



Abb. 1 Bänderschnecken (*Cepaea nemoralis*) zeigen große Variabilität in der Anzahl und Ausprägung der Streifen und Farben auf ihren Gehäusen.

cken sammelten. Mit Hilfe dieser Daten untersuchten sie, wie sich die Häufigkeit der Phänotypen „Gelb“, „Keine Streifen“ und „Ein Streifen“ in verschiedenen Lebensräumen (Wald, Hecke, Feld, Düne) im Verlauf der vergangenen fünfzig Jahre verändert hat. Aufgrund ihrer Hypothese erwarteten sie, dass „Gelb“ und „Keine Streifen“ in der gesamten Population häufiger anzutreffen sein würde.

Die Resultate überraschten. Sowohl gelbe als auch nicht gestreifte Schnecken wurden generell weniger, die Häufigkeit der gestreiften hingegen stieg an. Außerdem wurde bemerkt, dass dort, wo die Temperatur am stärksten anstieg, die Häufigkeit der Schnecken mit dem Merkmal „Ein Streifen“ (deren Gehäuse aufgrund von Reflexion mehr kühlen sollten als die Gehäuse mit mehr Streifen) entgegen der Erwartung gesunken ist. Die Forscher mussten daher ihre Hypothese verwerfen.

Die Autoren sind sich nicht sicher, warum dies so ist, schlugen aber mehrere Möglichkeiten vor, die die Resultate erklären könnten. Es könnte zum Beispiel sein, dass der Jagddruck auf die hellen Schnecken größer ist als der Selektionsdruck durch Erwärmung. Denn gelbe Schnecken wären wahrscheinlich für Fressfeinde meistens leichter zu entdecken als dunklere. Außerdem kann es gut sein, dass die Schne-

cken, anstatt sich genetisch zu verändern, ihr Verhalten ändern und mehr Zeit im Schatten verbringen. Diese letzte Hypothese wird durch die Beobachtung unterstützt, dass die relative Häufigkeit der gelben Schnecken dort am größten ist, wo es am wenigsten Schatten gibt (in den Dünen), aber dann stetig abnimmt je mehr Schatten in dem jeweiligen Lebensraum zur Verfügung steht (über Feld und Hecke bis hin zum Wald).

Diese Studie zeigt einmal mehr sowohl den großen Einfluss, den der Lebensraum auf eine Population von Lebewesen hat, als auch die Bedeutung der Polyvalenz in der Anpassung an diesen Raum. Die verschiedenen beobachtbaren Morphen von *C. nemoralis* sind ein Beispiel für die genetische Variabilität (das ist ein Aspekt von Polyvalenz) eines Grundtyps. Nach dem Konzept der Grundtypenbiologie (JUNKER & SCHERER 2006) ermöglicht diese Polyvalenz den Lebewesen, sich an veränderliche Umgebungen anzupassen, so wie es hier besonders deutlich mit dem gelben Phänotyp passiert ist. Dies kann offensichtlich sehr schnell passieren; in dieser Studie wurden lediglich 15–20 Generationen von Schnecken untersucht. Damit ist die Polyvalenz ein wichtiges Kennzeichen von Lebewesen, das sie auch bei sich schnell ändernden Bedingungen vor dem Aussterben schützt. Dass eine

solche Anpassung in kurzer Zeit möglich ist, ist durch diese Studie einmal mehr gezeigt worden. Interessant ist aber auch ein anderer Aspekt: Es zeigt sich, wie schwierig es ist, phänotypische Änderungen mit Selektionsbedingungen in einen eindeutigen Zusammenhang zu bringen. Die Verflechtungen der Lebewesen mit ihrer belebten und unbelebten Umwelt sind viel zu komplex für einfache Modelle. [JUNKER R & SCHERER S (2006) Evolution – Ein kritisches Lehrbuch Gießen, 6. Auflage; SILVERTOWN J, COOK L, CAMERON R, DODD M, MCCONWAY et al. (2011) Citizen Science Reveals Unexpected Continental-Scale Evolutionary Change in a Model Organism. PLoS ONE 6(4): e18927.doi:10.1371/journal.pone.0018927] D. Vedder

■ Eroberung freier Räume statt Verdrängungswettbewerb

Im Jahr 1996 veröffentlichte der Paläontologe Michael BENTON eine umfangreiche Analyse über die Verbreitung der Tetrapodengruppen (Vierbeiner) in verschiedenen geologischen Zeiten. Er gelangte zur Schlussfolgerung, dass eine Verdrängung von Arten durch Konkurrenz wahrscheinlich eine geringe Rolle in der Geschichte der Vierbeiner gespielt habe. Stattdessen habe es hauptsächlich eher eine Ausbreitung in freie Lebensräume gegeben. Dies widerspreche der Vorstellung Darwins, dass Evolution vor allem durch einen Verdrängungswettbewerb voranschreite.

Im vergangenen Jahr veröffentlichte BENTON mit Mitarbeitern eine detailliertere Folgestudie (SAHNEY et al. 2010), aufgrund der die Forscher diese Interpretation bestätigt sehen. Sie untersuchten den Zusammenhang zwischen der taxonomischen und der ökologischen Vielfalt in einem globalen Maßstab und stellten eine 97%ige Korrelation zwischen der weltweiten Vielfalt der Tetrapoden und ökologischen Lebensweisen (ecological modes) fest. Das heißt, mit der (phasenweise exponentiellen) Zunahme der Tetrapoden-Taxa ging (fast immer) parallel eine entsprechende Zunahme der ökologischen Vielfalt einher (Abb. 1). Neben

dieser Korrelation stützen die Autoren ihre Ansicht, dass vor allem Einwandern in freie Räume und weniger Konkurrenz und Verdrängung die Verbreitung der Tetrapoden ermöglichte, unter anderem auch darauf, dass die Tetrapoden nur etwa ein Drittel der verfügbaren ökologischen Nischen einnehmen.

Die Autoren bestreiten nicht, dass Konkurrenz auf niedrigem taxonomischem Level (z. B. zwischen Arten) eine wichtige Rolle spielt. Für die *größeren* Veränderungen der Vielfalt von Tetrapodengruppen halten sie jedoch ihre hier vorgestellten Argumente für ausschlaggebend. Es geht also nicht darum, ob DARWIN in Bezug auf Konkurrenz falsch lag, wie manche Presstexte suggerierten, sondern wie weit dieses Konzept trägt und wo seine Grenzen liegen.

Die Interpretation von SAHNEY et al. (2010) erfuhr auch Kritik, so z. B. durch den Hinweis, dass Dinosaurier und frühe Säugetiere 60 Millionen Jahre lang in Koexistenz gelebt hätten, mithin die Dinosaurier gleichsam wettbewerbsmäßig überlegen gewesen seien, was eben doch auf Konkurrenz hinweise. Erst nach ihrem Aussterben hätten sich dann die Säugetiere stark ausgebreitet. Andererseits zeigt gerade die Koexistenz, dass es keine Verdrängung durch Konkurrenz gegeben hat.

In einer weiteren aktuellen Studie untersuchten VAMOSI & VAMOSI (2010) bei Angiospermen (bedecktsamige Blütenpflanzen, die größte Pflanzengruppe), ob es einen Zusammenhang zwischen der Artenanzahl von Angiospermen-Familien und ihrem mutmaßlichen phylogenetischen Alter gibt. Dabei konnten sie entgegen den evolutionär begründeten Erwartungen keine Korrelation feststellen. Vielmehr besteht ein Zusammenhang mit der Größe des besiedelten geographischen Gebietes und (an zweiter Stelle) mit Merkmalen von Blüten und Früchten. Die Korrelation mit der Größe des Besiedlungsgebietes passt ebenfalls eher zur Kolonisierungs- als zur Konkurrenzhypothese und unterstützt damit die These von SAHNEY et al. (2010).

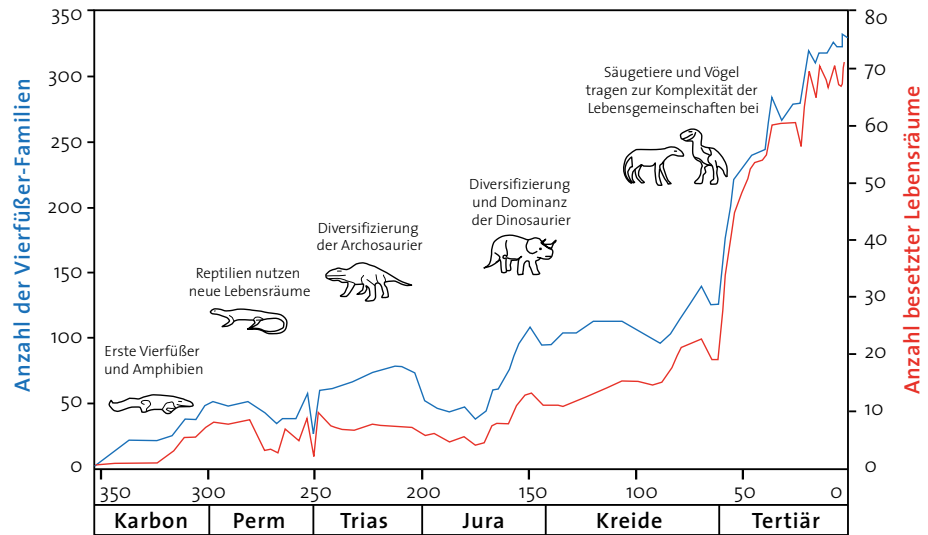


Abb. 1 Weltweite taxonomische Vielfalt monotypischer Vierfüßer-Familien (blaue Linie) und Vielfalt besetzter Lebensräume durch Vierfüßer-Familien (rote Linie). (Nach SAHNEY et al. 2010)

Wenn die Verteilung fossiler Taxa eher auf Eroberung freier Lebensräume als auf Konkurrenz und Wettbewerb beruhen, stellt sich zum einen die Frage nach dem *Motor* der Veränderungen. Einwandern in freie Lebensräume bedeutet geringere Selektionsdrücke als Existenz unter harten Konkurrenzbedingungen. Jedoch wird man hier kaum scharf argumentieren können. Zum anderen aber könnte ein Besiedlungsszenario auch so interpretiert werden, dass Arten, die bereits in (nicht fossil überlieferten) Lebensräumen bzw. begrenzten Rückzugsräumen existierten, sich in freie Ökosysteme ausgebreitet haben und damit auch mit höherer Wahrscheinlichkeit fossil überliefert wurden. Für die gesamte Fossilabfolge wird diese Erklärung nicht ausreichen, möglicherweise aber für einzelne geologische Systeme; insbesondere wenn man geologischen Hinweisen folgt, die auf sehr viel kürzere Zeiträume hindeuten. Exponentielles Wachstum an Formenvielfalt könnte vor allem Ausdruck von Einwanderungen sein, also ökologische und weniger evolutionäre Gründe haben.

BENTON MJ (1996) Testing the roles of competition and expansion in tetrapod evolution. *Proc. R. Soc. B* 263, 641-646. (doi:10.1098/rspb.1996.0096); SAHNEY S, BENTON MJ & FERRY PA (2010) Links between global taxonomic diversity, ecological diversity and the expansion of vertebrates on land. *Biology Letters* 23, 544-547. (doi: 10.1098/rsbl.2009.1024); VAMOSI JC & VAMOSI SM (2010) Key innovations within a geographical context in flowering plants: towards resolving

Darwin's abominable mystery. *Ecology Letters* 13, 1270-1279. (doi: 10.1111/j.1461-0248.2010.01521.x); Vgl. auch den Blogbeitrag von David TYLER unter http://www.arn.org/blogs/index.php/literature/2010/09/06/explanations_of_vertebrate_diversity R. Junker

■ Orchidee trickst Bestäuber aus – Fall 1: Vortäuschung von Schimmelpilzen

In letzter Zeit wird zunehmend deutlich, dass mehr Blütenpflanzen als bisher angenommen ihre Bestäuber durch Vortäuschung von Nahrung anlocken, ohne ihnen die für Bestäuber übliche „Belohnung“ zu gewähren (vgl. im gleichen Heft den Artikel über die Bestäubung in der Gattung *Aronstab* und das nachstehende Streiflicht über die Situation bei der Orchideen-Art *Epipactis veratrifolia*). Bei der artenreichen Familie der Orchideen sind Insekentäuschblumen häufig. Man schätzt, dass etwa ein Drittel aller Orchideen-Arten, also etwa 6000-10000 Arten, ihre Bestäuber täuschen. Dabei trifft man immer wieder auf ausgeklügelte und überraschende Situationen. Als Lockmittel dienen neben visuellen Reizen vor allem die für die Orientierung von Insekten so wichtigen Duftstoffe.

So haben jetzt chinesische und amerikanische Wissenschaftler (REN et al. 2011) festgestellt, dass bei der mit dem heimischen Frauenschuh verwandten Art *Cypripedium fargesii*