

Silifizierung des Chemnitzer versteinerten Waldes bei Druck- und Temperaturbedingungen im Phasenbereich von Wasserdampf hin ($> 100^\circ\text{C}$), nachdem die Pflanzen durch heiße Pyroklastika bedeckt worden waren. Viele Pflanzen des Chemnitzer Waldes wurden nicht nur silifiziert, sondern auch mit Fluorapat (CaF_2) imprägniert. Fluoride neigen dazu, bei Entgasung in die Dampfphase zu fraktionieren und sind mit hydrothermalen Aktivität assoziiert. Diese Beobachtung unterstützt die Hypothese, dass der Mineraltransport für die Permineralisierung über eine Dampfphase erfolgt sein muss.

Dieses Szenario wurde experimentell an Gewebeproben des Baumfarnes *Dicksonia antarctica* im Labor nachgestellt. In einem Autoklaven wurden Proben aus dem Stamm mit einem SiO_2 -haltigen Wasserdampf behandelt. Der verwendete Autoklav besteht aus einem Reservoir und einem Kupferrohr, welche miteinander über ein Kugelventil verbunden sind. Das Kupferrohr enthält die Baumfarnprobe. In dem Reservoir wurde ein Gemisch aus Wasser und einer SiO_2 -Quelle (pulverisierter Obsidian mit 73 Gew.-% SiO_2) für einige Tage bei 150°C äquilibriert, um so viel SiO_2 wie möglich in Lösung zu bringen. Anschließend wurde das Ventil vorsichtig geöffnet und die Gasphase durch die Baumfarnprobe entlassen. Dabei wurde SiO_2 in den Parenchymzellen der Baumfarnprobe direkt aus der Dampfphase präzipitiert. REM-Dokumentationen des experimentell silifizierten Baumfarnes zeigen SiO_2 -Präzipitate im Pflanzengewebe. Untersuchungen mit der Elektronenstrahlmikroanalyse (EPMA) auf zweidimensionale Verteilung der Elemente C, Si und Al zeigen, dass die Behandlung von 90 Minuten ausreichend war, um eine initiale Silifizierung der Baumfarnprobe zu erreichen. Die Elementanalyse der Präzipitate mit der EPMA zeigt, dass es neben eingeschleppten Glasbruchstücken aus dem pulverisierten Obsidian auch reine SiO_2 -Phasen vorliegen, die unter dem REM als Opal angesprochen werden. Die Analysen weisen auf eine sehr effiziente Trennung von SiO_2 und anderen Oxiden des vulkanischen Ausgangsmaterials durch die im Versuchsaufbau erzeugte Dampfphase hin und zeigen, dass SiO_2 für die Silifizierung des Baumfarnes zu Verfügung steht und aufgenommen wurde.

¹⁾ Steinmann-Institut, Bereich Endogene Prozesse, Universität Bonn, Poppelsdorfer Schloss, 53115 Bonn, e-mail: sashimalaebe@uni-bonn.de

²⁾ Steinmann-Institut, Bereich Paläontologie, Universität Bonn, Nussallee 8, 53115 Bonn

Zukunftspreis

Something stupid? – Brain anatomy and evolution in therizinosaur dinosaurs revealed by 3D visualization

Stephan Lautenschlager¹⁾, Emily J. Rayfield¹⁾, Lawrence M. Witmer²⁾ & Perle Altangerel³⁾

Maniraptora represents a group of derived theropod dinosaurs, which comprises modern birds and several specialised non-avian dinosaur lineages, including oviraptorosaurs, troodontids and dromaeosaurids. Recent phylogenetic analyses have recovered Therizinosauria, an enigmatic clade of Cretaceous taxa found in Asia and North America, as a basal member of this group. They are distinguished from other theropods by an unusual suite of morphological characters, such as an elongated neck, a wide pelvis and long arms, lined with primitive feathers and tipped with large, sickle-shaped claws. Their blunt lanceolate teeth, a rostral rhamphotheca and a downturned dentary suggest an herbivorous diet, rather than carnivory.

Although numerous discoveries have expanded our knowledge of this group in the last 20 years, cranial remains of therizinosaurs are still rare. To date, the holotype of *Erlikosaurus andrewsi* from the Late Cretaceous of Mongolia includes the only complete, articulated and three-dimensionally preserved skull of any therizinosaur. We have used computed tomographic (CT) scanning to digitally visualise the endocranial cast, the cranial nerves and endosseous labyrinth of *Erlikosaurus andrewsi*.

CT scan reconstructions show that, in general, the endocast of *Erlikosaurus* has a complex anatomy, with a mixture of plesiomorphic and derived (“avian”) characters, which reflects the basal position of therizinosaurs among maniraptoran dinosaurs. The individual parts of the brain are clearly reproduced by the endocranial cavity, indicating a close association between the brain and the braincase wall. Respectively, the cerebral hemispheres were found to be enlarged and prominently developed, indicating comparably high cognitive capabilities. The cerebellum is only weakly demarcated, but appears to be high and narrow. Laterally, it is framed by enlarged floccular lobes. The well developed endosseous labyrinth of the inner ear possesses delicate and elaborate semicircular canals, similar to those of birds. The olfactory bulbs are of moderate size, and the olfactory tracts are long and extend far from the cerebrum. Yet, the brain lacks ventrolaterally displaced and pronounced optic lobes, found in more derived maniraptoran theropods and birds. This suggests that the senses of olfaction and hearing may have been more advanced and that *Erlikosaurus* relied on its olfactory and acoustic acuity rather than visual orientation.

-
- ¹⁾ Department of Earth Sciences, University of Bristol, Wills Memorial Building, Queens Road, Bristol, BS8 1RJ, UK.
- ²⁾ Department of Biomedical Sciences, College of Osteopathic Medicine, Life Sciences Building, Ohio University, Athens, Ohio 45701, USA
- ³⁾ National University of Mongolia, Ulaanbaatar 21, PO Box 750, Mongolia



Freies Thema

Das „Anthropozän“ – ein neues Forschungsfeld für Stratigraphie, Paläontologie und Geobiologie?

Reinhold Leinfelder¹⁾

77% der Landfläche sind vom Menschen genutzt bzw. überprägt; die Meere befinden sich spätestens seit der Zeit von Christoph Kolumbus nicht mehr im natürlichen Zustand; der Wasserkreislauf ist stark durch den Menschen reguliert; Sedimente werden durch Staudämme abgefangen und gelangen zunehmend nicht mehr ins Meer; menschlicher Gesteinsabbau reloziert ähnlich viel Sediment wie natürliche Prozesse; Küstenbereiche sinken durch Trinkwasser-, Erdöl- und Erdgasentnahme ab; menschenbeeinflusste Stoffflüsse verändern Temperatur und Chemie von Atmosphäre, Böden, Süßgewässern und Meeren. Spätestens seit der Industrialisierung sind anthropogene Prozesse global und intensiv wirksam, so dass der Mensch zu einem geologischen und geobiologischen Faktor geworden ist. Planetare Funktionsgrenzen sind dadurch gefährdet. Besonders betroffen von den Auswirkungen sind insbesondere die Ökosysteme und die Vielfalt des Lebens allgemein. Basierend auf einem Vorschlag von Chemie-Nobelpreisträger Paul Crutzen sollte daher die Epoche des von natürlichen Prozessen dominierten Holozän etwa bis zum Jahr 1800 n. Chr. begrenzt und danach vom Anthropozän abgelöst werden. Dieser Ansatz wird durch eine internationale Gruppe von Geologen vorangetrieben und formalisiert, aber auch Geografen, Historiker, Umweltpolitiker und andere greifen das Konzept nutzbringend auf. Im Unterschied zu klassischen Ansätzen der Umweltvorsorge, die entweder auf Vermeidung setzen, um die Welt im bisher so stabilen Holozän zu belassen oder technikbasierte Adaptation vorantreiben wollen, um der menschenveränderten Umwelt Rechnung zu tragen, stärkt das Anthropozän-Konzept den

systemischen Bezug, berücksichtigt unterschiedliche Zeitskalen und generiert Zukunftsverantwortung, indem der Mensch und sein industrieller Metabolismus in das Natursystem mit einbezogen werden. Insgesamt soll dadurch eine verträgliche und nachhaltige Gestaltung der zukünftigen Welt erreicht werden. Hierzu müssen allerdings Skalierungen, Systeme, Entwicklungen und Dynamiken der Natur hervorragend bekannt sein bzw. genauer erforscht werden.

Anthropozän-Wissenschaften sind interdisziplinär, systemisch und zeitbezogen. Zur wissensbasierten Gestaltung des Anthropozän muss sowohl aus der Zukunft (Zukunftsszenarien unterschiedlicher Handlungspfade) als auch der Vergangenheit (natürliche Fallbeispiele) gelernt werden. Die Paläontologie, Geobiologie und Stratigraphie sollte sich daher aktiv an Anthropozän-Forschungen beteiligen, bietet die Erdgeschichte doch hervorragende Fallbeispiele für unterschiedliche Skalierungen, für Dynamiken und Tipping-Points sowie für Klassifikations- und Korrelationsmöglichkeiten. Beispiele mit Anthropozän-Bezug gibt es zuhauf aus der Erdgeschichte, etwa die Reaktivität und Evolution mariner Ökosysteme auf Umweltveränderungen, die Rekonstruktion „teleskopierter“ rascher Umweltereignisse insbesondere in kondensierten Schichten, Meeresversauerungen, CCD-Fluktuationen und Plankton-Reaktivität, Sauerstoffzehrung bei Meeresspiegelanstiegen, aber auch Anpassungen und Organismenmigrationen nach geologischen und klimatischen Veränderungen oder Adaptations- und Diversifikationsmuster nach lokalen und regionalen Aussterbeereignissen. Auch aktuopaläontologisch-geobiologische Studien sollten in den Kontext der Anthropozänforschung einbezogen werden, wie z.B. „atavistisches“ Adaptationsverhalten von Organismen und Ökosystemen, umweltrelevante geo- und biochemische Stoffflüsse oder die Abhängigkeit biologischer Wirkstoffproduktion von Umweltstressparametern.

-
- ¹⁾ Rachel Carson-Center for Environment and Society an der LMU, Leopoldstr. 11a, D-80802 München, und AG Geobiologie, Institut für Biologie an der Humboldt-Universität, D-10999 Berlin, e-mail: reinhold.leinfelder@carsoncenter.lmu.de bzw. leinfelder@hu-berlin.de