

10.19. *Hesperornis regalis* Marsh 1872, Oberkreide, Niobrara-Chalk-Formation (Coniacium-Maastrichtium), Kansas, USA. Die Skelettrekonstruktion (a) dieses 96 cm großen flugunfähigen, bezahnten Tauchvogels stammt von O. C. Marsh (1880), die Lebensbildrekonstruktion (b) von Gerhard Heilmann (1926).

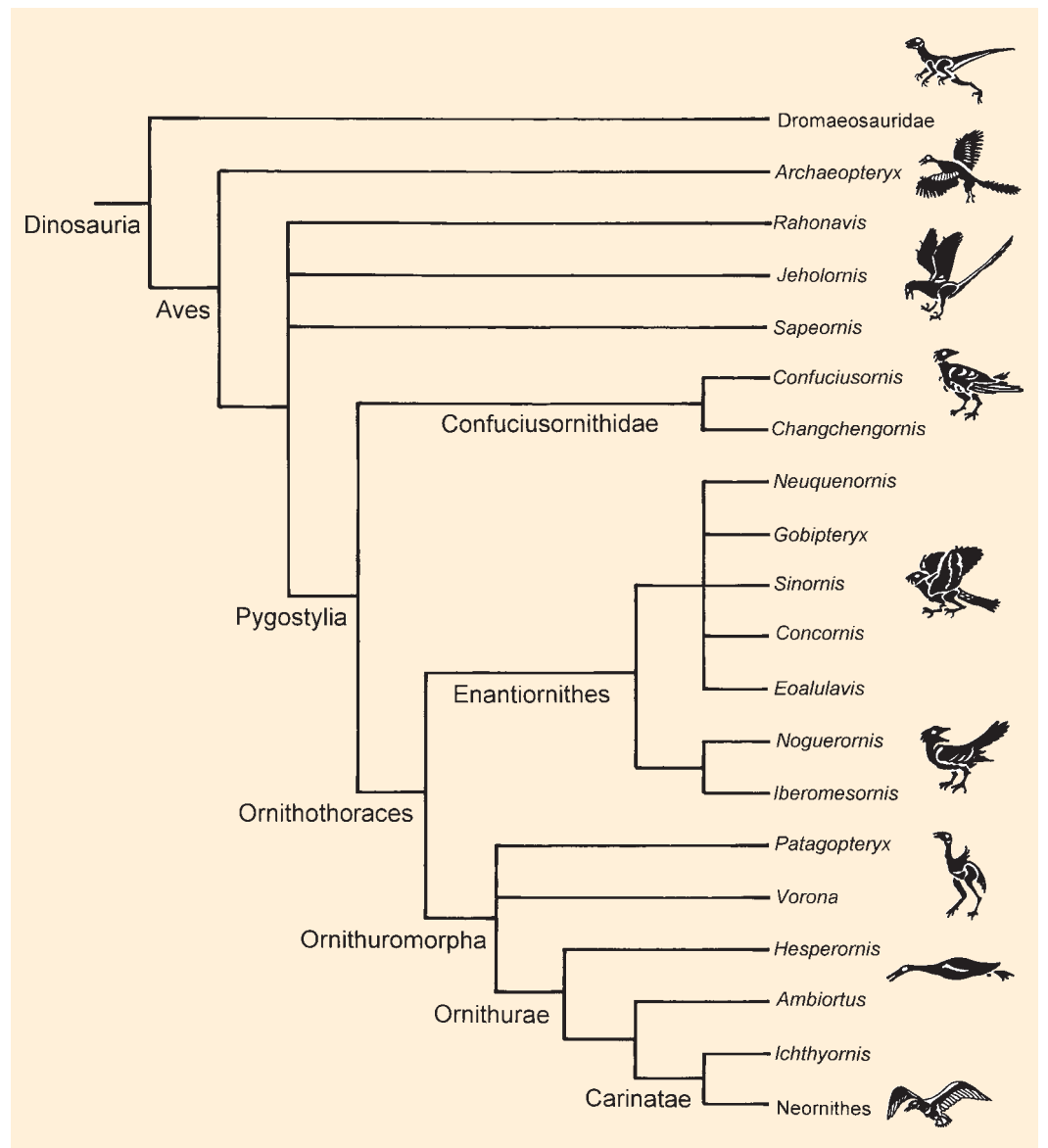
10.20. *Ichthyornis dispar* Marsh 1872, Oberkreide, Niobrara-Chalk-Formation (Coniacium-Maastrichtium), Kansas, USA. Skelettrekonstruktion dieses Kreidezahnvogels sind die fossil erhaltenen Teile schattiert gezeichnet, die übrigen Skelettknochen sind nach anderen Exemplaren und zum Teil nach einer rezenten Seeschwalbe ergänzt. *Ichthyornis* war voll flugfähig und hatte ein großes Sternum mit Kiel, weshalb diese »Kreidemöve« zu den modernen Carinatae gestellt wurde. Die Höhe des Skeletts beträgt 23 cm.

**Archaeopteryx – der Urvogel?**

Mayr et al. (2005) haben die Monophylie der Aves in Frage gestellt, also die Abstammung der Vögel von einem gemeinsamen Vorfahren. Sie sahen keine signifikanten Merkmale, die ausschließlich bei *Archaeopteryx* und *Confuciusornis* vorkommen, aber bei den Deinonychosauria (wie *Microraptor*) fehlen. Hingegen ermittelten sie in einer phylogenetischen Analyse, dass *Confuciusornis* und *Microraptor* einige abgeleitete Merkmale teilen, die *Archaeopteryx* nicht hat. Sicher sind weitere Studien, am besten auch aussagekräftige Neufunde, erforderlich, um die eigentliche Stellung von *Archaeopteryx* im System der Aves zu definieren. Wenn *Archaeopteryx* und alle späteren Vögel allerdings auf eine gemeinsame Stammform zurückgehen, also monophyletisch sind, so wäre *Archaeopteryx* im kladistischen Sinne als Schwestergruppe aller übrigen Vögel aufzufassen.

*Archaeopteryx*, dessen Abstammung von Maniraptor-Theropoden zweifellos als gesichert gelten kann, kommt nach allem selbst wohl nicht als der »Urvater« aller späteren Vögel in Frage. Wir müssen nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung und den bis jetzt verfügbaren Fossilfunden davon ausgehen, dass die Dokumentation der frühen Vögel auf mehrere ausgestorbene Stammeslinien hindeutet, die unabhängig voneinander evolutionäre Innovationen entwickelt haben (Kurochkin 1995). Dies waren u.a. die Reduzierung der Zähne zugunsten eines Hornschnabels, die Vergrößerung des Hirnschädels und die Auflösung von trennenden Knochenbrücken im Schädel, die Zurückbildung der Fingerkrallen, die Reduktion der Fibula, die Verschmelzung der Metapodien zum Carpometacarpus bzw. zum Tarsometatarsus, die Vergrößerung des Sternums mit einem großen, ventralen Brustbeinkamm, die Fusion der Beckenknochen und der Sacralwirbel zu einem Synsacrum, die Versteifung der Wirbelsäule und des Rippenkorbes, die Verkürzung des Wirbelschwanzes, die Ausbildung eines Pygostyls, die Pneumatisierung des Skeletts. All dies und noch viel

mehr wurde schließlich zur Standardausstattung der späteren Vögel. Will man in diesem Zusammenhang von einem »Hauptziel« der Vogelevolution sprechen, so war dieses die Perfektionierung des Flugapparates mit allen damit zusammenhängenden osteologischen, myologischen, neurologischen, physiologischen, ethologischen und allgemein funktionsmorphologischen



10.21. Phylogenie der mesozoischen Vögel, verändert nach den kladistischen Analysen von Chiappe (2002) und Zhou (2004b). Dargestellt sind die Verwandtschaftsverhältnisse der monophyletischen Taxa in ihren Schwestergruppenbeziehungen nach unserer gegenwärtigen Kenntnis der Fossilbelege. Nicht alle Zweige (Clades) sind mit eigenen Namen belegt, wie der Zweig mit den nach *Archaeopteryx* primitivsten Vögeln *Rahonavis*, *Jeholornis* und *Sapeornis*. Die Pygostylia umfassen alle kreidezeitlichen Vögel mit einem Pygostyl sowie die Confuciusornithidae, Enantiornithes, Ornithuromorpha und Carinatae, und damit auch alle rezenten Vögel.