CEES DE JONG
C. de Jong, Tapuitlaan 96, 7905 CZ Hoogeveen, jonghijs@home.nl

LEZINGEN LANDELIJKE CONTACTDAG VAN 10 MAART 2007

De voorzitter, Joost Vermee, heette ons allen welkom op de 15e Landelijke Contactdag en sprak een speciaal welkom uit voor de heer Wilfred Moorer, voorzitter van GEA, omdat de NGV officieel een uitspraak heeft gedaan van vriendschap en samenwerking met de GEA. Hierna gaf hij de eerste spreker het woord.

De Groenlandse ijskap in een veranderend klimaat

Roderik van der Wal, verbonden aan het Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek te Utrecht, hield de voordracht 'De Groenlandse ijskap in een veranderend klimaat.' Deze lezing ging over het onderzoek aan de Groenlandse ijskap dat was ingesteld om een antwoord te vinden op de vraag waarom de cycliciteit van de toe- en afname van de ijskap (de afwisseling van glacialen en interglacialen) de afgelopen 2 miljoen jaar veranderde van periodes van 40.000 jaar naar periodes van 100.000 jaar.

Het ontstaan en weer verdwijnen van de ijskappen wordt toegeschreven aan een cyclische variatie van drie astronomische grootheden:

- de excentriciteit, de ellipsvorm van de aardbaan (met een periode van 100.000 jaar),
- de obliquiteit, de helling van de aardas ten opzichte van de aardbaan (met een periode van 40.000 jaar)
- de precessie, het 'tollen' van de aardas om de verticaal (met een periode van 23.000 jaar).

Deze zgn. Milankovitch-cycli veroorzaken een periodieke verandering in de zonne-energie die de aarde ontvangt en hebben zo grote invloed op ons klimaat. Aangezien de cylci van de drie grootheden verschilt, vormt het gecombineerde effect een variabel interferentiepatroon.

De Milankovitch-cycli zijn terug te vinden in boorkernen van het landijs van Groenland, Noord-Europa en Noord-Amerika. Aan de hand van zuurstofisotopen kan men namelijk de veranderingen in de vroegere temperatuur aflezen en zo een deel van de klimaatgeschiedenis reconstrueren. Verder terug in de tijd is het signaal van de cycli minder duidelijk. Naast deze Milankovitch-cycli spelen echter vulkanisme en de concentratie kooldioxide in de atmosfeer een rol. Verder zijn ook andere factoren van belang, zoals de warmteopname van de zon, de reflectie van het zonlicht op het aardoppervlak en de wisselwerking met de ons omringende planeten.

Paleoklimatologisch onderzoek wordt tegenwoordig gedaan aan de hand van computermodellen. Op deze wijze krijgt men inzicht in de dynamische processen in de ijskap op Groenland en komt men meer te weten over de massabalans en de temperatuur van de ijskap. Om beter vat te krijgen op het tijdsverloop, heeft men de modellen gecorreleerd aan goed gedateerde, wereldwijde zeespiegelveranderingen: lage zeespiegelstanden betekenen koude periodes waarin veel water in landijs zit opgeslagen en hoge zeespiegelstanden betekenen warme periodes waarin de ijskappen grotendeels zijn gesmolten. Uit de modellen kan men opmaken dat bij een wereldwijde temperatuurdaling van 5°C de ijskappen weer terugkomen.

Maar niet alleen externe factoren zijn van invloed. De ijskappen doen zelf ook mee. Een dikkere ijskap zal bijvoorbeeld tot grotere hoogte reiken, waar het veel kouder is. Dit heeft een conserverend effect. Dit is goed te zien op Antarctica waar de bergen een hoogte van wel 6000 m bereiken en het er daarom gemiddeld over het gehele oppervlak veel kouder is. Op basis van de hoogteverschillen op Groenland is waar te nemen dat het ijs aan de rand snel afsmelt maar dat in het hogere middengedeelte de ijslaag toeneemt. De modellen wijzen uit dat het samenkomen van de oostelijke en westelijke ijskappen in Noord-Amerika de verandering veroorzaakte in de ijstijdcycli van 40.000 jaar naar 100.000 jaar. De enorme ijsmassa vormde zo'n behoudende, dempende factor dat kleinere temperatuurstijgingen niet meer in staat waren het ijs te verdrijven en dat alleen 100.000 jarige cycli, door het gecombineerde effect van de excentriciteit en de obliquiteit , nog een rol van betekenis speelden.

Op dit moment smelt het ijs op Groenland. Wanneer de hele ijskap van Groenland smelt, verwacht men dat de zeespiegel 7,2 meter zal stijgen. Het lijkt erop dat Nederland hierdoor niet helemaal overspoeld raakt door de zee, omdat de bodem van Nederland, samen met die van Groenland, omhoog veert wanneer het enorme gewicht van de Groenlandse ijskap niet meer op de aarde drukt. De Polynesische eilanden zijn echter minder fortuinlijk wanneer het ijs van Groenland smelt. Het zuidelijk halfrond moet het namelijk stellen met een zeespiegelstijging van wel 9 m.

Evolutie en klimaat

Als tweede spreker gaf Jan van Dam, verbonden aan de Universiteit van Utrecht, een voordracht getiteld: 'Evolutie en klimaat'. Aan de hand van fossielen van kleine zoogdieren werd de vraag gesteld waarom soorten ontstaan en weer verdwijnen. Wordt dit verklaard door competitie (biotisch) of door het klimaat (abiotisch)? Gaat de evolutie geleidelijk of gebeurt het plotseling? Bestaat er periodiciteit in het komen en gaan van soorten?

Maar voordat hij zijn onderzoeksresultaten presenteerde, gaf Jan van Dam een overzicht van het vroegere onderzoek naar evolutie en naar paleoklimatologie in relatie met evolutie. In de wetenschappelijke historie hebben diverse wetenschappers zich met dit onderwerp bezig gehouden. Cuvier (1769-1832) wordt beschouwd als de grondlegger van de paleontologie. Hij zag veel verande-

ringen in de faunas bij zijn stratigrafisch onderzoek in het Bekken van Parijs. Hij dacht creationistisch: "rampen zijn door God bestuurd." Darwin (1809-1882) stelde in zijn 'The origin of species' dat de competitie belangrijker was dan externe factoren. Agassiz (1807-1873) concludeerde dat er ooit ijstijden moesten zijn geweest op basis van gletsjerkrassen die hij op gesteenten had waargenomen. Croll (1821-1890) was de eerste die aannam dat het klimaat beïnvloed werd door periodische veranderingen in de aardbaan, een theorie die uitmondde in de cycli van Milankovitch (1879-1958). Mayr (1904-2005) legde als prominent neo-darwinist het verband tussen de evolutietheorie en de genetica. Elarege en Gould (1972) zagen patronen in de evolutie en veronderstelden een sprongsgewijze ontwikkeling waarbij lange periodes van rust worden afgewisseld met korte periodes van grote veranderingen (punctuated equilibrium).
Dus in de wetenschap zijn zowel geleidelijke als plotselinge processen aangevoerd als oorzaak voor het ontstaan van soorten.

De vraag blijft of we te maken hebben met competitie of klimaat. Er zijn 4 tijdschalen te onderscheiden die wellicht van invloed kunnen zijn op het verschijnen en verdwijnen van levensvormen: 1) de ecologische tijdschaal (1-100 jaar), 2) de Milankovitch tijdschaal (10.000 - 100.000 jaar), 3) de tijdschaal van de opkomst en ondergang van soorten (1 – 10 miljoen jaar) en 4) de massa-uitstervingstijdschaal (10 – 100 miljoen jaar). De vraag in hoeverre het klimaat van invloed is op het leven kan niet met zekerheid beantwoord worden en de hypothese of een klimaatsverandering (verdroging) de menselijke evolutie in Afrika veroorzaakte blijft eveneens onzeker.

Paleontologisch onderzoek in Noord-Spanje (Bekken van Duroca en Bekken van Teruel) geeft echter wel aan dat de Milankovitch-cycli van invloed zijn geweest. Onderzoek aan kiezen van kleine zoogdieren (voornamelijk muizen) in continentale afzettingen van de laatste 25 miljoen jaar toont aan dat er een verband bestaat tussen de veranderingen in de evolutie van de zoogdieren en de cycli van Milankovitch. Vooral de curve waarin het aantal uitgestorven soorten tegen de tijd wordt uitgezet vertonen statistisch een goede correlatie met de Milankovitch-cycli. Bovendien blijkt dat de planeet Mars met deze cycli interfereert en dat Jupiter een periodiciteit van 400.000 jaar veroorzaakt.

Van geologie naar selenogie: ontstaan, samenstelling en evolutie van de Maan

Als laatste spreker hield Wim van Westrenen de lezing 'Van geologie naar selenogie: ontstaan, samenstelling en evolutie van de Maan'. Hij legde uit dat men onderzoek doet naar de Maan (maankunde of selenologie) omdat men op basis van dit onderzoek te weten wil komen hoe de toestand was van de Aarde aan het begin van haar bestaan. De kernvraag is hierbij hoe de Maan is ontstaan.

Over het ontstaan van de Maan zijn in het verleden verschillende theorieën ontwikkeld die later niet waar bleken te zijn. De theorie dat de Maan uit de Aarde was geslingerd bleek onjuist omdat de draaisnelheid van de Aarde daarvoor te klein was. De theorie dat de Maan elders gevormd was en later ingevangen werd door de Aarde deugde ook al niet omdat de zuurstofisotopen van beide planeten identiek zijn. De Maan en de Aarde zijn dus uit het zelfde basismateriaal gevormd. De Maan is echter ook niet gelijktijdig met de Aarde gevormd omdat de Maan veel minder ijzer bevat. De meest waarschijnlijk theorie is op dit moment de 'Giant impact' theorie. Deze theorie neemt aan dat 4,5 miljard jaar geleden een botsing plaatsvond tussen de Aarde en een planeet ter grootte van Mars. Uit de brokstukken die deze botsing achterliet ontstond vervolgens de Maan. Door de botsing steeg de temperatuur aan het aardoppervlak tot 30.000°C waardoor de korst helemaal opsmolt. Ook de buitenkant van de Maan bestond in het begin uit erg heet, gesmolten gesteente.

Uit de 380 kg maanmateriaal dat met de Apollovluchten is verzameld en uit de beschikbare maanmeteorieten op aarde heeft men veel kunnen afleiden over de mineralogie, de petrografie, de chemische samenstelling en de ouderdom van de Maan. Op basis van microscopisch onderzoek aan de maangesteenten heeft men nu een globaal idee van de samenstelling van de Maan gekregen. Het lichtgekleurde gesteente bestaat uit plagioklaas die naar boven is komen drijven toen de korst van de Maan vlak na haar ontstaan nog uit vloeibaar magma bestond. De donkere 'zeeën' (maria) zijn ontstaan door grootschalig vulkanisme. Alle maanstenen zijn erg oud (1 tot 4 miljard jaar). De ouderdom van het gesteente kan onder meer worden afgeleid uit het aantal inslagkraters: veel inslagkraters betekenen oud gesteente, weinig jong gesteente. Inslagkraters zijn op de Maan veel meer te zien dan op aarde vanwege het ontbreken van erosie en plaattektonische processen. Kenmerkend is het verschil in de ijzersamenstelling van de Aarde en de Maan. Vanwege de zuurstofhoudende atmosfeer bestaat er op aarde veel driewaardig ijzer (Fe^{3+}), terwijl op de atmosfeerloze Maan uitsluitend gedegen ijzer (Fe) of tweewaardig ijzer (Fe^{2+}) aanwezig is.

Afgezien van de bevingen door meteorietinslagen, vinden er alleen maanbevingen plaats met een kracht van niet meer dan 2 op de schaal van Richter. Deze maanbevingen hebben echter niets met plaattektoniek te maken, maar worden veroorzaakt door de getijdewerking van de aarde, waardoor het vloeibare gesteente in het binnenste van de Maan gaat bewegen. Heel opvallend is dat de Maan asymmetrisch is: de maankorst is aan de achterkant veel dikker dan aan de voorkant. Het geometrisch midden valt dus niet samen met het zwaartepunt van de Maan. Verder is de kern met een diameter van maximaal 450 km klein en heeft de Maan geen magnetisch veld. Vragen die open blijven zijn: Waarom is de Maan asymmetrisch? Wat voor kern heeft de Maan? Waaruit bestaat de maanmantel?

In Nederland loopt van 2007 – 2011 een onderzoekprogramma naar de samenstelling van de Maan. Men doet dat op basis van simulatiemodellen waarbij magmatische processen worden nagebootst onder een temperatuur van 3.000°C en een druk van 27 GigaPascal.
Op basis van thermodynamische berekeningen wil men in Utrecht proberen een beeld te krijgen van hoe een en ander zich in het verleden heeft voltrokken. In de toekomst wil men na het onderzoek naar de Maan ook iets soortgelijks opzetten voor Mars. Al deze onderzoeken worden beschouwd als een manier om meer te weten te komen over het ontstaan van de Aarde.

De voorzitter dankt alle drie inleiders voor hun bijdrage en stelt dat deze bijeenkomsten zowel voor de NGV als voor de wetenschap een wederzijds leereffect vormt.
Hierna schorst de voorzitter de bijeenkomst.
Het verslag van de ledenvergadering is terug te vinden in de Mededelingen.