

Wie Käfer zu ihren Hörnern kamen

Hörner von Käfern galten bisher als Paradebeispiele für evolutionäre Neuheiten. Genetische Untersuchungen zeigen aber viel gemeinsame Nutzung von Genen für Flügel und Hörner. Sind die Hörner also doch nicht so neu? Und wie könnte dieser Befund aus der Schöpfungsperspektive gedeutet werden?

Reinhard Junker

Hörner von Käfern könnten nach Ansicht von Forschern aufgrund neuer Untersuchungen zu einem Umdenken über Makroevolution führen: Wie entstehen evolutionäre Neuheiten? Entgegen vielen anderslautenden Behauptungen ist dieses Problem nach wie vor nicht gelöst. Eine Forschergruppe, die sich mit dieser Frage am Beispiel der Hörner von Käfern beschäftigt, stellt eingangs ihres Artikels dazu fest: „Wie neue komplexe Merkmale entstehen, ist eine grundlegende, aber weitgehend ungelöste Frage der Evolutionsbiologie“ (Hu et al. 2019¹).

Eine Reihe von Käfern, z.B. Dungkäfer und Nashornkäfer (Familie Scarabaeidae), besitzt Hörner am ersten Brustsegment. Sie werden für Verteidigung und Kampf mit Rivalen bei der Partnersuche eingesetzt. Am zweiten und dritten Brustsegment setzen die Flügel an.

Hörner als evolutionäre Neuheit

Abb. 1 Gehörntes Männchen des Dungkäfers *Onthophagus taurus*. (© Igor SIWANOWICZ, photo.net)

Die Hörner gelten als typisches Beispiel für eine evolutionäre Neuheit, also für eine Struktur, deren Entstehung einen makroevolutionären

Schritt erfordert, da eine neuartige Struktur mit neuer Funktion vorliegt. In der Evolutionsbiologie wird „Neuheit“ meist so definiert, dass die betreffende Struktur in wesentlichen Aspekten keine Homologie zu einer anderen Körperstruktur aufweist, d. h. keine Bauplanähnlichkeit aufweist und nicht durch Abwandlung aus anderen Körperteilen entstanden ist. Sie müsste also gleichsam aus dem Nichts entstanden sein.

Nun haben genetische Untersuchungen gezeigt, dass die Hörner in gewisser Hinsicht nicht so „neu“ sind wie gedacht. Ein Team um den Entwicklungsbiologen Yonggang Hu von der Indiana University in Bloomington konnte nämlich zeigen, dass bei der Ausbildung der Hörner auf eine ganze Reihe von Genen zurückgegriffen wird, die auch für die Flügel benötigt werden (Hu et al. 2019). Sie inaktivierten bei den Larven und Puppen dreier *Onthophagus*-Arten jeweils eines von sechs Genen, die bei der Entwicklung der Flügel aktiviert werden. Dabei zeigte sich, dass mit Ausnahme des Gens *nubbin* nicht nur die Flügel missgebildet waren oder ganz fehlten, sondern dass auch die Hörner in Mitleidenschaft gezogen wurden. Diese Gene sind also zugleich auch für die formgerechte

Bei der Ausbildung von Hörnern und Flügeln werden zum Teil dieselben Gene genutzt.

Entwicklung der Hörner erforderlich. Schon zuvor war bei vier anderen Genen gezeigt worden, dass sie sowohl an der Ausbildung der Flügel als auch der Hörner gleichermaßen beteiligt sind.² Andere Gene, die die genaue Struktur und Position der Hörner beeinflussen, werden erst später aktiv (vgl. NIJHOUT 2019). Ein weiterer besonders interessanter Befund ist, dass die Hörner durch Manipulationen anderer Gene in flügelartige Strukturen umgewandelt werden konnten. Dies zeigte, so Hu et al. (2019, 1004), eine serielle Homologie zwischen Flügeln und Hörnern (Homologie innerhalb des Organismus).



Die Forscher interpretieren diese Befunde so, dass ein gemeinsamer genetischer Ursprung von Flügeln und Hörnern angenommen werden müsse und dass das gleiche Gen-Netzwerk an der Ausbildung der Strukturen an allen drei Segmenten beteiligt ist.

Auch bei anderen Insekten sitzen am ersten Brustsegment markante Strukturen, z. B. der Helm von Zikaden oder der Halsschild der Wanzen, und teilweise gleiche genetische Grundlagen für die verschiedenen Strukturen waren schon bisher bekannt (PRUD'HOMME 2011; vgl. BINDER 2011). Möglicherweise liegt allen diesen Strukturen dasselbe Gen-Netzwerk zugrunde.

Aufgrund dieses Befundes sehen sich die Biologen veranlasst, die Definition von morphologischer Neuheit in der Evolution zu überdenken. Denn in Bezug auf einen Teil der genetischen Grundlagen sind die Hörner keine Neuheit. Wenn das Vorliegen von „Neuheit“ das Fehlen von Homologien mit Vorläuferstrukturen beinhaltet, trifft dies auf Hörner bei Käfern nicht zu. Dagegen kann man jedoch argumentieren, dass zwar teilweise eine genetische Verwandtschaft vorliege, aber die Hörner dennoch eine strukturelle Neuheit darstellen.

Was bedeuten diese Befunde?

Die Forscher beschäftigt nun die Frage, was die ursprüngliche Funktion des Gen-Netzwerks gewesen sein könnte, das den verschiedenen Strukturen (Flügel, Schilde, Hörner u.a.) gleichermaßen zugrunde liegt. Denn sie nehmen an, dass es bereits existiert hat, bevor Flügel und Hörner entstanden sind, vielleicht sogar schon, bevor es Insekten gab (HU et al. 2019, 1007). Aber welchem Zweck diene es? Das ist unklar (NIJHOUT 2019, 947). Diese Annahme wirft die weitere Frage auf, wie das Gen-Netzwerk – ausgehend von der Situation bei einem mutmaßlichen gemeinsamen Vorfahren – für die verschiedenen neuen Aufgaben (Flügel, Hörner) verwendet (verschaltet) oder wiederverwendet werden konnte (vgl. dazu die kritischen Bemerkungen von BINDER [2011] zu den Anhängen bei Buckelzirpen). Ein evolutionäres „plug and play“ – anschließen und loslegen – kann schließlich nicht angenommen werden. NIJHOUT (2019, 946) spricht in seinem Kommentar zwar von „Mechanismen“, die ermittelt worden seien, aber der mutmaßliche evolutionäre Prozess ist nicht Gegenstand der Untersuchungen der Forscher. Vielmehr wird der Befund der weitgehenden Gleichheit des Gen-Netzwerks gleichsam

evolutionstheoretisch übersetzt, ohne einen Mechanismus dafür zu beschreiben. Die Nutzung einzelner Gene für „neue“ Aufgaben ist keine Erklärung, sondern erfordert Erklärungen dazu, wie diese Mehrfachnutzung gesteuert und fein austariert werden kann, damit der Organismus nicht zugrunde geht.

Ein evolutionäres „plug and play“ – anschließen und loslegen – kann nicht angenommen werden. Wie wurde also die Mehrfachnutzung ermöglicht?

„Plug and play“ und Mehrfachverwendung machen dagegen Sinn in einem schöpfungstheoretischen Kontext. Für beides muss nämlich vorgeplant werden. Ein „Zusammenstecken“ funktioniert nur, wenn die Gesamtstruktur dafür passend konstruiert ist. An den Gen-Netzwerken „hängen“ komplexe Strukturen, besonders im Falle der Flügel. Und gerade eine Mehrfachverwendung erfordert ausgeklügelte Planung, umso mehr, wenn es sich um zentrale Teile eines komplexen Gebildes handelt. NIJHOUT (2019) kommentiert, die Ergebnisse von HU et al. zeigten, „dass ein überraschend kleiner Werkzeugkasten von regulatorischen Genen die Entwicklung außergewöhnlich vielfältiger und scheinbar unverbundener Strukturen kontrolliert.“ Eine solche Situation ergibt aus der Perspektive einer Schöpfung Sinn.

Anmerkungen

- 1 Original: „How novel complex traits originate is a fundamental yet largely unresolved question in evolutionary biology.“
- 2 Es ist also zwar möglich, Zusammenhänge zwischen Genen und Strukturen (Flügel, Hörner) aufzuzeigen, aber was die Gene genau bewirken, wie sie zur Ausbildung der Strukturen beitragen, wie sie verschaltet sind und vieles mehr ist weitgehend unverstanden.

Literatur

- HU Y, LINZ DM & MOCZEK AP (2019) Beetle horns evolved from wing serial homologs. *Science* 366, 1004–1007.
- BINDER H (2011) Buckelzirpen – wie entstehen spektakuläre Körperanhänge? *Stud. Integr. J.* 18, 96–98.
- PRUD'HOMME B, MINERVINO C, HOCINE M, CANDE JD, AOUANE A, DUFOUR HD, KASSNER VA & GOMPEL N (2011) Body plan innovation in treehoppers through the evolution of an extra wing-like appendage. *Nature* 473, 83–86.
- NIJHOUT F (2019) The multistep morphing of beetle horns. *Science* 366, 946–947.