TEKST • JAN REIN DE WIT

ZON, ZEE EN ZONDVLOED

WAT HAWAÏ JE ALLEMAAL OVER DE VLOED KAN VERTELLEN



Vakantie! Wat een weelde dat je er af en toe even tussenuit mag. Waar de een lekker thuis tot rust komt doet de ander dat in een exotisch oord. Vakantie is ook een tijd om ergens over door te denken. Stel nu dat je je badlaken gespreid hebt op een exotisch eiland als Hawaï. In de onmetelijke oceaan steekt daar opeens zo'n klomp steen boven het water uit. Hoe zou dat daar zijn gekomen?

Vanaf het moment dat men de aardgeschiedenis begon te bestuderen, gebeurde dat vanuit een Bijbels denkkader. Schepping en zondvloed hoorden daarbij. Sindsdien hebben de natuurwetenschappen zich steeds verder ontwikkeld. Aardwetenschappers konden met eigen ogen waarnemen dat een aardbeving soms landdelen omhoog drukte,

> DE VORMING VAN HAWAÏ KUN JE NIET LOS ZIEN VAN HET TOTAALPLAATJE VAN DE OPBOUW VAN DE AARDE

maar dat alles ook weer afsleet en afvlakte. Zelfs de hoogste bergen zouden zo, steentje voor steentje, worden afgevlakt. Men kreeg oog voor grote cyclussen op aarde. Maar zo'n cyclus duurde lang; volgens de meerderheid van de wetenschappers te lang om in de Bijbelse chronologie te passen. Christelijke geleerden pareerden deze twijfel aan de Bijbel met zondvloedmodellen, waarin van een snelle cyclus wordt uitgegaan. Maar toen Darwin met zijn evolutietheorie kwam, was



Vulkanen, de 'jeugdpuistjes' van een jonge aarde.

het hek van de dam. Deze theorie kreeg voet aan de grond. God en Bijbel waren volgens velen niet langer meer nodig.

STEEDS MEER BEKEND

Toen in de negentiende eeuw de evolutietheorie opkwam, kon men de processen op aarde nog maar oppervlakkig bestuderen. Sinds de twintigste eeuw is het aantal mogelijkheden om de aarde op veel grotere schaal te bestuderen echter enorm toegenomen. Wetenschappers kunnen met de huidige apparatuur dwars door het aardoppervlak

De grillige punten van het eiland laten je nadenken over het ontstaan ervan.

heen dringen en daardoor de diepte steeds nauwkeuriger in kaart brengen. Zo komen alle gegevens in een steeds grotere context te staan. Op die manier is er ook meer bekend geworden over het ontstaan van een eiland als Hawaï.

HOE ZIT HET MET HAWAÏ?

De vorming van Hawaï kun je niet los zien van het totaalplaatje van de opbouw van de aarde. Zo blijkt de oceaanbodem hele bergketens te bevatten! Deze onderzeese bergketens zijn onderdeel van een groter geheel van breuken in de aardkorst. Langs die breuken is de aardkorst in beweging. De verschillende platen waaruit de aardkorst bestaat schuren langs elkaar of duiken zelfs onder elkaar, de diepte in. Dit gaat gepaard met aardbevingen en vulkaanuitbarstingen. Is Hawaï dan ook zo'n vulkaan op zo'n breuk? Nee, dat niet. Het is ingewikkelder.

MANTELPLUIMEN

Een wereldwijd netwerk van heel precieze meetapparatuur analyseert het pad van aardbevingsgolven door de aarde heen. Zo is bekend geworden dat de aarde een kern, een mantel en een korst heeft (figuur 1), maar ook 'hotspots' (figuur 2).
Hoewel het overgrote deel van de vulkanen te vinden is op de breuklijnen in de aardkorst, is zo'n 5% van de vulkanen een zogenaamde hotspot. Dat is ook bij Hawaï het geval. Vanuit de diepte van de aarde rijst daar een hete mantelpluim op, die tegen de korst van de aarde aan botst en zich door de poriën daarvan een weg naar buiten baant. Daar vormt zich dan een vulkaan.
Dit hoeft dus niet per se op een breuk in de korst te gebeuren. Veel hotspots lijken lukraak midden door een plaat van de aardkorst heen te breken. De mantelpluim onder Hawaï duwt ook de oceaanbodem onder het eiland omhoog waardoor er een soort 'blaar' – met een doorsnede van meer dan duizend kilometer – is ontstaan.
Sommige mantelpluimen onder de hotspots, waaronder die van Hawaï, lijken te ontstaan op de grens van de kern en de mantel. Het is nog niet duidelijk wat er in de diepte gebeurt en waarom een mantelpluim juist dàár door de korst breekt. Wel lijken deze mantelpluimen diep in de aarde vast te zitten en niet mee te bewegen met de platen die eroverheen gaan.

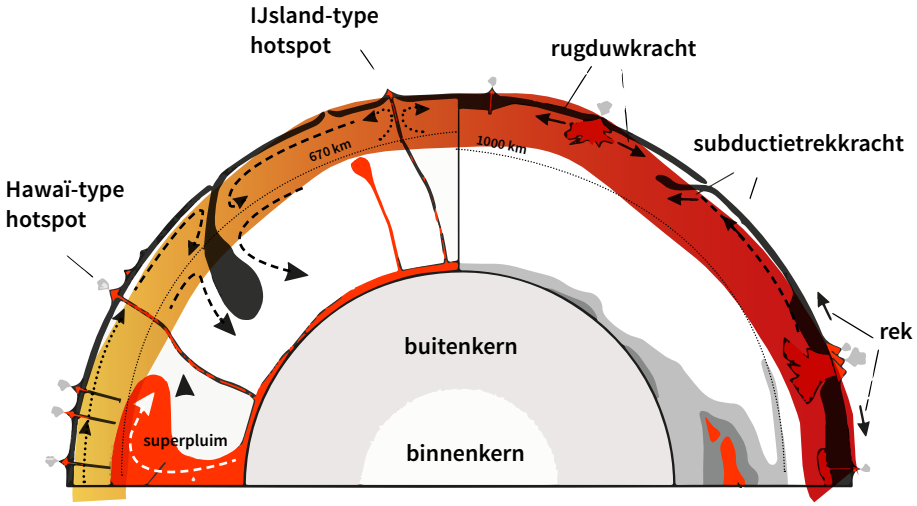


Figuur 1. Schematische weergave van de diepte van de aarde.

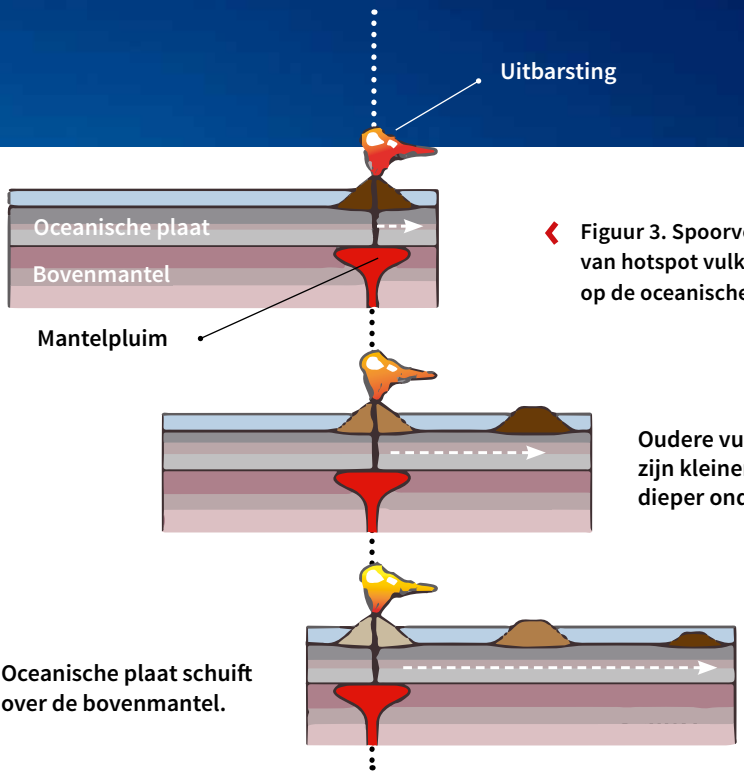
> DE MANTELPLUIM DUWT DE OCEAANBODEM OMHOOG WAARDOOR ER EEN 'BLAAR' ONTSTAAT

HETE VERHOGINGEN

Net zoals er een 'blaar' op de aardkorst ontstaat als gevolg van een van onderaf komende pluim, zo zijn er ook verhogingen op de veel dieper gelegen grens tussen kern en mantel. De hotspot van Hawaï lijkt een verband te hebben met zo'n hete verhoging op deze grens, waarboven het eiland zich bevindt.
'Hotspot vulkanen' laten doorgaans een spoor zien. Het is net alsof ze een pad over de zeebodem volgen. In werkelijkheid blijft de pluim op dezelfde plek zitten. Dit moet dus betekenen dat de bovenliggende aardkorst over die pluim heen schuift (figuur 3). Dat de aardplaten op de barsten in de korst langs elkaar schuren, is nog voor te stellen. Maar dat deze platen grote afstanden afleggen, is toch onvoorstelbaar? Toch is dit proces met behulp van satellieten en wereldwijd opgestelde meetinstrumenten tot op de centimeter nauwkeurig te volgen. De standaardgedachte is dat aan de ene kant een plaat onder een andere wordt geduwd, en dat aan andere kant er nieuw materiaal vanuit de diepte bij komt.
Er is een enorme puzzel van de continenten te maken. In de ondergrond is deze puzzel terug te vinden. Zo kun je reconstrueren



Figuur 2. Pluimmodel. Zo werken hotspots en mantelpluimen.



Figuur 3. Spoorvorming van hotspot vulkanen op de oceanische plaat.

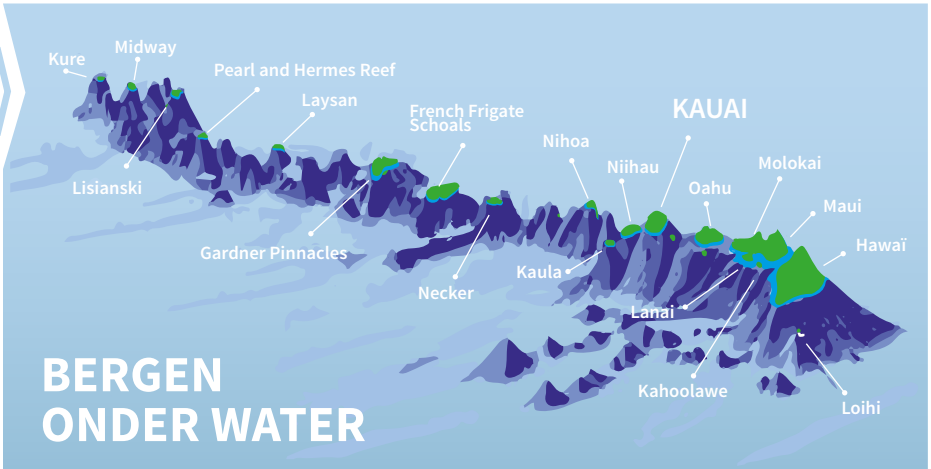
dat het land ooit eens een geheel vormde. Dit supercontinent heet *Pangea*.
Als je alle continenten tegen elkaar aan legt, blijkt alles samen te komen boven de hogere en hetere delen op de grens van mantel en kern. Dat zou een deel van een verklaring kunnen zijn voor het uit elkaar vallen van *Pangea*. De mantelpluimen zullen van daaruit (dus vanuit die hetere en hogere delen op de grens van kern en mantel) het bovenliggende land omhoog hebben geduwd, zoals dat ook tegenwoordig boven een mantelpluim gebeurt. Het kan zijn dat de pluimen onder *Pangea* het continent van onderaf hebben verzwakt en opengebroken, waarna het als het ware in stukken van deze 'superblaar' is afgegleden. Die stukken zijn dan uiteindelijk terechtgekomen op de plekken waar de continenten nu liggen. De pluimen zijn dan op hun plek – boven de hete en hogere delen van de aardkern – gebleven.

BIJBELSE VERKLARING

Wat is nu een Bijbels model waarmee je dit kunt verklaren? Je kunt er op verschillende manieren tegenaan kijken. Een visie is dat het omhoogkomende, vloeibare gesteente de serie 'hotspot vulkanen' heeft gevormd terwijl de oceaanbodem over de Hawaïaanse mantelpluim heen bewoog. De onderzeese berg aan de noordelijke zijde van de Emperor-keten (zie kader rechts) is dan als eerste gevormd toen dat punt boven de hotspot lag. Naarmate de plaat verschoof bereikte het uiteindelijk de huidige positie waardoor 'het Grote Eiland' van Hawaï nu boven de mantelpluim ligt.
Dat beweren oude-aardegeologen ook, maar zij stellen dat deze plaatbeweging altijd langzaam en geleidelijk is geweest. Om deze veronderstelling te onderbouwen wijzen ze op het volgende:
Als je de radiometrische leeftijden (zie kader pagina 46) van de verschillende vulkanen vergelijkt met hun afstand tot Hawaï, dan kun je een verplaatsingssnelheid van de plaat van 6,6 tot 9,1 centimeter per jaar berekenen. Dat komt ongeveer overeen met de snelheid die tegenwoordig wordt gemeten. Dat lijkt mooi te kloppen, maar daar is wel iets tegen in te brengen. Als de snelheid altijd hetzelfde zou zijn geweest, dan zouden alle 'hotspot vulkanen' ongeveer dezelfde grootte moeten hebben, en dat is niet zo. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de mantelpluim tegenwoordig veel actiever is dan vroeger, waardoor Hawaï zo groot kon worden. Dat is nog niet aangetoond. Sterker nog, het tegendeel lijkt aannemelijker. Ten tijde van de continentendrift was er namelijk veel meer vulkanische activiteit.
Een ander interessant punt is de scherpe knik tussen de Emperor- en de Hawaï-keten. Geologen weten niet waardoor die verandering optrad. In nagenoeg alle onderzeese bergketens is deze knik terug te vinden. Wat is daar, na het opbreken van *Pangea*, allemaal gebeurd!?

PRANGENDE VRAGEN

Dit levert tal van vragen op. Waarom



BERGEN ONDER WATER

De Hawaï-eilanden vormen een groep (archipel) van acht hoofdeilanden en onder de zeespiegel gelegen bergen. Ze steken allemaal als 'spelden van vulkanisch steen' uit de zeebodem omhoog en staan netjes op een rij; een rij van maar liefst 2.400 kilometer lang.
Ze lijken steeds door de zeebodem heen te zijn geprikt toen de oceaanbodem zich over de hotspot in de aardkorst bewoog. Deze hotspot bevindt zich op dit moment onder 'het Grote Eiland' van Hawaï. De vulkanen en de massa van de lava van de daaropvolgende eilanden worden geleidelijk kleiner en minder actief, of zelfs niet meer actief.

Dit patroon eindigt niet bij het achtste eiland. Na een scherpe knik in de keten, loopt in noordelijke richting nog een serie onderzeese bergen: de *Emperor Seamounts*. Deze keten is 3.400 kilometer lang en bestaat ook uit resten van voormalige vulkanen. Hoewel de bergen nu geheel onder water liggen, bevat een aantal ervan een afgevlakte top. Dat wijst erop dat ze eens boven de zeespiegel uit staken en toen door de golven zijn verweerd en afgevlakt.

worden de oudere eilanden in de keten bijvoorbeeld steeds kleiner? Waarom bestaat het begin van de keten uit niet meer dan onderzeese bergen? Hoe kon een deel ervan door de branding worden afgevlakt? Waardoor is die knik in de keten ontstaan? Wat was de activiteit van de mantelpluim vroeger? Bewoog de Pacifische Plaat, waarop Hawaï ligt, toen misschien sneller? En hoe pas je dat allemaal in het Bijbelse kader van de aardgeschiedenis?

Jonge-aardegeologen accepteren die continentverschuiving, maar zij hebben oog voor aanwijzingen dat dit vooral op catastrofale wijze is gebeurd. Bijvoorbeeld tijdens de zondvloed, toen de fonteinen van de grote diepte openbraken. Zij zeggen dat de snelheid van de plaatbewegingen

> **WAT IS NU EEN BIJBELS MODEL WAARMEE JE DE VORMING VAN HAWAÏ KUNT VERKLAREN?**

afnam toen de zondvloed op zijn einde liep. Dat zou een verklaring kunnen zijn waarmee je ook kunt aangeven waarom de eilanden in de keten steeds groter zijn geworden. Toen de platen zich langzamer verplaatsten was er meer tijd voor de hotspot om lava ter plekke omhoog te brengen. Dat verklaart waardoor 'het Grote Eiland' van Hawaï veel groter is dan de andere eilanden. De plaat bewoog in het begin zo snel dat slechts enkele 'hotspot vulkanen' tijd genoeg hadden om boven het oceaanwater uit te steken. En omdat dit in de afloop van het zondvloedjaar – of in de jaren erna – was, werden deze brosse vulkanische gesteenten door de nog sterke zeebewegingen snel met het zeeniveau gelijkgemaakt. Vandaar dat sommige onder water staande bergen vlakke toppen hebben.

De vorming van deze keten van vulkanen moet, volgens jonge-aardegeologen dus, helemaal aan het eind of in de jaren na de zondvloed hebben plaatsgevonden. Als deze vulkanen tijdens de zondvloed zouden zijn ontstaan, dan zouden namelijk ook sedimenten zijn afgezet tegen de hellingen ervan, maar die ontbreken. Daardoor weet je dat de vulkanen pas na de zondvloed tot uitbarsting zijn gekomen.

Prangende vraag blijft wel wat er na de zondvloed is gebeurd waardoor die knik in de keten ontstond... Misschien dat daar ooit nog eens antwoord op komt?



Argon wordt ingesloten wanneer lava afkoelt.

HOE OUD IS HAWAÏ?

Radiometrische gegevens laten een oplopende ouderdom zien van de gesteenten waaruit de Hawaï-eilanden zijn opgebouwd. Het jongste is Hawaï, en de leeftijd stijgt naarmate je meer naar de noordelijk gelegen eilanden gaat. Dat betekent dat de onderzeese berg aan het noordelijke eind van de keten het eerst is gevormd, toen dat punt boven de hotspot lag. Deze wordt radiometrisch gedateerd op 81 miljoen jaar geleden. Naarmate de plaat verschoof bereikte het de huidige positie waarbij 'het Grote Eiland' van Hawaï en de *Loihi Seamount* zich boven de mantelpluim bevinden.

De dateringsmethode die hiervoor gebruikt is, wordt de kalium-argon-methode genoemd. Het radioactieve element kalium-40 vervalt naar het stabiele argon-40. Dat gebeurt heel langzaam: uitgaande van de huidige vervalsnelheid zou het 1,25 miljard jaar duren voordat de helft van het kalium is omgezet naar argon (dat wordt 'half-waardetijd' genoemd).

Door te kijken naar de verhoudingen tussen kalium en argon in het gesteente kun je dus de ouderdom van het gesteente schatten. Daarbij bouw je wel op een paar onbewezen aannames. Je gaat er bijvoorbeeld van uit dat alle argon-40 is ontstaan door het radioactieve verval van kalium. Maar dat hoeft helemaal niet zo te zijn. Met de lava van onder de aardkorst kan namelijk ook extra argon meekomen vanuit de diepte, wat de lava 'verontreinigt' en op die manier een buitengewoon hoge ouderdom oplevert. Dit vulkanische argon is dus niet afkomstig uit radioactief verval van het kalium in het gesteente, maar zit gevangen in het basalt, dat daardoor ouder lijkt.
Ook is vastgesteld dat, onafhankelijk van de werkelijke ouderdom, kalium-argondateringen van vulkanisch gesteente van onderzeese bergen hogere waardes kunnen geven op een grotere diepte onder water. Dat heeft te maken met de grotere waterdruk en snellere afkoeling waardoor er tijdens de afkoeling van de lava minder argon kan ontsnappen. Door deze factoren meet je gemakkelijk een veel te hoge ouderdom.

Radiodatering is een complex onderwerp waar nog geen eenduidig creationistisch antwoord op is. In een volgende *Weet* zal daar dieper op worden ingegaan.

• **WEET MEER:**
www.weet-magazine.nl/ouderdom