

Paar erwachsener Tiere besteht, die er als „Eltern“ oder „Züchter“ (und nicht als „Alphatiere“) bezeichnete, und aus ihrem Nachwuchs. Wölfe kämpfen nicht um die Vorherrschaft in einem Rudel, und „Alphatiere“ gibt es darin nicht. Bei Wolfsrudeln handelt es sich offenbar um Familien. Manchmal wird auch ein einsamer umherziehender Wolf in das Rudel aufgenommen. Die Zusammensetzung von Wolfsrudeln kann sich auch ändern, wenn ein Elternteil stirbt und ein neuer Partner, manchmal mit Jungtieren, aus einer anderen Region eintrifft. Es wurde auch beobachtet, dass eine Tochter zur Partnerin ihres „Stiefvaters“ wird und den Platz der alternen Mutter einnimmt, die im Rudel bleibt (KJØRSTAD 2021).

Heute ist der Begriff „Alphawolf“ unter den auf Wolfsökologie spezialisierten Forschern nicht mehr üblich. In der Umgangssprache ist er jedoch immer noch gebräuchlich und wird es wohl auch in absehbarer Zukunft bleiben. Das Konzept des „Alphatieres“ war im Zoo von Basel relevant, wo SCHENKEL seine Beobachtungen machte. Aber es sollte klar sein, dass der Lebensraum und die Rudelzusammensetzung der Wölfe dort völlig unnatürlich waren. SCHENKELS Wölfe lebten unter Dauerstress, und ihr abnormales Verhalten schien mit der alten darwinistischen Vorstellung übereinzustimmen, dass Wölfe um die Vorherrschaft in einem Rudel kämpfen und dass der Gewinner der „Alpha“-Wolf ist. In der Natur verhalten sich Wolfsrudel allerdings wie liebevolle und fürsorgliche Familien.

Die veränderte Sichtweise auf das Verhalten von Wolfsrudeln zeigt, dass das, was lange als etablierte Wissenschaft propagiert wurde, nur eine durch unnatürliche Bedingungen (Zoohaltung) verzerrte darwinistische Interpretation des Verhaltens von Wölfen darstellte. Das Beispiel zeigt auch, dass sich falsche Vorstellungen, die auf dünner Datenbasis gründen, sehr zäh in der Wissenschaft und in popularisierten Darstellungen halten können.

[SCHENKEL R (1947) Expressions Studies on Wolves. <http://davemech.org/wolf-news-and-information/schenkels-classic-wolf-behavior-study-available-in-english/> • KJØRSTAD E (2021) Wolf packs don't actually have alpha males and alpha females – the idea is based on a misunderstanding. Science Norway, <https://sciencenorway.no/ulv/wolf-packs-dont-actually-have-alpha-males-and-alpha-females-the-idea-is-based-on-a-misunderstanding/1850514> • MECH LD (1999) Alpha Status, Dominance, and Division of Labor in Wolf Packs. Can. J. Zool. 77, 1196–1203 • MECH LD (2000) Leadership in Wolf, *Canis lupus*, Packs. Canadian Field Naturalist] P. Borger

■ Fliegen geht auch anders

Aktiv fliegende Tiere sind uns aus vier Tiergruppen vertraut: Vögel fliegen mithilfe von Federn, Fledermäuse und Flugsaurier nutzen (bzw. nutzten) eine komplex gebaute Flughaut und Insekten besitzen eine elastische Flughaut aus Chitin. Doch damit sind die Flugtechniken nicht ausgereizt. Unter den Käfern gibt es wahre Winzlinge von teils nur 0,4 mm Größe, die es trotz ihrer

geringen Körpergröße schaffen, aktiv zu fliegen. Anstelle von flächigen Flügeln besitzen sie federartige Flügelstrukturen (Abb. 1). Es handelt sich um die sogenannten Federflügel-Käfer (Ptiliidae), die sich trotz ihrer winzigen Körpergröße erstaunlich flink in der Luft bewegen können. In einer aktuellen Studie haben Wissenschaftler die Flügel des nur 0,4 mm großen Käfers *Paratuposa placensis* und die Flügeldecken genauer untersucht. Der Flugstil der Insekten wurde durch Aufnahmen mittels Hochgeschwindigkeits-Kameras aus verschiedenen Perspektiven und mit 3D-Simulationen untersucht (FARISENKOV et al. 2022).

Ein aktiver Flug ist umso schwieriger, je kleiner das Tier ist. Denn durch die Miniaturisierung muss relativ mehr Kraft aufgewendet werden, weil die Luft sozusagen immer zäher wird, je kleiner der Flieger ist. Generell gilt: Größere Körpergröße

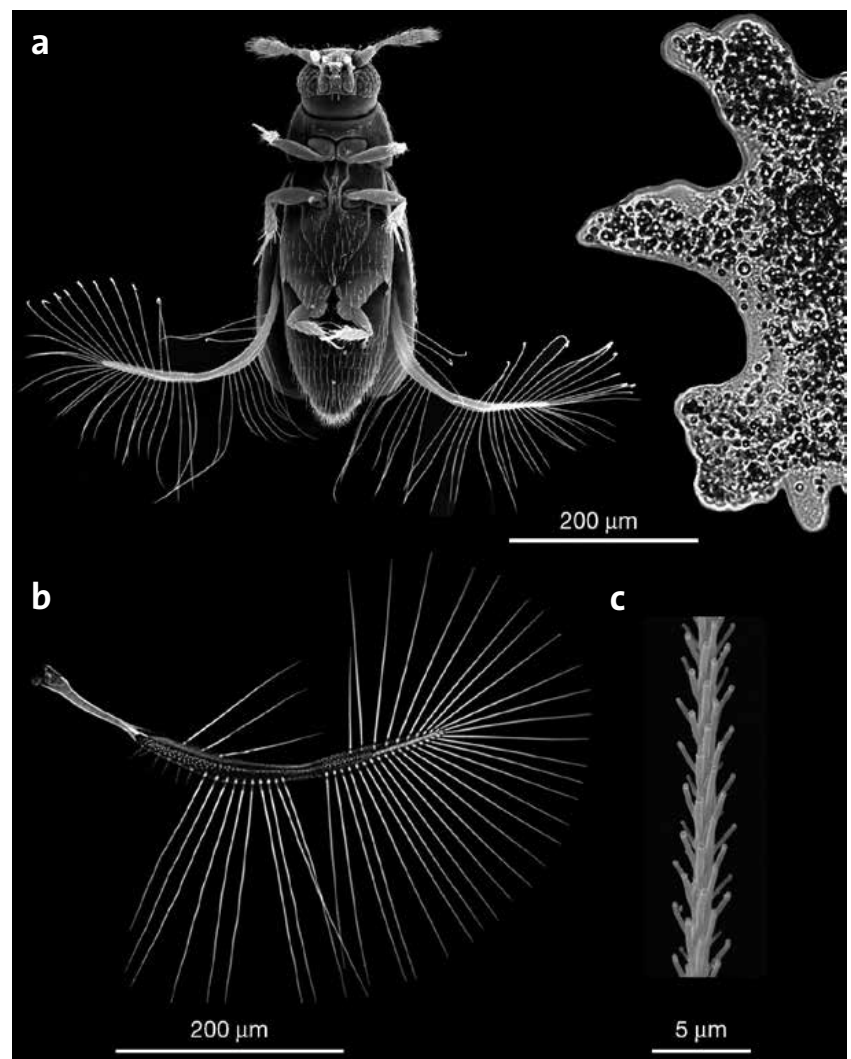


Abb. 1 Federflügel-Käfer *Paratuposa*, rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen. a relative Größe von *P. placensis* (links) und *A. proteus* (rechts), b Flügel von *P. placensis*, c Teil einer Seta (Borste). (Aus FARISENKOV et al. 2022, CC BY 4.0)

ermöglicht einen schnelleren Flug. Die Federflügel-Käfer sind aber so klein, dass die Fähigkeit zum aktiven Flug kaum noch zu erwarten wäre. Dennoch können sie mit Geschwindigkeiten und Beschleunigungen fliegen, die dreimal so hoch sind wie die von anderen kleinen Insekten. FARISENKOV et al. 2022 konnten zeigen, dass diese Leistung auf eine geringere Flügelmasse und einen bisher unbekannten Flügelbewegungszyklus zurückzuführen ist. Die fiederigen Flügel erwiesen sich als deutlich leichter im Vergleich zu den gängigen Membranflügeln. Die einzelnen Borsten der Federstrukturen besitzen weitere kurze Auswüchse (Abb. 1c). Im Zusammenspiel ermöglicht dies den Käfern, ihre Flügel vergleichsweise leicht durch die für sie „zähe“ Luft zu bewegen. Der Flügelschlag folgt einer ausgeprägten Achterschleife, die aus senkrechten Auf- und Abwärtsschlägen besteht. Bei Schlagumkehrungen klatschen die Flügel oberhalb und unterhalb des Körpers fast zusammen. Die freien Zwischenräume der „Federflügel“ sind aufgrund der erhöhten Viskosität (Zähigkeit) der Luft im Miniaturmaßstab kein Problem, da kaum Luft beim Flügelschlag durch die fiederigen Flügel dringt.

Aber nicht nur die ungewöhnlich gestalteten Flügel sind für den Flug entscheidend. Auch die Flügeldecken der Käfer spielen eine wichtige Rolle. Sie bewegen sich im Flug auf eine Weise, dass sie das Schlagsystem der Flügel ausgleichen und dadurch den Flug stabilisieren. Erst das Gesamtsystem ermöglicht die besonderen Flugleistungen der winzigen Käfer.

Die Federflügel-Käfer weisen somit ein deutlich anderes Flugsystem als andere Insekten auf. Für dessen Funktionsweise sind mehrere fein aufeinander abgestimmte Komponenten und zugleich ausgefeilte Bewegungsmuster vonnöten. Einmal mehr sieht es danach aus, dass – jedenfalls im Wesentlichen – das „Alles-oder-nichts-Prinzip“ gilt und zahlreiche feine Abstimmungen erforderlich sind. Dennoch wird sogar eine mehrfach unabhängige Entstehung von Federflügeln auch

in anderen Insektengruppen angenommen (FARISENKOV et al. 2022, 1). Und einmal mehr zeigt sich, dass bei den Lebewesen die Grenzen des physikalisch Vorstellbaren phantasievoll konstruiert ausgenutzt werden – alles zusammen klare Indizien für einen Schöpfer. Kein Wunder, dass die Wissenschaftler damit liebäugeln, die gewonnenen Erkenntnisse bei der Entwicklung von kleinen Fluggeräten nutzen zu können.

[FARISENKOV SE, KOLOMENSKIY D et al. (2022) Novel flight style and light wings boost flight performance of tiny beetles. *Nature* 602, 96–100, doi:10.1038/s41586-021-04303-7] R. Junker

■ Mini-Schnecke wirft Fragen auf

Die Grenzen des physikalisch Möglichen restlos ausnutzen – das scheint die Devise bei der Entstehung der „Extrem“-Lebewesen unter den vielzelligen Tieren zu sein. In dieser Ausgabe von *Studium Integrale Journal* wurde das im Beitrag über die Federflügel-Käfer deutlich. Viele Beispiele dieser Art könnten angefügt werden, etwa ultraleichte Kolibris oder die Zwerg-Fledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), die kaum mehr wiegt als ein halbes Blatt Schreibmaschinenpapier.

In die Reihe der Miniatur-Vielzeller reihen sich auch winzige Schnecken ein, die kleiner sind als ein Sandkorn. Erstaunlich, dass sie überhaupt entdeckt wurden. Eine Forschergruppe fand kürzlich im Sediment einer Höhle in Nordviet-

nam zahlreiche winzige Schneckengehäuse, die im Schnitt nur 0,48–0,57 mm hoch und 0,6–0,68 mm lang waren (PÁLL-GERGELY et al. 2022). Die neue Art aus der Schneckenordnung Stylommatophora erhielt den Namen *Angustopila psammion* (Abb. 1). Das Schalenvolumen betrug inklusive der Schale minimal nur 0,036 mm³. Damit unterbot die *A. psammion* den bisherigen Minusrekord von Landschnecken. Noch kleinere Formen sind nur aus dem Meer bekannt. Der bisherige Minusrekordhalter auf dem Land war *Acmella nana*, die zu einer anderen Schneckenordnung gehört, mit einer Schalenhöhe von 0,60–0,79 mm und einer Schalenweite von 0,5–0,6 mm (PÁLL-GERGELY et al. 2022, 72).

Je kleiner ein Organismus, desto höher die Anforderungen an seine Organe und an seinen Energiehaushalt. Warum tun sich Lebewesen diese Miniaturisierung also an, könnte man salopp fragen. Evolutionsbiologen formulieren daraus die Frage, welche Selektionsdrücke die Miniaturisierung begünstigen, obwohl das Überleben zunehmend schwieriger wird, je geringer die Körpergröße ist. Auch PÁLL-GERGELY et al. (2022, 63) werfen angesichts der neu entdeckten Mini-Schnecke diese Frage auf. Die evolutionären Triebkräfte für die extrem kleine Körpergröße bei wirbellosen Tieren seien in der Evolutionsbiologie nach wie vor umstritten, da einerseits die „Möglichkeiten der Anpassung“, andererseits auch physische und physiologische Zwänge aufeinandertreffen. Die Autoren dis-



Abb. 1 *Angustopila psammion*. (Foto: Senckenberg)