

Streiflichter

Invasion einer verwandten Spezies führt zu schneller Divergenz

Vor knapp 60 Jahren schlugen die beiden bekannten Biologen W.L. BROWN und E.O. WILSON die evolutionsbiologische Hypothese des „character displacement“ vor. Diese sagt voraus, dass zwei eng verwandte Spezies, die beide in einem bestimmten Gebiet leben, zueinander in Konkurrenz treten werden. Um diese Konkurrenz zu vermeiden, würden sie sich auseinanderentwickeln – eine Ursache von evolutionärer Divergenz (BROWN & WILSON 1956).

Nun liegt eine Arbeit einer Gruppe von Wissenschaftlern vor, die diese Hypothese in einem Freilandexperiment mit *Anolis*-Eidechsen testeten (STUART *et al.* 2014). *Anolis* ist eine Gattung von Eidechsen, die im karibischen Raum häufig vorkommt und ziemlich gut erforscht ist. Da sie eine relativ kurze Generationszeit hat (unter einem Jahr) und ihr Verbreitungsgebiet viele kleine Inseln umfasst, eignet sie sich sehr gut für solche Experimente (vgl. VEDDER 2012).

In diesem Fall war das Hauptuntersuchungsobjekt *A. carolinensis*, eine Art, die in den südlichen USA beheimatet ist (Abb. 1). Wie viele ihrer Verwandten leben Eidechsen dieser Art auf Sträuchern und Bäumen. Gibt es keine anderen *Anolis*-Arten in der Umgebung, so verbreiten sie sich über die gesamte Höhe des Baumes. Es wurde jedoch beobachtet, dass in Gegenden, wo *A. carolinensis* gemeinsam mit *A. sagrei* (Abb. 2) vorkommt, *A. carolinensis* meistens höher oben im Geäst sitzt als *A. sagrei*. Die Forscher vermuten, dass dieses Verhalten ausgelöst wird, um die interspezifische Konkurrenz zwischen *A. carolinensis* und *A. sagrei* zu vermindern. Wenn dem so wäre, würde das die „character displacement“-Hypothese stützen.

1995 begannen die Forscher mit einem Experiment, in dem sie sechs kleine Inseln vor der Küste Floridas

untersuchten. Die Inseln beherbergten zu der Zeit nur *A. carolinensis*. Die Wissenschaftler ermittelten ihre durchschnittliche Sitzhöhe. Daraufhin setzten sie auf drei der Inseln *A. sagrei*-Eidechsen aus. In den nächsten drei Jahren beobachteten sie, dass sich wie vorhergesagt die durchschnittliche Sitzhöhe von *A. carolinensis* auf den Inseln mit zwei Spezies etwa verdoppelte, während sie auf den Inseln ohne *A. sagrei* konstant blieb.

15 Jahre später kehrten sie zu der Inselgruppe zurück, um weitere Untersuchungen vorzunehmen. Diesmal vermaßen sie die Zehen der Eidechsen. Ähnlich wie Geckos weist auch *A. carolinensis* Zehenpolster mit

Lamellen (kleine Hautfalten, die die Oberfläche und Bodenhaftung vergrößern) auf. Es ist bekannt, dass größere Zehenpolster mit mehr Lamellen beim Klettern auf dünnen Ästen einen Vorteil bieten. Folglich erwarteten die Autoren, dass die höher lebenden *A. carolinensis*-Eidechsen auf den Inseln mit *A. sagrei* diese Anpassung aufweisen sollten, eine Erwartung, die sie wiederum bestätigen konnten. Auf den Inseln ohne *A. sagrei* blieb auch in dieser Hinsicht alles beim Alten. Außerdem konnten die Wissenschaftler bestätigen, dass es sich bei diesem Phänomen tatsächlich um parallele genetische Adaption handelt und es nicht etwa durch Plastizität (umweltbedingte



Abb. 1 Rotkehlanolis (*Anolis carolinensis*). Männchen mit aufgestelltem Kehllappen. (CC BY-SA 3.0)



Abb. 2 Bahama-Anolis (*Anolis sagrei*) in Florida. (Foto: Ianaré Sévi, gemeinfrei)

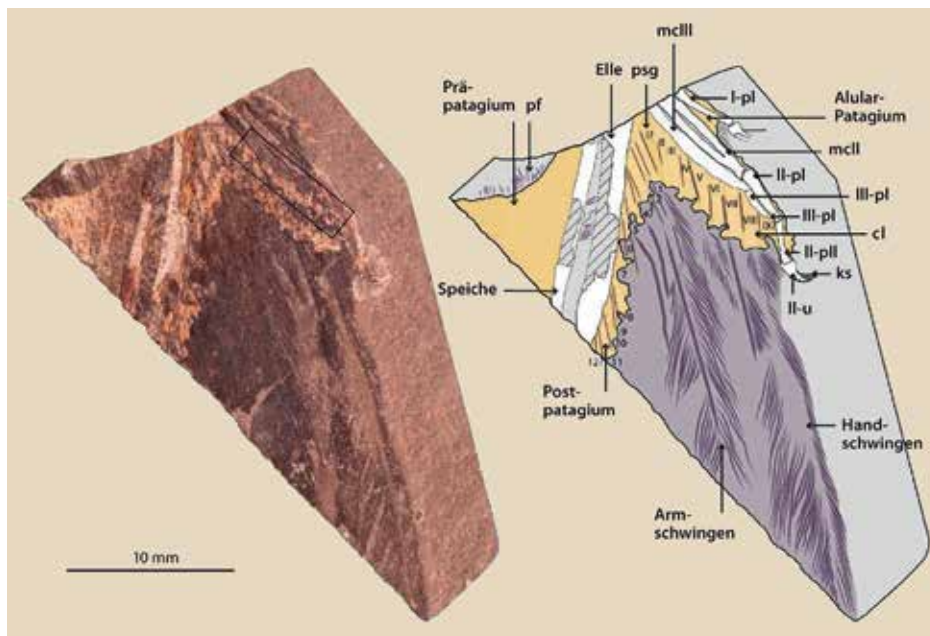


Abb. 1 Fossil und interpretierende Zeichnung des Enantiornithinen MCCMLH31444 aus Las Hoyas, Spanien. Der umrahmte Teil umfasst die Region des Übergangs zwischen Knochen und Weichgewebe. Abkürzungen: I, II, III bezieht sich auf Finger I, II und III, cl calamus; ks keratinisierte Hülle, mc Metacarpale, p Fingerknochen, pf Daunenfedern, u Klaue. (Aus NAVALÓN, 2015, verändert)

Anpassung) oder Migration (Einwanderung aus anderen Gebieten) hervorgerufen wurde.

Die Bedeutung dieser Studie liegt zum einen in der Geschwindigkeit, mit der *A. carolinensis* sich an die neuen Gegebenheiten anpasste. Innerhalb von zwei Monaten nach der Invasion von *A. sagrei* ließ sich bereits eine verhaltensbiologische Adaption beobachten (Verschiebung der Sitzhöhe) und nach weniger als 20 Generationen gab es genetisch bedingte morphologische Änderungen (die Vergrößerung der Zehenpolster). Daher zeigt die Studie auch, dass sich manche evolutionsbiologische Fragestellungen in verhältnismäßig kurzer Zeit untersuchen lassen. Es braucht keine Jahrtausende, um Evolution in Form von genetischer Anpassung in der Natur beobachten zu können. Zum anderen stützen die Ergebnisse die „character displacement“-Hypothese sehr gut. BROWNS und WILSONS Hypothese kann also als ein bestätigter Mechanismus der (Mikro-)Evolution angesehen werden.

[BROWN WL & WILSON EO (1956) Character Displacement. Syst. Zool. 5, 49-64 • STUART YE, CAMPBELL TS et al. (2014) Rapid evolution of a native species following invasion by a congener. Science 346, 463-466 • VEDDER D (2012) Gründereffekt bei Eidechsen: ein Freilandexperiment auf Inseln. Stud. Integr. J. 19, 107-109] D. Vedder

■ Alte Vögel mit moderner Flugkunst

Die fossile Überlieferung der Vögel zeigt zwei Phasen eines plötzlichen Erscheinens vielfältiger Formen. Die eine liegt am Beginn des Tertiärs (wo die auch heute vorkommenden Vogelordnungen explosiv im Fossilbericht auftauchen), die andere in der Unterkreide, in deren geologischen Schichten ebenfalls ziemlich abrupt eine große Vielfalt von Vögeln mit anderer Anatomie als der heutigen überliefert ist. Der berühmte „Urvogel“ *Archaeopteryx* aus dem Oberjura datiert noch ca. 20 Millionen radiometrische Jahre älter; es ist aber nach wie vor umstritten, ob er aktiv fliegen konnte oder eher ein Gleiter war. Andere eindeutig befiederte Formen aus dem Oberjura (z.B. *Anchiornis*) gelten als flugunfähig.

Die Kreidevögel unterscheiden sich anatomisch mehr oder weniger deutlich von den tertiären Vögeln und zeigen manche Gemeinsamkeiten mit zeitgleich lebenden Theropoden-Dinosauriern (zweibeinige Raubdinosaurier), die als ihre stammesgeschichtlichen Vorfahren gelten. Sie werden in zwei Gruppen unterteilt, die Enantiornithes („Gegenvögel“; sind am Ende der Kreide ausgestorben) und die Ornithurae

(„Vogel-Schwänze“), zu denen u. a. auch die heutigen Vögel gehören. (Es gibt in der Fachliteratur keine einheitliche Begründung für die Bezeichnung „Gegenvögel“. Es wird auf zwei anatomische Besonderheiten hingewiesen, die die Enantiornithes von anderen Vögeln unterscheiden: zum einen die Art der Verwachsung einiger Fußknochen, zum anderen der Bau des Gelenks zwischen Schulterblatt und Raubenbein. Bei den Gegenvögeln sind Gelenkkopf und Gelenkpfanne im Vergleich zu allen anderen Vögeln sozusagen vertauscht. Es ist schwer denkbar, wie die eine anatomische Ausprägung in die andere evolutiv überführt werden könnte. Für die Ornithurae gibt es keine eingebürgerte deutsche Bezeichnung; der Name bezieht sich auf den kurzen knöchernen Schwanz, wie er auch für die heutigen Vögel typisch ist.)

Eine Forschergruppe hat nun herausgefunden, dass die Enantiornithes trotz deutlich verschiedener Anatomie im Vergleich zu heutigen Vögeln überraschenderweise vergleichbare Fähigkeiten zu einem versierten Flug besaßen. Nachgewiesen wurde dies anhand eines sehr gut erhaltenen vorderen Teils einer Vorderextremität aus einem Kalkstein von Las Hoyas, Spanien (datiert auf 125 Millionen radiometrische Jahre), die aufgrund ihres Baus von einem enantiornithinen Vogel stammt (NAVALÓN et al. 2015; Abb. 1). Erhalten sind auch Hand- und Armschwinge. Das Besondere an dem Fund: Es sind Details von Muskeln, Bändern und Follikeln (in der Haut befindliche Basis der Federn) aus den Bereichen zwischen den Flügelteilen und Fingern (Propatagium, Postpatagium und Patagium der Alula) in Form von Abdrücken erhalten (Die Alula = Daumenfittich ist wichtig z. B. für Manöver beim Landen). Der Fund aus Las Hoyas lässt auch Verbindungen von Bindegewebsstrukturen mit den Ansätzen der Flugfedern erkennen; das gesamte komplizierte Netzwerk weist große Ähnlichkeiten mit den anatomischen Verhältnissen heutiger Vögel auf. Ein solch komplexes System aus Sehnen, Bändern, Bindegewebe und Muskeln ermöglicht eine ausgefeilte Manövrierbarkeit während des Fluges.