

dung des dorsalen Staubblatt-Primordiums und die Primordien der dorsalen Blütenblätter bilden eine andere Form. Genetische Untersuchungen zeigten, daß die Blockade eines einzigen Gens (*Lcyc*) für sämtliche Veränderungen der Mutante verantwortlich ist. Und zwar wird dieses Gen methyliert, d. h. ein Buchstabe dieses Gens wird mit einer chemischen Gruppe, der Methylgruppe, versehen. Dieses „sperrige“ Anhängsel verhindert den Zutritt anderer Proteine zum Gen, die es sonst ablesen könnte. Das Gen wird dadurch unkenntlich gemacht. Diese Veränderung ist erblich.

Die Autoren sind überrascht darüber, daß diese erste natürliche morphologische Mutante, die genetisch untersucht wurde, auf eine Methylierung (und nicht beispielsweise auf eine Sequenzveränderung oder eine Transposition) zurückzuführen ist, da dieser Mutationsmechanismus bei Labormutanten nur selten gefunden wurde. Sie schließen daraus, daß dieser Mutationstyp im Freiland eine erheblich größere Rolle spielen könnte als bislang angenommen. Darüber hinaus kann man vermuten, daß hier ein Mechanismus vorliegt, der zur Flexibilität von Grundtypen beiträgt. Das Beispiel zeigt auch, daß die erstaunliche Veränderung der Blüte auf einer Blockade eines Gens beruht. „Kleine Ursache – große Wirkung“ funktioniert wohl nur auf der Basis einer bereits fertigen Konstruktion.

[CUBAS P, VINCENT C & COEN E (1999) An epigenetic mutation responsible for natural variation in floral symmetry. *Nature* 401, 157-160.] RJ

Rasche Mikroevolution bei *Drosophila* und *Gasterosteus*

Zwei Forscher berichten von rascher Evolution bei der Fruchtfliege *Drosophila subobscura* und beim Fisch *Gasterosteus aculeatus* spp.

D. subobscura ist ursprünglich in Europa beheimatet und wurde vor 20 Jahren nach Nordamerika eingebracht, wo sie sich rasch über den gesamten Kontinent verbreitete. In Europa zeigt die Fliege von Süden nach Norden eine geringe, aber signifikante Längenzunahme der Flügel – diese wird als Marker für die Gesamtkörpermasse betrachtet. Vor 10 Jahren wurden bei Fliegen, die auf verschiedenen Breiten Nordamerikas eingefangen wurden, noch keine solchen Unterschiede festgestellt. Kürzlich, 20 Jahre nach der Erschließung des neuen Habitates, wurden Fliegenindividuen von 11 jeweils auf verschiedenen, zwischen 35 und 55 Grad geographischer Breite liegenden Orten Nordamerikas und 10 solchen Orten Europas eingefangen. Die Fliegen jedes Fundortes wurden unter identischen Bedingungen 6 Generationen lang im Labor gehalten. Dann wurde die Flügellänge vermessen. Es fand sich, daß die nordamerikanischen Fliegen eine vergleichbare Längenzunahme der Flügel zeigten wie die europäischen, allerdings auf-

grund unterschiedlicher Veränderungen: bei den nordamerikanischen Fliegen war das distale (vom Körper entfernte) Flügelsegment verlängert, bei den europäischen das proximale (dem Körper zugewandte). Die Größenzunahme ist etwa 0,1 mm oder 4% (PENNISI 2000; HUEY et al. 2000).

Am Ende der letzten Glazialperiode vor 10.000 Jahren wurden in drei Seen der kanadischen Provinz British Columbia Individuen der marinen Fischart *Gasterosteus aculeatus* geographisch getrennt. Heute finden sich in jedem dieser drei Seen jeweils eine größere, benthisch (auf dem Gewässergrund) lebende, sich von kleinen Wirbellosen ernährende, und eine kleinere, in höheren Regionen lebende, sich von Plankton ernährende Unterart von *G. aculeatus*. Die beiden Arten eines jeden Sees paaren sich üblicherweise untereinander unter natürlichen und Laborbedingungen nicht, aber es verpaarten sich jeweils die benthische und die limnische Unterart *verschiedener* Seen miteinander (PENNISI 2000; RUNDLE et al. 2000).

Eine geringe, aber konstante Vergrößerung der Flügellänge eines Insektes oder die Veränderung der Körperproportionen eines Fisches, die zudem in Relation zu den angenommenen evolutionären „langen Zeiträumen“ in sehr kurzer Zeit aufgetreten ist, lassen sich als ein typisches Beispiel von Mikroevolution innerhalb eines Grundtyps verstehen. Das veränderte Nahrungssuchverhalten der beiden *Gasterosteus*-Unterarten kann als eine Spezialisierung einer polyvalenten Ausgangsform angesehen werden. Die Interpretation dieser Ergebnisse als weiterer Beweis für die Richtigkeit des Darwinismus (PENNISI 2000) ist sicher nicht die einzig mögliche.

[PENNISI E (2000) Nature steers a predictable course. *Science* 287, 207f.; HUEY RB et al. (2000) Rapid evolution of a geographic cline in size in an introduced fly. *Science* 287, 308f.; RUNDLE HD et al., Natural selection and parallel speciation in sympatric sticklebacks. *Science* 287, 306f.] WL

Warum ist der Eidotter gelb?

Die Dotter in Eiern von Vögeln, Reptilien und vielen Fischen sind gelb bis rot gefärbt. Diese Färbung wird durch Carotinoide verursacht, einer Familie von Naturstoffen, die zur Klasse der Tetraterpene (Verbindungen mit 8 C-5 Bausteinen, also 40 C-Atomen) gehören und nur von Pflanzen, einigen Bakterien und Pilzen aufgebaut werden können. Tiere und Menschen müssen diese Verbindungen mit der Nahrung aufnehmen. Der im Ei heranwachsende Embryo ist auf die stofflichen Ressourcen angewiesen, die vornehmlich im Eidotter von der Mutter bereitgestellt werden.

Jüngste Forschungen zeigen nun die Bedeutung von Carotinoiden als Antioxidantien und Immunostimulansien, d. h. sie werden bei der

Abwehr zerstörerischer Einflüsse benötigt, die z.B. in Form freier Radikale auftreten, die bei Oxidationsprozessen (z.B. der Energiegewinnung aus den Lipiden) entstehen. BLOUNT et al. (2000) versuchen diese Befunde aufgrund evolutionärer Zusammenhänge verständlich zu machen und Ansätze für neue Untersuchungen abzuleiten. Die Mutter investiert vom eigenen Carotinoidbestand in die Eier, und ein hoher Carotinoidgehalt stellt einen Schutzfaktor während der Embryonalentwicklung bis einige Zeit nach dem Schlüpfen dar.

Es ist sicher von Interesse, die ökonomischen Zusammenhänge hier detaillierter aufzuklären und zu verstehen. Man darf auf die weiteren Erkenntnisse gespannt sein. Es wird aber auch erneut das Staunen darüber geweckt, wie bis in molekulare Details hinein die einzelnen Faktoren zusammenpassen und ein Gesamtkonzept erkennbar wird.

[BLOUNT JD, HOUSTON DC, MOLLER AP (2000) Why egg yolk is yellow. Trends Ecol. Evol. 15, 47-49.] HB

Bedingte Abrüstung bei Akazien

Es gehört zu den bemerkenswerten Fähigkeiten vieler Lebewesen, ihr Äußeres flexibel an sich ändernde Umweltbedingungen anpassen zu können. Im Erbgut ist offenbar eine gewisse Bandbreite an Ausprägungsmöglichkeiten von Merkmalen niedergelegt. Die Biologen sprechen von Modifikation, die zu unterscheiden ist von genetischer Variation. Im ersten Fall ist das Erbgut trotz verschiedener Ausprägungen identisch, im zweiten ist es von Individuum zu Individuum unterschiedlich. Von einem interessanten Fall von Modifikabilität bei Akazien berichteten YOUNG & OKELLO (1998). Die Forscher untersuchten die Länge der Dornen, mit denen die Pflanzen ihre Blätter schützen, in Abhängigkeit von Bedrohung durch Laubfraß. Sie schützten einige Flächen vor gefräßigen Wildtieren. Die Folge war eine Verkürzung der Länge neu gebildeter Dornen in den darauffolgenden Jahren; nach 22 Monaten hatte die Länge um ca. 20% abgenommen. Doch die Akazien können noch weit stärker abrüsten, wenn sie ihre Verteidigung längere Zeit nicht benötigen, so daß die Dornenlänge um bis zu 70% schrumpfen kann. Die allmähliche Abrüstung erscheint sinnvoll, da ein zu eiliger Abbau in einer bösen Überraschung enden kann, falls hungrierige Tiere bald wieder vorbei kommen. [YOUNG TP & OKELLO BD (1998) Relaxation of an induced defence after exclusion of herbivores: spines of *Acacia drepanolobium*. Oecologia 115, 508-513.] RJ

Treffsicher

Bombardierkäfer wehren sich mit einem heißen und ätzenden Sekret, welches sie aus dem Hinterleib verspritzen. Es handelt sich meist um Ben-

zochinone und Kohlenwasserstoffe, die mit Wasserstoffsuperoxid vermischt in eine Reaktionskammer entlassen werden. Dort werden Katalasen und Peroxidasen aus einer zweiten Drüse hinzugefügt. Das Wasserstoffsuperoxid zerfällt und oxidiert das Hydrochinon. Mit fast 100 °C verläßt diese Mischung explosionsartig den Hinterleib des Käfers. Und das erstaunlich sicher. Wurde ein afrikanischer Bombardierkäfer am Oberschenkel gereizt, so bespritzte er nicht sein ganzes Bein, sondern nur das oberste Segment. Diese Käfer konnten selbst auf ihrem Rücken befindliche Feinde abwehren. Mehr als 20 Schüsse können dabei abgegeben werden, bevor die Sekrete erschöpft sind und neu gebildet werden müssen. Interessanterweise besitzen die Bombardierkäfer verschiedene Schussapparate, ja bei manchen Arten sind noch nicht einmal zwischen den Männchen und Weibchen derselben Art die Apparate identisch. [EISNER E & ANESHANSLEY DJ (1999) Spray aiming in the bombardier beetle: Photographic evidence. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96, 9750-9709] KV

Ein Thermometer in Bakterien

Bakterien können sich gegen erhöhte Temperaturen schützen, in dem sie spezielle Proteine synthetisieren. Diese HSPs (nach „heat shock proteins“) sind „molekulare Anstandsdamen“. Bei hohen Temperaturen haben Proteine die Eigenschaft, ihre besondere dreidimensionale Anordnung zu verlieren; sie entfalten sich, d. h. sie denaturieren. Die HSPs sorgen nun dafür, daß Proteine ihren „Anstand bewahren“ und sich nicht entfalten, oder sie falten schon denaturierte Proteine zurück in ihre gebrauchsfähige Form. Aus Materialersparnis werden die HSPs aber nur bei erhöhten Temperaturen synthetisiert. Es stellte sich die Frage, wie Bakterien die Temperatur wahrnehmen können. Dabei zeigte sich, daß eine mRNA (Botennukleinsäure, eine Abschrift der DNA, die in ein Protein übersetzt



Abb. 1: Abdruck vom Siegel Hiskias.