

▲ Afb. 1. Artist impression van de leefgemeenschap van volwassen en pas geboren exemplaren van *Shonisaurus popularis*. Beeld: Gabriel Ugueto, met toestemming van University of Utah.

Paleontologie

Massagraf of kraamkamer? Raadsels rondom een zeemonster

door A.J. (Tom) van Loon

Valle del Portet 17, 03726 Benitachell, Spanje
Geocom.VanLoon@gmail.com

Een ontsluiting in Nevada herbergt een groot aantal fossielen van *Shonisaurus popularis*, een ichthyosauriër die ongeveer vijftien meter lang werd. Lang werd gedacht dat het om een massagraf gaat, maar nieuw onderzoek wijst niet op beëindiging, maar juist op begin van het leven.

In het Berlin-ichthyosaur State Park in de Amerikaanse staat Nevada ligt een beroemde ontsluiting met ten minste 37 skeletten van de ichthyosauriër *Shonisaurus popularis*. Opvallend is dat het daarbij gaat om volwassen exemplaren, embryo's en net geboren exemplaren,

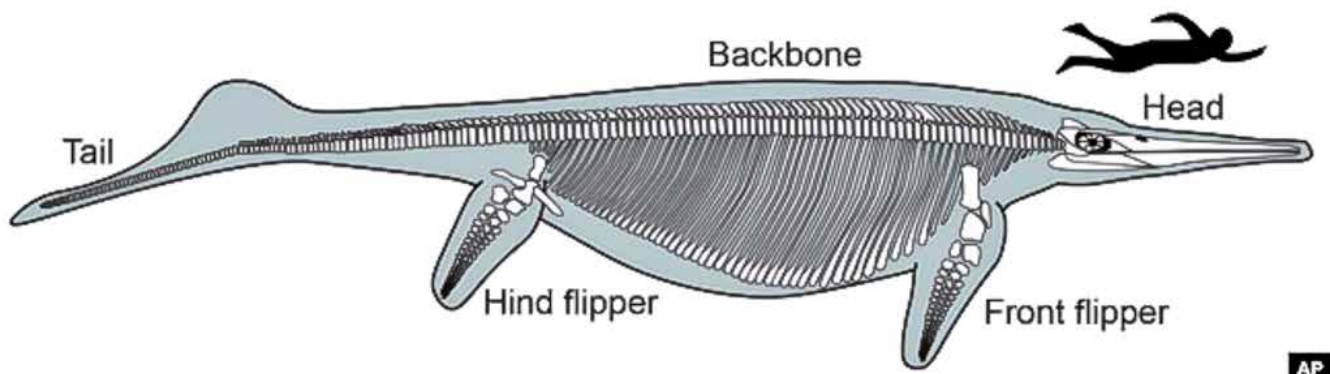


▲ Afb. 2. Ontsloten laagvlak met fossiele skeletten in Quarry 2, waaromheen een schuur is gebouwd om vertering en erosie tegen te gaan en om onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden mogelijk te maken. Foto: Berlin-ichthyosaur State Park, met toestemming.

maar dat jonge dieren ontbreken (afb. 1). Hoewel dit raadselachtige ontbreken van jonge exemplaren nooit goed werd verklaard, was tot voor kort het idee dat het om een massagraf gaat van dieren die door een nog onbekende oorzaak plotseling massaal waren gestorven. De fossiele restanten bevinden zich in de Luning Formatie, die een Carnien (Laat-Trias) ouderdom heeft (237–227 miljoen jaar). In de ontsluiting zijn laagvlakken met de skeletten ontsloten. Om te voorkomen dat ze door weer en wind worden aangetast, maar ook om onderzoek onder de juiste omstandigheden mogelijk te maken, is er een soort schuur om één van de belangrijkste ontsluitingen gebouwd, bekend als Quarry 2 (afb. 2). Daarnaast zijn enkele van de skeletten geheel uitgeprepareerd; deze worden afzonderlijk tentoongesteld in het bezoekerscentrum (afb. 3).



▲ Afb. 3. Eén van de geëxposeerde skeletten van *Shonisaurus popularis*. Foto: Berlin-ichthyosaur State Park, met toestemming.



AP

▲ Afb. 4. Schematische weergave van *Shonisaurus popularis* (mens rechtsboven voor de schaal). Bron: Kelley et al. (2022).

Hoewel *Shonisaurus popularis* met zijn vijftien meter vele malen groter was dan mensen (afb. 4), was het zeker niet de grootste ichthyosauriër. Dat was mogelijk een verwante soort, *S. sikanniensis*, die 21–23 m lang werd, en daarmee het grootst bekende mariene reptiel is. Deze zeemonsters leefden waarschijnlijk vooral van pijlinktvis, maar ook vissen behoorden tot hun voedsel. Hun lange snuit met grote scherpe tanden (afb. 5) maakte hen tot geduchte roofdieren.



▲ Afb. 5. Kaak en tand van *Shonisaurus popularis* (collectienummer UMNH VP 32539). Foto: Natural Museum of Utah, met toestemming.

Onderzoek en bevindingen

De fossielen in Nevada hebben al vijftig jaar tot (nooit algemeen geaccepteerde) hypothesen geleid, vooral wat betreft hun doodsoorzaak. Zo is wel verondersteld dat het ging om het stranden van een groep dieren (zoals dat nu ook soms met dolfijnen en walvissen het geval is), of dat ze stierven door het plotseling vrijkomen van giftige gassen (bijv. door een vulkaanuitbarsting) of door gifstoffen in het water (bijv. door algenbloei). Het raadsel bleef echter ruim een halve eeuw onopgelost vanwege gebrek aan duidelijke aanwijzingen. Pas recentelijk hebben onderzoekers de skeletten onderzocht van zeven exemplaren die nog steeds (deels uitgeprepareerd) in het gesteente vastzitten, om naar een oplossing van dit raadsel te zoeken (Kelley et al., 2022). Dit onderzoek vond plaats met “klassieke” methoden, zoals literatuuronderzoek, het bestuderen van allerlei vroeger al verzamelde skeletresten, veldnotities, etc., maar ook met nieuwe technieken zoals geochemisch onderzoek. Daarnaast werd een techniek toegepast waarmee een 3D-model met hoge resolutie van het gesteentepakket met de skeletten werd verkregen.

Het geochemisch onderzoek van de laag waarin de skeletten voorkomen, vond plaats om na te gaan of er bijzondere omstandigheden op de vindplaats kunnen hebben geheerst die de massale sterfte hebben veroorzaakt. Zo werd onder meer de loodconcentratie bepaald, omdat dat element vaak in verhoogde concentraties in sediment aanwezig is dat ook vulkanisch materiaal bevat. Er werd echter geen verhoogde loodconcentratie vastgesteld, zodat sterfte als (indirect) gevolg van vulkanisme kan worden uitgesloten. Evenmin bleek er een plotselinge verhoging van het koolstofgehalte te zijn, zodat er geen aanwijzing is dat ook andere planten of dieren plotseling in groten getale tegelijk met de ichthyosauriërs zijn gestorven; een doodsoorzaak door plotseling veranderende milieuomstandigheden kan daarom ook worden uitgesloten.

3D-model en reconstructie

Het onderzoek waarmee een 3D-model van het laagpakket met de skeletten werd verkregen, had als doel om een objectief inzicht te krijgen in de wijze waarop de skeletten en de aparte onderdelen daarvan ten opzichte van elkaar zijn gepositioneerd, zonder dat die posities zouden veranderen door de diverse fragmenten handmatig te onderzoeken. Bovendien werd het zo mogelijk om vast te stellen welke skeletdelen van hetzelfde skelet afkomstig zijn. Het 3D-beeld werd verkregen door honderden digitale opnames te combineren (afb. 6)



▲ Afb. 6. Het maken van opnames van het onderzochte laagvlak ten behoeve van het 3D-model. Foto: Natural Museum of Utah, met toestemming.

en miljoenen punten vast te leggen met een sferische laserscanner. Door deze data te verwerken met speciale software, kon het laagvlak met alle fossielresten tot een 3D-model worden verwerkt (afb. 7).

Op basis van de zo verkregen gegevens kon, met inachtnaam van sedimentologische analyses, worden vastgesteld dat de gestorven exemplaren van *Shonisaurus popularis* naar de bodem van de zee waren gezonken, en dat er geen sprake was van stranding langs een ondiepe kust. Al met al konden alle eerdere hypothesen over de oorzaak van het 'massagraf' dus naar de prullenbak worden verwezen. Maar er bleef nog een ander probleem over, dat bevestigd werd door analyse met röntgenstralen van kleine fragmenten: dat bleken tanden te zijn van embryo's en pasgeboren exemplaren, terwijl deze röntgenanalyse ook aantoonde, net als eerdere analyses van skeletfragmenten, dat jonge exemplaren van *Shonisaurus* ontbraken. Bovendien bleken bij nader onderzoek ook talloze skeletten van volwassen exemplaren van *S. popularis* in de kalksteen en mudstone in hetzelfde gebied voor te komen, terwijl fossielen van andere vertebraten er schaars zijn; er was dus kennelijk nauwelijks voedsel voor ichthyosauriërs ter plaatse, maar ook waren er kennelijk geen (of nauwelijks) natuurlijke vijanden aanwezig.

Nog een ander verrassend resultaat kwam naar voren: in tegenstelling tot wat eerder werd aangenomen, bleken de fossielen niet allemaal even oud: hoewel de skeletten nauwelijks in (stratigrafische) hoogte verschilden, moeten de diverse clusters van fossielresten gevormd zijn met tussenpozen van ten minste enkele honderdduizenden – en misschien wel enkele miljoenen – jaren. Een massagraf is dus uitgesloten, maar waarom dan toch zulke concentraties van skeletten?

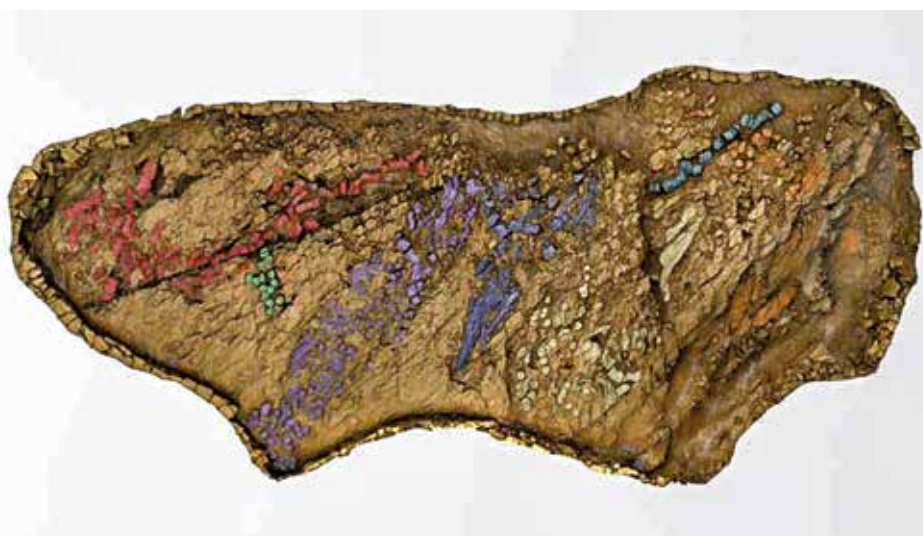
Nieuwe interpretatie

Omdat de recente onderzoeksresultaten aantonen dat eerdere hypothesen niet houdbaar zijn en omdat andere verklaringen ontbreken, besloten de onderzoekers terug te keren tot één van de eerste principes van de geologie: "The present is the key to the past" (Charles Lyell in zijn boek *Principles of geology*). Daarom besloten de onderzoekers om na te gaan of er ook heden ten dage mariene vertebraten bestaan waarvan groepen volwassenen samen met net geboren exemplaren (maar zonder jonge exemplaren) al dan niet tijdelijk voorkomen op plaatsen waar weinig of geen andere vertebraten voorkomen.

Dat bleek een gouden greep: dit blijkt namelijk ook voor te komen bij recente walvissen. Wanneer jongen geboren moeten worden, trekken de aanstaande moe-

derdieren naar gebieden in zee die, om wat voor reden dan ook, weinig voedsel bieden. Weliswaar is dat niet gunstig voor de moederdieren zelf, maar het betekent ook dat er nauwelijks of geen roofdieren aanwezig zijn die het op de pas geboren dieren gemunt hebben.

De vraag waarom er dan zoveel skeletten bij elkaar liggen, kan hiermee ook beantwoord worden. Bij de geboorte kan er, net als bij mensen, het één en ander misgaan waardoor het moederdier 'in het kraambed' komt te overlijden. Dat verklaart ook waarom er tal van embryo's voorkomen. Pasgeboren exemplaren die hun moeder verliezen, zullen bij gebrek aan moedermelk ook komen te overlijden. Het ontbreken van jonge dieren, die uiteraard niet mee naar de 'kraamkamer' gekomen zijn, is zo ook goed te verklaren.



▲ Afb. 7. 3D-model van de onderzochte laag met fossielen in Quarry 2. De diverse kleuren geven aan welke skeletresten bij welk van de zeven onderzochte fossiele skeletten behoren. Foto: Smithsonian Institution, met toestemming.

Toegegeven, er wordt in het artikel van Kelley et al. (2022) geen enkel doorslaggevend bewijs geleverd voor de hypothese van een 'kraamkamer'. Maar alle gegevens passen in deze hypothese, die zeker beter is dan alle eerdere veronderstellingen. Daarmee lijkt dit raadsel van de ichthyosauriërs op een bevredigende manier opgelost. Bovendien kan deze hypothese belangrijke implicaties hebben: er zijn namelijk tal van vindplaatsen bekend waar grote aantallen fossielen van bepaalde diersoorten bijeen liggen. Dergelijke concentraties zouden opnieuw goed kunnen worden bekeken: het hoeven kennelijk niet allemaal massagrafen te zijn.

Referentie

– Kelley, N.P., Irmis, R.B., De Polo, B.E., Noble, P.J., Montague-Judd, D., Little, H., Blundell, J., Rasmussen, V., Percival, L.M.E., Mather, T.A., Pyenson, N.D., 2022. Grouping behavior in a Triassic marine apex predator. *Current Biology* 32, 5398–5403.