©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Wissenschaft

Österreichs Fischerei Jahrgang 49/1996 Seite 220–228

Franz Uiblein, Manfred Rydlo, Erich Kainz und Hans Winkler

Welche Funktion hat die Laichfärbung der Zährte (*Vimba* sp., Cyprinidae)?

Einleitung

Während der Fortpflanzungszeit zeigen Fische neben markanten Verhaltensänderungen oft auch eine intensive Körperfärbung. Schon früh machten sich Verhaltensbiologen Gedanken, ob der Laichfärbung eine bestimmte Funktion zukommt. So zeigten Niko Tinbergen und Mitarbeiter vor mehr als einem halben Jahrhundert anhand von Modellversuchen am dreistacheligen Stichling *Gasterosteus aculeatus* L., daß der rote Bauch bei Stichlingsmännchen auf die Weibchen als Balzsignal wirkt und daß die Weibchen in Wahlsituationen intensiv gefärbte, rote Modelle bevorzugen (Pelkewijk & Tinbergen 1937).

Die Auswahl von Männchen mit ausgeprägter Laichfärbung könnte den Fortpflanzungserfolg der Weibchen in zweierlei Hinsicht erhöhen. Falls nur laichbereite Männchen intensiv gefärbt sind, könnten die Weibchen diese Männchen leichter von anderen, nicht fortpflanzungsaktiven unterscheiden und auswählen. Gleichermaßen würde das Wahlverhalten der Männchen beeinflußt, falls die Weibchen eine spezifische Laichfärbung zeigen (McLennan 1995). Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Färbung beim jeweiligen Geschlecht und der Kondition oder anderen fitneßabhängigen Faktoren, könnten anhand der Färbungsintensität Sexualpartner mit der höchsten Fitneß ausgewählt werden. Die sogenannte »Hamilton-Zuk«-Hypothese sagt zum Beispiel voraus, daß eine intensive Laichfärbung eine höhere Kondition, verbunden mit einer vererbten geringeren Anfälligkeit für Parasitenbefall signalisiert (Hamilton & Zuk 1982). Jüngste Labor- und Freilanduntersuchungen zu möglichen Zusammenhängen zwischen geschlechtsspezifischer Färbung und Parasitenbefall beim Dreistacheligen Stichling und zahlreichen anderen Fischarten kamen allerdings zu eher widersprüchlichen Ergebnissen (Ward 1988, Milinski & Bakker 1990, Chandler & Cabana 1991, FitzGerald et al. 1994, Jamieson 1994).

Tritt bei beiden Geschlechtern eine ähnliche Laichfärbung auf, wird die Suche nach funktionellen Interpretationen noch komplizierter. In diesem Fall könnte die Laichfärbung dazu dienen, die visuelle Erkennbarkeit der eigenen Art zu erleichtern (Endler 1983) oder als mimetische Färbung, Tarn- oder Warnfärbung den Prädationsdruck durch visuell jagende Räuber zu reduzieren (Hagen & Moodie 1979, Endler 1983). Eine weitere Möglichkeit wäre die noch wenig untersuchte Funktion der Thermoregulation, z. B. durch eine intensive Dunkelfärbung, welche es erlaubt, große Mengen an Wärmestrahlung zu absorbieren und damit eine Erhöhung der Stoffwechselaktivität herbeizuführen (Booth 1990).

Anhand von Daten aus Freiland- und anschließenden Laboruntersuchungen an einem einheimischen Karpfenfisch, der Zährte oder Rußnase, Gattung *Vimba,* möchten wir hier die verschiedenen Hypothesen zur möglichen Funktion der Laichfärbung (Tab. 1) überprüfen. Die Zährte eignet sich im besonderen Maße für diese Untersuchung, weil sie während der Laichzeit eine intensive Körperfärbung aufweist, welche bei den Männchen, aber oft auch bei den Weibchen auftritt (Siebold 1863, Banarescu et al. 1970).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Tabelle 1: **Mögliche Funktionen und adaptive Bedeutung der Laichfärbung bei der Zährte *Vimba* sp.**

Funktion	Laichfärbung bei	Adaptive Bedeutung
Geschlechtserkennung	einem Geschlecht	Signalisieren von erhöhter Fitneß oder Laichbereitschaft
Arterkennung	beiden Geschlechtern	Signalisieren der Artzugehörigkeit, Vermeidung von Hybridisierung
Feindvermeidung	beiden Geschlechtern	Tarnung, Warnung
Thermoregulation	beiden Geschlechtern	Absorption von Wärmestrahlung, Erhöhung der Stoffwechselaktivität

Die in den österreichischen Voralpenseen Attersee, Mondsee und Wolfgangsee beheimatete Form der Zährte wurde aufgrund der systematischen Untersuchungen von Banarescu et al. (1963) der Art *Vimba elongata* (Valenciennes) zugerechnet (Uiblein et al. 1987). Jüngsten Untersuchungsergebnissen zufolge ist diese Form aber möglicherweise nur ein Ökophänotyp von *V. vimba* (L.) aus der Donau (Uiblein & Winkler 1994). Ähnlich wie die Donauform zeigt die Zährte des Mondsees während der gesamten Fortpflanzungsperiode eine Laichfärbung (Uiblein et al. 1987). Von Mitte Mai bis Juli steigen Rußnasen in großen Massen in die in den Mondsee einmündenden Fließgewässer auf und laichen dort über kiesigem Boden ab.
Im Jahre 1990 wurden an zwei verschiedenen Befischungsterminen insgesamt 263 Zährten aus einem der Zuflüsse des Mondsees entnommen und hinsichtlich der Ausprägung der Laichfärbung und anderer Parameter, wie Körpergröße, Parasitenbefall, Kondition und Gonadenreife untersucht. In jüngsten Freilandbeobachtungen am Dreistacheligen Stichling wurden bei Männchen zeitliche Veränderungen in der Ausbildung der Laichfärbung festgestellt (Mori 1993). Aus diesem Grund wurde auch in der vorliegenden Untersuchung besonderes Augenmerk auf eine mögliche geschlechtsspezifische Variabilität der verschiedenen Parameter im Verlauf der Fortpflanzungszeit gelegt.

Material und Methoden

Mittels Elektrobefischung wurden am frühen Vormittag an einem ersten Termin zu Anfang der Laichzeit (12. 5. 1990) und an einem zweiten, späteren Termin (2. 6. 1990) jeweils 140 und 123 Exemplare (19 - 26 cm Standardlänge) aus einem von der Zährte häufig frequentierten Laichgebiet in der Zeller Ache, einem der Zubringer des Mondsees (vgl. Uiblein et al. 1987), entnommen.
Unmittelbar nach dem Fang wurden die Fische je nach Intensitätsgrad der Laichfärbung (Tab. 2, Abb. Seite 210) unabhängig vom Geschlecht in drei Behälter aufgeteilt und zur weiteren Untersuchung ins Labor gebracht. Dort wurden die Fische durch Elektroschock getötet und Geschlecht, Standardlänge (SL), Totallänge (L), Totalgewicht (TW), Leergewicht (EW) und Gonadengewicht (GW) bestimmt.

Tabelle 2: **Färbungsgrade der Mondsee-Zährte während der Laichzeit**

Färbungsgrad	Beschreibung
I	Rückenseite (Schnauze bis Schwanzwurzel) silbern
II	Rückenseite grau
III	Rückenseite grauschwarz bis schwarz

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Die parasitologische Untersuchung wurde ohne Bezug zu den anderen, vorher erhobenen Daten durchgeführt. Weil diese Analyse innerhalb von 30 Stunden abgeschlossen werden mußte, um Zersetzung des Materials zu vermeiden, konnte nur eine begrenzte Anzahl der gefangenen Zährten berücksichtigt werden. Als Stichprobe wurden jeweils 70 und 39 der am ersten bzw. am zweiten Termin gefangenen Exemplare nach Zufallsmuster ausgewählt und – unabhängig von Färbungsgrad und Geschlecht – mit Nummern versehen, um eine spätere Identifizierung zu ermöglichen. Von diesen Tieren wurden Darm und Leber entnommen, in Petri-Schalen bei 4°C aufbewahrt und in 0,75% Kochsalzlösung bei schwacher Vergrößerung unter dem Binokular untersucht. Die Plerocercoide des in der Hepatopankreas parasitierenden Cestoden *Triaenophorus nodulosus* und die darmparasitierenden Trematoden der Art *Sphaerostoma bramae* (Abb. 1), die zwei wichtigsten Endoparasiten der Mondsee-Zährte (vgl. Rydlo 1985), wurden determiniert und ausgezählt. Von einem Teil des Parasitenmaterials wurden zur Sicherstellung der Artzugehörigkeit mit Boraxcarmin gefärbte Totalpräparate hergestellt.
Die Konditionsfaktoren nach Fulton (KF) und Clark (KC) und der Gonadosomatische Index (GSI) wurden bestimmt, wobei

$$KF = \frac{TW\ (g)\ \ 100}{L\ (cm)^3}, \qquad KC = \frac{EW\ (g)\ \ 100}{L\ (cm)^3},$$

$$GSI = \frac{GW}{TW}\ \ 100$$

Abbildung 1: Totalpräparat eines Exemplars von *Sphaerostoma bramae* (Boraxcarminfärbung, Totallänge 3,6 mm). Endwirte dieses Endoparasiten sind Karpfenfische; 1. Zwischenwirt: Muscheln; 2. Zwischenwirt: *Herpobdella* (»Rollegel«). (Foto: M. Rydlo)

Geschlechtsverhältnis und Färbungsgrad wurden mittels G-Test auf signifikante Veränderungen zwischen den beiden Befischungsterminen untersucht. Mit der gleichen Methode wurden auch signifikante Unterschiede im Färbungsgrad zwischen Männchen und Weibchen bestimmt. Um signifikante Zusammenhänge zwischen Färbungsgrad und Anzahl von Parasiten, Körpergröße, Konditions- und Gonadenwerten feststellen zu können, wurde der Rangkorrelationstest nach Spearman verwendet. Signifikante Unterschiede in Kondition, GSI und Körperlänge wurden mittels univariater F-Tests ermittelt, nachdem zur Annäherung an eine Normalverteilung Arcsine-Transformtionen bei Verhältniswerten und Log-Transformationen bei Körpergrößenvariablen durchgeführt wurden. Parameterfreie Tests (Mann-Whitney-U-Test, Kruskal-Wallis-Test) wurden zur Analyse von signifikanten Unterschieden in der Anzahl der Parasiten verwendet, da diese Werte keiner Normalverteilung entsprachen. Die Analyse von Unterschieden im Färbungsgrad wurde aufgrund des geringen Stichprobenumfangs bei den Weibchen auf die Männchen beschränkt. Das Signifikanzniveau wurde allgemein auf $p \leq 0{,}05$ festgelegt.

Ergebnisse

An beiden Befischungsterminen zeigte sich im Geschlechtsverhältnis ein deutliches Überwiegen der Männchen. Auf ein Weibchen kamen beim ersten Termin 5,1 und beim zweiten Termin 8,5 Männchen (Unterschiede zwischen Terminen n. s.). Die Körperlänge der Weibchen war sowohl beim ersten als auch beim zweiten Untersuchungstermin signifikant größer (im Durchschnitt 22,9 cm und 22,1 cm SL) als die der Männchen (21,3 und 21,1 cm SL; $p < 0{,}0001$).
Beim ersten Befischungstermin zeigten 81,2% der Männchen und 21,7% der Weibchen eine deutlich erkennbare Laichfärbung (Färbungsgrad II und III), beim zweiten Termin 74,5% der Männchen und 30,8% der Weibchen (Unterschiede zwischen den Terminen n. s., zwischen den Geschlechtern $p < 0{,}001$; Abb. 2). Während von insgesamt 227 Männchen 101 (= 44,5%) eine intensive Laichfärbung (Färbungsgrad III) zeigten, wurde dieser Färbungsgrad nur bei 4 (= 11,1%) der insgesamt 36 gefangenen Weibchen festgestellt.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

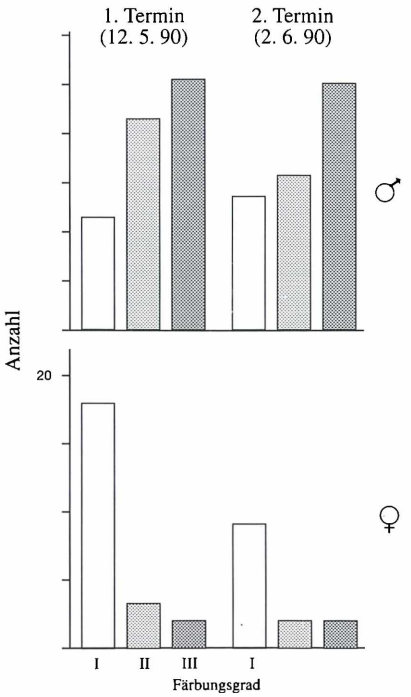


Abbildung 2: Intensitätsgrad der Laichfärbung bei Männchen und Weibchen der Mondsee-Zährte an zwei Befischungsterminen.

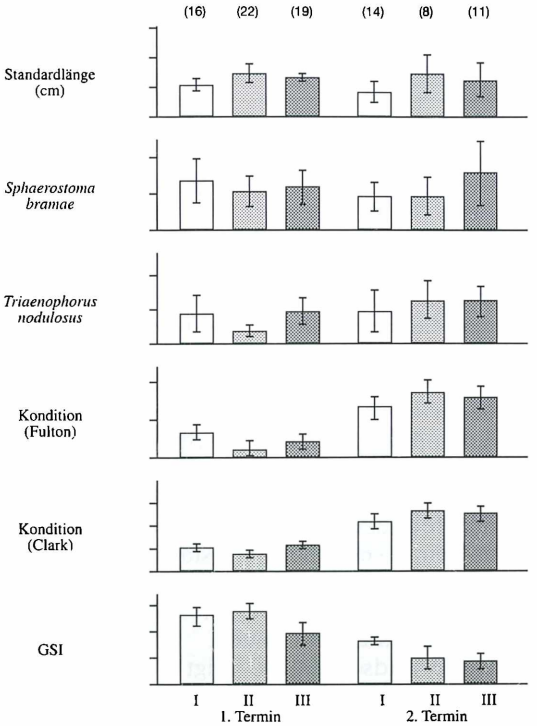


Abbildung 3: Standardlänge, Anzahl von Parasiten, Kondition und Gonadosomatischer Index (GSI) an zwei Befischungsterminen bei Männchen der Mondsee-Zährte, welche nach dem Färbungsgrad (I–III) in drei Untersuchungsgruppen aufgeteilt wurden (Mittelwerte mit Standardfehler; Anzahl der untersuchten Individuen in Klammern).

Bei den Männchen wurden die Daten hinsichtlich möglicher Zusammenhänge zwischen dem Grad der Laichfärbung und Körpergröße, Parasitenbefall, Kondition und Gonadosomatischem Index (GSI) für beide Befischungstermine getrennt überprüft. Es wurden sowohl beim ersten Termin, wie auch beim zweiten Termin keine signifikanten Korrelationen zwischen den verschiedenen Parametern gefunden. Auch zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den nach Färbungsgrad geordneten Gruppen für den jeweiligen Untersuchungstermin (Abb. 3).

Um mögliche signifikante Veränderungen zwischen den Befischungsterminen festzustellen, wurden die Variablenwerte für den jeweiligen Termin gepoolt. Bei den Männchen zeigte sich keine signifikante Veränderung in Körperlänge und Parasitenbefall, aber eine klare Erhöhung der Konditionswerte ($p < 0{,}001$) und eine Verringerung des GSI zwischen erstem und zweitem Termin ($p < 0{,}001$; Abb. 3). Bei den Weibchen wurde eine signifikante Verringerung der Anzahl von *Sphaerostoma bramae* ($p < 0{,}02$) und eine Erhöhung des GSI festgestellt ($p < 0{,}02$; Abb. 4).

Im Durchschnitt traten beim ersten Termin 6,1 *S. bramae* und 0,4 *Triaenophorus nodulosus* bei den Männchen und 14,2 *S. bramae* und 1,3 *T. nodulosus* bei den Weibchen auf. Beim zweiten Termin wurden 5,8 *S. bramae* und 0,6 *T. nodulosus* bei den Männchen und 2,3 *S. bramae* und 2,0 *T. nodulosus* bei den Weibchen gefunden. Die Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen waren nur in einem Fall *(S. bramae,* 1. Termin) signifikant ($p = 0{,}05$).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Diskussion

Bei beiden Befischungsterminen wurden wesentlich weniger Weibchen als Männchen gefangen. Die Männchen waren generell kleiner als die Weibchen. Diese Ergebnisse bestätigen frühere Untersuchungen im Mondsee und in der Zeller Ache (Uiblein et al. 1987). Die Weibchen erreichen möglicherweise auch ein höheres Alter, was zu einem veränderten Geschlechtsverhältnis bei älteren und größeren Zährten führt (Uiblein et al. 1987). Wie neueste Ergebnisse aus Langzeit-Markierexperimenten im Mondsee zeigen, bedürfen die ursprünglich aufgrund von Schuppenpräparaten durchgeführten Altersschätzungen aber einer Revision (Kainz & Uiblein 1994). Das Wachstum der Mondsee-Zährte geht offensichtlich ab dem 5./6. Lebensjahr stark zurück und beide Geschlechter erreichen wahrscheinlich ein wesentlich höheres Alter als ursprünglich angenommen.

Die Mondsee-Zährte zeigt deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ausbildung der Laichfärbung. Das vermehrte Auftreten der Laichfärbung bei den Männchen könnte auf die Funktion der Geschlechtserkennung hindeuten. Diese Annahme wird aber durch die weiteren Befunde nicht bestätigt. So zeigten sich bei den Männchen keinerlei Zusammenhänge zwischen Färbungsgrad, Kondition, Parasitierungsgrad und Gonadenreife. Bei der Mondsee-Zährte ist die Laichfärbung demnach kein verläßliches Signal für erhöhte Fitneß oder Ablaichbereitschaft, wie dies für Stichlinge gezeigt wurde (Milinski & Bakker 1990, Folstad et al. 1994, McLennan 1995).

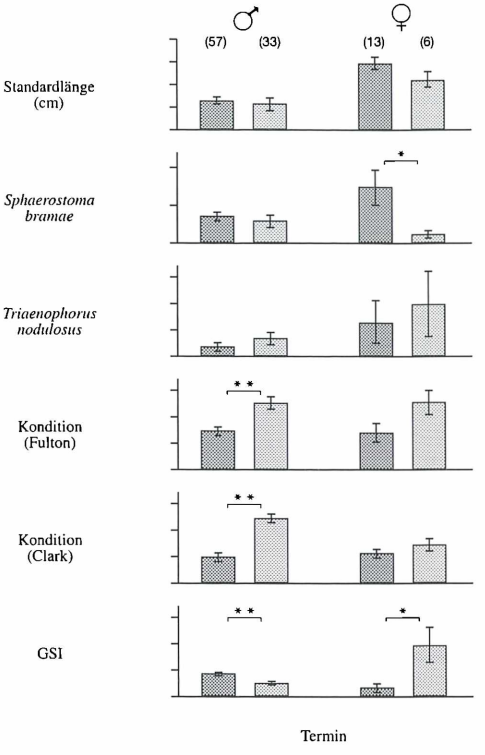


Abbildung 4: Standardlänge, Anzahl von Parasiten, Kondition und Gonadosomatischer Index (GSI) an zwei Befischungsterminen bei Männchen und Weibchen der Mondsee-Zährte (Mittelwerte mit Standardfehler; Anzahl der untersuchten Individuen in Klammern). Auf signifikante Unterschiede zwischen erstem und zweitem Befischungstermin wird hingewiesen (* $p < 0{,}02$, ** $p < 0{,}001$).

Die Allgemeingültigkeit des von der »Hamilton-Zuk«-Hypothese vorausgesagten Zusammenhanges zwischen Ausprägung des Sexualdichromatismus und vererbter geringer Anfälligkeit für Parasitenbefall (Hamilton & Zuk 1982) wurde durch jüngste Untersuchungen an Fischarten aus 12 Ordnungen, 21 Familien und 40 Gattungen in Frage gestellt. Entgegen früherer Annahmen (Ward 1988) zeigt sich nicht bei allen Arten ein deutlicher Zusammenhang zwischen Sexualdichromatismus und Parasitenbefall (Chandler & Cabana 1991).

Nicht alle Fischparasiten beeinträchtigen die Kondition ihrer Wirte (FitzGerald et al. 1994). Die beiden hier untersuchten endoparasitischen Würmer *Sphaerostoma bramae* und *Triaenophorus nodulosus* treten bei der Zährte, aber auch bei anderen Karpfenfischen häufig auf (Öczelik 1978, Rydlo 1985, Kritscher 1989, 1991). Der Befall mit diesen beiden Helminthen wirkt sich aber wohl kaum auf die Fitneß aus, da weder in der vorliegenden noch bei vorausgehenden Arbeiten besondere Auswirkungen auf Kondition und Wachstum der Wirte nachgewiesen werden konnten (Özcelik 1978, Hoffmann et al. 1986). In diesem Zusammenhang ist die in der vorliegenden Arbeit festgestellte

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Abnahme des Befalls mit *S. bramae* bei weiblichen Zährten zwischen den beiden Befischungsterminen überraschend. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs bedarf dieser deutlich von einer Normalverteilung abweichende Datensatz aber der Überprüfung durch weitere Untersuchungen.

Während sich die Intensität der Laichfärbung bei beiden Geschlechtern zwischen den zwei Befischungsterminen nicht veränderte, wurde bei den Männchen eine deutliche Zunahme der Kondition festgestellt. Dieser Befund ist unerwartet, da die Mondsee-Zährte während des Laichaufstieges kaum Nahrung aufnimmt (Uiblein & Winkler 1987). Zudem sollten die Laichwanderungen durch den Mondsee, der Aufstieg in die einmündenden Fließgewässer und die im Zusammenhang mit dem Ablaichen einhergehende Aktivitätserhöhung zu einer deutlichen Abnahme der Konditionswerte führen (Uiblein et al. 1987). Daraus kann gefolgert werden, daß es zum Höhepunkt der Laichzeit zu einem vermehrten Aufenthalt von Männchen mit hoher Kondition im Laichgebiet kommt und daß Individuen mit geringer Kondition abwandern. Durch zeitliche Verzögerung der Gonadenreife könnten die Weibchen erreichen, daß deren Eier vor allem durch die im Laichgebiet verbleibenden, physisch stärkeren Männchen (vgl. Chellappa et al. 1995) befruchtet werden.

Die Abnahme des Gonadengewichtes bei den Männchen am zweiten Termin weist darauf hin, daß die Ablaichbereitschaft im Gegensatz zu den Weibchen bereits am Anfang der Laichzeit sehr hoch sein muß und daß es zu diesem Zeitpunkt bereits zu ersten, von den Männchen ausgehenden Ablaichversuchen kommt. Ob dabei auch Raumkonkurrenz zwischen den Männchen auftritt und die Weibchen ihre Ablaichbereitschaft mit dem aus dieser Interaktion resultierenden Verbleib von Männchen mit erhöhter Fitneß synchronisieren (siehe auch Borowsky & Diffley 1981, Anker Ims 1990), müßte durch eingehende Untersuchungen des agonistischen Verhaltens bei Männchen, des Ablaichverhaltens bei beiden Geschlechtern und des Schlüpfzeitpunktes der Larven geklärt werden. Verhaltensbeobachtungen im Freiland werden allerdings dadurch erschwert, daß die Zährte zum Teil in großen Massen ablaicht und eine eindeutige Geschlechtszuordnung aufgrund äußerlicher, visuell erkennbarer Kriterien (z. B. geschwollene Bauchregion, keine Laichfärbung und kein Laichausschlag bei weiblichen Zährten) nicht immer möglich ist (vgl. Banarescu et al. 1970).

Die Laichfärbung der Mondsee-Zährte spielt im Funktionskreis der Geschlechtserkennung und sexuellen Selektion offensichtlich eine eher untergeordnete Rolle. Von den anderen möglichen Funktionen könnte vor allem die der Arterkennung von Bedeutung sein. Die Mondsee-Zährte laicht in der Zeller Ache teilweise an der gleichen Stelle und zur gleichen Zeit wie ein nah verwandter Karpfenfisch aus dem Mondsee, die Seelaube *(Chalcalburnus chalcoides mento* [Agassiz]), ab und es kommt dabei auch zur Hybridisierung zwischen beiden Arten (Abb. 5; siehe auch Uiblein et al. 1987). Eine bei beiden Geschlechtern der Zährte ausgebildete Laichfärbung könnte zu einer besseren visuellen Unterscheidbarkeit von der Seelaube und damit zur Erhöhung des Reproduktionserfolges beitragen. Interessant wäre in dieser Hinsicht ein Vergleich mit der Farbausbildung bei Populationen der

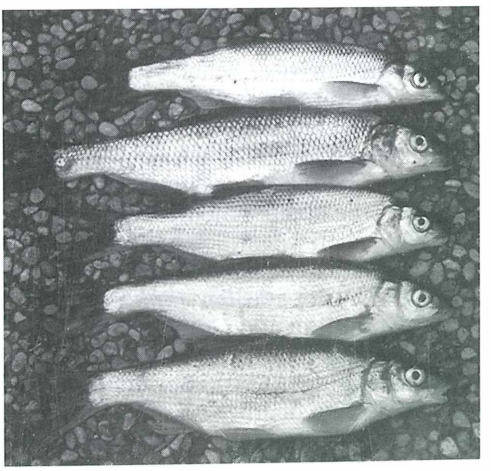


Abbildung 5: Mondsee-Zährte (ganz unten) und Mondsee-Seelaube (ganz oben) mit Übergangsformen (vgl. Maulstellung): Hinweis auf Hybridisierung zwischen beiden Arten. (Foto: F. Uiblein)

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Zährte aus anderen Gewässern, welche nicht mit anderen Arten, bei denen die Möglichkeit der Hybridisierung besteht, gemeinsam ablaichen.
Eine weitere mögliche Funktion der Laichfärbung, die Vermeidung von visuell jagenden Freßfeinden, kommt bei der Zährte wohl nicht in Frage, da das dunkle Laichkleid eher zur besseren Sichtbarkeit denn zur Kryptizität beiträgt und es auch keinen Hinweis auf Warnfunktion gibt. Die mögliche Funktion der Thermoregulation könnte aber für die Zährte in Frage kommen. Wie andere Frühjahrslaicher auch ist die Zährte in Bezug auf Gonadenwachstum und Laichaktivität eng an die Erhöhung der Umgebungstemperatur gebunden (Uiblein et al. 1987, Uiblein & Jagsch 1994). Die dunkle Laichfärbung könnte zusätzlich zur Absorption von Wärmestrahlung und zur Erhöhung des Stoffwechsels eingesetzt werden, wie dies auch bei Schmetterlingen und Reptilien gezeigt wurde (Kingsolver 1985, McFarland 1985). Bei Fischen gibt es allerdings für eine derartige Funktion keine uns bekannten Hinweise.
Im Laichkleid zählt die Zährte wohl zu den schönsten der in Mitteleuropa beheimateten Fische. Trotz dieser Tatsache haben sich noch wenige Arbeiten mit der möglichen Funktion der Laichfärbung und dem Paarungssystem dieses Karpfenfisches beschäftigt. Die vorliegende Untersuchung ist ein erster Beitrag zur Erörterung dieser noch vollkommen offenen Problematik. Ähnlich wie dies beim Dreistacheligen Stichling und anderen Fischarten aufgezeigt wurde, bestehen wahrscheinlich auch bei der Zährte eher komplexe als leicht durchschaubare Zusammenhänge zwischen Laichfärbung, Fortpflanzungsverhalten, Fitneßparametern und ökologischen Randbedingungen (Kodric-Brown 1990, Jamieson 1994). Zum tieferen Verständnis dieser Zusammenhänge könnten eingehende Untersuchungen zum Paarungsverhalten und ein Vergleich von Populationen aus Gewässern mit unterschiedlichen ökologischen Bedingungen beitragen (vgl. Barlow 1989, Reimchen 1989).

Zusammenfassung

Anhand von Freiland- und Laboruntersuchungen an der Mondsee-Zährte wurden verschiedene Hypothesen zur möglichen Funktion der Laichfärbung bei Fischen überprüft. Besonderes Interesse wurde der Bedeutung der Laichfärbung für die Erkennung von Geschlechtspartnern mit erhöhter Fitneß (d. h. mit erhöhter Kondition und verringertem Parasitenbefall) sowie einer möglichen zeitlichen Variabilität in Farbausbildung, Parasitenbefall, Kondition und Gonadenreife gewidmet. Insgesamt 263 Zährten wurden an zwei Befischungsterminen zu Anfang und zum Höhepunkt der Laichzeit aus einem Laichgebiet in der Zeller Ache, einem Zubringer des Mondsees, entnommen. Im Geschlechtsverhältnis überwogen an beiden Terminen deutlich die Männchen, welche – wie bei früheren Untersuchungen auch – eine deutlich geringere Körpergröße als die Weibchen aufwiesen. Die Laichfärbung trat bei beiden Geschlechtern auf und zeigte im Intensitätsgrad keine Veränderungen zwischen den zwei Befischungsterminen. Eine deutlich erkennbare Laichfärbung (Intensitätsgrad II, III; vgl. Abb. Seite **210**) wurde bei den Männchen wesentlich häufiger festgestellt als bei den Weibchen. Bei den Männchen zeigten sich jedoch keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Färbungsgrad, Befall mit zwei Endoparasiten *(Sphaerostoma bramae, Triaenophorus nodulosus),* Körpergröße, Kondition und Gonadenreife. Zwischen den Befischungsterminen kam es bei den Männchen zu einer Erhöhung der Kondition und zu einer Verringerung des Gonadosomatischen Index (GSI). Bei den Weibchen zeigte sich neben verringertem Befall mit *S. bramae* eine deutliche Erhöhung des GSI.
Die vorliegenden Ergebnisse unterstützen die Hypothese, daß die Laichfärbung der Zährte als Signal für die Geschlechtserkennung dient, nicht. Hinweise zur Hybridisierung mit der Seelaube, einem nah verwandten Karpfenfisch des Mondsees, bestätigen eher die Annahme, daß der Laichfärbung die Funktion der Arterkennung zukommt. Auch die mögliche Funktion der Thermoregulation durch das zum Teil intensiv schwarz

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

gefärbte Laichkleid kann nicht völlig ausgeschlossen werden. Die Daten zur geschlechtsspezifischen zeitlichen Variabilität weisen auf eine Verzögerung der Gonadenreife bei den Weibchen hin, die mit dem vermehrten Auftreten von körperlich starken Männchen im Laichgebiet zum Höhepunkt der Laichzeit synchronisiert sein dürfte. Ähnlich wie bei anderen, wesentlich besser untersuchten Fischen, wie etwa dem Dreistacheligen Stichling, bestehen offensichtlich auch bei der Zährte komplexe Zusammenhänge zwischen Laichfärbung, Fortpflanzungsverhalten, Fitneßparametern und ökologischen Randbedingungen.

Summary

On the possible functions of the spawning colouration of *Vimba* sp.

Based on field and laboratory studies of vimba, *Vimba elongata,* from the Mondsee in Upper Austria (this form is probably an ecophenotype of *V. vimba* from the Danube [Uiblein & Winkler 1994]), several hypotheses of the possible functions of the spawning colouration were examined. Special interest concerned (1) the significance of the spawning colouration as a signalling device for the recognition of mates with increased fitness (i. e., with increased condition and decreased parasite load) and (2) the temporal variability in colouration, parasite load, condition, and gonadal maturity. A total of 263 specimens were collected in a spwaning area of the Zeller Ache, a tributary river of the Mondsee, at the beginning and at the peak of the spawning season (12 May and 2 June 1990). At both fishing dates, there was a male-biased sex ratio with the females showing bigger bodies, a result similar to that of earlier field studies in the area under investigation. The typical blackish spawning colouration was found in both sexes with no differences in colour intensity between the two fishing dates. A clearly visible, conspicuous colouration (intensity degree II, III; see photograph on p. **210**) occurred at much higher frequencies in males than in females. In males, however, no significant relationship between colouration intensity, infestation rate with endoparasites *(Sphaerostoma bramae, Triaenophorus nodulosus),* body size, condition, and gonadal maturity could be found. Between the two fishing dates, males showed a significant increase in condition and a decrease in the Gonadosomal Index (GSI). Females showed a significant decrease in infestation rate with respect to *S. bramae* and an increase in GSI.

The present results do not support the hypothesis that the spawning colouration in vimba may represent a signal for sexual recognition. Indications of hybridization with Danube bleak *(Chalcalburnus chalcoides mento),* a closely related cyprinid of lake Mondsee, lead to the assumption that the spawning colouration may have the function of species recognition. Also, the possibility of a thermoregulatory function of the dark colouration cannot be fully excluded. The results of sex-specific temporal variability indicate a retardation of gonadal maturity in females which may be synchronized with the increased availability of males with high physical power in the spawning area at the peak of the reproductive season. Similar to other, much better studied fish species such as the three-spined stickleback, vimba shows rather complex interrelationships between spawning colouration, reproductive behaviour, fitness-related parameters, and ecological constraints.

Danksagung: Wir danken Günter Bruschek für Mithilfe bei den Befischungen und Dr. Ingo Schlupp für kritische Durchsicht des Manuskriptes. Diese Untersuchung wurde teilweise durch Mittel des Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung, Projekt S-35/2, unterstützt.

LITERATUR:

Anker Ims, R. (1990): The ecology and evolution of reproductive synchrony. TREE 5: 135–140.

Banarescu, P., M. Papadopol and L. Mikhailova (1970): Systematics. In: Zayanchkauskas, P., et al. (eds.): Biology and fisheries of *Vimba* in Europe. Mintis, Vilnius: 23–70.

Banarescu, P., M. Papadopol et G. Müller (1963): Le genre *Vimba* (Pisces, Cyprinidae) dans le bassin du Danube. Trav. Mus. Hist. nat. "Gr. Antipa" 4: 381–400.

Barlow, G. (1989): Choosy fishes: mating and related issues. In R. J. Blanchard et al. (eds.): Ethoexperimental approaches to the study of behaviour. Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

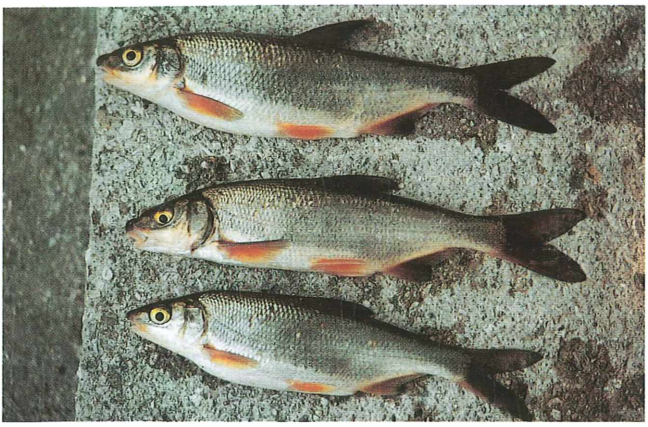
Booth, C. L. (1990): Evolutionary significance of ontogenetic colour change in animals. Biol. J. Linn. Soc. 40: 125–163.
Borowsky, R. and J. Diffley (1981): Synchronized maturation and breeding in natural populations of *Xiphophorus variatus* (Poeciliidae). Env. Biol. Fish. 6: 49–58.
Chandler, M. and G. Cabana (1991): Sexual dichromatism in North American freshwater fish: do parasites play a role? Oikos 60: 322–328.
Chellappa, S., F. A. Huntingford, R. H. C. Strang and R. Y. Thomson (1995): Condition factor and hepasomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. J. Fish Biol. 47: 775–787.
Endler, J. (1983): Natural and sexual selection on colour pattern in poeciliid fishes. Env. Biol. Fish. 9: 173–190.
FitzGerald, G. M., M. Fournier and J. Morrissette (1994): Sexual selection in an anadromous population of threespine sticklebacks. Evol. Ecol. 8: 348–356.
Folstad, I., A. Mette Hope, A. Karter and A. Skorping (1994): Sexually selected color in male stickelbacks: a signal of both parasite exposure and parasite resistance? Oikos 69: 511–515.
Hagen, D. W. and Moodie, G. E. E. (1979): Polymorphism for breeding colors in *Gasterosteus aculeatus* I. Their genetics and geographic distribution. Evolution 33: 641–648.
Hamilton, W. D. & Zuk, M. (1982): Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? Science 218: 384–387.
Hoffmann, R. W., J. Meder, M. Klein, K. Osterkorn and R. D. Negele (1986): Studies on lesions caused by plerocercoids of *Triaenophorus nodulosus* in some fish of an alpine lake, the Königsee. J. Fish. Biol. 28: 701–712.
Jamieson, I. G. (1994): The evolution of conspicuous coloration in male three-spined sticklebacks: Contradictory results and conflicting studies. Ecoscience 1: 281–284.
Kainz, E. und F. Uiblein (1994): Wiederfang einer vor sechs Jahren markierten Rußnase aus der Zeller Ache, Mondsee. Österr. Fischerei 47: 270.
Kingsolver, J. G. (1985): Thermoregulatory significance of wing melanization in *Pieris* butterflies (Lepidoptera, Pieridae): physics, posture, and pattern. Oecologia 66: 546–553.
Kodric-Brown, A. (1990): Mechanisms of sexual selection: insights from fishes. Ann. Zool. Fennici 27: 87–100.
Kritscher, E. (1989): Zur Kenntnis der Ekto- und Endoparasiten der Seelaube *Chalcalburnus chalcoides mento* (Agassiz 1832) (Pisces, Cyprinidae) aus dem Attersee, Oberösterreich. Jb. OÖ. Mus.-Ver. 134: 245–253.
Kritscher, E. (1991): Zur Kenntnis der Ekto- und Endoparasiten von *Vimba vimba* (L.) (Pisces: Ciprinidae) aus dem Attersee (Oberösterreich).
McLennan, D. A. (1995): Male mate choice based upon female nuptial coloration in the brook stickleback, *Culaea inconstans* (Kirtland). Anim. Behav. 50: 213–221.
McFarland, D. (1985): animal behaviour. Longman, Essex.
Milinski, M. and T. C. M. Bakker (1990): Female sticklebacks use male coloration in mate choice and hence avoid parasitized males. Nature 344: 330–333.
Mori, S. (1993): The breeding system of the three-spined stickelback, *Gasterosteus aculeatus* (forma *leiura)* with reference to spatial and temporal patterns of nesting activity. Behaviour 126: 97–124.
Özcelik, A. (1978): Untersuchungen über fischparasitäre Helminthen im Bodensee. Inaugural-Dissertation, Fachbereich Veterinärmedizin und Tierzucht, Justus-Liebig-Universität Gießen.
Pelkwijk, J. J.ter und N. Tinbergen (1937): Eine reizbiologische Analyse einiger Verhaltensweisen von *Gasterosteus aculeatus* L. Z. f. Tierpsychol. 1: 193–200.
Reimchen, M. (1989): Loss of nuptial color in threespined stickelbacks *(Gasterosteus aculeatus).* Evolution 43: 450–460.
Rydlo, M. (1985): Die Bedeutung von Parasiten als Indikator für die Ernährungsweise des Wirtes am Beispiel von Seelaube *(Chalcalburnus chalcoides mento),* Rußnase *(Vimba vimba elongata)* und Seesaibling *(Salvelinus alpinus).* Österr. Fischerei 38: 279–285.
Siebold, C. Th. E. v. (1863): Süßwasserfische von Mitteleuropa. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
Uiblein, F. und A. Jagsch (1994): Wassertemperatur, Laichaktivität und Laichplatzwahl – Beobachtungen an der Salzach-Äsche, *Thymallus thymallus* (Pisces: Salmonidae). Artenschutzreport 4: 38–41.
Uiblein, F., E. Kainz, und H.-P. Gollmann (1987): Wanderungen, Wachstum und Fortpflanzung der Mondsee-Zährte *(Vimba elongata* Val., Cyprinidae). Österr. Fischerei 40: 282–295.
Uiblein, F. und H. Winkler (1987): Der Nahrungserwerb der Mondsee-Zährte. Sitzber. Österr. Akad. Wiss. math.-naturwiss. Klasse 196: 311–322.
Uiblein, F. and H. Winkler (1994): Morphological variability among *Vimba* in Austrian waters: quantitative examination of a taconomic and a functional hypothesis. Senckenbergiana biol. 73: 57–65.
Ward, P. I. (1988): Sexual dichromatism and parasitism in British and Irish freshwater fish. Anim. Behav. 36: 1210–1215.

Anschrift der Verfasser:
Dr. Franz Uiblein*, Univ.-Prof. Dr. Hans Winkler,
Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung der ÖAW, A-1160 Wien, Savoyenstraße 1a.
Dr. Manfred Rydlo, Dr. Erich Kainz,
Bundesamt für Wasserwirtschaft; Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde,
A-5310 Mondsee, Scharfling 18.
* Derzeitige Adresse: Institut für Zoologie der Universität Salzburg, A-5020 Salzburg, Hellbrunner Straße 34.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Welche Funktion hat die Laichfärbung der Zährte?

Siehe Artikel auf Seite 220

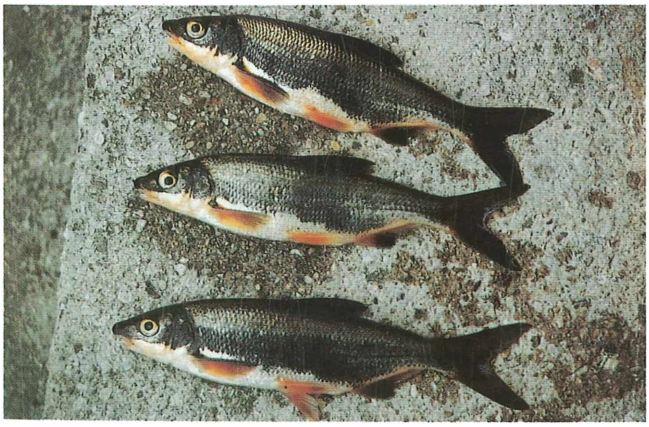


I

II

Mondsee-Zährten *(Vimba elongata)* aus einem Laichgebiet in der Zeller Ache, nach dem Intensitätsgrad der Laichfärbung (I–III; vgl. Tab. 2, Seite **221**) in drei Gruppen sortiert.

Fotos: F. Uiblein



III

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: 49

Autor(en)/Author(s): Uiblein Franz, Rydlo Manfred, Kainz Erich, Winkler Hans Christoph

Artikel/Article: Welche Funktion hat die Laichfärbung der Zährte (Vimba sp., Cyprinidae)? 220-228