

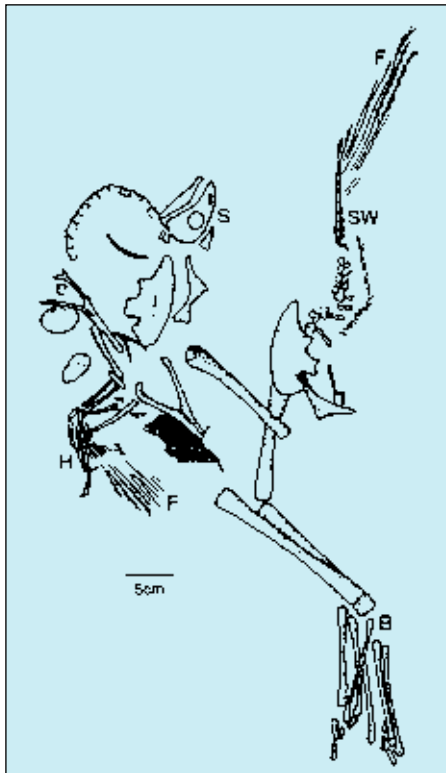


Abb. 1: Skizze des fossilen Theropoden Caudipterxyx. S Schädel, SW Schwanzwirbelsäule, H Handskelett, B Beinskelett, F Federn (Nach Ji et al. 1998)

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 Fährte 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-

häufchen weg. Für diese Phänomene sei nasser Sand zu fest und trittstabil. Fußabdrücke, die bis in die nächsttiefere Sandschicht durchgetreten sind, bezeichnet SEILACHER (1997, 372) als *Unterfährten* (vgl. HADERER 1998). Schon SCHMIDT (1959, 23.70-72) beschrieb *Rückschubsandhäufchen* hinter ebenfalls z.T. hangaufwärts gehenden Vierfüßerspuren aus dem Cornberger Sandstein (Hessen), der ins Oberperm gestellt wird. Solche Strukturen und eine recht ähnliche Wirbeltierfährten-Vergesellschaftung sind schon länger aus dem ebenfalls oberpermischen Coconino-Sandstein des Grand Canyon (Arizona) bekannt. Beide Sandsteine werden auch als Dünenbildungen angesehen (SCHMIDT 1959, 21-24, 29f, 56f, 67-74, 87-90). Die Fußspuren dieser Vorkommen interpretiert SEILACHER (1997, 373f.) gleichfalls als *Unterfährten* in Sturmsanden.

Eigenartig ist, daß SEILACHER auch silurische Sandsteine mit *Unterfährten* von Trilobiten, die gewöhnlich im Meer leben, als Sturmsande deutet. Die gerippten Oberflächen dieser Sandsteine in Libyen sind aber mit einer dünnen Tonschicht bedeckt, die von den Trilobitenbeinen durchstoichen wurde. Die Tonlage entstand, „weil die zuletzt ausfallende Trübe [!] den Sand immer mit einer Tonhaut überzieht“ (SEILACHER 1997, 373). Das ist jedoch typisch für Ablagerung unter ausklingender Wasserbewegung; wie reimt sich das mit einer Entstehung in einem Sandsturm?

Die Analyse des Spurenmodells im Potsdam-Sandstein ergibt nach SEILACHER, die Erzeuger seien frühe Eurypteriden, also Seeskorpione gewesen (*Protichnites*). An einer anderen Lokalität im Potsdam-Sandstein gibt es ebenfalls *Protichnites*-Fährten, in diesem Fall zusammen mit ebenso breiten Kriechspuren, die vermutlich von großen Schnecken stammen (*Climactichnites*). Hier wird der Sandstein jedoch als Wattsediment gedeutet (vgl. SEILACHER 1995, 46f.).

Was suchten Seeskorpione als Meerestiere im trockenen Dünengebiet? Nach SEILACHER wollten sie den Spülsaum am Strand zwecks Nahrungssuche erreichen. Er meint, der direkte Weg vom Meer zum Strand sei durch gefährliche Brandungskräfte an der Küste verwehrt gewesen (gerade dort aber sorgen die heftig auflaufenden Brecher für einen reichhaltigen Spülsaum). SEILACHERS Idee: Die Seeskorpione gingen in einer ruhigen Bucht an Land (dort gibt es jedoch keinen Spülsaum) und nahmen dann den Weg durch die Dünen (wo sie ihre Spuren hinterließen), bis sie auf einem Umweg von der Landseite her den Spülsaum erreichten. Wenn dieses Szenario zutreffen sollte, hätten die Tiere komplexe Verhaltensweisen für eine Orientierung auf Land benötigt, die evolutionär eine längere Vorgeschichte erfordern. Angesichts der Tatsache, daß die vorgestellten Landgänger zeitlich schon vergleichsweise nahe an der sog. „kambrischen Explosion“ überliefert sind, wäre das sehr erstaunlich.

Auch wenn die Urheber der Spuren das Land nicht dauerhaft besiedelten, mußten sie doch in der Lage sein, längere Zeit an Land zu leben. Dies rückt den Zeitpunkt der Eroberung des Landes gegenüber bisherigen evolutionstheoretischen Vorstellungen erheblich in die Vergangenheit. Bislang wurde die früheste Landbesiedlung aufgrund von Spurenfossilien im Ordovizium angenommen, wobei die Deutungen oft umstritten waren (RETALLACK & FEAKES 1987; JOHNSON et al. 1994; vgl. Stud. Int. J. 3 [1996], 41). Eine ähnliche Entwicklung des Zurückverlegens der Landbesiedlung hat die Paläobotanik durchgemacht (vgl. JUNKER 2002 in dieser Ausgabe). Es stellt sich hier in verschärfter Form die Frage, weshalb zwar Spurenfossilien (bei Arthropoden) oder Mikrofossilien (z. B. Sporenfunde von Landpflanzen), nicht aber die dazu gehörenden Makrofossilien (größere Reste von Tieren und Pflanzen) gefunden werden. Diese Diskrepanz wurde in der Paläobotanik schon oft bis in neueste Zeit vermerkt (EDWARDS & WELLMAN 2001, 3).

Weshalb werden Spurenfossilien, nicht aber die entsprechenden Makrofossilien gefunden?

Bemerkenswert ist, daß SEILACHER ein so umfangreiches Szenario aus wenigen Befunden (re)konstruiert. Die anschließende Diskussion zeigte, daß der Sandstein nicht eingehend sedimentologisch untersucht wurde; SEILACHER hielt seine Beobachtungen jedoch für ausreichend. Völlig offen blieb in seinem Vortrag, wie Seeskorpione als kiemenatmende Meereslebewesen Wanderungen durch Dünenfelder unternehmen konnten, auf welche Weise sie sich dort orientierten und zielsicher (über einen Umweg) ihren Speiseplatz finden konnten. Waren diese Meerestiere von vornherein zusätzlich mit Organen zum (zeitweiligen) Leben an Land ausgestattet?

Ferner sollte untersucht werden, ob den Befunden insgesamt nicht doch ein Szenario angemessener ist, in dem durch enorme, großflächige Sedimentation unter Meerwasserbedeckung die Schrägschichtungsgefüge im Potsdam-Sandstein (und anderen Sandsteinen) entstanden sind.

Manfred Stephan & Reinhard Junker

Literatur

- EDWARDS D & WELLMAN C (2001) Embryophytes on land: The Ordovician to Lochkovian (Lower Devonian) record. In: GENSEL PG & EDWARDS D (2001) Plants invade the land. New York, pp 3-28.
GOULD SJ (1991) Zufall Mensch. München-Wien.

- HADERER F-O (1998) Übertiefte Fährten von *Chirotherium*. Fossilien 15, 169f.
 JOHNSON EW et al., Geol. Mag. 131, 1994, 395-406.
 JUNKER R (2002) Erste Landpflanzen und molekulare Uhren. Stud. Int. J. 9, 42-43.
 RETALLACK GJ & FEAKES CR (1987) Trace fossil evidence for Late Ordovician animals on land. Science 235, 61-63.

- SCHMIDT H (1959) Die Cornberger Fährten im Rahmen der Vierfüßer-Entwicklung. Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 28, 1-137.
 SEILACHER A (1995) Fossile Kunst. Korb.
 SEILACHER A (1997) Warum fossile Fährten oft nur bergauf gehen. Fossilien 14, 372-375.

Erste Landpflanzen und molekulare Uhren

Schon länger ist bekannt, daß es eine Diskrepanz zwischen dem Zeitpunkt der ersten fossilen Überlieferung der Tierstämme und den evolutionstheoretisch anhand des Konzepts molekularer Uhren ermittelten Entstehungszeitpunkten gibt. Je nach Untersuchung ist diese Diskrepanz unterschiedlich, tendenziell aber sehr hoch. In der letzten Ausgabe von *Studium Integrale Journal* wurde darüber berichtet (JUNKER 2001). Untersuchungen mit Hilfe molekularer Uhren zeigen nun, daß eine ähnliche Situation auch für das Auftreten der Landpflanzen und Pilze vorliegt. Nach molekularen Daten sollten die Landpflanzen weit über 200 Millionen Jahre früher entstanden sein, als nach dem Fossilbericht bislang dokumentiert ist.

In den vergangenen Jahrzehnten waren immer wieder neue „Altersrekorde“ fossil überlieferter Landpflanzen aufgestellt worden. Lange Zeit galt das Unterdevon als der Beginn der Eroberung des Landes durch Gefäßpflanzen, mittlerweile gelten Nachweise von Pflanzen mit einem Leitgefäßsy-

stem ab dem Mittelsilur als gesichert, moosartige Pflanzen und Pilze sind bereits aus dem Ordovizium (480 bzw. 460 Millionen Jahre) bekannt. Ältere Nachweise anhand von Sporen (bis hinunter zum Kambrium) waren und sind aus verschiedenen Gründen umstritten, vor allem, weil die Zuordnung zu den systematischen Taxa oft unsicher ist.

Eine amerikanische Forschergruppe um S. Blair HEDGES von der Pennsylvanian State University ermittelte nun in einer umfangreichen Studie die Trennungszeitpunkte verschiedener Gruppen von grünen Pflanzen und Pilzen (HECKMAN et al. 2001) anhand von Aminosäuresequenzen von 119 Proteinen. Die Ergebnisse wurden mit Daten von molekularen Uhren aus der Tierwelt abgeglichen, um Fehlerquellen zu verringern. Die Trennung der der Gefäßpflanzen von den Moosen liegt demnach ca. 700 Millionen Jahre zurück. Die Aufspaltung verschiedener Pilzgruppen erfolgte um bis zu mehrere Hundert Millionen Jahre früher. Der Ursprung symbiontisch lebender Pilze (in Flechten oder Mykorrhizen) wird nach diesen Untersuchungen auf ca. 800 Millionen Jahre datiert.

Wie beim plötzlichen Erscheinen der Tierwelt stellt sich auch hier die Frage nach den Gründen des Fehlens einer fossilen Überlieferung. Die ältesten bekannten fossilen Pilze sind erst aus dem Ordovizium bekannt, bemerkenswerterweise handelt es sich dabei um Pilze, die heute aus Mykorrhizen (Pilzwurzeln, Symbiosen aus Wurzeln höherer Pflanzen und einem Pilz) bekannt sind (REDECKER et al. 2000). Das Fehlen älterer fossiler Nachweise wird üblicherweise auf die schlechte Erhaltungsfähigkeit zurückgeführt, was aber für einen so enormen Zeitraum nicht plausibel erscheint. Dies gilt erst recht für die Situation bei der Fossildokumentation der Gefäßpflanzen, die deutlich erhaltungsfähigere Gewebe besitzen. Sie wurden als Makrofossilien (in Form von Stengeln etc.) erstmals im Mittelsilur gefunden und treten ab dem Unterdevon massenhaft und in schnell zunehmender Vielfalt auf. Weshalb vorher nicht? Diese Frage stellt sich in verschärfter Form, nachdem schon lange zuvor aufgrund von Mikrofossilien (Sporenfunde) ein früheres Auftreten von Land-

Abb. 1: Einige unterdevonische Pflanzen, die zu den ersten fossil überlieferten Landpflanzen gehören. Strich: 1 cm. (Nach JUNKER 1996)

