

OUDE EN NIEUWE THEORIEËN  
OVER  
AARDBEVINGEN EN VULKANEN.

DOOR  
R. E. DE HAAN.

(Vervolg van bladz. 150).

Aardbevingen zijn schuddingen van de vaste deelen der aarde. In 't binnenste voortgebracht, breidt zich zulk eene beweging straalswijze naar alle richtingen uit, en bereikt eindelijk de oppervlakte, alwaar zij, aan den eenen kant geen tegenstand meer ontmoetende, zich het sterkst openbaart. Nu eens treedt zulk eene schudding meer plaatselijk op; dan weder wordt men haren invloed over aanzienlijke oppervlakten gewaar.

Nu eens is de intensiteit gering, op een ander keer van dien aard, dat alles in het rond de vernielende uitwerking der beving ondervindt. Verzakkingen en verschuivingen van den grond, het vormen van ontzagelijke spleten en kloven treden in 't gevolg dezer natuurverschijnselen soms op. Blijvende verheffingen worden almede enkele malen waargenomen.

De zee wijkt van den oever terug om daarna met de toomelooze woede van een verhoogden vloed op de kusten aan te stormen, alles meesleurende, alles vernielende.

Nu eens staan zij op zich zelf, dan weder gaan zij vergezeld van vulkanische uitbarstingen. Zoo schijnen ze deels met de erupties der vulkanen in verband te staan, deels van deze onafhankelijk te zijn.

Gewoonlijk onderscheidt men drieërlei soort van aardbevingen, t. w. 1° de *undulatorische* of golfbeweging, waarbij de grond zich op en neer beweegt, terwijl tevens deze storing van het evenwicht zich golfsgewijze voortplant. Deze soort komt het veelvuldigst voor en is gewoonlijk minder gevaarlijk. Meer te vreezen is 2° de *succussorische* of stootende beweging, waarbij de aarde als het ware loodrecht naar boven wordt geworpen. Eene derde soort van aardbeving wordt met den naam van *rotatorische* of ronddraaiende aangeduid, ten gevolge van welke beweging de aarde als in een cirkel wordt rondgedreven en tevens een opwaartschen stoot ontvangt. Zooals te denken valt is tegen zulk eene beweging, als zij genoegzame intensiteit erlangt, niets bestand.

Dikwijls wordt de eigenlijke schudding voorafgegaan van een onderaardsch gerommel, dat over groote oppervlakten gehoord wordt, en overal zich voordoet als of het uit de nabijheid afkomstig is; hieruit blijkt, dat dit geluid uit eene aanmerkelijke diepte zijn oorsprong ontleent. Omgekeerd blijft, niettegenstaande dezen onderaardschen donder, de aardbeving zelf somtijds uit.

De stooten zijn in den regel kort van duur, b. v. bij de aardbeving van Caracas (1812) volgden drie stooten elkander op; de eerste, die vijf à zes seconden duurde, deed de klokken aanslaan; de tweede van dubbelen duur bracht den grond in eene golfvormige beweging; de derde, vertikale stoot duurde drie à vier seconden, zette zich in eene voortschrijdende golfbeweging om en verwoestte in een ommezien de geheele stad.

Bij de aardbeving van Lissabon wierp de eerste sterke stoot, die slechts vijf seconden duurde, alle groote gebouwen omver; na vier minuten volgden twee bliksemsnelle stooten, die de verwoesting voltooiden.

BOUSSINGAULT verhaalt van een aardbeving, waarbij de grond vijf minuten achtereen onophoudelijk sidderde, en daarbij in een golfvormige beweging verkeerde. Somtijds volgen de stooten, met grootere of kleinere perioden van rust, elkander maanden lang op. Calabrië kwam van 1783 tot 1788, dus vijf jaren lang, bijna niet tot rust, en in het jaar 1783 werden aldaar niet minder dan 949 schokken waargenomen, waaronder 98, die meer of minder gevaarlijk konden genoemd worden.<sup>1</sup>

Het gebied, waarover zich een aardbeving kan uitbreiden, is somtijds zeer groot.

De aardbeving der Rijnlanden van 29 Juli 1846 werd gevoeld

<sup>1</sup> Zie VOGT, *Lehrb. der Geol. u. Petref.* II 206.

over een oppervlakte van 2200 vierkante mijlen; de Visperaardbeving van 25 Juli 1855 omvatte 3700 vierkante mijlen; die van Lissabon werd in Noorwegen, Zweden, Massachusetts en de Antillen bespeurd, en omvatte 700.000 vierk. mijlen. Plant zich eene aardbeving van een centrum uit naar alle richtingen voort, dan heet zij *centraal*; heeft die voortplanting slechts in ééne richting plaats, dan noemt men haar *lineair*. De aardbevingen van Zuid-Amerika blijven gewoonlijk beperkt tot de zoom lands tusschen den Oceaan en de Cordillera's. Zij zijn dus lineair.

Bij de *transversale* bevingen, gaat de schudding niet uit van een enkel punt, maar van eene zoogenaamde bevingsas, om zich van deze uit in bepaalde richting in rechte lijnen voort te planten.

Het punt binnen de aarde, van waar de stoot uitgaat, noemt men het *centrum*; dit ligt, dikwijls althans, op betrekkelijk geringen afstand van de aardoppervlakte. Bij de aardbeving van 1857 in het Napelsche, lag dit centrum waarschijnlijk op eene diepte van  $1\frac{1}{2}$  Geogr. mijl. Bij die van Belluno (1872) lag het op eene diepte van ééne mijl, terwijl voor de Midden-Duitsche aardbeving van 1872 het centrum werd bepaald op 2.4 mijl onder de oppervlakte der aarde. In al deze gevallen moest men dus het uitgangspunt niet in den gloeiend vloeibaren kern maar in het niveau der vaste schors, zelfs somtijds in dat der oudere sedimentgesteenten zoeken. In welk verband deze feiten staan tot de aardbevingstheorieën zal nader blijken.

De snelheid van voortplanting varieert dikwijls van 500 tot 1000 meter per seconde. De richting der gebergten, de mechanische structuur der rotssoorten schijnt op de voortplanting van invloed te zijn. In de Pyreneeën gaan de stooten meest van het westen naar het oosten, dus in de richting van de as des bergketens; in Engeland planten zij zich voort van het zuidwesten naar het noordoosten, de strijklingslijn der geologische formaties. Zeer zelden breiden zich de golven dwars over bergketens uit.

De veelvuldigheid der aardbevingen staat in verband met den geognostischen aard van het terrein, of is afhankelijk van deszelfs vulkanischen aard. Al naar gelang nu de aardbevingen met de vulkanen in verband staan of niet, onderscheiden vele geologen tweeërlei soort van aardbevingen, de *neptunische* en de *vulkanische*. De laatste soort willen wij in verband beschouwen met de theorie der vulkanische erupties; daarom hier allereerst een woord over de z. g. neptunische aardbevingen.

Deze worden toegeschreven aan de oplossende en wegvoerende kracht des waters, tengevolge waarvan er groote hopen ontstaan, die aanleiding geven tot instortingen.

Steenzoutbeddingen, kalksteenen en gipslagen worden opgelost. Zandsteenen verliezen hun bindmiddel en daarna kunnen de afzonderlijke zandkorrels mechanisch worden weggevoerd.

Hoe warmer het water is en hoe meer koolzuur het bevat, des te aanzienlijker is zijn oplossend vermogen.

Zijn bijna overal eenige dezer werkzame factoren aanwezig, op sommige plaatsen treffen verschillende te zamen, om het effect te verhoogen. Hopen zullen wel meest in kalkgebergten worden gevonden, of daar, waar steenzout- en gipslagen worden aangetroffen. In de nabijheid van oude vulkanische haarden, alwaar aanzienlijke massa's koolzuur nog steeds uit de gesteenten ontwikkeld worden, zal de oplossende kracht van het water in gelijke mate toenemen.

Reeds is opgemerkt, dat ook *enkele* bestanddeelen aan de gesteenten kunnen worden ontnomen, dat de silikaten daarbij hun alkali, ja zelfs hun kiezelzuur kunnen verliezen, zoodat zij, poreus geworden, bezwijken onder den last, dien zij dragen. Van een en ander nu zijn instortingen het gevolg, en tot ver van het aanvankelijk tooneel der verzakking worden vaste deelen der aardschors in deze beweging medegesleept. De schudding deelt zich aan steeds meerdere massa's mede, maar verliest evenredig aan kracht. »Even gelijk een stoot of slag met een hamer, op den onderkant van een houten cylinder aangebracht» — zegt de overleden Hoogleeraar dr. H. VOGELSIANG — »alle houtdeeltjes in beweging brengt, en eindelijk het bovenvlak bereikt, alwaar men door opgestrooid zand de trillingsbeweging kan zichtbaar maken, zoo ook planten de deelen der aardschors den ergens opgewekten stoot in alle richtingen voort.»

De intensiteit is daarbij afhankelijk van de massa der vallende deelen, alsmede van de veerkracht der molekulen, waaruit de aardlagen zijn samengesteld.

Rotsachtige terreinen zijn daarom meer bevorderlijk voor het overbrengen der trillingen dan losse zand- of kleilagen. De intensiteit, waarmede de aardbeving optreedt, is daarbij in geen geringe mate afhankelijk van de diepte, van waar de stoot is uitgegaan.

Men ziet in deze theorie wederom die van VOLGER en MOHR opduiken, evenwel met dit verschil, dat MOHR *alle* aardbevingen aan genoemde oorzaak toeschrijft, en daarbij de omzetting van het mecha-

nisch arbeidsvermogen der dalende massa's in warmte voldoende acht, om alle verschijnselen van het vulkanisme hieruit tevens af te leiden. Andere geologen — en wel de meesten — zooals CREDNER, VOGELSANG e. a., ook VOGT, schrijven aan genoemde oorzaak wel *vele*, maar *niet alle* aardbevingen toe, en, ofschoon overtuigd, dat de straks berekende omzetting onvermijdelijk moet plaats vinden, meenen zij toch te moeten betwijfelen, of gezegde warmtehoeveelheid zoo bijeen wordt gehouden, dat zij zulke groote hoeveelheden silikaten tot smelting kan brengen als MOHR beweert. CREDNER en VOGELSANG zijn daarbij aanhangers van de theorie van een z. g. centraalvuur; VOGT, gelijk wij reeds zagen, is ten opzichte van die vloeibare aardkern zeer skeptisch gestemd. Voor 't oogenblik hebben wij ons evenwel slechts vast te houden aan het feit, dat 1<sup>o</sup> de oplossende en meevoerende kracht des waters holten vormt; 2<sup>o</sup> dat deze holten aanleiding geven tot instortingen; 3<sup>o</sup> dat de bewegende aardmassa's aardbevingen veroorzaken.

Deze theorie wordt ondersteund door de volgende daadzaken.

Terreinen, die het meest door aardbevingen worden geteisterd, herbergen in den ondergrond oplosbare gesteenten. In het Zwitsersche kanton Wallis hebben veelvuldig aardbevingen plaats; nu weet men, dat gemelde streek rijk is aan gipslagen, welke blijkens de hier aanwezige sterk gipshoudende bronnen, zooals die van het Leuker- en Briegerbad, aanhoudend worden uitgeloozd. Gelijke omstandigheden laten zich aanwijzen voor Brussa in Klein-Azië. Is het waar, dat de zetels der oud-vulkanische haarden rijk zijn aan koolzuur, dan vinden wij hierin al weder de verklaring van het feit, dat de Midden-Rijnstreek zoo sterk geteisterd wordt door aardbevingen.

Het schijnt, dat deze natuurverschijnselen in den winter talrijker voorkomen dan in den zomer. Hierin willen sommigen een bewijs zien voor den neptunischen aard der (of van sommige) aardbevingen. Ons dunkt, dat de meerdere watertoevoer van den herfst en den winter eerst eenigen tijd *later* zijne oplossende werking zal hebben voltooid. Ten hoogste zou men hierbij moeten denken aan de *wegvoerende* kracht des waters, een faktor, die evenwel, vreemd genoeg, door geen der schrijvers over dit onderwerp in rekening werd gebracht.

VOLGER, MOHR, CREDNER, en wie ook, spreken steeds eeniglijk van de *oplossende* kracht.

Hoe eenvoudig de theorie der neptunische bevingen ook schijne, anderen, gelijk FALB, putten uit de gronden, waarop deze theorie steunt,

juist het bewijs voor eene hypothese, die daarmede in lijnrechten strijd is! FALB noemt deze »Einstürz Theorie" eene *oude mummie*, in den jongsten tijd uit haar graf gehaald, aan wie men te vergeefs nieuw leven trachtte in te blazen. Hij wil haar daarom in alle stilte weder naar de grafstede dragen »und ihr, im Interesse der Wissenschaft, eine ewige Ruhe wünschen."

Waarom komt deze instortingstheorie FALB zoo absurd voor?

Wanneer wij weten, dat reeds 90 jaren vóór CHRISTUS de Romeinsche dichter en wijsgeer LUCRETIVUS, in zijn »*De natura rerum*», spreekt van holen in de aarde, die eindelijk bezwijken voor den last, die op hen rust, zoodat er instortingen ontstaan, waardoor de aarde in schuddingen geraakt, die als aardbevingen aan de oppervlakte te voorschijn treden; wanneer wij weten, dat in den tijd der hoogste geologische ontwikkeling, mannen als CREDNER en MOHR, om van anderen niet te gewagen, nog aan datzelfde denkbeeld blijven hangen — ziet, dan zijn wij wel verlangend de motieven te leeren kennen, die de »oude mummie" maar weer willen wegbergen om haar eene eeuwige rust toe te wenschen.

FALB zegt, en hierin heeft hij zeker geen ongelijk, dat wij hier te doen hebben met een zeer samengesteld verschijnsel, zoodat het niet aangaat slechts één moment uit dien complex te halen, om dit alléén te verklaren. Niet enkel de bodembeweging moet verklaard worden, maar alle details, welke bij de aardbevingen optreden, moeten in de theorie eene plaats kunnen vinden. Zijn tegenbewijs komt op het volgende neer:

1° Wanneer eene onderaardsche massa instort, wordt eerst de bodem der holte getroffen; daarna ontvangen de wanden den schok, die nu den stoot *verzwakt* naar de oppervlakte voeren. Hieruit volgt dat de siddering plotseling met de grootste kracht, die haar nog overblijft, in 't leven treedt en *afnemend* verlopen moet. Elke door een stoot opgewekte trilling begint met hare grootste amplitudo en neemt allengs in grootte af. Bij eene aardbeving heeft het *tegendeel* plaats. De trilling vangt met de *kleinste* phase aan en klimt binnen weinige seconden tot haar hoogste effect, die een explosief karakter draagt.

2°. Bij aardbevingen is de *eerste* (explosie)stoot altijd de *sterkste*, en deze wordt gewoonlijk gevolgd door een *aantal* zwakkere stooten. Wanneer er maar één stoot plaats grijpt, is deze altijd zeer zwak.

Eene instorting binnen de aarde kan tot ééne enkele instorting beperkt blijven, maar zij kan ook door meerdere gevolgd worden.

Elke instorting kan verder even zoo goed door eene groote als

door eene kleine massa veroorzaakt worden, zoodat er beurtelings sterke en zwakke aardbevingen zouden kunnen ontstaan. Maar wie kommandeert, wanneer er vele massa's achtereenvolgens vallen, deze zoodanig, dat de eerste massa's steeds de grootste zijn? Waarom zouden b. v. eenige geringe afbrekingen niet kunnen voorafgaan, om met eene groote massa-beweging te eindigen? Bij aardbevingen is zulks *nimmer* het geval.

3<sup>o</sup> De aardbevingen nemen van den aequator naar de polen in aantal en kracht af. En juist in de heete gewesten, waar minder regen valt en de gevallen regen voor een goed deel weder terstond verdampt, moesten dan die uitspoelingen zeldzamer zijn en de aardbevingen om die reden minder talrijk.

4<sup>o</sup> Hoe is de instortingstheorie in overeenstemming te brengen met het feit, dat dezelfde centra steeds weder getroffen worden, en er toch in het gebied van deze geene *inzinking* van den grond plaats heeft? Elke instorting, die de oude ruimte opvult, moet noodwendig tot de vorming eener nieuwe holte aanleiding geven, enz. en zoo zouden deze laatsten steeds hooger naar boven worden verplaatst, om eindelijk de aan de oppervlakte gelegen laag te doen instorten. Wij hebben echter gegronde reden om aan te nemen, dat de kracht, die de aardbevingen in 't leven roept, in den loop der eeuwen wel is af- maar niet is toegenomen. Bij de instortingstheorie zou het tegengestelde het geval moeten zijn.

5<sup>o</sup> Welke kolossale massa's aarde zouden niet aan die instortingen moeten deelnemen, om een tiende gedeelte der aardoppervlakte in hare gevolgen te doen deelen?

6<sup>o</sup> Werkelijk waargenomen instortingen, zooals die van *Goldau*, *Plurs* (1668), van *Villach* in Karinthië (1848), verliepen, zonder dat er van aardbevingen, zelfs van zwakke schuddingen iets is bepeurd geworden.

En wanneer instortingen, die aan de oppervlakte plaats prijpen, geen aardbevingen kunnen tot stand brengen, hoeveel minder zijn onderaardsche aardvallen daartoe in staat, bij welke het mechanisch effect zich over veel meer punten verdeelt?

Deze zijn de voornaamste bewijsgronden, welke *FALB* aanvoert tegen de theorie der instortingen. Men zal moeten erkennen, dat zij niet ten eenenmale uit de lucht zijn gegrepen, alhoewel het ook wederom niet moeilijk valt hier en daar iets van hunne bewijskracht af te dingen, vooral waar *FALB* zich beroept op »*ausnahmslose Gesetze*,»

die door andere waarnemers niet als zoodanig worden opgevat.

Bovendien wil dezelfde geleerde niets weten van eene onderscheiding der aardbevingen in vulkanische en neptunische.

Hij grondt zich hierbij voornamelijk op het volgende: alle aardbevingen zijn volkomen identieke verschijnselen, die met dezelfde details optreden aan den Vesuvius en den Etna, als in Midden-Europa, in Boven-Italië en Zwitserland als aan de westkust van Z. Amerika; en aan volkomen identieke verschijnselen kunnen wel geen verschillende oorzaken ten grondslag liggen. Zou het niet belachelijk zijn aan een sterken regen eene andere oorzaak toe te schrijven dan aan een zwakken, aan den regen in Europa een andere dan aan dien in Azië? De bliksem heeft overal dezelfde oorzaak: vereffening der electriche spanning. Of het sterk bliksemt of zwak, in de wolken of aan de oppervlakte der aarde, de oorzaak van het bliksemen blijft dezelfde.

De conclusie is ongetwijfeld juist; eene andere vraag is het of de praemissen zulks ook zijn. De praemissen zijn voor FALB gelegen in eene nog niet voldoende opgehelderd punt, t. w. de verdeeling der aardbevingen over de jaargetijden.

Een schifting van het materiaal der aardbevings-statistiek leert FALB het volgende: <sup>1</sup>

Op welke wijze ook bijeen genomen, steeds vallen van eene bepaalde reeks aardbevingen de maxima in Januari en October, de minima in de zomermaanden.

Van de 2751 aardbevingen, vermeld van 800—1794 n. C. waren er verdeeld over de 12 maanden des jaars:

over Januari.....	324	over Juli.....	198
» Februari.....	248	» Augustus...	195
» Maart.....	215	» September..	207
» April.....	220	» October....	234
» Mei.....	215	» November..	223
» Juni.....	213	» December...	259

of percentsgewijs:

Jan.	11.8	9.5	Juli	7.2	6.9
Febr.	9.0	9.1	Aug.	7.1	8.3
Maart	7.8	8.6	Sept.	7.5	7.2
April	8.0	8.6	Oct.	8.5	10.3
Mei	7.8	7.7	Nov.	8.1	8.8
Juni	7.8	6.0	Dec.	9.4	9.0

<sup>1</sup> Men vergelijke hierbij de stellingen van SCHMIDT op een der laatste bladzijden van dit artikel.



Voor de 2741 aardbevingen, vermeld van 1795—1842, zijn deze percentsgetallen opgegeven in de tweede kolom.

Omvat de eerste rij 1000 jaren en de laatste slechts 50, terwijl het aantal bevingen gelijk is, zoo moet men in het oog houden, dat in de laatste tijden meer aardbevingen zijn opgeteekend dan vroeger. Toen toch bleef de herinnering aan *sterke* schokken alleen bewaard, terwijl men in den tegenwoordigen tijd ook de zwakkere schuddingen opteekent. Nu leert ons vorenstaande tabel, dat de verdeeling der aardbevingen, zoowel voor de zwakke stooten als voor de meer hevige, over de verschillende maanden hetzelfde verloop heeft. In Januari, April, October heeft men een maximum, in Juni en Juli een minimum. Dus is het aannemen van verschillende oorzaken, en de onderscheiding in vulkanische en niet-vulkanische aardbevingen, — terwijl volgens sommigen de niet-vulkanische de meer zwakke zouden zijn — eene ongerijmdheid.

Is evenwel het materiaal door FALB verzameld groot genoeg — en vertrouwbaar? Van de beantwoording dezer vraag hangt in dezen veel af.

Wat verstaan wij evenwel door vulkanische aardbevingen?

Zij hangen ten nauwste samen met de vulkanische uitbarstingen, zoodat wij beide verschijnselen tegelijk in hun aard en wezen zullen schetsen. Volgens de vulkanisten worden deze in 't leven geroepen door de reactie van de vloeibare kern tegen de vaste schors.

Ten gevolge van het voortdurend warmteverlies, dat de aarde lijdt — de kern staat warmte af aan de schors, de schors straalt de warmte wederom uit in het hemelruim — trekt zich de schors steeds meer en meer samen, en oefent dientengevolge eene drukking uit op de gesmolten kern. De vloeibare massa wordt nu in de spleten geperst, waarmede de schors doortrokken is, stolt in deze tot z. g. *gangen*, of bereikt de oppervlakte der aarde om zich over deze tot z. g. dekken (beddingen) uit te breiden, of naar lager gelegen deelen weg te vloeien. Meestentijds — en in 't hedendaagsche geologische tijdvak zonder uitzondering — ontmoet de vloeistof op haar tocht naar boven het water, dat vooral in de spleten, kloven en poriën van de gesteenten aanwezig is.

Ook kan het gebeuren, dat het water zelf den tocht naar beneden aanvangt, geholpen door de drukking der daarop staande enorme waterkolom, en zoo den smeltvloed bereikt. In 't eerste geval heeft er rapiede dampontwikkeling plaats; in het tweede geval vermengt zich het oververhitte water met de vloeibare bestanddeelen van de kern,

stijgt met deze naar boven, komt hier onder een mindere drukking en neemt den gasvorm aan. Zoowel in 't eene als in 't andere geval hebben explosies plaats; onderaardsche, die aardbevingen verwekken, bovenaardsche, die de vulkanische erupties veroorzaken.

Het verloop eener eruptie is in hoofdtrekken als volgt. Bij den plotseligen overgang van het vloeibare water in den gasvorm, wordt de lava fijn verdeeld; de kracht van den waterdamp oefent haar werking uit op de vaste deelen van den vulkaan en den omtrek, die in somtijds heftige schuddingen geraken; waar de minste weerstand is, slijt het gesteente, maar nog altijd vinden de gassen en dampen geen uitweg, tot eindelijk de spanning zoodanigen graad erlangt, dat zich eene opening vormt; bij een reeds gevormden vulkaan barst met een hevigen slag het kraterdek; de materialen, die de pijp hadden verstopt, worden tegelijk met genoemd dek in duizend fragmenten gescheurd, en door de spankracht der gassen, tegelijk met deze, hoog in de lucht geslingerd.

De fijn verdeelde lava mengt zich daaronder; boven den kratertop verheft zich nu eene z.g. rookkolom, die samengesteld is uit gecondenseerden waterdamp, fijn verdeelde lava (asch) gemengd met steenbrokken (bommen en rapilli), soms nog met zoutzuurgas en zwaveligzuur.

Uit de vulkanische wolk schieten soms felle bliksemstralen, daar de overgang van den waterdamp in vloeibare druppels een sterk elektrischen toestand in 't leven riep.

De lava zelf is intusschen steeds hooger en hooger gestegen, om eindelijk den kratertop te bereiken, en van hier naar beneden te vloeien. Allengs houdt de ontwikkeling van gassen op, de lava zinkt weder naar beneden en het eind der uitbarsting is daar.

Intusschen zij niet te vergeten, dat een vulkanische uitbarsting niet noodwendig gepaard behoeft te gaan met de uitvloeijing van lava.

De meeste vulkanen der aarde hebben nimmer lava geleverd, een bewijs, dat de drukking soms niet toereikend is om de vloeistof tot de vereischte hoogte omhoog te persen. Bij den Etna vloeit zij slechts bij uitzondering uit den *hoofd*krater; daarentegen bersten de flanken van dezen vulkaan, zoodat zich eene groote menigte parasietische kegels vormen, de z.g. *kinderen van den Etna*. De vulkanen van de Andes hebben bijna nimmer lava geleverd. Bij deze kan de drukking de lava zelfs niet opvoeren tot de basis, waarop deze vulkanen rusten, eene hoogte van 4200 meter boven 't niveau der zee, tevens de hoogte van den kratertop van den Etna.

Bij een drukking van 8300 atmosferen heeft de spankracht van den waterdamp eene grootte erlangd, waarbij de dichtheid van den damp aan die van het water is gelijk geworden. Hier is dus een niet te overschrijden maximum bereikt. Daar nu het s. gew. van lava op 3 mag gesteld worden, het smeltpunt ongeveer bij 1270 graden is gelegen, zoo zou een lavazuil, die onder de drukking staat van waterdamp bij deszelfs maximum van spanning, eene hoogte kunnen bereiken van 29591 meter. De spanning van den damp zou dus zeer wel in staat zijn de lava uit de hoogste toppen der gebergten te doen uitvloeien.

Dat deze hoogte niet bereikt wordt ligt dan in de omstandigheid, dat de reservoirs diep onder de oppervlakte, — bij de Etna b. v. althans ruim 24 kilometer — gelegen zijn, of dat de spankracht van de waterdamp haar maximum niet had bereikt en dus de drukking in meerdere of mindere mate geringer is geweest.

»Vele verschijnselen,» zegt VOGT, »wijzen er op, dat de smeltruimte in sommige gevallen weinig of niet boven het niveau der zee kan zijn gelegen. En daar tevens gebleken is, dat er vulkanen zijn, die in onmiddellijke nabijheid van elkander voorkomen, en toch onafhankelijk van elkander werken, zoo volgt hieruit, dat van een samenhang der vulkaanpijpen met eene gloeiend vloeibare aardkern moeilijk sprake kan zijn.» »Ueber die Ursachen der vulkanischen Ausbrüche selbst, sowie über die Constitution der vulkanischen Heerde, von welchen sie ausgehen, sind wir vollständig im Unklaren.»<sup>1</sup> Uit de ligging der meeste vulkanen, zegt VOGT verder, alsmede uit de enorme hoeveelheden waterdamp, die bij de erupties ontwikkeld worden, uit de groote rol, die de chloorverbindingen in de vulkanische uitwerpselen spelen, schijnt te blijken, dat de toetreding van zee-water tot de vulkaanhaarden eene der oorzaken is, die tot eene vulkanische uitbarsting aanleiding geven.

Zelfs de in Binnen-Azië voorkomende werkzame vulkanen liggen aan oude zeeboezems, die thans gedeeltelijk met zoet water zijn aangevuld. De vulkanen van Auvergne en den Eifel zijn verdoofd, sedert de zeeboezems, waaraan zij eenmaal waren gelegen, zijn dichtgespoeld.

Even onzeker is het, volgens denzelfden natuurkundige, op welke wijze de warmte in de vulkaanhaarden ontstaat. Dat VOGT een voorstander is van de ontwikkeling dier warmte door scheikundige werkingen, hebben wij hierboven reeds vermeld. PFAFF meent eveneens,

<sup>1</sup> VOGT, Lehrb. II 328.

dat de oorzaak der vulkanische verschijnselen op betrekkelijk geringe diepte is gelegen, en neemt holten aan, die gedeeltelijk met water zijn gevuld, tot welke reservoirs de gloeiend vloeibare zelfstandigheden der aardkern doordringen, om door plotselinge dampvorming de verschijnselen van vulkanische uitbarstingen en aardbevingen in 't leven te roepen.

Zoo als men ziet, de hypothesen zijn vele. Wij kunnen aan het gezegde nog het volgende toevoegen.

ANGELOT en NAUMANN laten deels zeewater tot het inwendige doordringen, om door daardoor bewerkte dampvorming alweder explosies en aardbevingen te voorschijn te roepen, deels meenen zij, dat zich ten gevolge der vastwording van de vloeibare inwendige deelen, gassen uit de stollende massa's ontwikkelen, die de kracht leveren voor de hier behandelde verschijnselen.

DANA neemt weder tweërlei soort van aardbevingen aan, vulkanische en niet-vulkanische. De laatste leidt hij af van de zijdelingsche drukking, die er ontstaat ten gevolge van de samentrekking der zich afkoelende schors, waardoor deze scheurt en splijt.

Hierbij worden dan de verschijnselen, die de gletschers aanbieden, wanneer zich in deze ijsmassa's spleten vormen, als hulptroepen in 't veld gebracht.

Wanneer gesteenten een grooter volumen innemen, zoo b. v. wanneer anhydriet door opname van water verandert in gips, of wanneer kristallisatie optreedt, kan deze uitzetting een bersten van het nevengesteente ten gevolge hebben, en de vorming dezer kloven zou alsdan weder aanleiding kunnen geven tot aardschuddingen.

Met FALB zijn wij echter te dezen opzichte geneigd te vragen: mogelijk, maar ook waarschijnlijk! Die geweldige phänomenen, die zich uitstrekken over zulke aanzienlijke gedeelten der aardoppervlakte, en in hunne gevolgen zoo schrikbarend zijn, kunnen waarlijk aan zulke geringe oorzaken niet met grond worden toegeschreven.

(Slot volgt.)