

Warum sie trotz Flügeln nicht fliegen kann: die Galapagosscharbe

Zusammengestellt von EIKE HARTWIG

Der Verlust der Flugfähigkeit resultiert aus einer der am häufigsten auftretenden Veränderungen der Extremitäten in der Natur (ROFF 1994). Darwin benutzte das Vorkommen flugunfähiger Vögel als Argument für seine Theorie der natürlichen Selektion (DARWIN 1859). Er schlug zwei Wege für den Verlust des Fliegens vor: in einigen Fällen könnten Veränderungen, die zu Flugunfähigkeit führen, Vögeln helfen zu überleben, weil sie gleichzeitig ihre Fähigkeit verbessern, etwas anderes zu tun, wie z.B. schwimmen – die sogenannte positive Selektion; alternativ könnten die Vögel ihre Fähigkeit zu fliegen verloren haben, einfach weil sie nicht migrieren oder vor Fressfeinden entkommen mussten, d.h. dass ein veränderter evolutionärer Druck zum Verlust der Flugfähigkeit bei Vögeln führte.

Der Flugverlust hat sich wiederholt entwickelt und findet sich bei 26 Vogelfamilien in 17 verschiedenen Ordnungen (ROFF 1994). Darüber hinaus legen neuere Studien nahe, dass die Gruppe der flugunfähigen Laufvögel/Ratiten (z.B. Strauße, Emus, Nandus, Kasuare und Kiwis), von denen lange angenommen wurde, dass sie von einem einzigen flugunfähigen Vorfahren stammen, eine polyphyletische Gruppe darstellen, die durch mehrere unabhängige Fälle von Flugverlust und konvergenter Evolution gekennzeichnet ist. Trotz der ubiquitären und evolutionären Bedeutung des Flugverlustes (WRIGHT et al. 2016) bleiben die zugrunde liegenden genetischen und molekularen Mechanismen unbekannt.

Um die genetischen und molekularen Mechanismen der Veränderungen der Gliedmaßen (Reduktion von Flügelgröße und Brustskelett) bei flugunfähigen Vögeln besser zu verstehen, hat ein Forscherteam um Alejandro Burga vom Howard Hughes Medical Institute der University of California (Los Angeles/USA) den klassischen Fall eines „kürzlich“, d.h. vor etwa zwei Millionen Jahren erfolgten Flugverlustes der Galapagosscharbe *Phalacrocorax harrisi* untersucht (BURGA et al. 2017).

Die Galapagosscharbe ist der einzige flugunfähige Kormoran unter etwa 40 vorhandenen Arten der Familie der Kormorane *Phalacrocoracidae*. Ihre gesamte Population mit etwas mehr als 1000 Individuen ist ent-



Früher wurde die Galapagosscharbe „Stummelkormoran“ genannt, im Englischen heißt sie einfach „Flightless Cormorant“.
Foto: Harro H. Müller

lang der Küsten der Isabela und Fernandina Inseln im Galapagos Archipel verteilt. Von ihr und ihren flugfähigen Verwandten wird im Gegensatz zu den seit mehr als 50 Millionen Jahren flugunfähigen Ratiten und Pinguinen (MITCHELL et al. 2014) angenommen, dass sie seit rund zwei Millionen Jahren sich einen gemeinsamen Vorfahren teilen (KENNEDY et al. 2009).

Dieser Kormoran ist größer und doppelt so schwer wie seine flugfähigen Verwandten, ein starker Schwimmer, der für seine „Mahlzeiten“ nach Fischen taucht, und er weist eine Reihe von Besonderheiten auf, die seine Morphologie aber auch seine individuelle Entwicklung betreffen. Er hat ein Paar kurzer Flügel, die kleiner sind als die ei-

nes anderen Kormorans. Die Unterarmknochen Elle und Speiche sind im Verhältnis zum Oberarmknochen unverhältnismäßig klein, aber im Gegensatz zu einigen Laufvögeln sind keine Zehen verschmolzen oder verloren gegangen. Ferner unterscheidet er sich von seinen flugfähigen Verwandten durch eine Verzögerung des Beginns mehrerer homologer Entwicklungsereignisse nach dem Schlüpfen (LIVEZEY 1992): verkürzte Schwingen/Flugfedern, unterentwickelte Brustmuskeln, einen schmalen Schädel und schmales Becken, einen überproportional langen Unterschenkelknochen und ein stark reduziertes Brustbein, der Befestigungsfläche für Flugmuskulatur. Als eine Besonderheit gegenüber der Ohrenscharbe *Phalacrocorax*

auritus vom amerikanischen Festland treten das Abfallen des Eizahnes und die Unabhängigkeit von der elterlichen Fürsorge teilweise später auf.

Das Forscherteam um Alejandro Burga (BURGA et al. 2017) hoffte im Vergleich des Erbguts der flugunfähigen Galapagosscharbe und dreier flugfähiger verwandter Kormoranarten, der Ohrenscharbe *Phalacrocorax auritus*, der Olivenscharbe *Phalacrocorax brasilianus* und der Meerscharbe *Phalacrocorax pelagicus*, genetische Varianten zu identifizieren, die zur Entwicklung von Flugunfähigkeit beigetragen haben.

Die Analyse des Erbguts der Galapagosscharbe zeigte nun, dass in den Genen Veränderungen stattgefunden haben. Als nächstes verwendeten die Forscher ein Programm, das in der Lage war zu bestimmen, ob die genetischen Veränderungen, die sie identifizierten, wahrscheinlich die Proteinstruktur und Proteinfunktion beeinflussen. Ihre Analysen führten zu einem Gen namens CUX1, das zuvor bei Hühnern mit verkürzten Flügeln in Verbindung gebracht wurde. Sie stellten fest, dass Galapagosscharben eine andere Version von CUX1 besaßen als ihre fliegenden Verwandten, und sahen eine Mutation in diesem Gen, die sie bei anderen Tieren noch nicht gesehen hatten.

Das Forscherteam bestätigte, dass die Änderungen am CUX1-Gen die Funktion des Proteins IFT122 veränderten, was wahrscheinlich die Flügelgröße beeinflusste, und fand heraus, dass die flugunfähigen Kormo-



Sie kann nicht fliegen, doch die Galapagosscharbe ist ein guter Schwimmer.

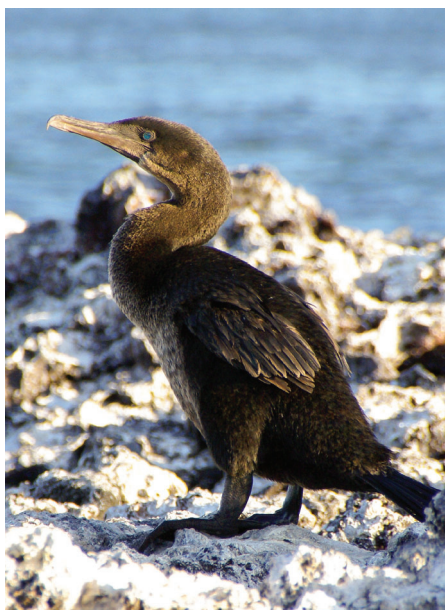
Foto: Putneymark

rane eine anomale Anzahl genetischer Mutation haben, die Zilien betreffen – kleine, haarähnliche Strukturen, die Ausstülpungen von Zellen sind, die etwa für die Kommunikation der Zellen untereinander notwendig sind von der normalen Entwicklung bis zur Fortpflanzung. Zilien spielen eine entscheidende Rolle beim Knochenwachstum, auch beim Menschen: so haben Menschen, die mit Skelett-Ziliopathien, sogenannte Knochenentwicklungsstörungen, geboren wurden, kürzere Gliedmaßen, überzählige Finger oder Zehen (Polydaktylie), verengte Brustkörbe und verkümmerte Rippenbögen – ebenso wie die Galapagosscharbe. Die Ergebnisse der Analyse legen nahe, dass das Gen CUX1 viele Aspekte von Zilien kontrolliert, von denen einige das Knochenwachstum beeinflussen.

Studien von KENNEDY et al. (2009) zur phylogenetischen Position der Galapagosscharbe kamen zu dem Ergebnis, dass dieser Kormoran verwandt ist mit dem Schwesterpaar des amerikanischen Festlands, der Ohrenscharbe *Phalacrocorax auritus* und der Olivenscharbe *Phalacrocorax brasilianus*. Die Galapagosscharbe ist somit ein neuer Ableger der Festlandsform, die später Flugunfähigkeit entwickelt hat. Zukünftige Studien werden untersuchen (BURGA et al. 2017), ob andere flugunfähige Vögel, wie z.B. der Strauß und der Kiwi, Mutationen mit dem Galapagos-Kormoran gemein haben und ob diese Gene Biologen helfen können, die Evolution und Gliedmaßenentwicklung besser zu verstehen.

Literatur

- BURGA, A., W. WANG, E. BEN-DAVID, P. C. WOLF, A. M. RAMEY, C. VERDUGO, K. LYONS, P. G. PARKER & L. KRUGLYAK (2017): A genetic signature of the evolution of loss of flight in the Galapagos cormorant. – Science 356/3641.
- DARWIN, C. (1859): On the Origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. John Murray, London.
- KENNEDY, M., C. A. VALLE & H. G. SPENCER (2009): The phylogenetic position of the Galápagos Cormorant. – Molecular Phylogenetics and Evolution 53/1: 94–98.
- LIVEZEY, B. C. (1992): Flightlessness in the Galápagos cormorant (*Compsohalieus [Nannopterum] harrisi*): Heterochrony, gigantism, and specialization. – Zool. J. Linn. Soc. 105: 155–224.
- MITCHELL, K. J., B. LLAMAS, J. SOUBRIER, N. J. RAWLENCE, T. H. WORTHY, J. WOOD, M. S. Y. LEE & A. COOPER (2014): Ancient DNA reveals elephant birds and kiwi are sister taxa and clarifies ratite bird evolution. – Science 344:898–900.
- ROFF, D. A. (1994): The evolution of flightlessness: Is history important? – Evol. Ecol. 8: 639–657.
- WRIGHT, N. A., D. W. STEADMAN & C. C. WITT (2016): Predictable evolution toward flightlessness in volant island birds. – Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 113: 4765–4770.



Die Zugehörigkeit zur Familie der Kormorane ist unverkennbar. Foto: Putneymark



Die Galapagosscharbe brütet ausschließlich auf den Inseln Isabela und Fernandina im Galapagos-Archipel. Foto: Harro H. Müller

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.](#)

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [39_1_2018](#)

Autor(en)/Author(s): Hartwig Eike

Artikel/Article: [Warum sie trotz Flügeln nicht fliegen kann: die Galapagosscharbe 46-47](#)