

gleichbaren Bakterien. (Bei synonymen Mutationen wird ein DNA-Baustein ausgetauscht, der keine Folgen für die Sequenz des codierten Proteins hat, während bei nicht-synonymen auch die davon codierte Aminosäure verändert wird – meist zum Nachteil des Organismus.) Genom-Zerfalls-Modelle würden obige Beobachtung erwarten lassen, da regelmäßige Flaschenhälse die effektive Populationsgröße im betrachteten Zeitraum beträchtlich absenken. Dies bewirkt, daß genetische Drift und damit neutrale Evolution im Vergleich zu (deterministischer) Selektion eine größere Rolle spielt, wodurch geringfügig nachteilige Mutationen leichter in der Population fixiert werden können (KONDRASHOV 1995). Des weiteren kann ein besonders langsamer Zerfall des Genoms ausgeschlossen werden, da die Mutationsrate sich nicht von derjenigen vergleichbarer Bakterien unterscheidet. Weitere Untersuchungen zeigen auch, daß die Mehrzahl der nichtsynonymen Mutationen wahrscheinlich nachteilig (und nicht anpassend) ist (HURST & McVEAN 1996). Das bedeutet, daß in *Buchnera* wohl ca. 5mal mehr geringfügig nachteilige Mutationen fixiert werden als in normalen Bakterien wie z. B. *Escherichia coli* (Abb. 1).

Wie geht *Buchnera* nun mit dieser bedrohlichen Situation um? Zum einen fällt auf, daß ein Gen (*recF*) fehlt, welches ein Reparaturenzym codiert. Dies hat zur Folge, daß Mutationen nicht so leicht repariert werden können, also stärkere (negative) Folgen haben und daher ihre Träger leichter aus der Population beseitigt werden. Damit kann verhindert werden, daß sich negative Mutationen zu sehr in der Population anhäufen, da sie schneller (auf Kosten der Individuen) beseitigt werden – vorausgesetzt, es gibt gesunde Individuen, die die invaliden ersetzen können. Zum anderen enthält *Buchnera* sehr hohe Konzentrationen an GroEL, einem Protein, welches (beliebigen) schlecht gefalteten Proteinen bei einer korrekten Faltung hilft. Möglicherweise wird GroEL in *Buchnera* verwendet, um Proteine zu stabilisieren, die durch nachteilige Mutationen bereits angeschlagen sind.

Da beide Mechanismen von einer sehr schonenden und nährstoffreichen Umgebung abhängig sind, ist sehr wahrscheinlich, daß diese beiden Mechanismen (wenn sie denn so wirken) endosymbiontenspezifisch sind. (In einem Wirt gibt es kaum Ernährungsprobleme.) In jedem Fall gewin-

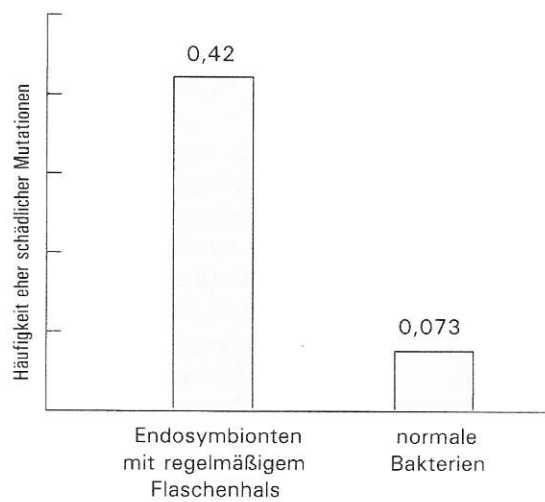


Abb. 1: Vergleich der relativen Häufigkeit von wahrscheinlich leicht schädlichen Mutationen, die in Endosymbionten und frei lebenden Bakterien fixiert werden. Als Maß der relativen Häufigkeit wurde das Verhältnis von nicht-synonymen (eher schädlich) zu synonymen (eher unschädlich) Austauschen in den Sequenzen verschiedener untersuchter Gene benutzt. (Nach MORAN 1996)

nen Genom-Zerfalls-Modelle mit der Entdeckung der schnelleren Evolution von *Buchnera* an Bedeutung. Ob das Gleichgewicht hier schon erreicht wurde, oder ob der Zerfall noch weitergeht, ist nicht bekannt. Möglicherweise bricht das ganze System zusammen, wenn GroEL selbst über ein gewisses Maß hinaus zerfallen ist. Daher schließen HURST & McVEAN (1996): „Nach allem was wir wissen, könnten nämlich Endosymbionten wie auch andere asexuelle Populationen (und Y-Chromosomen) zum Aussterben verurteilt sein.“

Laurence Loewe

Literatur

- GABRIEL W, LYNCH M & BURGER R (1993) Mullers Ratchet and mutational meltdowns. *Evolution* 47, 1744-1757.
- HURST LD & McVEAN GT (1996) Evolutionary Genetics: ... and scandalous symbionts. *Nature* 381, 650-651.
- KONDRASHOV AS (1995) Contamination of the Genome by Very Slightly Deleterious Mutations: Why Have We Not Died 100 Times Over? *J. theor. Biol.* 175, 583-594.
- LI W-H & GRAUR D (1991) Fundamentals of Molecular Evolution. Sunderland, MA, Sinauer Associates, Inc.
- MAYNARD SMITH J (1978) The Evolution of Sex. Cambridge.
- MORAN NA (1996) Accelerated evolution and Muller's ratchet in endosymbiotic bacteria. *Proc. Natl. Acad. of Sci. U.S.A.* 93, 2873-2878.

Beschleunigte Mikroevolution bei Guppys

Tiere können sich entgegen bisheriger Vorstellungen innerhalb weniger Generationen an veränderte Umweltbedingungen anpassen. Dies zeigen Studien von REZNICK et al. (1997), die an Guppys (*Poecilia reticulata*) aus räuberreichen und räuberarmen Gewässern durchgeführt wurden. Guppys gehören zur Familie der Poeciliidae, die nach ROSEN & BAILEY (1963) 138 verschiedene Arten umfaßt, welche sich auf 21 Gattungen verteilen.

Das ursprüngliche Areal von *Poecilia reticulata* liegt in Guayana, Nordbrasilien, Venezuela, Trinidad, Barbados und anderen Kleinen Antillen. Tiere aus Barbados sind ursprünglich durch besonders leuchtend rote und Tiere aus Trinidad durch blauviolette Farbtöne gekennzeichnet. Die vielfältige Guppyfärbung kommt durch Chromatophoren und Iridozyten zustande, die Guaninkristalle enthalten, welche Interferenzfarben liefern. Höchstwahrscheinlich kann der Guppy auch Farben sehen (vgl. PETZOLD 1990).

Während die eierlegenden Vertreter der Ordnung kosmopolitisch sind, besiedeln die Poeciliiden nur einen relativ begrenzten Raum. Guppys sind, wie ihr oberständiges Maul beweist, überwiegend Oberflächenfische. Sie sind Allesfresser, die besonders gern Mückenlarven fressen; so wurden sie zur Malaria-Mückenbekämpfung in viele Erdteile umgesiedelt. Die weltweite Verbreitung des Guppy war leicht möglich, weil es sich bei ihm

um eine extrem euryöke Art handelt, d. h. er toleriert größere Schwankungen der Umweltfaktoren.

Freßfeinde als Selektionsfaktor. Nach den Studien von REZNICK et al. erwiesen sich Freßfeinde als wesentlicher Selektionsfaktor. 1981 wurden Wildguppys aus zwei verschiedenen Wasserläufen, Nebenflüssen des El Cedro und Aripo Rivers in Trinidad untersucht, in denen entweder viele oder wenige Räuber vorkommen. Die Raubfische sind durch Wasserfälle von stromaufwärts liegenden Wasserläufen abgeschnitten.

REZNICKS Team stellte fest, daß sich Guppys in der Wildnis durch Größe, Vermehrungsstrategien und andere Merkmale auf die Räuber eingestellt haben. So leben die Fische in räuberarmen Gewässern länger, paaren sich meist später, zeugen weniger Nachwuchs und sind größer als ihre Artgenossen in räuberreichen Flußläufen. Laborstudien zeigten, daß die Unterschiede genetisch fixiert sind.

Ergebnisse von Umsiedlungen. Guppys von einem durch einen Wasserfall getrennten räuberreichen Nebenfluß des Aripo Rivers wurden in einen stromaufwärts gelegenen Fluß, in dem zuvor keine Guppys lebten, ausgesetzt. Dort gab es nur einen Freßfeind, den Killifisch *Rivulus hartii*, ein Allesfresser, der nur manchmal Jagd auf Guppys macht. Nach nur vier Jahren wiesen männliche Guppys eine Gewichtszunahme von 15% auf. Nach elf Jahren bzw. 18 Generationen hatten sich die Fische auch durch größere Lebensdauer, spätere Geschlechtsreife, geringere Nachkommenzahl und Größenzunahme der Nachkommen angepaßt.

Studien im El Cedro-River brachten ähnliche Ergebnisse. Allerdings zeigten Weibchen nach vier Jahren noch keine signifikanten Veränderungen. Erst nach 7,5 Jahren reiften sie wie die Männchen ebenfalls in einem späteren Alter und wurden größer als die Kontroll-Gruppe. Die Unterschiede in der Vererbung von männlichen und weiblichen Merkmalen könnten dadurch begründet sein, daß die betreffenden Merkmale in den Männchen (nachgewiesenermaßen) mit dem Y-Chromosom assoziiert sind, was eine schnellere Anpassungsmöglichkeit erlaubt (REZNICK et al. 1997, 1935).

Evolutionstheoretische Betrachtungen. Derart schnelle Veränderungen, wie sie bei den Guppys beobachtet wurden, sind durch eine polyvalente (genetisch vielseitige) Ausgangsform (vgl. SCHERER 1993) möglich. Dabei bewegen sich die Unterschiede offenkundig im mikroevolutiven Bereich, da keine neuartigen Strukturen gebildet werden.

Ähnliche Beobachtungen wurden an den Dar-

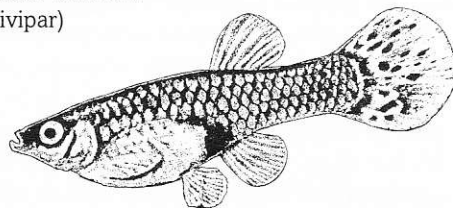
Taxonomie

Überordnung	Teleostei (echte Knochenfische)
Ordnung	Atheriniformes (Ährenfischartige)
Familie	Poeciliidae (lebendgebärende Zahnkarpfen)
Gattung	<i>Poecilia</i> („Guppys“)
Art	<i>P. reticulata</i>

Sexualdimorphismus

Weibchen (Abb. etwa natürliche Größe)

- Gesamtlänge: 55mm (Freiland) bis 75mm (Zuchtform)
- Farbe: oliv, bei Wildformen stets konstant
- „eierlegendgebärend“ (ovovivipar)



Männchen

- Gesamtlänge: etwa 66% der Länge des Weibchens
- Rückenflosse stärker entwickelt als bei den Weibchen, zurückgelegt fast die Schwanzflossenbasis erreichend
- Färbung sehr variabel (alle Spektralfarben)
- Gonopodium (röhrenförmige Afterflosse) als Kopulationsorgan