

AFRIKAS DINOSAURIER

Text & Fotos: Dr. Klaus Sparwasser – Grafiken: Andrea Heumann / Klaus Sparwasser

Lange Zeit galt unter Dinosaurierforschern die riesige Fläche des afrikanischen Kontinents als weißer Fleck auf der Landkarte. Fossile Reste der urzeitlichen Riesen waren spärlich gesät und die wenigen Relikte paßten nicht so recht zu den Vorstellungen von der globalen Verbreitung der Saurierfauna während der Kreidezeit vor rund 100 Millionen Jahren.

Nun lassen jüngste Funde aus Marokko und dem Niger die Evolution der Dinosaurier am Ende ihrer Herrschaft in einem völlig neuen Licht erscheinen.

Rissige, von der sengenden Sonne aufgewölbte Lehmplatten knacken und scheppern unter jedem Tritt. Über dem stillen, ausgedörrten Oued im äußersten Süden Marokkos lastet die Mittagsglut. In tanzenden Hitzeschlieren erheben sich in der Ferne die steil aufragenden Felsklippen der Kem Kem Berge und darüber die weite Ebene der Hamada du Drâa.

Wir folgen den Spuren, die eine frühere amerikanischen Expedition auf der Suche nach versteinerten Relikten der Urzeit hinterlassen hat. Ausgangspunkt unserer Reise durch die Zeit ist eine winzige Oase am Fuße des roten Plateaus. Nach tagelangem Marsch durch glühende Geröllfelder, erreichen wir zusammen mit unseren einheimischen Führern ein enges Wüstental, das nach Süden weist.

Hier, unweit der algerischen Grenze sind auf rund zweihundert Höhenmetern Sedimente aufgeschlossen, die weit in die Vorzeit zurückreichen. Von devonischen Riffen bis hin zu quartären Ablagerungen schichtet sich Epoche auf Epoche.

Die Sedimente beherbergen die steingewordenen Zeugen einer eigentümlichen Fauna, die während der Kreidezeit einst an den Rändern eines ausgedehnten Flußdeltas lebte. In der Nähe einiger halb zugewelter Grabungslöcher finden wir Zähne urzeitlicher Haie und die gebleichten Knochenreste von Dinosauriern.

Irgendwo im Umkreis dieser skurrilen, lebensfeindlichen Mondlandschaft inmitten der marokkanischen Wüste stößt ein Forscherteam unter Leitung von Prof. Paul Sereno von der Universität von Chicago vor zwei Jahren auf einen sensationellen Fund.

Aus dem spröden Sandstein der erodierten Klippen ragen die dolchartigen Zähne eines gewaltigen Reptils. Grabungen fördern einen 1,6 m langen Schädel und ein nahezu

vollständiges Skelett zutage. Vor den Teilnehmern der Expedition breiten sich die fossilen Überreste eines riesigen Raubsauriers aus, der einmal ein mehr oder weniger entfernter Verwandter des nordamerikanischen *Tyrannosaurus rex* gewesen sein muß.

Der gewaltige Schädel besitzt Taschen für 14 mörderische Zähne. Die bis zu 12 cm langen Klingen gehören zu einem der wahrscheinlich größten Landraubtiere, das je die Erde besiedelte. Aufgrund der fein gesägten Ränder an den Zähnen, nennen die Forscher ihren Fund *Carcharodontosaurus saharicus*, was soviel wie "Saurier der Sahara mit Haifischzähnen" bedeutet.

Von dieser Art sind bis dahin erst wenige Zahn- und Knochenfragmente bekannt. Sie stammen von der Bahariya Oase in Ägypten, aus der Zeit des deutschen Naturforschers E. Stromer, der Anfang des Jahrhunderts die nordafrikanischen Wüsten bereist. Doch die Funde sind spärlich und wissenschaftlich kaum verwertbar. Zu allem Übel gehen sie während des 2. Weltkrieges unwiederbringlich verloren. *Bahariasaurus*, Stromers Beschreibung eines großen fleisch-fressenden Dinosauriers, nur durch äußerst geringe Knochenfunde dokumentiert, ist allerdings, dies belegt der Vergleich der aktuellen Funde mit Stromers Zeichnungen, möglicherweise mit *Carcharodontosaurus saharicus* identisch.

So bleibt Afrika, was das Wissen um die Verbreitung prähistorischer Reptilienformen angeht, bis in die Jetztzeit "Terra incognita", unerforschtes Land. Besonders aus der Kreide fehlt von dort fast jeglicher Nachweis von landlebenden Echsen.

Die marokkanischen Entdeckungen beginnen nun langsam jene enorme Lücke zu schließen, die, was Dinosaurier anbelangt, in den paläontologischen Aufzeichnungen des Schwarzen Kontinents klafft.

Die Geschichte der prähistorischen Kriechtiere reicht zurück zu den Anfängen aller terrestrischen Wirbeltiere. Gegen Ende des Erdaltertums, irgendwann im Verlauf des Karbon vor rund 310 Millionen Jahren, der Ära weltumspannender tropischer Sumpfwälder, "erfindet" eine Gruppe von urtümlichen Amphibien das wasserdichte Ei. Jene Errungenschaft schützt den Embryo vor Austrocknung und ermöglicht die Fortpflanzung an Land, unabhängig vom feuchten Element, aus dem sie einst hervorgegangen sind. Mit diesem Schritt beginnt das Zeitalter der Reptilien.

Die ersten Formen sind winzig, kaum zwanzig Zentimeter lang. Sie besitzen einen im Vergleich zu ihren Amphibienvorfahren kleinen Kopf und eine stark reduzierte Anzahl von

Schädel-knochen. Aber ihr Skelett weist noch den schmalen Brust- und Beckengürtel ihrer Amphibienvorfahren auf und die weit nach seitlich außen inserierenden Gliedmaßen.

Weitere Umbildungen des Schädels und des Beckens lassen bald verschiedene Evolutionslinien erkennen und dienen heute der Taxonomie als diagnostisches Merkmal. Bereits zu Beginn der Trias vor mehr als 200 Millionen Jahren verläuft die Entwicklung der späteren Eidechsen und Schlangen, der Dinosaurier und Säugetiere getrennt.

Alle Urreptilien kennzeichnet ein vollkommen geschlossenes, sogenanntes anapsides Schädeldach, wie es heute nur noch bei Schildkröten zu finden ist. Ausgehend von dieser Stammgruppe, entwickeln sich während des Perm fortschrittliche Formen, die Diapsiden, mit zwei Paaren von temporalen Schläfenfenstern, jeweils über und hinter den Augenhöhlen.

Andere Linien, wie die Synapsida, bilden nur ein Paar Schläfenöffnungen aus. Diese Gruppe führt über die säugerähnlichen Reptilien zu allen heute lebenden Säugetieren. So gesehen, liegen unsere eigenen Wurzeln ebenfalls im frühen Erdmittelalter.

Während die säugerähnlichen Reptilien aber bereits am Ende der Trias aussterben, entwickelt sich der Zweig der diapsiden Echsen während des Mesozoikums zur dominierenden Tiergruppe. Flugsaurier, Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Brückenechsen stammen alle von einer gemeinsamen Stammgruppe, den Archosauriern, ab. Aus ihnen gehen auch, zunächst als unscheinbarer Seitenzweig, die Dinosaurier hervor.

Mit ihnen entstehen schließlich die größten Landlebewesen aller Zeiten. Riesige pflanzenfressende Sauropoden mit bis zu vierzig Tonnen Gewicht, furchtbare Räuber mit Dolchgebiß, gepanzerte, mit Keulen bewaffnete Echsen und kleine flinke, zweibeinige Läufer. Die zweibeinige Fortbewegung steht sehr wahrscheinlich ganz am Anfang der Saurierentwicklung.

Nach jahrzehntelangem Forscherstreit scheint heute erwiesen, daß die Dinosaurier eine monophyletische Einheit darstellen. Das bedeutet, daß sich alle Mitglieder dieser hochdiversifizierten Gruppe auf einen einzigen gemeinsamen Vorfahren zurückführen lassen.

Charakterisierendes anatomisches Merkmal der Dinosaurier wird, neben einigen anderen, ein Loch im Beckengürtel. Genau an jener Stelle, wo bei gewöhnlichen Reptilien die knöcherne Gelenkpfanne sitzt. Daraus schließen Paläontologen, daß bereits die frühesten Saurier aufrecht auf zwei Beinen gingen und die Rückkehr zur quadrupeden, vierfüßigen Lebensweise der riesigen Sauropoden eine sekundäre Erscheinung ist.

So manche Skelettmontage klauenbewehrter Saurier in den Lichthöfen internationaler Museen ändert daraufhin im Laufe der Geschichte gleich mehrfach ihre Sitzposition - von kauern auf allen Vieren bis hin zu stolzem Thronen auf einem unnatürlich abgewinkeltem Schwanz.

Man neigt heute zu der Ansicht, daß auch große Fleischfresser beim Laufen eine eher vogelartige Haltung eingenommen haben, den riesigen Schwanz als Balanzierstange benutzend.

Das Loch in der Hüfte liefert zu dieser lange umstrittenen Ansicht einen wichtigen Beweis. Während bei "Krabblern", wie heute lebenden Reptilien, alle Hebelkräfte zum Becken hin gerichtet sind und daher der Hüftknochen eines verstärkten Acetabulums bedarf, weisen die Kräfte bei einer mehr aufgerichteten Position des Körpers fast senkrecht nach oben.

Bei allen Dinosauriern bildet sich folglich auf dem Becken ein breiter knöcherner Kamm, während das Loch in der Hüfte zum Zeitfenster mutiert und den Blick auf prähistorische Verzweigungspunkte im Baum des Lebens freigibt.

Wie auch immer die Körperhaltung der frühen Dinosaurier ausgesehen haben mag, zumindest inserierten ihre Beine nahezu senkrecht unter dem Körper. Hinsichtlich Bewegungsablauf und Agilität erschließen sich damit vollkommen neue Möglichkeiten.

Das Becken kennzeichnet, neben anderen abgeleiteten Merkmalen, auch die großen Verwandtschaftsgruppen innerhalb der Dinosauria.

Ein verlängerter knöcherner Fortsatz des Schambeins weist bei Saurischiern, wie bei den heute lebenden Reptilien, nach vorne, oder bei Ornithischiern, wie bei heutigen Vögeln, nach rückwärts. Die daraus resultierende Namengebung in Echsenbecken- und Vogelbeckensaurier deutet allerdings in die falsche Richtung.

Alle rezenten Vögel stammen sehr wahrscheinlich von kleinen agilen, bipeden Räubern aus der Gruppe der Maniraptoren ab, die zu den theropoden Sauriern und somit zur den Echsenbeckensauriern gehören. Für einige Wissenschaftler sind Vögel daher nichts anderes als fliegende Dinosaurier.

Wenig war bisher darüber bekannt, wie im Verlauf der Erdgeschichte die Bewegung der Kontinentalmassen möglicherweise die Verteilung der Dinosaurierarten über den Globus beeinflusst hat.

Die aktuellen Funde aus Nordafrika erhellen das Dunkel der biogeographischen Geschichte jener faszinierenden Tiergruppe - und werfen gleichzeitig neue Fragen auf.

Am Ende der Trias liegen alle Kontinente eng beisammen und bilden eine einzige zusammenhängende Landmasse. Jener Urkontinent, Pangaea, verändert das Klima auf der Erde nachhaltig. Die tropisch feuchte Witterung des Karbon, weicht im Perm einem heißen, trockenen Kontinentalklima. Weltweit gehen die Steinkohlewälder zugrunde. Schachtelhalme und Bärlappgewächse weichen Samenfarne, Palmfarne und schließlich Nadelhölzern.

Neue Lebensräume öffnen sich und damit beginnt die Radiation der Reptilien. Aufgrund von Funden aus den Ischigualasto-Lagerstätten in Argentinien nimmt man an, daß die Aufspaltung von sauropoden, theropoden und ornithopoden Sauriern etwa in der Mitte der Trias beginnt. Aber es sollte noch weitere 15 Millionen Jahre dauern, bis Dinosaurier in der ausgehenden Trias einheitlich über den ungeteilten Weltkontinent verbreitet sind.

In einem schleichenden Prozeß wird die bestehende Reptilienfauna bis zum Ende der Trias durch die Herrscher kommender Zeitalter ersetzt.

Etwa zur gleichen Zeit zeigt Pangaea erste Risse und einzelne Kontinentalplatten beginnen auseinanderzudriften. Die Tethys, ein urzeitliches Binnenmeer, dringt unaufhaltsam von Osten zwischen die auseinanderweichenden Landmassen vor und teilt den Superkontinent nördlich in Laurasien und das südliche Gondwanaland.

Bis zur Entdeckung der Haizahnechse weiß die Wissenschaft sehr wenig über die Dinosaurierformen, die am Ende der Kreide durch das nördliche Afrika streifen. Man kennt fossile Skelettreste aus Asien und Nordamerika, meist große fleischfressende Coelurosaurier oder pflanzenfressende Ornithischier, doch der afrikanische Kontinent bleibt seltsam leer.

Wie sahen diese seltsamen Lebewesen aus? Und vor allem, wie passen diese Arten zu den Arten anderer Kontinente?

Aus triassischen und jurassischen Ablagerungen Südafrikas und den Ländern nördlich der Sahara stammen nur unbedeutende Fossilfunde. Die Knochenreste gehören zu meist primitiven Prosauropoden und Sauropoden, wie dem etwa fünf Meter langen *Massospondylus* und *Vulcanodon*, einem basalen Neosauropoden, von dem Schädel und Zähne bisher fehlen.

Eines jedoch scheint gesichert. Bis ins späte Jura hinein, präsentiert sich die Dinosaurierfauna auf allen Erdteilen sehr einheitlich.

Diese Erkenntnis kommt überraschend. Lange Zeit glauben Saurierforscher in aller Welt, daß sich auch die Dinosaurier fein säuberlich in einen nördlichen und einen südlichen Formenkreis müßten trennen lassen, nachdem Laurasien und Gondwana während des Jura immer weiter auseinandergleiten.

Die Vorstellung beruht auf Fossilresten von seltsamen Dinosauriern aus Südamerika, die keinem anderen Saurier der nördlichen Hemisphäre gleichen. Der Gedanke ist naheliegend, daß afrikanische Dinosaurier, die in der Isolation der südlichen Landmassen evolvieren, den südamerikanischen Formen recht ähnlich sind, wohingegen man im Vergleich mit nördlichen Arten deutliche Unterschiede erwarten darf.

Die neuen Funde aus Nordafrika zeigen, daß die Evolution der Dinosaurier bis zum Ende der Kreide wohl wesentlich komplexer abgelaufen sein muß, als bisher angenommen.

Denn Paul Sereno und sein Team entdeckt in den heißen Wüstentälern in Marokko nicht nur den gewaltigen Schädel der furchteinflößenden Haizahnechse. Weitere Skeletteile eines kleineren, zweibeinigen Räubers mit der Andeutung eines Segels auf dem Rücken kommen zum Vorschein. Sie nennen die neue Art *Deltadromeus agilis*, den "Delta-Sprinter".

Der 5-6 m lange Fleischfresser ist zwar wesentlich kleiner als *Carcharodontosaurus*, doch wahrscheinlich war er kaum weniger aggressiv. Auch wenn der Schädel bisher nicht gefunden wurde, weisen die langen Klauen an den Gliedmaßen doch deutlich auf eine räuberische Lebensweise hin.

Sein Stammbaum deutet in Richtung Norden. *Deltadromeus* weist große anatomische Ähnlichkeit mit bestimmten Formen von Coelurosauriern wie *Ornitholestes* auf, der einst das Laurasien bevölkerte.

Auch *Carcharodontosaurus saharicus*, darf mit einigem Recht zu den Allosauroiden gestellt werden, jener Gruppe von Carnivoren, die den nordamerikanischen *Acrocanthosaurus* und den südamerikanischen *Giganotosaurus* hervorgebracht haben.

Selbst die Funde eines 20 Meter langen, bisher unbenannten Pflanzenfressers aus dem Niger weist auf einen Sauropoden der nördlichen Kontinente hin.

Ein weiterer Raubsaurier der frühen Kreide aus dem Niger, den seine Entdecker *Afrosaurus abakensis*, den "Afrika-Jäger" nennen, hat viel mit dem bis zu 9 Meter langen *Allosaurus* aus dem Jura Nordamerikas gemein.

Vieles spricht also dafür, daß die Verbreitung der Dinosaurier bis zum Ende der frühen Kreide im Gegensatz zu anderen Tiergruppen weltweit sehr einheitlich war. Die nahe Verwandtschaft afrikanischer Theropoden mit Formen sowohl aus dem Nord- als auch Südkontinent legen eine erdgeschichtlich sehr späte Trennung der Arten nahe.

Das bedeutet, daß bis zum Ende des Jura vor etwa 150 Millionen Jahren Landbrücken zwischen Laurasien und dem südlichen Gondwana bestanden haben, über die große Saurier von einem Kontinent zu anderen wanderten. Diese Verbindungen brechen jedoch zu Beginn der Kreidezeit auseinander.

Die entwicklungsgeschichtliche Aufspaltung der großen Raubsaurier vollzieht sich exakt im gleichen Zeitraum. Durch die endgültige Öffnung des Atlantischen Ozeans isolieren große Wasserwege Afrika vom Rest der Welt.

Auf jeder der nun getrennten Landmassen beginnt die Entwicklung einer eigenständigen Dinosaurierfauna. Einige Arten sterben aus, andere erleben ihre große Blüte.

Die zunehmende biogeographische Isolation zeigt sich anhand der unterschiedlichen Evolutionsmuster der einzelnen Kontinente in der ausgehenden Kreide.

Während in Nordamerika die Allosaurier aussterben und der gewaltige *Tyrannosaurus rex* an ihre Stelle tritt, entwickeln sich in Afrika *Afrovenator* und *Carcharodontosaurus* als siegreiche Abkömmlinge der *Allosaurus*-Linie zu den alles dominierenden Räubern.

Gepanzerte Ornithischier und Entenschnabelsaurier, die in Nordamerika die großen pflanzenfressenden Sauropoden ablösen und wie später die Büffel in großen Herden durch die westlichen Ebenen zogen, spielen hingegen auf dem afrikanischen Kontinent nur eine untergeordnete Rolle.

Die Entdeckungen lassen darauf schließen, daß die langsame Drift der Kontinente die Evolution der Dinosaurier am Ende der Kreidezeit grundlegend beeinflusste. Die unterschiedlichen Linien in Asien, Amerika, Südamerika und Afrika beruhen auf dem verschiedenen evolutionären Erfolg einzelner, einst weit verbreiteter Sauriergruppen, die ihren gemeinsamen genetischen Ursprung im frühen Jura haben.

Erst am Ausgang des Mesozoikums, als die Erdteile langsam aber sicher auf ihre heutige Position vorrücken, wird der Genfluß behindert und aus dem Pool des vorhandenen Materials entstehen neue Arten.

Das kürzlich im Niger entdeckte Skelett eines weiteren gigantischen Dinosauriers bedeutet nur ein weiteres Steinchen im Mosaik der Evolution, das Wissenschaftler in aller Welt dabei sind, in detektivischer Kleinarbeit zu rekonstruieren.

Ende letzten Jahres stolpert ein Teilnehmer einer weiteren amerikanischen 15-Mann-Expedition in den einsamen Dünenfeldern der Tènèrè Wüste im Niger über eine Klaue von wahrhaft gigantischen Ausmaßen.

Sichtbar für jedermann ruht die 30 cm lange, gebogene Krallen eines unbekanntes Reptils auf der Oberfläche des Wüstenbodens, durch die stete Arbeit des Windes vom Sand befreit.

Ausgrabungen bringen das vollständigste aus Afrika stammende Skelett eines Dinosauriers ans Tageslicht, der in seiner Ernährung offensichtlich auf Fische spezialisiert war - insgesamt 400 Skeletteile, kaum Zentimeter unter dem Sediment verborgen.

Mit elf Metern Länge und nahezu 4 Metern Hüfthöhe handelt es sich in der Tat um ein furchteinflößendes Raubtier. Der riesige Schädel, flach und langgestreckt, mit spitzer Schnauze, ist mit über hundert konisch zulaufenden Zahnstiften bewaffnet. Die riesige Daumenklaue, mit Ansatzflächen für eine starke Muskulatur bedeutet unzweifelhaft eine wirkungsvolle Waffe, geeignet auch jedes größere Landlebewesen aufzuschlitzen.

"Es war ein Räuber, der sich sehr bemühte ein Krokodil zu sein," meint Prof. Paul Sereno von der Universität von Chicago, "und seine Hauptnahrung bestand wahrscheinlich aus Fischen. Andererseits sagen uns aber die gefährlich langen Klauen, daß er möglicherweise alles verschlang, was sich ihm in den Weg stellte."

Zur Frage der Verwandtschaft läßt sich bisher nur soviel als gesichert festhalten. *Suchomimus tenerensi*, der "Krokodilnachahmer aus der Tènèrè", ist ein zweibeiniger Spinosaurier mit dünnem knöchernem Segel auf dem Rücken und macht vor 100 Millionen Jahren im nördlichen Afrika die Flußufer unsicher. Die bewaldeten Auen sind seinerzeit Heimat weiterer Dino-saurier, Flugsaurier, Schildkröten, Krokodile und vieler Fischarten, wie die fossilen Beifunde aus der nigerischer Wüste belegen.

Fossilreste eines verwandten Tieres werden bereits 1912, ebenfalls nahe der Bahariya Oase in Ägypten, entdeckt. Ein Reihe von Wirbeln und konisch zulaufender, krokodilähnlicher Zähne gehören zu *Spinosaurus aegyptiacus*, einem großen fischfressenden Raubsaurier mit einem hohen Rückensegel, der während der späten Kreide entlang der afrikanischen Nordküste lebte.

Weitere spinosaurierähnliche Räuber kennt man aus kreidezeitlichen Ablagerungen aus dem Niger, Brasilien und Europa. Sie alle, mit Ausnahme der europäischen Funde, sind nur durch eher spärliche Fragmente belegt. Daher ist die Entdeckung des nahezu vollständigen Skeletts des Dinosauriers mit der Krokodilschnauze im Sand der Tènèrè -Wüste eine kleine wissenschaftliche Sensation.

Der Fund bietet weiteren Zündstoff, an dem sich die Diskussion um die Evolution der Dinosaurier erneut entfachen dürfte. Denn einfacher macht der spektakuläre Fund die Angelegenheit eben nicht.

Die Analyse der anatomischen Details bestärkt die Forscher in der Ansicht, daß als nächster Verwandter weit eher der europäische Spinosaurier *Baryonyx* in Frage kommt, als der geographisch näherliegende *Spinosaurus* aus Ägypten und anderen afrikanischen Fundstellen. Die Interpretation der Datenlage birgt gewisse Schwierigkeiten.

Bisher paßten die Verbreitungs- und Verwandtschaftsmuster der Dinosaurier im allgemeinen und der Spinosaurier im besonderen zu der Konstellation der Kontinente in der letzten Hälfte des Erdmittelalters. Die Aufspaltung der Arten in den nördlichen *Baryonyx* und die südliche Gattung *Spinosaurus*, konnte als Folge des Vordringens des Urmeeres zwischen Laurasien und Gondwana und die zunehmende Isolation der Kontinente erklärt werden.

Die Entdeckung von *Suchomimus* in Schichten der mittleren Kreide in Afrika kompliziert die Situation, vorausgesetzt, die phylogenetische Beurteilung der Knochen stimmt.

Die nahe Verwandtschaft zu europäischen Saurierformen läßt sich nur hinreichend begründen, wenn bis in die Kreide hinein eine, wenn auch dürftige Landverbindung zwischen den Kontinenten im Norden und Süden besteht. Zumindest einmal müssen demnach fischfressende Dinosaurierarten von Europa nach Afrika eingewandert sein.

Noch gibt es zu wenige Funde, um diese Fragen eindeutig zu beantworten. Doch die Saurierforschung in Afrika hat gerade erst begonnen.

Nomen est omen - die Crux der Taxonomie

In der modernen Forschung stehen Hypothesen ständig im Kreuzfeuer neuer Erkenntnisse. Die Lehre von der Urzeit macht dabei keine Ausnahme.

Beinahe täglich können bislang unbekannte Entdeckungen unser Bild der Vorzeit ins Wanken bringen - oder fester verankern. Wie in kaum einem anderen Fachgebiet hängt die Beurteilung der Verwandtschaftsbeziehungen fossiler Organismen und die Aufstellung von Abstammungs-linien von der Qualität und Vollständigkeit des Ausgangsmaterials ab.

Der Antrieb paläontologischer Verwandtschaftsforschung ist indes der Gleiche. Seit Urzeiten bemüht sich der Mensch, seine Umgebung zu erklären und sucht nach Ordnung in einer ansonsten chaotischen Welt. In diesem Verhalten liegen die Wurzeln von Religion und Wissenschaft.

Selbst Eingeborene in den Urwäldern Neuguineas belegen die Tiere ihrer Umgebung mit hunderten verschiedener Namen. Namen dienen der Unterscheidung - oder, im Falle der biologischen Nomenklatur, dazu, die schier unüberschaubare Artenfülle der belebten Natur in natürliche Verwandtschaftsgruppen zu ordnen.

Bis Darwin hatten die Biologen die Wahl zwischen genau zwei Standpunkten. Sie konnten zum einen die Existenz irgendwelcher natürlicher Gruppen schlichtweg leugnen und jedwede Kategorisierung als rein willkürlichen Ausbund menschlichen Ordnungssinnes abtun, oder an eine göttliche Ordnung der Natur glauben, an die Idee eines jedem Organismus innewohnenden schöpferischen Typus.

Seit der, die Biologie des 19. Jahrhunderts revolutionierenden Erkenntnis, daß sich alles Lebendige durch zufällige genetische Veränderungen und natürliche Selektion voneinander herleiten läßt, ist die Aufgabe der Systematiker neu definiert.

Nicht länger gilt es, Kategorien und Verwandtschaftsgruppen zu *erfinden*, sondern die, durch die Evolution bedingten Zusammenhänge in der Natur als solche zu *erkennen*. Ein natürliches System, das die verwandtschaftlichen Beziehungen der Lebewesen untereinander treffend beschreibt, ergibt sich daraus, darüber sind sich Wissenschaftler einig, quasi von selbst.

Doch die Einordnung neuer Funde ist nicht immer eben einfach, denn auf die Bewertung der ausgegrabenen Fossilien kommt es an.

Und die ist, je nach Blickwinkel des Verfassers, nicht immer einheitlich. So kann es auch für weiterführende Betrachtungen entscheidend sein, ob eine neu entdeckte Art schließlich in dem einen oder anderen Taxon landet.

Besonders bei biogeographischen Fragestellung kann eine taxonomische Fehleinschätzung zu fatalen Schlußfolgerungen führen.

Paläontologen stehen dabei vor einem besonderen Dilemma. Fossilnachweise sind meist lückenhaft und die Überprüfung von Hypothesen in der Natur verbieten sich von selbst.

Häufig verfährt man nach dem Prinzip des "größtmöglichen Geizes". Hierbei steht kein finanzieller Aspekt im Vordergrund, sondern die Anzahl der für die Bestimmung verwendeten Merkmale.

Sinnvolle Erklärungen sollten mit einem Minimum an Schritten auskommen. Je weniger Charakteristika zu einer eindeutigen Beurteilung führen, desto höher der anzunehmende Wahrheitsgehalt einer Hypothese.

Im Klartext bedeutet dies, daß wenn für die transkontinentale Ausbreitung einer Schwesterart mehrere Landverbindungen über die Untiefen aller existierenden Ozeane hinweg bemüht werden müssen, entweder an der postulierten Verwandtschaft oder an der Rekonstruktion der Verbreitungswege mit ziemlicher Sicherheit etwas unrichtig ist.

Auf dem Weg zum gleichen Ziel beschreiten die klassische evolutionäre Systematik und die moderne kladistische Analyse (von griech: *clados* - Zweig) unterschiedlichen Wege.

Drei Grundregeln der biologischer Systematik stehen dabei außer Frage: die Unterscheidung urtümlicher und abgeleiteter Merkmale, die Bewertung verwandtschaftlicher Beziehungen aufgrund homologer Merkmale und die Rückführung von taxonomischen Einheiten auf einen einzigen gemeinsamen Vorfahren.

Die Begriffe urtümlich und abgeleitet hängen vom hierarchischen Zusammenhang ab, in dem sie benutzt werden. So ist der Besitz von Federn im Vergleich von Vögeln und Nicht-Vögeln ein sehr spezielles, zur Unterscheidung von Specht und Eule aber ein sehr allgemeines und wenig geeignetes Merkmal.

Skelettelemente, die bei Sauriern, Vögeln und Fledermäusen Flügel ausbilden, lassen sich von den gleichen, homologen Strukturen herleiten und zeugen von einem, wenn auch weit zurückliegenden, gemeinsamen Ahnen.

Funktionelle Analogien wie Insekten- und Vogelflügel hingegen, sind bei der Betrachtung stammesgeschichtlicher Verwandtschaft kaum hilfreich. Daraus folgt, daß nur abgeleitete Merkmale zur Beurteilung von stammesgeschichtlichen Verzweigungen taugen.

Je mehr gemeinsame abgeleitete Merkmale zwei Arten nun miteinander teilen, desto enger ist vermutlich ihr verwandtschaftlicher Bezug.

Somit ist die Auswahl der Merkmale und ihre Interpretation für das Ergebnis einer kladistischen Analyse maßgeblich verantwortlich - ein wesentlicher Kritikpunkt von Traditionalisten an der Kladistik.

Konservative Taxonomen beurteilen die Gesamtheit *aller* Merkmale und versuchen, im Erstellen von Stammbäumen alle Formenkreise auf möglichst eine definierte Urart zurückzuführen.

Lebensbäume, wengleich optisch befriedigender als ein nüchternes Kladogramm, reflektieren aus Sicht der Kladistiker eher spekulative Szenarien, als testbare wissenschaftliche Hypothesen. Niemand letztlich kann Verwandtschaftsbeziehungen beweisen. Doch bemüht sich die kladistische Nomenklatur um reproduzierbare Ergebnisse durch klar definierte (aber manchmal umstrittene), hierarchisch gegliederte Merkmalgruppen.

In gewissem Sinne ist sie damit einer wissenschaftlichen Überprüfung zugänglicher - allerdings nur auf der Basis quasi mathematischer Häufigkeitsverteilungen von anatomischen Schlüsselmerkmalen ohne zum Beispiel unterschiedliche Evolutionsgeschwindigkeiten innerhalb bestimmter Tiergruppen zu berücksichtigen.

Ihre Regeln legen außerdem fest, daß keine Art, die sich von einer Stammform herleiten läßt, außerhalb der systematischen Gruppe des gemeinsamen Vorfahren gestellt werden kann.

Das führt dazu, daß die Vögel von einem Teil der Wissenschaft als eigenständige systematische Klasse angesehen werden, für andere hingegen nichts anderes, als die Eroberung des Luftraumes durch Dinosaurier sind.

Für die freundliche Überlassung ihrer künstlerischen Darstellungen kreidezeitlicher Dinosaurier danke ich Diana Fucci (fucci.diana@wanadoo.fr; *Baryonyx*), Joe Tucciacone (interstell@aol.com; *Allosaurus*) und Christopher Srnka (thelaw@sprintmail.com; *Suchomimus*).

Bilder + Legenden

Bild 1: Der nördlich Rand der Kem Kem Region. Unterhalb einer Plattform neuzeitlicher Ablagerungen, erstrecken sich rote fossilführende Sandsteinbänder aus der Kreidezeit.

Bild 2: Die roten erodierten Grabungsstellen weisen in die späte Kreide. An der Basis solcher Geröllhalden stößt man häufig auf fossile Überreste einer längst vergangenen Fauna, die einst ausgedehnte Flußdeltas besiedelte und aus weit darüberliegenden Schichten stammt.

Bild 3: Die ausgedörrte Landschaft des Oued el Maider im südlichen Marokko. Vor neunzig Millionen Jahren durchzog hier eine mäandernde fruchtbare Flußlandschaft die umliegenden Hügel, in der räuberische Dinosaurier wie *Carcharodontosaurus*, *Afrovenator* und *Suchomimus* die Galeriewälder durchstreiften.

Bild 4: Das Schulgebäude von Er-Remlia, einer winzigen Oase im äußersten Süden Marokkos, diente dem amerikanischen Expeditionsteam um Prof. Paul Sereno als Basiccamp zur Erkundung des umliegenden Terrains.

Bild 5: Stolz präsentieren Kinder ein fossiles Knochenstück, das die amerikanischen Forscher im vergangenen Jahr zurückgelassen haben.

Bild 6: In der Mondlandschaft der südlichen Kem Kem Berge stoßen wir an den Abhängen immer wieder auf Reste kreidezeitlicher Dinosaurier und ausgestorbener Haiarten.

Bild 7: Rund neunzig Millionen Jahre spannen sich zwischen der linken und der rechten Hand. Achmed, unser einheimischer Führer, war auf der Jagd nach beidem erfolgreich, den urzeitlichen wie den heutigen Reptilien.

Bilder 8 + 9: Zahnfragmente eines ehemals furchtbaren Räubers. *Carcharodontosaurus*, die "Haizahnechse" besaß vierzehn, teilweise mehr als 10 cm lange, leicht nach rückwärts gebogene Zahnklingen, die an der Schnittkante als kennzeichnendes Merkmal einen fein gesägten Rand aufweisen.

Bild 10: Rekonstruktion einer kreidezeitlichen Flußlandschaft im nördlichen Afrika. *Suchomimus tenerensis* jagt entlang der Flußufer nach Fischen. "Ein Saurier, der sehr versuchte, ein Krokodil zu sein", wie Paul Sereno, sein Entdecker von der Universität von Chicago scherzhaft meint. Das Gebiß mit den hunderten, spitzen konischen Zähnen war ideal zum Packen glitschiger Beute geeignet, wengleich die kräftigen Klauen an den Vordergliedmaßen darauf hinweisen, daß *Suchomimus* wahrscheinlich auch landlebende Beutetiere der umliegenden Wälder nicht verschmähte.

Bild 11: Brücke zurück in die Kreidezeit. In einer Oasenlandschaft des heutigen südlichen Marokko tummeln sich *Suchomimus tenerensis* und *Baryonyx walkeri*. Beide haben dort nie zusammen gelebt, aber die Gegenüberstellung zeigt die unverkennbare Ähnlichkeit. Vermutlich ist der europäische *Baryonyx* der nächste Verwandte des afrikanischen "Krokodilsauriers", trotz in der Kreidezeit bereits weitgehend getrennter Kontinentalmassen.

Bild 12: Die nächste Verwandtschaftsgruppe der furchterregenden Haizahnechse ist nicht, wie aufgrund der prähistorischen Landmassenverteilung zu erwarten wäre, unter südamerikanischen Sauriern zu suchen, sondern innerhalb der nordamerikanischen Allosauroiden. Ihre Hauptnahrung dürfte sehr wahrscheinlich in großen, schwerfälligen Sauropoden bestanden haben, die in Herden durch die kreidezeitlichen Ebenen Nordafrikas zogen. Die ehemals fruchtbaren Täler sind heute unter dem ziegelroten Sedimentschutt der vergangenen Jahrmillionen begraben, auf die eine unbarmherzige Wüstensonne niederbrennt.

Bild 13: Kreide- trifft Neuzeit. *Allosaurus*, ein naher Verwandter der "Haizahnechse" und von *Afrovenator*, in einem Taleinschnitt der heutigen Kem Kem Region im südlichen Marokko, wo die versteinerten Überreste von *Carcharodontosaurus saharicus* entdeckt wurden.

Bild 14: Gegen Ende der Trias existiert noch der alle Landmassen umfassende Urkontinent Pangaea, wengleich Depressionszonen bereits auf das beginnende Auseinanderbrechen hinweisen. Die ersten Saurier tauchen vor rund 230 Millionen Jahren am Beginn der Trias auf. Einige zehn Millionen Jahre später, haben sie die urtümlichen Reptilienformen weitgehend verdrängt und die Hauptlinien der Dinosauria mit den echsenbeckenartigen pflanzenfressenden Sauropoden und räuberischen Theropoden und den Vogelbeckenechsen, den Ornithischiern, sind eindeutig zu unterscheiden, wengleich die hier gezeigten Formen erst im Jura zu ihrer vollen Blüte gelangen.

Bild 15: Mit dem Auseinanderbrechen des Superkontinents Pangaea eng verbunden ist die Radiation der Dinosaurier. Bis in das späte Jura hinein ist die Dinosaurierfauna weltweit allerdings sehr einheitlich, was für einen globalen Faunenaustausch über Landverbindungen zwischen den auseinanderweichenden Kontinenten spricht. Erst mit Beginn der Kreide entwickeln sich die Formen auseinander. In Nordamerika werden unter den Theropoden die Tyrannosaurier zu den alles dominierenden Räubern und Ornithopoden durchstreifen in großen Herden die Ebenen, während in Afrika Allosaurier wie die Haizahnechse und *Afrovenator* und Spinosaurier zur beherrschenden Gruppe werden. Die neuen Funde von mit dem europäischen *Baryonyx* verwandten *Suchomimus tenerensis* weisen darauf hin, daß selbst zum Ende der Kreide noch wenigstens einmal ein Austausch von Faunenelementen zwischen Europa und Afrika stattgefunden haben muß.

Bilder 16 + 17: Parallel zum Verlauf der algerischen Grenze erstreckt sich im Süden Marokkos ein zweihundert und mehr Meter mächtiges Plateau mit schroffen Klippen und erodierten Hängen, das reich an Fossilien aus der Kreide ist. Den oberen Abschluß bildet eine neuzeitliche Karbonatplattform, die darunterliegenden Sedimente bestehen aus körnigem bis feinkörnigem Sand- und Tonstein, die fluvialer Herkunft sind, d.h. sie entstammen der stetigen Sediment-fracht prähistorischer Flüsse. Rein formell, lassen sich zwei stratigraphische Abschnitte, eine oberen und eine untere Einheit, unterscheiden, die hinsichtlich Korngröße, Schichtung und Färbung verschieden zusammengesetzt sind. Beide Sedimentlagen repräsentieren die späte Kreidezeit vor etwa 100-90 Millionen Jahren und führen fossilies Knochen- und Zahnmaterial von Dinosauriern und anderen Organismen der Kreide.

Literaturverzeichnis

CHOUBERT, G.; MARCAIS, J. (1952): Geologie du Maroc. Histoire Geologique du Domaine de L'Anti-Atlas Notes et Memoires, No. 100, 7-194 7-194

FASTOVSKY, David E. (1996): The Evolution and Extinction of the Dinosaurs. / David E. Fastovsky, David B. Weishampel.

FERRANDINI, Michele; PHILIP, Jean; BABINOT, Jean-Francois; FERRANDINI, Jean; TRONCHETTI, Guy (1985): La plate-forme carbonatee du Cenomano-Turonien de la region d'Erfoud-Errachidia (Sud-Est marocain): stratigraphie et paleoenvironnements Bull. Soc. geol. France, (8), 4, 559-564 559-564

RUSSEL, Dale A. (1996): Isolated Dinosaur bones from the Middle Cretaceous of the Tafilalt, Morocco Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle, 4, 18, Section 2-3, 349-402 349-402

SERENO, P.C. (1996): Africa's Dinosaur Castaways National Geographic Society (Hrsg.), National Geographic Magazine 189, 1996, 6 (June), 106-119

SERENO, P.C.; BECK, Allison; DUTHEIL, Didier B.; GADO, Boubacar; LARSSON, Hans C. E.; LYON, Gabrielle H.; MARCOT, Jonathan D.; RAUHUT, Oliver W. M.; SADLEIR, Rudygard W.; SIDOR, Christian A.; VARRICCHIO, David J.; WILSON, Gregory P.; WILSON, Jeffrey A. (1998): A Long-Snouted Predatory Dinosaur from Africa and the Evolution of Spinosaurids Science, 282, 1298-1302 282, 1298-1302

SERENO, P.C.; DUTHEIL, Didier B.; LAROCHE, M.; LARSSON, Hans C. E.; LYON, Gabrielle H.; MAGWENE, Paul M.; SIDOR, Christian A.; VARRICCHIO, David J.; WILSON, Jeffrey A. (1996): Predatory Dinosaurs from the Sahara and Late Cretaceous Faunal Differentiation Science, 272, 986-991 272, 986-991

SERENO, P.C., Wilson, Jeffrey A., Larsson, Hans C. E., Sues, Hans-Dieter, (1994): Early Cretaceous Dinosaurs from the Sahara Science, 266, 267-271 266, 267-271

STROMER, Ernst (1915): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II. Wirbeltier-Reste der Baharije-Stufe - 3. Das Original des Theropoden Spinosaurus aegypticus Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, XXVIII. Band, 3. Abhandlung, 3-32 3-32

WEISHAMPEL, David B.; DODSON, Peter; OMOLSKA, Halszka (1990): The Dinosauria