen Grobanteilen und aus C Sand mit hohem Grobanteil bestehend auch aus Kies und Schotter. Der Boden ist kalkfrei. Diese Beschreibungen könnten vom genauen Standort etwas abweichen, da keine genauen verfügbaren Daten vorhanden sind (vgl. bodenkarte.at 2020).

3.2.2.2 Wetter

Das Wetter ist im Sommer angenehm und eher nass, die Höchsttemperaturen liegen bei meist 21 °C selten über 26 °C. Die Wintermonate sind sehr schneereich und eiskalt, Temperaturen liegen hier bei -10 °C. Die warmen Monate liegen von Mai bis September vor. Der heißeste Tag ist meist Anfang August mit 21 °C. Die kälteren Monate dauern von Mitte November bis Mitte Februar. Die höchsten Tagestemperaturen liegen in diesen Tagen bei 2 °C. Der kälteste Tag ist meist Anfangs Jänner. Die nasseren Monate dauern meist von 1. Mai bis 14. September. Der nasseste Tag ist meist der 1. Juni mit 49% Regen. Vom 6. März bis 5. Dezember ist die regnerische Zeit im Jahr. Am meisten regnet es in den 31 Tagen um den 17. Juli mit durchschnittlichen 120 mm. Der regenlose Zeitraum dauert von Anfang Dezember bis März.

3.2.2.3 Flora

- Greiskraut (*Senecio vulgaris*)
- Sumpfbaldrian (*Valeriana dioica*)
- Baldrian (*Valeriana officinalis*)
- Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*)
- Giftiger Hahnenfuß (*Ranuculus sceleratus*)
- Vergissmeinnicht (*Myosotis*)
- Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratensis*)
- Hornklee (*Lotus*)
- Weißklee (*Trifolium repens*)
- Rot Klee (*Trifolium pratense*)



Abb. 14 Wiesenglockenblume (*Campanula patula*) (Quelle: JAEGER 2020)



Abb. 15 Flatter- Binse (*Juncus effusus*) (Quelle: JAEGER 2020)

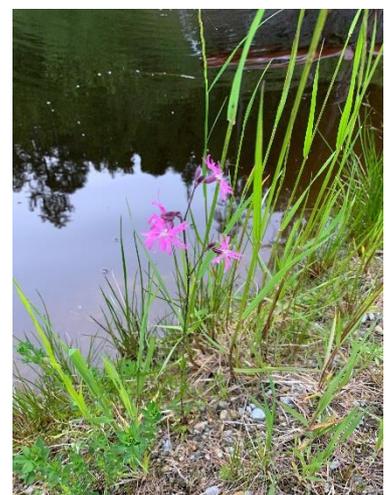


Abb. 16 Kuckuckslichtnelke (*Lychnis flosculi*) (Quelle: JAEGER 2020)

3.2.2.4 Fauna

Das Vorkommen von natürlichen Tierwesen an diesem Teich war nicht sehr ausgeprägt. Der Wasserläufer (*Gerridae*), die Stechmücke (*Culicidae*), Frösche (*Rana*) mit ihren Kaulquappen und die Kleinlibelle (*Zygoperta*) waren am meist anzutreffen. Andere Insekten, wie Groß- oder Kleinlibellen (*Otonata*) wurden nur vereinzelt gesichtet.

3.3 Fütterung

Die Forellen wurden zwei Mal in der Woche gefüttert, jeweils dienstags und samstags. Die Futtermenge betrug dabei, wie bereits in der Einleitung erwähnt, circa 1% der Körpermasse. Als Alleinfutter wurde das „Aqua dynamic semi swim“ der Firma „Garant-Tiernahrung“ genutzt.

3.3.1 „Aqua dynamic semi swim“

Die Körnergröße des Futters beträgt 4mm. Als Verfahren zur Verarbeitung wurde das Extrudieren genutzt. Dabei wird die „Futtermasse“ durch den Querschnitt einer Öffnung gepresst. Das daraus entstehende Produkt wird Extrudat genannt. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die Länge des Produktes variabel einstellbar ist (vgl. ENDRES, SIEBERT-RATHS, 2009). Es besteht zu 42% aus Rohprotein, 22% aus Rohöle- & fette und es enthält 20 MJ an Energie. Zusammengesetzt ist das Futter aus Weizen, Fischmehl, tierischem Protein, Rapsöl, Fischöl, Hämoglobinpulver SD, Sonnenblumenkonzentrat, Weizenkleber, Blutmehl SD und Rapskuchen. Besonders hervorzuheben ist, dass das Futter auf der Wasseroberfläche schwimmt. Somit können die Fische leichter beobachtet und kranke oder verletzte Tiere schneller erkannt werden.



Abb. 17 Forellenfütterung (Quelle: JAEGER 2020)

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Wasserauswertung

4.1.1 Wasserwerte

Die Wasserauswertung lässt im Großen und Ganzen wenige Rückschlüsse auf den Standort geben. Die einzelnen Werte weichen voneinander ab, jedoch sind sie noch in der Norm. Einzelne Werte konnten sinnvoll interpretiert werden. Andere sind Normalwerte und müssen somit nicht explizit erwähnt werden. Die genauen Werte sind jedoch in den Tabellen „Wasserwerte: Teich Murau 1“ und „Wasserwerte: Teich Deutschlandsberg 1“ eingetragen.

In beiden Teichen ist wenig NO_2^- . Daraus lässt sich schließen, dass das Wasser weich ist. Im Gegensatz dazu sind die PO_4^{3-} -Werte etwas höher, welche bei sehr hoher Belastung zu einer starken Veralgung führen können. Der Teich aus Deutschlandsberg weist höhere Nitrat-Werte auf. Dies kann durch eine höhere landwirtschaftliche Nutzung in der nahen Umgebung erklärt werden. Obwohl der Teich aus Deutschlandsberg eine höhere Konzentration an Wasserinhaltsstoffen aufweist, liegen alle Werte beider Teiche im Optimalbereich. Manche Inhaltsstoffe wie Kalium, Calcium, Chlorid, Nitrat, Sulfat oder Hydrogencarbonat liegen sogar leicht darunter.

4.1.1.1 Wasserwerte: Teich in Murau

Tab. 1 Wasserwerte: Teich Murau (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)

	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Einheit	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	2,182	0,007	0,767	5,177	2,78	0,595	0,039	0,453	0,071	1,602

	P	Leitföh.	TC/NPOC	TN	DC/NPOC	DN	HCO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺ Photometer
Einheit	µg/l	µs/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	HCl (ml)	mg/l	mg/l
	3	58	2,65370386	0,271226	2,93439725	0,28161239	0,41	25,0167568	0,0242

4.1.1.2 Wasserwerte: Teich in Deutschlandsberg

Tab. 2 Wasserwerte: Teich Deutschlandsberg (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)

	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Einheit	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	4,147	0,137	1,598	9,04	2,572	2,405	0,098	1,755	0,062	3,844

	P	Leitföh.	TC/NPOC	TN	DC/NPOC	DN	HCO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺ Photometer
Einheit	µg/l	µs/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	HCl (ml)	mg/l	mg/l
	10	91	2,65084114	0,59019452	2,74340183	0,494952	0,77	46,9826896	0,108

4.2 Fleischanalyse

Die Fleischqualität ist die Summe aller sensorischen, ernährungsphysiologischen hygienisch- toxikologischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften des Fleisches (vgl. HOFMANN, 1973). Die Fleischanalysen dieser Versuchsreihe wurden im Fleischlabor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt.

4.2.1 Wasserbindungsvermögen

Um das Wasserbindungsvermögen ermitteln zu können werden zwei unterschiedliche Verfahren eingesetzt, eine Tropfsaftverlust (Dripsaftverlust)- und Kochsaftverlustbestimmung. Ein hohes Wasserbindungsvermögen und somit niedrige Grill- und Kochsaftverluste sind ein wichtiger Parameter für hohen Genuss (vgl. KITZER, 2020). Ursachen für diese Qualitätsminderung ist eine Durchlässigkeit der Zellmembranen der Muskelfasern. Diese können durch pH-Wert-Senkungen bei noch höheren Temperaturen nach der Schlachtung hervorgerufen werden können. Es kommt dabei auch zu einer blasserer Farbe des Fleisches und verminderter Zartheit (vgl. LOOSER; 2007).

4.2.1.1 Tropfsaftverluste (Dripsaftverluste)

Um die Tropfsaftverluste zu bestimmen wurde ein Filet mit einem Gewicht von 100g in einen Kunststoffbehälter mit Bodenrost, welche in diesem Versuch aus einem abgesägten Heizkörperrost bestand, gelegt. Nach einer Ruhephase von 24 Stunden bei 2°C konnte die Differenz zwischen Einwaage und Auswaage ermittelt werden. Die prozentuellen Tropfsaftverluste wurden mit der Formel: $\text{Dripsaftverluste \%} = 100 - (\text{AW-EW}) * 100$ errechnet.

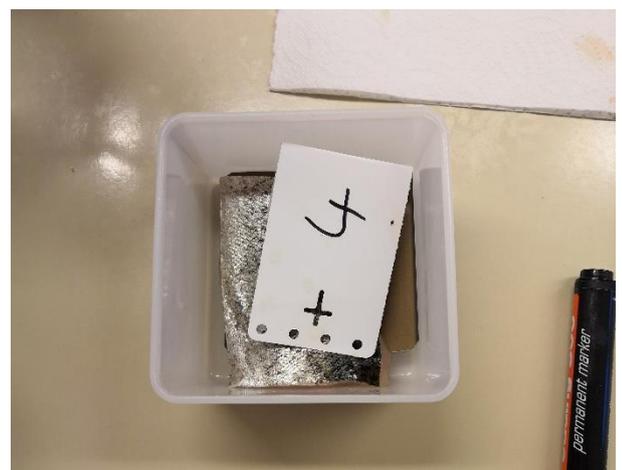


Abb. 18 Probenvorbereitung: Dripsaftverluste (Quelle: SACKL 2020)

4.2.1.2 Kochsaftverluste

Die wieder 100g schwere Fleischprobe wird mit einem wasserfesten, oben offenen Plastikbeutel für 50 Minuten in einem Wasserbad mit 70°C gekocht. Anschließend wurde die Probe für 40 Minuten in einem 20°C kaltem Wasserbad abgekühlt. Anhand der anschließenden Rückwaage wurde mithilfe der Formel: $\text{Kochsaftverluste \%} = 100 - \frac{(AW-EW)}{AW} * 100$ der Kochsaftverlust in Prozent ermittelt.



Abb. 19 Probenvorbereitung: Kochsaftverluste (Quelle: SACKL 2020)

4.2.2 Chemische Analyse

Bei dieser Analyse werden die Fleischzusammensetzung, wie der Gehalt an Wasser, Eiweiß, Fett, Aschegehalt, Mengen- und Spurenelemente, aber auch Fettsäuremuster (Ω -3 Fettsäuren, Ω -6 Fettsäuren und Konjugierte Linolsäuren) bestimmt. Die Proben werden vorbereitet indem reines Fleisch mit einem Mixer bei 5000 Umdrehungen pro Minute für 6 Sekunden zerkleinert und somit fein homogenisiert wird. Anschließend wurde die fertige Probe im Fleischlabor der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein auf die oben bereits erwähnten Aspekte analysiert.



Abb. 20 Probenvorbereitung: Fleischinhaltsstoffe 1 (Quelle: SACKL 2020)

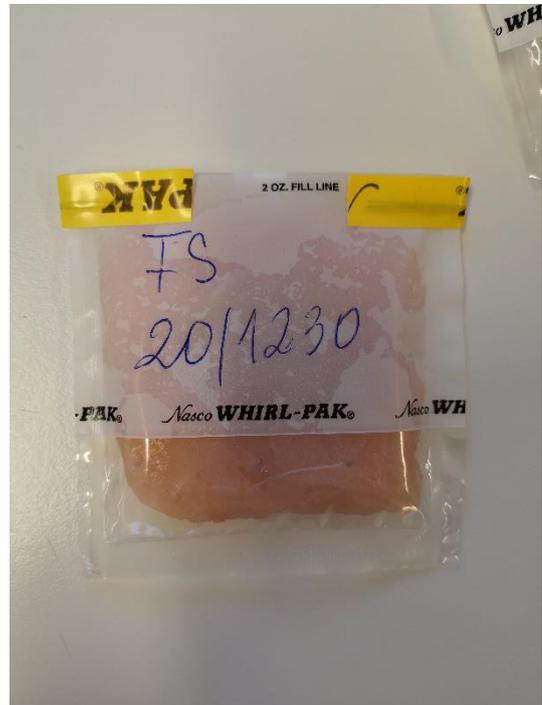


Abb. 21 Probenvorbereitung: Fleischinhaltsstoffe 2 (Quelle: SACKL 2020)

4.3 Fleischauswertung

Tab. 3 Fleischauswertung: Teich Murau (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)

	Minimum	Maximum	SD	Arithmetisches Mittel	Median
Gewicht in g	265,20	509,71	100,53	404,18	451,85
Tropfsaftverlusten in %	0,89	2,86	0,79	2,2	2,71
Kochsaftverlust in %	11,01	17,35	2,45	14,99	15,23
Trockenmasse in g/kg	178,5	227,66	17,77	204,21	203,29
Protein in g/kg	174,47	194,87	6,32	186,79	188,57
Asche in g/kg	11,94	12,94	0,30	12,44	12,48
Intramuskuläres Fett in g/kg	0,94	24,59	9,72	9,54	7,07

Tab. 4 Fleischauswertung: Teich Deutschlandsberg (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)

	Minimum	Maximum	SD	Arithmetisches Mittel	Median
Gewicht in g	233,06	397,87	66,89	306,15	281,28
Tropfsaftverlusten in %	1,67	4,28	0,92	2,88	2,72
Kochsaftverlust in %	14,68	17,13	1,00	16,05	16,51
Trockenmasse in g/kg	217,47	239,14	8,23	229,77	233,92
Protein in g/kg	177,20	193,99	5,46	187,74	189,27
Asche in g/kg	10,08	13,18	1,05	12,24	12,68
Intramuskuläres Fett in g/kg	16,79	43,31	9,62	32,06	37,57

Tab. 5 Fettsäuremuster Durchschnittswerte in % (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)

	Teich Murau	Teich Deutschlandsberg
gesättigte Fettsäuren	25,65	20,33
einfach ungesättigte Fettsäuren	33,12	46,05
mehrfach ungesättigte Fettsäuren	41,23	33,62
konjugierte Linolsäuren	1,06	2,07
Omega- 3 Fettsäuren	21,06	11,67
Omega- 6 Fettsäuren	19,10	19,88
Verhältnis n-6/n-3	1,1	1,7

4.3.1 Gewicht

Die Forellen aus dem Teich in Murau weisen in der Tabelle der Fleischqualität ein wesentlich höheres Gewicht auf. Diese liegt jedoch daran, dass bei der Analyse auch Fische aus dem Jahr davor herangezogen wurden und diese bereits ein deutlich höheres Gewicht aufwiesen. Eine genaue Analyse des Gewichts erfolgt im Unterpunkt: 4.3 Gewichtszunahme.

4.3.2 Wasserverluste

Beide Wasserverlust- Analysen (Tropfsaft und Kochsaft) haben ergeben, dass die Forellen aus Murau weniger Wasserverluste erlitten haben. Der maximale Tropfsaftverlust dieser Forellen betrug 2,86 % hingegen es bei den Regenbogenforellen aus dem Teich aus Deutschlandsberg 4,28 % waren. Das Arithmetische Mittel liegt bei den Forellen aus Deutschlandsberg bei 2,88 % und ist somit um 0,68 % höher. Die Kochsaftverluste ergaben sehr ähnliche Ergebnisse.

4.3.3 Trockenmasse

Der Trockenmassegehalt der Fische aus Murau war geringer als der der Fische in Deutschlandsberg. Jedoch war die Spannweite der Werte beim Teich aus Murau wesentlich höher.

4.3.4 Protein

Beim Proteingehalt konnten nur kleine Unterschiede festgestellt werden. Das Maximum liegt bei beiden Teichen bei 194 bis 195 g/kg.

4.3.5 Asche

Der Aschegehalt der Forellen aus Murau ist etwas höher als bei den Forellen aus Deutschlandsberg; dies ist aus einer höheren Konzentration der Spurenelemente im Fleisch abzuleiten.

4.3.6 Intramuskuläres Fett

Beim intramuskulären Fett sind sehr große Unterschiede zu verzeichnen. Der maximale Wert der Forellen aus Murau liegt bei 24,59 g/kg hingegen bei Forellen aus Deutschlandsberg der maximale Wert bei 43,31 g/kg lag. Dies ist auch im arithmetischen Mittel deutlich erkennbar, da diese Werte bei 9,54 g/kg in Murau und 32,06 g/kg in Deutschlandsberg liegen. Dieser drastische Unterschied kann dadurch erklärt werden, dass im Teich aus Deutschlandsberg eine wesentlich höhere Vielfalt an Flora und Fauna herrschte und somit mehr natürliches Futter aufgenommen wurde.

4.3.7 Fettsäuren

Die Forellen aus Murau wiesen eine höhere Konzentration der gesättigten Fettsäuren, mehrfach ungesättigten Fettsäuren und Omega-3 Fettsäuren auf. Hingegen die Forellen aus Deutschlandsberg höhere Werte an einfach ungesättigt Fettsäuren, Linolsäuren und Omega-6 Fettsäuren zeigten. Das Verhältnis n-6/n-3 liegt beim ersten Teich bei 1,1% hingegen es beim zweiten 1,7% sind. Die Forellen aus Murau wiesen mehr gesättigte Fettsäuren auf, welche für den menschlichen Körper in größeren Mengen ungesund sind, jedoch haben sie auch mehr Omega-3 Fettsäuren und nur etwas weniger Omega-6 Fettsäuren, welche für den Körper essenziell sind.

4.4 Gewichtszunahme

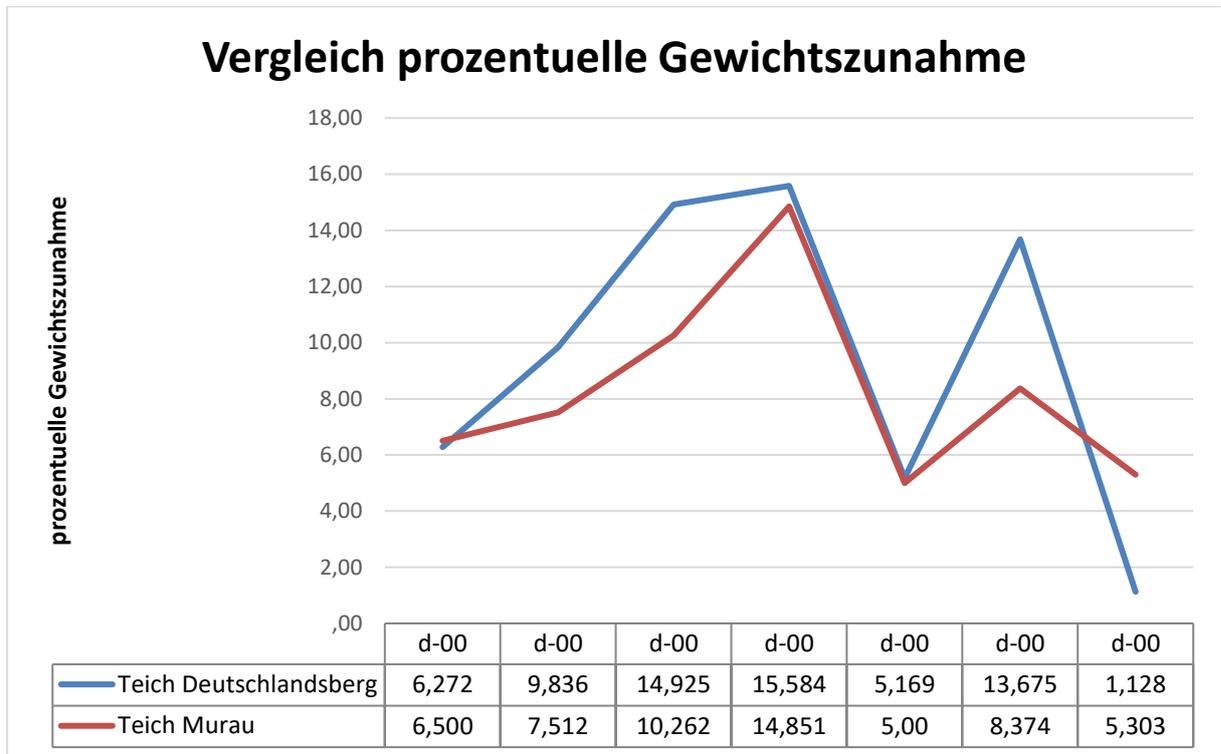


Abb. 22 Vergleich prozentueller Gewichtszunahme (Quelle: JAEGER & SACKL 2020)

Die obenstehende Grafik zeigt einen Vergleich der prozentuellen Gewichtszunahme der Forellen an den beiden Standorten. Die Forellen wurden am gleichen Tag (10. Mai 2020) eingesetzt. Beim Einsetzen hatten sie jedoch kein identes Gewicht. Die Setzlinge für den Standort Murau wurden größer gewählt, da bereits adulte Tiere vorhanden waren, welche kleinere eventuell gefressen hätten. Somit betrug das Einsetzgewicht am Standort Murau circa 20 dag pro Forelle und am Standort Deutschlandsberg circa 11 dag pro Forelle. Aus diesem Grund wurde als Veranschaulichung die prozentuelle Gewichtszunahme gewählt. Vor allem zwischen Ende Mai und Anfang August war eine sehr steile Wachstumskurve zu verzeichnen. Im August jedoch fielen die Zunahmen aufgrund der höheren Temperaturen ab. Im September stieg sie jedoch wieder an, bis sie Mitte September erneut abfiel und sich vor allem bei den Forellen in Deutschlandsberg in Richtung Null bewegte.

4.4.1 Endgewicht

Das Endgewicht der Forellen aus dem Teich in Murau betrug durchschnittlich 32 dag, jene Forellen aus Deutschlandsberg hatten ein Endgewicht von 30,5 dag. Dies bedeutet, dass die Forellen aus Murau 60% Lebendmasse zugenommen haben und jene aus Deutschlandsberg um 177% Lebendmasse zunahmen und somit deutlich schneller wuchsen.

Das höhere Endgewicht bei den Forellen aus Deutschlandsberg ist auf die stärker konzentrierte Fauna am Teich rückzuschließen.



Abb. 23: Wiegung der Forellen (Quelle: JAEGER 2020)

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Wie bereits erwartet war die Gewichtszunahme im Teich aus Deutschlandsberg deutlich höher. Dies liegt vor allem an den gemäßigeren Temperaturen und der somit höheren Dichte der Fauna.

Bei der Wasserqualität konnten erfreulicherweise kaum Unterschiede festgestellt werden. Sie war bei beiden Teichen ähnlich gut. Wie jedoch bereits erwartet, wurden höhere Wachstumszunahmen bei den Regenbogenforellen aus dem Teich in Deutschlandsberg festgestellt. Die Differenz betrug 117 %. Auch bei der Fleischanalyse hielten sich die Unterschiede in Grenzen. Nur bei den Fettsäuren konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden. Diese liegen vor allem an der unterschiedlichen Fauna der beiden Standorte.

Schlussendlich kann gesagt werden, dass die Forelle aufgrund ihrer ausgezeichneten Eigenschaften auch in Zukunft gerne als Speisefisch bevorzugt werden. Dabei kann gesagt werden, dass sich Forellen bei einer standortbestimmten Fütterung gut anpassen können und hohe Wachstumsleistungen erbringen können.

6 Literaturverzeichnis

vgl. IGLER (1969): Forellen- Zucht und Teichwirtschaft, Leopold Stocker Verlag, Graz und Stuttgart

vgl. N.N: Körperbau, <http://www.forellenzuchtverband.at/forellenzucht/koerperbau/> (20.12.2020)

vgl. ESCHENAUER, HELMES (2006): Handbuch Angelfische, Komet Verlag

vgl. BOHL (1999): Zucht und Produktion von Süßwasserfischen, DLG Verlag Frankfurt

vgl. SCHERMAIER, TAFERNER, WEISL (2015): BIO@SCHOOL 5, VERITAS- Verlag

vgl. N.N: Die wichtigsten Wasserinhaltsstoffe (Parameterwerte), <https://www.wlv-voes-lau.at/uploads/files/Wasserinhaltsstoffe.pdf> (2.1.2021)

vgl. N.N: Nitrit und Nitratwerte im Aquarium senken, <https://www.drta-archiv.de/nitrit-nitrat-senken/> (22.12.2020)

vgl. BAIER: Parameter zur Beurteilung einer Wasserprobe, <http://www.angewandte-geologie.geol.uni-erlangen.de/paramete.htm> (22.12.2020)

vgl. BERRENS (2019): The Meaning of Flora. In: Humanistica Lovaniensia. Journal of Neo-Latin Studies. Band 68, Nr. 1

vgl. SPOHN (2015): Was blüht denn da?, Franckh Kosmos Verlag

vgl. SCHAEFER (Hrsg.) (2000): Brohmer – Fauna von Deutschland. Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt, 20. Aufl., Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim

vgl. STERNBERG, BUCHWALD (1999): Die Libellen Baden-Württembergs Bd. 1

vgl. MARTINI (1920): Über Stechmücken, besonders deren europäische Arten und ihre Bekämpfung. Barth, Leipzig

vgl. WAGNER (1959): Die Tierwelt Mitteleuropas

vgl. RAINER, GEIGER (1996): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands. Gustav Fischer Verlag, Jena

vgl. HEUSSER (1960): Über die Beziehungen der Erdkröte (*Bufo bufo* L.) zu ihrem Laichplatz. Teil I & I

vgl. SCHRÖDER (1998): Der Nationalpark Jasmund: Edelkrebse in Deutschland, auf Rügen, im Herthasee II

vgl. CHUCHOLL, & DEHUS (2011): Flusskrebse in Baden-Württemberg. Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg

vgl. BEGON, HARPER, TOWNSEND (1996): Ökologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

vgl. WEHNER, GEHRING (2007): Zoologie. 24. Aufl. Georg Thieme, New York

vgl. BAUER, BEZZEL und FREIDLER (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas: Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. Band 1

vgl. REUTHER, FESTETICS (Hrsg.) (1980): Der Fischotter in Europa. Ergebnisse des 1. Internationalen Fischotter-Kolloquiums vom 28. bis 31. Oktober 1979 in Göttingen. Selbstverlag, Oderhaus und Göttingen

vgl. NEUFINGERL, PALKA (2016): Chemie 2- Organische Chemie + E- Book, S. 151, Verlag Jugend und Volk GmbH, Wien

vgl. LOOSER (2006): Marmorierung (IMF) - ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Genusswert des Fleisches

vgl. KELLER (2008): Fette mit gesättigten Fettsäuren, Universitätsspital Basel, https://www.rosenfluh.ch/ernaehrungsmedizin-2008-04/10_fette-mit-gesaettigten-fettsaeuren (23.12.2020)

vgl. SCHOCKE (2016): UNGESÄTTIGTE FETTSÄUREN: SO GESUND SIND SIE, <https://www.mylife.de/gesunde-ernaehrung/ungesaettigte-fettsaeuren/> (21.12.2020)

vgl. DOUGHMAN, KRUPANIDHI, SANJEEVI (2007): Omega-3 fatty acids for nutrition and medicine: considering microalgae oil as a vegetarian source of EPA and DHA. In: Curr Diabetes Rev. Band 3, Nr. 3, S. 198–203

vgl. KRAFT et al. (2003): Differences in CLA isomer distribution of cow's milk lipids. In: Lipids Nr. 38(6), S. 657

vgl. MATISSEK, SCHNEPEL, STEINER (1989): Lebensmittelanalytik, 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin

vgl. BERG, TYMOCZKO, STRYER (2007): Biochemie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

vgl. REHM (2002): Der Experimentator - Proteinbiochemie/Proteomics. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

vgl. bodenkarte.at (10.10.2020)

vgl. ENDRES, SIEBERT-RATHS (2009): Technische Biopolymere. Hanser-Verlag, München

vgl. N.N (2014): Fischkrankheiten, <https://www.deine-angelwelt.de/fischkrankheiten/> (4.1.2021)

vgl. N.N: Costia-Krankheit, <https://www.interaquaristik.de/content/costia> (4.1.2021)