

Kinderstube der Dinosaurier

Lange galten sie als tumbe Monster, die ihre Eier schlicht vergruben und dann ihrem Schicksal überließen. Doch immer mehr Funde stellen die Dinosaurier ganz anders dar: als fürsorgliche Eltern, die ihren Nachwuchs behüteten.

» spektrum.de/artikel/2169846



Daniel T. Ksepka ist promovierter Wirbeltierpaläontologe und ausgewiesener Experte für die Evolution der Vögel und Dinosaurier. Derzeit arbeitet er als wissenschaftlicher Kurator am Bruce Museum in Greenwich (USA).

AUF EINEN BLICK

Nestwärme der »Schrecklichen Echsen«

- 1** Dinosaurier zeigten eine verblüffende Vielfalt an Nist- und Brutpflegeverhalten.
- 2** Ursprünglich vergruben die Tiere wohl Eier mit weicher Schale, die fossil kaum erhalten sind. Unabhängig voneinander entstanden dann mehrfach stabilere hartschalige Eier.
- 3** Nahe Verwandte der heutigen Vögel brüteten ihr mit farbigen Eiern bestücktes, offenes Nest per Körperkontakt aus und bewachten es.

BUNTES GELEGE Die Eier heutiger Vögel zeichnen sich durch eine bemerkenswerte Vielfalt an Farben und Mustern aus, wodurch sie beispielsweise vor Fressfeinden besser geschützt sind. Manche Dinosauriereier wie das in der unteren rechten Ecke waren vermutlich auch gefärbt.



Es war ein altes Rätsel der Paläontologie: Warum kennen wir von manchen Dinosauriern Tausende von Eiern, von anderen hingegen überhaupt keine? Schließlich gingen seit mehr als 100 Jahren die meisten Paläontologen von der Hypothese aus, dass alle Dinosaurier Eier mit harter Schale legten – so wie es noch heute ihre engsten Verwandten, die Krokodile und Vögel, tun. Davon sollte es doch genügend Fossilien geben.

Neue Entdeckungen und Erkenntnisse vermitteln uns inzwischen einen anschaulichen Eindruck vom Leben dieser längst ausgestorbenen Tiere. Sie zeigen auch, inwieweit die Dinosaurier ihren heutigen Verwandten ähnelten und wo sie sich andererseits von ihnen unterschieden. Die vogelähnliche Anatomie und Verhaltensweisen haben sich immer weiter herauskristallisiert – wenn es jedoch um die Fortpflanzung der Dinosaurier geht, scheint die Geschichte viel weniger klar zu sein.

Der Weg zu unseren aktuellen Erkenntnissen über Dinosauriernester war lang. Als 1821 die erste Dinosaurierart *Megalosaurus bucklandi* ihren Namen erhielt, wusste man fast nichts über ihre Fortpflanzung. Erst 1921 ergab sich ein wichtiger Anhaltspunkt: Der angesehene Fossilsucher Roy Chapman Andrews (1884–1960) entdeckte in der mongolischen Wüste Gobi unversehrte Dinosauriernester. Eier hatte man zwar schon 1859 in Frankreich gefunden, aber zu jener Zeit ordnete man sie fälschlicherweise Riesenvögeln zu.

Andrews hielt die hübschen, länglich ovalen Eier für Produkte des kreidezeitlichen Dinosauriers *Protoceratops* aus der Gruppe der gepanzerten Ceratopsia. Schließlich galt der Verwandte des viel größeren *Triceratops* an der fraglichen Ausgrabungsstätte als mit Abstand häufigster Dinosaurier, und so erschien es nur plausibel, dass auch die Nester von ihm stammten. Als man in der Nähe eines

Nests einen ungewöhnlichen, mit einem Schnabel ausgestatteten Dinosaurier aus der Gruppe der zweibeinig laufenden Theropoden fand, ging Andrews davon aus, dieser sei beim Plündern von *Protoceratops*-Eiern verendet. Und so erhielt der ungewöhnliche Dinosaurier den Namen *Oviraptor*, was so viel wie »Eierdieb« bedeutet.

1993 kehrte eine Arbeitsgruppe unter Leitung von Mark Norell vom American Museum of Natural History in New York zu Andrews' alten Fossilfundstätten zurück und entdeckte ein wirklich bemerkenswertes Skelett von *Citipati*. Dieser enge Verwandte von *Oviraptor* hatte ein Gelege aus länglichen Eiern ausgebrütet. Die angeblichen *Protoceratops*-Eier hatten also in Wirklichkeit immer zu Oviraptoriden gehört – und so avancierten die bis dahin mit einem zwielichtigen Leumund behafteten »Eierdiebe« zu fürsorglichen Eltern.

Die Entdeckung warf jedoch eine neue Frage auf: Wenn all diese Eier zu den relativ seltenen Oviraptoriden gehörten, warum hatte man dann nie auch nur ein einziges Ei von dem viel zahlreicheren *Protoceratops* gefunden? Fast ein Jahrhundert nach Andrews' Entdeckung des falsch zugeordneten Oviraptoriden-Nests stieß Norell schließlich auf die ersten echten *Protoceratops*-Eier. Der Fund stellte ihn jedoch vor ein Rätsel: In den einzelnen Eiern lagen zusammengekauerte, gut erhaltene Embryonen, aber die Eier selbst waren kaum zu sehen – nur ein »Halo« schien die winzigen Skelette zu umgeben (siehe »Weichei«). Norell wandte sich an seine Kollegin Jasmina Wiemann, eine Expertin für molekulare Paläontologie, die heute an der University of Chicago forscht, um zusammen mit ihr den chemischen Aufbau der *Protoceratops*-Eier genauer zu untersuchen.

Wie die beiden 2020 herausfanden, besaßen die Eier ursprünglich statt einer harten eine weiche, nicht mineralisierte Schale, ähnlich wie die meisten heutigen Schildkröteneier. In Teile der Schale hatte sich Phosphat eingelagert, nachdem die Eier im Sediment vergraben worden

AUS DEM EI GEPELLT

Ein frisch geschlüpftes

Jungtier von *Protoceratops*





waren, so dass sie der Zerstörung entgingen und schließlich wie ein Halo aussahen. Diese Entdeckung war die Erklärung für das Rätsel der fehlenden *Protoceratops*-Eier: Eine weiche Schale bleibt als Fossil meist nicht erhalten.

Damit war unmittelbar klar, warum versteinerte Eier mancher Dinosaurier häufig gefunden wurden, während man von anderen keine entdeckt hatte: Die Hadrosaurier mit ihrem »Entenschnabel«, die riesigen, langhalsigen Sauropoden sowie viele Theropoden legten Eier mit harter, kalkhaltiger Schale. Der Kalkanteil in solchen hartschaligen Eiern stellt eine Art Fossilvorstufe dar, denn die Verbindung Kalziumkarbonat bleibt über Hunderte von Jahrmillionen stabil. Die organischen Bestandteile einer weichen Eierschale werden hingegen meist rasch abgebaut. Deshalb bestanden für die Eier von *Oviraptor* viel bessere Aussichten, sich in den Fossilfunden wiederzufinden, als für die von *Protoceratops*.

Das Familienleben der Dinos

Niemand hat jemals – mit Ausnahme von Vögeln – einen lebenden Dinosaurier zu Gesicht bekommen, aber dank solcher Entdeckungen erfahren wir heute zuvor unvorstellbare Einzelheiten über das Familienleben der ausgestorbenen Tiere. Es waren bemerkenswerte Geschöpfe. Häufig werden die Gemeinsamkeiten zwischen Dinosauriern und Vögeln betont, doch in Wirklichkeit vereinten die Dinosaurier einen Merkmalsmix von Vögeln und Reptilien, kombiniert mit einzigartigen Eigenschaften, die in den beiden anderen Gruppen fehlen. Die Entdeckung der weichschaligen Eier von *Protoceratops* kam vollkommen unerwartet, denn sowohl Vögel als auch Krokodile legen nur solche mit harter Schale (siehe »Spektrum« Oktober 2020, S. 22). Damit offenbarten sich gleichfalls neue Einzelheiten über das Nistverhalten von *Protoceratops*: Eier mit weicher Schale reagieren empfindlicher auf die Umwelt, denn sie trocknen schneller aus. Außerdem können sich Elterntiere nicht unmittelbar auf sie setzen,

WEICHEI Im etwa 80 Millionen Jahre alten Gelege des Dinosauriers *Protoceratops* lassen sich die versteinerten Embryonen noch gut erkennen (links). Die ledrigen, kalkfreien, aber phosphathaltigen Eierschalen sind jedoch mehr oder weniger verschwunden und äußern sich nur durch einen leichten Halo rund um die Überreste (Pfeil in der Vergrößerung unten).



ohne zu riskieren, dass die Schale bricht. Wegen solcher Einschränkungen vergrub *Protoceratops* seine Eier wahrscheinlich in feuchtem Sediment und ließ sie von äußeren Wärmequellen wie verwesenden Pflanzen oder Sonnenlicht ausbrüten.

Als Norell und Wiemann weitere Eier aus unterschiedlichen Zweigen des Dinosaurierstammbaums studierten, kristallisierte sich eine verblüffende Folgerung heraus: Das allererste Dinosaurierei war vermutlich weich. Wie die beiden schlussfolgerten, legten die Vorfahren der Sauropoden weiche Eier, und das Gleiche galt wohl auch für die geflügelten Pterosaurier, die als nahe Verwandte der Dinosaurier gelten. Der Befund deutet darauf hin, dass die ältesten Dinosaurier sich zum Nisten auf feuchte Umgebungen beschränken mussten. In anderen Dinosauriergruppen entwickelten sich dann die harten Kalkschalen, die Feuchtigkeit festhielten und Gelege unter vielfältigeren Umweltbedingungen ermöglichten. Diese Entwicklung bot sicher einen großen Vorteil, und bei mindestens drei Abstammungslinien bildeten sich unabhängig vonein-

cosaurus, einem älteren Verwandten von *Protoceratops*. In einem *Psittacosaurus*-Nestbau fand man ein fünf Jahre altes jungliches Tier zusammen mit 24 kleineren Babys. Das größere Individuum erschien als Elternteil zu jung; vielleicht handelte es sich um ein älteres Geschwister, das über die Jungen wachte.

Noch wichtiger wird die Brutpflege unter schwierigen Umweltbedingungen; und manche Dinosaurier trotzten bei ihrer Jungenaufzucht sogar klimatischen Extremen. Zu den Gebieten, die weitgehend als Neuland bei der Erforschung des Nistverhaltens von Dinosauriern gelten, gehört die Arktis. Als man Dinosaurier noch für wechselwarme Tiere hielt, erschien es ausgeschlossen, dass sie den Winter in hohen Breiten überleben konnten. Wie wir jedoch heute wissen, gediehen viele Dinosaurier viel weiter im Norden, als man es früher für möglich gehalten hatte. In der Kreidezeit lag Nordamerika sogar noch näher am Nordpol als heute. Dinosaurier waren auch im nördlichsten Teil des heutigen Alaska zu Hause und stießen in Regionen jenseits von 80 Grad nördlicher Breite vor – also weit oberhalb des auf 66,3 Grad liegenden nördlichen Polarkreises.

Seit 2009 sammelten Arbeitsgruppen unter Leitung von Patrick Druckenmiller von der University of Alaska in Fairbanks eine Fülle von Fossilien in der Arktis, darunter Hadrosaurier, Ceratopsiden und Troodontiden. Und was noch bemerkenswerter ist: Die Fachleute entdeckten aus all diesen Gruppen auch Knochen von Jungtieren. Die winzigen Zähne und Knochen sind in vielen Fällen nicht größer als ein Stecknadelkopf; es handelte sich also tatsächlich um frisch geschlüpfte Dinosaurier – manche nicht größer als ein Meerschweinchen.

Während der Kreidezeit blieb es im Norden Alaskas im Winter mehr als 80 Tage lang ununterbrochen dunkel. Wegen dieser unwirtlichen Jahreszeit hatten Paläontologen angenommen, die Dinosaurier hätten die sonnigen Sommermonate der Arktis genutzt und seien dann nach Süden gewandert, bevor die Sonne im Oktober verschwand. Die Entdeckung fossiler Jungtiere in Alaska lässt jedoch darauf schließen, dass viele Arten in Wirklichkeit sogar dem Polarwinter standhielten.

Indem Druckenmiller und Erickson Modelle des polaren Tageslichts mit Schätzungen über die Brutzeiten kombinierten, gelangten sie zu dem Schluss, dass den Dinosauriern aus den Polargebieten schlicht die Zeit für eine größere Wanderung fehlte. Der Hadrosaurier *Ugrunaaluk* aus Alaska brauchte fast sechs Monate, um seine Eier auszubrüten. Selbst wenn die Spezies bei Frühlingsbeginn sofort mit dem Nisten begann, ließ der Kalender nahezu keine Zeit zwischen dem Schlüpfen des Nachwuchses und dem Einsetzen der winterlichen Dunkelheit. Demnach wären, so Druckenmiller, die Jungen viel zu klein gewesen, um die 2500 Kilometer nach Süden zurückzulegen, bevor die Sonne am Polarkreis verschwand.

Zusammen mit Befunden von anderen Hadrosaurierarten, wonach Elterntiere ihre Brut versorgten, kristallisiert sich ein bemerkenswertes Bild heraus: Vielleicht hüteten die *Ugrunaaluk*-Herden ihren Jungen sorgfältig

während der vielen Wochen des dunklen Polarwinters und halfen ihnen, sich von Resten von Baumrinde, Farnen oder Moos zu ernähren. Eine solche Lebensweise wäre im wärmeren Klima der Kreidezeit durchaus möglich gewesen. Es lag zwar im Winterhalbjahr Schnee, die Temperaturen waren jedoch in der Arktis weniger extrem als heute.

Die Evolution des Verhaltens von Dinosauriern zeigt, welche vielfältigen Strategien sich in den Jahrmillionen entwickelt haben, in denen diese Tiere über die Erde streiften. Manche neuen Entdeckungen wie die farbigen Eier oder die Hinweise auf Brutpflege untermauern die Ähnlichkeiten zwischen Theropoden und Vögeln. Andererseits waren jedoch einige Dinosaurier mit ihrer Nistökologie weit von den Vögeln entfernt – wie Schildkröten vergruben sie weichschalige Eier im Boden und überließen sie dann zum Ausbrüten sich selbst. Nur eines ist sicher: Angesichts des rasanten Fortschritts der Forschung in den letzten Jahren können wir damit rechnen, in naher Zukunft viele weitere Rätsel rund um die Frage zu knacken, wie es einst in der Kinderstube der Dinosaurier aussah. ◀

Mehr Wissen auf Spektrum.de

Unser Online-Dossier zum Thema finden Sie unter spektrum.de/t/saurier



BASTOS / STOCK.ADOBE.COM

QUELLEN

Druckenmiller, P.S. et al.: Nesting at extreme polar latitudes by non-avian dinosaurs. *Current Biology* 31, 2021

Erickson, G.M. et al.: Dinosaur incubation periods directly determined from growth-line counts in embryonic teeth show reptilian-grade development. *PNAS* 114, 2017

Norell, M.A. et al.: The first dinosaur egg was soft. *Nature* 583, 2020

Wiemann, J. et al.: Dinosaur egg colour had a single evolutionary origin. *Nature* 563, 2018

LITERATURTIPP

Herrscher des Erdmittelalters. *Spektrum Spezial Biologie – Medizin – Hirnforschung* 3/2021

Unser Sonderheft stellt die außergewöhnliche Tierwelt im Mesozoikum vor.

AMERICAN
Scientist

© American Scientist
www.americanscientist.org