



Abb. 1 **A** Drei Fossilien von *Callichimaera perplexa* (CC BY-SA 4.0)
B Rekonstruktion von *Callichimaera* durch Oksana VERNYGORA (CC BY-SA 4.0)
C Rekonstruktion bauchseitig. Farben kennzeichnen konvergente Merkmale mit anderen Dekapoden-Gruppen (Dekapoda = Ordnung der Krebsartigen): hellgrau, Rückenpanzer (ähnlich wie z.B. bei einigen Hummern); dunkelgrau, große Augen (wie bei verschiedenen Gruppen), rot, fußförmige Mandibeln mit gezähntem Kamm (wie z.B. bei Hummer und einigen anderen Gruppen), gelb, schlüsselähnliche Chelipeden (wie bei verschiedenen Gruppen), grün, abgeflachte, paddelähnliche Beine P2 und P3 (wie bei den Matutidae); blau, reduzierte Beine P4 und P5 (wie bei Einsiedlerkrebsen und einigen anderen Gruppen); orange, Sternite S5 und S6 (wie bei den ausgestorbenen Retrorsichela und bei *Heikeopsis* (Eubrachyura: Dorippoidea); violett, dem symmetrischen Hinterleib (Pleon) fehlen Ringe und Uropoden (wie bei den meisten Brachyuren). (Aus Luque et al. 2019; CC BY-NC)

paddelartig verbreiterte Brustbeine als Schwimmbeine. Diese Ausprägung ist sonst nur bei Seeskorpionen aus dem Oberperm bekannt, deren Alter mit 250 Millionen radiometrischen Jahren sehr viel höher bestimmt wurde. Die Autoren merken an, dass diese zeitliche Lücke rätselhaft sei (S. 8). Wegen der ungewöhnlichen Merkmalskombination wurde das Fossil von den Forschern als „Schnabeltier der Krabbenwelt“ bezeichnet.

Einige von den Fossilien weisen deutliche Kennzeichen der Geschlechtsreife auf und waren somit ausgewachsen, andere dagegen repräsentieren Jugendstadien. Wegen der larvenähnlichen Augen vermuten die

Wissenschaftler, dass einige Merkmale von *Callichimaera* durch Heterochronie erklärt werden könnten, das ist die Beibehaltung eines Larvalmerkmals bei der Geschlechtsreife. Doch nicht alle Merkmale können durch diesen Prozess erklärt werden.

Wenn über dieses Fossil gesagt wird, es fülle eine Lücke im Krabbenstammbaum, ist dies irreführend. Vielmehr muss aus evolutionärer Sicht ein neuer Ast angenommen werden. Die evolutionäre Geschichte der Krabben und die stammesgeschichtlichen Beziehungen ihrer Untergruppen waren bisher unklar (LUQUE et al. 2019, 1) und der neue Fund hilft hier nicht weiter.

LUQUE et al. sprechen des Weiteren von „Experimentierung“ der Evolution. Dieser Begriff wird zwar auch sonst verbreitet verwendet, kaschiert aber ein schwerwiegendes Evolutionsproblem: Einen Experimentator gibt es in der Evolution nicht. Vielmehr verläuft Evolution ohne Ziel. Dann aber ist es unverständlich, dass immer wieder ähnliche Bauplanelemente entstehen (Konvergenz). Die Annahme von Konvergenzen ergibt sich zwingend aus unerwarteten Merkmalskombinationen, denn sie sind unerwartet, wenn sie nicht widerspruchsfrei in das Baumschema passen. Die Autoren stellen ausdrücklich fest, dass eine Reihe von Krabbenmerkmalen vielfach konvergent auftreten. Sie zählen dazu u. a. den krabbenförmigen Bau (S. 9), aber auch umgekehrt einen vielfachen konvergenten Verlust des typischen Krabben-Körperbauplans (mindestens fünfmal, S. 9f.), außerdem stark modifizierte paddel- und schaufelartige Beine (sollen sich mindestens sieben Mal unabhängig voneinander entwickelt haben) (S. 9) und flache Schwimmbeine (S. 9). In Abb. 1C sind weitere Merkmale farblich hervorgehoben, bei denen eine konvergente Entstehung angenommen wird.

Auch wenn man sich in der Evolutionsbiologie gleichsam daran gewöhnt hat, dass die Merkmalsverteilungen innerhalb größerer systematischer Gruppen (wie hier bei den Krabben) eine große Anzahl von Konvergenzen erfordert, entspricht dies keineswegs evolutionstheoretischen Erwartungen. Eher erscheinen die Merkmale als frei kombinierbar (was einem Schöpfer möglich ist), wofür auch *Callichimaera* ein eindrucksvolles Beispiel ist.

[LUQUE J, FELDMANN RM, VERNYGORA O et al. (2019) Exceptional preservation of mid-Cretaceous marine arthropods and the evolution of novel forms via heterochrony. *Sci. Adv.*, doi:10.1126/sciadv.aav3875] R. Junker

■ Springende Genialität

Ein eingehender Blick auf die Biologie offenbart immer wieder Konstruktionsmerkmale, die sich einer evolutionären Erklärung entziehen.

Ein bemerkenswerter neuer Katalpultmechanismus wurde in den Hinterbeinen mehrerer Blattkäferarten (*Blepharida* sp., *Longitarsus* sp., *Psylloides* sp.) entdeckt (RUAN et al. 2020), der sich von einem früher entdeckten zahngetriebenen Katalpultmechanismus in Zikadenlarven (BURROWS & SUTTON 2013) unterscheidet. Diese Blattkäfer weisen unglaubliche Sprungfähigkeiten auf, die die Sprungkraft der Flöhe bei weitem übertreffen, und stellen eine extrem wirksame Fluchtmöglichkeit dar, um potenziellen Räubern zu entkommen.

Als Sprungweite eines der Käfer (*Longitarsus anchusae*) wurde das 289-Fache seiner Körperlänge gemessen. Für einen Menschen würde das einem Sprung von etwa einem halben Kilometer entsprechen. Zudem konnte der Käfer diese Sprünge mehrere Dutzend Male hintereinander ausführen. Auf einem anderen Blattkäfer (*Psylloides affinis*) lastet beim Start eine G-Kraft von bis zu 266 g! Wenn man bedenkt, dass auf Astronauten bei einem Raketenstart normalerweise maximal 3 g wirken und Kampfpiloten höchstens 9 g aushalten können, sind die Leistungen dieser Käfer sehr außergewöhnlich.

Die Forscher wollten die Geheimnisse des Springens der Käfer

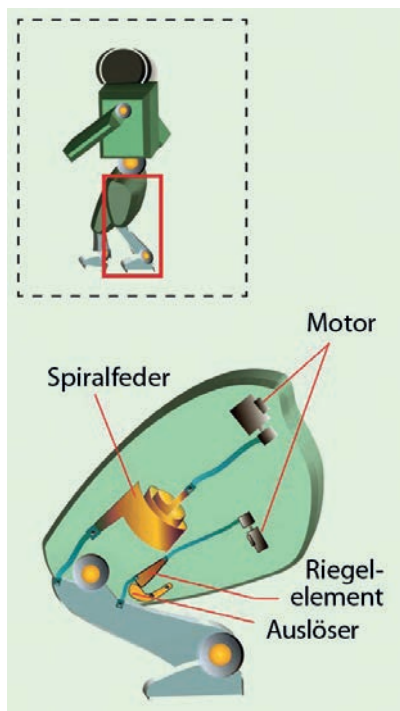


Abb. 2 Bionisches Design eines springenden Gliedes nach dem Vorbild des Flohkäfers. (Aus RUAN 2020, CCo Public Domain Dedication)

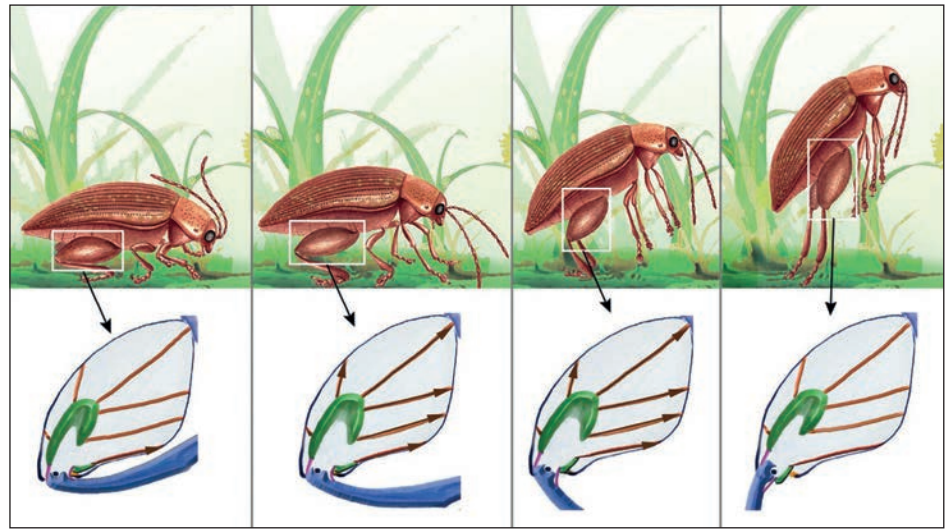


Abb. 1 Abflugstrategie von Flohkäfern. Die Beschleunigungsdaten wurden auf der Grundlage von drei typischen Sprüngen berechnet, die von einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgezeichnet wurden. Die drei verschiedenen Arten wurden ausgewählt, um Flohkäfer unterschiedlicher Größe zu repräsentieren. Phase 1 (Stauhen): die Schienbeinbeugemuskeln kontrahieren, was eine Beugung des Schienbeins verursacht; Phase 2 (Co-Kontraktion): Streckmuskeln und Beugemuskeln der Tibia kontrahieren gleichzeitig, wobei sie die dreieckige Platte greifen und die Streckung der Tibia blockieren; Phase 3 (Auslösung und Beschleunigung): die dreieckige Platte wird gelöst, was zu einer explosionsartigen Freisetzung von Energie führt; Phase 4 (Entspannung): der Flohkäfer wird in die Luft geschleudert und die Muskeln beginnen sich zu entspannen. (Aus RUAN 2020, CCo Public Domain Dedication)

lüften und setzten dazu mehrere raffinierte Techniken ein. Der zugrundeliegende Mechanismus entpuppte sich als eine raffinierte Feder in den Hinterbeinen des Käfers (Abb. 1). Die Forscher berichteten, dass die Sprungkraft und die Beschleunigung der Sprünge sonst im Tierreich unerreicht sind, und es scheint kein besseres Design bei allen bekannten springenden Insekten zu geben. Dies inspirierte die Forscher dazu, die Entwicklung eines robotergestützten Gliedmaßen-Designs anzuregen (Abb. 2). Sie loben das unglaubliche Design der Feder und diskutieren es als potenzielle Anwendung für die Fortbewegung von Robotern und schreiben weiter: „Flohkäfer haben eine enorme eigenständige Feder entwickelt, um die Speicherung von elastischer potenzieller Energie zu unterstützen.“

Es stellt sich die Frage: Könnte dieses System durch einen evolutiven Vorgang zustande gekommen sein? Die Feder besteht aus drei beweglichen Teilen, die an Muskeln befestigt sind und zusammen ein Gerät bilden, das als ein nichtreduzierbares komplexes System zu funktionieren scheint, d. h. um zu funktionieren, müssen alle Teile gleichzeitig vorhanden sein, die schon für sich genommen anspruchsvoll sind. Der Mechanismus ist als Ganzes auf die

perfekte Abstimmung der ineinandergreifenden Teile und ebenso auf ihre elastischen Eigenschaften angewiesen. Ironischerweise wird im gesamten Beitrag immer wieder von „Design“ gesprochen, ohne sich auf den Verstand eines Designers zu beziehen. Natürlich weisen solche technischen Wunderwerke auf kreative Brillanz hin und nicht auf blinde natürliche Prozesse.

[BURROWS M & SUTTON G (2013) Interacting gears synchronize propulsive leg movements in a jumping insect. *Science* 341, 1254–1256
• RUAN Y, KONSTANTINOV AS et al. (2020) The jumping mechanism of flea beetles (Coleoptera, Chrysomelidae, Alticini), its application to bionics and preliminary design for a robotic jumping leg. *Zookeys* 915, 87–105.] P. Borger

■ Homologien: keine Beweise für Evolution

Homologie bezieht sich ursprünglich auf die Ähnlichkeit von Körperteilen und Bauplänen von Organismen. Befürworter der Evolutionstheorie halten Homologien für starke Indizien für die universelle gemeinsame Abstammung aller Arten. In allen Fachbüchern über Evolution werden Flossen, Pfoten, Hände und Flügel als typische Beispiele für Homologien präsentiert. Aufgrund der Evolutionstheorie wurde früher