

vens. Van hetzelfde instituut hebben de onderzoekers ook scintillatietellers gekregen waarmee radioactiviteit kan worden gemeten. Het blijkt namelijk dat sommige staartbotten concentraties uranium bevatten die 400 keer zo hoog zijn als die van de omliggende gesteenten. Er zal niet eerder met gegraven worden begonnen, aldus Gillette voordat er een beeld is van wat er aan resten in de grond zit.

NRC

## GROOTSTE DIER ALLER TIJDEN MAT MOGELIJK RUIM VEERTIG METER

Paleontologen van het New Mexico Museum of Natural History van Albuquerque zoeken momenteel naar sporen van een dinosaurius die *Seismosaurus* (grondschudder) is gedoopt. Tot nu toe zijn acht staartwervels, een stuk dijbeen en enkele andere botjes gevonden. De staartwervels meten bij elkaar 3.48 meter en zijn daarmee ongeveer twintig procent langer dan die van een onlangs gevonden *Supersaurus* in Colorado. Dat dier zou 33 meter zijn geweest. De *Seismosaurus* was waarschijnlijk meer dan 40 meter lang. De grootste op dit moment bekende dinosaurius is de *Diplodocus* (25.25 meter), waarvan de resten in het noorden van Utah zijn aangetroffen. Van de nog levende dieren kennen wij de blauwe vinvis (32 meter) als de grootste in lengte.

De eerste botten van de *Seismosaurus* werden in 1979 door enkele rondtrekkende toeristen gevonden. Het dier, een herbivoor, is een nieuw type dinosaurius en wordt beschouwd als onderdeel van de familie der Diplodocidae. Hij had een lange dunne nek, een zware romp en een slanke staart. Het gewicht van de nieuwe dinosaurius zal pas duidelijker worden als er meer botten zijn gevonden maar Gillette is van mening dat het dier in ieder geval 40 ton woog. Daarmee zou de *Seismosaurus* ongeveer evenveel hebben gewogen als de zwaarste op heden geregistreerde dinosaurius, de *Brachiosaurus*.

De onderzoekers hopen met behulp van radar gemakkelijker en sneller tot resultaten te komen. Zij werken op dit ogenblik in de Jemez Mountains, ongeveer 90 kilometer ten noordoosten van Albuquerque met apparatuur die door het Los Alamos National Laboratory in New Mexico is geleverd. Deze apparatuur is ontworpen om seismische studies in verband met het uitvoeren van wapenprogramma's te verrichten en is alleen tijdens de weekenden in bruikleen beschikbaar. De radarsignalen kunnen ongeveer honderd meter diep in de aarde doordringen en de apparatuur 'luistert' naar de echo's ervan. Onderzoeker David Gillette deelt mee dat de specialisten moeite hebben met het interpreteren van de gege-

## LEVEN OP AARDE STAMT AF VAN ZWAVELETENDE HEETWATERBACTERIE

Amerikaanse onderzoekers zijn na een omvangrijk onderzoek naar de evolutie van cellen tot de conclusie gekomen dat al het leven op aarde afstamt van één bacteriesoort. De bacterie leefde in heet water en voedde zich met zwavel (*Natura*, 15 jan.). Daarbij werd het naar rotte eieren stinkende zwavelwaterstof geproduceerd.

De Amerikaanse microbioloog prof. J. Lake van de Universiteit of California plaatst met deze veronderstelling de archaeobacteriën aan de oorsprong van alle leven.

Tegelijkertijd maakte de *Deutscher Forschungsdienst* (No. 12/87) bekend dat de Duitse microbioloog prof. K.O. Stetter van de Universität Regensburg een nieuwe variant van dergelijke bacteriën gevonden heeft bij onderzeese heetwaterbronnen in de Middellandse Zee.

Zo'n 3,5 miljard jaar geleden heeft zich een splitsing voorgedaan in de evolutie van organismen. Daaruit ontstonden twee onafhankelijke evolutietakken: die van de Eukaryoten (alle hogere organismen) en van de Prokaryoten (de bacteriën en blauwwieren).

Tot op heden was niet bekend welke oervorm het leven aan deze vertakking vooraf ging. Wel werd zo'n tien jaar geleden een moeilijk te categoriseren levensvorm gevonden: de archaeobacterie, die zich wezenlijk onderscheidde van het merendeel van de bacteriën. Archaeobacteriën leven thans nog in extreme omstandigheden zoals heetwaterbronnen. Twee hoofdgroepen van deze archaeobacteriën werden onderscheiden, een zwavelreducerende en een methaanproducerende groep.

De onlangs gevonden variant 'voedt' zich echter geheel anders. De bacterie zet sulfaat om in zwavelwaterstof en methaangas. De Duitse onderzoeker heeft de bacterie *Archaeoglobus fulgidus* gedoopt en gekarakteriseerd als de 'missing link' tussen de twee hoofdgroepen archaeobacteriën.

NRC

## AL MEER DAN 32.000 JAAR MENSELIJKE BEWONING IN AMERIKA

Archeologen zijn het met elkaar over eens dat de eerste bewoners op het Amerikaanse continent afkomstig waren uit noordoost Azië. Het tijdstip van kolonisatie is echter al meer dan een eeuw onderwerp en controverse. Tot voor kort was de oudste nederzetting in Amerika die met vrij grote zekerheid kon worden gedateerd de zogenaamde *Alice Boer*-vindplaats in Brazilië met een ouderdom van 14.200 jaar.

Andere vindplaatsen waarvan geclaimed wordt dat ze nog ouder zijn zijn twijfelachtig, oftewel omdat niet ondubbelzinnig is aangetoond dat er van menselijke bewoning sprake is, ofwel omdat de datering aanvechtbaar is.

Aan welke criteria moet het archeologisch bewijsmateriaal nu voldoen wil men met zekerheid de ouderdom van een nederzetting kunnen aantonen? In de eerste plaats moeten er door mensen vervaardigde voorwerpen zoals vuistbijlen of ander gereedschap, of andersoortige blijken van menselijke aanwezigheid zijn. Deze moeten bovendien goed te dateren zijn, otwel direct met C-14 isotoometingen, ofwel indirect door hun aanwezigheid in afzettingen van bekende ouderdom. In het ideale geval is er een reeks opeenvolgende lagen met sporen van menselijke bewoning, is er veel dateerbaar gereedschap en is er sprake van een duidelijke ontwikkeling in de tijd in de techniek van de gereedschapsfabricage. Twee Franse onderzoekers van het Laboratorium voor Prehistorische Antropologie van de *Escole des Hautes Etudes et Sciences Sociales* in Parijs hebben een nederzetting onderzocht die aan al deze criteria voldoet. De nederzetting, een grot in de staat Piaui in noordoost Brazilië die '*Toca do Boqueirado do Sitio da Pedra Furada*' heet, is in 1973 ontdekt door een Frans-Braziliaanse archeologische expeditie. Er werd begonnen met een afgravingscampagne, met als aanvankelijk doel om de grot aangebrachte tekeningen te dateren. De ouderdom van de bovenste lagen bleek ongeveer 8000 jaar te bedragen. De opgravingen in de grotvloer werden zowel in de breedte als in de diepte uitgebreid, totdat in 1985 na het afgraven van meer dan 3 meter sediment uiteindelijk de harde rotsbodem werd bereikt. De grot lijkt millennia lang gefungeerd te hebben als een tijdelijk verblijfsoord, en steeds door kleine groepen mensen te zijn bewoond. In alle opeenvolgende lagen werden duidelijke sporen van menselijke bewoning gevonden. In de onderste en oudste laag werden enige stukjes kool, een grote kiezelsteen met sporen van afslag en een afgeslagen stuk steen gevonden. Deze voorwerpen konden niet worden gedateerd. In de laag er direct boven was een rijke verzameling

afgeslagen steensplinters aanwezig, bestaande uit 560 stukjes. Bovendien waren er steensplinters, afkomstig van de gedecoreerde grotwand. In deze laag bevond zich ook een vuurplaats. Van twee stukjes steenkool in de haard kon met de C-14 methode de ouderdom worden vastgesteld. Deze bleek ongeveer 32.000 jaar te zijn (plus of min ongeveer 1000 jaar). Met deze datering is aangetoond dat de mens al zo'n vijftienduizend jaar langer op het Amerikaanse continent aanwezig was dan tot dusverre mocht worden aangenomen.

*Natura*

---

## KLIMAAT EN GEHALTE AAN KOOLZUUR IN ATMOSFEER HANGEN NAUW SAMEN

Een groep van Franse en Russische onderzoekers is er in geslaagd het koolzuurgehalte van de atmosfeer tot ongeveer 160.000 jaar geleden te achterhalen. Zij analyseerden daartoe monsters die tot op een diepte van ruim twee kilometer uit het ijs van Antarctica waren gehaald. Het koolzuurgehalte blijkt in die lange periode nauw samen te hangen met de veranderingen van het Antarctische klimaat, een ontdekking die van belang is voor de vraag door welke processen het koolzuurgehalte verandert.

De eerste metingen aan het koolzuurgehalte van de atmosfeer dateren uit de tweede helft van de vorige eeuw, maar het is pas sinds 1958 dat zij een systematische en betrouwbaar karakter kregen. Gelukkig heeft de natuur zelf door de eeuwen heen continu 'monsters' van de atmosfeer genomen en wel aan het oppervlak van door sneeuwval steeds dikker wordende ijslagen. Wanneer de sneeuw in ijs overgaat wordt de lucht in minuscule belletjes voor altijd van de omgeving afgesloten.

Al een jaar lang zoekt men naar een verklaring voor de toename van 40 tot 50 procent van het koolzuurgehalte van de atmosfeer tijdens het einde van de ijstijd, zo'n 10.000 jaar geleden. Deze toename, die hoofdzakelijk is afgeleid uit diepe ijsmonsters in Groenland en Antarctica, is een feit waar men niet omheen kan wanneer men in de relatie tussen klimaatsveranderingen en koolzuurgehalte oorzaak en gevolg wil onderscheiden.

Helaas beschikte men tot voor kort slechts over metingen tot circa 30.000 jaar terug. Men kon dus niet nagaan of en hoe het koolzuurgehalte in de warmere periode vóór de laatste ijstijd was veranderd. Daarom is de veel langere serie metingen waarover men nu de beschikking heeft gekregen zo belangrijk. Deze bevestigt namelijk

niet alleen de al eerder gevonden postglaciale toename van het koolzuurgehalte, maar laat ook zien dat koolzuurgehalte en klimaat al veel langer met elkaar samenhangen (*Nature* 329, p. 389 en 408).

De metingen tonen twee opmerkelijke toenames van ongeveer 50 procent die optraden aan het einde van zowel de laatste als de voorlaatste ijs-tijd. Maar ook in de tussenliggende periode bestaat er een nauw verband tussen het koolzuurgehalte en het Antarctische klimaat, met hogere waarden tijdens interglaciale (warmere) periodes en lagere waarden tijdens glaciële periodes. Bovendien blijkt er in de koolzuurvariaties een periode van ongeveer 21.000 jaar te bestaan. Deze zou samengaan met de langzaam variërende richting van de aardas, de zogenaamde *precessie*.

NRC

---

## HOE MARSGESTEENTE OP AARDE ZOU KUNNEN KOMEN

Van de ongeveer tienduizend op aarde gevonden meteorieten vertonen er negen een zeer opmerkelijk kenmerk. Hun kristalstructuur wijst erop dat zij pas 1,3 miljard jaar geleden vast zijn geworden, terwijl de andere 'gewone' meteorieten al zo'n 4,6 miljard jaar geleden (kort na het ontstaan van het zonnestelsel) hun vaste toestand kregen. De eerste drie van deze merkwaardige meteorieten zijn gevonden in Shergotty (India), Nakhla (Egypte) en Chassigny (Frankrijk) en daarom wordt de groep als geheel met de letters SNC aangeduid. De andere werden gevonden in de Verenigde Staten, Nigeria, Brazilië en Antarctica.

Deze meteorieten moeten afkomstig zijn van gesteente dat geologisch gesproken in het nabije verleden nog vloeibaar was. De maan kan dus niet de oorsprong zijn geweest, omdat haar oppervlak ongeveer 4 miljard jaar geleden vast is geworden. Van de naburige planeten Mars en Venus maakt de eerste de meeste kans, aangezien Mars een geringere kracht uitoefent dan Venus en bovendien een ijle atmosfeer heeft die weinig weerstand biedt aan wegvliegende stenen. Bovendien zijn er op Mars vulkanen die vermoedelijk een miljard jaar geleden nog actief waren. Het ligt dus voor de hand te veronderstellen dat de SNC-meteorieten afkomstig zijn van Marsgesteente dat door de inslag van bijvoorbeeld een flinke meteoriet in de ruimte werd geslingerd (zie *Zenit* 10, p. 170, april 1983). Het probleem is echter dat de aantrekkingskracht van Mars toch nog zo groot is dat dit materiaal pas bij een snel-

heid van 5 km per seconde zou kunnen ontsnappen. De voor deze ontsnappingsnelheid benodigde hoeveelheid energie is dan weer zo groot, dat het gesteente eerder geheel lijkt te zullen verdampen dan als vaste brokstukken te zullen wegvliegen.

Twee onderzoekers van het *California Institute of Technology* in Pasadena (VS), John O'Keefe en Thomas Ahrens, hebben nu langs theoretisch-experimentele weg een oplossing voor dit probleem gevonden. In het laboratorium hebben zij onderzoek verricht met behulp van een soort krachtig vuurwapen dat kogeltjes kon afschieten met een snelheid van 7 km per seconde. Door deze kogeltjes onder verschillende hoeken op verschillende soorten gesteenten af te vuren, konden ze de effecten van de inslag bestuderen. Met behulp van deze bevindingen leidden ze vervolgens af wat de effecten van een meteoriet-inslag op Mars zouden zijn.

Een meteoriet die loodrecht op het Marsoppervlak insloeg zou het gesteente volledig doen verdampen. Een heel schuin inslaande meteoriet zou min of meer langs het oppervlak stuiteren en alleen zelf wat worden afgeschuurd. Bij inslagen onder hoeken tussen van 25° en 60° zou er echter iets geheel anders gebeuren. Een grote hoeveelheid oppervlaktegesteente zou verdampen en in de vorm van een krachtige straal wegschieten. Deze straal zou een snelheid van 20 km per seconde kunnen bereiken en voldoende krachtig zijn om stukken gesteente heelhuids de ruimte in te sleuren. Zulk gesteente kon dan zonder te zijn gesmolten in de buurt van de aarde komen om op een bepaald moment te worden opgevangen.

*Zenit*

---

## DIAMANT IN DE INTERSTELLAIRE RUIMTE

In het stof van de interstellaire ruimte bevindt zich diamant dat dateert uit de tijd vóór het ontstaan van het zonnestelsel. Deze opmerkelijke ontdekking werd gedaan door vijf chemici van respectievelijk de universiteit van Chicago en het National Bureau of Standards, na het onderzoek aan een viertal op aarde gevallen meteorieten. Hun ontdekking zou een fraaie bevestiging kunnen zijn van de recente theorie dat diamant ook onder een zeer lage druk kan ontstaan. Meteorieten zijn objecten die ontstonden in de beginperiode van het zonnestelsel. In zeer oude meteorieten heeft men echter een zeer fijnkorrelige vorm van koolstof gevonden die nog ouder moet zijn. Deze koolstof bevat namelijk een ongewone combinatie van isotopen van krypton en xenon

die in de overige materie van het zonnestelsel niet voorkomt. Deze koolstof is dus waarschijnlijk oermaterie van buiten het zonnestelsel.

Tijdens een onderzoek aan deze koolstof, afkomstig van de in 1969 in Mexico neergekomen Allende meteoriet, zag men een residu ontstaan dat niet zwart was maar lichtgeelbruin. Röntgenanalyse en onderzoek onder een elektronenmicroscopie bracht toen aan het licht dat het om diamant ging en wel om deeltjes ter grootte van ruwweg 0,000005 millimeter. Deze deeltjes werden daarna ook ontdekt in drie andere meteorieten die men analyseerde.

Nu heeft men al eerder in enkele meteorieten diamant gevonden, maar die is waarschijnlijk ontstaan door een hevige schok, hetzij door een botsing in de ruimte, hetzij door de inslag op aarde, dus na het ontstaan van de betreffende meteoriet zelf. Het is echter hoogst onwaarschijnlijk dat dit ook voor de vier recent bestudeerde meteorieten geldt, onder andere doordat zij geen tekenen van een schokmetamorfose vertonen.

Het meest voor de hand liggend is de veronderstelling dat het diamantstof ouder is dan het zonnestelsel en dus in de wereld van de sterren is ontstaan. Tot nu toe had men nog nooit aan die mogelijkheid gedacht, aangezien volgens de huidige theorieën diamant alleen kan ontstaan in het zeer hete en zeer dichte inwendige van een planeet die koolstof bevat. Ook in de wereld van de sterren heersen hoge drukken en temperaturen, maar daar zijn de omstandigheden toch geheel anders.

Nu zijn onderzoekers in Japan, de Sovjetunie en de Verenigde Staten er onlangs in geslaagd om in het laboratorium synthetische diamant te maken bij een bescheiden temperatuur (lager dan 1000° C) en een zeer lage druk (een paar hondersten van een atmosfeer). Hierbij gaat men uit van een gasmengsel dat grotendeels uit waterstof bestaat en enkele procenten methaan bevat. Verder is er een vast 'substraat' nodig, dat wil zeggen een basismateriaal waarop het diamant kan aangroeien. Dit materiaal kan molybdeen, silicium of staal zijn, of het oppervlak van een bestaande diamant. Op deze manier zou men geen fraaie sierdiamanten kunnen maken, maar misschien wel zeer slijtvaste laagjes op een metaal kunnen aanbrengen. Hoewel het preciese mechanisme van het op deze manier laten 'groeien' van synthetische diamant nog niet bekend is, haken de meteorietonderzoekers er wel al op in. Misschien zou zo'n soort proces zich kunnen afspelen in de buitenste lagen van een ster! Men denkt dan aan een rode reus: een ster die aan het eind van zijn bestaan enorm in omvang toeneemt en daardoor van buiten afkoelt. Waterstof is daar in voldoende mate aanwezig, en hoewel dat niet geldt voor methaan zouden andere koolwaterstofverbindingen

die rol misschien kunnen overnemen. Als gevolg van een krachtige 'sterrewind' zouden de aldus gevormde diamantkorreltjes in de ruimte kunnen komen, om later door andere deeltjes te worden ingekapseld.

Als deze gewaagde theorie juist is, dan zou diamant dus een gewoon bestanddeel van de interstellaire materie moeten zijn. Omdat de onderzoekers natuurlijk niet over één nacht ijs willen gaan, raden zij de astronomen aan om nu overal waar zich in de ruimte koolstof kan bevinden naar de kenmerken van diamant te gaan zoeken, dus ook in de ruimte tussen de planeten en in kometen. Ook zou men in het laboratorium het proces van diamantvorming in een steratmosfeer moeten proberen na te bootsen. En tenslotte zou men het in meteoriet gevonden diamant gedetailleerd moeten gaan analyseren. Daaruit zou men dan weer informatie kunnen afleiden over de chemische processen in sterren en over de prehistorie van het zonnestelsel.

Overigens is het uiterst onwaarschijnlijk dat er grote diamantkristallen in de ruimte zijn ontstaan. Grootscheepse acties om daarnaar te gaan zoeken zijn bij voorbaat gedoemd te mislukken.

*Zenit / natura*

---

## ONDERZOEK TOENGOESKA MYSTERIE BEDREIGD

Russische onderzoekers hebben er onlangs in het regeringsblad *Izvestija* voor gepleit om een gebied van tweeduizend vierkante kilometer bij de Toengoeska, een rivier ten noorden van de Sibेरische stad Irkoetsk, tot een soort reservaat te verklaren. Boven dit gebied vond op 30 juni 1908 een enorme explosie plaats die in het woud een grote verwoesting aanrichtte, maar geen krater achterliet. Dit laatste pleit tegen de inslag van een gewone meteoriet en suggereert de 'explosie' van een (stuk van een) komeet, maar zekerheid hierover heeft men nog niet (zie bijvoorbeeld *Zenit* 5, p 360, oktober 1978).

De expeditie die de plaats des onheils onderzoeken houden zich onder andere bezig met het verzamelen van stukken steen en grondmonsters, in de hoop op die manier de aard van de ontplofte massa te kunnen achterhalen. Een groot probleem is echter dat het gebied van de nieuwe industrialisatiezones in Siberië ligt en dat in het afgelopen jaar eenderde van dit gebied door een bosbrand voor verder onderzoek ongeschikt werd. Wil men de oorzaak van de Sibेरische explosie ooit met zekerheid te weten komen, dan zal dit gebied zo ongerept mogelijk moeten blijven, aldus de onderzoekers in de *Izvestija*.

*NRC HANDELSBLAD*