



De eerste voetstappen

Scheppingsverhalen hebben iets heel aantrekkelijks, dat moet ik toegeven. Het is allemaal zo lekker concreet. Je weet gewoon dat Adam op die bewuste zaterdag het licht zag, en zijn eerste voetstappen in het hof van Eden zette. Als evolutionair bioloog kan je daar niet tegenop. Je weet niet of iets op een zaterdag of een maandag gebeurde, en het dichtste dat je bij een gebeurtenis komt is "Pak 'm beet, zoveel miljoen jaar geleden." En alles natuurlijk met een flinke spreiding, en heel vaak 'waarschijnlijk', 'mogelijk', en 'voor-zover-we-weten' er tussenin. Om nog maar te zwijgen dat je dan ook nog eens overtuigd bent dat die eerste voetstappen werden gezet, door iets wat we waarschijnlijk (heb je dat woord weer) voor een vis zouden aanzien. Een tetrapodomorfe vis, en om precies te zijn een elpistostegalide. Kijk, daar heb je nog zoiets, 'Adam' is tenminste een gemakkelijke naam.

Maar ook als evolutionair bioloog, vind ik het een geweldige gedachte, dat ooit die eerste voetstap op het land gezet is. Het begin van een ware revolutie, waar die veiligheid van het water werd ingewisseld voor de nieuwe mogelijkheden van het beloofde land. Een revolutie die plaatsvond aan de vooravond van één van de grote massa-extincties. In het Frasnien zagen we nog vissen, die al echter duidelijke voorpoten aan het ontwikkelen waren. *Tiktaalik* maakte enige jaren furore als een missing link, en is daarmee misschien wel de bekendste van deze zogenaamde elpistostegaliden. De wat oudere *Panderichthys* was al weer een stuk primitiever. En na de grens tussen Frasnien en Famennien, het periode van de grote extinctie, zien we dan echt beesten met vier poten, zoals *Acanthostega* en *Ichthyostega*. Alles klopte precies mooi in de tijd, en je kon de ontwikkeling perfect volgen. Kijk, met zo'n lijn, is het weer fijn om darwinist te zijn.

Helaas ligt die lijn sinds 7 januari in de prullenbak. Toen publiceerde een team onder leiding van Niedzwiedski in *Nature* de eerste voetstappen (lit. 2). Sporen die ooit in het zuidoosten van Polen gezet werden in de zachte modder om voor de eeuwigheid bewaard te blijven. En als u dat al bijzonder vindt, in de Wojciechowice Formatie zijn ook afdrukken gevonden van regendruppels uit het Devoon. Het vroeg Midden Devoon (Eifeliën) om precies te zijn, en daar zit het belang van deze vondst. De sporen, opgegraven in de Zachelmie groeve, laten afdrukken zien van voor- en achterpoten, maar zijn zo'n 18 miljoen jaar ou-

der dan die van het oudste beest met achterpoten waarvan fossielen gevonden zijn. En ook ouder dan de 'tussenvormen' *Panderichthys* en *Tiktaalik*.

De boeken moeten herschreven worden en het college vertebratenevolutie ziet er volgend jaar net ietsje anders uit. Het verhaal is niet meer zo strak als het was, maar vreemd genoeg daarmee wel geloofwaardiger. Anders dan de snelle verovering van het land, zien we nu dat het allemaal veel geleidelijker gegaan is, met een hoop verschillende lijnen die naast elkaar lopen. *Panderichthys* en *Tiktaalik*, die in een klap van trendsetters zijn gedegradeerd tot een ouderwets model, tot uitsterven gedoemd. En daarmee gaat de geschiedenis van de verovering van het land steeds meer lijken op die van de verovering van het luchtruim. Zoals we de grens tussen vogels en dinosauriërs hebben zien vervagen, zo weten we straks ook niet meer wat nu wel en wat niet een vis was.

De Poolse vondst is vast ook goed voer voor creationisten. Tussenvormen als *Tiktaalik* zijn immers een geliefd onderwerp voor hun aanvallen op de evolutietheorie. Dat wetenschappers nu zelf aantonen dat we er naast zaten, is koren op de molen. In deze ben ik overigens ten volle bereid om ze deels tegemoet te komen. Ik ben er namelijk van overtuigd, dat de voetsporen van Zachelmie op een zaterdag gemaakt zijn.

De grote vloed

Mijn collega Steve Donovan heeft de meest fantastische T-shirts met geologische teksten. Een van mijn favorieten is "God is innocent, Noah lived on a floodplain." U merkt, het bijbelboek Genesis heeft mij wel in zijn greep. Maar aan de andere kant is de zondvloed voor ons geologen toch wel iets speciaals. Was het niet ooit de alomvattende theorie die alles op aarde kon verklaren?

In feite zijn er niet zo enorm veel reusachtige overstromingen geweest, alhoewel er wel een paar te noemen zijn die het aanzien van de aarde aardig deden veranderen. Zoals het leegstromen van Lake Agassiz, het enorme ijsmeer in Noord-Amerika, waardoor de laatste ijstijd nog net even wat langer duurde. Maar de moeder van alle overstromingen moet toch gezocht worden rond de Mio-Pliocene grens, toen de Middellandse zee veranderde van een uitgedroogde zoutvlakte tot de binnenzee die het nu is. Het indrukwekkende bewijs van die zogenaamde salinity crisis is op sommige plaatsen langs de Middellandse zee te zien in de vorm van torenhoge gipsklippen. Maar bewijs voor het opnieuw volstromen moet onder water gezocht worden en is vooral een kwestie van veel rekenwerk. En dat is precies wat een Spaans/Frans team gedaan heeft. Hun bevindingen werden op 10 december van het afgelopen jaar in *Nature* gepresenteerd (lit. 1).

De basis voor al dat onderzoek is een opgevolde geul in de Straat van Gibraltar. Onderzoek voor de bouw van een tunnel tussen Afrika en Europa, in combinatie met gegevens uit oude boringen en seismische gegevens, hebben deze geul

veel beter in kaart gebracht. Voorheen was de geldende theorie dat het ging om een oude insnijding van een rivier. In de periode dat de Middellandse Zee was afgesloten van de Atlantische Oceaan was de zeespiegel dramatisch gedaald. Het gevolg was dat bestaande rivieren diepe canyons uitsneden. De canyon die door de oer-Rhône was gemaakt, was wel een kilometer diep. En in het veel diepere oostelijke deel van de Middellandse Zee sneed de oer-Nijl wel 2,5 kilometer diep in het sediment.

Op het eerste gezicht leek de geul bij Gibraltar net zoiets te zijn, een dal uitgesneden door een inmiddels verdwenen rivier. Het was al bekend dat het dal insneed in miocene afzettingen en opgevuld was met plio-/pleistocene sedimenten. De nieuwe gegevens brachten echter een aantal zaken aan het licht, waaruit bleek dat de rivierhypothese op een aantal bezwaren stuit. In de eerste plaats is er de lengte van de geul. Die bleek 200 kilometer lang te zijn, en dwars door de waterscheiding tussen het Atlantische en het Mediterrane bekken te lopen. Dat laatste zou je niet verwachten van een rivier. Bovendien was de doorsnede van de geul U-vormig, terwijl riviervalleien typische een V-vorm hebben. Garcia-Castellanos en de zijnen stellen nu, dat het dal waarschijnlijk ontstaan is tijdens de vloed, en sloegen aan het rekenen.

Hun modellen lieten zien dat het vullen van de Middellandse zee in vier fasen verliep. Het begon allemaal als een klein stroompje. Bewegingen in de aardkorst, die samenhangen met de relatieve beweging van Afrika ten opzichte van Europa, zorgden ervoor dat er voldoende ruimte was voor Atlantisch water om in de Middellandse zee binnen te sijpelen. Het water sleet allengs een steeds diepere geul uit, waardoor steeds meer water het nieuwe gebied kon instromen. De snelheid nam exponentieel toe, terwijl het westelijke Mediterrane bekken zich vulde. Het water kwam niet verder dan de drempel bij Sicilië. Naar mate dit bekken zich verder vulde, nam de snelheid van het water af. Maar toen de drempel bereikt was, stortte het water zich in het veel diepere oostelijke bekken, en nam de stroomsnelheid weer toe. Pas toen het waterniveau in het westen en oosten gelijk was, kon de snelheid weer afnemen.

En dat alles ging in een rottempo. Niet de 40 dagen van Noach, maar het scheelt niet veel. De onderzoekers denken dat 90 % van het water werd aangeleverd in een periode van enkele maanden tot twee jaar. Zeespiegelstijgingen bedroegen tot tien meter per dag. Erosie in de geul reikte tot veertig centimeter per dag. Toch rekenen de onderzoekers ook af met de suggestie dat de Middellandse Zee gevuld werd door een gigantische Atlantische waterval. Zoals gezegd is de brede geul bij Gibraltar minstens 200 kilometer lang, en heeft een helling van 1 tot 4 %. Heel geleidelijk dus, alhoewel dat het gebeuren zeker niet minder spectaculair maakte. De maximale hoeveelheden water waren op het hoogtepunt enige honderden malen groter dan de afvoer van de Amazone. Niet je alledaagse stroompje dus.

In Genesis loopt het allemaal goed af na de Zondvloed. Het water zakt weer, en dankzij de drijvende diertuin is de wereld weer snel de oude. Terwijl het vollopen van de

Middellandse Zee geen bijbelse omvang had, was de wereld na die twee jaar wel degelijk veranderd. Een zoutvlakte tussen Europa en Afrika eventjes inwisselen voor een fikse binnenzee, moet een enorme invloed op het klimaat gehad hebben. Dat dat nou net precies op de Mio-/Pliocene grens moest gebeuren. Toeval? Ik betwijfel het!

Literatuur

- 1 Garcia-Castellanos, G., Estrada, F., Jiménez-Munt, I., Gorini, C., Fernández, M., Vergés, J. & De Vicente, R., 2009. Catastrophic flood of the Mediterranean after the Messinian salinity crisis. *Nature* 462, pp. 778-781.
- 2 Niedzwiedski, G., Szrek, P., Narkiewicz, M & Ahlberg, P.E., 2010. Tetrapod trackways from the early Middle Devonian period of Poland. *Nature* 463, pp. 43-48.

Lars van den Hoek Ostende, Nationaal Natuurhistorisch Museum, postbus 9717, 2300 RA Leiden, e-mail: Hoek@naturalis.nnm.nl