

## OCEANEN GEVULD MET WATER UIT DE KOSMOS?

Twee jaar geleden veroorzaakten twee onderzoekers van de Universiteit van Iowa (USA) behoorlijk wat opschudding in de wereld van aardwetenschappers. Aan de hand van beelden, gemaakt door de satelliet Dynamics Explorer I, spraken zij het vermoeden uit, dat de aarde onafgebroken werd 'gevoed' met water afkomstig uit de ruimte. Satellietbeelden in het ultraviolet lieten zien dat de in de atmosfeer aanwezige zuurstof, regelmatig donkere plekken vertoonde die niet anders konden worden uitgelegd als 'gaten' in het ultraviolet. Op die plaatsen vonden blijkbaar processen plaats waarbij absorptie van ultraviolette straling plaatsvond als gevolg van de aanwezigheid van grote hoeveelheden waterdamp. Elke donkere vlek was gemiddeld twee tot drie minuten zichtbaar en besloeg een oppervlak van ongeveer 2000 km-253-; bijna zo groot als de provincie Utrecht. De onderzoekers veronderstellen dat elke vlek veroorzaakt wordt door een mini-komeet met een massa van ongeveer 100 ton. Zo'n komeetje zou moeten zijn samengesteld uit een bros mengsel van bevroren gassen, waterdamp en stof. Bij het binnendringen in de atmosfeer valt het geheel uiteen en verspreidt de waterdamp zich in de bovenlagen van de atmosfeer. Hierbij gaat het niet om incidentele gevallen. Uit de beelden van de satelliet berekenden de natuurkundigen dat er elk jaar zo'n tien miljoen van dergelijke mini-kometen de dampkring binnenkomen. Hieruit volgt dat elk etmaal ca. drie miljoen ton water in de dampkring terecht komt; water van buitenaardse oorsprong. Volgens de onderzoekers is deze hoeveelheid voldoende om in minder dan twee miljard jaar de huidige zeeën en oceanen te laten ontstaan. Tot dusver nam men aan dat het oceanische water ontstond door talrijke vulkanische processen in de aardkorst. De nieuwe theorie riep kritiek op en die kwam dan ook. Vooral uit de hoek van de sterrekundigen. Zij stelden dat indien de aarde door een dergelijke hoeveelheid komeetjes zou worden getroffen, er tevens een enorme hoeveelheid stofkorrels in de atmosfeer terecht zou komen en dat zou dan zwermen 'vallende' sterren moeten veroorza-

ken. Deze zouden vanaf de aarde te zien moeten zijn. Elke komeet zou vergezeld moeten gaan van een fraai stukje hoog hemelvuurwerk in de vorm van een groot aantal zwakke en heldere meteoren. Hier stelden de beide wetenschappers tegenover dat die meteoren lang niet allemaal door een waarnemer zouden kunnen worden gezien. Als men niet wordt gehinderd door bewolking, is de afstand tot de waarnemer dikwijls zo groot dat ze niet duidelijk worden gezien. Daar komt nog bij, dat dergelijke 'losse' stof/watermengsels door de aantrekkingskracht van de aarde al op ruim 3000 km hoogte uiteenvallen. Door wrijving en zonnestraling verdampt het vrijkomende water meteen. Bovendien stellen zij dat waterdamp op zo'n 1000 km hoogte snel uitelkaar drijft tot wolken van 50 en meer kilometer in middellijn. Het water dat in deze vorm de dampkring binnekomt veroorzaakt daar een ultraviolet gat. De bekende astronoom Tom Gehrels van het Lunar and Planetary Laboratory in Tucson (USA), heeft de hemel gedurende een aantal maanden met behulp van een aan de Space Watchtelescoop van de Kitt Peak sterrenwacht gekoppelde elektronische beeldversterker in de gaten gehouden. Volgens hem moesten dergelijke minikometen, vlak voordat zij de dampkring zouden binnendringen, met zijn instrumenten te zien zijn. Tot dusver verkreeg deze onderzoeker ruim 1500 elektronische beelden, elk twaalf seconden belicht. Een andere onderzoeker, Clayne Yeates van het Caltech's Jet Propulsion Laboratory heeft inmiddels een 400 tal beelden onderzocht. Het resultaat daarvan was dat hierop inderdaad vage sporen - zeg maar vegen - te zien zijn. Het zijn echter onmiskenbaar de vage lichtsporen van tientallen meters grote voorwerpen die zich buiten de dampkring bevinden. Sterker nog: uitgaande van het aantal lichtsporen op de Space Watchbeelden komt men op een totaal uit van ruim duizend van dergelijke voorwerpen die elk uur in de dampkring terecht komen. Een aantal dat griezelig nauwkeurig klopt met het voorspelde aantal van beide eerste onderzoekers. Vanzelfsprekend moeten de bewijzen duidelijker naar voren treden wil iedere sterrekundige overtuigd worden, maar mocht dit proces inderdaad plaatsvinden, dan is dit een van de allerbelangrijkste ontdekkingen van de laatste tijd.

Nature

## STERRESTOF KLONTERT SAMEN

Waarnemingen aan een betrekkelijk kleine ster, Beta Pictoris genaamd, bevestigden eerder gedane ontdekkingen, dat deze ster in een schijf gas en stof is ingebed.

Beta Pictoris bevindt zich op ongeveer 50 lichtjaar van de zon. Licht beweegt zich met een snelheid van ca. 300.000 km per seconde. Per jaar legt een lichtstraal dus een afstand af van ruim 9 biljoen kilometer. Dit maakt duidelijk hoever, betrekkelijk dichtbij gelegen sterren, nog van ons verwijderd staan. Beta Pictoris is ook een jonge ster. De schijf stof die de ster omgeeft heeft een diameter van minstens 600 astronomische eenheden, ofwel ruim tien maal de diameter van de baan van onze planeet Neptunus. De stofdeeltjes uit de schijf moeten vele malen groter zijn dan die uit de normale interstellaire ruimte. In 1983 ontdekte men met behulp van de Nederlandse infraroodsatelliet IRAS, een opmerkelijke hoeveelheid infraroodstraling rond de ster. Dit was een aanwijzing voor 'warm' materiaal in de buurt ervan. Waarnemingen vanaf de aarde in het nabije infrarood brachten toen de aanwezigheid van een schijf van stof aan het licht. Voor het eerst was een stofschijs rond de ster zichtbaar gemaakt. De waarnemingen werden geverifieerd aan soortgelijke onderzoeken aan twee andere sterren, waarvan werd verondersteld dat deze geen opvallende hoeveelheid materie om zich heen bezaten. Met behulp van speciale beeldbewerkingstechnieken zijn tevens de lichteffecten, die het gevolg zijn van fouten in de optiek zelf, weggefilterd. Het resultaat was dat alleen de ster Beta Pictoris een schijf lichtende materie vertoonde en de controlesterren niet. De onderzoekers verrichtten hun waarnemingen in verschillende delen van het zichtbare licht. Zo ontdekte men dat de kleur en de spectrale eigenschappen van het door het stof weerkaatste licht, vrijwel overeenkomen met die van de ster zelf en dat het reflectievermogen niet van de golflengte van het licht afhangt. Zou het om zeer kleine stofdeeltjes gaan, dan zou er wél zo'n afhankelijkheid bestaan en zou er vooral een reflectie in het blauw optreden. De stofdeeltjes in de schijf moeten een diameter hebben van minstens 0.001 mm. Dat lijkt niet veel, maar het is nog altijd vele malen groter dan de deeltjes die zich normaal in de ruimte tussen de sterren bevinden. Dit feit en de afplatting van de stofschijs zou kunnen betekenen, dat de stofdeeltjes rond de ster bezig zijn samen te klonteren. Dit proces leidt uiteindelijk tot de vorming van planeetachtige lichamen; iets dat zo'n slordige 5 miljard jaar geleden rond onze zon op een soortgelijke manier de aarde en de overige acht planeten heeft doen ontstaan. Of er inmiddels in de schijf rond de onderzochte ster al planeetachtige lichamen zijn gevormd, is nog niet vastgesteld. Sterrekundigen beginnen langzamerhand tot de overtuiging te komen dat het planeetvormingsproces rond de sterren in ons melkwegstelsel eerder regel dan uitzondering is. Bij het waarnemen van sterren blijkt dat een groot aantal tot zogenaamde

dubbelsterren moet worden gerekend. Dit is een systeem waarbij twee sterren, vaak van verschillende grootte, een baan om elkaar beschrijven. Er zijn zelfs verschillende systemen bekend waarbij drie sterren betrokken zijn. Sterren die geen andere ster of sterren als begeleider(s) hebben, moeten wel een schijf van samengetrokken gas en stof om zich heen bezitten. Alleen op die manier kan een belangrijk deel van het draaimoment van de samentrekkende ster overgedragen worden. Zonder dat zou de ster nooit een stabiel zelfstandig lichaam kunnen zijn. Doordat de objecten op zulke enorme afstanden van de aarde staan is het moeilijk of zelfs onmogelijk om vanaf de aarde of vanuit een satelliet beelden van deze rondcirkelende planeetsystemen te verkrijgen. Bovendien stralen ze geen licht en wellicht maar een zeer geringe hoeveelheid warmte uit. Deze warmte is zelfs met de zeer gevoelige infraroodtelescoop van de IRAS niet te meten.

#### NIEUWE AANWIJZINGEN VOOR EEN KOSMISCHE RAMP

In sedimenten op de overgang van het Krijt naar het Tertiair zijn onlangs opnieuw aanwijzingen gevonden voor een kosmische oorzaak van het plotselinge uitsterven van grote groepen dieren. Als oorzaak voor dit wereldwijde uitsterven werd de mogelijke inslag van een groot kosmisch lichaam gezien. Wellicht een komeet of misschien een asteroïde. Al snel begon men te zoeken naar het litteken van deze inslag. Inmiddels zijn enkele kandidaten gevonden. Al sinds de jaren zestig is bekend dat er op zo'n 30 meter diepte onder de Amerikaanse staat Iowa een oude krater ligt. Onlangs uitgevoerde ouderdomsbepalingen op basis van bepaalde isotopen van het edelgas argon, tonen aan dat deze Mansonkrater ongeveer 66 miljoen jaar oud is. Maar kort geleden kwamen andere onderzoekers met nieuwe feiten aandragen. In de eerste plaats vond men in afzettingen op de overgang Krijt - Tertiair ongewone hoeveelheden zandsteen. Deze zandsteenafzettingen treft men vooral aan in het oosten van de staat Texas. Boven en onder deze zandsteenlagen liggen verharde modderafzettingen. Uit de samenstelling van de sedimenten kan men afleiden dat het ontstaan ervan het directe gevolg is van enorme vloedgolven. Men wijst erop dat in die tijd grote delen van Iowa en Texas door de zee bedekt waren en het lijkt dus waarschijnlijk dat het grote kosmische lichaam daarin is terechtgekomen. Het probleem is dat de waterdiepte eigenlijk te gering was om een dergelijke enorme vloedgolf te veroorzaken. In de tweede plaats ontdekten geologen en palaeontologen uit

Zwitserland, Nieuw Zeeland en de U.S.A. in diezelfde grenslagen hoge concentraties koolstofverbindingen. Uit de isotopenverhouding van de koolstof heeft men opgemaakt dat de resten afkomstig moeten zijn van een geweldige brand. Dergelijke sporen meent men ook elders op de wereld in afzettingen uit die tijd gevonden te hebben. Maar of het hierbij om een wereldomvattende brand gaat of dat het 'slechts' beperkt was tot een deel van het Amerikaanse continent is niet bekend.

Verrassend was ook dat de in de modder- en zandsteenafzettingen aangetroffen fossielen, zoals planktondieren, duidelijk maakten dat een gebruikelijke verrotting door bacteriën waarschijnlijk niet heeft plaatsgevonden. Want behalve veel koolstofverbindingen bevatten ze ook stikstof en dat laatste element wordt nu juist door bacteriën tijdens het rottingsproces opgenomen.

Nv/hN

## NIEUWE GASDREIGING IN KAMEROEN

De gasramp die in 1986 in de omgeving van het Nyos Meer in kameroen aan 1700 mensen het leven kostte, kan zich op korte termijn herhalen met het Bambuluwe Meer.

Op 21 augustus 1986 stootte het Nyos Meer plotseling een grote wolk kooldioxide (CO<sub>2</sub>) uit, die in de valleien om het meer heen vrijwel alle menselijk en dierlijk leven doodde. Het water in het meer was verzadigd met kooldioxide dat vrijkwam door vulkanische activiteit in de bodem van het meer. Zo luidt althans de meest gangbare theorie.

De onderzoeker Michael Pourchet van het Instituut voor Glaciologie en Aardwetenschappen te Grenoble (Fr.) onderzocht de bodem van het Nyos Meer en die van naburige meren in Kameroen. Hij stelde vast dat in de bovenste twee meter van de bodem van deze meren een constante verhouding bestaat tussen de twee radio-actieve isotopen cesium-137 en lood-210. Cesium-137 is uitsluitend afkomstig van menselijke nucleaire activiteiten, zoals atoomproeven, kerncentrales etc. Lood-210 is het vervalproduct van het radio-actieve edelgas radon, dat overal ter wereld uit de bodem komt.

De bodem van het Nyos Meer blijkt viermaal meer lood-210 te bevatten dan de bodems van naburige meren. Dit wijst op een grotere vulkanische activiteit. Bovendien blijkt in de diepere bodemlagen cesium-137 aanwezig te zijn, hetgeen

op een sterke dooreenmenging van de bodemlagen wijst. Vermoedelijk wordt dit laatste veroorzaakt door grote hoeveelheden opborrelend radon.

Een soortgelijke situatie begint zich nu ook af te tekenen in de bodem van het Bambuluwe Meer. Ook daar blijken de bodemlagen in het meer zich tot op grote diepte met elkaar te mengen. En ook daar wordt op grotere diepten cesium-137 aangetroffen.

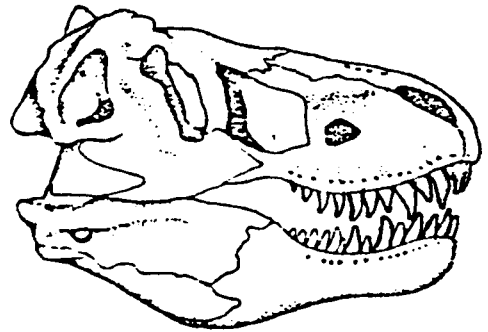
Bij het omhooghalen van monsters van de meerbodem ontsnapten er talrijke gasbellen. Dit kan een aanwijzing zijn dat het moment waarop de bodem met gas verzadigd is, bijna is bereikt. Hierdoor zou een soortgelijke explosieve situatie kunnen ontstaan als die welke de ramp met het Nyos Meer veroorzaakte.

New scientist

## ALWEER EEN NIEUWE DINOSAURIËR-SOORT ONTDEKT

In de collecties van het Cleveland Museum of Natural History blijkt al vele tientallen jaren een schedel van een *Gorgosauriër* aanwezig te zijn, die tot een nieuw soort dinosauriër blijkt te behoren.

Het fossiel kreeg de naam *Nannotyrannus*, hetgeen 'dwergschrikhagedis' betekent. De onder-



zoekers menen na een gedegen onderzoek dat de schedel aan een dwergachtig type *Tyrannosaurus* toebehoort, omdat de grootte ervan slechts een-tiende bedraagt van de normale schedel van een *Tyrannosaurus rex*. Volgens de onderzoekers was deze dwergsauriër ruim vijf meter lang en woog hij circa 450 kilo. De beenderen van de schedel waren helemaal met elkaar vergroeid. Dit is een aanwijzing dat men met een volgroeid dier te doen heeft. De hersenholte is bijzonder groot, maar voor het overige vertoont de schedel erg veel gelijkenis met die van de gewone *Tyrannosaurus*.

In de betrekkelijk lange, smalle bek stonden talrijke tanden. Ze waren verhoudingsgewijs dichter opeengepakt, kleiner en meer dolkachtig dan die bij zijn grote neef.

De onderzoekers menen dat de oogkassen van beide verwante soorten zodanig in de schedel geplaatst waren, dat hier hierde ogen naar voren gericht waren. De dieren konden stereoscopisch zien. Dat betekent dat ze van hun omgeving een goed driedimensionaal beeld hadden. Dit schijnt bij vleesetende dinosauriërs een zeldzaam verschijnsel te zijn geweest.

Geotimes, juni 1988

### IS HET BROEIKASEFFECT NU AL MERKBAAR?

NASA-geleerden James Hansen en Sergej Lebedeff hebben uitgerekend dat over de gehele aarde genomen de vier warmste jaren van de afgelopen honderd jaar in de huidige decade vielen.

De warmste jaren waren 1981 en 1987, maar ook in 1983 en 1980 was het mondiaal gezien erg warm. Opvallend was dat de grootste temperatuurstijging zich voordeed op lagere breedten, in de buurt van de evenaar dus, terwijl het op hogere breedten, zowel op het noordelijk als op het zuidelijk halfrond, juist kouder was. Dit is tegengesteld aan wat algemeen verwacht wordt bij het broeikas effect. De berekeningen van de klimaatmodellen wijzen er juist op dat de poolgebieden en de gematigde breedten de grootste temperatuurstijging zouden moeten krijgen. De afwijking in gemiddelde temperatuur in 1987 in het gebied tussen de keerkringen was  $0.4^{\circ}\text{C}$ . Een gedeeltelijke verklaring kan worden gevonden in het optreden van El Niño. Bij een El Niño vallen de luchtstromingen, die gewoonlijk in de tropische gebieden aanwezig zijn, vrijwel weg, waardoor kouder water uit diepere lagen niet meer naar de oppervlakte komt. Het oceaanwater wordt daardoor warmer en daarmee ook de luchtmassa's erboven. Toch was de grote warmte van 1987 dan toch nog opmerkelijk omdat El Niño van 1983 een stuk krachtiger was. De geleerden verwachten dat het in 1988 en 1989 minder warm zal zijn in de tropische gebieden, maar dat door het steeds sterker merkbaar worden van het broeikas effect op de hogere breedten, de gemiddelde temperaturen op de planeet aarde niet veel zullen onder doen voor die van recente warme jaren.

### FORAMINIFEREN GEVEN INFORMATIE OVER KLIMAATHISTORIE

Geert Jan Brummer en Dick Kroon, beide geologen en verbonden aan de Vrije Universiteit te Amsterdam, promoveerden op 29 november j.l. op een aantal artikelen over planktonische foraminiferen.

Voor de eerste betekende deze promotie (met aantekening Cum Laude) de bekroning van een intensieve studie, die vele jaren geleden als liefhebberij begonnen is. Wonende te Groningen kwam hij via kennissen in aanraking met de kalksteenfossielen uit de keileem van de noordelijke Hondsrug. Toen al onderscheidde hij zich door zijn verfrissende inzichten en zijn terzakekundigheid. Zijn publicatie over receptaculieten in kalksteenpreservatie uit in Groningen gevonden kalkstenen baarde nogal opzien. Het artikel bevatte veel nieuwe gezichtspunten en aanvullingen op de bestaande kennis van deze nog steeds ietwat mysterieuze groep fossielen. In een wat meer uitgewerkte vorm was deze studie op zich al voldoende om te promoveren!

Gedurende zijn geologie-studie ging Brummer zich specialiseren in planktonische foraminiferen. Dit zijn eencellige organismen die een zwevend bestaan leiden in zeewater. Met behulp van kalk maken zij een veelal karakteristiek skeletje dat na de dood van de diertjes naar de bodem zakt. Aangezien de evolutie van de foraminiferen nogal snel en gevarieerd verlopen is, zijn fossiele kalkskeletjes ideale gidsfossielen. Sedimenten kunnen op grond van hun aanwezigheid gedateerd worden. Vooral bij olie-exploraties is dit van groot belang.

Tijdens hun talrijke oceanische reizen onderzochten Brummer en Kroon levende foraminiferen. Hierbij constateerden zij dat bepaalde soorten uitsluitend in heel specifieke milieus voorkomen, waarbij het zoutgehalte van het zeewater, de temperatuur en voedselrijkdom van doorslaggevend betekenis zijn.

Brummer verrichtte ook onderzoek aan de kalkcyclus in het oceanische water. Het blijkt dat foraminiferen een niet te onderschatten rol spelen in deze kringloop.

Zoals bekend neemt het percentage koolzuurgas in de atmosfeer door allerlei menselijke activiteiten in snel tempo toe. Talrijke onderzoekers veronderstellen dat dit zal leiden tot een verhoging van de gemiddelde temperatuur op aarde, het zogenaamde broeikas effect.

Aangezien de opname van atmosferische kooldioxide in foraminiferenskeletjes nog onvoldoende in berekeningen is verwerkt, zou dit het verwachte broeikas effect weleens kunnen beïnvloeden.

De resultaten van hun onderzoekingen worden momenteel al toegepast in het internationale

NRC

Ocean Drilling Project. Hierbij onderzoekt men uit diepzeeboringen verkregen oceaانبodemmonsters. Men hoopt aanwijzingen te vinden omtrent het ontstaan van moessonwinden in het gebied van de Indische Oceaan. De aanwezige fossiele foraminiferen geven de mogelijkheid deze sedimenten te dateren. Het optreden van de halfjaarlijkse wisselende moessonwinden lijkt daar in verband te staan met de ontwikkeling van het Himalaya-gebergte en met de stralingsvariaties van de zon. Mocht dit verband inderdaad beezen kunnen worden, dan zijn de fossiele skeletjes van foraminiferen een belangrijke parameter ten aanzien van de ouderdom van het gebergte,

H. Huisman

### DINOSAURIER-EMBRYO'S

Het is niet de eerste maal dat in deze rubriek gewag gemaakt wordt van de mogelijkheid dat bij bepaalde dinosauriërsoorten sprake was van broedzorg. Iets dergelijks wordt verondersteld naar aanleiding van nieuwe vondsten van fossiele dinosauriër-embryo's in afzettingen in Teton County in de staat Montana (USA).

In ongeveer 75 miljoen jaar oude sedimenten heeft men resten van een embryo van de soort *Maiasaura* gevonden, samen met bijbehorende eischaafragmenten. Daarnaast werden nog eens 19 fossiele eieren aangetroffen van een andere dinosauriër, nl. *Orodromeus*. Deze eieren lagen in een groep bijeen. *Maiasaura* was een zgn. hadrosauriër, een grote op twee poten lopende planteter. *Orodromeus* behoorde tot een heel andere vertegenwoordiger van de dinosauriërs en had een vogelachtig bekken. Onderzoekingen aan microscopische preparaten brachten aan het licht dat de embryo's van *Orodromeus* bij de geboorte al veel verder ontwikkeld waren dan die van *Maiasaura*. Mogelijk dat zij zich direct na de geboorte al zelf konden redden. Het skelet van de *Orodromeus*-embryo bevat namelijk alle kenmerken die ook bij een volgroeid dier aanwezig zijn, inclusief de tanden. Men veronderstelt dat de pasgeboren jongen van *Maiasaura* nog enige tijd door hun ouders gevoed werden en dus in of in de buurt van het nest bleven. Men veronderstelt tevens, dat beide sauriërsoorten elk jaar naar hun vaste broedplaatsen terugkeerden; iets dat bij sommige andere dinosauriërs vermoed wordt.

Nature, vol.332

### 'SAHARASTOF' OOK UIT DE SAHEL

Regelmatig worden we hier verrast met een vettige laag geel stof, die op ondermeer onze auto's meestal het beste zichtbaar is. Dit stof heeft een lange weg achter de rug, want het is afkomstig uit de Sahara, althans dat werd tot nu toe aangenomen. Onderzoekers van de Ruhr-Universiteit Bochum hebben monsters van dit stof onderzocht op hun samenstelling. Het bleek niet alleen te bestaan uit fijne mineralogische deeltjes, maar het bevatte ook kiezelalgen (diatomeen), stuifmeelkorrels (pollen) en fijne planteden. Met behulp van deze bestanddelen hebben de onderzoekers de herkomst van het stof vrij nauwkeurig vast kunnen stellen. Het blijkt hoofdzakelijk uit de Sahelzone (Senegal, Mali), uit de Algerijns-Lybische Sahara en uit het Marokkaanse kustgebied langs de Middellandse Zee te komen.

Het stof wordt door sterke winden vanuit deze gebieden meegevoerd tot op een hoogte van tien tot twaalf kilometer. Op deze manier wordt jaarlijks 400 tot 600 miljoen ton bodemmateriaal, vaak uit voor de bewoners belangrijke gebieden zoals rivierdalen weggeblazen. Jaarlijks belandt er ongeveer tien miljoen ton van dit stof op het Europese landoppervlak.

### 'POOLDINOSAURIËRS' GEVONDEN IN ZUID-AUSTRALIË

In het Zuidoosten van Australië zijn in gesteenten uit het begin van de geologische periode Krijt, het Onder-Krijt, dat van ca. 136 tot 100 miljoen jaar geleden duurde, meer dan 150 soorten planten, gewervelde en ongewervelde dieren gevonden. Hieronder bevinden zich tenminste vier soorten van de zogenoemde *Hyposilophodon*, een dinosauriër waarvan wordt verondersteld dat hij in bomen leefde door de lange sterke vingers en tenen die dit dier bezat. Ook zijn er dinosauriërs gevonden uit de Orde der Theropoda waartoe ondermeer de reusachtige *Tyrannosauriërs* behoorden; exemplaren van de in het water levende *Plesiosauriërs*; *Pterosauriërs*, vliegende reptielen; hagedissen; vogels en een enkele *Labyrinthodont*, een gepanserde reuzenkikker.

Voorts bevatten de gesteenten de fossielen van meer dan 80 soorten ongewervelde dieren zoals kevers, tweevleugelige insecten, een aantal kreeftachtigen, spinnen, wormen, zoetwaterbryoöen en zoetwaterschelpen. De flora bestond uit allerlei bossenvormende bomen zoals coniferen en ginko's.

De grote betekenis van deze vondsten is het feit, dat het zuidoosten van Australië tijdens het Onder-Krijt tussen 75° en 85° zuiderbreedte lag. Dit betekent dat het binnen het Zuidpoolgebied heeft gelegen in die tijd. Drie maanden van het jaar is het hier zowel overdag als 's nachts donker. Dr. Robert Gregory van de Monash Universiteit in Australië, heeft de verhouding van de zuurstofisotopen O18/O16 bepaald. Deze isotopen zijn tijdens het Onder-Krijt hier vastgelegd in kalksteenafzettingen (CaCO<sub>3</sub>). De verhouding waarin deze isotopen in de kalk voorkomen, geeft aanwijzingen over de temperatuur die er in die tijd heerste. Uit het onderzoek van Gregory bleek dat de gemiddelde jaartemperatuur in dit gebied varieerde van -4° tot 8° Celsius. Dit staat lijnrecht tegenover de mening van eerdere onderzoekers van de fossielen in dit gebied, die een subtropisch klimaat tijdens het Onder-Krijt veronderstelden.

Ook de jaarringen van de bomen die gevonden zijn, wijzen op een sterke seizoensinvloed. Een andere mogelijke aanwijzing voor de lange perioden met duisternis is het feit dat de *Hypsilophodonten* relatief grote hersenen en ogen hadden voor dinosauriërs. Vermoedelijk zijn de dieren tijdens de winter niet weggetrokken naar het noorden. Dit door de kleine afmetingen, niet veel groter dan een kip, van sommige *Hypsilophodonten*.

De gesteenten zijn gedeeltelijk van vulkanische oorsprong en gedeeltelijk aangevoerd door rivieren. De afzetting van de gesteenten vond plaats in een zogenoemde 'rift-vallei'. Een grote scheur door het landoppervlak waardoor Australië van Antarctica werd gescheiden en langzaam van Antarctica werd 'afgeduwd'. Dit proces wordt ook wel continentverplaatsing genoemd en is hetzelfde waarmee bijvoorbeeld Afrika van Zuid-Amerika is gescheiden.

Ook in het Noorden van Alaska zijn in gesteenten uit het einde van de Krijtperiode, het Boven-Krijt (100 tot 65 miljoen jaar geleden), dinosauriërs gevonden. Dit wijst erop dat het voorkomen van deze reptielen op de hogere breedten vermoedelijk vrij algemeen was. Deze vondsten sluiten de theorie uit die uitgaat van klimaatsveranderingen waardoor de toenemende koude de oorzaak zou zijn geweest van het massale uitsterven van de dinosauriërs aan het einde van de Krijtperiode.

Episodes, vol.11-3, 1988

# hé...

## RECTIFICATIES

De reacties op deze rubriek proberen we zo letterlijk mogelijk over te nemen. Helaas moet elke tekst toch geheel overgetypt worden omdat we de kopij op floppies aan de drukker leveren. Bij het overtypen bestaat de kans op nieuwe typefouten en ook in het hoofd van de redacteur is wel eens een draadje los. Zo was het niet de heer Mooij die in een reactie op de zandzuiltjes (G&H/5-1988) schreef over de leizijde van sikkelduintjes i.p.v. lijzijde. De fout zat in de geologisch geplooidde hersens van de redacteur. Leizijde? Schistzijde? Zijdeglans van lei? Zo werd ook in de reactie van Hendrickx, Dekker en Raats (G&H/6-1988) consequent foutief de term verzadigde doorlatendheid gebruikt. Dit moest zijn verzadigde doorlatendheid.