

VERGELIJKENDE BESCHOUWINGEN OVER DE
UITBARSTINGEN VAN DE GOENOENG KELOET
(KLOET) VAN 19/20 MEI 1919 EN 31 AUG. 1951.

door

F. H. VAN RUMMELEN

I.

*(Voordracht gehouden in de vergadering van
12 December 1951).*

Reeds enige tijd geleden heb ik aan ons Bestuur een toezegging gedaan, om bij gelegenheid eens een voordracht te houden over de vulkaan Keloet, op Java.

De in de morgen van 31 Augustus 1951 plaats gehad hebbende uitbarsting van deze vulkaan, waardoor zijn omgeving er aan werd herinnerd, dat hij nog niet van plan was om in ruste te gaan, is daartoe een gereede aanleiding.

Nu hoor ik sommige Captains of Geology and Technology al mompelen:

Waarom bemoeit die Heerlense autodidact-geoloog zich met dit probleem? Hij is nooit op Java geweest en kent het phenomeen dus niet uit eigen aanschouwing of onderzoek. Vermoedelijk heeft hij zelfs nog nooit een nog niet uitgedoofde vulkaan gezien."

En in die gedachtegang hebben zij, jammer genoeg voor mij, ook nog gelijk. Mijn uit eigen ervaring en waarneming verworven vulkanologische kennis strekt zich niet verder uit dan tot de uitgedoofde vulkanen van de Eifel, en van enkele landschappen, die door vulkanische activiteit tot ontwikkeling gekomen zijn.

Als men in het meren-gebied van de Vulkaan-Eifel rondwandelt, dan dringt zich onwillekeurig de vraag aan ons op: wat zou hier gebeuren als een dezer uitgedoofde vulkanen, waarvan de kraters met grote hoeveelheden water gevuld zijn, weer eens actief zou worden? Verschijnselen, waaraan men feiten kan toetsen, om deze vraag te beantwoorden, komen in deze omgeving niet voor. Wel kunnen op vele plaatsen in de eruptiva solifluctie-structuren worden waargenomen, doch deze wijzen er nergens op — althans voor zover mij bekend — dat gedurende de erupties grote hoeveelheden water, die uit een krater werden uitgeworpen, aan het afvloeiproces der uitgestoten vulkanische massa's hebben deel gehad.

Omdat mij bleek, dat dit probleem langs de weg van de bestudering der omgeving van de

Eifel-meren mij niet verder zou brengen, zocht ik in de vulkanologische literatuur naar voorbeelden. Al zoekende kwam mij de grote publicatie van F. Junghuhn „Java" (lit. 8) in handen. In dit grootse werk werd ik voor het eerst geconfronteerd met de „Goenoeng Keloet".

Hij die dit boeiende werk van Junghuhn grondig bestudeert, kent ook alle details van een uitbarsting, zowel uit het verleden, als het effect in de toekomst. Alleen de richting, waarheen de catastrofe zich, bij een nieuwe uitbarsting, zal uiten blijft onbekend.

De waarde van Junghuhn's beschrijving der geologische en morphologische verhoudingen van de G. Keloet meen ik het best te kunnen weergeven met de woorden van de Geoloog Dr G. L. L. Kemmerling, in zijn publicatie over de uitbarsting van 19/20 Mei 1919 (lit. 9, 1921, p. 98):

„Zijn waarnemingen (van Junghuhn) zijn zoo nauwkeurig opgeschreven, dat een ieder die eenigszins vertrouwd is met de Keloet-topografie hem als het ware voet voor voet volgen kan.

Al hetgeen hij schrijft over de morphologie en de geologie van den vulkaan, over de oorzaken en de gevolgen der uitbarstingen, is zoo diep doordacht, dat men bijna zou geneigd zijn te zeggen, dat een nieuw onderzoek slechts leiden kan tot de resultaten door Junghuhn opgesomd. Maar ook de indrukken door hem opgedaan tijdens zijn bezoek aan den vulkaan gedurende den tocht door de lahar Gedok en bij het aanschouwen van het Kratermeer zullen niet meestelijker kunnen vertolkt worden dan juist door hem."

De tijd voor deze voordracht staat mij niet toe om een bloemlezing te houden over Junghuhn's werk. Maar ik kan wel mededelen, dat na de lezing er van de dwang-gedachte, over het effect van een eventueel werkende Eifel-vulkaan, voor goed uit mijn brein verdwenen was. Ik meen, dat ik er mij nu een goede voorstelling van vormen kan.

Maar wat voor het onderhavige onderwerp, van deze voordracht, nog belangrijker was, ook het beeld van de catastrofale uitwerkingen der uitbarstingen van de G. Keloet was voor mij levend geworden. Toen mijn interesse voor het Keloet-probleem gewekt was, heb ik, zo veel mogelijk, getracht alle literatuur over dit vreemde phenomeen te bestuderen.

En al was ik ook nooit in de gelegenheid om deze vuurspuwende berg, en zijn verwoestende gevolgen, met eigen ogen te aanschouwen, toch meen ik mij onder degenen te mogen rekenen, die bevoegd zijn een oordeel uit te spreken over zijn bouw en vernietigende uitwerkingen, wanneer hij actief wordt.

Ik zeg dit uitdrukkelijk als informatie aan hen, die mij eventueel ondeskundigheid zouden willen aanwrijven, en met wiens oordeel men geen rekening behoeft te houden. Want in dat geval zou wel eens kunnen blijken, dat de door hen veronderstelde outsider zou kunnen aantonen, dat zij van hun eigen deskundigheid, omtrent dit probleem, maar een zeer matig gebruik gemaakt hebben, en toen zij in nood verkeerden toch tot het toepassen der suggesties van die leek moesten overgaan, suggesties die zij te voren voor onzinnig verklaard hadden.

Deze ietwat lange inleiding, die u waarschijnlijk als een „Pro domo” zult beschouwen, was ik gedwongen te geven tot goed begrip van hetgeen ik verder heb mede te delen.

Maar alvorens tot de kern van de zaak door te dringen, wil ik eerst trachten u een beeld te schetsen der verhoudingen en de geschiedenis van de G. Keloet.

De vulkaan is gelegen op de grens van de Residentie Pasoeroean, afd. Malang, afd. Kediri, District Parée, afd. Blitar, District Wlingi. De hoogste top verheft zich tot 1731 m boven de zeespiegel. De omgeving van de vulkaan daalt in alle richtingen geleidelijk, zodat een grote, onregelmatig afgeknotte, kegelvormige terreinverheffing met vlakke voet aanwezig is, met een voetbreedte van ongeveer 42 km. Met Zuid-Limburg vergeleken is dit een afmeting in Noord-Zuid-richting van Echt tot Slenaken, en in Oost-West-richting van Eschweiler tot Maastricht. Het hoogteverschil tussen voet en top bedraagt rond 1530 m. In de top bevindt zich een bijna ronde krateropening van ongeveer 850 m diameter. Deze opening neemt naar het midden snel in diepte toe, en de bodemhoogte kan vóór de uitbarsting van 1919 op ongeveer 90 m onder het toen aanwezige oppervlak van het kratermeer geschat worden. In de Westelijke kraterwand is een diepe kloof aanwezig, met een drempelhoogte van 1208 m boven zee. Voor de uitbarsting van 1848 was deze kloof blijkbaar nog niet aanwezig. Volgens Junghuhn bedroeg de hoogte van de kraterkloof

toen 1297 m. b. z. Dit cijfer is door latere berekeningen gecorrigeerd, en zal vermoedelijk 1405 m boven zeeniveau gelegen hebben. Bij het bezoek van Junghuhn in 1844 heeft hij het in het meer aanwezige watervolume geschat op 48.7 miljoen m³. Uit dit cijfer heeft mijn zoon (lit. 14), aannemende dat de vermeerdering op 7 miljoen m³ per jaar te schatten is, berekend dat de hoeveelheid water bij de uitbarsting van 1848 rond 76 miljoen m³ bedragen heeft, met een omgerekend wateroppervlak op 1375 m. b. z. Na de doorbraak van de kloof in de Westwand, kon het water niet hoger meer stijgen dan tot 1208 m. b. z. De inhoud van het kratermeer kan tot deze hoogte geschat worden op 45 miljoen m³. Dit betekent, met H. Cool aannemende, dat de jaarlijkse vermeerdering 6.5 miljoen m³ bedraagt, (zie Kemmerling, lit. 9, blz. 113), dat het kratermeer, na volledige uitwerping door een uitbarsting, in circa 15 jaar geheel gevuld is.

Bij deze becijferingen dient opgemerkt, dat de bodem van het meer, zowel door iedere nieuwe eruptie als door tussentijdse opheffingen en inspoelingen van erosie-materiaal, van positie verandert. Deze veranderingen zijn ook van invloed op het waterbergend vermogen van het meer. In verband met de aanwezigheid van deze grote hoeveelheid water in het kratermeer, behoren, of althans behoorden, de uitbarstingen van de G. Keloet, op het aan vulkanen rijke eiland Java, door hun vernietigende uitwerking tot de meest gevreesde.

Wanneer deze vulkaan uit zijn sluimering ontwaakt, worden (of werden) niet alleen grote hoeveelheden lava, as, gesteenten, hete lucht en gassen uitgestoten, maar ook de grote massa water — die zich tijdens de periode van rust verzamelde in zijn kraterbekken — wordt over de kraterwand weggedrukt, en vloeit (of vloei-de) met ontzettende kracht langs de berghellingen naar de lager gelegen omgeving. In de eerste fase der waterbeweging wordt het afvloeiend water vermengd met het hellingpuin, dat zich op de vulkaanflanken gevormd heeft. Spoedig daarna wordt het water vermengd met de door de vulkanen uitgestoten gloeiende as en andere vulkanische producten, en wordt de aldus ontstane suspensie sterk verhit. Zodra de watermassa uit het kratermeer verdwenen is, volgt het uitstoten naar grotere hoogten in de atmosfeer van gesmolten (lava) en verpoeyer-

de gesteenten (as). Dit proces gaat al of niet gepaard met het gevreesde verschijnsel van gloedwolken (nuées ardentes). Bij de uitbarsting van 1919 van de G. Keloet zouden dergelijke gloedwolken volgens Kemmerling (lit. 9) zijn opgetreden.

Twee elementen, die normaal als elkaars grote vijanden bekend zijn, werken bij een uitbarsting van de G. Keloet samen in hun meest vernietigende werking. Want niet alleen de door de vulkaan tot grote hoogten uitgestoten gloeiende gesteente-producten dalen uit de hemelruimte op het omgevende landschap neer, alles verbrandende, verdorrende en begravenende, doch over de bodem vloeien ook plaatselijk de, bij het begin koude, doch later sterk verhitte, modderstromen (koude en warme lahars) door de dalen en kloven. In deze modderstromen worden vaak grote rotsblokken medegevoerd. Door deze afvloeiing worden dessa's en aanplantingen vernietigd en deels begraven onder brijmassa's, die op de bergflanken dikten van 1.5 à 2.5 m bereiken, en bovendien depressies in het terrein opvullen. Het afvloeiingsproces voltrekt zich dikwijls zo snel, dat aan vluchten bijna niet meer te denken valt. En omdat de G. Keloet ook nog de onhebbelijkheid heeft om zijn uitbarstingen niet te voren aan te kondigen, b.v. door lichte aardschokken of kleine inleidende erupties, wordt het gevaar voor zijn omgeving sterk verhoogd. Vluchtenden worden daardoor van alle zijden bedreigd. Zij lopen de kans om in de modder van de lahars te blijven steken, zowel als door de uit de hemelruimte neerdalende efflata te worden bedolven. Voeg daarbij het optreden van stoomwolken door het verdampende water, waardoor het uitzicht belemmerd wordt, het geraas van neervallende en afvloeien- de vulkanische producten, gepaard gaande met donderknallen welke in de krater losbarsten — en die in 1919 tot in Makassar op Celebes, dus op 850 km afstand, hoorbaar waren ⁽¹⁾ — dan moet een dergelijk toneel wel tot de grootste verschrikkingen behoren, die de mensheid kan treffen.

⁽¹⁾ Ter vergelijking moge dienen, dat de explosie van 18 April 1947 op Helgoland — waarbij 4000 ton springstof explodeerde — in Heerlen (op ± 400 K.M. van Helgoland gelegen) nauwelijks zichtbaar door de seismograaf werd opgetekend. Hoewel wij er opzettelijk aandacht'g naar geluisterd hebben, kon geen geluid geconstateerd worden.

Welke gevolgen een dergelijke natuurramp veroorzaken kan, bleek o.a. bij de uitbarsting van de G. Keloet van 19/20 Mei 1919. In ongeveer een half etmaal werd vrijwel het gehele Westelijke landschap om de vulkaan, deels door bedekking met vulkanische efflata, deels door de modderstromen, in een woestenij herschapen. Bij deze ramp verloren, volgens Kemmerling (lit. 9), 5110 mensen het leven. 104 Dessa's (dorpjes) werden er door geteisterd, waarbij 8969 woningen verloren gingen. Naast de schade aan wegen en kunstwerken, waarvan het herstellen op 33000 gulden geschat werd, bedroeg de schade aan huizen, meubilair, huisraad en gewassen 3.091.000 gulden. Ongeveer 13300 H.A. land van inlanders en ettelijke honderden H.A. koffie, agave en suikerriet van ondernemingen werden verwoest.

Een groot deel dezer verwoestende uitwerking moet toegeschreven worden aan het zeer snel afstromen der, al dan niet verhitte, modderstromen (lahars).

Bij de uitbarsting van 1901 werden hoogten der modderstromen in de ravijnen opgegeven tot circa 58 meter (Kemmerling, lit. 9, p. 106) met temperaturen tot 100° C, op 1/2 meter onder de oppervlakte.

De lahars komen op alle vulkaanflanken voor. In de steile gedeelten blijven zij binnen de diepe kloven van de afstromende beken (kali's). In het vlakkere landschap vloeien zij echter met grote breedten af. De meeste grote lahars liggen op de Westelijke flanken van de vulkaan. Vóór 1848 schijnen zij zich in hoofdzaak geconcentreerd te hebben op de Lahar Gedok, die een lengte heeft van circa 14 Km, en een breedte van ongeveer 4.5 Km.

Bij de uitbarsting van 1919 stroomden de lahars in hoofdzaak in twee richtingen. De Noordwestelijke — de Lahar Ngobo — met een lengte van 8 Km. en een breedte van 3 Km. De tweede en grootste — de Lahar Badak — vloeide naar het Zuidwesten in de richtingen Blitar—Srengat—Oedanawoe, in drie vertakkingen, een landschap bedekkende van 30 Km als grootste lengte en een grootste breedte van 18 Km. Tussen deze drie lobben bleven laharvrije stroken voor modderbedekking gevrijwaard van Djagowan tot Srengat en Alas Kedawoeng tot aan de Kali Brantas, ten Zuiden van Blitar. Ook de laharstromen der uitbarsting van 1901 volgden in grote lijnen dezelfde richtingen.

Tot heden bekende uitbarstingen van de G. Keloet.

Kemmerling (lit. 9) heeft, in zijn beschrijving der uitbarstingen van deze vulkaan in 1919, een historisch overzicht samengesteld der vroegere erupties. In zijn beschrijving vindt men de jaartallen 1000, 1334, 1586, 1752, 1776, 1811, 1826, 1835, 1848, 1864, 1901 en 1919. Naast deze erupties maakt hij ook melding van een doorbraak in de Westelijke wand van het kratermeer in 1875 (een zgn. koude lahar), waardoor de waterspiegel van het meer 52 m. verlaagd werd. Dit betekent, dat er plotseling 40.3 miljoen m³ water dalwaarts vloeiden, en vermengd met de erosieproducten van de bergflanken als modder in de lagere gedeelten gedeponeerd werden. Door deze catastrofe werden in het district Sren-gat 30 dessa's geteisterd, waarvan er vier door de 1 m dikke modderstroom werden weggevaagd.

Behalve de door Kemmerling genoemde erupties vond ik er nog drie vermeld bij von Leonhard (lit. 12) in de jaren 1019, 1785 en 1816. Deze auteur deelt niet mede aan welke bronnen hij deze historische gegevens ontleend heeft.

Geschiedenis der genomen maatregelen om rampen te voorkomen.

Na elke eruptie van de G. Keloet begonnen, door natuurlijke omstandigheden, de voorbereidingen voor een volgende ramp. Door de grote regenval dezer streek, die tot 4500 mm per jaar kan bedragen, werd de krater relatief snel met water gevuld.

Na de uitbarsting van 1919 bedroeg het hoogteverschil tussen de kraterbodem (1107 m. b.z.) en de overlaat in de kraterwand (1208 m. b.z.) rond 100 m. Volledig gevuld bedraagt het waterbergend vermogen van de krater circa 45 miljoen m³. Rekening houdende met de verdamping kan men schatten, dat de volledige vulling van de krater met hemelwater 25 à 30 jaren zal duren. Na 1752 is de grootste rustperiode van de vulkaan 37 jaren geweest, en de kleinste 9 jaren (Kemmerling, lit. 9). Houdt men ook rekening met de door von Leonhard (lit. 12) gegeven jaartallen, dan zou ook een rustperiode van 5 jaren voorgekomen zijn. Hoe dit echter ook moge zijn, men moest steeds bij een nieuwe uitbarsting met de aanwezigheid van een groot volume water in de krater rekening houden.

Bij de uitbarsting van 1919 werd de hoeveelheid water in het kratermeer geschat op 45 miljoen m³. Voegt men hierbij het volume, door de vulkaan, uitgestoten materiaal, ten bedrage van circa 140 miljoen m³ (as, lava en puimsteen) en de hoeveelheid erosie-materiaal, die in de modderstromen van de langs de vulkaanflanken afvloeiende lahars wordt opgenomen, dan komt men tot het fantastisch getal van circa 200 miljoen m³ (deels droge, deels natte) massa, die in enkele uren over het omgevende landschap wordt uitgespreid. Hierbij speelde de verbreiding van de verwoestende massa materiaal in natte vorm (lahars) een grote rol.

Reeds na de uitbarsting van 1901 werd overwogen of men deze natte verwoestingen niet op een of andere wijze zou kunnen voorkomen.

Omstreeks die tijd bestond bij de Dienst der Irrigatie ook het plan om het water uit het kratermeer dienstbaar te maken aan de bevoeiing dezer streek (J. Homan van der Heide, lit. 7). Hoe men zich dit plan voorgesteld heeft, is mij niet in details bekend. Alleen weet ik, dat men overwoog om de doorbraak in de Westelijke kraterwand gedeeltelijk te dichten, waardoor het water in het kratermeer hoger zou kunnen stijgen. Van het standpunt der irrigatie bekeken, moge dit plan aanlokkelijk geleken hebben. Maar bij een nieuwe uitbarsting van de vulkaan zou het een funeste invloed hebben gehad. Om steeds over voldoende hoeveelheden water voor de bevoeiing te kunnen beschikken, zou het nodig geweest zijn om de voorraad water in het kratermeer zo hoog mogelijk op te voeren. Bij een volgende eruptie van de G. Keloet zou dit tot gevolg hebben gehad, dat de aanwezige voorraad water plotseling zou worden uitgestoten, met alle gevolgen van dien. Met elke meerdere aanwezige m³ water in het meer, zou het lahargevaar evenredig vergroot worden.

Het irrigatie-plan schijnt gelukkig doorkruist te zijn geworden door een plan voor de aftapping van het Keloetmeer.

Geïnspireerd door aftappingen van kratermeren, zoals die door de Romeinen reeds waren toegepast met tunnels in het vulkaan-gebied van Rome (Nemi en Albano), dacht Ir. Hugo Cool ook aan een tunnel-aanleg door de kraterwand van de G. Keloet.

Na een in 1907 aan hem opgedragen onderzoek, stelde hij een ontworpen tunnelplan aan de Chef van het Mijnwezen ter hand, die er

zich wel mee kon verenigen. Mede door het onderzoek van Cool werd besloten om een ontlastingskoker aan te brengen in het vaste andesitische gesteente in de Westelijke doorbraak op 1196 m. b.z. (Dit cijfer is door latere metingen gecorrigeerd en bleek op 1208 m. b.z. te liggen). Door het aanbrengen van deze ontlastingskoker — die in 1908 voltooid was — kon het kratermeer dus niet hoger stijgen dan 1208 m. b.z., en werd een koude lahar voorkomen, die zich mogelijk nog in de dikke puinlaag van de doorbraak zou hebben kunnen vormen.

Om de technische uitvoering van de tunnelaanleg te kunnen beoordelen moesten, volgens Cool (lit. 2) een aantal onderzoeken verricht worden. Wel werd o.a. niet gevreesd voor het optreden van stikgassen en voor de aanwezigheid van los materiaal in het tunnel-traject, maar toch achtte hij een topografische opnemings en een geologisch onderzoek gewenst.

Later is gebleken, dat het tunnelplan juist op de aanwezigheid van los onverkit materiaal — hetwelk ieder vulkanologische deskundige met nagenoeg mathematische zekerheid had kunnen voorspellen — verongelukt is. Het nalaten van het door Cool gewenste geologische onderzoek moet voor het grootste deel zeker hiervoor aansprakelijk gesteld worden.

Dat ik dit „j'accuse” hier niet na de mislukking uitspreek, zal U zo aanstonds wel duidelijk worden.

Het door Ir. Cool voorgestelde tunnelplan werd echter nooit uitgevoerd. En de promotor er van overleed reeds kort nadat aan een zijner wensen — de topografische kartering van de Keloet — gevolg gegeven was. Sindsdien werd de vulkaan blijkbaar weer vergeten. De rampzalige uitbarsting van 19/20 Mei 1919 was nodig om de mensheid weer eens aan zijn aanwezigheid te herinneren.

Na deze uitbarsting, en het bekend worden der vreselijke gevolgen voor zijn omgeving, werd groot alarm geslagen. Aan alle zijden rees weer de vraag: „Hoe kunnen wij de vernielingen en het aantal slachtoffers tot een minimum beperken, bij een nieuwe uitbarsting van deze vulkaan?” De zuiver vulkanische werking kan men niet stuiten. Maar als men de vorming der vulking van het kratermeer zou kunnen voorkomen, dan zou zeker het lahar-gevaar sterk verminderen. Daarover was men het wel eens. Wel werd gevreesd, dat men, door het verwijderen van

het waterkussen, het gevaar voor het ontstaan van gloedwolken — zoals die o.a. bekend zijn van de uitbarsting van de Montagne Pelée, op Martinique — zou verhogen.

Daar men meende opgemerkt te hebben, dat bij de uitbarsting van de G. Keloet het gloedwolken-verschijnsel, ook na het uitslingeren van de watermassa, slechts in geringe mate was opgetreden, was men van oordeel dit risico te moeten nemen. (Voor het gloedwolken-verschijnsel verwijs ik naar Escher, lit. 4, die het ook voor de Keloet in een schema getypeerd heeft).

Over de wijze, waarop het kratermeer continu leeg gehouden moest worden, liepen de meningen uiteen. Er waren voorstanders voor het bouwen van een pompinstallatie, terwijl anderen meenden de voorkeur te moeten geven aan het aftappen door een tunnel, dus het vroegere plan van Ir. Cool.

Na het voorafgaande is het wel haast overbodig te vertellen, dat ik trachtte de mededelingen omtrent een en ander zoveel mogelijk te volgen.

Ik besloot tot een hernieuwde grondige studie der verschijnselen van de G. Keloet, benevens van de voorgestelde maatregelen om de vernietigende gevolgen, van een nieuwe eruptie, tot een minimum te beperken. Reeds spoedig bleek mij, dat geen der beide projecten uitvoerbaar geacht mochten worden. Het plan, dat de meeste kans van slagen bood, was gelanceerd door Prof. Escher (zie o.a. lit. 3, p. 695), hetwelk mij eerst later bekend werd.

Bezwaren tegen de voorgestelde projecten.

Een bemalings-installatie, die effect zou sorteren, moest binnen de wanden van het kratermeer worden gebouwd. Het aanvoeren van materiaal en machineriën, over dergelijke afstanden en over hoogten, als hier aanwezig, was al een probleem op zichzelf. Ook moest men er rekening mede houden de gehele installatie te moeten vernieuwen na elke uitbarsting, daar zij hierbij in haar volle omvang verwoest zou worden. Maar ook zouden voortdurend meerdere personen als bedieningspersoneel aanwezig moeten zijn, in een vrijwel ontoegankelijke omgeving. Bovendien moest er rekening mede worden gehouden, dat gedurende de uitvoering der werken het water in het meer belangrijk zou stijgen en niet afgevoerd kon worden. Uit onderzoeken was namelijk reeds gebleken, dat de stijging van

December 1901 tot Augustus 1905 over een hoogte van 50 m had plaats gehad. Daarna had zij tot Mei 1907 nog eens 20 m bedragen. Dat is dus een opvoering der hoogte van het water van 70 m in circa $5\frac{1}{2}$ jaar. Later is nog gebleken, dat de diepte van het meer vóór de uitbarsting van 1919 waarschijnlijk ruim 100 m bedragen kan hebben (zie Kemmerling, lit. 9, Plaat V). Met de wetenschap, dat de kortste rustperiode van de vulkaan soms slechts 5 jaren kan bedragen (1811—1816), zou dit werk, wilde het zekerheid geven, binnen die termijn voltooid en in werking moeten zijn. En hiermede is het aantal bezwaren nog niet eens uitgeput.

Maar niet alleen tegen het bemalingssysteem, doch ook tegen een tunnel als aftapkanaal waren grote bezwaren aan te voeren.

Als men een goed uitgevoerde kaart der omgeving van de G. Keloet bestudeert, dan valt direct het grote aantal beken en afvoergeulen op, die in alle richtingen langs de flanken van deze vulkaan dalwaarts vloeien. Van verschillende dezer afvoergeulen liggen de hoogst ge-

legen bronnen direct om de buitenste kraterwand. Dit wijst er op, dat het gesteente tot op grote hoogte met water doordrenkt is, hetzij in de poriën, hetzij in de gesteentekloven. Dat een deel van dit bodemwater aan het kratermeer ontleend wordt, is zonder meer duidelijk. Via de losse puinmassa, die tegen de kraterwand rust, kan het aan de omgevende gesteenten worden doorgegeven. Drijft men nu een tunnel van de buitenwand naar de krater, dan is met zekerheid te voorspellen, dat men vóór het bereiken van de uitmonding in de binnenwand op losse eruptiva zal stuiten. En deze losse gesteenten zijn in haar open ruimte met water gevuld. De grote hoeveelheden regenwater, welke binnen de krater vallen (totaal 4500 mm per jaar) kunnen alleen door verdamping of doorsijpelen door de wand uit het ontstane meer worden afgevoerd. Het sijnwater komt door elke verhoging van de waterspiegel in het meer onder hogere druk te staan. Bij aanboring van los gesteente in het tunnelfront zal dit water met kracht uittreden. (Wordt vervolgd).

