



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

'n Fossielrekord uit New Mexico kompliseer die dinosourusse se laaste hoofstuk

'n Science-studie herdateer die Naashoibito Member in New Mexico na die laaste paar honderd-duisend jaar voor die asteroïde-inslag. Dit maak saak omdat die meeste van die beste dinosourusbewyse uit die einde van die Kryt van verder noord kom. Die nuwe suidelike rekord dui daarop dat die weste van Noord-Amerika naby die einde nog streeksgewys onderskeie dinosourusfaunas gehad het, eerder as een eenvormige, vervagende gemeenskap. Dit bewys nie dat elke dinosourusekosisteem wêreldwyd tot die inslag floreer het nie; dit toon waarom 'n streeksgewyse fossielrekord 'n globale verhaal te glad kan maak.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality*, Andrew G. Flynn, Stephen L. Brusatte, Alfio Alessandro Chiarenza, Jorge García-Giron, Adam J. Davis, C. Will Fenley IV, Caitlin E. Leslie, Ross Secord, Sarah Shelley, Anne Weil, Matthew T. Heizler, Thomas E. Williamson, and Daniel J. Peppe, *Science* 390, 400-404 (2025) · DOI: 10.1126/science.adw3282

'n Suidelike getuie naby die einde

Die laaste dinosourusse word dikwels vertel deur die noordelike Great Plains: Montana, die Dakotas, die wêreld van Hell Creek. Daardie rekord is goed genoeg om vertrouwd te raak, en vertrouwdheid het 'n manier om voor te gee dat dit volledigheid is. Fossiele is nie eweredig versprei nie, want die geskiedenis was nie vriendelik genoeg om homself vir ons te orden nie.

'n Nuwe Science-artikel voeg 'n suidelike getuie by. Die outeurs het die Naashoibito Member in die San Juan-kom van New Mexico bestudeer, 'n fossieldraende gesteente-eenheid waaroor die ouderdom al dekades lank betwis word. As daardie fossiele ouer was, sou hulle min sê oor die laaste oomblikke voor die asteroïde-inslag. As hulle uit die heel laat Kryt was, sou hulle van groot belang wees.

Die artikel se antwoord is die tweede een. Met behulp van nuwe geochronologie en magnetostratigrafie voer die span aan dat die vernaamste dinosourusdraende horisonne in die Naashoibito Member binne ongeveer **340,000 jaar** van die Kryt-Paleogeengrens lê. Dit plaas New Mexico se dinosourusse naby genoeg aan die einde om iets te sê oor die ou vraag: was die dinosourusse reeds in 'n lang agteruitgang, of was baie ekosisteme nog streeksgewys divers toe die inslag opgedaag het?

Die versigtige antwoord is nie: "dit het met die dinosourusse almal wonderlik gegaan, en toe: boem" nie. Daardie sin het 'n goeie ritme en slegte maniere. Die beter antwoord is nouer en nuttiger: in die weste van Noord-Amerika ondersteun 'n goed gedateerde suidelike rekord 'n beeld van laat dinosourusfaunas wat nog streeksgewys onderskeibaar was, nie dié van 'n enkele soorte-arm gemeenskap wat oral gelyktydig vervaag het nie.

Dit is genoeg. Dit het nie 'n harder hoed nodig nie.



Bisti/De-Na-Zin Wilderness in New Mexico, 'n badlands-landskap in die breër streek van die San Juan-kom. Die beeld is konteks, nie bewys uit die Science-artikel nie: die studie se argument berus op gedateerde fossieldraende strata, nie op toneel nie.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Wat beteken "binne 340,000 jaar" hier?

Die asteroïde-inslag en die Kryt-Paleogeengrens word op ongeveer **66.052 miljoen jaar gelede** gedateer. Die vraag is waar die fossieldraende gesteentes lê ten opsigte van daardie lyn. Die outeurs het nie dinosourusbene direk gedateer en die saak as afgehandel verklaar nie. Hulle het vulkaniese mineraalkorrels, veral sanidien, uit sandstene in die Naashoibito-snit gedateer met **$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -geochronologie**, en het daardie dateringe met **magnetostratigrafie** gekombineer: die rekord van die Aarde se magnetiese ompolings wat in gesteentes bewaar is. Die kort weergawe: een monster gee 'n maksimum afsettingsouderdom van **66.87 ± 0.04 miljoen jaar**, 'n ander dinosourusdraende monster gee **66.38 ± 0.08 miljoen jaar**, en die magnetiese patroon plaas die boonste deel van die snit in die laaste interval van omgekeerde polariteit van die Kryt. Saam plaas daardie randvoorwaardes die vernaamste dinosourusdraende horisonne baie naby die grens. Dit is 'n geologiese horlosie, nie 'n stophorlosie nie, maar dit is naby genoeg om die argument te verander.

Wat die outeurs gedoen het

Die span het twee soorte werk gekombineer wat mekaar nodig het. Eerstens het hulle die ouderdom van die Naashoibito Member verskerp. Die eenheid lê bo ouer gesteentes uit die Campanien en onder vroeë gesteentes uit die Paleoseen, maar die presiese ouderdom is betwis: sommige vroeë interpretasies het dit op ongeveer 70-69 miljoen jaar gelede geplaas, ander het vir 'n ouderdom uit die laaste Kryt geargumenteer, en 'n paar aansprake het dele van die rekord selfs tot in die Paleoseen gestoot. Die outeurs het snitte opgemeet, dinosourusdraende vindplekke bemonster, detritiese sandkorrels met $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -metodes gedateer, en die snit aan bekende magnetiese polariteitsintervalle gekoppel.

Tweedens het hulle gevra hoe die fauna in konteks gelyk het. Hulle het voorkomsdata van terrestriële en varswater-werweldiere uit die weste van Noord-Amerika saamgestel oor die Campanien, die Maastrichtien en die vroeë Paleoseen, en toe ekologiese en biogeografiese metodes gebruik om te toets of die faunas streeksgewys of eenvormig was. Die sleutelwoord is **provinsialiteit**: of verskillende streke eie gemeenskappe gehad het, eerder as oral dieselfde diere.

Dit maak saak omdat een weergawe van die laat dinosourusgeskiedenis sê dat die weste van Noord-Amerika in die Maastrichtien meer homogeen geword het, met minder streeksverskille en 'n meer kosmopolitiese fauna. 'n Meer eenvormige stelsel met laer diversiteit is dalk makliker om as kwesbaar voor die asteroïde voor te stel. 'n Streeksgewys gestruktureerde stelsel vertel 'n ander verhaal.

Wat hulle gevind het

Die datering is die spilpunt. Twee dinosourusdraende Naashoibito-monsters dra randvoorwaardes uit die laat Maastrichtien. Een sandsteenmonster, H08-Sand-08, het 'n maksimum afsettingsouderdom van **66.87 ± 0.04 miljoen jaar** opgelewer. 'n Monster van die "34-Bone Site", wat 'n gedeeltelike skelet van 'n lambeosaurine hadrosourus bevat, het 'n maksimum afsettingsouderdom van **66.38 ± 0.08 miljoen jaar** opgelewer. Gekombineer met die rekord van die magnetiese polariteit, plaas die outeurs die vernaamste dinosourusdraende horisonne van Naashoibito binne ongeveer **340,000 jaar** van die K-Pg-grens.

Dit maak die rekord van die San Juan-kom breedweg gelyktydig met die beter bekende Hell Creek-faunas verder noord. Dit skei die Naashoibito-dinosourusse ook met ongeveer **700,000 jaar** van die vroeg-paleoseen Nacimiento-fauna, wat saak maak omdat niemand per ongeluk nie-aviêre dinosourusse aan die verkeerde kant van die uitsterwingsgrens wil plaas nie. Dit sou slordig wees, en ook verkeerd.

Die ekologiese resultaat is die ander helfte. Oor die jongste Kryt-intervalle wat hulle ontleed het, het die outeurs bewys gevind vir **twee bioprovinsies** in die weste van Noord-Amerika. Die dinosourusse, op hul eie ontleed, het in al die jongste Kryt-tydintervalle in die studie in twee bioprovinsies verdeel. Die artikel voer aan dat hierdie streeksverskille nie voor die asteroïde-inslag eenvoudig tot 'n enkele eenvormige fauna ineengestort het nie.

Die drywer was nie net 'n lyn wat van noord na suid getrek is nie. Hul ontledings dui op **temperatuur** as die hoof faktor wat daardie bioprovinsies in die Kryt gevorm het, met geografie wat 'n sekondêre rol speel. Warmer suidelike streke het dalk sommige diere begunstig, soos sauropode, terwyl koeler noordelike streke ander begunstig het, soos hadrosaurine. Die punt is nie dat elke provinsie gesonder was as elke ander een nie. Dit is dat die kaart van die laat Kryt nog struktuur gehad het.

Wat dit *nie* bewys nie

- Dit bewys **nie** dat dinosourusse oral op Aarde floreer het tot die asteroïde getref het nie. Die outeurs stel dit uitdruklik dat dit grotendeels 'n Noord-Amerikaanse beeld bly.
- Dit vee **nie** die bewys uit vir agteruitgang in sommige groepe, streke of ontledings nie. Dit stoot teen 'n oordrewe gladde kontinentwye verhaal, nie teen elke moontlike weergawe van stres voor uitsterwing nie.
- Dit toon **nie** dat die asteroïde onbelangrik was nie. Die inslag bly die hoofgebeurtenis by die grens; hierdie artikel vra watter soort ekosisteme getref is.
- Dit maak New Mexico **nie** 'n perfekte venster op die hele planeet nie. Dit voeg 'n suidelike datapunt by wat ontbreek het in 'n rekord wat deur noordelike terreine oorheers is.
- Dit maak “floreer tot die inslag” **nie** 'n veilige opskrif nie. Dit is die bewering in sy breedste vorm, nie die resultaat in sy skoonste nie.

Hoe sterk is die bewyse?

Vir die ouderdom van die dinosourusdraende horisonne van Naashoibito is die bewys in die hoofteks sterk genoeg om saak te maak. Die outeurs kombineer radio-isotopiese datering van detritiese sandkorrels met magnetostratigrafie, en die belangrikste datering stem ooreen met 'n interpretasie van die laaste Kryt. Die artikel behandel ook direk die ouer omstredenheid oor die vraag of hierdie fossiele veel ouer, laaste Kryt, of selfs Paleoseen was.

Daar bly 'n tegniese voorbehoud. Die gedetailleerde geochronologie, die magnetiese interpretasie en die datatabelle is in die aanvullende materiaal van Science. Die hoofartikel gee die nodige bewerings en getalle, maar 'n finale publikasieronde behoort die aanvulling na te gaan voordat elke metodologiese besonderheid as afgehandel beskou word.

Vir die breër ekologiese bewering is die bewys suggestief en nuttig, maar meer modelafhanklik. Die outeurs gebruik voorkomsdatastelle, groepering en herbemonstering om bioprovinsies af te lei. Dit is die regte soort gereedskap vir die vraag, maar dit beteken ook dat die resultaat afhang van die fossielbemonstering, die taksonomiese toewysings, die tydindeling en die manier waarop afwesighede hanteer word. Fossielrekords is data met ontbrekende tande.

Die veiligste lesing is daarom tweeledig: die rekord van New Mexico is 'n werklike en belangrike suidelike rekord uit die laat Kryt; die gevolgtrekking dat die weste van Noord-Amerika naby die einde 'n streeksgegewyse faunastruktuur behou het, word goed ondersteun deur die outeurs se ontledings; die

sprong daarvandaan na die globale gesondheid van dinosourusse moet weerstaan word.

Waarom dit saak maak

Die ou debat oor die agteruitgang van dinosourusse gaan nie net oor dinosourusse nie. Dit gaan oor hoeveel gewig een enkele fossielrekord kan dra.

As die beste rekord van die einde van die Kryt uit die noordelike Great Plains kom, is dit verleidelik om daardie rekord vir die kontinent te laat staan, en dan die kontinent vir die wêreld. Dit is doeltreffend. Dit is ook hoe 'n streekspatroon 'n globale verhaal word deur sonder 'n kaartjie in die hyser te klim.

Die resultaat uit New Mexico maak die verhaal minder glad. Dit sê: kyk suid. Hier is 'n dinosourusdraende eenheid naby die grens. Hier is faunas wat nie die noordelikes eenvoudig dupliseer nie. Hier is bewys dat temperatuur en streeksekologie ook laat in die spel nog saak gemaak het.

Dit maak die asteroïde nie minder katastrofies nie. As iets, maak dit die katastrofe skerper. Die inslag het nie aan die einde van 'n enkele vereenvoudigde ekosisteem opgedaag nie. Dit het 'n stel streeksgegewyse wêreld getref wat nog hul eie reëlins gehad het.

Daar is ook 'n stiller les in die artikel. Goeie datering verander die narratief. 'n Fossielsamestelling sonder 'n sekere ouderdom kan 'n gerug met bene word. Sit dit op die regte deel van die horlosie, en dieselfde fossiele word bewys.

Skoon opsomming

'n Science-studie herondersoek die Naashoibito Member in New Mexico, 'n dinosourusdraende eenheid waarvan die ouderdom lank gedebatteer is. Met behulp van $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -datering van detritiese sanidien en magnetostratigrafie beperk die outeurs die vernaamste dinosourusdraende horisonne tot binne ongeveer 340,000 jaar van die Kryt-Paleogeengrens, wat hulle onder die laaste bekende nie-aviêre dinosourusse in Noord-Amerika plaas en breedweg gelyktydig met die Hell Creek-faunas verder noord maak. Hulle gebruik dan ekologiese en biogeografiese ontledings van die werweldiervoorkomste in die weste van Noord-Amerika om aan te voer dat die faunas van die laat Kryt 'n streeksgegewyse struktuur behou het: die dinosourusse het in twee bioprovinsies verdeel, en temperatuur blyk 'n belangrike drywer van daardie verskille te gewees het. Die resultaat gaan in teen die idee van een soorte-arm, kontinentwye dinosourusfauna wat voor die asteroïde-inslag eenvormig vervaag het. Dit bewys nie die globale gesondheid van dinosourusse nie, los nie elke debat oor agteruitgang op nie, en toon nie dat alle dinosourusse tot die einde floreer het nie. Dit toon dat 'n beter gedateerde suidelike rekord die laaste Noord-Amerikaanse verhaal meer streeksgegewys, meer gestruktureerd en minder glad maak.

Geen-bog-tjek

Wat die artikel toon: Die dinosourusdraende horisonne van die Naashoibito Member in New Mexico behoort tot die laaste Kryt, waarskynlik binne ongeveer 340,000 jaar van die K-Pg-grens, en die wereldierrekord van die weste van Noord-Amerika ondersteun volgehoue streeksgewyse bioprovinsies naby die einde.

Wat aanneemlik maar nie bewese is nie: Dat baie dinosourusekosisteme net voor die asteroïde-inslag nog robuust was; dat temperatuur gehelp het om onderskeie noordelike en suidelike faunawêreld in stand te hou; dat die ouer idee van 'n eenvoudige kontinentwye agteruitgang te glad is.

Wat dit nie toon nie: Dat dinosourusse oral floreer het; dat geen groepe of streke in agteruitgang was nie; dat die asteroïde nie die vernaamste uitsterwingsneller was nie; dat New Mexico alleen die globale einde van die Kryt herskryf.

Vernaamste beperkinge: Streeksgewyse fossielrekord; modelafhanklike provinsialiteitsontleding; sydigheid in die fossielbemonstering; die gedetailleerde geochronologie en voorkomsmetodes vereis nog 'n finale kontrole teen die aanvullende materiaal van Science.

Hoeveel vertroue behoort 'n algemene leser te hê? Hoog dat New Mexico nou 'n belangrike suidelike dinosourusrekord uit die laat Kryt bied. Goed dat die weste van Noord-Amerika naby die einde 'n streeksgewyse faunastruktuur behou het. Laag dat dit saamgepers kan word tot “dit het met die dinosourusse oral goed gegaan tot die asteroïde.” Die werklike resultaat is beter: die laaste hoofstuk was nie een plat, kontinentwye verhaal nie.

Sources

Flynn et al., Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality, Science 390, 400-404 (2025)
<https://doi.org/10.1126/science.adw3282>