

Mensch und Schimpanse noch weiter auseinander

Der genetische Unterschied zwischen Mensch und Schimpanse erweist sich durch weitere Untersuchungen entgegen ursprünglichen Annahmen als zunehmend größer. Die häufig zitierte Differenz zwischen den beiden Primatengenomen von ca. 1% wird mehr und mehr durch neue Befunde in Frage gestellt (vgl. BINDER 2007). In einer Analyse der Genome von Rhesusaffe (*Macaca mulatta*), Hund (*Canis familiaris*), Ratte (*Rattus norvegicus*), Maus (*Mus musculus*), Schimpanse (*Pan troglodytes*) und Mensch (*Homo sapiens*) untersuchten HAHN et al. (2007) Datensätze mit 119.746 Genen aus 9.900 Genfamilien aus allen 6 Arten. Alle Genome sind nach dem sogenannten „Schrotschuss-Verfahren“ (nach C. VENTER) mindestens 6-fach sequenziert und mindestens zu 96 % untersucht worden. HAHN und Mitarbeiter zeigen, dass (unter evolutionstheoretischen Voraussetzungen) die Geschwindigkeit von Genverlusten und -gewinnen in der Linie der Primaten zunimmt, besonders bei den Großaffen. In verschiedenen Genfamilien ist die Änderung der Kopienzahl von Genen auffällig groß, die Autoren sehen darin den Einfluss natürlicher Selektion. Die Autoren folgern aus den Untersuchungen, dass im Genom des Menschen (seit seiner vermuteten Abspaltung von der Schimpansenlinie vor 5-6 Millionen Jahren) 678 Gene dazugekommen sind, während im Schimpansen genom 740 Gene verloren wurden. Dies bedeutet, dass sich für 6,4% (1.418 von 22.000) aller menschlichen Gene keine direkt vergleichbaren (orthologen) Gegenstücke im Schimpansen genom finden lassen. Es bleibt spannend zu verfolgen, ob sich dieser Trend im genetischen Unterschied mit wachsenden Kenntnissen fortsetzt. Viel bedeutsamer ist jedoch, die Zusammenhänge und Bedeutungen der im Genom niedergelegten Information zu verstehen. Die großen Unterschiede implizieren zudem ernsthafte Fragen nach den Mechanismen der Veränderungen und auch nach deren Triebfeder.

[BINDER H (2007) Über den genetischen Unterschied zwischen Mensch und Schimpanse – der „1 %-Mythos“. Stud. Int. J. 14, 77-78; HAHN MW, DEMUTH JP & HAN S-G (2007)

Accelerated rate of gene gain and loss in primates. Genetics (published ahead of print, published on 18. October, 2007 as 10.1534/genetics.107.080077); DOLGIN E (2007) Evolutionary sprint made us human. <http://sciencemag.org/cgi/content/full/2007/1023/2;23.10.2007>] H. Binder

Beutenkäfer bestiehlt Bienen

Der Kleine Beutenkäfer (*Aethina tumida*, Abb. 1) ist ein Honigparasit, der natürlicherweise in Afrika südlich der Sahara lebt. Für die afrikanischen Unterarten der Honigbiene (*Apis mellifera*) stellt der Käfer meist keine Gefahr dar. Sowohl die Käfer als auch dessen Eier und Larven werden von den Bienen erkannt und aus dem Stock getragen. Zum Teil werden die Käfer auch in Waben eingesperrt; Wächterbienen sorgen dafür, dass sie nicht entkommen, und andere „mauern“ den Eingang zu. Der Käfer kann manchmal dennoch entkommen, indem er eine Biene betrillert und so einen Fütterungsreflex auslöst. Bei starkem Befall verlassen die Bienen auch ihr Nest. Allerdings wurde der Käfer nun nach Amerika verschleppt und trifft dort auf Bienen europäischer Abstammung. Hier sorgt er für massive Schäden an den Bienenvölkern, bis hin zum Absterben. Untersuchungen zeigten, dass die Abwehrmaßnahmen der europäischen Bienen zwar dieselben sind wie die der afrikanischen, diese aber nicht mit derselben Intensität durchgeführt werden. Je schwächer eine Kolonie ist, um so leichter fällt es dem Käfer, die Abwehrmechanismen zu umgehen. Die Käferlarven leben dann von den Vorräten an Honig und Pollen sowie von der Bienenbrut. Ausgeschlüpfte Käfer stehen dann aber vor dem Problem, dass das Bienenvolk entweder ausgeflogen oder abgestorben ist, und sie müssen sich eine neue Kolonie suchen.

Bienen kommunizieren über Duftstoffe (Pheromone). Der Käfer kann das Alarmpheromon der Bienen riechen und wird davon angelockt. Interessanterweise riecht der Käfer viel niedrigere Konzentration des Alarmstoffes als die Bienen selbst. Schon länger bekannt ist die Tatsache, dass die Käfergruppe, zu denen auch der Kleine Beutenkäfer gehört, Pilze und Hefen übertragen. Neuere Untersuchungen bestätigten das auch für den Kleinen Beutenkäfer, er überträgt die Hefe *Kodemea ohmeri*. Honig- und Pollenvorräte, die man mit dieser Hefe infiziert hatte, erzeugten eine höchste Attraktivität nach ca. 7 Tagen. Es zeigte sich, dass die Hefe beginnt, größere Mengen an Alarmpheromon zu erzeugen. Ist es also ersten Beutenkäfern gelungen, ein Bienenvolk zu befallen, so wird die Attraktivität dieses Bienenvolkes für weitere Käfer erhöht. Die Bienen werden in der Folge von den Käfern „überannt“.

Dies ist ein weiteres Beispiel dafür, dass auch Insekten Mikroorganismen zu ihrem Nutzen einsetzen. Ein anderer, vor kurzem bekannt gewor-

Abb. 1: Der Kleine Beutenkäfer *Aethina tumida*, ein Honigparasit. (www.scienceimage.csiro.au)



dener Fall war bei den Blattschneiderameisen entdeckt worden. Diese „züchten“ in Poren auf ihrer Außenhaut Bakterien, die ein Antibiotikum erzeugen. Dieses Antibiotikum tötet spezifisch einen parasitischen Pilz ab, der auf den Futterpilz-Kolonien der Blattschneiderameisen lebt. Unklar bleibt freilich, durch welche Selektionsdrücke während der Stammesgeschichte solche Beziehungen überhaupt entstanden sein könnten.

[WINKLER N (2006) Ameisen – Neue Überraschungen (Teil 1). Stud. Int. J. 13, 38-39; PIRK C (2007) Parasiten – Süßer Käfer. labor&more 3, 54-55; TORTO B, BOUCIAS DG, ARBOGAST RT, TUMLINSON JH, TEAL PEA (2007) Multitrophic interaction facilitates parasite-host relationship between an invasive beetle and the honey bee. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 104, 8374-8378.] N. Winkler

Fliegen fliegen nicht zufällig

Dass eine Fliege gezielt eine Futterquelle oder einen Partner anfliegt, ist nicht weiter verwunderlich. Was aber, wenn man eine Fliege ohne äußere Einflüsse in einer dunklen Kammer ohne weitere Reize fliegen lässt? Eigentlich würde man erwarten, dass sie zufällig „herumeiert“. Ein solches Experiment wurde durchgeführt und die Flugbahn der Fliegen aufgezeichnet und per Computer ausgewertet. Zum Erstaunen der Wissenschaftler stellte sich heraus, dass die Flugbahnen *nicht* zufällig waren. Die Flugbahnen wiesen nichtlineare Komponenten auf, d.h. der Flug wurde von der Fliege in unvorhersagbarer Weise bestimmt, obwohl die Fliegen keinen äußeren Reizen ausgesetzt waren. Das ist insofern erstaunlich, als der gegenwärtige neurowissenschaftliche Konsens postulierte, dass die Quelle für Variabilitäten in Verhaltensmustern das „Rauschen“ sei, welches letztlich dafür sorgt, dass die Variabilität (hier: Flugbahnen) zufällig oder eben stochastisch ist. Bei der Fliege sorgte eine bislang nicht genau identifizierte (innere) Quelle für nichtlineare Abweichungen von rein zufälligen Flugbahnen, welche dadurch völlig unvorhersagbar (chaotisch) wurden. Das heißt, selbst wenn man Tausende von Fliegen beobachtete, könnte man noch nicht einmal im Mittel wahrscheinliche Flugbahnen voraussagen. Warum ist diese Unterscheidung so interessant? Im Falle stochastischer Flugbahnen läge die Quelle im „Außen“, das heißt, dass irgendwelche äußeren Einflüsse als Auslöser in Frage kämen und Verhalten bestimmten. Nichtlineare Flugbahnen zeigen aber, dass es eben nicht der (äußere) Zufall ist, der die Richtung bestimmt, sondern die Flugbahnen von einem „Innen“ bestimmt werden. Das heißt also, dass Entscheidungen selbst einfacher Organismen nicht dem Rauschen (Zufall) unterliegen, sondern kontrolliert werden (wenn auch nichtlinear). Anders ausgedrückt: Gehirne werfen manchmal den Würfel, doch ist dieses Würfeln ein kontrollierter innerer Prozess.

[MAYE A, HSIEH C-H, SUGIHARA G & BREMBS B (2007) Order in Spontaneous Behavior. PLoS ONE 2, e443.] N. Winkler

Räuberischer Pilz in fossilem Harz aus der Kreide

Pilze treten typischerweise als Fäulnisbewohner (Saprophyten) oder als Parasiten auf. Darüber hinaus haben sich manche Pilze auch auf räuberische Strategien verlegt, um ihre Nahrung zu gewinnen. Fünf unterschiedliche Fangmethoden von fleischfressenden Pilzen sind bisher beschrieben. Manche Pilze produzieren ringförmige Zellen, mit denen sie im Boden lebende Fadenwürmer (Nematoden) und andere Kleinlebewesen fangen, andere versuchen es mit klebrigen Auswüchsen.

YANG et al. (2007) haben jüngst anhand von molekularbiologischen Untersuchungen versucht, die verschiedenen Entwicklungsstufen dieser Methoden aufzuzeigen. Die Autoren sehen in der Entwicklung von Fangtechniken einen gelungenen Beweis für adaptive Evolution – wobei die Entstehung neuer Technik mit dem Begriff „Adaption“ (Anpassung) kaum angemessen beschrieben wird. Abschließend verweisen die Autoren auf einen fossilen Befund von JANNON & POINAR (1968), die Pilzhypen (Pilzfäden) in Nematoden, als Inkluden (Einschlüsse) in mexikanischem Bernstein (Miozän/Oligozän; 22,5-26 Millionen Jahre nach radiometrischen Datierungen) beschreiben. YANG et al. 2007 sehen darin einen fossilen Hinweis auf die Zeit, als Pilze ihre Fangmethoden entwickelten, dieser passt allerdings zeitlich nicht mit phylogenetischen Untersuchungen, die auf molekularbiologischen Daten basieren, zusammen.

SCHMIDT et al. (2007) stellten jüngst Pilzhypen in fossilem Harz in direkter Verbindung mit Nematoden vor. Der Bernstein stammt aus fossilreichen Ablagerungen in Archingeay/Les-Nouvillers, Südwest-Frankreich, die aufgrund palynologischer Befunde (Pollenanalysen) dem späten Alb (obere Unterkreide; ca. 100 Millionen Jahre) zugeordnet werden.

Das eingeschlossene Pilzgeflecht (Mycel) besteht aus irregulär verzweigten Fäden (Hyphen). Die Ringe bestehen aus einer einzigen Zelle, im Gegensatz zu Fallen-Stukturen heutiger Pilze, die aus drei Zellen bestehen. Die fossilen Pilzringe weisen einen Innendurchmesser von 8 bis 10 µm auf und können sich offenbar leicht von den Hyphen lösen; im fossilen Harz finden sich auch isolierte Ringe. Diese Ringfallen scheinen klebrig gewesen zu sein, zumindest deuten viele an den Ringen haftende Partikel darauf hin. Vermutlich werden Nematoden, die in diesen Ringen gefangen werden, durch Befall mit Hyphen verdaut. In dem Bernsteinstück finden sich mehrere Nematoden in der Nähe von Pilzringen und sie scheinen aufgrund ihres Außendurchmessers die bevorzugte Beute des Pilzes gewesen zu sein. Damit ist also belegt, dass bereits in der frühen Kreide Bodenpilze mit