

in computermodellen van de dynamische ontwikkeling van dalingsbekkens.

Een duidelijk voorbeeld van de verrijzenis van de stratigrafie uit de 19de eeuwse ideeën over de wereldvisie is de sequentie-stratigrafie die in sedimentaire opeenvolgingen series onderscheidt die begrensd worden door nonconformiteiten - zoals een erosieoppervlak of een niveau waar geen sedimentatie is opgetreden - die het begin en einde van een cyclus van transgressie en regressie aangeven, waarbij verborgen grenzen kunnen worden opgespoord met geofysische technieken. Van de 19de eeuw tot op de dag van vandaag zijn er aanhangers geweest van wereldwijde invloed van diastrofisme op de sedimentaire geschiedenis: dit betreft de groot-schalige bewegingen van de aardkorst, zoals epirogenese en orogenese, die resulteren in veranderingen van posities van gesteenten en van structuren. In de loop van de geschiedenis werden deze veranderingen onder meer verklaard door de afkoeling en inkrimping van de Aarde, via de vorming van geosynclinalen tot het huidige, algemeen aangehangen proces van de plaattektoniek. Iedere belangrijke verandering van de aardkorst kan verplaatsingen veroorzaken in de waterlaag

en leiden tot een hoger of lager zeespiegelniveau met als resultaat het respectievelijk overstromen van delen van de continenten - de transgressie - of het teruggaan van de zee dat de regressie tot gevolg heeft. Een overstromingsfase kan een sedimentserie achterlaten, een regressie leidt tot erosie en nonconformiteiten, ofwel hiaten in de gesteenteserie. Veel belangrijk onderzoek naar de sequentie-stratigrafie en de relatie met wereldwijde wisselingen in het zeeniveau, die veelal worden veroorzaakt door de bewegingen van de aardkorstplaten, is uitgevoerd door een onderzoeksgroep van Exxon onder leiding van P. Vail.

Naast de opmars van geofysische technieken is de geochemie in toenemende mate van belang om de oorzaken op te sporen van massale extinctions, temperatuurwisselingen op Aarde en variaties in de isotopenverhoudingen van bepaalde elementen in de sedimentseries. Met de integratie van oude methoden en nieuwe technieken is de stratigrafie in staat om steeds nauwkeuriger beelden te schetsen van de geografie, het klimaat en tektonische omgeving ten tijde van ver verwijderde perioden in de geschiedenis van de Aarde.

---

## Tyrannosaurus rex: een HIJ of een ZIJ?

Hoe kom je te weten of een skelet van de machtige *T-rex* van een mannetje of een vrouwtje is? Je kunt het niet snel controleren door eventjes de staart op te tillen en te kijken wat eronder verborgen zit. Normaal gesproken is het zeer moeilijk om het geslacht van een dinosaurus te bepalen.

De enige zekere manier bestaat uit het vinden van eieren in de lichaamsholte. Anders is het niet meer dan gissen. Sommige paleontologen hebben wel geopperd dat de vrouwtjes meer ornamenten op haar kop hadden, of dat haar skelet verschilde van dat van mannetjes, maar zulke theorieën blijken in de praktijk nagenoeg onmogelijk te bewijzen.

Maar wetenschappers onder leiding van Mary Higby Schweitzer van de North Carolina State University hebben iets gevonden waarmee ze denken te kunnen aantonen dat het skelet dat twee jaar geleden in Montana werd opgegraven van een vrouwtje was - een zwanger vrouwtje wel te verstaan. Het skelet haalde de krantenkoppen in de VS in maart van dit jaar, toen hetzelfde team van paleontologen rapporteerde dat voor het eerst zacht materiaal van een dinosaurusbots bewaard gebleven was.

De reden dat het in dit skelet gevonden werd ligt in het feit dat het werd aangetroffen in een zeer afgelegen gedeelte van Montana in de Hell Creek Formatie. Het was zo afgelegen dat het skelet met een helikopter opgehaald moest worden. Om in de helikopter te passen moest het dijbeen in twee delen worden gebroken. Toen Schweitzer het gebroken dijbeen uitpakte viel haar meteen het zeer goed bewaard gebleven zachte materiaal op.

De groep ontdekte een substantie die veel weg heeft van merg. Dit is een substantie die normaal gesproken de binnenzijde van de holle botten van moderne vrouwelijke vogels bekleedt; het is dicht en bevat veel bloedvaten, nodig voor het transport van calcium tijdens de ontwikkeling van de eieren. De therapoden, de groep waartoe de *Tyrannosaurus rex* behoort, lijkt daardoor nog dichter bij de vogels te staan dan bij de hedendaagse reptielen. Hoewel het rennen voor

de grote *Tyrannosaurus rex* nogal wat voeten in de aarde had, bestond het skelet al uit holle botten; een eigenschap die het voor vogels makkelijker maakt om te kunnen vliegen. De vondst impliceert dan ook dat het in dit geval om een vrouwtje gaat. Schweitzer merkte op dat de *Tyrannosaurus rex* haar eieren produceerde op een manier vergelijkbaar met vogels, vooral de struisvogel en emu, en waarschijnlijk beduidend anders dan bijvoorbeeld de krokodil. In krokodillen krijgen alle eieren tegelijkertijd hun harde schaal, maar in vogels ontwikkelen de eieren hun harde schaal een voor een en het merg dient dan als een soort opslag voor het benodigde calcium.

De techniek heeft echter ook nadelen. Hoewel de aanwezigheid van dit mergachtige materiaal eenduidig aantoont dat het om een vrouwtje gaat, wil de afwezigheid ervan nog niet zeggen dat het dan een mannetje betreft. Ten eerste kan dit relatief zachte materiaal slecht geconserveerd zijn. Ten tweede moet het bot in een doorsnede worden bekeken en er zullen de nodige curatoren in musea zijn die hun botten niet willen laten doorzagen enkel en alleen om te zien wat het geslacht is. Tevens, als de parallel met vogels ook verder opgaat, bezat het vrouwtje dat materiaal alleen gedurende de periode van eieren leggen, waarbij de aanleg wordt gestimuleerd door het hormoon estrogen. Dit betekent dat het vrouwtje moest zijn gestorven tijdens de periode van eierproductie, dat het zachte materiaal gefossiliseerd moest raken en dan ook nog eens door de mens worden gevonden.

### Literatuur

Schweitzer, M.H., Wittmeyer, J.L. en Horner J.R. (2005): Gender-specific reproductive tissue in Ratites and *Tyrannosaurus rex*. *Science*, 308, 1456-1460.

Theo Kloprogge