

# GEOVARIA

H. Huisman

## Een duizenden jaren oude delfstof bedreigd

Eén ding is zeker: van droogte zullen we in ons land nooit hoeven om te komen. Water genoeg! De haast gevlugelde uitdrukking van 'Nederland-Waterland' zegt in dit opzicht al genoeg. In ons land valt gemiddeld zo'n 750 mm neerslag, meest in de vorm van regen. Dat is veel meer dan dat er door verdamping verdwijnt.

Een deel ervan verdwijnt via onze rioleeringen weer naar zee, een groter deel wordt via beken, rivieren en afwateringskanalen afgevoerd. Een betrekkelijk klein deel van de neerslag zakt in de bodem weg. Daarvan verdwijnt ook een deel omdat het door wortels van planten en bomen opgenomen wordt en via de bladeren verdampt. Slechts een heel klein percentage zakt uiteindelijk in de ondergrond weg. Dit water heet grondwater. Via poriën zijgt het heel langzaam naar de diepte en dikwijls ook naar de zijanten weg. In reliëfrijke gebieden, bijvoorbeeld langs beekdalen, komt het grondwater soms weer als kwelwater aan de oppervlakte. Doet het dat niet, dan zakt het ondiepe grondwater steeds verder de ondergrond in en wordt uiteindelijk diep grondwater. Doordat het water op weg naar beneden allerlei verschillende aardlagen passeert, wordt het als het ware van vervuilende bestanddelen gezuiverd. Bovendien is het inmiddels ook vrij van bacteriën. Grondwater is daarom een zeer belangrijke delfstof, waaruit zonder veel kunstgrepen zuiver drinkwater gemaakt kan worden: water zonder kleur, geur of smaak.

Precies zoals drinkwater behoort te zijn. Voor de winning van grondwater is het belangrijk te weten waar en hoe groot de voorraden zijn en vooral ook hoe oud het water is. Dit laatste geeft namelijk een aanwijzing hoe lang regenwater erover doet om een bepaalde diepte te bereiken. Aan de hand van radio-actieve isotopen (koolstof 14) is het mogelijk de ouderdom van grondwater te bepalen. Zo blijkt het dat diep grondwater dat op een diepte van zo'n 300 meter onder de provincies Groningen, Friesland en het IJsselmeer-gebied aanwezig is, gemiddeld 10.000 jaren oud is. Elders in Nederland kunnen deze waarden heel anders liggen. Op het eiland van Dordrecht bevindt zich op een diepte tussen de 100 en 150 meter, grondwater dat ruim 35.000 jaren geleden als neerslag naar bene-

den kwam. En in het centrale deel van de provincie Noord-Brabant is het grondwater op 400 meter diepte maar liefst 45.000 jaren oud. Water dus dat wellicht in de vorm van sneeuw halwege de laatste ijstijd is gevallen. Door het wegpompen van grondwater van dergelijk grote diepten voor drinkwaterdoeleinden wordt in versnelde mate grondwater uit hogere niveau's aangevoerd. Er treedt dus in relatief korte tijd vermenging op van water van verschillende ouderdommen. Op termijn kan dit uiterst nare consequenties hebben voor de kwaliteit van het water. Thans is het nog bijzonder zuiver, maar bekend is dat door de hoge mestbelasting en de vervuiling van de bovenste bodemlagen in het algemeen ondiep grondwater op heel veel plaatsen in ons land al lang niet zuiver meer is. Sterker nog: op veel plaatsen is het al dermate vervuild dat het veel moeite kost om daaruit in de toekomst drinkwater te maken. Dit vervuilde water is onderweg naar beneden; een soort tijdbom dus, waarvan de seconden steeds sneller aan het verstrijken zijn. Door voor algemeen gebruik steeds grotere hoeveelheden van het nu nog kwalitatief zeer goede diepe grondwater te winnen, loopt men het gevaar vermenging met vervuild, jonger grondwater te krijgen. Het is dus zaak zorgvuldiger met het fossiele water om te gaan, waarbij te denken valt aan een andere inrichting van de winning om het zuivere water te sparen. De enorme hoeveelheden proceswater die in veel bedrijven middels eigen pompinstallaties uit de diepte worden opgepompt, zouden in veel gevallen ook uit andere bronnen kunnen worden verkregen. Water is weliswaar een vervangbare delfstof, maar zeewater is nog steeds niet lekker!

H. Huisman

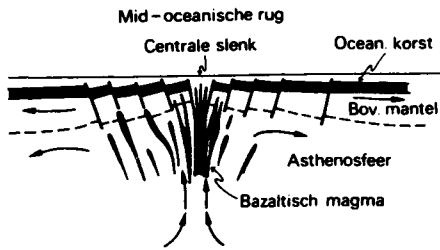
### Oceaanbodem magmakamers zijn lang en smal

Alweer geruime tijd is bekend dat diep onder de oppervlakte van de oceanen geweldige uitgestrekte en brede gebergteruggen aanwezig zijn, mid-oceanische ruggen genoemd. Vooral de gebergterug die over de volle lengte in het midden van de Atlantische Oceaan loopt is indrukwekkend. Deze

lange ruggen markeren de grens van twee uiteenwijkende aardplaten, waarlangs op grote schaal vulkanisme optreedt.

Dit vulkanisme, dat qua volume veel belangrijker is dat hetgeen er op land jaarlijks plaatsvindt, ontsnapt vrijwel geheel aan onze aandacht, omdat de enorme waterdruk de vulkanische uitbarstingen in de kiem smoort.

Onbekend was tot dusver hoe en waar het magma zich onder de oceaanbodem manifesteerde. Onderzoekers van de Universiteit van Rhode Island (U.S.A) hebben met behulp van akoestische trillingen de oceaanbodem ter plaatse van de Oostpacifische Rug onderzocht en daarbij langgerekte magmakamers ontdekt. Men is er langzamerhand van overtuigd dat magmakamers als het ware tijdelijke opslagkamers zijn van gesmolten gesteente dat van grote diepte uit de mantel opstijgt, alvorens het aan het oppervlak komt. Dit laatste noemen we dan vulkanisme. Spectaculair zijn daarbij de verschijnselen die op verschillende plaatsen op Aarde in grote vulkanen optreden. Veel onopvallender is het op de bodem van de oceaan. Hier treedt het magma via langgerekte scheuren en spleten tevoorschijn, waar het door het koude zeewater onmiddellijk stolt en er typische bolle structuren ontstaan, de zogenoemde kussenlava. Langs de grens van de twee aardkorstplaten wordt dus voortdurend nieuwe oceaanbodem gevormd. Hoewel men zulke magmakamers wel uit indirecte waarnemingen aanwezig vermoedde, had men ze nog nooit echt waargenomen. Vandaar dat over de grootte en de vorm ervan veel verschil van mening was. Sommige onderzoekers waren van mening dat de magmakamers vrij groot zouden zijn en permanent van aard, terwijl andere er slechts een tijdelijke verschijning in zagen. De Amerikaanse oceanografen hebben met behulp van twee kleine vaartuigjes een 3500 kilometer lang traject onderzocht tussen 9 en 13 graden noorderbreedte van de Oostpacifische Rug. Met bepaalde technieken werden de vaartuigen precies boven het midden van deze rug gehouden. Door op regelmatige afstanden van elkaar kleinde explosieve ladingen tot ontploffing te brengen werden schokgolven gegenereerd, die zich ook in de onderliggende oceaanbodem voortplantten. Uit de reflecties werd een



seismogram verkregen, waaruit de structuur van de zeebodem kon worden afgeleid. Reflecties die gedurende meer dan de helft van de tijd ontvangen werden, wezen op de aanwezigheid van magmakamers. Hoewel de wanden en de onderkant van de kamers niet waargenomen werden, kon men uit de seismogrammen wel het een en ander afleiden. De reflecties kwamen namelijk uit gebieden die slechts drie tot vier kilometer breed waren. Ze konden over tientallen kilometers lengte worden vervolgd. De bovenkant - het plafond - van de magmakamers bevindt zich zo'n 1, 2 tot 2,4 kilometer onder de oceaانبodem.

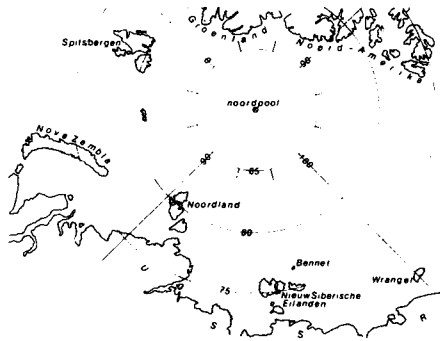
Nature 326

### Ijsdikte Noordelijke IJszee neemt af

De Noordelijke IJszee is een oceaan die vrijwel geheel door landmassa's wordt ingesloten. Alleen via de Bering-Straat en het zeegedeelte tussen Groenland en Noorwegen is een verbinding met de andere oceanen aanwezig. Gezien de grootte van deze doorgangen en de uitgestrektheid van de Noordelijke IJszee, kan gesteld worden dat deze laatste vrijwel geïsoleerd is. Geen wonder dat de Noordelijke IJszee grotendeels bevroren is.

Over de dikte die het ijs daar bereikt is wel het een en ander bekend. De poolreiziger Fridtjof Nansen, die in de jaren 1893 tot 1896 met zijn 'Fram' een lange tocht door deze IJszee ondernam, vond waarden variërend tussen de 3,1 en 3,8 meter dikte. Later hebben andere onderzoekers waarden gevonden die een veel grotere spreiding te zien gaven. Sinds men omsreeks 1960 en later meer atoomonderzeeërs lange duiktochten onder het ijs van de Noordelijke IJszee onderneemt is veel meer over de ijsdikte bekend geworden. De onderzoeker P. Wadhams van het Scott Polar Research Institute in Cambridge heeft metingen vergeleken van twee Britse onderzeeboten, die respectievelijk in 1976 en in 1987 nagenoeg hetzelfde traject van 6000 kilometer tussen Groenland en de Noordpool aflegden. Uit dit vergelijkend on-

derzoek kwam naar voren dat de gemiddelde dikte van het ijs in elf jaren tijd met 15% bleek te zijn afgenomen. Op enkele plaatsen werden zelfs afnames in de ijsdikte geconstateerd van ruim 6 meter in 1976 tot drie meter in 1987. Toch zegt zo'n extreme afname niet erg veel. Ijsdikten van meer dan vijf meter zijn meestal het gevolg van ijsstuwing die door wind en zeestromingen worden veroorzaakt. Afhankelijk van de weersomstandigheden variëren zij van jaar tot jaar. Het is verleidelijk de waar-



genomen afname in verband te brengen met het alom veronderstelde broeikas-effect. Maar voor een dergelijke conclusie is het nog veel te vroeg. Wel valt te verwachten als dit effect inderdaad het voorspelde gevolg gaat krijgen, dit het eerst in de poolgebieden waar te nemen is. Toch is het van groot belang de gedragingen van het ijs en de omvang ervan in de Noordelijke IJszee te blijven volgen. Hoewel het wegsmelten van dit ijs geen gevolgen heeft voor de stijging van de zeespiegel, heeft het dat wel voor het klimaat op het noordelijk halfrond.

Nature, 28-6-90

### Vulkanisme en klimaat

Al langere tijd is het bekend dat de klimatologische omstandigheden in de poolgebieden volgens een bijzonder strak schema verlopen.

Neerslag valt er in de regels als sneeuw. En wat niet verdampt blijft bewaard. Jaar na jaar hopen deze laagjes sneeuw zich op en worden onder druk van de bovenliggende sneeuw geleidelijk samengeperst tot ijs. Onderzoekers van de Universiteit van Californië in Los Angeles bestuderen al geruime tijd boorkernen uit de ijsskape op Groenland. Deze staven, die gezamenlijk een lengte van meer dan een kilometer hebben, zijn opgebouwd uit laagjes. Deze laagjes blijken te dateren te zijn dankzij kleine chemische verschillen in de neerslag. Hierdoor valt af te lezen hoeveel sneeuw er in een be-

paald seizoen gevallen is en dit tot meer dan 2000 jaren terug. De boorkernen zijn dus op te vatten als een soort kalender die door nauwkeurig onderzoek af te lezen valt. Merkwaardig is dat er op deze kalender omstreeks 40 jaar voor het begin van onze jaartelling een zomer ontbreekt.

Dit is heel bijzonder aangezien zomers als seizoen eenvoudig niet verdwijnen kunnen. De jaarlijkse gang van de Aarde rond de Zon kent geen onderbrekingen, ook in het verleden niet. Ook uit andere bronnen valt op te maken dat er omstreeks die tijd iets heel bijzonders aan de hand moet zijn geweest. Tellingen aan jaarringen van grote boomschijven van de mammoetboom in Californië blijken eveneens te wijzen op het 'ontbreken' van een zomer in 42 voor Chr. Koreaanse, Chinese en Romeinse bronnen geven een preciezer datering. Na de moord op Julius Caesar op 15 maart van het jaar 44 voor Chr. waren er aardbevingen en vertoonde zich overdag een rode komeet. Bovendien werd de Zon verduisterd.

Ook Koreaanse en Chinese kronieken hebben het over een rode komeet in dat jaar. Tussen 44 en 42 voor Chr. mislukte in China zes opeenvolgende graanoogsten en vrozen Moerbeibomen dood. Het 'verdwijnen' van dit zomerseizoen wordt geweten aan een serie zeer heftige uitbarstingen van de vulkaan de Etna op Sicilië in Italië in de periode kort na de dood van Caesar tot ongeveer een jaar later. De ijslaagjes uit de boorkernen van Groenland blijken zowel voor als na de betreffende zomer zwavelzuur te bevatten en zwavelzuur wijst op een vulkanische uitbarsting. Klimatologen denken dat zich toen enorme wolken stof en rook in de atmosfeer hebben gevormd, die tijdens nieuwe uitbarstingen aangevuld werden. Vulkanische stofwolken blijken zich op grote hoogte vrij snel wereldwijd te verspreiden en hebben vermoedelijk vooral op het noordelijke Halfrond het klimaat op een ingrijpende wijze beïnvloed.

NvhN