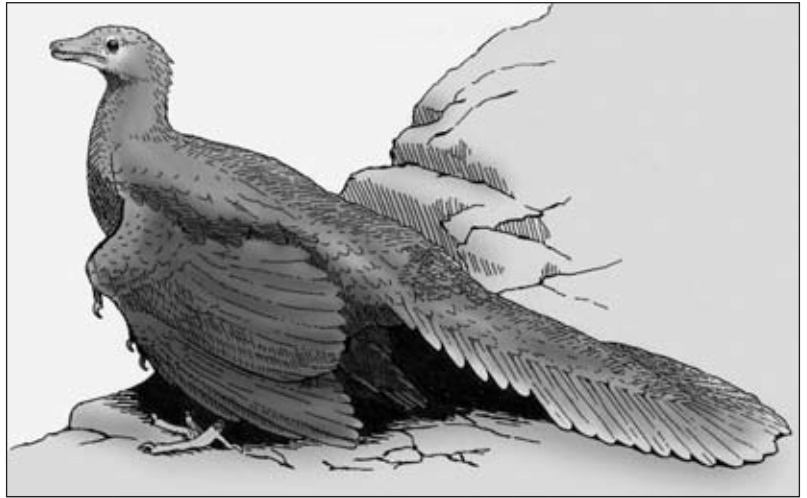


masse überhaupt in der Luft halten zu können. Beide Schlussfolgerungen gelten auch für die Feder-schäfte des fossilen *Confuciusornis* aus der frühen Unterkreide, die ebenfalls untersucht wurden.

Die Länge der Handfedern von *Archaeopteryx* und *Confuciusornis* entspricht dagegen der Größe bei vergleichbar großen heute lebenden Vögeln. Die Forscher schließen daraus, dass die untersuchten fossilen Vögel nur kurze Strecken gleiten, aber nicht aktiv fliegen konnten. Sonderbar ist aber, dass der Bau der Flügel im Ganzen nicht zum längeren Gleiten passt (NUDDS & DYKE 2010, 889), obwohl weitere anatomische Befunde (z. B. Anatomie des Schultergürtels, Federinnervation) bei *Archaeopteryx* dafür sprechen. Rätselhaft ist zudem, dass der deutlich jüngere und in vielen Eigenschaften als moderner geltende *Confuciusornis* hinsichtlich seiner Flugfähigkeit als noch schwächer einzustufen ist als der ältere *Archaeopteryx*. Wie aber passt ein an sich flugtaugliches Federkleid zu einer Fortbewegung als Gleiter? Offenbar genügten die Federn und weitere anatomische Anpassungen jedoch der Erzeugung von kurzzeitiger Schubkraft bzw. Gleitfähigkeit. Über die von den Autoren geäußerten Erklärungsversuche hinaus käme dies z. B. einem durch Flattern unterstützten Herumhüpfen (vergleichbar den relativ ungerichteten Flugbewegungen von Jungvögeln moderner Arten) oder einem kurzzeitigen Gleiten mit nach hinten gerichteten Flügeln (etwa dem Stoßflug heutiger Vögel mit fast parallel zum Körper angelegten Flügeln) zugute. Eine solche Fähigkeit könnte in Gefahrensituationen durchaus nützlich gewesen sein, um etwa einem unmittelbaren Feindangriff zu entgehen. Selbstverständlich fehlen in diesem Kontext wichtige Informationen zur Lebensweise und Ökologie zu einem besseren Verständnis. Einstweilen können die beiden Gattungen überzeugender als bisher als Übergangsformen auf dem Weg zum aktiven Flug interpretiert werden, wenn auch wesentliche Fragen nach Selektionsdrücken und Umbaumechanismen offen bleiben.

Mit dieser Deutung der Federn von *Archaeopteryx* und *Confuciusornis* durch NUDDS & DYKE 2010 würde auf jeden Fall eine der beiden konkurrierenden Theorien zur Flugentstehung ausscheiden: Ausgehend von diesen beiden Arten könnte das Fliegen kaum vom Boden ausgehend durch immer längere Sprünge entstanden sein. Es bliebe nur das Gleiten über kurze Entfernungen (etwa von Baum zu Baum) übrig. Die Frage der eingeschränkten Gleitfähigkeit stünde dabei der relativ modern anmutenden Flügelanatomie entgegen. Dieser Widerspruch könnte sicherlich nur anhand von Fossilfunden späterer Kreidevögel gelöst werden, die nach Autorenmeinung von *Confuciusornis* abzuleiten wären. Für *Archaeopteryx* selbst bliebe nach dieser Interpretation hinsichtlich der Vorläuferschaft moderner Ruderflieger nur eine evolutionäre Sackgasse übrig.



[NUDDS RL & DYKE GJ (2010) Narrow Primary Feather Rachises in *Confuciusornis* and *Archaeopteryx* Suggest Poor Flight Ability. *Science* 328, 887-889. Vgl. auch: <http://www.g-o.de/wissen-aktuell-11720-2010-05-28.html>] R. Junker & A. Weller

Abb. 1: *Rekonstruktion von Archaeopteryx.* (Nach PORTMANN 1976)

Geologisch nicht überlieferte Lebensräume bei Burgess-Fauna

Der Burgess-Schiefer des Mittelkambriums in den kanadischen Rocky Mountains birgt eine weltberühmte Fossilagerstätte mit verschiedensten Bauplänen vielzelliger Tiere in sehr guter Erhaltung, auch mit lithifizierten (versteinerten) Weichteilen. Einer breiten Öffentlichkeit wurde diese Vielfalt früher Lebensformen durch Stephen Jay GOULDS Buch „Wonderful Life“ vorgestellt (GOULD 1989; deutsch 1991 unter dem Titel „Zufall Mensch“). GOULD schreibt darin: „Der Burgess-Shale umfaßt eine große anatomische Verschiedenartigkeit wie sie nie wieder erlangt wurde und auch heute von keinem der in den Weltmeeren lebenden Geschöpfe erreicht wird“ (S. 230). Es handelt sich dabei auch keineswegs um primitive Baupläne, wie schon frühere Bearbeiter herausgestellt haben; GOULD bezeichnet einige von ihnen gar als „irre Wundertiere“. Die Burgess-Tiere sind Teil der sogenannten „kambrischen Explosion“, des geologisch plötzlichen fossilen Auftretens verschiedenster Tier-Baupläne (VALENTINE 2004).

Bisher schien es so, als ob ein Großteil der Burgess-Fauna genauso schnell von der Weltbühne verschwunden wäre wie er auftauchte, so dass man ein großes Aussterben bereits im Kambrium annahm. Doch wurde auch die Vermutung geäußert, dass in Wirklichkeit geeignete Fossilisationsbedingungen fehlten und viele Burgess-Tiere weiterlebten. Diese Vermutung wurde nun durch die Entdeckung zahlreicher ähnlicher Formen im unteren Ordovizium Marokkos bestätigt (VAN ROY et al. 2010). In der Fezouta-Formation fand man eine Reihe von Bauplänen, die bisher als charakteristisch für das Kambrium galten. Damit ist klar, dass die betreffenden Formen in geologisch nicht über-

Abb. 1: Sehr gut erhaltener Gliederfüßer aus der Gruppe der Chelonielliden. Obere Fezouata-Formation. (Aus VAN ROY et al. 2010, Abruck mit freundlicher Genehmigung)



lieferten Lebensräumen existierten und ihr zwischenzeitliches Fehlen in der Fossilüberlieferung auf die Erhaltungsbedingungen zurückzuführen ist. Über 1500 Fossilien mit Weichteilen aus mindestens 50 verschiedenen Taxa wurden entdeckt. Zu den gefundenen beschalteten Organismen gehören unter anderem verschiedenste Trilobiten, Muscheln, Schnecken, Tintenfischartige, Brachiopoden (Armfüßer) und Stachelhäuter.

Neben den vielen bisher nur aus dem Kambrium bekannten Formen wurden aber auch weitere Formen entdeckt, es gibt also auch einige Unterschiede zwischen den Formen der marokkanischen und den kambrischen Lagerstätten. Bemerkenswert ist, dass darunter einige bisher nur aus deutlich *jüngeren* geologischen Systemen bekannte Formen sind, z. B. Gliederfüßer aus der Gruppe der Chelonielliden (Abb. 1) und Pfeilschwänze. Eine der entdeckten Pfeilschwanz-Arten weist Merkmale auf, die heutigen Formen sehr ähnlich sind (VAN ROY et al. 2010, 217). Dazu gehört auch der einmalig gebaute, neu beschriebene Anomalocaride *Schinderhannes bartelsi* aus dem unterdevonischen Hunsrückschiefer, der in dem sehr ähnlichen *Anomalocaris* der Burgess-Lagerstätte ein „Gegenstück“ hat. Zwischen beiden Räubern klafft nach herkömmlicher Zeitrechnung eine Überlieferungslücke von mindestens 100 Millionen Jahren (KÜHL et al. 2009). Das Gleiche gilt für einige Burgess-ähnliche Arthropoden im Hunsrückschiefer; die offenbar nach BARTELS & LUTZ (1997, 65) ebenfalls seit dem Kambrium „in besonderen Lebensräumen überdauern“ konnten. Insgesamt werden damit die Unterschiede zwischen den kambrischen und späteren Faunen geringer, so VAN ROY et al. (2010).

[BARTELS C & LUTZ H (1997) Schatzkammer Dachschiefer. Die Lebenswelt des Hunsrückschiefer-Meer. Mainz/Bochum; GOULD SJ (1991) Zufall Mensch. Das Wunder des Lebens im Spiel der Natur. München – Wien; KÜHL G, BRIGGS DEG & RUST J (2009) *Schinderhannes bartelsi*: Räuber aus dem Hunsrückschiefermeer. Fossilien 26, 232-235; VALENTINE J (2004) On the origin of phyla. Chicago and London; VAN ROY P, ORR PJ et al. (2010) Ordovician faunas of Burgess Shale type. Nature 465, 215-218.] R. Junker

Moderne Vögel in geologisch nicht überlieferten Lebensräumen?

Der Fossilbericht der Vögel zeigt ein zweimaliges explosives Auftreten (Radiationen) vieler verschiedener Gruppen. Die erste Radiation ist vor allem im Oberjura und besonders in der Unterkreide dokumentiert. Diese Vogelgruppen unterscheiden sich von den heute lebenden Familien und gelten als „primitiver“. Zu ihnen gehört auch der berühmte „Urvogel“ *Archaeopteryx*. Eine zweite Radiation datiert ins untere Tertiär (FEDUCCIA 1995). In diesen Schichtfolgen taucht eine Vielzahl von Fossilien auf, die heutigen Vogelfamilien zugeordnet werden können (Neornithes). Zwischen beiden Radiationen (oder besser „Explosionen“) liegt die auf 65 Millionen Jahre datierte Kreide/Tertiär-Grenze. Sie markiert die Folgen eines mutmaßlichen verheerenden Bolideneinschlags aus dem Weltraum. Allgemein wird vermutet, dass zu dieser Zeit die Dinosaurier endgültig ausstarben, was den Weg für die Entstehung auch der anatomisch modernen Vögel frei gemacht habe.

Doch dieses Bild ist in den vergangenen Jahren zunehmend fraglich geworden und muss mittlerweile als widerlegt gelten. Zum einen gibt es indirekte Hinweise darauf, dass die anatomisch modernen Vögel doch schon deutlich früher existierten; darauf deuten molekulare Studien hin, allerdings nur, wenn Evolution vorausgesetzt wird. Mehr und mehr werden aber auch direkte Belege für die frühere Existenz durch Fossilfunde bekannt. Darauf weist DYKE (2010) in einem Überblicksartikel hin. Zu den vortertiären Vogelfossilien gehört ein bereits 1987 entdeckter Flügel aus der Mongolei, der zu den Presbyornithinen gestellt wird, die mit Enten und Gänsen verwandt sind. Er erhielt 2002 den Gattungsnamen *Tevornis*. Etwas jünger, aber ebenfalls aus der Kreide, ist *Vegavis* von der antarktischen Insel Vega. Auch diese Gattung besitzt viele Gemeinsamkeiten mit Entenartigen. Weitere Funde, allerdings zumeist nur einzelne Knochen, die auf die Existenz anatomisch moderner Vögel in der Kreide hinweisen, stammen aus New Jersey und werden auf 80-100 Millionen Jahre datiert.

Diese Funde und die indirekten Hinweise aufgrund der molekularen Daten heutiger Vögel bedeuten, dass anatomisch moderne Vögel zeitgleich mit vielen Dinosauriern gelebt haben. Da von diesen Vögeln nur sehr wenige Reste gefun-