



Serikornis – Dinosaurier mit halbfertigen Federn?

Die kürzlich beschriebene Dinosaurier-Gattung *Serikornis* besaß sowohl flaumartig-büschelige als auch einfach gefiederte Körperanhänge. Die Deutung als Zwischenform, die zu Vögeln überleitet, ist dennoch problematisch. Das Merkmalsmosaik von *Serikornis* ist evolutionstheoretisch unerwartet und wesentliche Fragen zur Entstehung flugtauglicher Federn kann das Fossil nicht klären.

Reinhard Junker

Abb. 1 Rekonstruktion von *Serikornis*. Zeichnung: Emily WILLOUGHBY. (CC BY-SA 4.0)

Die Serie interessanter Fossilfunde von Vögeln und Dinosauriern, die in die Nähe der Vögel gestellt werden, reißt nicht ab. In den letzten Jahren gab es dabei einige Überraschungen. Statt passender Bindeglieder wurden Formen entdeckt, die unerwartete Merkmalsmosaiken aufwiesen, wie z.B. *Yi qi* (mit einer fledermausartigen Flughaut) oder *Chilesaurus* oder andere, deren Merkmale oder Fähigkeiten „moderner“ waren als bis dahin angenommen (z.B. bei *Anchiornis* oder *Confuciusornis*).

Im Sommer des letzten Jahres wurde eine neue fossile Gattung beschrieben, die in einem wichtigen Merkmal evolutionstheoretischen Erwartungen teilweise entspricht, wenn man einen evolutionären Übergang von Dinosauriern zu Vögeln annimmt (was der Auffassung der klaren Mehrheit der Paläontologen entspricht). Die Rede ist von einem nahezu vollständig erhaltenen Exemplar der Art *Serikornis sungei* aus der Gruppe der sogenannten Paraves (Abb. 1). Die

Bezeichnung „Paraves“ kann man mit „neben den Vögeln“ übersetzen. Diese Gruppe umfasst eine recht bunte Mischung von zweibeinigen sich fortbewegenden Gattungen aus verschiedenen Familien, deren Verwandtschaftsbeziehungen oft unklar sind und entsprechend kontrovers diskutiert werden. Entdeckt wurde die neue Gattung in der oberjurassischen Tiaojishan-Formation (Liaoning-Provinz, China), in der schon andere Gattungen der Paraves gefunden wurden, darunter mit *Anchiornis* auch eine vierflügelige Gattung mit eindeutig flächigen Federn; nach neueren Erkenntnissen konnte *Anchiornis* wahrscheinlich recht gut fliegen (WANG et al. 2017). *Serikornis* war etwa 60 cm groß und damit so groß wie ein Fasan, vermutlich ein Waldbewohner, der wahrscheinlich auch auf niedriges Geäst klettern konnte (wofür die Existenz stark gebogener Klauen sprechen könnte) (LEFÈVRE et al. 2017, 11).

Das evolutionstheoretisch interessanteste Merkmal von *Serikornis* ist der Besitz von unter-

schiedlich gestalteten flaumigen oder fiederigen Körperanhängen, die den ganzen Körper, auch Beine und Füße bis zu den Fußphalangen bedeckten (LEFÈVRE et al. 2017). Neben Regionen mit flaumartigen, unverzweigten und dünnen, büscheligen Haaren (evolutionstheoretisch als „Protofedern“ bezeichnet, die man aber nicht unbedingt als „Federn“ bezeichnen muss) sind an den Armen, Beinen, auf dem Rücken und am Ende des Schwanzes auch flächig-fiederige Anhänge mit zentraler Achse (Schaft) überliefert, die man als einfach gebaute Federn interpretieren kann; *Serikornis* war also sozusagen vierflügelig. Die Vorderflügel waren mit mehreren Lagen relativ kurzer, schlanker, symmetrischer und wenig differenzierter federartiger Anhänge besetzt (eine ähnliche Situation wie bei *Anchiornis*, bei dem aber wie angemerkt echte Federn ausgebildet waren). Die Autoren erwähnen auch ein großes Propatagium (Flughaut); dessen Existenz scheint aber nur indirekt erschlossen und nicht fossil nachgewiesen zu sein (LEFÈVRE et al. 2017, 7). Schwung- und Deckfedern – wenn man von „Federn“ sprechen möchte – sind nicht unterscheidbar (anders als beim „Urvogel“ *Archaeopteryx*, bei der vierflügeligen Gattung *Microaptor*, bei *Confuciusornis* und bei modernen Vögeln).

Aufgrund der sehr guten Erhaltung und der erkennbaren feinen Details kann man nach Auffassung der Beschreiber ausschließen, dass Federstrahlen (Bogen- und Hakenstrahlen) ausgebildet waren. Das System aus Federstrahlen ist zwingend notwendig für die Flugfähigkeit; sonst kann der Luft nicht genügend Widerstand entgegengesetzt werden. Vermutlich waren die Federn zudem nicht leicht und nicht steif genug, um ausreichend Schub zu erzeugen.

Ob man von Federn oder von gefiederten Haaren sprechen will, ist Definitionssache; es fehlen wesentliche Merkmale flugtauglicher Federn.

Darüber, wie die Anhänge im Körper verankert waren, ist offenbar nichts bekannt; die Autoren äußern sich nicht dazu. Damit besteht über ein wichtiges Kennzeichen echter Federn Unklarheit. Ob man also von Federn oder von gefiederten Haaren sprechen will, ist Definitionssache; jedenfalls fehlen wesentliche Merkmale flugtauglicher Federn.¹ Die flächigen Federn waren klein, schlank und symmetrisch (ein weiteres Kennzeichen für das Fehlen von Flugtauglichkeit).

Da die Körperanhänge also mit großer Wahrscheinlichkeit nicht für Flugzwecke genutzt werden konnten und auch die Fähigkeit zum Gleitflug wahrscheinlich nicht gegeben war –

allenfalls könnten die Federn bei einem Sturzflug bremsend gewirkt haben –, stellt sich die Frage nach ihrer Funktion. Die Forscher diskutieren Isolierung (Thermoregulation) und Zurschau-stellung („display“, für die Balz); erst später seien die „Federn“ für den Flug kooptiert worden.

Auch der Skelettbau zeigt keine Anpassung an einen Flug und spricht für ein Leben am Boden. Insbesondere waren die Vorderextremitäten viel zu kurz für eine Flugfunktion. Die für einen Flügelschlag erforderlichen Bewegungen waren aufgrund der geraden Form von Elle und Speiche kaum möglich; die Beinmerkmale sprechen für eine Fortbewegung als Läufer (LEFÈVRE et al. 2017, 10f.).

Diskussion

Kann *Serikornis* als Bindeglied zwischen „noch nicht“ flugfähigen befiederten Dinosauriern und Vögeln interpretiert werden? LEFÈVRE et al (2017, 8) sehen das – wenig überraschend – genau so. Dafür werden zwei Befunde ins Feld geführt: Die einfach gefiederten Anhänge und das stratigraphische Alter (die Position im geologischen System). Die Körperanhänge von *Serikornis* kommen im Vergleich zu den Körperanhängen von Gattungen mit „Dino-Flaum“ (flaumige, faserige oder büschelige haarartige Anhänge) echten Federn strukturell am nächsten. Und *Serikornis* gehört zu den geologisch ältesten Gattungen mit „Dino-Flaum“. Diese Punkte gehen an evolutionstheoretische Deutungen. Doch es gibt auch widersprechende Befunde, die im Folgenden genannt werden sollen.

Selektionsdrücke

Serikornis ist in einem evolutionstheoretischen Rahmen schwer einzuordnen. Die Merkmalskombination aus einfachen Federn, befiederten Beinen, kurzen Vorderextremitäten und Merkmalen, die auf ein Bodenleben hinweisen, ist evolutionstheoretisch unerwartet. Denn für einen Bodenstart eines schnellen Läufers sind befiederte Beine nachteilig; für den Baumstart passen die kurzen Vorderextremitäten und das Leben auf dem Waldboden nicht. Problematisch sind die Selektionsdrücke, ohne die evolutionstheoretische Modellierungen kaum auskommen², und zwar in zweierlei Hinsicht: 1. Welcher Selektionsdruck könnte die Art der Befiederung bei *Serikornis* begünstigt haben? 2. Wie könnte es Richtung Flugfähigkeit weitergegangen sein? Für eine Schaufunktion (Balz) und Thermoregulation erscheinen die fiederigen Anhänge und die Art ihrer Anordnung auf der Körperoberfläche nicht notwendig zu sein;

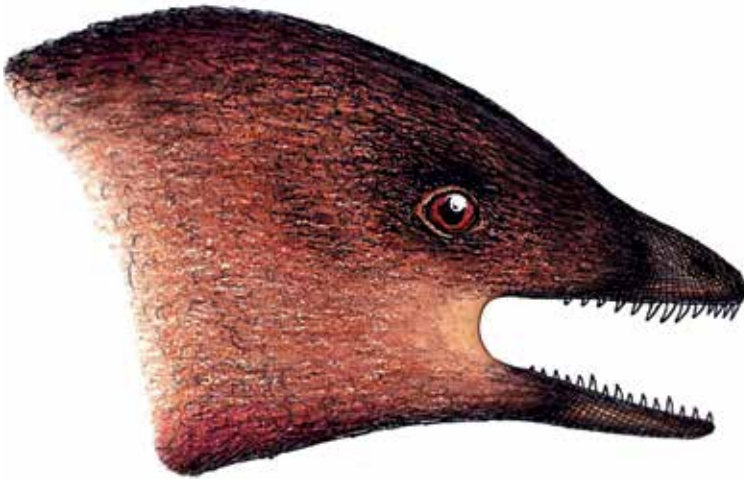


Abb. 2 Rekonstruktion des Kopfes von *Serikornis*. Bildbreite ca. 6 cm. Zeichnung: Danny CICCHETTI. (CC BY-SA 4.0)

sexuelle Selektion als Erklärung ist ein Notbehelf. Selektion auf *zukünftige* Flugfähigkeit ist nicht möglich, da auf potenziellen zukünftigen Nutzen nicht ausgelesen werden kann. *Serikornis* ist aus diesen Gründen als Startpunkt für spätere Flugfähigkeit wenig überzeugend.

In einem nicht-evolutionären Deutungsrahmen entfällt die Frage nach Selektionsdrücken, die eine erstmalige Entstehung begünstigt haben könnten. Arten müssen einfach nur überlebensfähig sein, während sich die Frage nach der Überlebensfähigkeit hypothetischer Vor- oder Zwischenformen gar nicht stellt, weil diese nicht benötigt werden. Außerdem müssen nicht alle Merkmale unbedingt unter dem Zweckmäßigkeitsaspekt gesehen werden, es können auch Schönheit oder Phantasieerichtum eine Rolle spielen (hier wird wie oben angedeutet evolutionstheoretisch mit sexueller Selektion argumentiert).

Von *Serikornis*-„Federn“ zu flugtauglichen Federn

Der Schritt zu flugtauglichen Federn wäre von *Serikornis* ausgehend immer noch enorm. Die einfache Fiederung bringt – gemessen an den zahlreichen Anforderungen für Flugtauglichkeit – gegenüber einfachen oder büscheligen Haaren kaum etwas. Zur Flugtauglichkeit gehören das ausgefeilte Bogen-/Hakenstrahlen-System, eine geeignete Verankerung im Körper mit der Fähigkeit der Federbewegung (das ist bei *Serikornis* unbekannt, s. o.), vielfältige Steuerungsmechanismen und vieles mehr (vgl. JUNKER 2016).

Vielfalt von Oberjura-Formen

Aus dem Oberjura stammt bekanntlich auch *Archaeopteryx*, der „moderne“ Federn besaß (dessen Flugfähigkeit aber umstritten ist). Die Juraschichten, in denen er geborgen wurde, sind allerdings

stratigraphisch relativ jünger als die Schichten der chinesischen Tiaojishan-Formation; *Serikornis* ist stratigraphisch älter (s. o.). Aus diesen Schichten und anderen etwa gleich alten Schichten Chinas stammt eine ganze Reihe verschiedener echt befiederter Formen wie z. B. der oben erwähnte *Anchiornis*, die kletternden Scansoriopterygiden, die Gattung *Pedopenna* mit langen symmetrischen Konturfedern, die an ganzer Länge am Mittelfuß ansetzen (bei dieser Gattung sind nur die Hinterbeine fossil überliefert (XU & ZHANG 2005)), und weitere Gattungen; sie tauchen in ihrer Vielfalt recht plötzlich auf, und ihre Merkmalsmosaike können nicht ohne Weiteres in ein evolutionstheoretisches System gebracht werden. Entsprechend zeigt das von LEFÈVRE et al. veröffentlichte Cladogramm zahlreiche Konvergenzen bzw. Merkmalswidersprüche und es unterscheidet sich von zuvor publizierten Cladogrammen.

Vermutlich ist über die Lebensweise und die Ökologie von *Serikornis* wie auch von anderen fossilen Formen, die zu den Paraves gestellt werden, einfach zu wenig bekannt, um sich einen klaren Reim auf die Merkmalskombinationen dieser Gattungen machen zu können. In gewisser Hinsicht erinnert *Serikornis* an die flugunfähigen Kiwis, die ebenfalls einfach gefiederte Körperanhänge – Federn ohne Federstrahlen – haben, die als rückgebildet interpretiert werden. Es spricht zwar einiges dafür, dass *Serikornis* auf dem Waldboden lebte, doch die Beinbefiederung erscheint dafür eher hinderlich. Aber auch für ein Klettern sind Federn an den Beinen nicht förderlich. Wie hat *Serikornis* also gelebt? Hier muss wohl einiges offen bleiben.

Anmerkungen

- 1 CHUONG et al. (2003) definieren Federn als komplexe Integumentanhänge, die hierarchisch verzweigt sind, aus Rachis, Federästen und Federstrahlen bestehen und aus einem Follikel heraus wachsen und besondere biochemische, morphologische und entwicklungsbiologische Eigenschaften besitzen.
- 2 Evolution ohne Selektion wäre noch problematischer, weil in diesem Fall davon ausgegangen werden müsste, dass sich Voraussetzungen für die Flugfähigkeit latent zufällig entwickelt hätte, was angesichts der Fülle der dafür erforderlichen Voraussetzungen völlig unglaublich wäre.

Literatur

- CHUONG CM, WU P, ZHANG FC, XU X, YU M, WIDELITZ RB, JIANG TX & HOU L (2003) Adaptation to the sky: Defining the feather with integument fossils from Mesozoic China and experimental evidence from molecular laboratories. *J. Exp. Zool.* 298B, 42–56.
- GODEFROIT P, CAU A, HU DY, ESCUILLIÉ F, WU W & DYKE G (2013a) A Jurassic avialan dinosaur from China resolves the early phylogenetic history of birds. *Nature* 498, 359–362.

- GODEFROIT P, DEMUYNCK H, DYKE G, HU D, ESCUILLIÉ F & CLAEYS P (2013b) Reduced plumage and flight ability of a new Jurassic paravian theropod from China. *Nat. Comm.* 4:1394, 1–6, doi:10.1038/ncomms2389.
- HU D, HOU L, ZHANG L & XU X (2009) A pre-*Archaeopteryx* troodontid theropod from China with long feathers on the metatarsus. *Nature* 461, 460–463.
- JUNKER R (2016) Vogelfedern und Vogelflug. Was Evolutionshypothesen erklären müssten. *Stud. Integr. J.* 23, 75–82.
- LEFÈVRE U, CAU A, CINCOTTA A, HU D, CHINSAMY A, ESCUILLIÉ F & GODEFROIT P (2017) A new Jurassic theropod from China documents a transitional step in the macrostructure of feathers. *Sci. Nat.* 104:74.
- PICKRELL J (2017) New feathered dinosaur had four wings but couldn't fly. <https://news.nationalgeographic.com/2017/08/feathered-dinosaur-four-wings-species-serikornis-science/>
- WANG X, PITTMAN M, ZHENG X, KAYE TG, FALK AR, HARTMAN SA & XU X (2017) Basal paravian functional anatomy illuminated by high-detail body outline. *Nat. Comm.* 8:14576, doi: 10.1038/ncomms14576.
- XU X, YOU H, DU K & HAN F (2011) An *Archaeopteryx*-like theropod from China and the origin of Avialae. *Nature* 475, 465–470.
- XU X & ZHANG F (2005) A new maniraptoran dinosaur from China with long feathers on the metatarsus. *Naturwissenschaften* 92, 173–177.

Merkmalsnetz statt Stammbaum

Neues Vernetzungsmodell in der Paläanthropologie ähnelt Verwandtschaftsverhältnissen im Grundtyp Mensch

Eine neue Untersuchung des Schädels von Dali aus China hat eine einmalige Kombination von modernen Merkmalen im Gesichtsskelett und archaischen Merkmalen im Bereich des Hirnschädels erbracht. Auch andere Schädel früher Menschen weisen solche einmaligen Merkmalskombinationen auf. Diese Befunde deuten zusammen mit Ergebnissen genetischer Studien auf komplexe Verwandtschaftsverhältnisse des Frühmenschen hin. Die neuen Vernetzungsmodelle lösen die Stammbäume in der Paläanthropologie ab und ähneln den Verwandtschaftsverhältnissen im Grundtyp Mensch der Schöpfungslehre.

Michael Brandt

Einleitung

Nach der klassischen Sicht der Evolution des modernen *Homo sapiens* evolvierte der früheste unbestritten echte Mensch *Homo erectus* vor mehr als zwei Millionen radiometrischen Jahren (rJ) in Afrika¹ und breitete sich vor ca. 1,9 Millionen rJ nach Eurasien aus. In Afrika soll einige Zeit vor 600.000 rJ aus *Homo erectus* die neue Spezies *Homo heidelbergensis* entstanden sein, deren älteste bekannte Überreste in Äthiopien entdeckt wurden. Vor ca. 600.000 rJ wanderte der *Homo heidelbergensis* aus Afrika nach Eurasien ein. *Homo heidelbergensis* evolvierte nach dieser Sicht in Asien in den Denisova-Menschen und in Europa in den Neandertaler vor ca. 430.000 rJ. auf ca. 900.000–125.000 Jahre radiometrisch datierte chinesische fossile Menschen mit einer Mischung von archaischen und modernen Merkmalen könnten vom *Homo heidelbergensis* aus Afrika abstammen.

Der moderne *Homo sapiens* entstand demnach in Afrika vor ca. 200.000 rJ und wanderte später nach Eurasien ein. Er erreichte den Mittleren Osten vor ca. 120.000–80.000 rJ, Europa vor ca. 45.000 rJ und Südostasien vor 60.000 rJ. Er er-

setzte die dort lebenden anatomisch archaischeren Menschen, wobei in ganz geringem Umfang eine Vermischung der Neuankömmlinge mit den Ursprungspopulationen stattfand.

Es gibt jedoch Befunde, die dieses Standardmodell schon bisher nicht stützten, wobei dem Schädel von Dali eine Schlüsselrolle zukommt. Dieser recht vollständig erhaltene Schädel wurde 1978 in China im westlichen Teil von Dali in der Nähe des Dorfes Jiefang in der Provinz Shaanxi aus mittelpleistozänen Schichten geborgen (Abb. 1). Gegen das Standardmodell, wonach der moderne *Homo sapiens* ausschließlich in Afrika entstand, sprechen darüber hinaus in erster Linie chinesische Fossilien.

Ein Kennzeichen von *Homo heidelbergensis* ist eine Mischung aus anatomisch modernen und archaischen Merkmalen. *Homo heidelbergensis* besitzt wie auch *Homo erectus* massive Überaugenwülste und es fehlt ein Kinn. Er weist mit dem Besitz kleiner Zähne und einer größeren Hirnschale aber auch Ähnlichkeiten mit *Homo sapiens* auf. Die meisten Forscher sehen deshalb in *Homo heidelbergensis* eine Übergangsform zwischen *Homo erectus* und *Homo sapiens*.