

Schwert soll durch sexuelle Selektion entstanden sein. Neuere molekularbiologische Studien führen jedoch zu einer Phylogenie der Xiphophorini, wonach die schwerttragenden Arten unsystematisch im Dendrogramm verteilt sind. Dies spricht dafür, daß die „Schwert“-Gene in den Ausgangsformen bereits vorhanden waren und später unterschiedlich exprimiert wurden, so daß es zu einem wiederholten Verlust und erneuter Aktivierung im Laufe der Artspaltungen kam (MEYER 1994; MEYER 1999, 150f.). Dies wird dadurch unterstützt, daß durch Testosteron-Behandlung in manchen Fällen bei normalerweise schwertlosen Formen eine Schwertchenbildung ausgelöst wird. Diese Befunde lassen sich zwanglos im Rahmen der Vorstellung polyvalenter Grundtypen deuten.

[MEYER A (1994) Recurrent origin of a sexually selected trait in *Xiphophorus* fishes inferred from a molecular phylogeny. *Nature* 368, 539-542; MEYER A (1999) Homology and homoplasy: the retention of genetic programmes. In: Homology. Novartis Foundation Symposium 222. Chichester, pp 141-157.] RJ

Schneller Augenverlust bei Höhlenfischen

Blinde Höhlenfische der Art *Astyanax mexicanus* (Silbersalmmler, Fam. Characidae; Abb. 1) werden seit Jahrzehnten intensiv genetisch untersucht (s. z. B. CULVER 1982). *Astyanax* lebt in Seen und Flüssen Afrikas sowie Nord- und Mittelamerikas. Zahlreiche Populationen leben in Höhlen und sind dort äußerlich meist augenlos. Ihre Haut ist weitgehend unpigmentiert, besitzt aber – wahrscheinlich als Kompensation zum Augenverlust – deutlich mehr Geschmacksknospen. Die Höhlenformen haben außerdem mehr Zähne. Frühere Studien zeigten, daß mehrere Gendefekte zum Augenverlust geführt haben (vgl. z. B. WILKENS 1988). Für diese Entwicklung wurden mindestens mehrere Zehntausend Jahre veranschlagt (vgl. PENNISI 2000). YAMANO & JEFFERY (2000) konnten nun aber nachweisen, daß der Augenverlust auch auf eine einzige Mutation zurückgehen und damit in kürzester Zeit erfolgen kann.

Die beiden Autoren wählten Süßwasserpopsulationen für ihre Studie aus. Bei beiden Varietäten (Freiwasser und Höhle) werden eine Augenanlage und ein Linsenbläschen angelegt, wobei sich die Embryonalentwicklung während der ersten 24 Stunden nicht unterscheidet. (Das Auge entwickelt sich bei Wirbeltieren aus einer Ausstülpung des Gehirns und einer ektodermalen Linsenanlage.) Beim Höhlenfisch erleiden die Zellen der Linsenanlage kurz danach einen programmierten Zelltod, die Netzhaut differenziert sich nicht in ihre verschiedenen Schichten, Hornhaut, Iris und Vorderkammer werden nicht angelegt, und die ganze



Abb. 1: Der blinde und bleiche Höhlensalmmler *Astyanax mexicanus*

Augenanlage wird schließlich von einem Integument überdeckt. Bei den im Freiwasser lebenden Formen läuft die Augenentwicklung dagegen ohne jede Störung ab.

Bei Wirbeltieren hat die Linse eine zentrale Rolle in der Augenentwicklung inne. Darum wurde in der Studie 24 Stunden alten Embryonen der höhlenwohnenden und der freilebenden Varietät eines der beiden Linsenbläschen entnommen und der jeweils anderen Varietät transplantiert. Freilebende Embryonen, die eine Linsenanlage eines Höhlenfisches enthielten, entwickelten kein Auge, während umgekehrt die Linsenanlage der freilebenden Varietät im Höhlenfisch die Ausbildung eines morphologisch normalen Auges induzierte. Durch die Markierung der transplantierten Linsenanlage mit Farbstoff konnte gezeigt werden, daß lediglich die Linse von dem Transplantat stammte, alle anderen Strukturen des Auges wurden vom Empfänger gebildet.

Genetische Untersuchungen ergaben, daß in der höhlenbewohnenden Variante das Homöobox-Gen *Sonic hedgehog* während der Embryonalentwicklung in den Regionen, die später den Kopf bilden, verstärkt exprimiert wird. YAMANO & JEFFERY vermuten, daß dies zugleich den Verlust des Auges (indem die Linsenanlage nicht die nötige Mindestzellzahl erhält) wie die vermehrte Anlage von Zähnen und Geschmacksknospen verursacht.

[CULVER DC (1982) Cave Life. Harvard Univ. Press, Cambridge and London; PENNISI E (2000) Embryonic lens prompts eye development. *Science* 289, 522-523; VOGEL G (2000) A mile-high view of development. *Science* 288, 2119-2120; WILKENS H (1988) Evolution and genetics of epigeal and cave *Astyanax fasciatus* (Characidae, Pisces): Support for the neutral mutation theory. In: HECHT MK & WALLACE B (eds) Evolutionary Biology Vol. 23. New York and London, pp 271-368; YAMANO & JEFFERY WR (2000) Central role for the lens in cave fish eye degeneration. *Science* 289, 631-633.] WL