

# Paleomagnetisme en de drift der continenten

door J. H. Stel

## HYPOTHESE VAN WEGENER.

Ieder zal wel eens iets gelezen of gehoord hebben over de "Poolwandelingen." Met behulp van de hypothese van Wegener tracht men de klimaatsveranderingen te verklaren, waarvan de sporen op tal van plaatsen op aarde zijn gevonden.

Zo vinden we bijv. in België fossiele koraalriffen uit het Devoon. Korallen kunnen alleen groeien in tropische omstandigheden, waaruit dus moet volgen dat België tijdens het Devoon door een tropische zee bedekt is geweest.

Ook wijst de aanwezigheid van zout in Perm en Trias in de bodem van ons land op een tropisch of subtropisch klimaat.

Verder was - en is nog - opvallend dat de kusten van de verschillende continenten zo goed in elkaar passen.

Dit viel Wegener ook op. Hij trachtte hiervoor een verklaring te geven. Zo kwam hij op de gedachte dat de continenten uit één continent, het Pangea, voortgekomen zijn (zie fig. 1). Om dit te bewijzen heeft hij vele onderzoekingen verricht, o.a. in Groenland. Hij meende dat Groenland zich langzaam naar Amerika verplaatste. Later bleek echter dat dit niet het geval was. Hij had zich waarschijnlijk in zijn berekeningen vergist. Op één van zijn onderzoekstochten in Groenland kwam hij in 1930 om het leven.

Wegener verklaarde de drift nu als volgt. Hij vergeleek een continent met een schip. Het schip bestond uit Sial (Siliciumen Aluminium) en voer rond in een zee die uit Sima (Siliciumen Magnesium) bestond. De continenten waren dus niet onbeweeglijk, maar ze konden zich verplaatsen (fig. 2). De bezwaren tegen de hypothese van Wegener waren de volgende. Men kon zich niet voorstellen dat het "Sial-schip" in de "Sima-zee" kon varen. Geologen en geofisici wezen erop dat de continentale gesteenten, zoals bijv. granieten, en vooral de afzettingsgesteenten zoals bijv. zandsteen, veel minder sterk zijn dan de gabbro's, die als typische, dieptegesteenten voorkomen in de bodem van de oceaan. Basalten zijn tegen een veel hogere druk bestand dan granieten. Verder kon Wegener geen goede verklaring geven voor de krachten, die er nodig zouden zijn om deze drift te veroorzaken.

Toen Wegener met zijn hypothese kwam, werd deze met ongeloof ontvangen en daarna met enthousiasme aanvaard. Toen echter bleek dat de metingen op Groenland fout waren, begon men weer te twijfelen en Wegener's hypothese raakte in het vergetboek.

Nu probeert men op een andere manier de drift te verklaren. In de laatste jaren is gebleken dat Wegener toch gelijk had wat betreft de grond van de zaak. Nieuwe, Wegener onbekende, feiten zijn goed met zijn hypothese in overeenstemming. Een zeer belangrijke steun vindt Wegener's theorie in de uitkomsten van het onderzoek naar het Paleomagnetisme.

## PALEOMAGNETISME.

Hiermede is het mogelijk gebleken uit het magnetisme van de gesteenten de vroegere ligging van de polen te bepalen. Dit is de belangrijkste uitkomst van het onderzoek dat men - met enige vrijheid - fossiel magnetisme zou kunnen noemen. Dit is dus een fossiele afdruk van de ligging van het magnetisch veld tijdens de vorming van het gesteente.

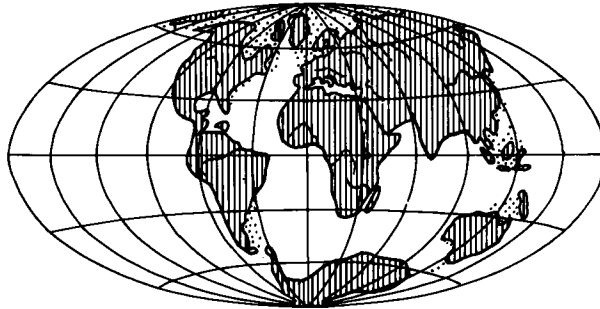
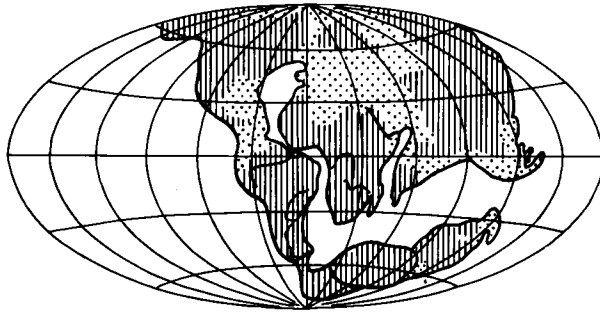
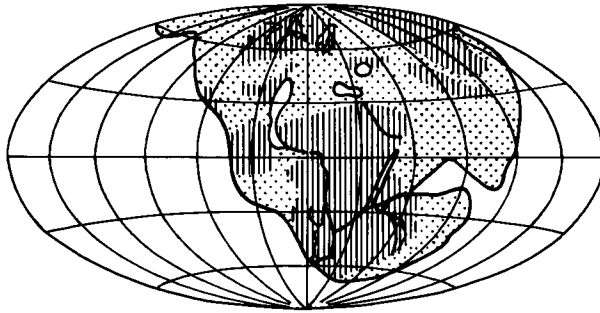


fig. 1

▨ LAND    ▨ ONDIEPE ZEE

Het uit elkaar drijven van de continenten.

(Naar prof. Dr. A. Wegener)

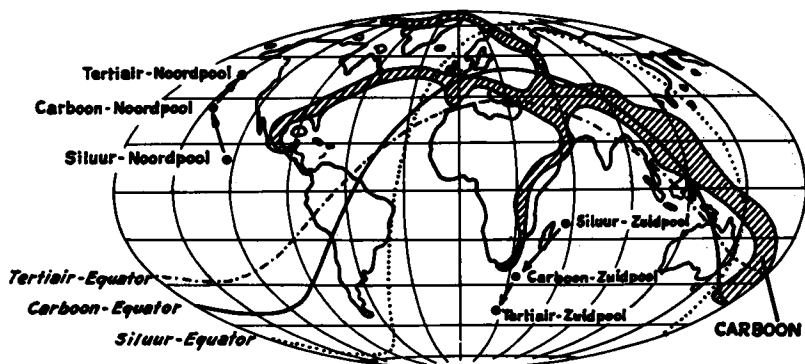


fig. 2

De verschuiving van de polen (naar Kreichoauer).

Uit onderzoekingen is gebleken dat alle gesteenten in meerdere of mindere mate magnetisch zijn. Vooral lava's zijn sterk magnetisch, maar ook afzettingsgesteenten vertonen deze eigenschap. Bij lava's is het met een zakkompas al aan te tonen.

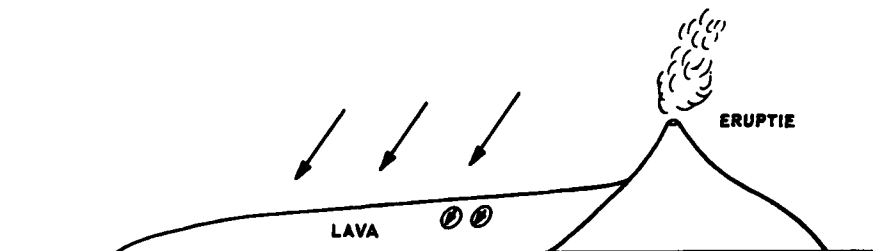


fig. 3

In fig. 3 zien we een vulkanische eruptie. De grote pijlen geven de richting aan van het toenmalig aardmagnetisch veld. De kristallen, die zich in de lava bevinden en waarvan de moleculen gevoelig zijn voor het aardmagnetisme, gaan in dezelfde richting liggen als het magnetisch veld op het ogenblik van de eruptie. Als de eruptie dus bijv. op de Noordpool plaatsvindt, dan is de richting van de kristallen loodrecht naar beneden. Op onze breedte zouden ze dus een hoek van  $53^\circ$  maken en op de evenaar een hoek van  $0^\circ$ . Als de lava afkoelt, worden de kristallen a.h.w. gefixeerd en blijven ze dus hun oorspronkelijke stand behouden. Ook sedimenten bijv. zandsteen, kunnen als magnetisch fossiel dienst doen. Dit kan echter alleen als er ijzerzoutverbindingen in zitten. Als de kristallen dan "groeien", is het mogelijk dat er een richteffect optreedt dat dan later wordt vastgelegd; dit heeft echter niet.

Gebleken is nu dat de richting van het moleculair magnetisch veld in gesteenten veelal niet in overeenstemming is met het huidige aardmagnetische veld. Hieruit kan men concluderen dat de aardschol zich sinds de vorming van het gesteente verplaatst heeft ten opzichte van het aardmagnetische veld. Onderzoekt men gesteenten

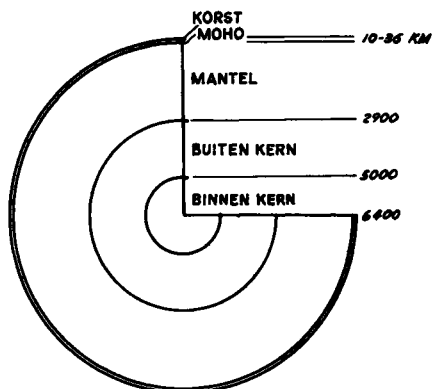


fig.5

Doorsnede van de aarde.

ten van ongeveer gelijke ouderdom uit verschillende continenten, dan blijkt voorts dat de continenten onderling verschillende verplaatsingen hebben ondergaan, en dat zij dus ook ten opzichte van elkaar verschoven zijn.

Het magnetisch fossiel hebben we dus te danken aan bepaalde in kleine hoeveelheden voorkomende mineralen in de gesteenten. De belangrijkste zijn de kristallen met ferrimagnetische eigenschappen, bijv. Hematiet ( $Fe_2 O_3$ ) en Magnetiet ( $Fe_3 O_4$ ), die we in het fase diagram (zie fig. 4) zien aangegeven.

#### AARDMAGNETISME.

Door vele geologen wordt aangenomen, dat de scheiding tussen mantel en kern zich op een diepte van ongeveer 2.900 km. bevindt. Verder veronderstelt men een binnenkern, die van 5.000 km. tot het middelpunt der aarde gaat, en een buitenkern, die van 2.900 km. tot 5.000 km. loopt (zie fig. 5). De buitenkern bestaat uit een vloeistof met metallieke eigenschappen; de binnenkern is vast. Bij radioactief verval komt warmte vrij; deze warmte wordt gedeeltelijk gebruikt om de buitenkern te verwarmen (een ander deel gaat door geleiding verloren). De buitenkant van de vloeibare buitenkern is niet zo heet als de binnenkant. Door dit temperatuurverschil ontstaat een stroming die van oost naar west loopt. Deze beweging geeft een ingewikkelde weg aanleiding tot elektrische stromen. Deze elektrische stromen veroorzaken op hun beurt weer een magnetisch veld. Het magnetisch veld van de Aarde is dus aan een vloeistofbeweging in de aardkern te danken. We zouden de Aarde kunnen vergelijken met een geweldige dynamo. Belangrijk in bovengenoemd proces is ook de invloed van de rotatie van de aardbol. Deze rotatie moet een richtende en oriënterende werking uitoefenen op de kernvloeistof (zie fig. 6).

Als men dit gelezen heeft, zou men kunnen denken dat de magnetische polen en de rotatiepolen precies zouden samenvallen, of anders gezegd, dat de rotatie-as precies zou samenvallen met de magnetische as. Dat dit niet waar is, weet iedereen. Het verschil tussen de magnetische en de geografische pool is ongeveer 1.600 km. De oorzaak van dit verschil is de kernvloeistof; deze vloeistof is n.l. niet overal gelijkmatig verdeeld. De magnetische pool zal steeds min of meer om de aardas blijven draaien.

We kunnen nu de volgende conclusie trekken. De richting van het magnetisch veld van de aarde is willekeurig. De fysieke Noordpool kan dus de fysieke Zuidpool zijn. Er kan dus een ompoling plaatsvinden.

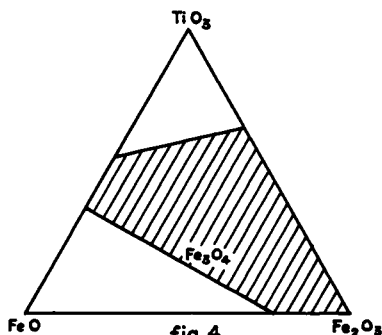


fig.4

FASEDIAGRAM

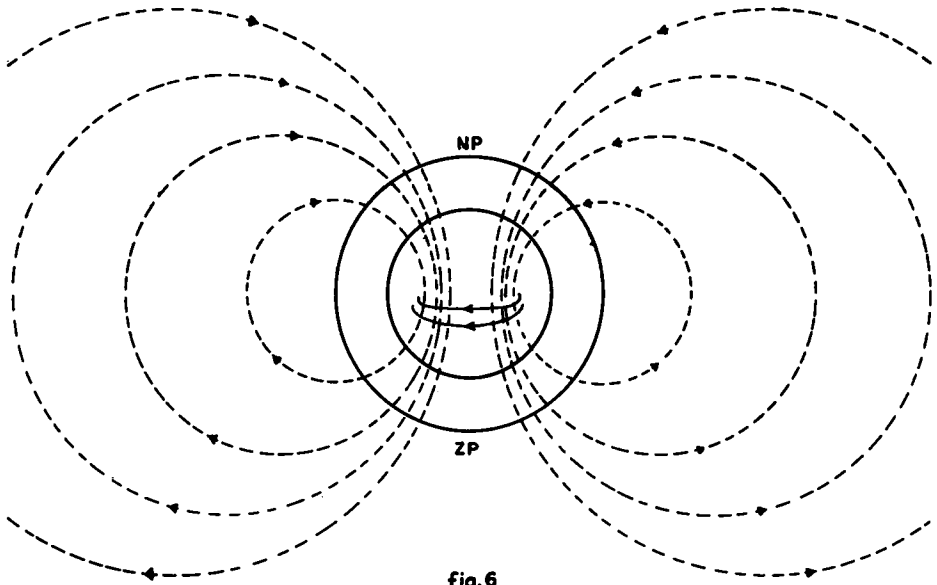


fig. 6

Opwekking van het aardmagnetisch veld (naar W.M. Elsasser)

Uit onderzoekingen, o.a. in IJsland, is gebleken dat dit al herhaaldelijk is gebeurd. De laatste ompoling heeft 2.000.000 jaren geleden plaatsgevonden. Dus op de grens van het Pliocen en het Pleistoceen.

#### AANWIJZINGEN VOOR DRIFT.

Er bestaat een zeer opvallende overeenkomst tussen de vorm van de kusten van Afrika en Zuid-Amerika. Als men deze twee continenten, de Atlantische Oceaan meegerekend tot een diepte van 200 m., bij elkaar voegt, passen ze precies in elkaar.

Geologisch passen ze ook zeer goed bij elkaar, want de gesteenten staan in nauw verband met elkaar. Deze overeenkomst gaat zelfs zeer ver. De vallei van het Amazonegebied vindt haar voortzetting aan de andere kant van de Atlantische Oceaan, in de lage landen tussen Liberia en Nigeria. De basaltlagen van het Parana-bekken in Brazilië sluiten aan bij de basaltafzettingen in Zuid-west-Afrika.

Als we de bodem van de Atlantische Oceaan bekijken, zal de zgn. Mid-Atlantische Rug ons meteen opvallen. De Mid-Atlantische Rug is een breukgebied midden in de Atlantische Oceaan. Deze rug heeft ongeveer dezelfde vorm als de kustlijnen van de aangrenzende continenten. Dit is zeer eigenaardig en doet denken aan een soort rekking.

Een voorbeeld van een tegenwoordige continentale beweging ziet men in Noord-Amerika, n.l. bij de St. Adreasbreuk (fig. 7). Deze breuk, die ongeveer 1.000 km. lang is, loopt loodrecht naar beneden. Het continent beweegt zich in Zuid-Oostelijke richting, de oceanbodem in Noord-westelijke richting.

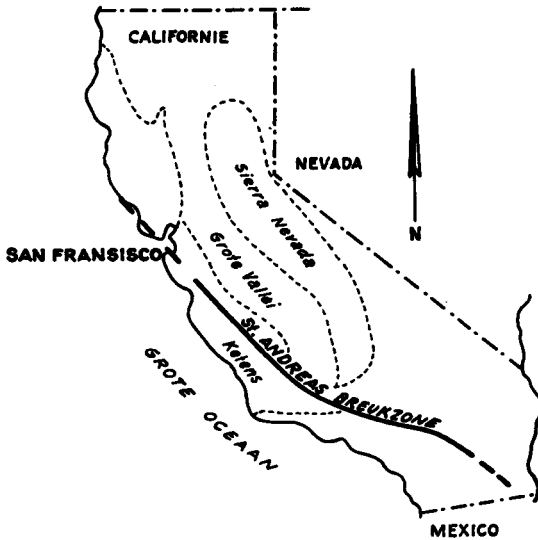


fig. 7

De St. Andreas breukzone (naar C.R. Longwell en R.F. Flint)

Deze kracht is echter veel te zwak om de continentale schollen in beweging te zetten.

Tegenwoordig weet men dat het inwendige van de aarde voortdurend in beweging is. Van de vloeistof in de aardkern is dit zeker, maar het is zeer waarschijnlijk dat ook de vaste gesteenten in de mantel van de aarde in beweging zijn. Hun snelheid is natuurlijk veel kleiner dan die van de kernvloeistof. Het optreden van aardbevingen op zeer grote diepte is hiervoor een bewijs.

Deze kunnen immers alleen maar ontstaan tengevolge van spanningen die daar opgehoopt worden door de langzame verplaatsing (zie fig. 9). We kunnen ons deze stroming wel voorstellen als die van een laagje pek in de zón. Als men ernaar kijkt, ziet men niet dat het groter wordt. Na verloop van tijd kan men het echter wel zien. Zo'n langzame stroming in de aardkorst neemt nu de continenten mee en verwijdert deze van elkaar, of brengt ze naar elkaar toe. Volgens Vening Meinesz waren er in het begin van de aardgeschiedenis twee stromingen (ongeveer tot het Carboon). De aardkern groeit echter door accumulatie van ijzer in de aarde. Doordat de aardkern groeit, zijn er steeds meer stromingen ontstaan; er zouden er nu 8 zijn (zie fig. 10).

De verschuiving heeft al een afstand van 500 km. afgelegd! Men heeft berekend, met welke snelheid de twee stukken land zich bewegen; dit is 1 cm per jaar. Hieruit volgt, dat de eerste verschuiving 50.000.000 jaren geleden begon. De drift van de continenten moet ook met deze snelheid hebben plaatsgevonden. Soms is deze snelheid groter of gebeurt ze in schokken (zie fig. 8). Men denke bijv. aan de aardbeving van 1906.

#### HOE DE DRIFT ONTSTAAT.

Nog steeds is niet verklaard, hoe de drift ontstaat of welke krachten het zijn die de continenten over grote afstanden verplaatsen. Wegener sprak van een poolvluchtkracht; d.i. een kracht die te danken is aan de aswenteling van de aarde.

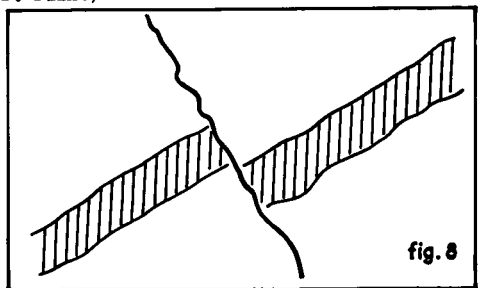


fig. 8

Horizontale verschuiving langs de breuk van St. Andreas (naar C.R. Longwell en R.F. Flint)

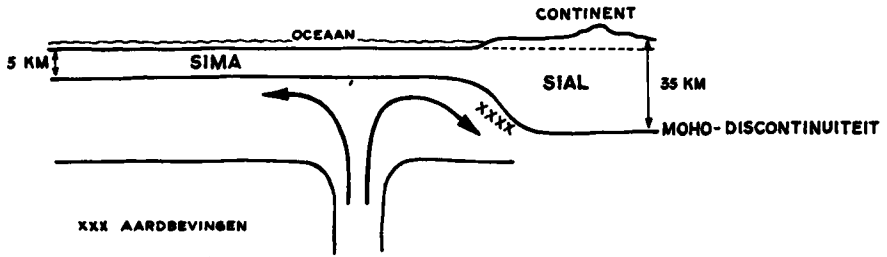


fig. 9

De "ligging" van de stromingen in de mantel.

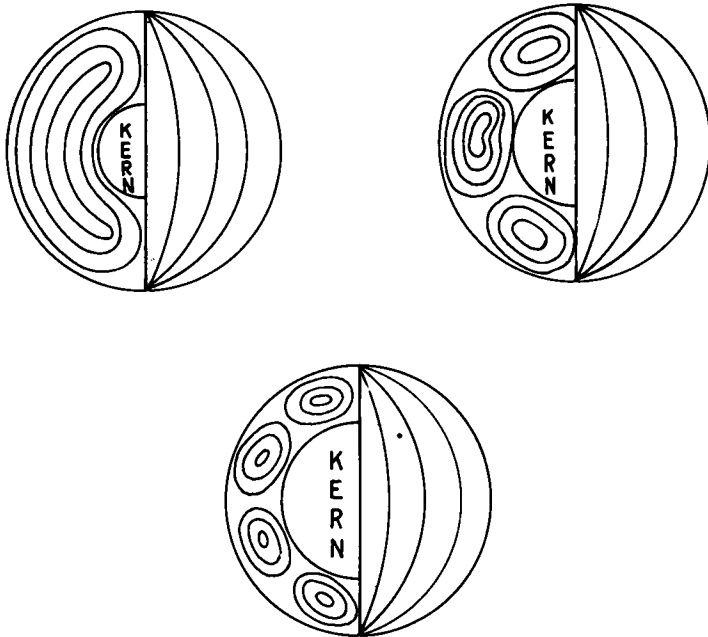


fig.10

De ontwikkeling van de stromingen van de mantelgesteenten in de aarde.

(naar F.A. Vening Meinesz).

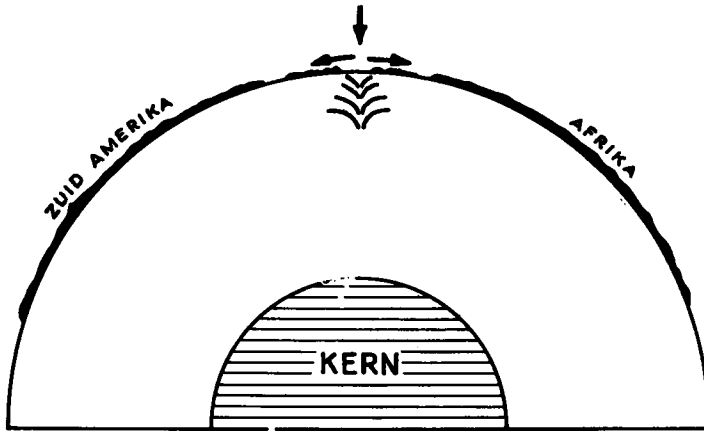


fig. 11

Door de opstijgende beweging van het mantelgesteente worden de continenten uit elkaar gedreven.

Tevens ontstaat door uitrekking in het midden van de oceaan een breukgebied.

In figuur 9 zien we hoe en waar deze stroming loopt, n.l. onder de Moho-discontinuïteit. Waar deze stroming onder een continent komt, moet deze naar een grotere diepte en hierbij zullen grote spanningen ontstaan, die aardbevingen kunnen veroorzaken.

Ook deze hypothese kan niet op alle vragen antwoord geven, maar misschien zullen verdere onderzoeken deze vragen kunnen beantwoorden.

#### GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

Prof. Dr. Alfred Wegener "Die Entstehung der Kontinente und Ozeane".  
W.A. Heiskanen en

F.A. Vening Meinesz "The Earth and its Gravity Field."

Maandblad "Natura"

van de Nat.hist.

vereniging

P.M. Hurley

Prof. Dr. L. Donlect

Isaïc Asinov

No. 3 (414): 15 maart 1933.

"Hoe oud is de Aarde" (U 102).

"Natuurrampen en hun oorzaken."

"De moderne natuurwetenschappen".

Deel I. (prisma 913).

3 april 1964.

A.O. 1006