

**Die Entwicklung roter und weißer Muskulatur bei
juvenilen Huchen (*Hucho hucho*) unter dem Einfluß
unterschiedlicher Strömung
- ein Beitrag zur Optimierung der Kondition zur
Ausbürgerung in natürliche Habitate**

Development of red and white muscle in juvenile Danube salmon (*Hucho hucho*) under the influence of different water currents - a contribution to optimized conditions for reintroduction into natural habitats

Susanne Knörr ¹, Martin Bohl ² und Thomas Braunbeck ¹

¹ Zoologisches Institut I, Universität Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 230, D-69120 Heidelberg;

² Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Wasserforschung,
Versuchsanlage Wielenbach, Demollstraße 31, D-82407 Wielenbach

Zusammenfassung: Um Rückschlüsse darüber zu gewinnen, ob eine Aufzucht unter Strömungsbedingungen die Eignung juveniler Huchen (*Hucho hucho*) für eine Ausbürgerung in Fließgewässern verbessern kann, wurden Huchen ab dem Alter von 12 Wochen einer Strömung von durchschnittlich 1,47 m/min exponiert (ab 28. Woche: ca. 1,92 m/min) und zu unterschiedlichen Zeitpunkten ihrer Individualentwicklung mit Hilfe quantitativer licht- und elektronenmikroskopischer sowie histochemischer Techniken hinsichtlich der Ausprägung der roten und weißen Muskulatur mit Huchen verglichen, die in strömungsfreiem Wasser gehalten wurden. Eine Aufzucht von Huchen unter Strömungsbedingungen äußert sich in (1) einer Hypertrophie und Hyperplasie roter Muskelfasern, (2) einer erhöhten Querschnittsfläche sowohl roter als auch weißer Muskelfasern, (3) einer selektiven Verschiebung der roten Muskulatur in den hinteren Körperbereich zur Optimierung der vorrangig für den Vortrieb eingesetzten Körperpartien, (4) einer sukzessiven Verschiebung des Verhältnisses zwischen roter und weißer Muskulatur zugunsten der roten Muskulatur, (5) einer verstärkten Kapillarisierung der roten Muskulatur, (6) einem erhöhten Gehalt an Glykogen und Lipid in der roten Muskulatur sowie (7) einer generellen Erhöhung der Stoffwechselaktivität in der roten Muskulatur, die sich in erhöhten Aktivitäten membranständiger Transportenzyme (ATPase) oder Enzymen der aeroben mitochondrialen Energiegewinnung (Succinatdehydrogenase) manifestiert. Eine Erhöhung der Mitochondriendichte ist beim Huchen nicht zu beobachten. Die strömungsbedingten Unterschiede in der Entwicklung der Muskulatur prägen sich bereits in den ersten Wochen der Juvenilentwicklung aus; im Vergleich mit Huchen, die erst im Alter von einem Jahr in Strömung gehalten wurden, ist die stimulierende Wirkung der Strömung in frühen Juvenilstadien deutlich stärker. Entwicklungsgeschwindigkeit und Wachstumsrate konnten durch die Aufzucht in der Strömung nicht erhöht werden. Aus diesen Befunden und aufgrund der Tatsache, daß die Mortalität der Huchen unter Strömungsbedingungen v.a. zu Beginn der Juvenilentwicklung um bis zu 25 % geringer war, kann die Empfehlung abgeleitet werden, Huchen, die für Ausbürgerungsprojekte gezüchtet werden, unter Strömungsbedingungen aufzuziehen.

Schlüsselwörter: Huchen, Vorbereitung für Wiederbesatz, Muskel, Larvalentwicklung, Strömung

Abstract: In order to elucidate whether rearing under riverine conditions improves the fitness of juvenile Danube salmon (*Hucho hucho*) for reintroduction into stream ecosystems, larvae and juvenile fish were exposed to water currents of up to 1.47 m/min from week 6 after hatching (week 28: 1.92 m/min) and compared to fish reared under lacustrine conditions with respect to the development of red and white musculature at various stages of development by means of quantitative light and electron microscopy as well as histochemistry. Rearing under the influence of water currents resulted in (1) hypertrophy and hyperplasia of red muscle fibers, (2) increased diameter of both red and white muscle fibers, (3) a selective shift of red muscle towards the caudal trunk segment, (4) a gradual shift in the relative proportions between white and red muscles towards elevated red muscle contents, (5) enhanced supply of red muscles with blood capillaries, (6) elevated levels of lipid and glycogen storage in red muscle fibers, as well as (7) selectively increased metabolic activity of red muscle tissue as evidenced by higher levels of membrane-bound transport enzymes (ATPase) and mitochondrial enzymes involved in aerobic energy generation (succinic acid dehydrogenase). Neither red nor white muscles display an increase in mitochondrial volume density. Current-dependent alterations in the development of muscle tissues already become apparent few weeks after hatching; if compared to muscle development in yearling Danube salmon transferred to riverine conditions, the stimulating effects of water currents are significantly stronger in early juveniles. Overall growth rates are not affected by rearing conditions. From these data and the fact that overall mortalities are reduced by up to 25 % especially in early periods of juvenile development, rearing of Danube salmon designed for reintroduction into natural habitats under riverine conditions can strongly be recommended.

Keywords: Danube salmon, adaptation for reintroduction, muscle, larval development, water current

1. Einleitung

Der Huchen oder Donaulachs (*Hucho hucho*) ist mit einer maximalen Länge von 1,5 m und einem maximalen Gewicht von 50 kg der größte einheimische Salmonide (Holcik et al. 1988; Harsanyi 1982). Der Huchen wird in der Roten Liste gefährdeter Fische Bayerns in der Gefährdungsstufe 3 geführt und zählt somit zu den Fischarten, die regional nur noch in kleinen bis sehr kleinen Beständen vorkommen bzw. deren Bestände regional oder vielerorts lokal zurückgehen oder verschwunden sind (Holcik 1995). Während in der Isar oberhalb von München und in der oberen Wertach noch einige Laichaufkommen bekannt sind, werden seit mehreren Jahren Besatzmaßnahmen mit dem Ziel der Bestandsstützung bzw. Wiedereinbürgerung in Ammer, Amper, Loisach, Isar, Lech, Inn, Salzach, Schwarzer Regen und Donau vorgenommen (Bohl 1980). Bei diesen Besatzmaßnahmen finden überwiegend Hu-

chen aus osteuropäischen Zuchten Verwendung, so daß die Gefahr einer Vermengung von Tieren unterschiedlicher genetischer Konstitution und damit langfristig einer Zerstörung autochthoner Populationen nicht auszuschließen ist (Bohl 1994). Neben der Gefahr von Inzuchterscheinungen entsteht das Problem einer ungenügenden Anpassung der Setzlinge, da diese Fischzuchten entstammen, also schwach durchtrömten Gewässern, während es sich bei den autochthonen Populationen um ausgesprochen rheophile Fische handelt (Bohl und Negele 1994). Es stellt sich daher die Frage, ob eine Aufzucht der Huchenbrut unter geeigneten Strömungsbedingungen die Fitneß der Setzlinge für eine Ausbürgerung in strömenden Gewässern nicht deutlich verbessern kann, zumal ein wesentliches Kriterium für den Erfolg einer Ausbürgerung zweifellos die Fähigkeit der Setzlinge darstellt, sich in der Strömung der Gewässer zu behaupten (Beamish 1978; Besner 1980).