

Het grootste massagraf ter wereld van *Triceratops*

door Kees de Jong

redactie.dejong@gea-geologie.nl



In het Geologisch Museum Hofland in Laren (NH) hield Jimmy de Rooij op 16 februari 2020 een lezing met de titel: 'Het grootste massagraf ter wereld van *Triceratops*'. Als PhD-student is hij verbonden aan het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis Biodiversity Center in Leiden. Zijn onderzoek richt zich op de fossielen van meerdere exemplaren van *Triceratops* die het museum de afgelopen jaren in Wyoming (VS) heeft opgegraven. Ik sprak hem vóór zijn voordracht, en later in het Dinolab in Naturalis (afb. 1).

Vlakbij *T. rex* gevonden

In 2013 ging een aantal medewerkers van Naturalis naar Wyoming (VS) om daar het skelet van een *Tyrannosaurus rex* op te gaan graven. Het was een wens van Naturalis om in het nieuwe museum een echte *T. rex* te kunnen laten zien: geen kunststof model, maar de echte botten. Op het land van een rancher waren voetbeentjes van zo'n reusachtig roofdier gevonden. Het idee was toen dat, wanneer er al van die relatief kleine botjes zijn gevonden, de grotere botten er ook zouden moeten liggen.

Het opgravingsteam is daar aan het zoeken gegaan, maar heeft van dat exemplaar van *T. rex* verder niks meer gevonden. Op hetzelfde stuk land werd bij toeval wel een massagraf met honderden botten van meerdere dino's gevonden (Kaskes, 2018). Later zou blijken dat het om ten minste vijf exemplaren van *Triceratops*, een gehoornde dinosauriër, ging.

Die *T. rex* is er voor Naturalis uiteindelijk dus wel gekomen en is nu één van de topstukken van het museum. *T. rex* Trix zoals ze



◀ Afb. 1. Het Dinolab in Naturalis. Het publiek kan hier zien hoe de botten worden geprepareerd. Op de tafel uitgeprepareerde ribben van *Triceratops* Dirk. Foto: Opgravingsteam.

◀ Afb. 2. Jimmy de Rooij bij de opgraving van *Triceratops* in Wyoming, VS. Foto: Cindy Manshanden (vrijwilliger Dinolab).

wordt genoemd komt van een meer naar het noorden gelegen locatie in de staat Montana en is niet door Naturalismedewerkers opgegraven, maar door haar Amerikaanse partner. Terwijl dat juist de wens van het museum was: zelf zo'n beest opgraven, prepareren, naar Nederland vervoeren, opstellen en er onderzoek aan verrichten. Al die mogelijkheden deden zich dus niet bij *T. rex*, maar wél bij het massagraf van *Triceratops* voor.

Bijzonder graf

Tussen 2015 en 2019 ging er elk jaar een ploeg naar de site van *Triceratops* om te graven. Vorig jaar zijn ook het laatste botten uit de grond gekomen en in de afgelopen winter naar het museum in Leiden vervoerd. Jimmy (afb. 2) was daar ook steeds bij en hij vertelt dat het om een bijzonder graf gaat. Van *Triceratops* zijn namelijk vooral schedels opgegraven.

"Er is," zo zegt hij, "relatief weinig post-craniaal materiaal van deze soort bekend", d.w.z. botten van de rest van het skelet achter de kop. Slechts van drie exemplaren zijn ook nog andere botten aangetroffen, terwijl er tientallen individuen van dit beest zijn gevonden. Maar in dit graf, op deze locatie, liggen juist vooral veel botten van de rest van het skelet.

► Afb. 3. Overzicht van de opgraving in 2017. Op het hogere niveau liggen de resten van *Triceratops* 'Dirk'. In het onderste niveau, dat vier meter lager ligt, zitten de restanten van de andere *Triceratops*-fossielen. Foto: Pim Kaskes (onderzoeker Geologie), gemaakt met drone.



►► Afb. 4. Dit enorme blok zit vol botten van *Triceratops*. Bovenop zijn twee grote platen zichtbaar: delen van het nekschild. In het blok bevindt zich waarschijnlijk nog een schedel. Het blok ligt nog in de opslag. Het prepareren ervan volgt later. Foto: Oeki Verhage (vrijwilliger Dinolab).

Jimmy, die van huis uit bioloog is, wil graag meer van deze beesten weten. Hij vraagt zich bijv. af of we achter de leeftijd van deze dieren zouden kunnen komen, hebben we hier te maken met een groep met volwassen dieren, mannetjes of vrouwtjes en jongen? En wat hebben ze gegeten? Het waren planteneters, maar in het late Krijt bestond er nog geen gras. Wat aten ze dan wel, en waartoe dienden die hoorns? Gebruikten ze die om zich te verdedigen tegen hun natuurlijke vijanden, zoals *T. rex*. En wat moesten ze met dat grote nekschild?

Jimmy: "Van *Triceratops* is veel fossiel materiaal gevonden, maar toch is er over hun leven weinig bekend". Ze leefden in het Laat-Krijt, slechts een paar miljoen jaar, tussen 68 en 66 miljoen jaar, in grote delen van Noord-Amerika en konden wel 8 meter lang en 3 meter hoog worden. "Hoe ze zich ontwikkelden van klein beestje tot volwassen exemplaar, moet nog beter uitgezocht worden", aldus Jimmy. "Van de verschillende

levensfasen zijn wel schedels gevonden en daardoor weten we dat horens en nekschild van jongs af aan steeds groter werden, maar ze zijn niet allemaal gelijk. Wellicht hadden de mannetjes wel een andere kop dan de dames en dienden die horens helemaal niet om zich te verdedigen maar om indruk te maken op het andere geslacht en was dat nekschild wel mooi gekleurd."

Deze suggestie wordt nog versterkt als je kijkt naar andere gehoornde dinosauriërs! Sommige hebben hoorns die onbruikbaar zijn als het aankomt op zelfverdediging. Ter plekke zijn afdrucken van de huid gevonden met daarin een soort puntjes, waar mogelijk haren of veren hebben gezeten. Niet zo'n gekke gedachte, want bij *Psittacosaurus*, een verre voorouder van *Triceratops*, zijn een soort borstelharen op de staart aangetroffen.

De opgraving

De opgravingssite bestaat uit een beneden-deel waar de resten van vijf individuen zijn

gevonden en een bovengedeelte waar nóg een exemplaar in de grond lag (afb. 3 en 4). Die laatste werd al gauw Dirk genoemd, vernoemd naar Dirk Cornelissen, die hem met veel moeite heeft uitgegraven. *Triceratops* Dirk is inmiddels uitgeprepareerd en nu al te bewonderen in de dinozaal in het nieuwe Naturalis. Dat het in de beneden-site om vijf exemplaren gaat, werd afgeleid uit de vondst van negen heupbotten (ilium). Er zou er dan één verloren zijn gegaan. Eventueel kan het ook om maximaal negen individuen gaan, wanneer het om negen bijvoorbeeld linker- (of rechter-) heupbotten gaat. Dit moet nog nader uitgezocht worden.

► Afb. 5A. De pijlen geven de putjes in de zesde en zevende rib van *Triceratops* aan. B. Detail van de vervorming van de zesde rib van *Triceratops* Dirk. Schaal: 10 mm. Foto's: Jimmy de Rooij.



Doodsoorzaak

De paleontologen willen graag weten hoe die dieren aan hun einde zijn gekomen. Analyse van de aardlagen waarin ze zijn gevonden, wijst op een oorspronkelijk drassig tot moerassig land, tussen twee bochten van een meanderende rivier. De dieren zijn waarschijnlijk in de drassige bodem vast komen te zitten, konden er niet meer uit ontsnappen en dit werd hun fataal. Door een dubbele dijkdoorbraak verspoelden de botten, en raakten ze bedekt met zand dat met het water werd meegevoerd.

Voordat de dieren onder het zand verdwenen, is er nog wel iets bijzonders gebeurd. De zesde en zevende rib van Dirk hebben een zelfde soort vervorming. Bijna aan het einde van die ribben zit een soort kommetje, zo iets als wanneer je met je duim in klei drukt (afb. 5A en B). Hoe komt dat daar? Het is niet een oude verwonding, denken de onderzoekers, want bij de genezing vormt zich dan een soort sponsachtig weefsel en dat zit er niet. De dinologen denken daarom dat die kuiltjes zijn ontstaan na de dood van het dier. Tussen de dinobotten zijn ook resten van krokodillen aangetroffen; daarom denken de onderzoekers dat die krokodillen van de dode karkassen hebben gegeten en misschien zelf ook wel in de modder de dood hebben gevonden. Jimmy denkt niet dat het T.rex is geweest, omdat de beetafdrukken daar niet op lijken. Het meest waarschijnlijk zijn toch die krokodillen; tenslotte is moerassig land met een rivier in de buurt ook hún leefmilieu.

Geografie

In de tijd van de *Triceratops* en *T. rex* had Noord-Amerika een heel andere geografie dan tegenwoordig. Het westen werd door een ondiepe noord-zuid lopende zee gescheiden van het oosten, wat tegenwoordig Canada en de VS is. De zeespiegel stond namelijk een stuk hoger dan nu. Het moet een rijke omgeving zijn geweest met veel grote beesten, zoals allerlei soorten dinosauriërs. Ook *T. rex* liep daar rond en allerlei prooidieren, zoals de eendenbekdino's (hadrosauriërs) en verschillende grote gehoornde dinosoorten. De hadrosauriërs leefden langs de kusten en de rivieren; *Triceratops* heeft meer in het binnenland geleefd, waar het begroeid was met bosjes, met overal de mogelijkheid om een *T. rex* tegen te komen.

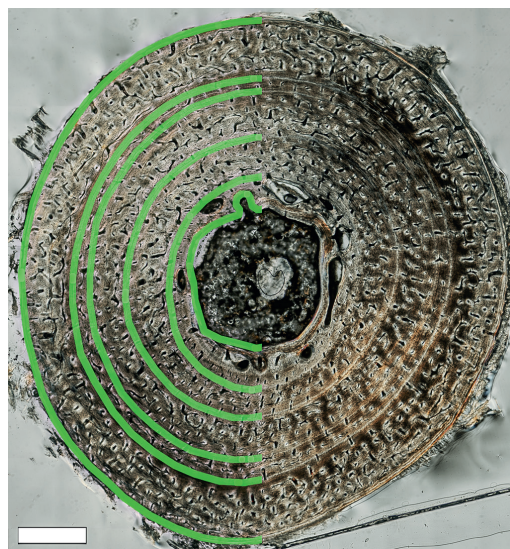


◀ Afb. 6. Groeiringen in een boomstam. Foto: Arnoldius via Wikimedia Commons CC-BY-SA 2.5.

Eetpatroon achterhalen met isotopen

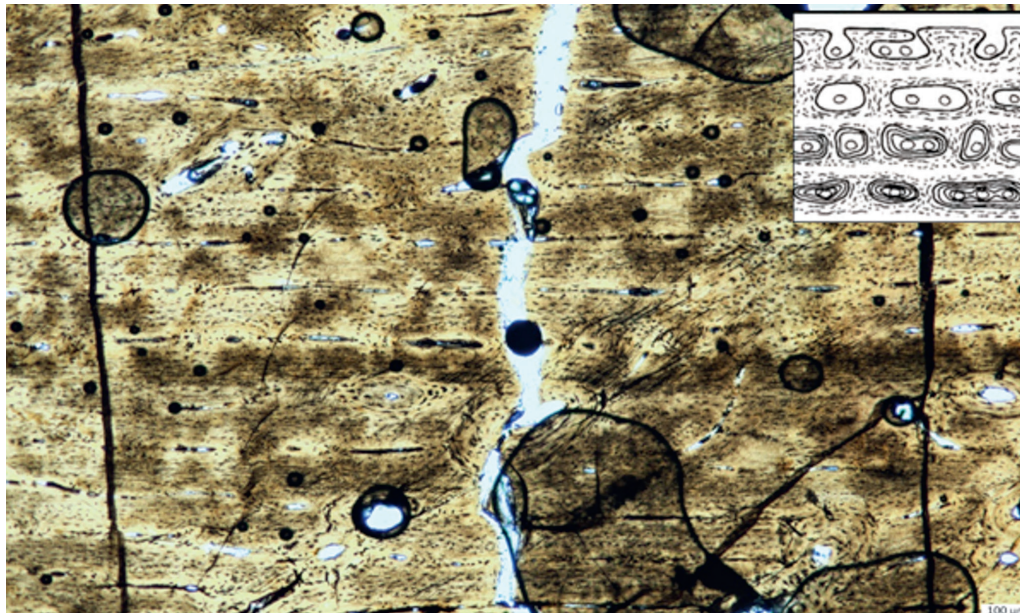
Jimmy wil graag achterhalen wat *Triceratops* at, wat zijn leefwijze was en welk klimaat er in zijn leefgebied heerste. Wanneer je geen gefossiliseerde maaginhoud tot je beschikking hebt, moet je naar andere onderzoeksmethoden zoeken. Het bestuderen van stabiele isotopenverhoudingen in biologisch materiaal biedt de mogelijkheid om meer te weten te komen over het dieet van dieren, maar ook om het klimaat in het verleden te reconstrueren. Hiervoor worden de isotopen van koolstof en zuurstof gebruikt. Het dieet van een dier zorgt namelijk voor een soort 'handtekening' in bot en tandglazuur. Het soort planten dat een dier heeft gegeten, is af te lezen aan de isotopen van koolstof in m.n. tandglazuur, omdat dit extreem resistent is tegen chemische veranderingen tijdens fossilisatie.

Isotopenonderzoek wordt ook ingezet om het migratiegedrag te reconstrueren. Hiertoe worden strontiumisotopen gebruikt, wat een aanwijzing is voor de lokale geologie. Planten nemen strontium op uit de bodem en de planteneters verorberen weer



◀ Afb. 7. Groeiringen in bot van een reptiel. Bron: Woodward et al. 2014.

► Afb. 8. Microscopisch beeld van de botstructuur van het dijbeenbot van de *Triceratops* van Naturalis. Foto: Jimmy de Rooij.



die planten. Zo hoopt Jimmy te weten te komen of ze van plaats naar plaats trokken, of juist honkvast waren. Dit hoopt hij niet alleen van individuele dieren te achterhalen, maar ook van hele populaties.

Zuurstofisotopen uit kleine monsters uit tandglazuur zeggen iets over de temperatuur van het water dat de dieren gedronken hebben en indirect iets over de omgevingstemperatuur. Dat is dan weer een goede indicatie voor het klimaat.

Het zou ook mooi zijn als hij kan bepalen hoe oud de verschillende dino's in het massagraf waren toen ze stierven. De grootte van de botten van de verschillende individuen is daarvoor al een eerste aanwijzing. Om dit nauwkeuriger te bepalen, gaat hij versteend botweefsel bestuderen. "Bij gehoornede dino's is dat nog niet eerder gedaan."

Net als bij een boom (afb. 6) vormt bot groeiringen. Door die en andere aspecten, zoals bloedvaten en botcellen, te bestuderen, kan hij iets zeggen over de ontwikkeling van het bemonsterde bot: hoe meer groeiringen, des te ouder het dier is geworden. Hij gaat zo'n mooi bot niet doormidden zagen, maar haalt met een soort appelboor een klein cilindervormig monster uit het bot. Dat wordt dun geslepen en vervolgens onder de microscoop bestudeerd. Het patroon van de groeiringen toont of het dier snel, langzaam of in stapjes is gegroeid. Hieruit kan zelfs worden afgeleid op welke leeftijd zo'n beest seksueel actief is geworden, omdat de groei dan wordt afgeremd. Zijn energie gaat dan vooral in de omgang met de andere sekse zitten, en niet in het groeiproces: de groeiringen zitten dan heel dicht op elkaar. Bot vernieuwt zich gedurende het hele leven

van een dier (ook van een mens trouwens), waardoor de ringstructuur van het bot verstoord raakt. Dit treedt vooral bij reeds volwassen dieren op. Hoe meer van die vernieuwingen, hoe ouder het bot, en dus het dier.

Warmbloedige dino's

Een andere belangrijke vraag is of *Triceratops* warmbloedig of koudbloedig was. Warmbloedige dieren groeien snel en continu, waardoor een chaotische rangschikking van het botweefsel ontstaat. Koudbloedige dieren hebben over het algemeen een meer georganiseerde botstructuur (afb. 7), wat wordt veroorzaakt doordat ze afhankelijk zijn van temperatuur en voedselaanbod. De groeisnelheid is daardoor variabel, en dit levert een georganiseerder patroon op. Wetenschappers hebben ontdekt dat het patroon van de groeiringen in de botten van dinosauriërs meer lijkt op het patroon van (warmbloedige) zoogdieren dan op het patroon van de huidige reptielen. De eerste botmonsters van *Triceratops* (afb. 8) zijn al genomen, en die laten een typisch 'warmbloedig' botweefsel zien. Veel paleontologen zijn nu van mening dat dinosauriërs, hoewel het reptielen zijn, warmbloedige dieren moeten zijn geweest.

Referenties

- Pim Kaskes, De Triceratopsen van Naturalis: een gehoornde familie? In: *Gea*-juninummer/2018.
- Holly N. Woodward et al., 2014: Quantification of intraskeletal histovariability in *Alligator mississippiensis* and implications for vertebrate osteohistology. In: *PeerJ - the Journal of Life and Environmental Sciences* <https://doi.org/10.7717/peerj.42>