HET VULKAANEILAND OENA-OENA (NOORD-CELEBES).

(with an English Summary)

DOOR

Dr. J. H. F. UMBGROVE.

Met plaat 44—46.

Het eerste gezicht op Oena-Oena zal wel voor de meesten een verrassing zijn. Wanneer men de Golf van Tomini invaart en het schip stoomt dit eiland tegemoet, dan verwacht men onwillekeurig aan den horizont een mooie spitse vulkaantop te zullen zien. Immers pas heeft men den Menado Toea achter den rug, een regelmatig gevormden 800 M. hoogen kegel, die als een dreigende wachter vóór Menado uit zee oprijst en nauwelijks ook zijn de talrijke vulkaankegels der Sangi-eilanden uit zicht.

Het oog is dus ingesteld op dien regelmatigen vulkaanvorm en men wordt eenigszins teleurgesteld wanneer dan Oena-Oena opdoemt als een eiland waarvan men de vorm wel vergelijken kan met een omgekeerd bord (zie fig. 1*b*). Dichter bij gekomen kunnen een aantal kleine toppen onderscheiden worden en nieuwsgierig stappen we aan wal om te weten te komen hoe dit als vulkanisch gebied bekend staande eiland dan wel opgebouwd is.

Men denke zich dit eiland niet als een stukje oernatuur met een „wilde" bevolking. Het oorspronkelijke bosch heeft voor het allergrootste gedeelte plaats gemaakt voor uitgestrekte klapperaanplantingen tot hoog tegen de hellingen op; de bevolking is er welvarend en „modern", jazelfs een behoorlijke rijweg, bereden door meer dan één auto, loopt langs de kust van Tandjong Karodo tot Tampo Batoe (fig. 1*a*).

Met het Gouvernements opnemingsvaartuig ‚Eridanus" waren we tegen den avond van 20 September 1928 op de reede van Oena-Oena ten anker gegaan en met den enthusiasten Commandant, Luitenant ter Zee 1e Klasse H. SPITS, begaf ik mij aan wal om poolshoogte te nemen naar plaats en afstand van den krater, en de mogelijkheid om deze den volgenden dag te bereiken. Een Goenoeng Api? een Kawah? een krater?, men kon er ons niets van zeggen; daarvan had men schijnbaar nog nooit gehoord. Schijnbaar echter, want toen de heer SPITS het idee opperde, dat het wel mogelijk zou zijn om een eind ver met een motorsloep te komen als het pad naar boven misschien erg ver weg lag, toen ging er eenig licht op in de memorie van deze braven,

die blijkbaar er wat tegen op zagen een fiksche wandeling als gids mee te maken.

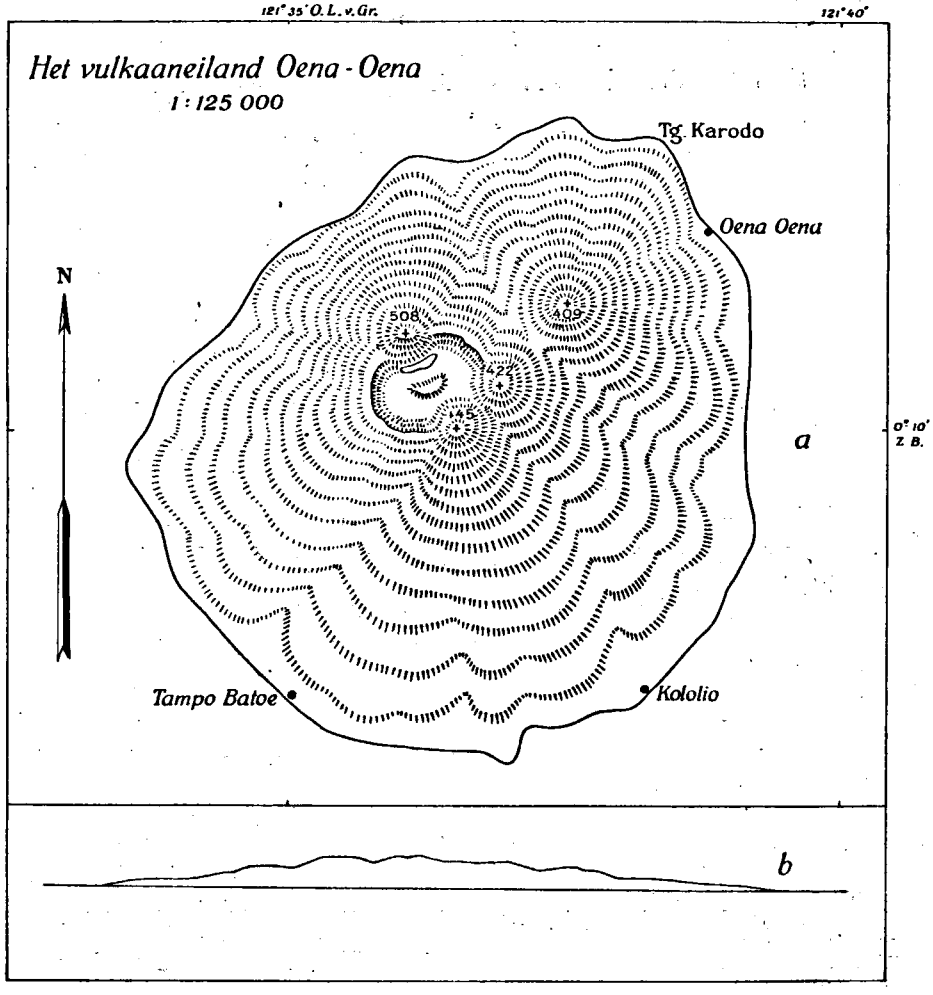

Fig. 1.

a. Schetskaart van het eiland Oena-Oena, samengesteld naar metingen van de „Eridanus''.

b. Profiel van het eiland Oena-Oena, van het Zuiden uit gezien (naar een photo).

Maar het geluk diende ons; den volgenden morgen vroeg verscheen aan boord de Radja van Oena-Oena en der Togian-eilanden, dien wij den vorigen avond door een rechtszitting niet thuis getroffen hadden. Hij bood ons zijn eigen auto aan en gidsen voor het verdere gedeelte van den weg. Zoo reden we dan een half uur later, dankbaar dit royale aanbod aanvaardend, langs de kust naar Kololio waar uitgestapt

werd aan een breede z.g. rivierbedding om vandaar de tocht naar boven te beginnen.

Wat van de geschiedenis van dit vulkaaneiland bekend is werd door WICHMANN in 1902 samengevat naar aanleiding van een uitbarsting, die in 1898 had plaats gevonden [1]; van vóór die eruptie weten wij over de historie van dezen vulkaan nagenoeg niets; alleen blijkt uit het feit dat reeds vóór dien door de bevolking zwavel uit het z. g. „zwavelveld" van den krater gehaald werd, dat er toen solfatarewerking geweest moet zijn.

Na eenige voorafgaande bevingen, die met onderaardsch gerommel gepaard gingen en ten gevolge waarvan reeds een groot deel der bevolking gevlucht was, volgde in den nacht van 1 op 2 Mei 1898 de eerste en schijnbaar heftigste uitbarsting, die drie dagen duurde. In midden Juni en begin Augustus herhaalden zich de eruptie's; waarschijnlijk is de vulkaan medio Augustus eveneens nog werkzaam geweest. Daarmee waren de eruptie's beëindigd, ofschoon nog tot in 1899 aardbevingen plaats vonden en eveneens eenige modderstroomen uitgebroken zijn. De vulkanische asch werd voornamelijk naar het Westen toe verspreid tot ver in Borneo over een afstand van minstens 800 K.M. en over een oppervlak van ongeveer 303 000 K.M^2.

Vóór de uitbarsting mondde in de Noordoostelijke baai, waar de landingsplaats voor schepen zich bevindt, een klein beekje van slechts enkele decimeters diepte uit. Na de eruptie bleek daar ter plaatse een breed rivierbed aanwezig te zijn.

Dit „rivierbed" passeerden we, vervolgens een tweede minder breed dal om tenslotte ongeveer bij Kololio de auto te verlaten, en door een dergelijk dal naar boven te wandelen. Zulk een dal is bij zijn uitmonding aan zee honderd tot twee honderd meters breed, de bodem is nagenoeg vlak en bestaat uit een laag rolsteenen en fijner vergruisd materiaal. Van deze vlakke dalbodem uit rijzen de zijwanden op vele plaatsen steil omhoog. Een dwarsprofiel door den benedenloop levert dus in plaats van een V-vormig rivierprofiel een vrijwel rechthoekige doorsnede; het is dan ook niet door normale, langzame, geleidelijke riviererosie te verklaren, doch het is een typisch lahardal, dat sterke overeenkomst toont met de beruchte lahardalen, ook wel kortweg lahars genoemd, van den Keloet-vulkaan in Oost-Java. Bij het aanschouwen van zulke dalen kan men reeds een krater verwachten, die óf een groot, diep meer herbergt óf een opvulling van sterk met water doordrenkt materiaal van los zand en steenen.

Op Pl. 44, fig. 4 is ongeveer de helft van de breedte van dit dal, eenige kilometers van de monding verwijderd, en stroomopwaarts gezien, afgebeeld. Men ziet er de steile wanden waarlangs de vulkanische tuflagen op menige plaats fraai ontsloten zijn. Pas veel hoogerop

[1]) WICHMANN. Der Vulkan der Insel Una-Una (Nanguna) im Busen von Tomini, Celebes. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch. 1902. Hierin opgave van oudere literatuur.

troffen we water aan; op een bepaald punt verdween dit als een klein beekje in de dikke rolsteenbedding en stroomde in de diepte verder, onttrokken aan het oog. Verder gaande vernauwt het dal zich (Pl. 45, fig. 6) en breekt tenslotte als een echte bergbeek bruisend door de afwisselende tuflagen en lavastroomen heen, daar thans een diepe V-vormige kloof uitschurend (Pl. 45, fig. 7). Naarmate men dan meer den oorsprong van de beek nadert, wordt het dal minder diep en zoo bereikt men tenslotte de rand van den krater waarin men steil moet afdalen [1]).

Alvorens verder over dezen krater uit te weiden, wil ik eerst vermelden wat over de samenstelling der vulkanische gesteenten van dit eiland bekend is.

Door WICHMANN werden drie hem toegezonden gesteentetypen van Oena-Oena beschreven; vooreerst een lichtgrauwe asch, die ontstaan moet zijn door verstuiving van een gesteente, dat tot de glimmerandesieten gerekend moet worden, doch reeds een overgang tot de trachyten vormt. Vervolgens een lichtgrauwe augietandesiet-puimsteen en tenslotte een hoornblende-glimmerandesiet van een trachytische habitus, die vóór de laatste eruptie in den krater verzameld was en een groote overeenkomst toont met de eerst genoemde asch.

Het schijnt, dat er bij de laatste eruptie geen lava uitgevloeid is en WICHMANN veronderstelt (l.c. pag. 155), dat doordat de vulkaan langen tijd in een solfatarestadium verkeerd heeft, een diepgaande chemische en daarmee gepaardgaande mechanische verweering moet plaats gevonden hebben. Zoo kunnen wij ons denken, dat bij de laatste uitbarsting een groote hoeveelheid asch, zand en grootere gesteentefragmenten betrekkelijk gemakkelijk uitgeworpen werd en is het ook te begrijpen, dat deze fragmenten onder het microscoop een reeds vergevorderde verandering (gebleekte biotieten, afscheiding van ijzerhydroxyde en andere verweringsproducten (zie WICHMANN, l.c. pag. 154) toont.

In de andesieten van Oena-Oena kan men herhaaldelijk duidelijke insluitsels aantreffen en het is wel een toeval, dat deze niet aanwezig waren in de stukken, die WICHMANN ter onderzoek kreeg.

Dr. Ir. W. F. GISOLF was zoo vriendelijk de door mij meegebrachte gesteenten microscopisch te onderzoeken.

Daarbij is gebleken, dat een groot deel der andesiet-handstukken een tuffeus karakter heeft. Hieronder volgt Dr. GISOLF's beschrijving van het microscopisch beeld van een dergelijk gesteente:

„Kristallen en fragmenten van andesien, van zeer sterk absorbeerende groenbruine amfibool (soms met lichtere kern) in een haast

[1]) Op het hier gegeven overzichtkaartje, fig. 1*a*, zal men tevergeefs de juiste ligging en het verloop dezer lahardalen zoeken. Voor de samenstelling van dit kaartje had ik als gegevens slechts de diameter van den krater, de omtrek van het eiland en de aangegeven 4 hoogtepunten; de ingeteekende vulling is geheel schetsmatig en bij gebrek aan nauwkeurige gegevens over het juiste verloop der lahardalen heb ik die geheel weggelaten.

isotroop kit. De gelaagdheid in het handstuk en het fragmentaire karakter der fenokristen doen aan tuf denken."

„In andere handstukken en daarvan vervaardigde slijpplaatjes is het tufkarakter duidelijker."

Bij microscopisch onderzoek bleken de insluitsels te zijn: „een gecarbonatiseerd dieptegesteente, vermoedelijk een peridotiet".

WICHMANN wees er op, dat noch om tektonische noch om petrographische redenen een verband van Oena-Oena en de vulkanen in de Minahassa aannemelijk is. Over de eigenlijke Togian-eilanden beschikte hij nog niet over voldoende gegevens. Nu vond ik naast andere vulkanische gesteenten (o. a. verschillende trachieten) ook andesieten op de Togian-eilanden (de z. g. piek van Togian b.v. bestaat uit andesiet); de vulkanische activiteit is er echter sinds lang in rust. Bovendien komen daar talrijke sedimentgesteenten voor. Het is nu de vraag of bij een gedetailleerde opname van Oena-Oena niet een nauwere band met de andere Togian-eilanden zal blijken te bestaan. Het is niet onmogelijk, dat er onder de diverse toppen van Oena-Oena nog andere gesteenten dan andesieten voorkomen. Bovendien is het waarschijnlijk, dat er ook sedimentgesteenten te vinden zijn. De controleur F. DUMAS vermeldt reeds in 1899 het voorkomen van zandsteen [1]); in situ heb ik deze bij de eene tocht, die ik slechts op dit eiland maken kon, niet aangetroffen.

De krater van Oena-Oena heeft een doorsnede van ongeveer 2 K.M.; de bodem, die nagenoeg vlak en evenals de hellingen grootendeels weer dicht begroeid is, blijkt uit fijne asch, slib en gesteentefragmenten te bestaan, die daarin deels bij het einde van de laatste eruptie als efflata neergevallen kunnen zijn, anderdeels als erosieproducten van de omringende hellingen nog steeds door talrijke kleine beekjes, vooral in den regentijd, aangevoerd worden. De effenheid van dit landschap wordt in het midden echter gebroken door een kalen geelen ongeveer 40 M. hoogen heuvel alom rookend van de solfatare-dampen, die op talrijke plaatsen, vooral aan de Noordelijke helft, ontwijken (fig. 2 en Pl. 44, fig. 5).

Aan den Noordwestrand van den krater bevindt zich het hoogste punt van het eiland, de z.g. Goenoeng Oeroendaka, volgens de metingen van de „Eridanus" 508 M. boven zee gelegen. De ligging en de hoogte van de andere punten, welke op het schetskaartje fig. 1 ingeteekend zijn, werden eveneens door de staf van dit opnemingsvaartuig vastgelegd en mij door den heer SPITS welwillend ter beschikking gesteld.

Tusschen den G. Oeroendaka en de van solfatarewerking dampenden en plaatselijk met zwavelafzettingen overdekten heuvel bevindt zich het laagste gedeelte van den krater, dat door een klein meertje ingenomen wordt. Reeds in 1900, toen KOPERBERG Oena-Oena bezocht, bestond zoowel dit meertje als de solfatareheuvel [1]).

[1]) Zie WICHMANN l. c.

Tot in de diepste erosiegeulen van den „solfatare-heuvel", dien men gemakkelijk beklimmen kan, ziet men, dat deze bestaat uit andesietfragmenten en fijnere detritus, dus uit hetzelfde materiaal als men over den geheelen verderen kraterbodem aantreft; alleen is hier alles door solfatarewerking sterk aangetast.

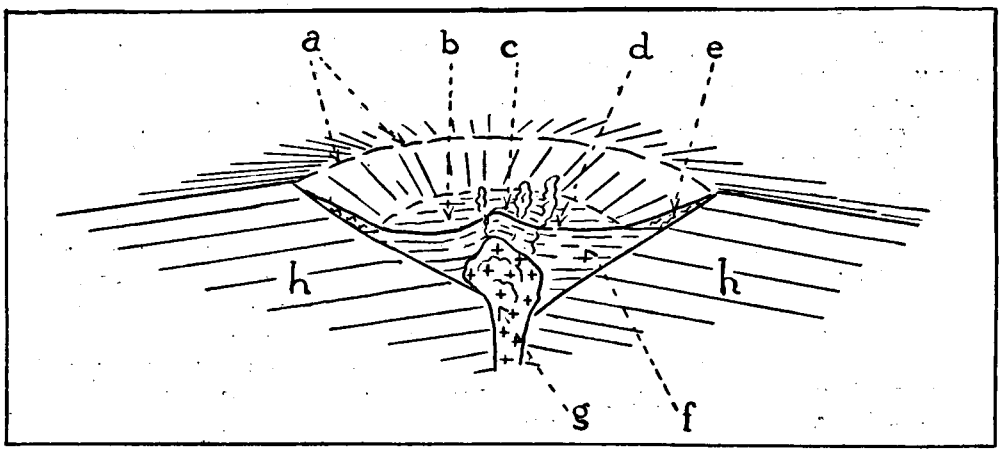

Fig. 2.

Schematische N—S doorsnede door den Oena-Oena krater.
a, westelijke kraterrand; *b*, kraterbodem; *c*, heuvel met solfataren; *d*, meertje; *e*, puinhelling; *f*, kraterpvulling, in 't midden omhoog gestuwd door *g* een lavaprop; *h*, doorsnede door den stratovulkaan.

Het is dus zeker geen lavaprop, die men hier ziet, doch eenvoudig een gedeelte van den oorspronkelijken kraterbodem, dat omhoog geperst is, hetgeen toe te schrijven is aan de stuwende kracht van een lavaprop, die echter zelf niet tot aan de oppervlakte doorgedrongen is, doch aan het oog onttrokken blijft door een dek van vulkanische efflata en detritus.

Wij kunnen hieruit besluiten, dat na de eruptie van 1898 de kraterpijp eerst toegedekt werd met een dikke laag efflata etc. — daaraan heeft de wijde, steilrandige, vlakbodemige krater van Oena-Oena dus zijn vlakken kraterbodem te danken — en dat daarna een prop omhoog is gekomen, die het bovenliggende opvullingsmateriaal tot een heuvel opwerkte waaruit nu nog rijkelijk solfataregassen ontwijken.

Waarschijnlijk is dus de diameter van de kraterpijp kleiner dan de grootte van de zichtbare detritusheuvel.

In het schematische profiel, fig. 2, is deze voorstelling weergegeven. Dit profiel is ongeveer NS. genomen, doch het werd zorgvuldig tusschen de hoogere toppen gelegd, omdat het mij geheel onbekend is hoe deze opgebouwd zijn. In ieder geval wijzen deze toppen er op, dat van de geschiedenis van den vulkaan nog heel wat te ontcijferen is.

Uit WICHMANN's artikel was het mij bekend, dat Prof. MOLENGRAAFF de Togian-eilandengroep bezocht heeft en daar er van zijn hand geen publicatie hierover verschenen is, vroeg ik hem persoonlijk naar dien tocht. Het verblijdende gevolg is, dat ik hier nog eenige bijzonderheden kan vermelden over Oena-Oena, die een belangrijke aanvulling geven op hetgeen van dit eiland in de literatuur bekend is, gegevens, die hij mij mét een teekening (fig. 3) en een bijzonder interessante foto van den krater (Pl. 46, fig. 8) met groote bereidwilligheid ter publicatie afstond. Uit het begeleidend schrijven van Professor MOLENGRAAFF kan ik het volgende citeeren:

„De foto van het inwendige van den krater werd door mij opgenomen op 20 September 1901, toen ik het eiland bezocht a. b. van de „Raaf" en er van 9 uur 's morgens tot 6 uur 's middags aan land was. Het scheen mij toe, dat na de uitbarsting van 1898 de krater geheel met water langzaam moet zijn gevuld en een kratermeer moet hebben gevormd. In dat meer was langzaam een vrij vlakke heuvel van efflata opgebouwd. Destijds was daar het zwak rookend eruptiepunt. Deze heuvel (nieuw vulkanisch punt) vertoonde vrij sterke solfatare-werking bij mijn bezoek. Van uit zee gezien steeg een duidelijk dampluimpje nu en dan vrij hoog uit het eiland op. Juist, toen ik fotografeerde, was dat niet het geval. Bij mijn bezoek heb ik niet getracht dit nieuwe vulkanische eiland in het kratermeer te betreden, omdat het al nabij zonsondergang was. Ik heb den krater bereikt uit een lahardal [1]), dat

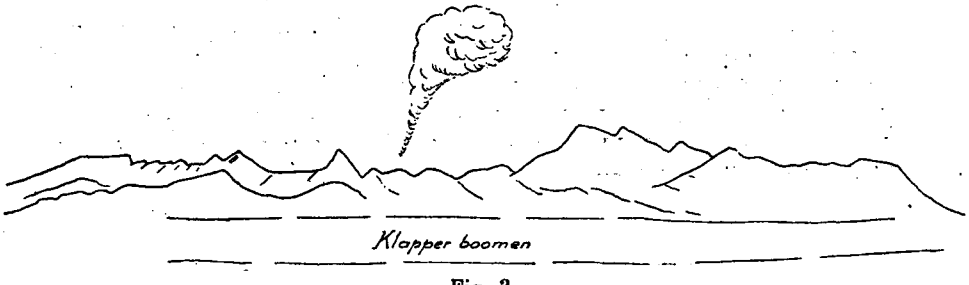

Fig. 3.

Het eiland Oena-Oena van uit zee gezien op 6 mijl afstand, uit het Noordoosten; 20 September 1901 te 8 a. m.
(naar een schetsteekening van Prof. Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF).

naar ik meen even ten Westen van Tampo Batoe naar zee uitmondde; er was een warme beek in, (temp. 41° C.). Van het boveneinde van dat lahardal was de krater uiterst moeilijk te bereiken na een steile klim en „rittlings" bewegen over messcherpe graten in een diep geërodeerd tuflandschap (weinig samenhangende, waarschijnlijk zeer recente

[1]) Zie noot op blz. 252.

efflata). De terugtocht was heel gemakkelijk door een veel breeder lahardal met flinke beek (niet warm) naar Kololio. Het bosch had zich in 1901 nog niet veel hersteld en de lahardalen zagen er nog merkwaardig frisch uit."

Uit een vergelijking van bovenstaande mededeeling en bijgaande foto van Professor MOLENGRAAFF met den tegenwoordigen toestand van den krater blijkt duidelijk hoe de centrale heuvel in den krater in den loop der jaren geleidelijk door de erosie aangetast is en nu vervlakt, om zoo te zeggen zijdelings uitgezakt schijnt te zijn. Het beeld van 1901 maakt den indruk, dat de omhooggeperste centrale heuvel steiler, hooger en scherper omgrensd was dan in de schematische figuur 2 voorgesteld is.

Het is een algemeen bekend verschijnsel, dat bij vochtige gesteldheid van de athmospheer de solfataren-dampen veel duidelijker en forscher schijnen dan in den drogen moesson, doch het is wel waarschijnlijk, dat de duidelijke rookpluimen, die zich geregeld uit den Oena-Oena-krater ontwikkelden in 1901 er op duiden, dat de vulkanische activiteit toen grooter was dan bij ons bezoek; iets dergelijks werd tijdens ons verblijf in de golf van Tomini, in September—October 1928 in 't geheel niet waargenomen. Schijnt dit dus er voor te pleiten, dat in 't algemeen de activiteit der solfataren eertijds, misschien zelfs maar tijdelijk, grooter was dan thans, dan is het niet onmogelijk, dat op een of enkele plaatsen bijzonder sterke solfatarewerking voorkwam; misschien wijst de ligging van het meertje zulk een plaats aan.

Zooals wij hierboven uiteenzetten blijkt uit de afgeronde vorm van den centralen heuvel, waaraan de kenmerken van een afzonderlijke eruptiekegel totaliter ontbreken, dat deze door opstuwing ontstaan moet zijn. Het schijnt ook zeer begrijpelijk, dat van de in den krater verborgen lavaprop, die de bovenliggende efflata in den kraterbodem omhooggeperst moet hebben, thans minder activiteit uitgaat dan in 1901, kort na zijn ontstaan.

Bij een vergelijking van Oena-Oena met de Javaansche vulkanen, zal men zeker menig punt van overeenkomst kunnen opmerken met den Keloet. Vooreerst vertoonen beide het breede, gekartelde, op een min of meer ingewikkelde eruptiegeschiedenis duidende bergprofiel (zie fig. 1*b* en fig. 3).

Bij een bestijging wordt men terstond getroffen door de breede steilwandige lahardalen, waar dus kennelijk bij deze vulkanen lahars in de jongste historie een belangrijke rol gespeeld hebben.

Bovendien was ook bij beiden de laatste uitbarsting een ascheruptie, zonder lava-uitvloeing.

Vervolgens steeg eenigen tijd na het paroxysme van die laatste eruptie's een lavaprop omhoog, die zelf niet aan den dag kwam, doch den bovenliggenden bodem heuvelvormig opwelfde (zie Pl. 46, fig. 9). Bij den Keloet constateert men rondom het eilandje de hitte op den bodem van het meer en fumarole-werking vooral op en om den

heuvel[1]), bij Oena-Oena uit zich deze echter door solfatarewerking. In het Keloetmeer ontstond deze détritusheuvel in den nacht van 6 op 7 December 1920; wanneer deze jongste vulkanische activiteit in den Oena-Oenakrater plaats vond, kunnen wij niet precies aangeven; in ieder geval had deze centrale opwelving plaats na de eruptie van 1898 en vóór 1900.

Tenslotte zou men dan nog op de aanwezigheid van een meer kunnen wijzen — dus op het sterk doordrenkt zijn met water van den kraterinhoud —, doch de zooveel kleinere poel van Oena-Oena doorstaat niet in allen deele, althans zeker niet van uit een aesthetisch oogpunt, een vergelijking met het mooie, donkergroene, zooveel diepere meer van den Keloet.

Het is niet bekend hoe hoog de waterspiegel in den Oena-Oenakrater stond vóór de eruptie van 1898, maar uit de enorme lahardalen, die toen ontstaan zijn kan men met zekerheid zeggen, dat er óf een meer aanwezig was, óf dat ten minste de inhoud van den krater sterk doordrenkt geweest moet zijn met water.

Uit de berichten over de Oena-Oena eruptie van 1898 is niet op te maken of er een gloedwolk is afgedaald; indien die echter plaats gevonden heeft, zou het een groot toeval zijn, als wij er gegevens over hadden, want bij de eerste voorteekenen van de uitbarsting koos de bevolking zee en vluchtte naar de eilanden Batoe Daka en Togian.

Ik kan nog vermelden, dat bij die gelegenheid een tamelijk nuchter Chinees voor een appel en een ei de bezittingen van vele der vluchtelingen, die meenden alles voor altijd te verliezen, opkocht. Thans is deze man groot grondbezitter en wat meer waard is, eigenaar van uitgestrekte klapperaanplantingen op Oena-Oena.

Rondom het eiland Oena-Oena groeien koralen op de ondiepere gedeelten van de onderzeesche puinhelling van het eiland. Tot een rifvorming van eenige beteekenis is het echter nog niet gekomen, zelfs niet tot iets wat de naam kustrif of franjerif zou kunnen dragen. Hoe is dit te verklaren, waar we toch in de onmiddellijke nabijheid, om en bij de Togianeilanden, buitengewoon fraaie en rijkontwikkelde barrière-riffen en atollen aantreffen?

DAVIS heeft in zijn werk „The Coral reef problem'' 36 van zulke geheel of nagenoeg riflooze vulkanische eilanden genoemd en meerendeels in extenso besproken. Zulke vulkaaneilanden verkeeren nog in een zeer jong erosiestadium. Voordat ze den diep ingesneden rijpen erosievorm bereiken, welke kenmerkend is voor de meeste eilanden met barrière-riffen, zal van zulke vulkaankegels een zeer groote hoe-

[1]) Zie: G. L. L. KEMMERLING: De uitbarsting van den G. Keloet in den nacht van den 19den op den 20sten Mei 1919. Vulkanologische Mededeelingen No. 2, 1921, pag. 121—122 met Plaat.

en: CH. E. STEHN: Keloet Excursionguide E. 2a, Fourth Pacific Science Congress Java, 1929, pag. 15 and fig. 5.

N. WING EASTON noemt dit eilandje in het Keloet-meer „a stop'' (pag. 94 van: Volcanic Science in Past and Present, in: Science in the Netherlands East Indies; Fourth Pacific Science Congress, Java 1929).

veelheid detritus in zee gevoerd worden. Dit erosiemateriaal zal langs de kust afgezet worden en de grovere deelen zullen rondom het eiland plaatselijk stranden opbouwen.

Naar gelang deze vlakke kusten zich zeewaarts uitbreiden, zullen alle rifvormingen, die er telkens weer trachten op te groeien, bedolven worden. Hierbij komen nog plotseling optredende lahars en in zee vallende efflata. Zóó is het waarschijnlijk te verklaren, dat wij nu ook langs de kust van Oena-Oena geen rifvormingen van eenige beteekenis kunnen vinden. Een zelfde kenmerk vinden we bij zoovele jonge vulkaan-eilanden in den Indischen Archipel.

SUMMARY.

Only one eruption of the island Una-Una (Gulf of Tomini, Northern Celebes), in 1898, has been recorded in historical time; it was described in 1902 by WICHMANN (l. c.) after data gathered from different witnesses. No lava flowed out, it was an ash-eruption.

During that eruption large mud streams, called lahars, descended along the slope of the volcano and some broad flat-bottomed valleys were eroded (Pl. 44, fig. 4) which are known so very well from some Javanese volcanoes, especially from Mount Kelut. With the latter Una-Una shows many points of resemblance, in shape, structure and in type of the latest eruption.

Along one of the large typical lahar valleys we climbed the volcanoe starting near Kololio. Fig. 6 and 7 show the higher parts of our road, typical v-shaped valleys, a product of ordinary water erosion.

When seeing such lahar valleys one may presume that the volcano must contain or at least must have contained either a huge crater lake or a filling of loose, sandy, brecciated material strongly impregnated with water.

Up to this moment all lava's, pumice, tuffs and ashes, collected in the island Una-Una are andesitic. The andesite and the andesitic tuffs often show inclusions of carbonated peridotite. It is not impossible that also sediments occur on the island — though on our single trip we did not find them — thus in general structure Una-Una shows some resemblance to the other Togian islands, where, however, the volcanism is now extinct.

The crater of the volcano has a diameter of about two kilometers. The textfigure 2 shows a schematic section, *a* being the western craterrim; *b* the bottom, consisting of mud, ashes and brecciated volcanic material (h) deposited in the crater after the eruption of 1898, thus giving origin to the flat bottom of the caldera-shaped crater. In the central part of the crater is an elevation, *c* of the same material but strongly metamorphosed by the activity of many solfatara's which break through it.

The author thinks that the elevation and the solfatara's both owe their origin to a lava plug (g) which after the eruption of 1898 and after the filling up of the crater has penetrated through the crater-pipe and tilted the central part of the crater-bottom, itself not reaching the surface, however, as shown in figure 2 (see also Pl. 44, fig. 5 and Pl. 46, fig. 8).

Pl. 46, fig. 9 shows the same phenomenon, a detritus plug in the crater lake of the Kelut volcano, Java.

Fig. 2, d is a small crater lake; e is a detritus cone; h is a schematic section through the strato-volcano.

In 1901 Professor MOLENGRAAFF visited Una-Una and made a fine photograph of the crater, which he kindly gave me for publication (Pl. 46, fig. 8). The activity of solfatara's was somewhat stronger at the time of his visit; within short intervals a little cloud of smoke escaped from Una-Una, as shown in his sketch (fig. 3).

Corals are growing on the submarine slopes in separate colonies. However, no true massive coral reef has been developed, owing to the young erosion stage of this volcanic island; still too large quantities of boulders and smaller detritus material are deposited along the submarine slopes and prevent a more luxurious reef growth.

Fig. 4.

Breed lahardal met steile wanden van gelaagde vulkanische tuffen, bij Kololio, dal-opwaarts gezien.

Fig. 5.

De centrale heuvel (Westelijk gedeelte) met solfatarewerking in den krater van Oena-Oena.

Foto's J. H. F. Umbgrove.

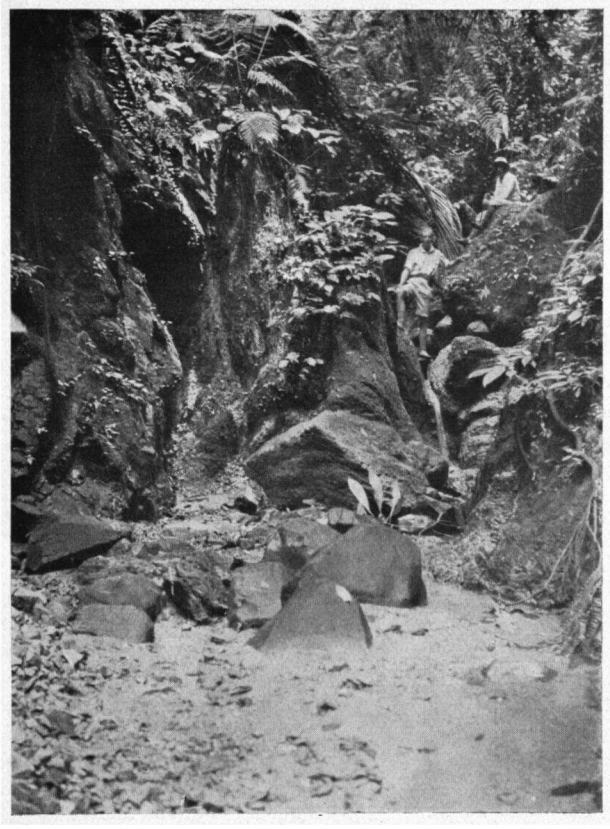

Fig. 6.

Bovenloop van het lahardal, afgebeeld in fig. 3.

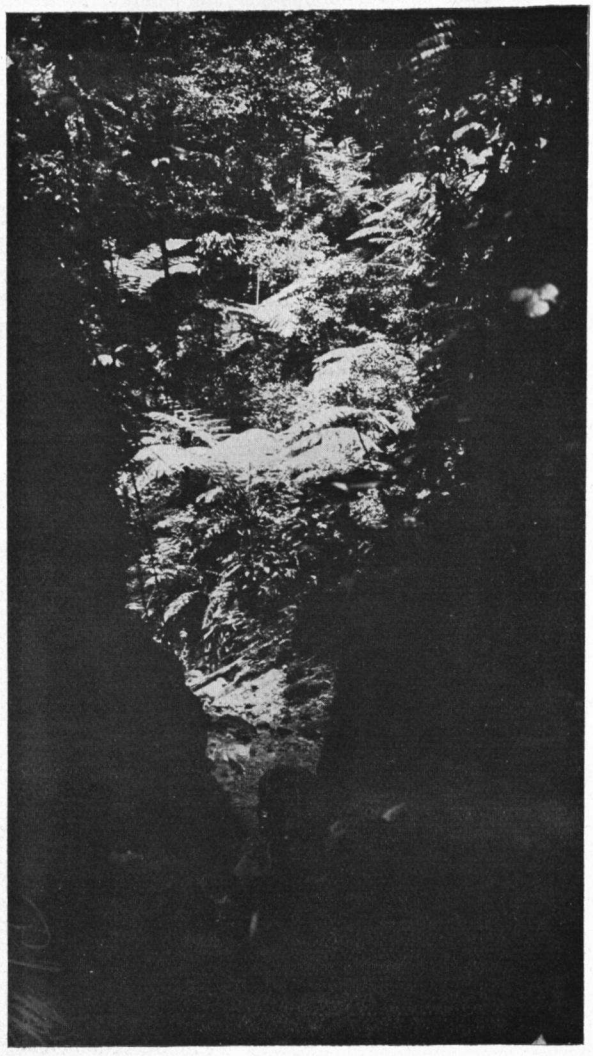

Fig. 7.

Kloof op weg naar den Oena-Oena-krater van uit Kololio.

Foto's J. H. F. Umbgrove.

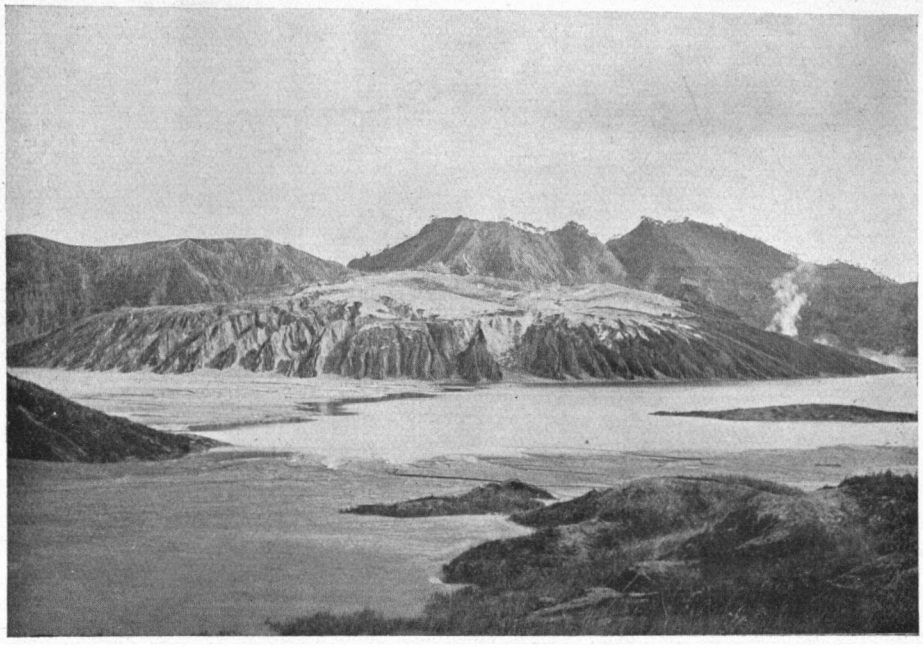

Foto G. A. F. Molengraaff. Fig. 8.

De caldeira van Oena-Oena met de centrale heuvel, bestaande uit omhooggeperste efflata en detritus; in 't midden en rechts is duidelijke solfatarewerking te zien, 20 September 1901, 3,30 p. m.

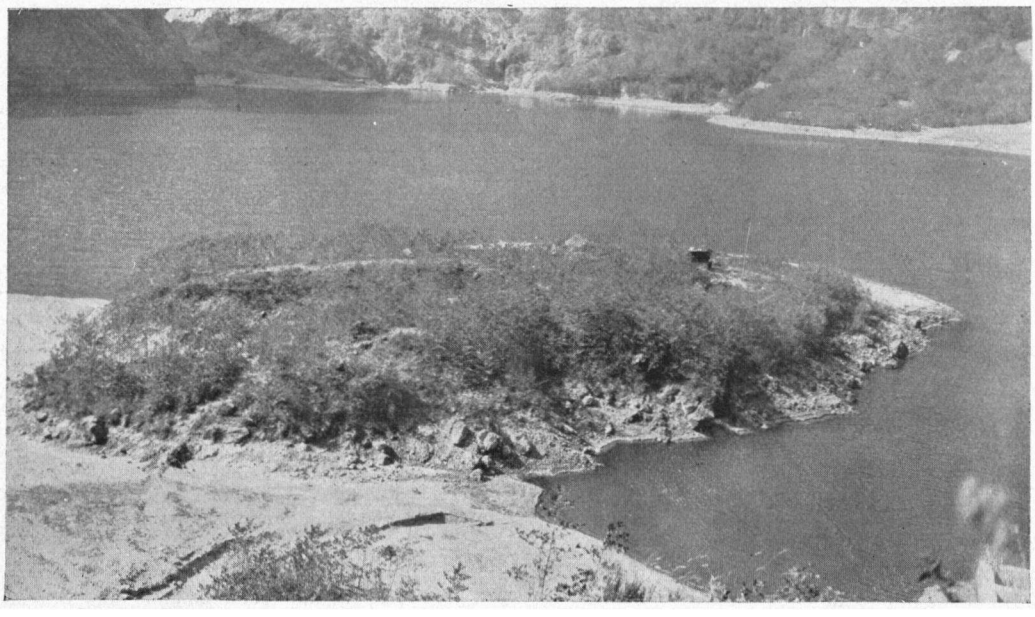

Foto J. H. F. Umbgrove. Fig. 9.

Kratermeer van den Goenoeng Keloet, Java, met centrale heuvel van detritus en efflata, in December 1920 ontstaan en bij de kunstmatige verlaging van het meerniveau tot een schiereiland geworden. Foto genomen 14 Juni 1929.