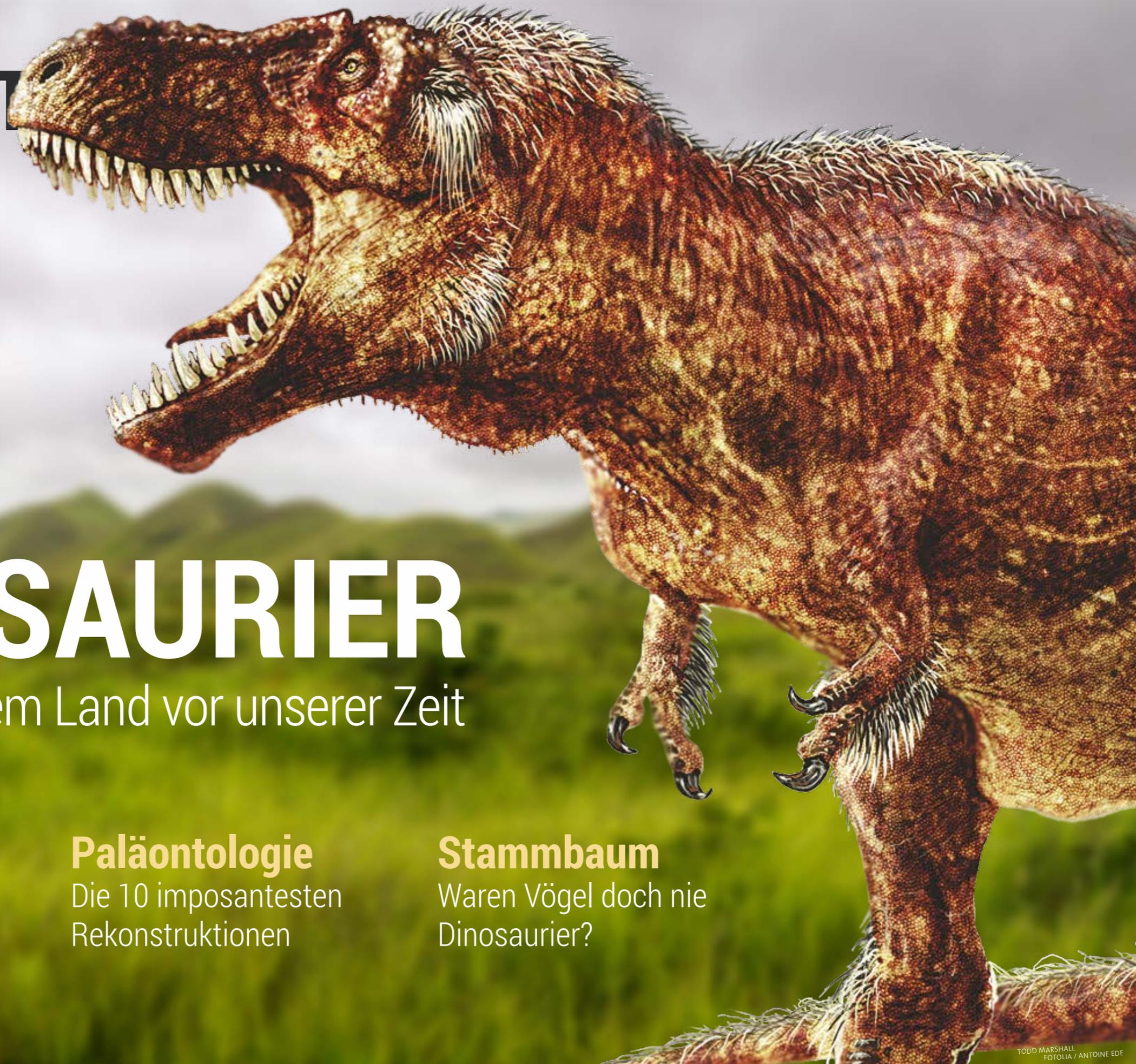


Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT



DINOSAURIER

Neues aus einem Land vor unserer Zeit

Tyrannenechsen

Die Wahrheit über die *T.-rex*-Familie

Paläontologie

Die 10 imposantesten Rekonstruktionen

Stammbaum

Waren Vögel doch nie Dinosaurier?



Judith Merkelt
E-Mail: sdwu@spektrum.de

Liebe Leserin, lieber Leser,
wussten Sie als Kind auch alles über *T. rex* und Co und konnten sogar ihre Namen im Schlaf aufsagen? Seitdem hat sich einiges getan in der Saurierforschung – Zeit, die kindliche Neugierde zu reaktivieren und unser Wissen aufzufrischen. In dieser Ausgabe geben wir aktuelle Antworten auf die großen Fragen der Paläontologie: Weshalb sind die Dinosaurier wirklich ausgestorben? Sind Hühner und Enten ihre legitimen Nachfahren? Und hatten Dinos wirklich Federn? Aber Vorsicht: Der nächste fossile Fund kann die Geschichte der Dinosaurier schon wieder komplett umschreiben.

Eine spannende Lektüre wünscht

PS: Ich würde mich freuen, **wenn Sie an einer kleinen Umfrage zu unseren Kompakt und Ratgebern teilnehmen** – damit wir diese Serie in Ihrem Interesse weiter entwickeln und verbessern können!

CHEFREDAKTEURE: Prof. Dr. Carsten Könneker (v.i.S.d.P.), Dr. Uwe Reichert
REDAKTIONSLEITER: Christiane Gelitz, Dr. Hartwig Hanser, Dr. Daniel Lingenhöhl
ART DIRECTOR DIGITAL: Marc Grove
LAYOUT: Oliver Gabriel
SCHLUSSREDAKTION: Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
BILDREDAKTION: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
PAID-CONTENT-MANAGERIN: Antje Findeklea
VERLAG: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Slevogtstraße 3–5, 69126 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600, Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114, USt-Id-Nr. DE147514638
GESCHÄFTSLEITUNG: Markus Bossle, Thomas Bleck
MARKETING UND VERTRIEB: Annette Baumbusch (Ltg.)
LESER- UND BESTELLSERVICE: Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ute Park, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner der Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik). Das NaWik ist ein Institut der Klaus Tschira Stiftung gGmbH und des Karlsruher Instituts für Technologie. Wissenschaftlicher Direktor des NaWik ist Spektrum-Chefredakteur Prof. Dr. Carsten Könneker.

BEZUGSPREIS: Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer.
ANZEIGEN: Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an anzeigen@spektrum.de

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2015 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bildnachweise: Wir haben uns bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

FOLGEN SIE UNS:



04

KÖNIG DER TYRANNENECHSEN
Die Wahrheit über die *T.-rex*-Familie
 Die letzten Geheimnisse von *Tyrannosaurus rex*

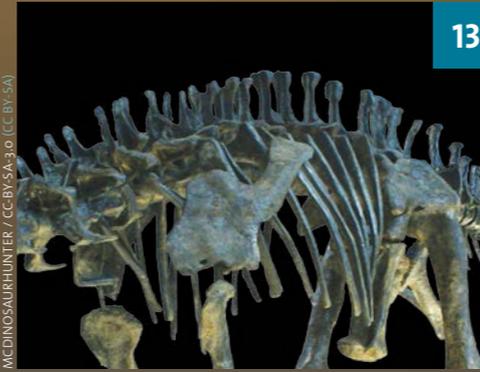


DAVID MONNIAUX 2005 / CC-BY-SA-3.0 (CC BY-SA)

13

SAUROPODEN
Verkannte Giganten

Die Sauropoden passten sich an Veränderungen der Umwelt an



MCDINOSAURHUNTER / CC-BY-SA-3.0 (CC BY-SA)

24

MASSENGRAB
Tödliche Falle für Dinosaurier
 Spektakulärer Fossilfund in der Wüste Gobi zeugt von einem prähistorischen Unglück



JAMES GURNEY

35

EXTINKTION
Dinosaurier auf falschem Fuß erwischt

Waren Dinosaurier auch ohne Asteroideneinschlag reif zum Aussterben?



MARCIN CHADY / CC-BY-2.0 (CC BY-SA)

38

CHICXULUB
Killerasteroid brachte Kälte und Finsternis
 Wie der Asteroideneinschlag am Ende der Kreidezeit die Erde über Jahrzehnte in eine Art nuklearen Winter stürzte



NEWSBIE PIX / CC-BY-2.0 (CC BY)

51

ERSTAUNLICHER FUND
Trugen alle Dinos Federn?
 Ein Fund aus Sibirien überrascht Forscher



ANDREY ATUCHIN; PRESSEBILD ZU GODEFROIT, P. ET AL., SCIENCE 345, S. 451-455, 2014

55

URVOGEL
Als die Federn fliegen lernten
 Das elfte *Archaeopteryx*-Fossil und ein neuer Stammbaum bringen Licht in die frühe Evolution des Fliegens



FOTOLIA / BILDERJETMEDIA

65

PALÄONTOLOGIE
Die 10 imposantesten Dinosaurier-Rekonstruktionen
 Wie würden die Giganten aus Jurassic Park wohl heute aussehen?



BRIAN ENGH / CC-BY-3.0; AUS FARKE, A.A. ET AL., PLOS ONE 9, E119055, 2014, FIG. 6C (CC BY)



KÖNIG DER TYRANNENECHSEN

Die Wahrheit über die *T.-rex*-Familie

von Brian Switek

Die Familie des Superstars *T. rex* kennt zahlreiche Geheimnisse. Wieso wurden die Tiere so groß? Hatten sie Federn? Und wozu dienten die kleinen Arme?

Ende des Jahrs 1905 hatten die Zeitungsredaktionen einen neuen Liebling gefunden: ein prähistorisches Monster, dessen Knochen in den Badlands von Montana ausgegraben wurden. Die »New York Times« schwärmte in ihrer Beschreibung des »Tyrannensauriers« vom »Furcht erregendsten Raubtier, von dem wir Zeugnis haben«. Auch in den 100 Jahren seitdem hat der *Tyrannosaurus rex* nichts von seiner Faszination verloren – weder für Laien noch für Forscher.

Über zwölf Meter Körperlänge von Kopf bis Schwanz und ein Gebiss, das vor dolchgroßen Zähnen nur so starrte: Kein Wunder, dass der 66 Millionen Jahre alte *T. rex* als ultimatives Beispiel eines urzeitlichen Räubers gilt. Und ebenso wenig muss der mediale Aufschrei erstaunen, den eine Veröffentlichung im Jahr 2013 verursachte. Die Autoren hatten darin wieder einmal die Frage aufgeworfen, ob *T. rex* seine Beute überhaupt selbst erlegte oder sich doch lieber an den übrig gelassenen Mahlzeiten anderer gütlich tat [1].

Das brachte sogar einige Paläontologen auf die Palme. Das sei doch schon längst geklärt, entgegneten sie, es gebe ausrei-

chend Belege dafür, dass der *T. rex* seine Beute niederringen und den Kadaver aufbrechen konnte. Schlimmer noch: Die Pseudodiskussion lasse andere – wichtigere – Fragen in den Hintergrund treten.

Wie zum Beispiel seine evolutionäre Herkunft. Sie ist nach wie vor ein Mysterium. Forscher setzen derzeit alles daran, zu klären, wie sich die Könige der Kreidezeit (145 Millionen bis 66 Millionen Jahre vor heute) aus winzigen Dinosauriern des Jura (201 Millionen bis 105 Millionen Jahre vor heute) entwickeln konnten. Heiß umstritten ist außerdem, wie man sich einen jugendlichen *T. rex* vorzustellen hat. Wurden vielleicht die Fossilien junger Tyrannosaurier jahrzehntelang als Angehörige einer anderen Art falsch klassifiziert?

Selbst grundlegende Fragen über sein Äußeres sind noch offen: Einige Wissenschaftler sind der Ansicht, dass *T. rex* von einem Flaum aus Federn bedeckt war, andere sehen ihn im Schuppenkleid. Und dann die quälende Frage, warum er trotz seines massigen Kopfs und seiner muskulösen Beine nur so derart spindeldürre Arme hatte.

Zum Glück hat die Wissenschaft inzwischen genug Material, um nach Antworten

»Das Furcht erregendste Raubtier, von dem wir Zeugnis haben«

zu suchen. »Wir haben eine Menge *T.-rex*-Fossilien«, erklärt der Paläontologe [Stephen Brusatte von der University of Edinburgh](#). »Es kommt selten vor, dass man so viele Exemplare einer Dinosaurierart hat. Damit können wir tatsächlich diese Fragen angehen – wie er gewachsen ist, was er gegessen hat oder wie er sich bewegte. Bei anderen Dinosauriern können wir das nicht.« Im Folgenden geht »Nature« der Frage nach, wie Paläontologen dem wahrscheinlich populärsten aller Dinos seine letzten Geheimnisse entlocken wollen.

Von welchen Arten stammten die Tyrannosauridae ab?

In den ersten Jahrzehnten nachdem [Henry Fairfield Osborn](#) den *T. rex* benannt und beschrieben hatte, galt der Dinosaurier als Höhepunkt einer Entwicklungstendenz zu immer größeren Raubtieren. Dieser Anschauung nach stammte *T. rex* von *Allosaurus* ab, einem neun Meter langen Raubsaurier, der über 80 Millionen Jahre früher gelebt hatte und mit anderen großgewachsenen Fleischfressern zu den Carnosauriern gezählt wurde – im Wesentlichen eine »Mülleimerkategorie«, in die alles eingeordnet wurde, was andernorts

nicht passte. Als letzter und größter Vertreter dieser wilden Truppe soll *T. rex* auf den Plan getreten sein. Schon bald aber legten Paläontologen die Axt an diesen Stammbaum. Mit Hilfe eines deutlich rigoroseren Analysewerkzeugs, der Kladistik, nahmen sie sich Anfang der 1990er Jahre die alten Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den Dinosauriern vor. Dabei stellte sich heraus, dass *T. rex* seine evolutionären Wurzeln in einer Gruppe kleiner Kreaturen mit flaumigen Gefieder hatte, die im Schatten von *Allosaurus* und anderen Räubern des Jura ihr Auskommen suchten.

Mit der Zeit zeichnete sich ein Bild ab, demzufolge *T. rex* und seine nahen Verwandten – man bezeichnet sie als Tyrannosauridae – am äußersten Ast des breiteren Stammbuschs der Tyrannosauroidae standen. Diese Gruppe soll sich vor rund 165 Millionen Jahren herausgebildet haben. Zu ihren ältesten bekannten Mitgliedern zählt *Stokesosaurus clevelandi*, ein zweifüßiger Fleischfresser von zwei bis drei Meter Länge, der vor gut 150 Millionen Jahre lebte. Nur wenig ist über ihn bekannt, aber andere Tyrannosauroidae legen nahe, dass er einen länglichen, flachen Schädel und schmale Arme hatte. Die frühen Tyranno-

sauroidae waren kleine, bewegliche Jäger, aber auf Grund ihrer geringen Größe rangierten sie weit unten in der Hackordnung des Jura. »Das waren eher Schoßhündchen als Top-prädatoren«, sagt Brusatte.

Den Paläontologen stellt sich daher die Frage, wie *T. rex* aus so bescheidenen Anfängen an die Spitze der Nahrungskette in Nordamerika und Asien gelangen konnte. Doch leider fehlen ihnen dazu die entscheidenden Stellen der Geschichte. Es gibt nur vergleichsweise wenig fossilienreiche Gesteinsformationen aus der Zeit zwischen 145 Millionen und 90 Millionen Jahre vor heute, also aus der Phase, als sich der Aufstieg der Tyrannosaurier aller Wahrscheinlichkeit nach abspielte. Welche Lebensgemeinschaften zu dieser Zeit existierten, ist den Forschern daher nach wie vor ein Rätsel.

Möglicherweise waren es Veränderungen des Meeresspiegels oder des Klimas, die den Tyrannosauriern zu ihrer späteren Dominanz verhalfen, sagt Brusatte, räumt aber ein, dass solche Überlegungen größtenteils Spekulation sind. »Wir brauchen einfach mehr Fossilien aus dieser Fundlücke in der mittleren Kreidezeit, wenn wir hinter dieses Mysterium schauen wollen.« In den letzten Jahren vermeldeten Forscher

erste Fortschritte: Einige Formationen in China enthalten Spuren aus dieser kritischen Zeitspanne. So beschrieb im Jahr 2009 ein Team um [Peter Makovicky vom Field Museum](#) in Chicago einen langschnäuzigen Tyrannosaurier namens *Xiongguanlong baimoensis*, von dem ein zwischen 100 Millionen bis 125 Millionen Jahre altes Exemplar im Westen Chinas gefunden worden war [2]. Dieses Tier erreichte bereits eine Körperlänge von vier Metern – deutlich mehr also als seine jurassischen Vorgänger. Und im Jahr 2012 beschrieben Xu Xing vom Institut für Wirbeltierpaläontologie und Paläoanthropologie in Peking und Kollegen einen neun Meter langen Tyrannosaurus, den sie auf den Namen *Yutyrannus huali* tauften [3]. Er stammte aus einer ähnlichen Epoche.

Beide könnten sie genau in jener entscheidenden Phase gelebt haben, als sich Tyrannosaurier und Allosaurier ein Habitat teilten, aus dem sich Letztere dann langsam verabschiedeten. Bei Untersuchungen von Felsgestein im Norden Chinas sind Brusatte und Mitarbeiter auf den fünf bis sechs Meter langen Allosaurier *Shaochi-long maortuensis* gestoßen, der vor zirka 90 Millionen Jahren lebte [4]. »Es sieht also

so aus, als wären sowohl Allosauroiden und Tyrannosauroiden damals in Asien vorgekommen und als hätten sie beide in etwa die gleiche Größe gehabt«, sagt er. Doch es brauche noch einige Fossilfunde mehr, um der Geschichte vom Aufstieg der Tyrannosaurier mehr Substanz zu verleihen.

Waren »kleine« Arten nur Jungtiere der »großen«?

Genau wie die evolutionären Anfänge von *T. rex* bleiben auch seine Jugendjahre bislang im Dunkeln. In diesem Fall kreist die Debatte um ein Tier namens *Nanotyrannus lancensis* – einen Dinosaurier, den man in denselben Ablagerungen gefunden hat wie *T. rex* und der eine Körperlänge von rund sechs Metern erreichte. Als man ein solches Fossil zum ersten Mal ausgrub, waren Forscher überzeugt, es mit einer eigenen Art zu tun zu haben. Mittlerweile mehrten sich die Stimmen derer, die im *Nanotyrannus* stattdessen einen jungen *T. rex* zu erkennen glauben.

Nach Meinung von [Thomas Holtz Jr.](#), einem Paläontologen von der University of Maryland in College Park, sehen *Nanotyrannus*-Exemplare einem *T. rex* erstaunlich ähnlich. Überdies entsprächen die Unter-

»Das waren eher
Schoßhündchen als
Topprädatoren«

[Stephen Brusatte]

schiede zwischen ihnen den Unterschieden zwischen Jungtier und ausgewachsenem Tier bei anderen Tyrannosaurierarten. Und schließlich zeige auch die Tatsache, dass sämtliche bislang gefundenen *Nanotyrannus*-Exemplare als Heranwachsende klassifiziert wurden, während die *T.-rex*-Funde ausnahmslos von (fast-) Ausgewachsenen stammen, dass man es letztendlich mit ein und derselben Art zu tun habe. Der Paläobiologe [Lawrence Witmer von der Ohio University](#) in Athens ist sich da allerdings nicht so sicher. Im Jahr 2010 studierte er gemeinsam mit seinem Kollegen Ryan Ridgeley CT-Aufnahmen eines *Nanotyrannus*-Schädels aus dem Cleveland Museum of Natural History in Ohio. Es gilt als »Holotypus« dieser Art, an ihm wurden die definierenden Merkmale festgelegt. »Wir haben das Projekt unter der Annahme begonnen, dass der Cleveland-Schädel in Wirklichkeit einem juvenilen *T. rex* gehörte«, sagt Witmer. Dann aber stießen sie auf ungewöhnliche Einbuchtungen im Hirnschädel und den Schädelhöhlen, in denen zu Lebzeiten des Tiers Luftsäcke in der Schädelrückwand saßen [5]. Auf Grund dieser Merkmale weisen die Schädel von *T. rex* und *Nanotyrannus* deutliche Unterschiede auf. Das könne durch-

aus dafür sprechen, dass es sich um verschiedene Arten handelte, meint Witmer. Lautstärkstes Mitglied im Team *Nanotyrannus* ist Peter Larson, seines Zeichens Präsident des Black Hills Institute of Geological Research. Die Firma aus Hill City in South Dakota sammelt, präpariert und fertigt Abgüsse von Fossilien an. Larson verweist auf die Zähne von *Nanotyrannus*, die seiner Meinung nach viel zu dicht stünden und zu fein gezackt seien, um von einem jungen *T. rex* zu stammen. Auch in der Anatomie der Schultergelenkpfanne und einiger Schädelöffnungen gäbe es Unterschiede.

Ein Teil dieser Überlegungen gründet sich jedoch auf Fossilien, die noch nie in offiziellen Fachpublikationen beschrieben wurden – und es womöglich auch so bald nicht werden. Ein Skelett, das als *Nanotyrannus* eingeordnet wurde und entscheidende Hinweise liefern könnte, wird im kommenden Monat in New York versteigert. Der Hype um dieses Fossil und die Bedeutung, die es für die *Nanotyrannus*-Debatte hat, ließ zuletzt den Preis in die Höhe schnellen: Laut Schätzungen könnte es für bis zu neun Millionen US-Dollar unter den Hammer kommen. Die meisten Paläontologen weigern sich jedoch solche Funde zu

untersuchen, solange sie nicht in ein respektables Museum gelangt sind. Sollte ein privater Käufer den Zuschlag erhalten, könnte die Forschung dieser Chance verlustig gehen. (Anm. d. Red.: Es fand sich kein Käufer.)

»Die Lösung liegt – wie so oft – darin, auf mehr Fossilien zu hoffen«, sagt ein ernüchterter Witmer. Damit *Nanotyrannus* seinen Artstatus behalten kann, müsste mindestens einer von zwei Fällen eintreten: Man findet einen jungen Tyrannosaurus, der den Alttieren merklich ähnlicher sieht als jeder *Nanotyrannus*, oder man findet einen ausgewachsenen *Nanotyrannus*, der sich von einem *T. rex* unterscheidet. Doch dank des Promistatus von *T. rex* genügt am Ende vielleicht nicht einmal das, um alte Ansichten über Bord zu werfen. »Ich weiß nicht, wie viel Daten es braucht, damit wir uns einig werden«, sagt Witmer.

Wie steht es um das Federkleid?

Seit Generationen wird *T. rex* mit einer schuppigen Haut dargestellt – ganz ähnlich wie die heutigen Reptilien, mit denen er jedoch nur entfernt verwandt ist. In den letzten beiden Jahrzehnten haben Forscher in China jedoch Exemplare vieler Dinosaurier-