

Staring, W.C.H., 1860. De bodem van Nederland. Tweede deel. Haarlem (Kruseman), 480 pp.

Staring, W.C.H., 1867. De geologische kaart is af. Beschouwing bij het aanbieden van de dan volledig gedrukte geologische kaart aan de Afdeling Natuurkunde van de Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen op 28 september 1867. Manuscript Bibliotheek Wageningen.

Torell, O., 1872. Undersökningar öfver istiden. Öfversigt af Kongl. Vetenskapsakademiens förhandlingar 29:10. Kongl. Akad. Förhandlingar, Stockholm.

Veldink, J.G., 1970. W.C.H. Staring, 1808-1877. Geoloog en landbouwkundige. Centr. voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie Wageningen. 206 pp.

Visser, W.A. & J.I.S. Zonneveld, 1987. Chapter I: Introduction. In: W.A. Visser, J.I.S. Zonneveld & A.J. van Loon (eds.): Seventy-five years of geology and mining in The Netherlands (1912-1987). The Hague (Royal Geological and Mining Society of The Netherlands [KNGMG]), 336 pp.

Vliet, M. van, 1999. Het keienveld van Maarn. Grondboor & Hamer 53, (5): 94-97.

Noten:

1. Om historische redenen worden in dit artikel de verouderde namen Diluvium en Alluvium gebruikt voor resp. Pleistoceen en Holoceen, evenals de afleidingen diluviaal en alluviaal.

Geovaria

Fred Rabe

Leven op aarde

Het Archeicum

De periode die duurde van 4 tot 2,5 miljard jaar geleden noemen we het Archeicum. Het is de periode waarin de oudste levensvormen op aarde zich hebben ontwikkeld. Over de wijze waarop deze ontwikkeling plaatsvond hangen nog immer dikke sluiers van onwetendheid.

Zuid-Afrikaanse microbenmatjes

Watanabe en de zijnen brengen de geschiedenis van het leven op aarde met 1,4 miljard jaar terug in de tijd, middels hun vondst van matachtige structuren in fossiele bodems (paleosols) in Oost-Transvaal (Zuid-Afrika). Het zijn waarschijnlijk de resten van microben, die daar 2,6 tot 2,7 miljard jaar geleden leefden (Nature, 30 november 2000).

Australische draden

Rasmussen meldt de aanwezigheid van draadvormige micro-organismen in 3,235 miljard oude sulfide-afzettingen in Australië. De draderige fossielen zijn mogelijk resten van thermofiele chemotrofe prokaryoten die leefden in de bodem rond diepzeehetwaterbronnen. Hiermee komen er meer aanwijzingen voor een thermofiele oorsprong voor het leven op aarde (Nature, 8 juni 2000). Nisbet bespreekt de vondst van Rasmussen (in dezelfde aflevering van

Nature) en meldt dat er een grote variatie aan leven in het Archeicum bestond. Dit leven bestond uit chemotrofe of hydrothermische organismen in diepe oceanen of rond vulkanen in zee, of als stromatolieten, dan wel matachtige verschijnselen rond kusten of in ondiepe meren.

Indien je je wilt verdiepen in het huidige leven in de omgeving van diepzeehetwaterbronnen kun je aanvangen met het lezen van 'The Ecology of Deep-Sea Hydrothermal Vents' van Cindy Lee Van Dover. (Princeton University Press, ISBN 069105780X of 0691049297)

'Uprooting the Tree of Life'

Het leven nam, volgens sommigen, een aanvang in de vorm van één levende cel (of van een enkele populatie oercellen, Willy van Strien in de Volkskrant van 24 april 1999), die vanaf dat ogenblik de oorsprong was van alle nieuwe vormen. Zo eenvoudig zou het kunnen zijn, maar velen hebben tegenwoordig gevarieerder gedachten over het ontstaan van de veelvormigheid aan leven op aarde. Vogel geeft argumenten voor een koele wieg voor het ontstaan van het leven op aarde (Science, 8 januari 1999) en Doolittle geeft een overzicht van de gedachten over de ontwikkeling van de veelvormigheid van alle leven op aarde (Scientific American van februari 2000).

In en uit de ruimte

Roet zijt gij

Schilling meldt zelfs dat de bouwstenen voor het leven op aarde wellicht toch uit het heelal afkomstig zijn. Hij voert Arrhenius ten tonele, die deze theorie opstelde en 'Panspermie' noemde. Volgens de 'Van Dale' is dat de 'achterhaalde hypothese van de alomtegenwoordigheid in het heelal van levenskiemen'. Tegenwoordig dwarrelen meteorieten met organische moleculen uit de hemel en proeven met PAKs (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) in het laboratorium geven hoopgevende resultaten. Alleen is niet iedereen ervan overtuigd dat die PAKs voorkomen in de interstellaire ruimte. Bovendien mag je ze geen levenskiemen noemen. Hoe het leven op aarde is ontstaan blijft derhalve voorlopig een raadsel (Volkskrant, 20 februari 1999).

Canadese meteoriet

Meer dan een jaar geleden kwam uit de ruimte een meteoriet tot ons, waarschijnlijk de oudste steen die de mens heeft kunnen onderzoeken. Deze meteoriet heet de Tagisch Lake meteoriet en biedt een kijkje in de ontstaansgeschiedenis van het zonnestelsel. Het gaat om een buitengemeen zeldzame koolstofhoudende chondriet, bestaande uit hetzelfde materiaal als de oernevel waaruit 6,6 miljard jaar geleden de zon en de planeten werden gevormd.

De meteoriet bevat zelfs nanodiamantjes: microscopisch kleine en sterk samengeperste koolstofbolletjes. Deze stammen uit de interstellaire ruimte en zijn dus ouder dan het zonnestelsel (Science, 20 oktober 2000).

Bijna-ramp?

Prof. dr. Mark Baillie bestudeert de ringen van fossiele bomen uit de Ierse venen en trekt hieruit zijn conclusies ten aanzien van natuurrampen die de mensheid hebben getroffen.

Vulkaanuitbarstingen in Indonesië in 1815 na Christus of voor 1628 voor Christus in de Middellandse Zee, ze zijn allemaal terug te vinden in jaarringen.

Rond het jaar 540 is er ook iets gebeurd waardoor de ringen der bomen uit die tijd nog dunner zijn dan na zo'n uitbarsting. Dit moet het gevolg zijn van een zeer sterke klimaatverandering en wel veroorzaakt door een komeetinslag. Geen regelrechte botsing - dan waren wij er niet geweest - maar de kleine fragmenten van een uiteenvallende komeet of grote hoeveelheden van een kosmische inslag.

Verdere aanwijzingen voor een dergelijke ramp vindt Baillie in de aanvang van de donkere Middeleeuwen halverwege de zesde eeuw, na het uiteenvallen van het Romeinse Rijk. In Centraal-Azië brak een pest-epidemie uit die zich over een groot deel van de toen bekende wereld verspreidde. Oogsten waren schamel of mislukten volledig. De Italiaanse geschiedschrijver Flavius Cassiodorus schreef in 540 over een zomer zonder warmte, waarin er rond het middaguur geen schaduwen te zien waren. Chinese kronieken melden dat de sterren drie maanden onzichtbaar bleven en dat er geel stof als sneeuw uit de hemel neerdaalde. Ook in de dood van koning Arthur vindt Baillie bewijzen voor zijn theorie. Hij legde alles neer in het boek 'Exodus to Arthur'.

De Engelse auteur David Keys meent dat de problemen in de zesde eeuw veroorzaakt werden door een geweldige vulkaanuitbarsting. Zijn verhaal kunt u lezen in 'Catastrophe. A quest for the origins of the modern world' (Schilling, de Volkskrant, 16 september 2000).

Leven in de ruimte

De zoektocht naar leven in de ruimte wordt regelmatig beschreven in 'Scientific American'. Bijvoorbeeld in 'Is There Life Elsewhere in the Universe?' en in een aantal verhalen

met de titels 'The Search for Extreme Life', 'Where Are They?', 'Where They Could Hide' en 'Intragalactically Speaking'. (Scientific American, december 1999 en juli 2000)

Bortman en Ball brengen verslag uit van de 'First Astrobiology Science Conference' (Nature, 13 april 2000) en McKay meldt en bespreekt twee wellicht interessante boeken over dit onderwerp: 'Rare Earth, Why Complex Life is Uncommon in The Universe' (P.D. Ward en D. Brownlee, ISBN 0387987010) en 'Worlds Without End, The Historic Search for Extraterrestrial Life' (R.A.S.Hennessey, ISBN 075241450X)

Wie ontstak de oerknal?

Het allereerste begin is nog steeds niet bepaald met een antwoord op de vraag hoe het leven op aarde of in de ruimte ontstond. Een welbewuste daad van een schepper of een toevalige kwantummechanische rimpeling in de vijver van een slechts met negatieve energie gevulde superkosmos, zijn twee mogelijkheden waaruit je momenteel kunt kiezen.

Een conferentie over dit onderwerp maakte duidelijk dat de aanhangers van een ontwerpende god over weinig wetenschappelijke aanknopingspunten beschikken. Het debat zal evenwel nooit worden afgesloten, omdat zelfs met een alles omvattende natuurkundige theorie niemand zijn scenario van het begin ooit met metingen zal kunnen staven (Peter Vermij, Intermediair 29 april 1999).

Bizar heelal

'Het heelal mag eindelijk bizar zijn' luidt de kop boven een artikel van Schilling (Volkskrant, 19 augustus 2000) over de stand van zaken rond de kosmologie. Dit is het deelgebied van de sterrenkunde dat zich bezighoudt met ontstaan, evolutie en structuur van het heelal als geheel. Het artikel meldt dat die kosmologen waarschijnlijk over tien jaar de fundamentele eigenschappen van het heelal nauwkeurig hebben bepaald. Dat is mooi, want dat van die steeds sneller uitdijende ruimte vind ik prachtig en in de raadselachtige kosmologische constante kunnen sommige personen de hand van de eerder gemelde schepper zien. Maar die vlakke ruimte blijft voor mij nog steeds een raadsel (zie G&H 54 (1), 2000).

Oude sterren vervagen snel

Klijn meldt dat de oude foto's van het heelal, die kunnen aangeven hoe dit evolueerde, in rap tempo verloren dreigen te gaan. Het heelal is constant in beweging en foto's van honderd jaar geleden geven een totaal ander beeld dan foto's van nu. De ontdekking van Pluto in 1930 was te danken aan het bestuderen van fotoarchieven. Men maakt zich er nu druk om of de oude foto's tegen hoge kosten moeten worden gedigitaliseerd of op een betere wijze moeten worden opgeslagen (Volkskrant, 21 oktober 2000).

Jupitermaan Europa

De Jupitermaan Europa bevat mogelijk meer water dan de Aarde en is daarmee een interessanter object om naar leven te zoeken dan Mars (Volkskrant, 26 augustus 2000). Toch meldde het televisiejournaal in de eerste week van 2001 dat inmiddels de bewijzen voor leven op Mars in het verleden zijn gevonden. Nu moet onderzocht worden of er nog steeds leven bestaat op deze planeet.

Noorden

Menigmaal kom ik mensen tegen, die het noorden kwijt zijn. Deze lieden worden evenwel geacht dat noorden vrij makkelijk te kunnen bepalen. Het denkbeeldige verlengde van de aardas loopt in het noorden rechtstreeks naar (een punt vlakbij) de Poolster. Schijnbaar draaien alle andere sterren aan de noordelijke hemel om de Poolster heen. Trek een loodlijn van deze zichtbare hemelpool naar de Aarde en je stuit op de Noordpool van onze planeet.

Maar de aardas heeft niet altijd naar de Poolster gewezen. De as maakt namelijk een langzame, cirkelvormige beweging om een denkbeeldig middelpunt, een ronde die 26.000 jaar duurt en 'precessie' heet. Ten tijde van de Egyptische piramidebouwers was er geen zichtbare hemelpool. Toch konden zij het noorden wel bepalen, en wel met behulp van twee andere sterren, namelijk Mizar, in de steel van de Grote Beer, en Kochab, op de pan van de Kleine Beer (Hendriks, de Volkskrant, 28 november 2000).

Fossielen

Symbiotische trilobieten

Trilobieten waren geleedpotigen die aan het begin van het Cambrium al goed waren ontwikkeld en in het Perm zijn uitgestorven. Ze zwierven over de

oceanbodern en wel in zuurstofarme en sulfiderijke omgevingen. Dat konden zij doen, omdat ze in symbiose leefden met autotrofe zwavelbacteriën (Science, 30 juni 2000).

Als je wilt verdiepen in trilobieten, kun je waarschijnlijk het best beginnen met het lezen van het boek 'Trilobite! Eyewitness to Evolution' van Richard Fortey (Knopf / HarperCollins).

De permische uitsterving

Wellicht is u niet ontgaan dat in oktober 2000 de eerste Nederlandstalige aflevering is uitgekomen van het blad 'National Geographic'. Commentaar op dit verschijnen, anders dan gejuich, hoeft u van mij niet te verwachten. In de Raad van Advies hebben wetenschappers zitting als Baas, Van Goethem, Hoogmoed, Krikken en Winkler Prins. Zij zullen wel instaan voor een verantwoorde inhoud van het blad. In de eerste aflevering staat direct al een belangwekkend artikel met de titel 'Toen het leven bijna ophield te bestaan: de permische uitsterving'.

Tweehonderdvijftig miljoen jaar geleden stierf een groot deel van het toen op aarde aanwezige leven uit, negentig procent van de planten en dieren. Slechts vijf procent van de soorten in zee bleef bestaan en op het land overleefde minder dan eenderde van de grote diersoorten, terwijl bijna alle bomen stierven.

De grote dieren op het land behoorden vrijwel allemaal tot de synapsiden, de zoogdierachtige reptielen. Deze leken op een kruising tussen een hond en een hagedis en vormden de eerste grote dynastie van gewervelde landdieren. Tot deze dynastie behoorden planteneters, dicynodonten, met schildpadbekken en namen als *Diictodon*, *Lystrosaurus* en *Pareiosaurus*, maar ook vleeseters, *Gorgonopsia*, met messcherpe tanden.

Uit een van de overlevende synapsiden-soorten hebben de eerste zoogdieren zich ontwikkeld.

De oorzaak van het massale uitsterven wordt gezocht in asteroiden, zeespiegelschommelingen, mondiale opwarming, toxische oceanen en vulkanen. Geochronoloog Renne meent dat in Siberië stroperige magma uit barsten in de aardkorst stroomde en de bodem bedekte. Vulkanische gassen, met zure regen

en klimaatsverandering als gevolg, zou aan de massasterfte schuldig zijn. Het resultaat laat zich vergelijken met de door zure regen aangetaste bossen in de Tsjechische Republiek. (National Geographic Nederland-België, oktober 2000).

Zuid-China

Ook in Zuid-China worden bewijzen gevonden voor het massale uitsterven in zee op het einde van het Perm. Jin c.s. deden diepgaand onderzoek en brengen verslag hierover uit in de aflevering van Science van 21 juli 2000.

Aards leven - schimmelig vanaf het begin?

460 miljoen jaar oude ordovicische fossiele schimmels, behorend tot de Glomales (Zygomycetes) vormen een bewijs voor de stelling dat de planten op deze planeet zich slechts met behulp van schimmels op het land konden vestigen. Deze fossielen zijn ouder dan eerder gevonden schimmels en dateren van voor het ontstaan van de vaatplanten.

Redecke c.s. meent dat de Ascomyceta (zakjeszwammen) en Basidiomyceta (steeltjeszwammen) zo'n 600 tot 625 miljoen jaar geleden uiteen gingen.

Blackwell bespreekt de resultaten van Redecke c.s. binnen het kader van de evolutie en meldt dat schimmels en Metazoa (dieren) zo'n 965 miljoen jaar geleden uiteen gingen.

Van belang hierbij is dat Blackwell ook wijst op andere associaties dan mutualistische symbiose tussen schimmels en planten als deze mycorrhiza, bijvoorbeeld endofyten (zoals *Claviceps*, moederkoren) en korstmossen, en bovendien op relaties tussen schimmels en dieren (Science, 15 september 2000).

Van water naar land

Tussen 380 en 350 miljoen jaar geleden hield een vis het in het water voor gezien en ging verder door het leven als landdier. De laatste vis met vier ledematen (de tetrapode-achtige *Panderichthys*) stierf uit en enige miljoenen jaren daarna waren er de Tetrapoda, maar wie of wat er tussen zat was / is onbekend.

Ahlberg meldt de aanwezigheid van twee stukken kaak die mogelijk stammen van de 'missing link'. Hoe deze link heet weet ik niet, maar dat moet te vinden zijn in de augustus-aflevering van 'Paleontology' (Science, 21 april 2000).

Vlinders

Soms zie je op de tv in natuurdocumentaires reusachtige zwermen monarchvlinders in de USA of Mexico. Vijftig miljoen jaar geleden fladderden dergelijke grote zwermen trekvlinders ook over de aarde. Dit althans melden Duitse onderzoekers, die in tertiaire lagen in Denemarken zo'n zeventienhonderd fossiele vlinders van zeven verschillende soorten vonden. De vindplaats behoorde toentertijd tot de Noordzee, en de fossielen lagen op verschillende niveaus in de dertig meter dikke aardlaag. De conclusies luiden dat sommige vlindersoorten toen ook over zee trokken en dat vlinders gedurende miljoenen jaren redelijk stabiele populaties vormden (Nature, 1 juni 2000).