

IETS OVER DE OORZAKEN DER AARDBEVINGEN ;

DOOR

H. VOGELSANG.

„Indien men telkens tijdingen van den dagelijkschen toestand van de geheele oppervlakte der aarde konde krijgen, zoude men waarschijnlijk de overtuiging erlangen, dat deze oppervlakte bijna altijd op de eene of andere plaats beeft.”

Toen ALEXANDER VON HUMBOLDT vijfentwintig jaar geleden deze woorden schreef, kon hij naauwelijks voorzien wat de menschelijke geest- en wilskracht in die korte tijdruimte voortbrengen zouden om de onderstelling, waarvan hij in het eerste gedeelte van zijn' volzin spreekt, te verwezenlijken.

De hulpmiddelen voor het verkeer, voor het ontvangen van tijdingen en voor hunne verspreiding zijn op ongehoorde wijze toegenomen. De waarnemer, welke van verre, door het lezen der dagbladen daartoe verleid, de meening zou opvatten, dat aardbevingen en dergelijke natuurverschijnselen thans menigvuldiger zijn dan in vroegere jaren, moest wel in de eerste plaats herinnerd worden aan dien dikwijls besprokene reusachtigen vooruitgang van onzen tijd. Daaraan moeten wij het toeschrijven, dat de berigten omtrent zulke gebeurtenissen gewoonlijk reeds vóór hunnen afloop door telegrafen en dagbladen over de geheele wereld verspreid worden. Als de verwoestende golving der zee, welke bij de aardbeving van Augustus 1868 de havensteden van Peru verwoestte, zich met de in het westen waargenomen snelheid naar het noord-oosten tot Europa voortgeplant had, zoude de tijding van haar eerste optreden misschien reeds in onze dagbladen te lezen zijn geweest, eer zij onze kust bereikt had.

Wij zijn echter nog verre er van verwijderd een gelijkmatig volledig
1870. 13

overzicht te hebben van de aardbevingen in alle landen. Wanneer in Europa glazen rinkelen, uurwerken stil blijven staan en de seismometer van het observatorium op den Vesuvius slechts de geringste afwijking vertoont, dan zeggen wij, en terecht, dat er eene aardbeving heeft plaats gehad. Op het groote vasteland van Azië en Afrika en nog meer in de landen, waar aardbevingen dikwijls voorkomen, zooals Peru, Chili, Java enz. worden echter zonder twijfel zeer vele ligte aardbevingen gevoeld, zonder dat men het der moeite waard acht de overzeesche Europeesche geleerden daarvan iets te melden.

Wanneer men dit in het oog houdt, laat het zich gemakkelijk verklaren, hoe *Kluge* uit de hem bekende gegevens het besluit trok, dat in het jaar 1858 de hoofdstreek der aardbevingen tusschen 36 en 48 graad noorderbreedte lag.

Deze streek omvat het zuidelijk derde gedeelte van Europa, waar ook inderdaad, namelijk bij de vulkanische kusten der Middellandsche zee, de aardbevingen talrijker zijn dan in de meer noordelijk gelegen landen; doch deze Europeesche kuststreek maakt nauwelijks het zesde gedeelte uit van een grooten aardgordel en men heeft op grond van onze op feiten steunende ondervinding volstrekt het regt niet dezen gordel eenvoudig langs gelijke breedten door te trekken en over den oceaen en door Europa en Azië te verlengen. Door enkele buitengewone gebeurtenissen wordt ook altijd de belangstelling en de lust om zulke waarnemingen te doen weder verlevendigd, en de tijdingen omtrent aardbevingen vermeerderen zich meer dan deze zelve.

Zoo is b.v. het in het oogvallende toenemen van aardbevingen, dat in alle oudere opsommingen daarvan na het jaar 1755, dat is, na de aardbeving van Lissabon, te voorschijn treedt, zeer waarschijnlijk slechts schijnbaar. Ook in de meer nauwkeurige opgaven zal steeds veel onzeker blijven. Het plotseling plaats grijpen der aardbevingen, vooral wanneer zij het bestaan der menschen bedreigen, maakt, dat deze verschijnselen zeer moeilijk aan een wetenschappelijk onderzoek te onderwerpen zijn, en de opgaven wijken daarom in bijzonderheden dikwijls zoo zeer van elkander af, dat het moeilijk is te beslissen, of zij ontsproten zijn uit de opgewekte verbeelding of met het koelbloedig verstand zijn waargenomen.

Men kan ook moeilijk eene algemeene wijze, waarop dergelijke waarnemingen zouden moeten verrigt en medegedeeld worden, vast-

stellen. Het zal aan ieder duidelijk zijn, dat het aantal der achtereenvolgende schokken veel grooter is, dan — en niet moet verwisseld worden met het aantal der verschillende aardbevingen.

Dit wordt dan ook steeds bij de opgaven in het oog gehouden; doch het is nog zeer afhankelijk van het subjectief gevoelen van den berigtgever, in hoeverre in eene en dezelfde streek die twee verschijnselen van elkander te onderscheiden zijn, d. i., wat men een aardshok en wat eene aardbeving zal noemen. Als in hetzelfde uur, op denzelfden dag en op dezelfde plaats een paar dozijn aardshokken gevoeld worden, vereenigt men die gewoonlijk tot eene aardbeving.

Den volgenden dag (met den nieuwen datum) begint in de opgaven gewoonlijk eene nieuwe aardbeving, en dit is zeer zeker het geval, indien één of twee rustdagen daartusschen liggen.

Terwijl wij nu, wat onze Europeesche landen aangaat, in staat zijn de enkele stooten volgens dag en datum met uren en minuten op te teekenen, moeten wij ons voor dezelfde periode, wat ver afgelegene landen betreft, vergenoegen met berigten als deze: In Peru en Chili duurden de schokken deze geheele maand voort. In Mexico neemt men opeenvolgende aardbevingen waar enz. Het moeilijkste is de sterkte der aardbevingen eenigszins naauwkeurig uit te drukken. De meerdere of mindere schade, welke aan den mensch of aan menschelijke inrigtingen wordt toegebracht, is de eenige sterktemaat, welke gewoonlijk wordt aangewend.

Hoe voldoende deze maatstaf ook voor onze maatschappelijke statistiek zijn moge, hij is meestal onvoldoende voor het wetenschappelijk oordeel, dat daardoor meer in de war gebracht, dan verhelderd wordt. Hoe vele omstandigheden, welke slechts middellijk van de sterkte der schokken afhankelijk zijn, kunnen niet invloed uitoefenen op de verwoestende werking der aardbevingen! Slecht gebouwde huizen zullen eer instorten dan goed gebouwde. De rigting der muren, in betrekking tot de rigting der stooten, is van wezenlijken invloed op de werking der schokken. Op een lossen grond zijn de golvingen der aardbevingen onregelmatiger en werken daarom meer verwoestend dan op een rotsgrond. Aan de zeekusten is de verwoesting, die veroorzaakt wordt door overstroming door de golven der zee, grooter dan die van de stooten zelve enz. enz.

Al deze omstandigheden brengen er toe bij om de werking op het

leven en de inrigtingen van den mensch als geen wetenschappelijken maatstaf voor de sterkte der aardbevingen te doen beschouwen. Ook blijft zulk een maatstaf steeds een plaatselijke, om zoo te zeggen een toevallige. Waar geene menschelijke woningen zijn, ontbreekt hij geheel, en hij wordt gewijzigd naar gelang van de belangrijkheid der verwoeste streken.

Bij de aardbeving in de Zuid-Amerikaansche kustlanden van den 13den tot den 19den Augustus 1868 zijn in het geheel 70—80 000 menschen omgekomen. Nu heeft men ongetwijfeld in Zuid-Amerika nog onbewoonde streken, waarin dezelfde aardbeving had kunnen plaats grijpen zonder iemand te schaden en omgekeerd zoude de werking nog veel vreeselijker geweest zijn en ons toegeschenen hebben, wanneer stooten van dezelfde sterkte eene van onze groote wereldsteden getroffen hadden. Al deze zwarigheden, welke aan eene juiste statistiek der aardbevingen in den weg staan, kunnen ons natuurlijk niet beletten deze toch zóó goed en zóó volledig mogelijk te maken. Zij kunnen de algemeene resultaten niet treffen, welke ook uit onvolkomene gegevens af te leiden zijn en kunnen in het algemeen de groote waarde van soortgelijke opgaven niet verminderen. In zulke opgaven moet men het voornaamste middel zoeken om tot de noodige feitelijke gegevens voor onze theoretische verklaringen te geraken.

De verkregen ondervinding heeft reeds onwederlegbaar bewezen, dat met het boven aangehaalde gezegde van ALEXANDER VON HUMBOLDT over het dikwijls voorkomen van aardbevingen naauwelijks te veel gezegd is.

Wij moeten er ons aan gewennen om de aardbevingen met betrekking tot de geheele oppervlakte van onze planeet als een zeer dikwijls voorkomend en zeer gewoon natuurverschijnsel te beschouwen.

Jaarlijks worden ongeveer 60—100 aardbevingen opgeteekend, van welke minstens 5—10 proc. gedurende langeren tijd, dat wil zeggen gedurende uren, dagen of weken aanhoudende, op onregelmatige tijden wederkerende schuddingen zijn en uit vele enkele stooten bestaan. Wanneer men het aantal der enkele stooten gedurende een jaar op 2000 tot 5000 schat, zoo duidt men daarmede de onregelmatigheid en de onzekerheid genoegzaam aan; voorzeker zijn die getallen eer te gering dan te groot genomen. De waarnemingen strekken zich hoogstens over één zesde der geheele aardoppervlakte uit, en ook van dat gedeelte komen de berigten nog op zeer ongelijkmatige wijze tot ons. Wij hebben

echter geene reden om aan te nemen, dat op die deelen der aarde, welke men niet kan waarnemen, of op den bodem der zee de schuddingen minder dikwijls voorkomen, en zoo heeft men derhalve regt te besluiten, dat gemiddeld elken dag een of twee aardbevingen in verschillende streken plaats hebben.

Om echter opgaven omtrent aardbevingen ter verklaring van het verschijnsel te kunnen gebruiken is het in de eerste plaats noodig, dat men zich *van den aard der beweging, die men aardbeving noemt*, eene juiste voorstelling make. De aardbevingen zijn niet anders dan schuddingen van een kleiner of grooter deel der aardoppervlakte of aardkorst, juist op dezelfde wijze als deze in een kleineren maatstaf bij het voorbijgaan van zware wagens of het vallen van zware voorwerpen dagelijks waar te nemen zijn. Wanneer dergelijke schuddingen door de eene of andere oorzaak in het binnenste der aarde voortgebracht worden, zoo zetten zich deze evenredig aan de veerkracht der gesteenten, die den bodem zamenstellen, voort, en wel in alle rigtingen, dus ook naar de naastbij gelegene aardoppervlakte. Al naar gelang van de soort, de vastheid en het maaksel der verschillende gesteenten zal de voortplanting sneller of langzamer, regelmatiger of onregelmatiger plaats grijpen; altijd zullen echter, wanneer de schudding de oppervlakte bereikt, aan de grens der vaste aardmassa, waar eene vrijere beweging der massa-deeltjes in eene rigting geschieden kan, deze bewegingen sterker te voorschijn treden.

De proef over de voortplanting van den stoot in eenige dicht naast elkaar liggende of hangende billardballen is bekend; indien men aan den eersten een stoot geeft, zal slechts de laatste wegspringen, de andere blijven in rust. Wanneer men met een hamer onder tegen eenen grooten massieven cylinder van hout slaat, kan men op de oppervlakte de schudding op verschillende manieren zichtbaar maken. Losse lichamen, snippers papier, stukjes kurk enz. springen op en vallen door hun gewigt terug; eene gespannen snaar of eene stemvork komen in eene slingerende beweging. Indien men op den cylinder eene laag zand of klei legt, zoo zal men eene golfvormige beweging waarnemen, terwijl tevens de oppervlakte eene zekere gedaante aanneemt en heuveltjes, spleten en andere dergelijke oneffenheden ontstaan. Het zal ook zonder theoretische verklaring voor ieder duidelijk zijn, dat in al deze gevallen elk deeltje binnen in het blok hout niet dezelfde beweging ondervindt

als de daarop liggende lichamen of als de oppervlakte van het blok. Wij willen hier aanstonds bijvoegen, dat men zulke verschijnselen in het algemeen met behulp der theoretische mechanica geheel verklaren kan; doch dat de verklaring of berekening van een bepaald geval onoverkomelijke zwaarigheden aanbiedt, wijl wij van de natuur der kleinste deeltjes bij vaste lichamen nog zeer weinig weten. In elk geval hebben wij te doen met de theorie der golfbeweging, van welke wij, zoo als bekend is, ook gebruik maken tot verklaring der verschijnselen van het licht, het geluid enz. en welke wij evenzeer noodig hebben om de werkingen van de botsing in de billardballen of in den cylinder van hout duidelijk te maken. Ook de voortplanting van een stoot in het binnenste der aarde geschiedt dus volgens de algemeene wetten der golfbeweging, doch golfvormige rijzingen en dalingen overeenkomende met de golfbeweging aan de oppervlakte van water treden slechts te voorschijn bij die deelen, welke het dichtst bij de oppervlakte liggen.

Als men zich de voorwaarden en omstandigheden, waaronder aardbevingen plaats grijpen, regt duidelijk voorstelt, dan zal men de verschillende bewegingsverschijnselen, die daarbij worden waargenomen, ook gemakkelijk begrijpen, doch tegelijkertijd inzien, dat de dikwijls heerschende voorstelling alsof bij deze gebeurtenissen de aardkorst in hare geheele dikte evenals een doek gewrongen en geschud werd, geheel verkeerdt is.

Daarentegen zal men zich de dikwijls waargenomen feiten verklaren kunnen, dat in de aarde, in mijnen bijv., dezelfde aardbevingen, welke op de oppervlakte golvende bewegingen voortbrengen, in het geheel niet of slechts als zwakke, slechts een oogenblik durende stooten gevoeld worden en dat in volle zee bij de eigenlijke zeebevingen evenzoo geene golfvormige beweging, maar slechts een eenvoudig sidderen der watermassa waargenomen wordt. In de homogene middenstof, het water, grijpt namelijk de voorplanting zeer regelmatig en gelijkmatig plaats, en tegelijkertijd straalt deze over eene groote oppervlakte uit, zoodat men op schepen een schok als die van een' elektrischen slag, maar geen schommelen gewaar wordt.

De geweldige golven, welke bij aardbevingen in kustlanden (in Peru en Chili in 1868 en te Lissabon in 1755) zulke groote verwoestingen aanrigten en zich over groote ruimten van den oceaen bewegen, zijn

geen regtstreeksche aardbevingsgolven. Zij ontstaan door de zijdelingsche terugwerking van den steilen kustoever tegen de daartegen oplopende watermassa, dus juist op dezelfde wijze als wanneer men tegen den rand eens met water gevulden schotels slaat. Deze golven planten zich voornamelijk aan de oppervlakte van het water voort en beroeren dit slechts tot eene zekere diepte, terwijl de eigenlijke aardbevingsgolven in de diepte gevormd en naar de oppervlakte toe hoe langer hoe zwaker worden.

Men ziet dus, dat de grootte van beweging en het gebied van werking van zulke door een zijdelingschen aardstoot veroorzaakte zeegolven slechts middellijk met de uitbreiding en sterkte van de aardbeving samenhangen.

De kustbeving van 1868 vormde eene zeegolf, welke 19 uur later aan de meer dan 6000 zeemijlen verwijderde kust van Nieuw-Zeeland waargenomen werd; bij de aardbeving van Lissabon bereikte de beweging van het water de tegenover liggende West-Indische eilanden en werd in Europa nog aan de kusten van Denemarken en Noorwegen bespeurd. De grootte uitbreiding van deze beweging was echter niet toe te schrijven aan de eigenlijke aardbeving zelve, en men kan de aangevoerde verschijnselen onmogelijk als bewijsgrond gebruiken voor de stelling, dat de uiting der kracht zich binnen de aarde over zeer groote ruimten zoude hebben moeten uitstrekken.

Wij moeten nu, na den aard der beweging eenigermate duidelijk gemaakt te hebben, nog eens daarop wijzen, dat men alle aardbevingen, waar men ook het uitgangspunt der oorspronkelijke krachtsuiting aannemen moge, en aan welke oorzaak wij haar dus toeschrijven, op bovengenoemde wijze altijd als mechanische werkingen opvatten moet. Hetzij wij met ANDRÉS ROEY de aardshuddingen als het gevolg van hevige wervelwinden beschouwen, of, volgens het voorbeeld van den sterrekundige R. WOLF te Zurich, tusschen haar en de zonnevlekken een verband aannemen, altoos blijven de trillingen op zich zelve beschouwd, evenals alle andere bewegingen in de wereld, zuiver mechanische uitwerkselen. Het is niet onnoodig dit hier opzettelijk te doen uitkomen, daar zelfs in ernstig wetenschappelijke werken de onderscheiding in neptunische en vulkanische aardbevingen zoo wordt voorgesteld, alsof slechts de eerste zuiver mechanische verschijnselen en de laatste, men weet niet wat, maar in elk geval iets geheel anders waren.

Als men over de *oorzaken der aardbevingen* spreken moet, is het inderdaad geene gemakkelijke taak om bij de menigte van hypothesen aan elke hare waarde of haar regt van bestaan aan te wijzen. In elk geval kan men als de gewichtigste en door de geologen tamelijk algemeen erkende grondstelling aannemen, dat niet alle aardbevingen door dezelfde of eene enkele oorzaak verklaard kunnen worden; maar dat de voorwaarden tot de oorspronkelijke krachtsuiting evenals deze laatste zelve in de verschillende gevallen verschillen kunnen.

De wetenschap is ook op onderscheidene wegen er toe gekomen om zulke mogelijke oorzaken meer bepaald te erkennen en hare waarschijnlijke geldigheid vast te stellen.

In de eerste plaats heeft men de algemeene hypothese van het voortbestaan van eene groote gloeiend vloeibare aardkern, welke de hoofdmassa van onze planeet zoude uitmaken. Deze hypothese wordt door andere feitelijk waargenomen verschijnselen min of meer waarschijnlijk gemaakt. Men kan ze ook voor de verklaring der aardbevingen op verschillende wijzen gebruiken en in deze verklaring te gelijker tijd een nieuwen steun voor de hypothese zelve zoeken. Wat de laatste aangaat, zoo willen wij hier slechts opmerken, dat hare theoretische waarde en gegrondheid zonder twijfel dikwijls te hoog geschat is, doch dat alle bewijsmiddelen, die tegen haar zijn aangevoerd, — hoezeer zij ook verdienen in aanmerking te worden genomen, — toch nog geenszins toereikend zijn om haar zoo te wederleggen, dat zij haar regt van bestaan zoude verloren hebben.

Bewijsgronden tegen de noodzakelijkheid zijn als zoodanig nog geene bewijsgronden tegen de mogelijkheid van eene hypothese, en meestal gaat men in het bestrijden evenzeer te ver als in het verdedigen. De betekenis hiervan ten opzichte van het vraagstuk, dat ons bezig houdt, zal uit het volgende blijken.

In den loop der laatste jaren trad meer en meer de beschouwing op den voorgrond, dat men de verklaring der aardbevingen met den geognostischen toestand der daardoor geteisterde landstrekken in verband moest brengen, en hieruit ontwikkelde zich — niet zonder strijd met de voorstanders van eene enkele oorzaak — de scheiding in vulkanische en niet vulkanische aardbevingen.

Wij zullen zien, dat het niet geraden is deze tegenstelling scherper te doen uitkomen en daarmede misschien de voorstelling te verbinden,

alsof bij de vulkanische aardbevingen steeds gloeiend vloeibare lava en gassen van hoogen druk, en voor de niet-vulkanische slechts koud water de werkzame oorzaak zijn. Men moet dan echter hierbij de opmerking voegen, dat eigenlijk slechts bij de niet-vulkanische of, zoo men wil, neptunische aardbevingen de verklaring op eene genoegzaam volledige wijze gegeven werd en misschien gegeven kon worden.

De onder de aardoppervlakte stroomende wateren lossen langzamerhand groote gesteente-massen of toch zekere bestanddeelen daaruit op; daardoor ontstaan losse gedeelten en holten, welke tot verschuivingen, instortingen en schuddingen aanleiding geven.

Voor de vulkanische aardbevingen zocht men — zooals in het algemeen voor vulkanische verschijnselen — weder het meest in de hypothese van een gloeiende aardkern punten van aanknooping, hoewel de bovengenoemde verschijnselen door de medewerking van hoogere temperatuur en sterkeren druk slechts begunstigd kunnen worden en dus ook daar als naastbijliggende verklaring in de meeste gevallen toereikend zijn. Overigens vergenoegde men zich er gewoonlijk mede „het vulkanisme” zonder verdere omschrijving als den zetel van het kwaad te beschouwen, hetgeen de zaak niets duidelijker maakt en veel minder aantrekkelijk en vernuftig moet genoemd worden dan wanneer wij met de oude mythen een in banden gelegden en sidderenden titan voor de aardbevingen verantwoordelijk maken.

Als men zich de moeite gaf de vulkanische krachten met betrekking tot de aardbevingen nauwkeurig te omschrijven, werden hiervoor verscheidene voorstellingen opgegeven.

Sommigen trachtten op tamelijk onduidelijke en ter nauwernood op feiten steunende gronden te bewijzen, dat met het langzaam bekoelen der gloeiend vloeibare aardkern eene toeneming van volume en dat daarmede gepaard, druk, opheffing en verschuiving der massen konden plaats hebben. Anderen dachten aan een sidderen van den onderaardschen ketel door de borrelende beweging van de met gassen gevulde vloeibare massa en aan het opstijgen van gassen onder hoogen druk. Eindelijk werd ook eene golvende beweging en een slaan tegen de korst door de vloeibare inwendige massa als het gevolg van kosmische werkingen, in het bijzonder van de aantrekking van de zon en de maan veroorzaakt, aangenomen.

Wat men ook, wat deze laatste hypothese betreft, van deze gloeiend-

vloeibare eb en vloed denken moge, zoo hebben wij toch aan het denkbeeld om de hemelligchamen in dien zin te gebruiken een nieuwen en zeer gewigtigen grondslag voor onze theoretische gevolgtrekkingen te danken; men heeft namelijk eerst hoofdzakelijk dien ten gevolge op de noodzakelijkheid eener juistere opsomming der aardbevingen de aandacht gevestigd.

Wanneer men de statistiek der aardbevingen ter verklaring harer oorzaken wil gebruiken, dan moeten wij in de eerste plaats de reeds vermelde bezwaren, die aan hare opsomming verbonden zijn, herinneren. Het is echter ligtelijk te begrijpen, dat juist die natuuronderzoekers, waaraan de wetenschap voor het verzamelen van bouwstoffen de meeste dank verschuldigd is, ook in de eerste plaats er toe geneigd zijn om van hun droog registreerwerk zoo spoedig en zoo veel mogelijk voor de theorie partij te trekken. Het kan daarom naauwelijks verwondering baren, dat dit vergeeflijk ongeduld de geleerden tot voorbarige gevolgtrekkingen en tot het eenzijdig aannemen van zekere theoriën gevoerd heeft; terwijl andere, misschien meer vruchtbare gezigtspunten verwaarloosd werden. Gewoonlijk wordt overigens door de tweede of derde hand aan eene hypothese veel meer waarde gehecht, dan de uitvinder zelf daaraan toekent.

Wat de betrekking der aardbevingen tot de schijngestalten der maan betreft, zoo heeft reeds voor 50 jaar BOUÉ het vermoeden uitgesproken, dat beiden onderling in een zeker verband stonden. De Italiaan ZANTEDESCHI beweert, dat deze gedachte het eerst is uitgesproken door zijn landsman TOALDO, die reeds in het jaar 1770 op dit verband zou hebben gewezen. In den laatsten tijd heeft zich voornamelijk ALEXIS PERREY te Dijon daarmede bezig gehouden en is ook zoo gelukkig geweest te kunnen berekenen, dat sedert het midden der vorige eeuw van een aantal van 10 000 aardbevingen de meeste tijdens nieuwe of volle maan plaats gehad hebben.

Het zal echter niet overbodig zijn de waarde van dit resultaat aan een paar getallen te toetsen. Van 1751—1800 zijn bijv. 3654 aardbevingen opgeteld, daarvan kwamen voor:

tijdens nieuwe en volle maan 1901

tijdens eerste en laatste kwartier 1753

het verschil bedraagt dus slechts 148

Men kan dit resultaat ook op de volgende manier uitdrukken. Men heeft verondersteld, dat de aardbevingen afhankelijk zijn van een zekeren stand der maan; doch 48 proc. van de waarnemingen spreken daar tegen. De gemaakte gevolgtrekking zoude nog veel onbeduidender schijnen, indien men tegenover het getal 1901 het buiten vergelijking grooter aantal gevallen stellen kon, waarbij in de betrokken districten tijdens nieuwe of volle maan geene aardbevingen plaats hadden, en toch maakt men de aardbevingen in voornoemde theorie afhankelijk van eene algemeene natuurwet, welker werkingen wij volgens de daarbij behoorende voorstelling van een zich binnen in de aarde bevindende gloeiend gesmolten kern, ten minste in den regel gelijkmatig over de geheele oppervlakte der aarde ondervinden moesten. Men heeft ook tabellen vervaardigd ten opzichte van de uren van den dag en den nacht, waarop de aardbevingen plaats hebben, en misschien stelt de een of de ander onzer lezers er belang in daaruit te vernemen, dat in het algemeen meer aardbevingen des nachts dan over dag waargenomen zijn.

Van veel meer belang zijn de reeds door v. HOFF en MERIAN en in den laatsten tijd ook door PERREY medegedeelde groeperingen, volgens de jaargetijden, waaruit volgt, dat de verhouding van het aantal aardbevingen gedurende het voorjaar en den zomer minstens 4: 3 is. In de verschillende jaren is deze verhouding natuurlijk niet geheel gelijk.

Als voorbeeld volgen hier de bekend geworden aardbevingen gedurende de laatste jaren gegroepeerd volgens de maanden, waarin zij plaats hadden.

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Junij	Julij	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Totaal.
1866	13	13	12	2	8	—	5	1	4	—	3	4	65
1867	8	9	12	12	9	10	3	3	8	6	3	6	89
1868	12	7	4	5	3	5	4	10	7	12	15	10	94

Het is echter volstrekt niet bewezen, dat het onderscheid volgens de jaargetijden zou moeten verklaard worden door den betrekkelijken stand der aarde tot de zon. Eenvoudiger en vollediger wordt die verhouding verklaard door de afwisselende voorwaarden voor de zuiver neptunische, door onderaardsche uitspoelingen veroorzaakte aardbevingen, welke volgens de jaargetijden noodzakelijk wijzigingen ondergaan moeten.

Voor de aardbevingen der Alpen heeft VOLGER dit verband zeer overtuigend aangetoond en hem komt in het algemeen de verdienste toe

van de eerste to zijn geweest, welke er op opmerkelijk gemaakt heeft, dat men dien verschillenden geologischen toestand der getroffene streek bij de verklaring der aardbevingen in aanmerking moet nemen.

En dit is het gebied, waarvoor de statistiek der aardbevingen nog op de vruchtbaarste wijze gebruikt kan worden. De tot hertoe ingeslagen rigtingen zijn zeker ten volle geregvaardigd; doch het zoude toch meer rationeel en verdienstelijker zijn de gevolgtrekkingen niet regt-streeks aan zon of maan ter eene en aan de vloeibare aardkern ter andere zijde vast te knoopen. De instorting en grondverschuivingen aan de oppervlakte duiden reeds genoegzaam aan, dat de tusschenliggende gebergte-massa's ook het regt hebben van in aanmerking te komen. Deze aardinstorting en zijn niets anders dan aardbevingen, waarvan de oorzaak zeer nabij de oppervlakte ligt.

Daarmede wordt nu volstrekt niet beweerd, dat in vulkanische streken de aardbevingen niet in verband staan met het vulkanisme. Het is zelfs mogelijk, dat in streken, die vrij van vulkanen zijn, aardbevingen veroorzaakt worden door de oplossende en uitspoelende werking van water, waarbij eene hoogere temperatuur in de diepte zeer aanmerkelijk medewerkt, en in oude vulkanische streken worden die aard-schuddingen, evenals de warme bronnen, met welke zij in de innigste betrekking staan, met het grootste regt als nawerkingen van vulkanisme aangemerkt. Onder medewerking van koolzuur, van druk en van hoogere temperatuur bezit dit in de aarde circulerende water een grooter oplossend vermogen en geeft dien ten gevolge eerder aanleiding tot onderaardsche verwoestingen en bijgevolg aan aardbevingen. In de meeste gevallen moet men deze natuurverschijnselen beschouwen als de plotselinge uitwerkingen van langdurige processen. Op deze wijze staan zonder twijfel de veelvuldige aardbevingen in de landen van den midden-Rhijn met het oud-vulkanisch karakter dezer streken in verband.

Men kan uit den geognostischen toestand der streek, evenals uit den inhoud der bronnen, met meer of minder waarschijnlijkheid opmaken, welke gesteenten eigenlijk onder de oppervlakte uitgespoeld zijn; men moet daarbij echter niet slechts denken aan gemakkelijk oplosbare verbindingen, zooals steenzout, gips of koolzuren kalk, maar ook aan de inwerking der vloeistoffen, die met het vulkanisme in verband staan, op de kiezels-gesteenten.

In de nabijheid van werkzame vulkanen mag men aan de gloeiend vloeibare lava ook eene belangrijke rol toeschrijven, doch wel hoofdzakelijk zoo — dat, naar gelang de gloeiend gesmolten lava hooger stijgt, eene afsmelting der gesteenten plaats grijpt, zoodat bij het terugzinken der lava ledige, met stoom gevulde ruimten ontstaan, welke weder tot instortingen aanleiding geven.

Ook moet men de schokken onderscheiden, welke gedurende de uitbarsting der vulkanen plaats grijpen en die voorzeker in de eerste plaats door de hevige reactie der uitstroomende vloeistoffen en gassen te verklaren zijn; op grooten afstand der vulkanen kan echter eene regtstreeksche inwerking der drukkende lava of der onder hoogen druk staande gassen op de beweging van den grond noch door algemeene theoretische beschouwingen, noch door de verschijnselen bij de vulkanen zelve waarschijnlijk worden gemaakt. Het eenige, wat daarop wijst, is de blijvende verhooging van den grond, welke na vele aardbevingen zoowel in vulkanische als in niet-vulkanische streken waargenomen is. Doch deze rijzing is waarschijnlijk veel juister te verklaren door eene vermeerdering in volume der geheele massa van de getroffen gesteenten en wel zoo, dat door de schuddingen in het binnenste een losmaken der structuur, scheidingen en verschuivingen bewerkt worden, welke eene blijvende verhooging aan de oppervlakte ten gevolge hebben. Ook hier moet echter weer de mogelijkheid, dat bij werkzame vulkanen druk en insputingen der lava eene plaatselijke stijging der oppervlakte kunnen veroorzaken, niet uitgesloten worden.

Maar juist door deze veelzijdigheid, welke niettegenstaande de eenvoudige grondgedachte te voorschijn treedt, zoodra men den specialen geognostischen toestand van den grond in aanmerking neemt, moest men er reeds lang toe gebragt zijn om die natuurverschijnselen op andere wijze te groeperen.

Men zoude aan de wetenschap met dezelfde moeite een' veel grooter dienst bewijzen, wanneer men de beginselen tot groepering meer in de gebeurtenissen zelve en de daardoor getroffen streken dan in de hemellichamen zoekt; men zoude b.v. moeten opteekenen, zoodat het gemakkelijk te overzien ware, hoeveel procent der waargenomen aardbevingen in de nabijheid van werkende vulkanen — hoeveel in oud-vulkanische streken — en hoeveel op oud-kristallijn, alpinisch of sedimentair gebied plaats grijpen; bij hoeveel aardbevingen rijzingen of dalingen of

bij hoeveel modder- of water-erupties of een troebel worden der bronnen waargenomen wordt.

Voor streken, waarvan voldoende geognostische kaarten bestaan, zouden de vroegere groeperingen zonder veel moeite in dien zin kunnen worden omgewerkt, en daarmede zoude een belangrijke stap gedaan zijn tot betere verklaring van deze in menig opzigt nog steeds raadselachtige verschijnsels.
