

Diagnostischer Charakter einiger Eigenheiten des Zeichnungsmusters zur Unterscheidung von Populationen der europäischen Forelle (*Salmo trutta* L.) aus den verschiedenen Einzugsgebieten der iberischen Halbinsel und des westlichen europäischen Mittelmeerbeckens

JOHANNES SCHÖFFMANN

Lastenstraße 25, A-9300 St. Veit/Glan

Abstract

Diagnostic character of some peculiarities of pigmentation pattern to distinguish trout (*Salmo trutta* L.) populations from different drainages in the Iberian Peninsula and the western Mediterranean basin of Europe.

Phenotypical comparisons among autochthonous brown trout populations throughout the Iberian Peninsula largely revealed congruence with results of biochemical research published by various authors. As detected in this and previous investigations throughout the Mediterranean basin, the phylogenetic group of western Mediterranean trout populations – distributed mainly in Mediterranean drainages of Spain and France, but also in Corsica, Italy and Greece where the range overlaps that of the eastern Mediterranean populations – is characterized by four dark stripes or bloches on the sides of the fish. Similar markings found in trout from Duero, Tajo and Guadalquivir basins, support the assumption of restricted gene flow between Mediterranean and Atlantic groups in this area. However, it must be noted, that four dark markings also can be observed in a few populations of the eastern Mediterranean group, and occasionally in specimens of Marble trout. Some other coloration features are discussed in this paper.

Einleitung

Die iberische Halbinsel zählt zu den eiszeitlichen Rückzugsgebieten für die europäische Forelle. Die geringe Vereisung Iberiens erlaubte den Fortbestand von *Salmo trutta* während der quartären Kaltzeiten und gab Anlaß zu einer Ansammlung von genetischer Vielfalt, wie sie in den postglazial wiederbesiedelten Regionen Nordeuropas nicht möglich wurde (Ferguson, 1989; García-Marín & Pla, 1996).

Die Forellen der iberischen Halbinsel gehören zwei evolutionären Hauptlinien an: der atlantischen Gruppe und der westmediterranen Gruppe.

Der Verbreitungsraum der *atlantischen Gruppe* erstreckt sich über das gesamte europäische Atlantik-Einzugsgebiet, von der Barentsee bis nach Marokko, wo die Atlantikforellen auch in den Mittelmeerbüschungen vorkommen. Die iberischen Atlantikforellen unterscheiden sich genetisch signifikant von denen Nordeuropas. Die Aufspaltung der zwei Linien erfolgte bereits lange vor dem Höhepunkt der letzten Eiszeit, d. h. mindestens vor 200.000 Jahren (Weiss et al., 2000). Jedoch findet man auch innerhalb der iberischen Atlantikgruppe genetische Unterschiede (García-Marín & Pla, 1996; Atunes et al., 1999; Sanz et al., 2000).

Die Forellen aus dem Mittelmeer-Einzugsgebiet Europas und Kleinasien umfassen drei unterschiedliche phylogenetische Populationsgruppen. Neben der ausschließlich im nördlichen und östlichen Adriabecken beheimateten Marmorforelle (*Salmo marmoratus*) unterscheidet man eine westliche und eine östliche mediterrane Gruppe. Die Populationen der ostmediterranen

Gruppe sind von Korsika bis Anatolien verbreitet. Das Hauptverbreitungsgebiet der **west-mediterranen Gruppe** liegt im westlichen Mittelmeerraum, von den Mittelmeerzuflüssen Spaniens und Frankreichs bis nach Korsika und Italien. Zwei Populationen wurden allerdings auch in Griechenland nachgewiesen (Bernatchez, 1992 und 2001). Im Gegensatz zu den Populationen der ostmediterranen Gruppe sind die westmediterranen Forellen genetisch sehr einheitlich, zurückzuführen auf einen Populationsengpaß mit darauf folgender Ausbreitung in erst relativ jüngerer Zeit (Bernatchez, 2001).

Wie in vielen anderen Regionen innerhalb des Verbreitungsgebietes von *Salmo trutta*, wurde auch auf der iberischen Halbinsel der Lebensraum der Forellen während der letzten zwei Jahrhunderte stark beeinträchtigt oder zerstört. Hinzu kommen noch die Folgen der Überfischung und der Besatz mit ortsfremden Forellensstämmen, was vielerorts zur Vernichtung oder Hybridisierung der heimischen Bestände führte (García-Marín et al., 1991). Die letzten, noch genetisch reinen, autochthonen Populationen befinden sich meist in entlegenen Quellregionen, durch natürliche (Wasserfälle) oder künstliche (Dämme) Barrieren gegen eine Zuwanderung von Besatzfischen aus den unteren Flußbereichen geschützt. Heute versucht man, diese genetischen Ressourcen durch rigorose Fischereigesetze zu erhalten. Für diese Gewässer gilt daher entweder totales Fangverbot oder »Pesca sin muerte«, d. h. die Fische müssen nach dem Fang wieder zurückgesetzt werden.

Untersuchungsgebiete

Die Proben stammen aus jeweils 2 bis 6 Flußläufen der folgenden 5 Einzugsgebiete der iberischen Halbinsel: Mittelmeer, Duero, Tajo, Guadalquivir und Atlantikzuflüsse vom Norden Portugals bis zum Golf von Biskaya. Als Belege für die genetische Integrität der untersuchten Populationen dienten verschiedene Publikationen über DNS-Sequenzierung (García-Marín et al., 1991; Moran et al., 1991; García-Marín & Pla, 1996; Atunes et al., 1999; Machordom et al., 1999; Berrebi et al., 2000; Sanz et al., 2000; Weiss et al., 2000).

Methodik

Im Sommer 2001 wurden die auf Abb. 1 dargestellten Stationen mit der Fliegenrute befischt und jeweils 4 bis 10 Forellen mit einer Gabellänge zwischen 16 und 33 cm gefangen. Jedes Exemplar wurde vermessen, zwecks phänotypischer Vergleiche in einem Aquarium fotografiert und wieder schonend zurückgesetzt. Um eine unnötige Dezimierung dieser meist kleinen Populationen zu vermeiden, wurde auf die Erhebung der morphometrischen und meristischen Parameter verzichtet. Mit einbezogen wurden auch Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen im gesamten Mittelmeerraum.

Ergebnisse

a) Mittelmeerbecken

Die Forellen der westmediterranen Gruppe weisen in ihrem gesamten Verbreitungsraum ein gemeinsames charakteristisches Merkmal auf: vier dunkle Querbinden (Flecken) an den Seiten, und zwar jeweils eine hinter dem Kopf, unterhalb der Rückenflosse, oberhalb der Afterflosse und an der Schwanzwurzel. Diese unterschiedlich deutlich ausgeprägte Zeichnung erscheint erst bei adulten Tieren und bildet sich allmählich aus dem Zusammenfließen von zwei oder drei Jugendflecken bei gleichzeitigem Verlassen der übrigen Jugendflecken. Zu beachten ist auch, daß Forellen im Aquarium anfangs oft blaß erscheinen und die Querbinden erst nach einer Beruhigungszeit von 10 bis 20 Minuten sichtbar werden.

Besonders markante Querbinden zeigen die Forellen aus dem Voidomatis in Nordwest-Griechenland, dem östlichsten Verbreitungsraum der westmediterranen Gruppe. Largiadér und Scholl (1996) beschreiben 4 vertikale Streifen an den autochthonen Forellen des Doubs, einem Rhône-Zufluß, als Unterscheidungsmerkmal zu den dort eingebrachten atlantischen Forellen. Nach Mezzera et al. (1997) bilden sich die 4 Streifen der Doubs-Forellen frühestens im Alter von 2 Jahren. Jüngere Tiere können jedoch durch die Anzahl und die Form der Jugendflecken

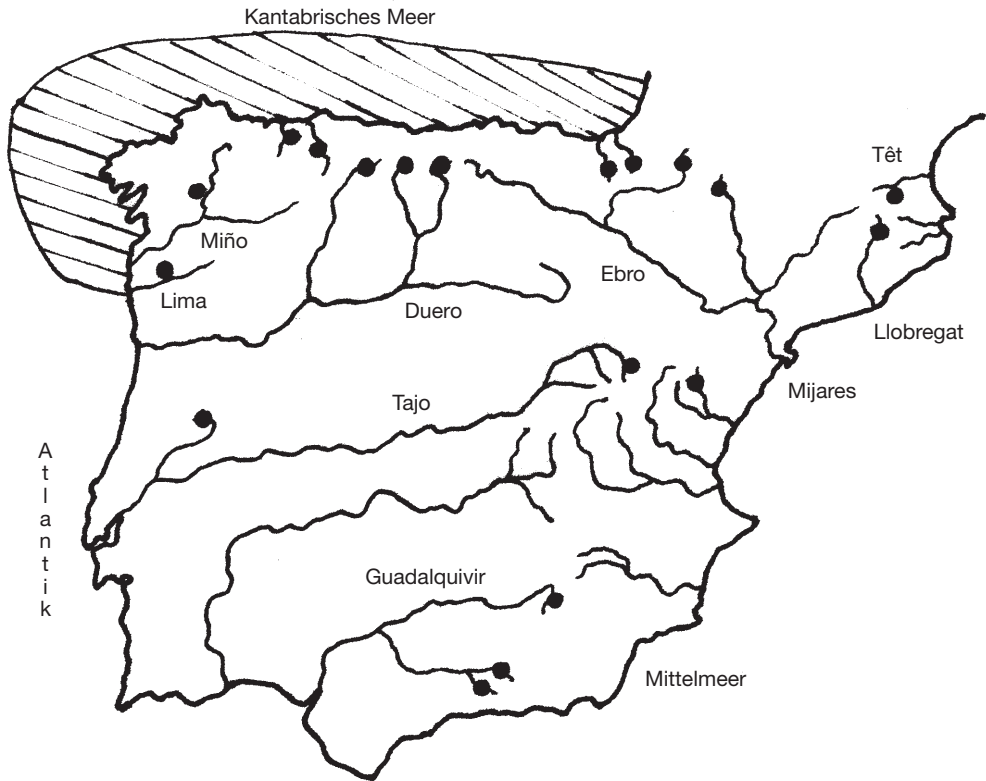


Abb. 1: ● Fangstationen
 ⊘ Verbreitung der anadromen Formen von *Salmo trutta*

von gleichaltrigen Forellen aus dem Atlantikbecken unterschieden werden: eine durchschnittlich höhere Anzahl schmaler Jugendflecken bei den Doubs-Forellen gegen eine geringere Anzahl rundlicher Flecken bei den Atlantikforellen.

Obwohl die 4 Querbinden ein typisches Merkmal der westmediterranen Forellen darstellen, findet man eine ähnliche Zeichnung gelegentlich auch bei der Marmorforelle sowie bei einigen wenigen Populationen der ostmediterranen Gruppe.

b) Die Becken von Duero, Tajo und Guadalquivir

Mit Ausnahme der Forellen aus zwei Guadalquivir-Zuflüssen in der Sierra Nevada (Dílar und Genil) war bei allen Proben eine 4-Flecken-Zeichnung, ähnlich wie bei den westmediterranen Forellen, zu erkennen. Juvenile Tiere, aus dem Dílar und dem Genil auch adulte, zeigen eine erhöhte Anzahl schmaler Jugendflecken (12–16). Die mit kleinen



Abb. 2: Ausgeprägte Querbinden zeigen die Forellen aus dem Voidomatis (Griechenland), dem östlichsten Verbreitungsraum der westmediterranen Populationsgruppe



Abb. 3: Westmediterrane Forelle aus einem Quellfluß der Têt am Nordhang der Pyrenäen

Flecken übersäten Seiten der Exemplare aus der Sierra Nevada erinnern an marokkanische Forellen aus dem Mittleren Atlas (Schöffmann, 1993).

Die Proben aus den beiden Duero-Zuflüssen (Pisuerga und Esla) kennzeichnet eine vergleichsweise kurze Schnauze mit leicht unterständigem Maul und – für *Salmo trutta* untypisch – eine dicht gefleckte Schwanzflosse.

c) Kantabrisches Becken

Die Forellen aus den Atlantikzuflüssen zwischen dem Lima im Norden Portugals und dem Golf von Biskaya zeigen ein ziemlich einheitliches äußeres Erscheinungsbild: mittelgroße bis große rundliche Flecken an den Seiten, oft auch am Rücken und an der Kopf- oberseite, bei juvenilen Tieren rundliche Jugendflecken (meist 8 bis 10). Die schwarz gesäumte, weiße Vorderkante an der Rückenflosse stellt ein charakteristisches Merkmal dieser Populationen dar. Sie fehlt den Forellen aus den südlicheren Atlantikzuflüssen ebenso wie den mediterranen Forellen.

Diskussion

Aufgrund der weitgehenden phänotypischen Gleichförmigkeit innerhalb der untersuchten Populationen können zur Unterscheidung der Forellen aus den verschiedenen Einzugsgebieten der iberischen Halbinsel bestimmte Pigmentationsmerkmale als diagnostische Kennzeichen herangezogen werden.

Das Auftreten des für die westmediterrane Populationsgruppe charakteristischen Merkmals der 4 Querbinden bei Populationen aus den Einzugsgebieten von Duero, Tajo und Guadalquivir könnte ein weiteres Indiz für einen historischen Genfluß oder eine Hybridisierung zwischen westmediterranen und atlantischen Forellen sein, wie schon von einigen Autoren (García-Marín & Pla, 1996; Atunes et al., 1999) aufgrund von genetischen Faktoren in Erwägung gezogen wurde. Die Ausbreitung einer anderen Ichthyofauna zwischen den heutigen mediterranen und atlantischen Becken Iberiens wurde bereits von Doadrio (1988) diskutiert.

Die Forellenvorkommen aus dem kantabrischen Becken liegen im gegenwärtigen Verbreitungsgebiet der anadromen Form von *Salmo trutta*. Obschon heute viele dieser Populationen geografisch isoliert sind, war doch ein postglazialer Genaustausch möglich. Dies spiegelt sich in der gleichförmigen äußeren Erscheinung dieser Forellen wider.

Die phylogenetische Eigenständigkeit der westmediterranen Populationsgruppe sowie das taxo-



Abb. 4: Ein leicht unterständiges Maul und eine dicht gefleckte Schwanzflosse kennzeichnen die Forellen aus den Quellregionen der beiden Duero-Zuflüsse Pisuerga und Esla



Abb. 5: Forelle aus dem Rio de la Hoz Seca, einem Quellfluß des Tajo
Foto: James Prosek



Abb. 6: Die schmalen Jugendflecken sind bei diesem adulten Tier (33 cm) aus der Sierra Nevada (Guadalquivir-Becken) noch zu erkennen



Abb. 7: Runde Jugendflecken wie bei diesem Exemplar aus einem Lima-Zufluß in Nord-Portugal sind ein typisches Kennzeichen der Atlantik-Forellen aus dem kantabrischen Becken

nomische Merkmal der 4 Querbinden sprechen für eine Klassifikation als Unterart. In diesem Fall wäre, in Anlehnung an die Arbeit von Kottelat (1997), der Name *Salmo trutta rhodanesis* verfügbar.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinem langjährigen Reisebegleiter James Prosek (Connecticut, USA) für die hervorragende Zusammenarbeit bei dieser und vorangegangenen Expeditionen bedanken. J. Prosek ist Yale-Absolvent und Autor zahlreicher Artikel und Bücher mit dem Schwerpunkt Salmoniden.

LITERATUR

- Atunes, A., P. Alexandrino & N. Ferrand, 1999. Genetic characterization of Portuguese brown trout (*Salmo trutta* L.) and comparison with other European populations. *Ecol. Freshwater Fish*, 8: 194–200.
- Bernatchez, L., R. Guymard & F. Bonhomme, 1992. DNA sequence variation of the mitochondrial control region among geographically and morphologically remote European brown trout (*Salmo trutta* L.) populations. *Mol. Ecol.*, 1: 161–173.
- Bernatchez, L., 2001. The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation. *Evolution*, 55 (2): 351–379.
- Berrebi, P., C. Poteaux, M. Fissier & G. Cattaneo-Berrebi, 2000. Stocking impact and allozyme diversity in brown trout from Mediterranean southern France. *J. Fish Biol.*, 56: 949–960.
- Doadrio, I., 1988. Delimitation of areas in the Iberian Peninsula on the basis of freshwater fishes. *Bonn. zool. Beitr.*, 39 (3/2): 113–128.
- Ferguson, A., 1989. Genetic differences among brown trout, *Salmo trutta*, stocks and their importance for the conservation and management of the species. *Freshwater Biol.*, 21: 35–46.
- García-Marín, J. L., P. E. Jorde, N. Ryman, F. Utter & C. Pla, 1991. Management implications of genetic differentiation between native and hatchery populations of brown trout (*Salmo trutta*) in Spain. *Aquaculture*, 95: 235–249.
- García-Marín, J. L. & C. Pla, 1996. Origins and relationships of native populations of *Salmo trutta* (brown trout) in Spain. *Heredity*, 77: 313–323.
- Kottelat, M., 1997. European freshwater fishes. *Biologia*, 52 (5): 271 pp.
- Largiadér, C. R. & A. Scholl, 1996. Genetic introgression between native and introduced brown trout, *Salmo trutta* L., populations in the Rhône River Basin. *Mol. Ecol.*, 5: 417–426.
- Machordom, A., J. L. García-Marín, N. Sanz, A. Almodóvar & C. Pla, 1999. Allozyme diversity in brown trout (*Salmo trutta*) from Central Spain: Genetic consequences of restocking. *Freshwater Biol.*, 41: 707–717.
- Mezzera, M., C. R. Largiadér & A. Scholl, 1997. Discrimination of native and introduced brown trout in the River Doubs (Rhône drainage) by number and shape of parr marks. *J. Fish. Biol.*, 50: 672–677.
- Moran, P., A. M. Pendas, E. García-Vázquez & J. Izquierdo, 1991. Failure of a stocking policy of hatchery reared brown trout, *Salmo trutta* L., in Asturias, Spain, detected using LDH-5 as a genetic marker. *J. Fish Biol.*, 339 (A): 117–121.
- Sanz, N., J. L. García-Marín & C. Pla, 2000. Divergence of brown trout (*Salmo trutta*) within glacial refugia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57: 2201–2210.
- Schöffmann, J., 1993. Autochthone Forellen in Nordafrika. *Österr. Fischerei*, 46 (7): 164–169.
- Weiss, S., A. Atunes, C. Schlötterer & P. Alexandrino, 2000. Mitochondrial haplotype diversity among Portuguese brown trout, *Salmo trutta* L., populations: relevance to the post-Pleistocene recolonization of northern Europe. *Mol. Ecol.*, 9: 691–698.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Schöffmann Johannes

Artikel/Article: [Diagnostischer Charakter einiger Eigenheiten des Zeichnungsmusters zur Unterscheidung von Populationen der europäischen Forelle \(*Salmo trutta* L.\) aus den verschiedenen Einzugsgebieten der iberischen Halbinsel und des westlichen europäischen Mittelmeerbeckens 168-172](#)