

## Selektiver Farbwechsel bei Bachforellen (*Salmo trutta forma fario*, L.) als passive Verteidigungs- strategie und Verwechslungsgefahr mit dem Phänomen der »schwarzen Bachforelle«

DIETER KALTENEGGER

Hahngasse 7/23, A-1090 Wien, E-Mail: d.kaltenegger@klivv.oeaw.ac.at

### Abstract

**Selective colour change of brown trout (*Salmo trutta forma fario*, L.) as defense strategy and the danger of confusion with the fish kill phenomenon »black brown trout«**

Brown trout lives in two river zones, the upper and lower brown trout stream section and also in smaller density in lower river zones.

The reason that this freshwater fish encroaches into higher river zones than any other fish in Europe and that it secondly defences its home range against other trouts, makes it necessary that this species uses other defense strategies and not only fish school behavior and escapement strategy behavior.

Within the last 5 years underwater field observation has shown that brown trout takes different color change possibilities as protective coloration. Different brown trout showed different coloration in different situations.

Some become a black coloration on the entire body, others use selective colour change like a combat uniform of a soldier. They apply protective coloration the whole year. The kind of coloration is dependent on the condition of their home range and the weather (sunny or cloudy).

There is the possibility of confusion with the fish kill phenomenon "black brown trout" which kills mostly in late summer abundant brown trout in Central Europe rivers. These "black brown trouts" get a soft black body, change their behavior and die within weeks.

### 1. Einleitung

Bachforellen (BF) leben in erster Linie in den beiden nach ihr genannten Fischregionen eines fließenden Gewässers, der Oberen und Unteren Bachforellenregion (Epirhithral und Metarhithral) sowie in der Äschenregion (Hyporhithral) und in geringerer Abundanz in geografisch tiefer gelegenen Fischregionen. Die Tatsache, dass diese Forellenart bis in Regionen eines Bachlaufes vordringt, in der keine andere Fischart in Europa lebt (Obere Regionen des Epirhithral) und in vergleichsweise flachen Abschnitten anderer Fischregionen aktiv ist, macht es erforderlich, dass neben den bei verschiedenen Fischarten bekannten Verteidigungsstrategien, wie Schwarmverhalten (Fiedler, 1991) und Fluchtverhalten, auch eine weitere Strategie bei Räuberdruck oder -gefahr (Vögel, Säugetiere) angewandt werden kann. Die geringe Wasserführung und nur wenig Einstandsmöglichkeiten in ausreichend tiefen Kolken macht es für die Bachforelle notwendig, sich an Ort und Stelle vor Räufern zu schützen (Tarnverhalten: Abb. 1 und 2). Das territoriale Verhalten der BF unterstreicht die Notwendigkeit, neben dem aktiven Verteidigen des eigenen Territoriums (home range) gegenüber Artgenossen (*agonistisches Verhalten*) sich gleichzeitig passiv gegen Fressfeinde schützen zu können.



**Abb. 1:** Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*, L.) in Tarnfärbung bei einer angeschwemmten Wurzel, Zufluss der Traun, 5. 11. 2003, OÖ.



**Abb. 2:** Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*, L.) in Tarnfärbung zwischen Steinen, Ybbs/NÖ.

## 2. Untersuchungsgebiet

Die Beobachtungen, die diesem Artikel zugrunde liegen, wurden in erster Linie in einem Zufluss der Traun (Oberösterreich), der Salza (Steiermark), der Ybbs (Niederösterreich) sowie in der Gail (Kärnten) gemacht. Zur Auswahl der idealen Standorte wurden solche miteinbezogen, die besonders im Sommer von Badegästen aufgesucht werden, da so eine gering wie mögliche Beeinflussung durch den Unterwasserbeobachter erfolgte bzw. sich eine gewisse Toleranz oder Gewöhnungseffekt seitens der Fischwelt einstellte.

Die Beobachtungen wurden über das ganze Kalenderjahr angesetzt, was in der kalten Jahreszeit den Einsatz eines Trockentauchanzugs nötig machte und daher in dieser Zeit weniger intensiv gearbeitet werden konnte.

## 3. Methoden

Um das natürliche (Farb-)Verhalten von Bachforellen unter Wasser (Freiland) beurteilen zu können, muss man die physikalischen Gesetze unter Wasser beachten. So absorbiert Wasser Teile des Farbspektrums des Sonnenlichts mit zunehmender Wassertiefe. Ebenso ist dies bei der Betrachtung von Motiven mit unterschiedlichen Entfernungen zum Beobachter zu beachten. Daher ist die Wassertiefe und die Entfernung zum Motiv (Fisch) entscheidend.

Weiters ist die Trübe und gegebenenfalls die abweichende Wasserführung in die Beurteilung mit einzubeziehen. Ein Vergleich mit Farbtafeln (siehe Abbildung 3) ist zur Schulung des Auges oder zur Justierung der Foto- oder Videotechnik sinnvoll.

Bei Anwendung von Video oder digitaler Fotografie ist auf den (automatischen) Weißabgleich zu achten. Unterschiedliche Freilandbedingungen oder Gewässer können zur Verfälschung der Ergebnisse beitragen. Bei der Beurteilung der veränderten Farben (insbesondere bei Fotos) ist die unterschiedliche Beleuchtung (direkter Sonneneinfall oder bewölkt) und Spiegelungen durch Wellenbildung (Hell-Dunkel-Effekt durch unterschiedliche Durchlässigkeit bei Wellenbergen und Wellentälern) zu beachten (Vergleich Abbildungen 3 und 4).

Die Beobachtungen selbst wurden meist beim Schnorcheln im Tauchanzug, gegebenenfalls freitauchend ohne Gerät durchgeführt. Neben naturschutzrelevanten Überlegungen war insbesondere das Atemgeräusch eines Tauchgeräts und die Blasenbildung für Verhaltensbeobachtungen als störend abzulehnen und aufgrund der geringen Tiefen auch nicht notwendig (Kaltenegger, 2004).

Die optische Dokumentation erfolgte mit einer Unterwasserkamera Nikonos RS mit 50-mm- und gelegentlich 28-mm-Objektiv sowie für Weitwinkelaufnahmen mit einer Nikonos V mit 15-mm-Objektiv. Gelegentlich kam auch ein Fernsteuerkabel zum Auslösen der fix installierten Nikonos RS (kein Schnorchler im Wasser!) vom Projekt »Nahrungs- und Lebensraumkonkurrenz unter Salmoniden und Thymallinaden« zum Einsatz.



**Abb. 3:** Unter Wasser angebrachte Farbtafel zur Beurteilung der Farbunterschiede in unterschiedlichen Gewässern und bei unterschiedlichen Bachforellen



**Abb. 4:** Bachforelle an selber Stelle wie Abb. 1, aber bei starker Sonneneinstrahlung und starker Lichtbrechung durch Wellenbewegung. So ist die BF gut vor Prädation geschützt.

Vorteile von Freilandbeobachtungen: Die Tiere (Fische) sind in ihrer natürlichen Umgebung, und Fehlerquellen, wie die Anpassung der Fische an Aquarien, sind nicht gegeben. Vorteile bei Aquarium-Beobachtungen: Die Fische sind immer genau zuzuordnen.

#### 4. Ergebnisse

Bei den über 5 Jahre dauernden Freilandbeobachtungen konnten bei Bachforellen durchwegs unterschiedliche Farbgebungen und Varianten in allen untersuchten Gebieten festgestellt werden. Der Schluss liegt nahe, dass Bachforellen durchwegs individuelle Farbgebungen anstreben. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Lahnsteiner et al. (2003): »Die Färbung und Zeichnung von Bachforellen variierte innerhalb jeder Population beträchtlich, da praktisch alle möglichen Farbvariationen vorkommen konnten. Dies macht die Farbparameter als diagnostisches Mittel ungeeignet.«

Daher kommt den Detailbeobachtungen im Freiland von einzelnen Tieren unter Berücksichtigung ihres unmittelbaren Lebensraumes besondere Bedeutung zu. Äußere Einflüsse, insbesondere kurzfristiger Art, waren von Interesse, ebenso wie die Altersklasse der jeweiligen Fische.

##### 4.1 Farbwechsel in der Tierwelt

Der Farbwechsel ist die Fähigkeit verschiedener Tierarten, ihre Körperfärbung zu wechseln. Ein Farbwechsel kann sich auf die gesamte Körperoberfläche oder nur auf einzelne Körperteile oder Strukturen beziehen. Er kann einmal oder wenige Male im Leben während der Jugendentwicklung erfolgen, er kann sich jährlich wiederholen oder kurzfristig und dann meist in unregelmäßigen Abständen auftreten. Die Dauer des Farbwechsels ist sehr unterschiedlich und schwankt zwischen mehreren Wochen oder Monaten und wenigen Minuten oder Sekunden. Im erstgenannten Fall verändert sich die Menge der Farbstoffe (Pigmente) in den Farbstoffzellen, bei den schnellen Farbwechselforgängen dagegen nur ihre Verteilung innerhalb dieser Zellen. Die Rotfärbung der Unterseite beim männlichen Stichling wird über Hormone, ein rascher Farbwechsel dagegen wird in den meisten Fällen über das Zentralnervensystem gesteuert. Die biologische Bedeutung des Farbwechsels kann auf verschiedenen Gebieten liegen, hauptsächlich im Bereich der Tarnung (Anpassung an den Untergrund oder die Umgebung) und der sozialen Verständigung (Immelmann, 1982).

##### 4.2 Beobachtete selektive Farbwechselvarianten

Bei Bachforellen konnten Dunkelfärbungen des ganzen Fischkörpers beobachtet werden. Weiters wurde die Schwarzfärbung nur einer Seite des Fischkörpers und zum Dritten »Leopardenmuster«-gefleckte Körperstellen des Fisches beobachtet. Die artspezifischen Färbungselemente (rote Punkte) waren weiterhin erkennbar.



**Abb. 5:** Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*, L.) sucht Schutz bei einer kürzlich angeschwemmten Grasmatte, Zufluss der Traun, OÖ.



**Abb. 6:** Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*, L.) mit hellem Farbleid und nicht sehr ausgeprägten Tarnflecken, an Steinen anliegend im sonnendurchfluteten Abschnitt

Dunkelfärbung des ganzen Fischkörpers wurde meist bei BF beobachtet, die unter einem vollständig beschatteten Überhang Schutz suchten. Besonders in der »lichtlosen« Zeit, also an grauen Wintertagen, konnten viele dunkel gefärbten BF beobachtet werden (Ybbs/NÖ.).

Auch Schwarzfärbung auf nur einer Seite wurde bei BF vorgefunden, wie zum Beispiel bei einem verkehrt liegenden Stück Grasmatte, welches erst kürzlich von einem Hochwasser herant transportiert wurde, das eine Bachforelle als Deckung nutzte (Abb. 5).

Gefleckte Tarnfärbung wurde von BF angewendet, die an Steinen anliegend (Abb. 2 und 6) oder unter angeschwemmten Holzwurzeln Schutz suchten, bei denen die Sonne zumindest teilweise bis zum Fischkörper vordringen konnte.

Bei Standortwechsel können Veränderungen im Erscheinungsbild auftreten. Bachforellen, die vorzugsweise im Schwarm aktiv sind oder an lichtdurchfluteten Stellen etwa nach Driftnahrung jagen, wurden durchwegs mit einem sehr hellen Erscheinungsbild beobachtet (Abb. 7).

Über ein Kalenderjahr betrachtet, scheint die Jahreszeit selbst keinen Einfluss auf das Tarnverhalten zu haben. Wesentlich ist hingegen die Beleuchtungssituation (Sonne oder Wolken) und die Anpassung an die nähere Umgebung (home range).

#### 4.3 Standorttreue und Farbwechsel bei Bachforellen

Bachforellen halten sich die überwiegende Zeit an Ruhestandorten auf, von denen aus sie zur Nahrungsaufnahme in die Strömung schwimmen. Der optimale Standort ist somit der energetisch höchst profitable (Fausch, 1984; Elliot, 1994; Jungwirth et al., 2003).

Wie das Beispiel der Bachforelle in einem Zufluss der Traun (Abb. 1) zeigt, sind einzelne Bachforellen, insbesondere jene, die einen Unterstand suchen und nutzen, standorttreu. So konnte die am 5. 11. 2003 beobachtete Bachforelle mit größter Wahrscheinlichkeit am 18. 11. 2003 wieder als jene identifiziert werden, die exakt die gleiche Stelle als Unterstand nutzt (Treibholzwurzel). Dieses Exemplar nutzt ihr Umfeld und versucht seine potentielle Angreifbarkeit wegen der Standorttreue durch (farbliche) Anpassung an das Totholz vor Feinden abzusichern. Dieses, wie auch andere Exemplare in einer solchen getarnten Stellung, überwindet die sonst bei frei schwimmenden Bachforellen übliche Fluchtdistanz und gibt bei Versuchen erst kurz vor dem aktiven Berühren durch den Beobachter ihren sicheren Standort auf. Am 20. 2. 2004 war die unmittelbare Umgebung der Wurzel von Blättern und Sediment (kleines lokales Hochwasser) bedeckt und daher die Deckungsmöglichkeit nicht mehr gegeben. Also musste sich die BF eine neue »home range« mit einem geeigneten Unterstand suchen.

An verschiedenen Standorten (Zufluss der Traun, Ybbs) konnten folgende Verhaltensweisen nach Aufgabe des Unterstandes beobachtet werden: Wenn mehrere Bachforellen oder andere Fische in der Nähe schwarmähnlich aktiv waren, dann schloss sich die flüchtende Bachforelle diesen an. Ansonsten konnte beobachtet werden, dass BF in einiger Distanz am Boden ver-



**Abb. 7:** Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*, L.) mit hellem Erscheinungsbild, die in einem flachen, sonnedurchfluteten Abschnitt aktiv ist, Zufluss der Traun/OÖ., 1. 8. 2002



**Abb. 8:** Schwarze Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*, L.) in der Gail/Kärnten, 2001

harrten. Nach längerer störungsfreier Zeit zog sich die BF wieder an ihren ursprünglichen Standort oder Unterstand zurück.

#### 4.4 Schwärzungsgrad oder Intensität der Farbgebung

An sonnigen Tagen konnte an lichtdurchfluteten Stellen eine besonders intensive Schwarzfärbung der Tarnfarben beobachtet werden. An bewölkten, düsteren Tagen hingegen wurde eine nicht so ausgeprägte Tarnfarbe bei verschiedenen Individuen beobachtet. Die Tarnfarbe bestand in erster Linie aus Schwarz- oder Grautönen, die über den ganzen Körper beim jeweiligen Einzeltier einen gleichmäßigen Farbton aufwies.

#### 4.5 Verwechslungsgefahr mit dem Phänomen der »schwarzen Bachforelle« und anderen Fischkrankheiten

Die dunkle Farbgebung, die manche Bachforellen annehmen, kann durchaus mit der Krankheit der so genannten »schwarzen Bachforelle« verwechselt werden. Zum einen ist diese Krankheit noch nicht restlos geklärt und beschrieben, und zum anderen ist eine sichere Diagnose aus heutiger Sicht nur durch Sektion möglich. Neben einem äußerlich dunkel, nach der Farblehre eher »weichem«, schwarz gefärbten kompletten Fischkörper sind meist fast erblindete Augen und etliche Parasiten (Schwächung der Bachforelle) zu sehen. Die Bachforelle selbst ist meist geschwächt, pumpt teils intensiv Wasser durch die Kiemen und stellt sich im Strömungsschatten unter. Sie lässt sich meist leicht mit der Hand fangen (Abb. 8: Gail/Kärnten, 2001). Nach Aufschneiden sind in der Regel gewucherte oder veränderte Organe zu erkennen.

Bei den »gesunden«, dunkel gefärbten Bachforellen, die ihre dunkle Färbung zur Tarnung nutzen, sind diese meist durch einen nur partiell gefärbten Fischkörper zu erkennen. Dies wurde unterschiedlich beobachtet: etwa nur auf einer Seite, während die andere Seite hell war wie der übrige Fischkörper. Die Beobachtungen in einem Zufluss der Traun ergaben, dass sich die BF nach der Aufgabe (bei einer Störung) des sicheren Unterstands einer frei schwimmenden Bachforellengruppe anschloss und ihren ganzen Körper wieder durchgehend hell färbte.

Andere Bachforellen hatten einige Tarnstreifen, die einem Tarnanzug eines Soldaten ähnlich erscheinen (Abb. 2). Die Anpassung an den Untergrund (grobe Steine) ist gut zu erkennen. Damit ist die BF für einen Fressfeind vom Untergrund schwerer oder gar nicht zu unterscheiden.

Nach der Farblehre kann man beim selektiven Farbwechsel durchaus von einem »harten« Schwarz sprechen, das zum Einfärben des Fisches genutzt wird.

Auch andere Erkrankungen von Salmoniden können zur Dunkelfärbung führen. Bei bakteriellen Erkrankungen wie Furunkulose, bakterielle Nierenerkrankung (BKD) oder Rotmaulseuche (ERM) ist eine der allgemeinen Anzeichen einer Infektionskrankheit die Dunkelfärbung. Auch bei Viruserkrankungen von Salmoniden können Dunkelfärbungen auftreten, so

etwa bei der Forellenseuche (VHS) (Baur & Rapp, 2003).

#### 4.6 Juvenile Bachforellen

Noch nicht ausgewachsene Bachforellen (*Salmo trutta forma fario*) wie auch juvenile Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) nutzen meist ein Farb(Tarn-)kleid, das aus mehreren vertikal verlaufenden schwarzen Balken oder Strichen besteht. Dies soll sie in der Uferzone (überhängende Äste und Wurzeln) vor Fressfeinden schützen (Abb. 9).

In sonnedurchfluteten, flachen Gewässerabschnitten können diese seitlichen Streifen heller wiedergegeben werden, während die dorsal liegenden Körperteile der juvenilen Bach-

forelle intensiv dunkel gefärbte Flecken aufweist. Dies ist bei kiesbedecktem Gewässergrund die ideale Tarnung zum Schutz vor Prädation aus der Luft.



**Abb. 9:** Juvenile Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*, L.) nutzt vertikale Seitenstriche/-balken, um sich in der Uferzone/Vegetation vor Fressfeinden zu schützen

### 5. Diskussion

Die individuell genutzte Färbung von Bachforellen, insbesondere jene, um sich den Habitatgegebenheiten anzupassen und in der Ruhestellung einigermaßen Schutz vor Prädation durch Vögel, Säugetiere oder auch andere Fische zu erlangen, wird nur dann erfolgreich eingesetzt, wenn auch entsprechende Strukturen oder Totholz vorhanden sind. Ausgeräumte, begradigte kanalähnliche Flüsse bieten meist nur unzureichend Möglichkeiten, um geschützt unterzukommen und können auch nicht durch die farbliche Anpassungen der einzelnen Bachforellen wettgemacht werden. Insbesondere adulte Exemplare haben in schlecht strukturierten Habitaten wesentlich beeinträchtigte Überlebenschancen.

### Danksagung

Für Ihre Unterstützung bei der Realisierung danke ich meiner Kollegin und Partnerin Barbara Mertin! Weiters danke ich dem Gewässerbewirtschafter, Herrn Leopold Wastel aus Ebensee, für seine Zusammenarbeit!

### LITERATUR

- Baur W. H. & Rapp J. (2003): Gesunde Fische, Praktische Anleitung, Erkennen und Behandeln von Fischkrankheiten, 2. Auflage, Parey & Blackwell Verlag, Berlin, 317 pp.
- Bone Q. & Marshall N. B. (1985): Biologie der Fische, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 235 pp.
- Bremet, G. & O. K. Berg (1999): Three-dimensional microhabitat use by young pool-dwelling Atlantic salmon and brown trout. *Animal Behaviour* 58: 1047–1059
- Elliot, J. M. (1994): Quantitative Ecology and the Brown Trout. Oxford University Press, Oxford, 286 pp.
- Fausch, K. D. (1984): Profitabile stream position for salmonids: relating specific growth rate to net energy gain. *Canadian Journal of Zoology* 62: 441–451
- Fiedler K. (1991): Lehrbuch der Speziellen Zoologie Teil 2, Fische in: Starck D. (Hrsg.), Band II: Wirbeltiere, Gustav Fischer Verlag, Jena, 498 pp.
- Lahnsteiner F., Jagsch A. & Jäger P. (2003): Unterschiede im Phänotyp von Bachforellen und Seeforellen aus rezenten Wildpopulationen, aus Wildpopulationen des 19. Jahrhunderts und aus Zuchten. *Österreichs Fischerei, Jahrgang* 56: 298–306
- Immelmann K. (1982): Wörterbuch der Verhaltensforschung. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 317 pp.
- Jungwirth M., Haidvogel G., Moog O., Muhar S. & Schmutz S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. UTB, Facultas Verlag, Wien, 547 pp.
- Kaltenegger D. (2004): Kann der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*) den heimischen Hecht (*Esox lucius*) gefährden? *Österreichs Fischerei, Jahrgang* 57: 28–31
- Reebs S. (2001): Fish behavior in the aquarium and in the wild, Cornell University Press, Ithaca & London, 252 pp.

### Internet:

[www.fischerweb.ch/bachforellensterben.htm](http://www.fischerweb.ch/bachforellensterben.htm): Das mysteriöse Bachforellen-Sterben 1–9

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [57](#)

Autor(en)/Author(s): Kaltenegger Dieter

Artikel/Article: [Selektiver Farbwechsel bei Bachforellen \(\*Salmo trutta forma fario\*, L.\) als passive Verteidigungsstrategie und Verwechslungsgefahr mit dem Phänomen der »schwarzen Bachforelle« 200-205](#)