

Over de grondslagen van het leven

Verslag van een symposium

door Bert Boekschoten en Eric Mulder
g.j.boekschoten@vu.nl; e.mulder@wonderryck.nl

Op de Zernike-Campus van de Rijksuniversiteit Groningen verrees in 2016 de Energy Academy, het duurzaamste onderwijsgebouw in Nederland. Hierin werd, eind augustus 2017, een internationaal symposium gehouden over de oorsprong en ontwikkeling van het leven op aarde en het universum.

Een groots thema, dat op de Nationale Wetenschapsagenda is gekomen! De Universiteit Groningen bouwde er een *Origins Centre* omheen, dat met een subsidie van 2,5 miljoen euro aan dit onderwerp gaat werken. Het kwam goed uit dat de Groninger hoogleraar Ben Feringa deelde in de Nobelprijs. Deze geïnteresseerde, enthousiaste en bevlogen onderzoeker hield een sleutelvoordracht tijdens het symposium, waarmee genoemd centrum startte. Hem intrigeert de chiraliteit, de chemische asymmetrie, waardoor levende materie zich onderscheidt van levenloze - een boeiend, onverklaard gegeven.

Twee dagen lang samen spreken over onderwerpen als de oorsprong van aarde en leven, het voorspellen van evolutie, het construeren van levende organismen en aspecten van eventueel buitenaards leven - wetenschap in discussie.

We weten dat het aardse leven het wezen van de aarde zeer diepgaand heeft beïnvloed. We kennen al die gesteenten, opgebouwd uit of door een enorme variatie van organismen: koraalriffen, zandplaten bijeengehouden door bacterieel leven, bodems beschermd door vegetatie, krijtslib en globigerinen-kalksteen van de oceaانبodem. Vulkanen worden gedreven door koolzuurgas, ontleend aan zulke steenlagen. Ook weten we dat het - gezien de grootte van het heelal - onwaarschijnlijk is wanneer onze aarde het enige hemellichaam zou zijn met leven erop. Astronomen menen tegenwoordig dat een planetenstelsel om een ster vaak voorkomt. In het verre heelal kunnen dus een groot aantal met de aarde vergelijkbare planeten voorkomen - met leven, ander leven.

Rusteloze aardkorst

Het is niet plausibel dat óns leven per meteoriet, dwars door zonnwind, extreme hitte en tijdens gruwelijk koude eonen van bijna luchtledigheid, op aarde terecht is gekomen. Het ontstaan van leven op aarde zelf is een meer aannemelijk scenario; via de sporen daarvan in het gesteentearchief zou je daarover graag meer willen weten. Maar de aardkorst is in eeuwige beweging; dankzij plaattektoniek gaat er voortdurend oude aardkorst verloren en komt er nieuwe bij. Uit de oudste aardse tijden is daarom maar weinig aardkorst over. In de oudste arealen kom je sporadisch aardschollen tegen waarin fossiele bovengrond bewaard gebleven is. Dan belanden we in het Pilbara-gebied in westelijk Australië, de omgeving van Johannesburg en de rotsen bij Nuuk op Groenland, die langzamerhand onder het afsmeltend ijs tevoorschijn komen. Daar vinden we de stromatoliet-kalkstenen (afb. 1), papierdunne afzettingen, die worden gezien als het resultaat van kalkneerslag onder algenmatten, waarvan de oudste mogelijk wel 3,7 miljard jaar oud zijn. Dit type alg is een draadvormige cyanobacterie, het eerste organisme dat in staat is geweest zich de fotosynthese eigen te maken. De chloroplasten in het weefsel van de later geëvolueerde meercellige planten zijn afkomstig van cyanobacteriën.

Gesprek tussen doven?

Aan het symposium in Groningen namen slechts enkele aardwetenschappers deel. Zoals inleider John Herland opmerkte, worden zulke bijeenkomsten gekenmerkt door een onbuigzaam



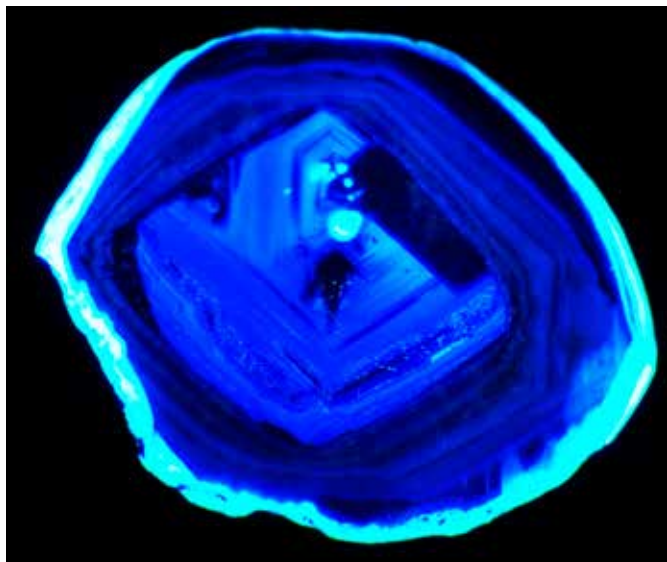
Afb. 1. Stromatoliet, 1,8 miljard jaar geleden gevormd, Grythyttan, Zweden.
Foto: Bert Boekschoten.

overtuigd zijn van eigen gelijk en een onvermogen tot luisteren en leren! Een aardwetenschapper zoals de eerste auteur valt dan wel eens op hoezeer biologen en fysisch-chemici, ondanks alle goede wil, genegen zijn om van de nu levende soorten en kortlopende proeven in laboratoria uit te gaan; een visie die actualisme heet, een 'top-down' benadering. De hortende historie van het leven op een sterk van tijd tot tijd veranderende aarde, zoals die uit de aardgeschiedenis steeds meer blijkt, staat scheef op de vredige harmonie van levensgemeenschappen in de huidige natuur en de orde van het laboratorium. Toch waren de presentaties memorabel. Deze werden gegeven door onversaafd baanbrekende cel-onderzoekers als genoemde Ben Feringa en Bert Poolman (beiden uit Groningen) en Cees Dekker (Delft). Zij construeren organellen in het lab en trachten minimale levensvormen te bouwen die zich kunnen handhaven en voortplanten.

Aardwetenschap

Binnen de aardwetenschappen vielen goede voordrachten en posters op van onder meer Inge Loes ten Kate (Utrecht) over de levenskansen van de mens op Mars. Een andere boeiende bijdrage kwam van Gareth R. Davies en medewerkers (verbonden aan de VU Amsterdam) over diamantkristallen, die we vooral van de juwelier kennen maar ook in het echt groeien, in de zeer diepe ondergrond onder hoge druk. Dit fenomeen wordt bestudeerd aan diamanten uit Zuid-Afrika en Botswana, die daar in het zware en onder hoge druk gevormde gesteente eklogiet voorkomen (afb. 2). Zulke diamanten zijn laagje voor laagje gegroeid in de loop van soms miljarden jaren, met wijde tussenpozen waarin zich insluitsels aan het diamantkristal hebben gehecht. Deze insluitsels zijn te dateren. Soms bestaan de insluitsels uit zirkoon: een erosiebestendig mineraal dat in andere context wijst op het bestaan van een aardkorst rond 4,1 miljard jaar geleden. Diamant bestaat uit koolstof, dat blijkbaar zo nu en dan wordt gemobiliseerd in de diepe aardkorst. In dit geval is het koolstof dat eerst al van het aardoppervlak door plaattektoniek omlaag is gesleurd.

Voor de geschiedenis van het leven op aarde is de geschiedenis van koolstof, onze voornaamste bouwstof, uiteraard van het hoogste belang. De koolstof op aarde is ook vastgelegd in de vorm van carbonaatgesteenten, zoals kalksteen en dolomiet. Deze worden vooral door levende organismen gevormd, maar abiogene oorsprong treedt ook op. In de oudste aardse afzettingen is het moeilijk om beide vormen te onderscheiden;



Afb.2. Diamantkristal met groeizones. Foto: Michael Gress.

carbonaat in meteorieten kan haast niet door organismen zijn gevormd. De groep van reeds genoemde Gareth Davies onderzoekt waaraan je de twee formaties kunt herkennen, zodat biologische activiteit op andere planeten kan worden aangetoond dan wel uitgesloten.

Ook moerasgas (zoals ons aardgas) bevat koolstof en dit kan vrijkomen door verwerking van peridotiet, een olivijnrijk gesteente. Dat gebeurt, wanneer daar carbonaathoudend water naartoe vloeit en ijzer bij aanwezig is. Emeritus hoogleraar Roelof Schuiling (zie o.a. Gea, 1977 (4) en 2007 (2) legde dit proces al eerder uit. Hoe dit proces verder verloopt in de grot van Chimaera in Turkije, beroemd om het 'eeuwig' vuur van brandend gas (afb. 3), bestudeert Oliver Plümper (Universiteit Utrecht).

Mineralogische evolutie

Zeer fraai en heel belangrijk was de presentatie van Robert Hazen (Carnegie Geophysical Laboratory, Washington DC), die liet zien hoezeer de aarde van mineralogisch simpel in den beginne naar mineralogisch complex in het heden is veranderd. Dit is het gevolg van de 'onrust' van de aardkorst, waardoor telkens nieuwe combinaties van chemische elementen kunnen optreden.



Afb.3. Methaangas, gegenereerd uit peridotiet. Eeuwig vuur van Chimaera, Turkije. Foto: Carole Raddato via Wikimedia Commons CC-BY-SA-2.

Deze evolutie van mineralen in de vroege aarde, dus vóór het ontstaan van het leven, zal wellicht een aantal niet-geologen in de collegezaal als nieuw in de oren hebben geklonken. Daarom is het eigenlijk wel jammer dat dit onderwerp op deze tweedaagse themabijeenkomst niet nader aan de orde is gekomen. Zonder serpentinisatie (de omzetting van olivijn in o.a. magnetiet en serpentiniet door contact met oceaanwater) was er wellicht geen leven ontstaan. Het vrijkomen van waterstof (-ionen) bij deze reactie kan letterlijk een zaak van levensbelang zijn geweest, en de rangschikking van de organische stof evenzeer.

Diepzeeschoorstenen

Onbesproken bleven de 'white smokers': "Levende basische diepzeeschoorstenen" in de woorden van de biochemicus en schrijver Nick Lane. Ze bestaan nu nog als relict en vormen het complex 'Lost City' op het Atlantis Massief, een onderzees gebergte langs de Mid-Atlantische rug. De *white smokers* worden bewoond door archaebacteriën. Ze bestaan uit aragoniet met microscopisch kleine compartimentjes, die mogelijk in het proces van het ontstaan van het leven als matrix voor celwanden hebben gediend. Het leven in de Lost City is gebaseerd op de chemische reactie van vrije waterstof met kooldioxide, de basis van al het leven op onze planeet, volgens Lane. Een dergelijke chemische reactie "van levensbelang" is nu een zeldzaam verschijnsel. Maar meer dan vier miljard jaar geleden waren de oceanen ondiep en de white smokers veel algemener. Het leven kan toen zelfs meerdere keren zijn ontstaan, uit de in de oertijd vrijkomende organische moleculen.

Het begin van RNA

De bijdrage van John Sutherland (MRC Laboratory of Molecular Biology, Cambridge UK) was ronduit fascinerend. Hij kwam met een plausibel scenario voor het ontstaan van RNA. De alleroudste eencellige levensvormen gebruikten RNA voor zowel enzymatische processen als voor de opslag van erfelijke informatie. Sutherland wees op het belang van meteorietinslagen op de vroege aarde, waardoor de oer-atmosfeer werd verrijkt met waterstofcyanide, in onze wereld een levensvijandig goedje. De waterstofcyanide reageerde met mineralen in de aardkorst, waardoor de katalysatoren ontstonden die de uiteindelijke vorming van RNA mogelijk maakten.

Veelomvattend is ook de vraag of de aarde een zelfregulerend systeem is van levend en levenloos - een vraag die door aanhangers van de Gaia-theorie bevestigend wordt beantwoord.

Hierover sprak Tim Lenton (University of Exeter). Ook de zon fungeert al miljarden jaren stabiel, zonder dat iemand zal stellen dat de zon ook leven kent... Een fundamenteel aspect van levende materie is de gelijkgerichte chiraliteit, de 'voorkeur' voor de zgn. linksdraaiende optische isomeren van (organische) moleculen. Een beter begrip van dit verschijnsel kan leiden tot het ontraadselen van leven zoals wij dat kennen, denkt Ben Feringa. Mogelijk houdt dit verband met de uitwerking van quantumfysica op verschillende niveaus van biologische organisatie, stelde Peter Sloot (UvA).

Tot slot

Het Groninger symposium had alle kenmerken van een veelzijdige verkenning, niet van een plechtige slotsom met een eenduidige conclusie. Het is bijzonder dat in Nederland ruimte is geschapen voor deze zeer fundamentele thema's. De vraag 'Wat is leven?' is niet alleen een academische, maar ook een maatschappelijke. De vragen staan open - naar antwoorden wordt gezocht!

Meer lezen

- Nanne Nanninga, *Speurtocht naar buitenaards leven*. Veen, 2017. 216 pp. € 42,50
- Nick Lane, *Levenswerk*. De tien sterkste staaltjes van de evolutie. Veen, 2011. 304 pp. € 38,90