

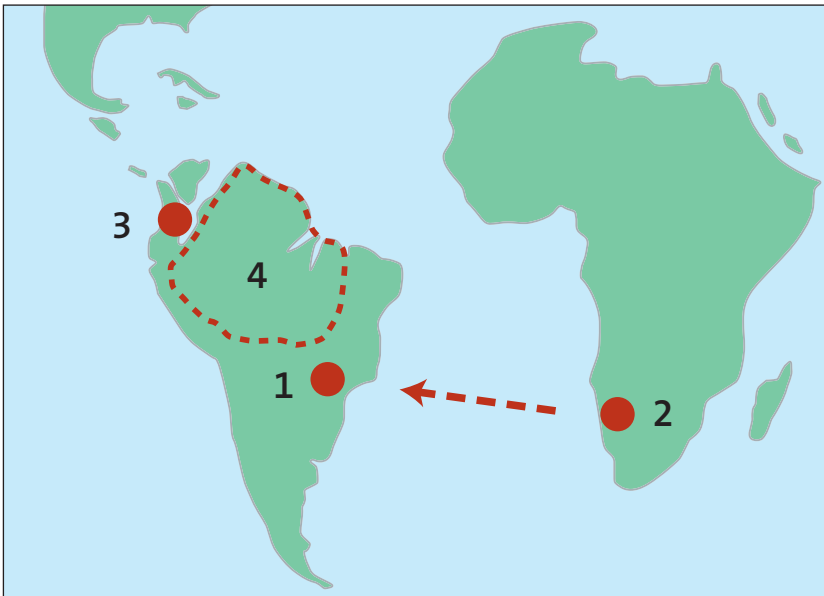


Abb. 2 Paläokarte des frühen Oligozän (35 Millionen Jahre nach radiometrischen Datierungen). Die Punkte zeigen: 1 Fundgebiet von *Hoazinavis lacustris*, 2 *Namibiavis senutae* und 3 *Hoazinoides magdalenae*. Das Verbreitungsgebiet des heutigen Hoatzin (*Opisthocomus hoazin*) ist gestrichelt (4). Der Pfeil zeigt die mutmaßliche Richtung der Ausbreitung des Hoatzin über den Atlantik an. (Nach MAYR et al. 2011)

zän Namibias (auf etwa 17 Millionen Isotopenjahre datiert). Fossile Knochen (drei Rabenschnabelbeine, sechs Oberarmknochen und ein Unterschenkelknochen) dieser Gattung waren schon seit einigen Jahren bekannt und bislang zu einer ausgestorbenen Familie der Kranichvögel gestellt worden. Eine genauere Untersuchung zeigte, dass diese Klassifikation fehlerhaft war, denn die Fossilien weisen charakteristische Knochenmerkmale von Hoatzins auf. Nun vermuten die Forscher, dass die Hoatzins nicht in Südamerika, sondern in Afrika entstanden sind.

Die geographische Verteilung wirft allerdings Fragen auf: Wie gelangten die Hoatzins bzw. nah verwandte Vögel über den Atlantik von einem Kontinent zum anderen? Afrika und Südamerika waren nach geologischen Befunden bereits vor 100 Millionen Isotopenjahren zur Kreidezeit weit voneinander getrennt. Dass diese Vogelgruppe damals schon existierte, wird im evolutionstheoretischen Rahmen nicht angenommen. Die Bewältigung einer so großen Flugdistanz ist für die kaum flugfähigen Vögel nicht möglich, auch wenn man annehmen würde, dass die miozänen Formen etwas besser fliegen konnten. Aufgrund des fossilen Materials schließen MAYR et al.

jedoch aus, dass sie gute Flieger waren. MAYR et al. (2011) nehmen daher an, dass sie den weiten Weg auf Treibholz-Inseln schafften; es handle sich um das erste Beispiel eines transatlantischen Raftings bei Vögeln. Doch diese Lösung des biogeographischen Problems ist nur aufgrund evolutionstheoretischer Voraussetzungen gefordert und kaum glaubwürdig. Die sich von Blättern ernährenden Vögel müssten einen ordentlichen Nahrungsvorrat auf ihrer Reise gehabt haben. Der Hinweis von MAYR et al., dass Rafting über eine so große Strecke schon länger auch bei Säugetieren und Reptilien angenommen werde, macht diese Annahme nicht glaubwürdiger, da die Begründung dieselbe ist: durch Ozeane getrennte geographische Verbreitung, nicht aber Kenntnisse darüber, dass dies tatsächlich möglich ist. HEADS (2009, 108) hält eine solche Überquerung für Primaten, bei denen ozeanweite Ausbreitung ebenfalls diskutiert wird, für ausgeschlossen.

Alternativ könnte man der Spur nachgehen, dass nicht fossil belegte Hoatzins schon viel früher als fossil belegt in geologisch nicht überlieferten Lebensräumen existierten, und zwar bereits vor der Kreidezeit, als die Kontinente noch nicht getrennt waren. HEADS (2009) hält aufgrund der biogeographischen

Verteilung die Annahme für geboten, dass ein Vorläufer der Primaten bereits im Jura vor 185 Millionen Isotopenjahren gelebt haben könnte. Das würde allerdings bedeuten, dass bei mehreren Formengruppen während der meisten Zeit ihrer Existenz fossile Belege fehlen. Ob solche Szenarien im Rahmen großer Zeiträume glaubhaft sind, kann man bezweifeln.

[HACKETT SJ, KIMBALL RT, REDDY S, BOWIE RCK, BRAUN EL, BRAUN MJ, CHOJNOWSKI JL, COX WA, HAN K-L, HARSHMAN J, HUDDLESTON CJ, MARKS BD, MIGLIA KJ, MOORE WS, SHEDDEN FH, STEADMAN DW, WITT CC & YURI T (2008) A phylogenomic study of birds reveals their evolutionary history. *Science* 320, 1763-1767; HEADS M (2009) Evolution and biogeography of primates: a new model based on molecular phylogenetics, vicariance and plate tectonics. *Zoologica Scripta* 39, 107-127; doi:10.1111/j.1463-6409.2009.00411.x; MAYR G, ALVARENGA H & MOURER-CHAUVIRÉ C (2011) Out of Africa: Fossils shed light on the origin of the hoatzin, an iconic Neotropical bird. *Naturwissenschaften* 98, 961-966; NIETHAMMER G (1993) Unterordnung Hoatzins. In: GRZIMEK B u. a. (Hg) *Grzimeks Tierleben. Vögel* 2. München, S. 76-78.] R. Junker

■ Superschnelle Muskeln (auch) bei Fledermäusen

Fledermäuse sind in der Lage, ihre Umgebung mit Hilfe von Ultraschall so genau zu scannen, dass man ihre Fähigkeiten am besten mit „Echo-Bildsehen“ beschreibt. Wenn man so will: Fledermäuse „sehen“ mit den Ohren (vgl. die Beiträge über Fledermäuse in den letzten beiden Ausgaben von *Studium Integrale Journal*). Aber anders als beim Sehen mit den Augen müssen die Fledermäuse auch noch die Daten teilweise selbst generieren, deren Auswertung dann das Echobild liefert.

Um eine geortete Beute schlagen zu können, müssen die Fledermäuse ihre Ultraschall-Rufe bei Annäherung zunehmend häufiger und kürzer ausstoßen, bis sie schließlich kaum vorstellbare 190 Rufe pro Sekunde erreichen (deren Echo sie aufnehmen und auswerten). Bisher erschien den Forschern diese Schlussphase extrem häufiger Rufe, der sogenannte „terminal buzz“, rätselhaft; es war unbekannt, wie die Fledermäuse die Laute in so schneller Abfolge erzeugen kön-



Abb.1 Wasserfledermaus *Myotis daubentonii* im Flug. Foto: Guido GERDING, GNU Freie Dokumentationslizenz

nen. Biologen von der Universität von Süddänemark in Odense und der Universität von Pennsylvania in Philadelphia kamen den Fledermäusen nun auf die Schliche (ELEMANS et al. 2011). Sie entdeckten bei Wasserfledermäusen (die knapp über Wasseroberflächen nach Insekten jagen) hochspezialisierte „superschnelle“ Muskeln, deren Tätigkeit die schnellen Laute ermöglicht. Experimente mit isolierten Muskelfaserbündeln des Kehlkopfs von *Myotis daubentonii* zeigten, dass die Kehlkopfmuskeln der Fledermaus sich bis zu 200 Mal pro Sekunde zusammenziehen können. Der Kehlkopfmuskel kann sich damit bis zu zwanzig Mal schneller zusammenziehen als die schnellsten Muskeln des Menschen, die bei der Augenbewegung gebraucht werden (d. h. diese kontrahieren nur 20 mal pro Sekunde).

Außerdem konnten die Forscher zeigen, dass die Leistungsfähigkeit des Kehlkopfmuskels der limitierende Faktor bei der Häufigkeit der Laute ist und nicht die bei Annäherungen an die Beute zunehmende Überlappung von Ruf und Echo.

Die superschnellen Muskeln des Kehlkopfs sind aber auch noch aus einem weiteren Grund interessant. In *Spektrumdirekt* wird Coren ELEMANS mit folgenden Aussagen über den superschnellen Muskeltypus zitiert: „Das ist eine ganz andere

Muskelart als unsere normalen Skelettmuskeln. ... Wir haben etliche Anpassungen auf zellulärer und molekularer Ebene gefunden, zum Beispiel eine stark erhöhte Mitochondrienanzahl und sehr viel mehr sarkoplasmatisches Retikulum, welches Kalzium in und aus der Zelle pumpt.“ Dieser Muskeltypus ist auch bei Klapperschlangen, einigen Fischen und Vögeln bekannt, also bei Arten, die in der Systematik deutlich getrennt stehen. Er müsste also mehrfach unabhängig, konvergent entstanden sein. In allen Fällen spielen die superschnellen Muskeln eine wichtige Rolle bei der akustischen Kommunikation. So zwitschern auch Singvögel mit Hilfe superschneller Stimmuskeln. Beim Europäischen Star (*Sturnus vulgaris*) und beim Zebrafinken (*Taeniopygia guttata*) dauert ein Zyklus von Kontraktion und Entspannung nur 3–4 Millisekunden (ELEMANS et al. 2008). Mit dem Nachweis von superschnellen Muskeln bei Wasserfledermäusen sind nun diese erstmals auch bei Säugetieren beschrieben worden. Ihre Verteilung bei verschiedenen Tieren erfordert eine mehrfach unabhängige Entstehung, was die Existenz dieser besonderen Muskeln noch erstaunlicher macht.

[Anonymus (2011) Fledermäuse orten dank superschneller Muskeln. www.wissenschaft-online.de/artikel/1124502; ELEMANS CEP, MEAD AF, ROME LC & GOLLER F (2008) Superfast Vocal Muscles Control Song Production

in Songbirds. PLoS ONE 3(7): e2581. doi: 10.1371/journal.pone.0002581; ELEMANS CPH, MEAD AF, JAKOBSEN L & RATCLIFFE JM (2011) Superfast Muscles Set Maximum Call Rate in Echolocating Bats. Science 333,1885-1888.]
R. Junker

■ Gelee Royal und die Entwicklung von Bienenköniginnen

Es ist bereits lange bekannt, dass es einen Zusammenhang zwischen der intensiven Verfütterung von Gelee Royal (auch als Weiselfutter-saft oder Bienenköniginnenfuttersaft bezeichnet) an Bienen-Larven und der Entwicklung von Bienenköniginnen anstelle von Arbeiterinnen gibt.

Gelee Royal besteht vor allem aus Wasser und Zuckern, enthält darüber hinaus aber auch eine Fülle verschiedenster weiterer Stoffe wie Proteine, Fettsäuren und Mineralien. In umfangreichen Untersuchungen konnte KAMAKURA (2011) nun zeigen, dass ein Protein, Royalactin, mit einer Masse von 57 kDa (entspricht einem Polypeptid aus ca. 520 Aminosäuren) die dramatischen Veränderungen in der Larvenentwicklung auslöst. Die Königin bei Honigbienen (*Apis mellifera*) weist im Vergleich zu einer Arbeiterin eine verkürzte Entwicklungsdauer, eine deutlich höhere Körpermasse und stark vergrößerte Eierstöcke auf.

Andere Untersuchungen hatten hormonelle Ursachen für die differenzierte Larvenentwicklung bei Bienen in den Fokus gerückt. Es ist daher nahe liegend, dass bei der Regulation der Larvenentwicklung viele Faktoren zu berücksichtigen sind.

Überraschenderweise zeigt Royalactin aber auch vergleichbare Wirkung, wenn es an Larven der Taufliege *Drosophila* verfüttert wird. Dies ermöglicht einerseits aufgrund der umfangreichen Kenntnisse über diese Fliegen viele weitere Untersuchungsmöglichkeiten, andererseits tauchen aber auch spannende Fragen auf (ROBINSON 2011): Warum wirkt dieses Protein, das bei Honigbienen vorkommt, auch bei Fliegen, die zu einer ganz anderen Insektenordnung gehören und sich von den Bienen nach evolutionären Vorstel-