

De vorm der Aarde.

II.

In ons vorig artikel hebben wij aangetoond dat het wiskundig oppervlak der aarde met groote benadering kan beschouwd worden als eene omwentelings-ellipsoïde of sphaeroïde van bepaalde afmetingen. Dit resultaat berust eenenzijds op eene veronderstelling, anderzijds op metingen.

De veronderstelling is: dat de aarde eene sphaeroïde is. Zij bepaalt den wiskundigen vorm in het algemeen. De metingen leveren het materiaal voor de berekening van de afmetingen der sphaeroïde.

De veronderstelling berust op eene zuiver wiskundige toepassing van de algemeene wet der zwaartekracht, toegepast op eene wentelende vloeistofmassa.

Aan de juistheid der wiskundige behandeling door Newton, Clairault en anderen twijfelt wel niemand. Aan de waarheid van de wet der algemeene zwaartekracht, die door zoo talloze proeven en verscheidenselen bevestigd wordt, twijfeld ook wel niemand. Evenmin zal iemand bedenking hebben tegen het aannemen van eene draaiing der aarde om hare as. Er blijft dus slechts over aan te toonen dat de aarde beschouwd kan worden als eene vloeistofmassa.

Het is een bekend feit dat, naarmate men dieper in de aarde afdalt, de temperatuur toeneemt en wel gemiddeld 1° C. per 30 à 35 M. Dit verschijnsel is waargenomen overal op de aarde, waar men door mijnen of boringen in de aardkorst is doorgedrongen. Hieruit besluit men dat er eene algemeene oorzaak voor dit verschijnsel moet bestaan. Deze kan geene andere zijn dan dat het inwendige der aarde van zeer hooge temperatuur moet zijn. Berekeningen, steunende op genoemd feit, hebben aangetoond, dat op eene diepte van omstreeks 3,5 K.M. de temperatuur van kokend water moet heerschen, en op eene diepte van 7,2 K.M. een zoodanige warmtegraad, dat alle stoffen zich in vloeibaren toestand moeten bevinden. Merken we nu op dat de dikte der vaste aardkorst slechts $1/91$ van den straal der aarde bedraagt, dan mogen wij met voldoende grond aannemen dat de aarde eene vloeistofmassa is, omgeven door eene dunne vaste laag.

Wat het al of niet homogeen zijn der vloeistofmassa betreft, behoeven wij slechts dit op te merken, dat zulks geen invloed heeft op den wiskundigen vorm. Wij bedoelen dat, zoo men slechts aanneemt dat de vloeistofmassa of overal van gelijke dichtheid is, of dat de dichtheid regelmatig verandert van het middelpunt naar den omtrek, of wel dat de massa bestaat uit concentrische schalen van ongelijke dichtheid, alsdan de wentelende massa toch den sphaeroïde-vorm aanneemt. De beide laatste aannamen nu, zijn gevolgen der hydrostatische wetten, de eerste voor het geval men te doen heeft met ééne massa van homogene samenstelling, de tweede voor het geval dat verschillende vloeistoffen van ongelijke dichtheid — als olie, water en kwik — zich op elkander hebben geplaatst. Slechts de grootte der afplatting zal anders zijn. Newton nam aan gelijke dichtheid en vond door berekening dat de afplatting zou moeten zijn omstreeks $1/230$. Onze landgenoot Chr. Huygens nam aan dat de massa van de aarde in haar middelpunt geconcentreerd was, wat daarop neerkomt: aan te nemen dat de dichtheid van de oppervlakte tot het middelpunt toeneemt van 0 tot oneindig groot. Hij vond omstreeks $1/500$. Deze twee gevallen zijn de twee

mogelijke uitersten. A priori kon dus gezegd worden dat de ware afplatting, die noch Newton, noch Huygens hebben gekend, moet liggen tussehen $1/230$ en $1/500$. De ware afplatting is omstreeks $1/300$ en ligt dus dichter bij de overigens veel waarschijnlijker waarde van Newton. De vloeistofmassa der aarde wijkt dus waarschijnlijk slechts betrekkelijk weinig van de homogeniteit af.

Tot nu toe spraken wij slechts kortweg van het aardoppervlak. Wij dienen thans nader aan te geven wat onder het aardoppervlak te verstaan is. Is het het oppervlak van de zee, of wel het oppervlak van de vaste kern, of is het een denkbeeldig vlak?

Alle berekeningen, waarvan in het voorgaande sprake was, hebben betrekking op het oppervlak van de zee, alle graadmetingen zijn tot dit oppervlak herleid. Daarbij werd aangenomen dat dit vlak zich voortzette onder het vaste land in een net van kanalen, waarin het water vrij bewegen kon en ook kon stijgen en dalen. Dat vloeistofoppervlak kon dus volkomen vrij den sphaeroïde-evenwichtsvorm aannemen, zooals hij door de wenteling der aarde en de algemeene zwaartekracht werd bepaald.

Zoo meende men althans. Men zag hierbij echter eene omstandigheid over het hoofd, n.l. de aantrekking, die het vaste gedeelte der aardkorst, hetwelk hooger oprijst dan de zee, noodzakelijk moet uitoefenen op het water der zee. Denken wij ons een der genoemde kanalen voortgezet tot onder een hoogen berg, dan zal een waterdeeltje daar twee aantrekkingen ondergaan. De eerste naar beneden, door de aantrekking der aarde, de andere naar boven, door de aantrekking van het naar boven gelegen gedeelte van den berg. De laatste aantrekking is betrekkelijk aanzienlijk, omdat het naar boven gelegen gedeelte van den berg op geringen afstand van het waterdeeltje gelegen is. Dat waterdeeltje zal dus eene geringere aantrekking naar het middelpunt der aarde ondergaan dan wanneer het op denzelfden parallelcirkel geplaatst was aan de oppervlakte der vrije zee. Het zal dus zijn alsof het water onder den berg soortelijk lichter is geworden. Dat lichtere water moet volgens de wet van den hydrostatischen druk in communiceerende buizen, evenwicht maken met het water in de zee, waarmede het in open verbinding is. Het water moet dus onder den berg hooger staan dan in volle zee op denzelfden parallelcirkel. Het niveau van het water onder den berg zal nu in de veronderstelde kanalen geleidelijk, volgens eene vloeiende kromme lijn, dalen in de richting der zee om eindelijk op zekeren afstand van de kust over te gaan in den sphaeroïde-vorm der vrije zee. De oppervlakte van de zee zal dus nabij het vaste land verder van het middelpunt der aarde verwijderd zijn dan verre van de kust. Of om een meer gebruikelijke uitdrukking te gebruiken: het water zal nabij de kust hooger staan dan verre van de kust. Het verschil kan nabij de kust tot 500 M. bedragen. Het is dus niet juist aan te nemen dat het zeeoppervlak, voortgezet in kanalen onder het vaste land, den sphaeroïde-vorm zoude aannemen. Integendeel, dat vlak zal bergen en dalen vertoonen en slechts verre van het vaste land den sphaeroïde-vorm bezitten. Dit vlak is de ideale vorm der aardoppervlakte, zoowel voor de geographen als voor de geologen. Het draagt den naam: Geoid. Het is het ware oppervlak der zee. Konden wij ons A. P. overbrengen over de geheele aarde dan zoude de geoid overal $0,245$ — A.P. gelegen zijn 1). Alle hoogten zoogenaamd boven de

zee zijn dus hoogten boven de geoïde.

Men kan bewijzen dat de geoïde in elk harer punten loodrecht moet slaan tot de richting der daar heerschende zwaartekracht, waaronder wij verstaan de resultante van de aantrekkingen, die daar ter plaatse op een waterdeeltje worden uitgeoefend door alle deelen der aarde. Dientengevolge kunnen wij de volgende definitie geven:

De geoïde is het vlak dat in al zijn deelen loodrecht staat tot de richting der zwaartekracht.

De sphaeroïde is ook eene geoïde, maar voor de ideale aarde der wiskundigen, d.i. voor het oppervlak eener wentelende vloeistofmassa van gelijke of regelmatig veranderende dichtheid.

De geoïde kan zoowel boven als onder de sphaeroïde gelegen zijn. Zij ligt er boven onder het vaste land. Zij ligt er onder dáár waar de ware aantrekking grooter is dan de aantrekking zou zijn aan het oppervlak der sphaeroïde, b.v. boven een hoog oprijzenden onderzeeschen berg in eene diepe zee. Men kan zeggen dat de vorm der geoïde in al hare details bepaald wordt door de werkelijke grootte der zwaartekracht in elk harer punten.

Wanneer nu in een bepaald punt der aardoppervlakte de sphaeroïde en de geoïde niet samenvallen, doch schuin ten opzichte van elkander zijn gelegen, dan zullen de loodlijnen op beide vlakken in dat punt, ook niet samenvallen, doch een grootere of kleinere hoek met elkander maken. Deze hoek wordt genoemd de loodafwijking. De loodlijn op de geoïde wordt aangewezen door het schietlood. Dit wijst dus de ware verticaal aan. De loodlijn op de sphaeroïde kan niet bepaald worden. Alle astronomische en landmeetkundige instrumenten bezitten eene as, die met behulp van een waterpas verticaal gesteld moet worden. Deze as wordt dus steeds gericht volgens de ware verticaal d.i. de loodlijn tot de geoïde en wij bezitten tot nu toe geen middel om haar te plaatsen in de richting van de verticaal der sphaeroïde. Wel kan men de relatieve loodafwijking bepalen. D.i. indien men voor ééne plaats aanneemt dat de loodafwijking = 0 is, dan kan men voor eene andere plaats, die met de eerste door landmeetkundige en astronomische waarnemingen verbonden is, de daar aanwezige loodafwijking bepalen. Zoo werden door Jordan de volgende resultaten verkregen in het Schwarzwald:

Relatieve loodafwijkingen.

Mannheim	0	0	uitgangspunt.
Durlach	9",0	naar Z. en 7" naar O.	
Strassburg	2",5	" " " 0",7	" "
Feldberg	0",8	" " " 2"	" "

Uit deze cijfers blijkt dat geoïde en sphaeroïde in betrekking tot de aarde zeer weinig van elkander afwijken. Dit blijkt ook nog uit het volgende. De top van den hoogsten berg ligt omstreeks 8800 M. boven het oppervlak der zee, het punt van grootste diepte der zee omstreeks 9800 M. onder dat vlak. Nemen wij aan dat het hoogste en het laagste punt der geoïde de helft dier getallen kunnen bereiken, iets wat ongetwijfeld niet het geval is, dan zijn en geoïde en sphaeroïde gelegen binnen eene bolvormige schaal ter dikte van ruim 9 K.M. zijnde $\frac{1}{700}$ van den straal der aarde of $\frac{1}{1400}$ van hare middellijn, een bedrag dat ten opzichte van de aarde in haar geheel genomen, zeer klein mag genoemd worden.

Maastricht, Febr. 1915. L. A. J. KEULLER.

1) A.P. ligt namelijk 0,245 M + gemiddelde zeehoogte te Helder.

Museum van ons Genootschap te Maastricht.

Den Lezer heil! De Amphibiën (kikkers, salamanders, padden), de Reptielen (hagedissen, slangen, schildpad!!), maar geen hazelwormen) en de Visschen moeten dit voorjaar in ons Museum komen!

Wie stuurt? Ja, maar van elke soort slechts één exemplaar. Zoo iemand er vindt, dat hij (zij) eerst bericht met naam of korte beschrijving (geen dieren!) zende aan Swart, Maastricht, Bourgognestraat 6, of er nog materiaal noodig is. Per omme-gaande heeft hij antwoord.

In Limburg willen alle menschen sturen, dus krijgt de Museum-commissie veel schrijverij. Beter, dan veel dooderij. Eén beest (♂ en ♀) opofferen voor de verzameling, is voldoende. Twee dooden is barbarisme.

Adres voor de verzending der dieren: Looierstraat! Museum Nat. Hist. Genootschap te Maastricht.

Opmerking: Vooral „Looierstraat” schrijven, anders krijgt het Oudheidkundig Museum de pakketten en meent, dat de zendingen daar thuis hooren!

Officiële Mededeelingen.

Nieuwe leden Nat. Hist. Genootschap: Mevrouw MINK, op Staatsmijn Emma, Heerlen; D. ROSS VAN LENNEP, Heerlen; Dr. H. POELS, Welten; P. BROUNS, rector, Bunde.

„NATUURGENOT”.

Enkele maanden na den dood van ons medelid den heer Ern. Gadiot, moest de uitgave van „Natuurgenot in Huis”, ’t tijdschrift door hem met zooveel liefde geredigeerd, gestaakt worden.

Men kon, om finantieele redenen, de uitgifte niet volhouden. Maar toch deed de behoefte aan een dergelijk blad zich bij velen nog voortdurend gevoelen.

De „Visscherij-Courant”, te Amsterdam verschijnend, die 1 Mei a.s. haar tienden jaargang ingaat en van den beginne af gestreefd heeft naar bevordering van de liefde voor de natuur, zal nu als „bijblad” wekelijks „Natuurgenot” voor aquarium-, terrarium- en insectariumliebbers uitgeven.

De prijs voor een geheel jaar is f 1.50, waarvoor men dan tevens de Visscherij-Courant ontvangt.

JAARBOEKEN.

Voor leden van ’t Genootschap zijn bij den Bibliothecaris verkrijgbaar:

Jaarboek 1911	aan f 0.60.
” 1912	” f 1.10.
” 1913	” f 1.—.
” 1914	” f 1.—.

MAANDELIJSCH VERGADERING

te SITTARD, (Oranje-Hôtel), WOENSDAG den 24 FEBRUARI e.k., tegen half zes.

HET BESTUUR.