

Die Gegenvögel der Kreide – Vögel 1.0

Ein neu entdecktes Vogelfossil aus der Gruppe der Gegenvögel weist mit einer kurzen Schnauze und einem sehr langen Zungenbeinapparat eine bisher unbekannte Merkmalskombination auf. Wahrscheinlich besaß die neue Art *Brevirostruavis macrohyoideus* eine lange, herausstreckbare Zunge, ähnlich der Zunge von Kolibris und Spechten. *Brevirostruavis* erweitert die bereits große Vielfalt von Gegenvögeln, die plötzlich im Fossilbericht auftaucht. Ein aktuelles Cladogramm der Gegenvögel weist anstelle gabeliger Verzweigungen fast nur Vielfachverzweigungen auf – zusammen mit dem plötzlichen fossilen Auftreten ist das evolutionstheoretisch problematisch. Die sehr unterschiedliche Vogelfauna in Kreide und Tertiär ist aber auch für bestimmte Ansätze der Schöpfungslehre eine Herausforderung.

Reinhard Junker

Zu den eigenartigen Befunden des Fossilberichts gehört die ausgeprägte Unterschiedlichkeit der Vogelwelt der Kreide (145–66 Millionen radiometrische Jahre, MrJ) im Vergleich zur Vogelfauna des Tertiärs (66–2,6 MrJ). Man könnte von „Vögeln 1.0“ und „Vögeln 2.0“ sprechen. Obwohl die Gestalten der Vögel beider Faunen äußerlich teilweise recht ähnlich sind, gibt es deutliche Unterschiede im Skelettbau. Die meisten Vogelarten aus der Kreide werden zu zwei großen Gruppen gestellt, den Ornithuromorpha („Vogelschwänze“ und verwandte Formen) und den Enantiornithes („Gegenvögel“). Die Bezeichnung „Ornithuromorpha“ nimmt Bezug auf den fächerförmigen Schwanz, wie er auch bei den heute lebenden Vögeln ausgebildet ist. Für die Bezeichnung „Gegenvögel“ gibt es in der Fachliteratur keine einheitliche Begründung. 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 Rabenbein (FEDUCIA 2012). Bei den Gegenvögeln sind Gelenkkopf und Gelenkpfanne im Vergleich zu allen anderen Vögeln sozusagen vertauscht. Es erscheint unmöglich, dass die beiden anatomischen Ausprägungen evolutiv von einer Form zur anderen überführt werden könnten. Aus den Ornithuromorpha sollen die heutigen Vögel (Neornithes) hervorgegangen sein, während die Gegenvögel am Ende der Kreide ausgestorben sind. Beide Gruppen treten in der unteren Kreide fossil plötzlich in großer Vielfalt auf, darunter auch Formen mit Merkmalen, die als „abgeleitet“ („höherentwickelt“) eingestuft werden.¹ Die beiden Vogelgruppen reihen sich damit in die zahlreichen Fälle eines plötzlichen fossilen Auftretens von Organismengruppen ein. Abb. 1 zeigt die systematische Stellung der Gegenvögel.

Die beiden Vogelgruppen reihen sich in die zahlreichen Fälle eines plötzlichen fossilen Auftretens von Organismengruppen ein.

Gegenvögel

Im Folgenden sollen die Gegenvögel etwas näher betrachtet werden. Neben den bereits beschriebenen Merkmalen weisen sie weitere Besonderheiten auf: Die Knochen haben im Vergleich mit anderen Vögeln ein einzigartiges Muster in ihrer Gewebestruktur; sie zeigen zyklische Pausen beim Knochenwachstum – ein Muster, das weder bei heutigen Vögeln noch bei den mutmaßlichen Vorläufern der Gegenvögel vorkommt (CHIAPPE 1995, 352f.). Im Schädelbereich waren einige „primitive“ Merkmale ausgebildet, z. B. weniger Knochenverwachsungen oder ein ungegabelter Unterkieferknochen (O’CONNOR & CHIAPPE 2011, 135). Auch im Fußbereich sind die Knochenverwachsungen meist geringer.² Die meisten Gegenvögel waren bezahnt, z. T. war die Anzahl der Zähne reduziert; wenige waren ganz unbezahnt. Ihre Zähne sind nicht gezackt und haben eine eingeschnürte Basis (PADIAN & CHIAPPE 1998, 27). Sie besaßen einen langen, fleischigen Schwanz mit einem verlängerten Pygostyl (verwachsene letzte Wirbel).

Abb. 1 Vereinfachte Systematik der Wirbeltierklasse der Vögel (Avialae) mit Gegenvögeln (Enantiornithes) und Ornithuromorpha, zu denen auch die heute lebenden Vögel gehören und die als einzige Gruppe der Vögel bis heute überlebt haben. Die Position einzelner Gattungen ist im Fluss. (Eigene Darstellung auf der Basis der Cladogramme von WANG et al. 2015 und MAYR 2017)

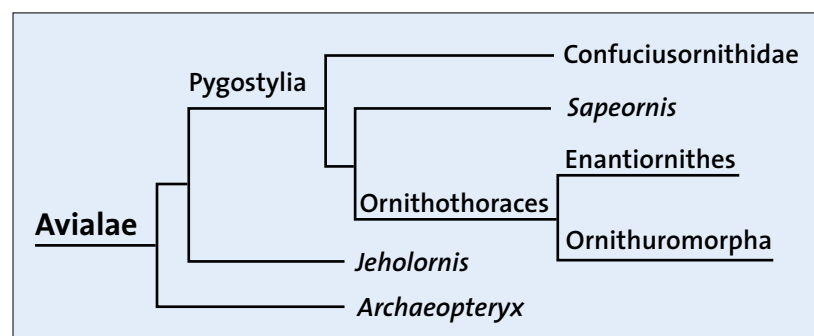




Abb. 2 Rekonstruktion von *Brevirostruavis macrohyodeus*. (Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences.)

Eine Besonderheit ist auch, dass der sogenannte Dreiknochenkanal³ anders geformt ist als bei modernen Vögeln (FEDUCCIA 2001, 142). Die Flugfähigkeiten der Gegenvögel gelten als vergleichbar denen heutiger Vögel (SANZ et al. 2002, NAVALÓN et al. 2015, 6⁴). Bei den Gegenvögeln sind sehr verschiedene Flugstile sowie Flügel- und Beinformen in einer den heutigen Vögeln vergleichbaren Vielfalt ausgebildet (WALKER & DYKE 2009, 17; vgl. CHIAPPE & DYKE 2002, 105f., 111⁵), ebenso sind verschiedene ökologische und morphologische Typen bekannt. Die Größe der Arm- und Handschwingen war heutigen Taxa vergleichbar, auch ein Daumenfittich war ausgebildet (O’CONNOR et al. 2011, 58). Die bekannten Vorderextremitäten-Proportionen der Gegenvögel fallen in den Bereich heutiger Taxa. Diese Vögel umfassten also wahrscheinlich die gesamte Bandbreite der Flugstile der heutigen Vögel (DYKE & NUDDS 2009, 251).

Die Gegenvögel bestanden aus über 50 Gattungen und waren weltweit verbreitet. Sie waren oft nur spatzen groß und erreichten Größen bis 30 cm. Die evolutionären Beziehungen zwischen den Taxa der Gegenvögel sind wenig geklärt und kaum verstanden (WALKER & DYKE 2009, 17). In einem neueren Cladogramm (Abb. 3) sind fast alle Knotenpunkte zusammengefallen – eine Auswirkung des verbreiteten Vorkommens von Merkmalswidersprüchen, die als Konvergenzen (d. h. Merkmale von unabhängiger Evolution ohne gemeinsame Abstammung) interpretiert werden (O’CONNOR et al. 2017, 52; LI et al. 2021).

Brevirostruavis – Gegenvogel mit langer Zunge

Die Vielfalt der Gegenvögel wird seit Kurzem durch eine weitere ungewöhnlich spezialisierte Art erweitert (Abb. 2). Eine neu entdeckte Art weist Merkmale des Kiefers auf, die den Besitz einer langen Zunge nahelegen (LI et al. 2021). Die neue Art wurde *Brevirostruavis macrohyodeus*

genannt, was so viel bedeutet wie „Vogel mit kurzer Schnauze und langer Zunge“. Der etwa starengroße Vogel besaß lange Krallen, was zusätzlich zu den Proportionen seiner Zehenknochen nach Ansicht der Autoren darauf hindeutet, dass er in Bäumen lebte. Die Namensgebung ist durch eine ungewöhnliche Kombination von Merkmalen im gut erhaltenen Schädelbereich motiviert, die bisher bei keiner anderen lebenden oder ausgestorbenen Vogelart bekannt war: einerseits eine auffallend kurze schnabelartige Schnauze mit kleinen Zähnen, andererseits ein extrem langer Zungenbeinapparat, der kaum kürzer als der Schädel ist. Ein solch langer Zungenbeinapparat kommt bei heutigen Vögeln vor, die eine lange Zunge besitzen, nämlich bei Spechten und Kolibris (vgl. Abb. 3). Die Wissenschaftler schließen daraus, dass auch *Brevirostruavis* eine lange, herausstreckbare Zunge besaß, auch wenn sein kurzer Schnabel dazu nicht passend erscheint, und er sich dementsprechend wahrscheinlich auf spezialisierte Weise ernährte. Denkbar wäre ein Einsatz der Zunge wie bei Spechten, um Insekten aus Löchern im Holz zu ergattern oder um an nektarähnliche Flüssigkeiten von Pflanzen zu gelangen.

Die Forscher analysierten auch die evolutionäre Position von *Brevirostruavis* und fanden heraus, dass diese Gattung zu keiner der Hauptgruppen der Gegenvögel passt. Erneut zeigt sich, dass das Cladogramm der Gegenvögel wegen vieler Konvergenzen kaum in interne Verwandtschaftsgruppen unterteilt werden kann und eine ausgeprägte Vielfachverzweigung (Polytomie) bildet (LI et al. 2021, 6). Zu den Konvergenzen gehört auch die Verlängerung des Zungenbeinapparats, die unter den Gegenvogel-Arten ebenfalls bei *Sulcavis* vorkommt (LI et al. 2021, 2).

Brevirostruavis passt zu keiner der Hauptgruppen der Gegenvögel.

Diskussion

Der neue Fund unterstützt bisherige systematische Befunde: Er vergrößert die ausgeprägte Vielfalt der Gegenvögel, die im Fossilbericht plötzlich in der Unterkreide (vor ca. 130 bis 120 MrJ) auftauchen. Und er bestätigt das Fehlen eines einigermaßen stimmigen Stammbaums (Abb. 4). Dass ein Konsensbaum kaum gabelige Verzweigungen aufweist, ist ein klares Indiz für eine unsystematische Verteilung von Merkmalen unter den verschiedenen Taxa. Daraus folgt, dass die Merkmalsverteilung sich nicht baumförmig darstellen lässt. Beide systematische Befunde widersprechen evolutionstheoretischen Erwartungen einer schrittweisen



Entstehung und Aufzweigung. Und beide lassen sich leichter im Rahmen eines Schöpfungsmodells deuten. Denn plötzliches fossiles Erscheinen kann als Indiz dafür gewertet werden, dass die betreffenden Gattungen in fertiger Form ins Dasein gekommen sind. Und das Fehlen einer ausgeprägten Baumstruktur in Cladogrammen spricht für freie Kombinierbarkeit von Merkmalen, was ein Schöpfungsindiz ist. Ein Schöpfer ist nämlich frei, Merkmale beliebig zu kombinieren, dagegen ist Evolution an natürlich ablaufende Prozesse gebunden (nicht umsonst erwartet man evolutionstheoretisch einen Stammbaum und keine Vielfachgabelungen).

Das Fehlen einer ausgeprägten Baumstruktur in Cladogrammen spricht für freie Kombinierbarkeit von Merkmalen – ein Schöpfungsindiz.

Andererseits haben diejenigen Schöpfungsmodelle, welche eine gleichzeitige Erschaffung von Grundtypen zugrunde legen, ebenfalls mit einem schwerwiegenden Problem zu kämpfen. Es fehlt eine Erklärung dafür, warum die Vogelwelt der Kreide auffällig anders gebaut ist als die des darauffolgenden Tertiärs. Eine biogeographische Erklärung (d. h. auf der Basis der geographischen Verteilung) bietet sich nicht an, da die jeweiligen Vogelgruppen weltweit auf (fast) allen Kontinenten verbreitet sind. Warum die Gegenvögel am Ende der Kreide ausgestorben sind, ist für alle Ursprungsmodelle unbekannt. Für O'CONNOR et al. (2011, 59) ist das „eines der großen Rätsel der Paläontologie der Vögel“.

Anmerkungen

¹ „Although still showing a suite of primitive skeletal traits, even the earliest enantiornithines (i.e., *Protopteryx fengningensis*) had already developed forelimb elements of modern proportions, a carinate sternum, and an advanced pectoral girdle including a triosseal canal for the passage of flight muscles, all of which suggest active flapping flight and a wing stroke similar to that of present-day birds“ (NAVALÓN 2015, 6).

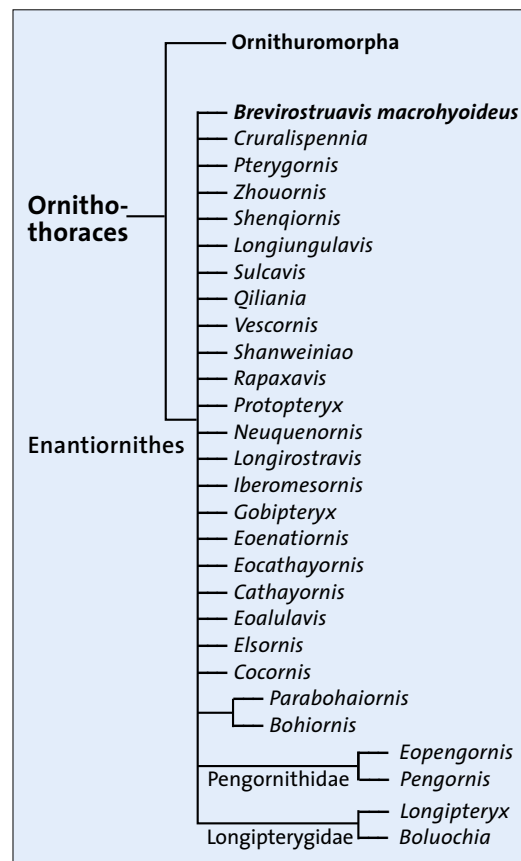


Abb. 3 Links: Der Carolinaspecht (*Melanerpes carolinus*) zeigt seine Zunge. Rechts: Weibchen des Rubinkehlkolibris (*Archilochus colubris*) mit herausgestreckter Zunge. (Beide Fotos: Pixabay)

Abb. 4 Phylogenetische Position von *Brevirostruavis macrohyoideus* im Konsensusbaum der Enantiornithes nach der Analyse von Li et al. (2021). Der Konsensusbaum fasst alle phylogenetischen Bäume zusammen. Weisen diese viele Merkmalswidersprüche auf, kommt es zu Polytomien (Vielfachverzweigungen).

„... by the Early Cretaceous, enantiornithines were already incredibly diverse in form and function“ (O'CONNOR & CHIAPPE 2011, 154).

² O'CONNOR et al. (2011, 57f.) halten es allerdings für möglich, dass es sich um ontogenetische Stadien der Individualentwicklung handelt.

³ Zwischen Furcula, Rabenbein (Coracoid) und Schulterblatt befindet sich bei Vögeln eine Lücke, das Foramen triosseum (Dreiknochenkanal, triosseal canal), durch die eine starke Sehne verläuft, die den kleinen Brustmuskel (M. supracoracoideus) mit dem Oberarmknochen verbindet. Dieses System ist für die Hebung des Flügels verantwortlich.

⁴ „... these primitive avians had achieved aerodynamic competence comparable to those of many modern birds“ (NAVALÓN 2015, 6).

⁵ „Their flight apparatus approaches that of their living counterparts in proportions and shares with them several derived characters (e.g., alula, mobile scapulocoracoid articulation, narrow interclavicular“ (CHIAPPE & DYKE 2002, 105f.). „These birds had modern wing configurations with the ulna-radius the longest segment, much shorter fingers (yet still clawed), and an alula ...“ (ebd., 111).

- ⁶ Der Konsensbaum ist ein Cladogramm, der die (ggf. widersprüchlichen) Verzweigungsinformationen aller vorliegenden Cladogramme der betreffenden Organismengruppe zusammenfasst.

Literatur

- CHIAPPE LM (1995) The first 85 million years of avian evolution. *Nature* 379, 349–355.
- CHIAPPE LM & DYKE GJ (2002) The mesozoic radiation of birds. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33, 91–124.
- DYKE GJ & NUDDS RL (2009) The fossil record and limb disparity of enantiornithines, the dominant flying birds of the Cretaceous. *Lethaia* 42, 248–254.
- FEDUCCIA A (2001) The problem of bird origins and early avian evolution. *J. Ornithol.* 142 Sonderheft 1, 139–147.
- FEDUCCIA A (2012) The riddle of the feathered dragons: Hidden Birds of China. Yale University Press.
- LI Z, WANG M, STIDHAM TA, ZHOU Z & CLARKE J (2021) Novel evolution of a hyper-elongated tongue in a Cretaceous enantiornithine from China and the evolution of the hyolingual apparatus and feeding in birds. *J. Anat.*, doi:10.1111/joa.13588.
- MAYR G (2017) Pectoral girdle morphology of Mesozoic birds and the evolution of the avian supracoracoides muscle. *J. Ornithol.* 158, 859–867.
- NAVALÓN G, MARUGÁN-LOBÓN J, CHIAPPE LM, SANZ JL & BUSCALIONI A (2015) Soft-tissue and dermal arrangement in the wing of an Early Cretaceous bird: Implications for the evolution of avian flight. *Sci. Rep.* 5:14864, doi:10.1038/srep14864.
- O’CONNOR JK & CHIAPPE LM (2011) A revision of enantiornithine (Aves: Ornithothoraces) skull morphology. *J. Syst. Palaeont.* 9, 135–157.
- O’CONNOR J, CHIAPPE LM & BELL A (2011) Pre-modern birds: Avian divergences in the Mesozoic. In: DYKE G & KAISER G (eds) *Living Dinosaurs: The Evolutionary History of Modern Birds*. John Wiley & Sons, pp 39–114.
- O’CONNOR JK, ZHENG XT, HU H, WANG XL & ZHOU ZH (2017) The morphology of *Chiappeavis magnapremaxillo* (Pengornithidae: Enantiornithes) and a comparison of aerodynamic function in Early Cretaceous avian tail fans. *Vertebr. Palasiatica* 55, 41–58.
- PADIAN K & CHIAPPE LM (1998) The origin and early evolution of birds. *Biol. Rev.* 73, 1–42.
- SANZ JL, PÉREZ-MORENO BP, CHIAPPE LM & BUSCALIONI AD (2002) The birds from the Lower Cretaceous of Las Hoyas (Province of Cuenca, Spain). In: CHIAPPE LM & WITMER LM (eds) *Mesozoic birds: Above the heads of dinosaurs*. Berkeley, Los Angeles, London: University California Press, pp 209–229.
- WALKER CA & DYKE GJ (2009) Euenantiornithine birds from the Late Cretaceous of El Brete (Argentina). *Irish J. Earth Sci.* 27, 15–62.
- WANG M, LI D et al. (2015) Second species of enantiornithine bird from the Lower Cretaceous Changma Basin, northwestern China with implications for the taxonomic diversity of the Changma avifauna. *Cret. Res.* 55, 56–65.
- WANG M, LLOYD GT, ZHANG C & ZHOU Z (2021) The patterns and modes of the evolution of disparity in Mesozoic birds. *Proc. R. Soc. B* 288: 20203105; doi:10.1098/rspb.2020.3105.