

Evolution in ökologischen Zeitskalen

In einem zukunftsorientierten Artikel befaßt sich John N. THOMPSON (1998) mit Überlegungen zu einer „ökologischen Evolution“. Der Autor beklagt, daß evolutionäre und ökologische Prozesse üblicherweise von vornherein in verschiedenen Zeitrahmen gedacht werden, nämlich in „ökologischer Zeit“ einerseits bzw. in „evolutionärer Zeit“ andererseits. „Ökologische Zeit“ meint dabei einen Zeitrahmen der Größenordnung von etwa 100 Jahren, in dem sich beobachtbare Prozesse in Ökosystemen abspielen. „Evolutionäre Zeit“ bezieht sich auf länger zurückliegende, nur indirekt (z.B. anhand von Fossilien) erschließbare Prozesse, die Zeitskalen mehrerer Größenordnungen überspannen und üblicherweise in Jahrmillionen angegeben werden. Zwar mag es Zeitskalen geben, bei denen von „ökologischer Zeit“ nicht mehr die Rede sein kann, z.B. bei der Aufspaltung von Gattungen oder höheren Taxa, jedoch häufen sich seit Jahrzehnten die Befunde darüber, daß sich die Zeitskalen dieser Prozesse für viele Fragestellungen überlappen.

Deshalb wurde vom National Center for Ecological Analysis and Synthesis in Santa Barbara, Kalifornien, ein Workshop veranstaltet, der sich mit dieser Schnittstelle beschäftigte, speziell mit den Verknüpfungen zwischen Ökologie und Evolution über einen Zeitraum von etwa 100 Jahren und darunter. Offenbar hing die Kenntnis der Teilnehmer, was Beispiele für natürliche Selektion im Freiland anbelangt, stark von ihren jeweiligen Erwartungen ab: die Bandbreite reichte von der Kenntnis sehr weniger Beispiele bis zur Kenntnis beeindruckender Mengen. Darin läßt sich das allgemeine Phänomen erkennen, daß, sobald die Aufmerksamkeit der Forscher auf einen bestimmten Punkt gelenkt wird, die Liste der Beobachtungen kontinuierlich ansteigt. Das heißt: Man sieht schnelle (Mikro-)Evolution, wenn man darauf gefaßt ist.

Schnelle Mikroevolution. Langzeit-Feldstudien natürlicher Populationen sowie Beobachtungen von Populationen unter wechselnden Umweltbedingungen zeigen, daß ökologisch bedeutsame evolutionäre Veränderungen rasch auftreten können. Beispiele sind neuere Untersuchungen über Darwinfinken (GRANT & GRANT 1995) und Birkenspanner (CLARKE et al. 1990), die Paradebeispiele gängiger Lehrbücher, sowie über *Anolis*-Leguane (LOSOS et al. 1997) und Guppys (REZNICK et al. 1997). Hinzu kommen künstliche Selektionsexperimente, die zeigen, wie schnell die Raten für evolutionäre Veränderungen sein können. Wenn rasche evolutionäre Veränderungen in den Beziehungen zwischen Arten der Standard sind (z.B. in Nahrungsnetzen), dann muß rasche Evolution als

Ökosystem-modellierender Faktor wesentlich genauer unter die Lupe genommen werden als bisher. Die Kernfrage ist, wie groß die ökologische Bedeutung schneller Evolution wirklich ist. Wird die Stabilität von ökologischen Gesellschaften vor allem durch Evolution im Rahmen von einigen Generationen oder eher durch andere Faktoren bestimmt? Die Antwort prägt unser Bild der Spezialisierung von Räubern auf bestimmte Beute, von Parasiten auf Wirte oder von Bestäubern auf bestimmte Formen von Blüten.

Beobachtungen bei Bakterien. Schnelle Evolution ist auch von Bakterien schon seit längerem bekannt. Neuere Evolutionsexperimente von RAINEY & TRAVISANO (1998) stellten nun den vorläufigen Geschwindigkeitsrekord auf: Innerhalb von nur drei Tagen konnte eine kleine adaptive Radiation bei *Pseudomonas fluorescens* beobachtet werden.

Auf festem Nährboden bildeten diese Bakterien „ursprüngliche“ Kolonien mit einer glatten Oberfläche. Wurden diese nun in einem nicht geschüttelten Gefäß mit 6 ml Nährflüssigkeit angezüchtet, dann bildeten sich schon nach drei Tagen spezielle Anpassungen heraus, die offensichtlich für das Wachstum an der Oberfläche, in der Mitte oder am Boden dieses Gefäßes besonders geeignet waren. Daß diese Veränderungen genetisch codiert sein mußten, war daran zu erkennen, daß Bakterien aus diesen Nischen auf festem Nährboden runzelige, glatte oder verschwommene Kolonieformen ausbildeten. Beimpfte man wiederum Nährflüssigkeit in drei nicht geschüttelten Gefäßen mit je einer dieser Kolonieformen, so bevorzugte jede ihre entsprechende Nische. So schnell sich diese Vielfalt in ruhenden Nährflüssigkeiten bilden konnte, so schnell wurde sie durch Schütteln auch wieder zerstört. Das legt hohe Mutationsraten und Selektionsdrücke für die betreffenden Eigenschaften nahe.

Auch wenn drei Tage aus Sicht von Wirbeltieren vernachlässigbar erscheinen, so sind das für dieses schnell evolvierende Bakterium immerhin deutlich mehr als ein Dutzend Generationen. In einer solchen Zeitspanne können starke Selektionsdrücke (z. B. 80%) durchaus drastische Änderungen der Zusammensetzung einer Population bewirken, während schwache Selektionsdrücke hier noch nicht viel verändert haben. (Ein Selektionskoeffizient von 80% besagt z. B., daß 80% der nicht angepaßten Individuen einer Generation keine Nachkommen für die nächste hinterlassen.) Starke Selektionsdrücke wie sie in den obigen Beispielen vorkommen, sind für reale ökologische Situationen schon seit längerem als nicht ungewöhnlich bekannt (FORD 1975). Dies bedeutet, daß