

- ce 278, 666-668.
- DROSSOPOULOU G, SANZ-EZQUERRO JJ, NIKBAKHT N, McMAHON AP, HOFMANN C & TICKLE C (2000) A model for antero-posterior patterning of the vertebrate limb based on sequential long- and short-range Shh signalling and Bmp signalling. *Development* 127, 1337-1348.
- FEDUCCIA A (1995) Explosive evolution in Tertiary birds and mammals. *Science* 267, 637-638.
- FEDUCCIA A (2001a) The problem of birds origin and early avian evolution. *J. Ornithol.* 142, Sonderheft 1, 139-147.
- FEDUCCIA A (2001b) Digit homology of birds and dinosaurs: accommodating the cladogram. *Trends Ecol. Evol.* 16, 285-286.
- FEDUCCIA A & TORDOFF HB (1979) Feathers of *Archaeopteryx* indicate aerodynamic function. *Science* 203, 1021-1022.
- GALIS F (2001) Digit identity and digit number: indirect support for the descent of birds from tetrapod dinosaurs. *Trends Ecol. Evol.* 16: 26.
- HEILMANN G (1926) The origin of birds. Witherby, London.
- HEINROTH O (1923) Die Flügel von *Archaeopteryx*. *J. Ornithol.* 71, 277-283.
- OLSON SL (2000) Review of: Chiappe LM et al. (1999) Anatomy and systematics of the Confuciusornithidae (Theropoda: Aves) from the Late Mesozoic of northeastern China. *Auk* 117, 836-839.
- OSTROM JH (1973) The ancestry of birds. *Nature* 24, 136.
- OSTROM JH (1985) The meaning of *Archaeopteryx*. In: HECHT MK, OSTROM JH, VIOHL G & WELLNHOFER P (eds) The beginning of birds. Eichstätt, pp 161-178.
- PADIAN K & CHIAPPE LM (1998) On the origin of birds and their flight. *Scient. Amer.* 278, 38-47.
- ROSSMANN T (2002) Befiederte oder behaarte Dinosaurier? *Stud. Int. J.* 8, 39-40.
- WAGNER GP & GAUTHIER JA (1999) 1, 2, 3 = 2, 3, 4: a solution to the problem of the homology of the digits in the avian hand. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96, 5111-5116.

Befiederte oder behaarte Dinosaurier?

Seit einigen Jahren häufen sich Mitteilungen von Dinosaurierfunden mit „sensationeller Weichteilerhaltung“ (z.B. Ji et al. 1998, RUBEN et al. 1997). Üblicherweise findet man von dieser ausgestorbenen Tiergruppe lediglich Überreste von Hartgeweben wie mineralisierte Knochen, Zähne und Eischalen sowie die versteinerten Spuren dieser Tiere: Fußabdrücke und ganz selten die als Negativabdruck überlieferte Struktur der Hautoberfläche.

Nicht sehr bekannt ist, daß auch schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts Dinosaurierfunde mit Weichteilerhaltung publiziert worden sind (GILMORE 1914). Dies wurde aber in der Fachwelt nicht besonders beachtet. Es ist sogar nachgewiesen, daß aus Unwissenheit, unsachgemäßer Bearbeitung und aus Zeitgründen frühere Dinosaurierfunde von potentieller Weichteilerhaltung „befreit“ wurden, damit man an die begehrten Knochen schneller herankommen konnte.

Mit dem Bekanntwerden zahlreicher „Dinosaurierfriedhöfe“ in China und der Mongolei seit den 1970er Jahren, nahm auch die Fundmenge von Dinosaurierresten mit sogenannter Hautschatten- und Federerhaltung sowie sonstiger Weichteilüberreste zu. Andere Fundstellen mit außergewöhnlich gut erhaltenen Dinosaurier-Exemplaren kennt man mittlerweile auch aus Italien und den USA. Besonders erwähnenswert sind hierbei die Funde mit Strukturen, die als versteinerte Lungen- oder Herzreste gedeutet wurden (RUBEN et al. 1997). Diese wie auch die sogenannten federähnlichen Hautgebilde waren natürlich besonders interessant, da hier offensichtlich direkte Nachweise für die Warmblüter-Theorie der Dinosaurier und ihre Ahnenschaft zu den Vögeln vorliegen sollten.

Derzeit sind aus sechs Dinosauriergruppen Exemplare mit filamentösen (fädigen) Hautstruk-

turen beschrieben worden (zusammengefaßt in PETERS 2001). Über den genauen Aufbau der filamentösen Strukturen herrscht kein Konsens unter den Paläontologen. Entweder wird von federähnlichen, vergleichbar mit heutigen Borsten- oder Fadenfedern, oder von haarähnlichen Strukturen gesprochen. Je nach theoretischem Hintergrund des untersuchenden Wissenschaftlers sind diese Filamente echte Federn (SCHWEITZER et al. 1999, Ji et al. 2001), also Hinweise auf eine direkte Verwandtschaft zu den Vögeln, oder Strukturen, die ein dichtes Haarkleid ähnlich das der Flugsaurier und Säugetiere aufbauen (FEDUCCIA 2001). Besonders interessant ist die Tatsache, daß diese filamentösen Hautgebilde nicht nur bei den gemeinhin als Vogelvorfahren gehandelten Theropoden (fleischfressende Dinosaurier) nachgewiesen worden sind, sondern auch bei den Psittacosauriern vorkommen. Psittacosaurier waren vermutlich rein pflanzenfressende, etwa 2 Meter lange Dinosaurier mit einem papageienähnlichen Schnabel, die in die Nähe der Ceratopsier (Horndinosaurier) gestellt werden. Das Vorkommen der filamentösen Hautstrukturen in diesen unterschiedlichen Gruppen schränkt die Hypothese von der Ahnenschaft der Theropoden aufgrund der nachgewiesenen „Befiederung“ stark ein.

Abbildungen und Beschreibungen dieser Hautgebilde lassen derzeit folgende Schlüsse zu:

1. Die Filamente zeichnen sich durch einen überwiegend langgestreckten und unverzweigten „Schaft“ aus.
2. Die als leichte Verästelungen beschriebenen Spitzen einiger Exemplare sind auf Grund der Erhaltungsart nicht sicher als primäre Ausbildung zu bestätigen.
3. Eindeutige Federtypen wie Kontur- und

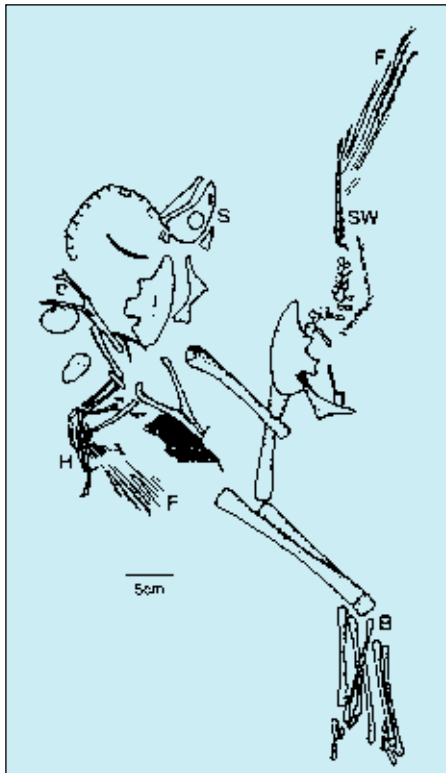


Abb. 1: Skizze des fossilen Theropoden Caudipterxyx. S Schädel, SW Schwanzwirbelsäule, H Handskelett, B Beinskelett, F Federn (Nach Ji et al. 1998)

Deckfedern oder Daunen fehlen bislang oder sind nur bei Gruppen beschrieben worden, die systematisch zu den Vögeln gestellt werden: Archaeopterygidae (z.B. *Archaeopteryx*), Confuciusornithidae (z.B. *Confuciusornis*), Enantiornithes.

4. Die filamentösen Hautgebilde der Dinosaurier ähneln stark den überlieferten Haarstrukturen der ebenfalls ausgestorbenen Flugsaurier.

5. Alle Dinosaurier-Arten mit dieser besonderen Hautbedeckung sind geologisch gesehen jünger als der berühmte Urvogel *Archaeopteryx* aus Bayern. Dadurch scheiden diese als direkte Vorfahren der Vögel aus.

Über die Hautbedeckung der Mehrzahl der nahezu 500

bislang beschriebenen Dinosaurierarten ist nichts bekannt. Von einigen kennt man eine schuppige Hautstruktur ähnlich heutiger Reptilien. Andere kleine und mittelgroße bis ca. 2m lange Dinosaurierarten besaßen vermutlich ein haarähnliches Fell an bestimmten Partien des Körpers und der Extremitäten. Inwieweit diese Hautstrukturen mit den Haaren der Säugetiere identisch sind oder eine ganz eigene Bildung darstellen entzieht sich derzeit unserer Kenntnis. Nach dem jetzigen Kennt-

nisstand darf aber die Existenz befiederter Dinosaurier angezweifelt werden. Kritisiert werden muß, daß die weitläufig akzeptierte Meinung Vögel als befiederte Dinosaurier zu betrachten, die wissenschaftsneutrale Betrachtung einer erhaltenen Körperbedeckung bereits im Vorfeld genauerer Untersuchungen sehr zugunsten einer Befiederung beeinflusst hat. Nicht selten begegnet einem in den Arbeiten der Anhänger der Vogel-Dinosaurier-Abstammungstheorie ein Zirkelschluß der Art, daß basierend auf der Annahme, Vögel seien befiederte Dinosaurier, der Nachweis von Federn bei einigen Dinosaurier-Arten diese Grundannahme scheinbar belegt.

Torsten Rossmann

Literatur

- FEDUCCIA A (2001) The problem of birds origin and early avian evolution. J. Ornithol. 142, Sonderheft 1, 139-147.
- GILMORE CW (1914) Osteology of the armored Dinosauria in the United States National Museum, with special reference to the genus *Stegosaurus*. Smithsonian Inst., U.S. Natl. Mus. Bull. 89, 1-136.
- Ji Q, CURRIE PJ, NORELL MA & Ji SA (1998) Two feathered dinosaurs from northeastern China. Nature 393, 753-761.
- Ji Q, NORELL MA, GAO KQ, Ji SA & REN D (2001) The distribution of integumentary structures in a feathered dinosaur. Nature 410, 1084-1088.
- PETERS DS (2001) Probleme der frühen Vögelevolution. I. Sie Sache mit den Federn. Nat. Mus. 131, 387-401.
- RUBEN JA, JONES TD, GEIST NR & HILLENUS WJ (1997) Lung structure and ventilation in theropod dinosaurs and early birds. Science 278, 1267-1270.
- SCHWEITZER MH, WATT JA, AVCI R, KNAPP L, CHIAPPE L, NORELL MA & MARSHALL M (1999) Beta-Keratin specific immunological reactivity in feather-like structures of the Cretaceous alvarezsaurid *Shuvuuia deserti*. J. Exp. Zool. 285, 146-157.

Landtiere bereits im Oberkambrium?

Adolf SEILACHER (Tübingen und Yale), bekannter Paläontologe und Spurenspezialist, „der hervorragendste paläontologische Beobachter der Gegenwart“ (so GOULD 1991, 352), sprach am 12. Januar 2002 in seinem jährlichen Vortrag im Museum am Löwentor (Stuttgart) zum Thema „Erste Schritte an Land“. Er behandelte jedoch nicht, wie wohl erwartet wurde, den Schritt „Vom Fisch zum Amphibium“. Vielmehr hatte er wie schon früher eine Überraschung parat und stellte einen großen Kunstharzabzug vor mit der 15 cm breiten Fahrte samt Schwanzschleifspur eines Arthropoden (Gliederfüßer). Der Abzug wurde von einer schrägschichteten Oberfläche des oberkambrischen Potsdam-Sandsteins in Ontario (Kanada) abgenommen.

Nach SEILACHER sind die großräumigen Schrägschichtungsgefüge im Potsdam-Quarzsandstein zu überdimensional für eine Unterwasser-Bildung. Er deutet sie als sturmtransportierte Dünenablagerungen. Dafür sprächen auch die sog. „Sandsteinkamine“, also senkrechte Strukturen uhrglasförmig eingedellter Sandschichten von bis zu 3 m Ø und 10 m Tiefe. Sie seien nur aus Dünen-Sedimenten bekannt, ihre Entstehung ist allerdings nicht geklärt. Auf Dünen deute auch folgendes hin: Die hangaufwärtslaufenden Arthropoden, die dabei größere Kraft aufwenden mußten, traten ihre Beinspitzen im weichen Sand zum Teil bis in die nächsttieferen Schicht durch. Beim Gehen schaufelten sie kleine Sandschollen nach hinten als Rückschub-