



In de vorige afleveringen van Afzettingen heeft Ton van Loon aangegeven dat hij zo langzamerhand wil stoppen met GEOCOMMunicatie. Tegelijkertijd vroeg hij of iemand de taak van het weergeven van de belangrijkste nieuwsfeiten op geologisch gebied wilde overnemen. Terecht, want uit reacties van leden blijkt toch steeds weer dat een dergelijke rubriek hoog gewaardeerd wordt. Met enige schroom - het is niet gemakkelijk om in de voetsporen van een zo'n ervaren schrijver te treden - heb ik de handschoenen opgenomen. Omdat de naam GEOCOMMunicatie onlosmakelijk met Tom verbonden is, is besloten om mijn bijdragen onder een andere naam te presenteren: Lapilli. Waarom wordt een rubriek vernoemd naar vulkanische bommen? Wel, omdat het de bedoeling is dat ik u, net als bij vulkanische bommen, ga bestoken met kleine stukjes, heet van de bron. Welke vorm die stukjes precies zullen aannemen, ach, daar moeten we de evolutie maar rustig zijn gang laten gaan. Al naar gelang het onderwerp zal dat zijn in de vorm van een feitelijk verslag, of een met achtergrond omgeven commentaar. Suggesties zijn altijd welkom en leden die zelf eens een stukje over een nieuwsfeit willen schrijven mogen wat mij betreft zonder meer aanschuiven.

Ook al willen de verhaaltjes van Tom en mij hetzelfde - u informeren over datgene wat de heren wetenschappers nu weer ontdekt dan wel bedacht hebben - voor het moment zullen GEOCOMMunicatie en Lapilli een tijdje naast elkaar bestaan.



Nieuwe vondsten vervagen de grens tussen dinos en vogels

De Yinxian formatie in de provincie Liaoning in het noordoosten van China heeft het laatste decennium een schat aan fossielen opgeleverd. Deze fossielen hebben nieuw licht geworpen op de vroege evolutie van de vogels en de verwantschap tussen vogels en dinosauriërs. Lange tijd nam de oervogel *Archaeopteryx* een eenzame positie in. Door de bijzondere fossilisatieomstandigheden in de kalksteen van het Duitse Solnhofen waren deze Jurassische oervogels met afdrukken van veren en al bewaard gebleven.

De nauwe verwantschap tussen vogels en dinosauriërs werd duidelijk toen men dinosauriërs vond die in de bouw van hun skelet sterk op *Archaeopteryx* leken. Voorbeelden zijn *Deinonychus* en verscheidene raptors. Hoe nauw die verwantschap feitelijk is, werd duidelijk toen in

Liaoning voor het eerst sinds de vondst van *Archaeopteryx* weer fossielen met de afdrukken van veren werden gevonden. Sommige van de nieuwe soorten uit China waren duidelijk primitieve vogels, zoals *Confuciusornis*. Andere, zoals *Caudipteryx*, werden echter geïnterpreteerd als dinosauriërskeletten met een verentooi. De huidbedekking van andere dino's werd gezien als een soort protoveren. *Sinosauropteryx* is zo'n dino met een soort van donsdeken. Radiometrische dateringen toonden aan dat deze fossielen stammen uit het Onder Krijt, en dus iets jonger zijn dan *Archaeopteryx*.

Rondom de Liaoning fossielen is zo langzamerhand een hype aan het ontstaan. Artikelen over gevederde dinosauriërs in National Geographic wakkeren deze gekte aan. Ondanks een uitvoerverbod zijn op de zwarte markt voor grof geld Liaoning fossielen te krijgen. En in de wetenschappelijke wereld zijn de verwachtingen hoog gespannen. Niet verwonderlijk, want ieder jaar weer wordt er in Nature en/of Science een nieuwe vondst gepresenteerd. Vondsten die zonder meer de grens tussen vogels en dinosauriërs steeds verder vervagen. Zo lijkt het bezit van veren alleen niet meer voldoende om een dier als vogel aan te merken. Maar met alle ophef over Liaoning bestaat het risico dat men misschien wel iets te graag het ultieme antwoord op de vroege evolutie van vogels hier wil vinden. Zo kocht een Amerikaanse amateurverzamelaar begin 1999 voor \$ 80.000 een Liaoning fossiel dat kenmerken van dinosauriërs en vogels verenigde. Hij vond een bevriende paleontoloog bereid om deze *Archaeoraptor* te beschrijven, op voorwaarde dat het illegaal verkregen fossiel naar China terug zou gaan. Bij het bestuderen van het fossiel, bleek het al snel om een composiet te gaan. Inmiddels was de naam *Archaeoraptor* echter al in National Geographic gepubliceerd. Dit tot ergernis van de redacties van wetenschappelijke bladen, want een wetenschappelijk naam zou niet in een populair magazine gepubliceerd moeten worden. Het verhaal van het nefossiel werd onlangs in Science dan ook nog een smakelijk uit de doeken gedaan (lit. 2).

Maar Liaoning heeft nefossielen als *Archaeoraptor* niet nodig. Dat er nog voldoende echte nieuwe ontdekkingen zijn, bleek weer eens in de eerste week van december, toen zowel Nature als Science een nieuwe vondst uit de Chinese provincie presenteerden. Het artikel in Science beschrijft een primitieve vogel, *Protopteryx fengningensis* (lit. 1). Er zijn twee gearticuleerde skeletten met veerafdrukken van dit dier gevonden. De auteurs wijzen vooral op de bouw van de veren, die primitiever zijn dan het pluimage van *Archaeopteryx*. Deze primitieve veren zouden iets kunnen zeggen over de evolutie van de veer. Waar de wetenschappers meteen bij aantekenen dat het opvallend is dat *Protopteryx* duidelijk verder ontwikkeld is dan de Duitse oervogel, terwijl de veren primitiever zouden zijn. Dit zou er op kunnen duiden dat het verenkleed van *Protopteryx* een secundaire ontwikkeling is.

Het fossiel dat een dag eerder in Nature gepubliceerd werd, is een stuk minder fraai. Maar de interpretatie ervan is des

te spectaculairder. *Microraptor* zou het laatste verschil tussen vogels en dinosauriërs slechten (lit. 8). Alle dinos die tot dusver beschreven zijn, waren groter dan de *Archaeopteryx*. Maar voor de nieuwe vondst van Liaoning gaan de auteurs uit van een romplengte van 4,7 cm, hetgeen *Microraptor* een stuk kleiner maakt dan de Duitse oervogel. Overigens gaat het hier om een gereconstrueerde romplengte, want een groot deel van de romp ontbreekt aan het fossiel. Een saillant gegeven is dat *Microraptor* nog voor zijn beschrijving bijdroeg tot de ontmaskering van *Archaeoraptor*. Toen de paleontoloog Xu het fossiel gekocht had, merkte hij op dat de staart van zijn minidino wel erg leek op de staart van *Archaeoraptor*. Nadat hij zijn bevindingen had meegedeeld aan National Geographic, publiceerde dat blad een rectificatie (lit.7).

Niet alleen wat betreft zijn grootte lijkt *Microraptor* ook op vogels. Zo is het aantal staartwervels vergelijkbaar met dan van *Archaeopteryx* en lijken de tanden op die van primitieve vogels. De vorm van de achterpoten geeft aan dat *Microraptor* net als veel moderne vogels, zich vast kon houden aan een boomtak. Dat het hier toch om een heuse dinosaurus gaat, baseren de wetenschappers op de vorm van de chevron botjes. Dit zijn kleine botjes die als een soort wiggen tussen de staartwervels zitten en zo voor extra stevigheid zorgen.

Een ander opvallend punt aan het Natureartikel is de fylogenetische analyse. Een computeranalyse plaatst *Microraptor* onder aan de Dromaeosauridae, de dinofamilie waartoe onder andere *Deinonychus* behoort. De analyse suggereert daarmee dat deze familie eerst heel sterk op vogels ging lijken, maar daarna opnieuw een aantal primitieve dinosauruskenmerken ontwikkelde. Voor de meeste evolutiebiologen is een dergelijke omkering van de evolutie vloeken in de kerk. Met deze analyse maken de auteurs zich niet geloofwaardiger. Het belang van hun artikel ligt dan vooral in de presentatie van de nieuwe vondst. Daarmee kan de discussie over de juiste interpretatie van start gaan. En ongetwijfeld zal de komende jaren in verschillende bladen nog veel over de Liaoning fossielen gediscussieerd worden. En er kan ook weinig twijfel zijn dat deze discussie nog door nieuwe vondsten gevoed zal worden. Want de Yinxian formatie lijkt nog niet al zijn geheimen prijs te hebben gegeven.



Het zoogdiergebit tweemaal ontstaan?

Eén van mijn docenten vertelde me ooit hoe ze, terwijl ze in Australië uitrustte langs een beek, een schaduw door het water zag glijden. Duidelijk geen vis, maar aan de onvertrouwde bewegingen die het dier maken kon ze niet besluiten, of het nu een zoogdier of een reptiel was. Pas toen ze na veel geduld het dier de kant op zag kruipen, herkende ze het. Het was een vogelbekdier, het beroemde eierleggende zoogdier van down under.

Ik werd weer aan dit verhaal herinnerd door een artikel

dat begin januari in Nature verscheen. Een artikel waarin de eierleggende zoogdieren of Monotremata een vooraanstaande rol spelen. In de biologieboekjes van de middelbare school leek het allemaal zo simpel. Je hebt gewone zoogdieren, en in het verre Australië zijn er van die rare buideldieren en dan ook nog een paar zoogdieren die eieren leggen: het vogelbekdier en de mierenegel. En automatisch leg je dan een verband tussen de geïsoleerde positie van Australië en de vreemde dierenwereld van dat continent.

Maar later leer je dan weer dat het allemaal niet zo simpel ligt. In de eerste plaats waren tot ver in het Tertiair buideldieren op alle continenten te vinden. Vervolgens blijkt het basale bouwplan van de kiezen van buideldieren en placentale zoogdieren. Vergelijking met de eierleggende zoogdieren op de basis van het gebit is lastig, omdat alle recente soorten toevallig tandeloos zijn. Alleen in het embryonale stadium heeft het vogelbekdier kiezen.

Het basale bouwplan van buideldieren en placentale zoogdieren is de zogenaamde tribosphenische kies. Dit type kies, dat in het Mesozoïcum ontwikkeld werd, zorgt voor een perfecte occlusie tussen bovenkaak en onderkaak. De onderkaakskies bestaat uit twee delen, een hoog trigonid en een laag talonid. De scherpe richels tussen de knobbels van het trigonid schuren langs de bovenkaak en zorgen er zo voor dat het voedsel gesneden kan worden. Tegelijkertijd valt de grote knobbel aan de tongzijde van de bovenkaakskies midden op het talonid. Daarbij ontstaat een stamper/vijzel effect, waardoor het voedsel geplet wordt. Dit type gebit is nog steeds duidelijk herkenbaar in recente insecteneters. En hoezeer dat lijkt op het gebit van buideldieren, ondervind ik regelmatig aan den lijve. Als collega's mij insecteneters uit het Oligoceen of Vroeg Mioceen ter determinatie aanbieden, dan zitten daar steevast ook de kiezen van buidelratten tussen. Kennelijk is er een specialist voor nodig om die uit elkaar te houden.

De sterke overeenkomst tussen het basale gebit van placentale zoogdieren en buideldieren leidde in de jaren 70 tot de conclusie dat deze groepen onderling nauwer verwant zijn dan met de Monotremata. Het traditionele beeld is dat het tribosphenische gebit ontstond in het Vroeg Krijt op de noordelijke continenten (Laurazië). Later zouden buideldieren en placentale zoogdieren naar de zuidelijke continenten (Gondwana) gemigreerd zijn. Stambomen uit die tijd plaatsen de Monotremata op een zijspoor. Fossielen van eierleggende zoogdieren waren nog niet bekend, behalve een vondst van een oervogelbekdier, *Obdurodon*, uit het Mioceen van Australië.

De laatste jaren werd steeds meer aan dit model geknabbel. Een studie naar mitochondriaal DNA plaatste de vogelbekdieren samen met de buideldieren in één groep (lit. 6). Deze zogenaamde Marsupionta theorie vond echter weinig aanhang. Een belangrijker ontwikkeling was dat er ook steeds meer Mesozoïsche zoogdieren bekend werden van de zuidelijke continenten, waar voorheen veel minder gezocht was dan in Eurazië en Amerika. Zo zijn er nu Monotremata bekend uit het Vroeg Krijt van Au-

stralië. En in 1999 werd een bom gelegd onder de theorie dat het tribosphenische gebit in Laurazië ontstaan zou zijn. De oudste tribosphenische kies werd gevonden op Madagascar (lit. 4). Deze *Ambondro* werd gevonden in het Midden Jura van het eiland en is daarmee 25 miljoen jaar ouder dan de eerste vondsten op de noordelijke continenten.

Het beeld moest herzien worden en dat is precies wat Luo, Cifelli en Kielan-Jaworowska in hun artikel in *Nature* deden (lit. 5). Zij komen met een nieuw model voor de ontwikkeling van het tribosphenische gebit. Deze ontwikkeling zou onafhankelijk hebben plaatsgevonden in Gondwana en in Laurazië. Van de Gondwaneze groep leven nu alleen nog de eierleggende zoogdieren, terwijl buideldieren en placentale zoogdieren hun verre voorouders in Laurazië hadden.

In eerste instantie lijkt het misschien wat vergezocht, dat een dusdanig belangrijke ontwikkeling tweemaal onafhankelijk van elkaar heeft plaatsgevonden. Maar de auteurs wijzen erop dat juist doordat het hier gaat om een ontwikkeling met een duidelijk evolutionair voordeel, convergentie kan zijn opgetreden. Op zich gaat het hier ook niet om een heel ingrijpende verandering. Van een gebit dat bestaat uit in elkaar schuivende driehoeken, ga je naar een gebit waar aan één kant de driehoeken zijn uitgebreid met een uitbouw. De wetenschappers voelen zich gesterkt doordat in het Jura van China een zoogdier gevonden is, dat ook met deze verandering geëxperimenteerd heeft. Maar deze *Shuotherium* heeft de uitbouw gemaakt voor het trigonid, in plaats van erachter zoals in recente zoogdieren (lit. 3).

Voor zoogdierpaleontologen zou een convergentie evolutie, zelfs waar het gaat om de ontwikkeling van de basale kiesvorm, acceptabel moeten zijn. In het Tertiair zien we ook allerlei convergente ontwikkelingen. Zo zien we in allerlei plantenetende groepen een ontwikkeling naar vierkante kiezen, waarbij er in de bovenkaakskiezen een knobbel bijkomt, terwijl de onderkaakskiezen zijn voorste knobbel verliest. Dat gebeurt bijvoorbeeld in primaten, evenhoevigen, onevenhoevigen en knaagdieren. En kiezen van uiteenlopende groepen als beren en varkens, zijn voor de leek niet gemakkelijk van elkaar te onderscheiden. Dat alles maakt het model wat nu is voorgesteld plausibel en een goed uitgangspunt voor de interpretatie van nieuwe vondsten. En als het inderdaad zou kloppen, maakt het ook duidelijk waarom het vogelbekdier een vreemde eend in de bijt van het zoogdierenrijk is.

Literatuur

- 1 A primitive enantiornithine bird and the origin of feathers. – *Science* 290: p. 1955-1959.
- 2 Anonymous, 2000. Disappearing discovery of the year: *Archaeoraptor*. – *Science* 290: p. 2224.
- 3 Chow, M. & Rich, T.H., 1982. *Shuotherium dongi* n.gen. and sp., a therian with pseudo-tribosphenic molars from the Jurassic of Sichuan, China. *Aust. Mammal*, 5: p. 127-142.
- 4 Flynn, J.J., J.M. Parish, B. Rakotosamimanana, W.F. Simpson & A.E. Wyss, 1999. A middle Jurassic mammal from Madagascar. – *Nature*, 401: p. 57-60.
- 5 Luo, Z.X., R.L. Cifelli & Z. Kielan-Jaworowska, 2001. Dual origin of tribosphenic mammals. – *Nature* 409: p. 53-57.
- 6 Penny, D. & Hasegawa, M., 1997. The platypus put in its place. – *Nature* 387: p. 549-550.
- 7 Stokstad, E., 2000. Tiny, feathered dino is most birdlike yet. – *Science* 290: p. 1871-1872.
- 8 Xu, X., Zhou, Z & Wang, X., 2000. The smallest known non-avian theropod dinosaur. – *Nature* 408: p. 705-708.

*Lars van den Hoek Ostende, Frans van Mierisstraat 5,
2316 AK Leiden, tel. 071-568 76 85
email: Hoek@naturalis.nl