

Jr

Redactie: Dr K. W. DAMMERMAN, Prof. Dr H. C. DELSMAN, Dr D. F. VAN SLOOTEN
Vaste Medewerkers: Dr J. G. B. BEUMÉE, L. COOMANS DE RUITER, Prof. Dr W. M. DOCTERS VAN LEEUWEN. Dr Edw. JACOBSON, Dr S. LEEFMANS,
 :- J. C. VAN DER MEER MOHR Jr., J. OLIVIER -:

Adres der Redactie: Van Imhoffweg 10, Buitenzorg

§ § ABONNEMENTSPRIJS VOOR NIET-LEDEN DER N. I. N. H. V. f 8.50 § §

DE KRAKATAU VORHEEN EN THANS

Inleiding. — Het is deze maand vijftig jaar geleden, dat de groote Krakatau-uitbarsting heeft plaats gehad, een uitbarsting, die niet alleen tijdens de katastrofe, maar ook nu nog de volle aandacht der vulkanologen aller landen op zich heeft gevestigd, en ook in hooge mate de belangstelling van het groote publiek heeft getrokken. De vulkaan, die een gebied van 827000 km² merkbaar heeft bedekt; de knallen, die tot op 4000 km afstand op $\frac{1}{14}$ gedeelte van de aarde werden gehoord; de geweldige vloedgolven, die 20 tot 35 m hoog tegen de kusten van West-Java en Zuid-Sumatra zijn opgelopen, en zelfs bij onze tegenvoeters nog opgemerkt werden; en tenslotte de 36417 menschenoffers, die de uitbarsting heeft geëischt, hebben een onuitwisbaren indruk gemaakt op allen, die zich met het toenmalig gebeuren hebben beziggehouden.

De groote uitbarsting van 1883 werd zorgvuldig bestudeerd door R. D. M. VERBEEK. Hij gaf niet alleen een goede beschrijving van alle waargenomen verschijnselen, maar trachtte ook het verdwijnen van 22 km² land met twee bekende vulkanen te verklaren.

Toen Krakatau in 1927 weer begon te werken, was de belangstelling van talrijke vulkanologen opnieuw gewekt en werden ook verschillende oude problemen weer bestudeerd en verklaard, thans met de vermeerderde kennis van een halve eeuw ervaring. De verschijnselen van de nieuwe uitbarsting zijn door Dr Ch. E. STEHN niet alleen in de verschillende Bulletins neergelegd, die het Vulkanologisch Onderzoek in Nederlandsch Indië verspreidt, maar ook samenge-

vat in een boekwerk, dat ter gelegenheid van het Fourth Pacific Science Congress in 1929 is verschenen.

Voor allen, die zich voor het Krakatau-vraagstuk interesseeren en meerdere details willen weten, wordt naar deze werken verwezen, die in de hierachter gevoegde literatuurlijst naast andere belangrijke geschriften zijn te vinden. In de hier volgende bladzijden is getracht een goed overzicht te geven van wat er in den loop der tijden en in het bijzonder in de laatste jaren is geschied.

Daar men zich tegenwoordig onmogelijk meer tevreden kan stellen met alleen een beschrijving te geven van de vulkanische verschijnselen, hebben allen die zich met den Krakatau hebben bezig gehouden ook steeds getracht een verklaring te vinden voor de oorzaken van de geweldige katastrofe en de vraag, wat in 1883 eigenlijk gebeurd is. Maar dit is niet eenvoudig, en het behoeft geen verwondering te wekken, dat de meeningen over verschijnselen die niet zijn waargenomen, omdat zij zich op te grooten afstand of in onzichtbare diepten hebben afgespeeld,

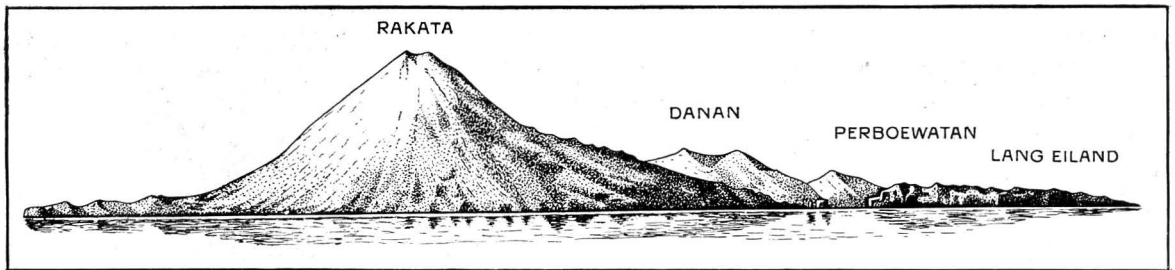


Fig. 1. Krakatau-eilandengroep in 1836, naar een schets van SALOMON MULLER, gezien vanuit het Zuidoosten (Peperbaai).

sterk uiteenloopen. Dit is in het bijzonder het geval over de vorming van de kaldera, dat is de depressie, die tusschen de eilanden is ontstaan. Ja, men is het zelfs nog niet geheel eens over wat men eigenlijk onder een kaldera moet verstaan.

Hier is niet de plaats om de verschillende meeningen te bespreken of te bekritisieren. Aan den anderen kant kan voor een goed begrip van de moeilijkheden, waarvoor de vulkanoloog geplaatst is om een juist beeld te krijgen van wat heeft plaats gevonden, wat geschiedt en wat kan gaan gebeuren, niet met stilzwijgen over de zeer belangrijke theoretische problemen worden heengestapt. Daarom zal hier naast een beschrijving der waargenomen verschijnselen tevens een schets worden gegeven van de nieuwste opvattingen over de kaldera-vorming.

De toestand vóór en in 1883. — Vóór de groote uitbarsting bestond Krakatau (waaronder de geheele eilanden-groep is te verstaan) uit een serie van drie bekende vulkanen, nl. Rakata, Danan en Perboewatan. Zij stonden in een ZZO—NNW gerichte rij en vormden een 33 km² groot en 9 km lang hoofdeiland (fig. 1 en 2). Volgens een schets, die kapitein FERZENAAR op 11 Augustus 1883, dus twee weken vóór de katastrofe heeft gemaakt, waren op dit eiland vier kraters en talrijke plekken met fumarolenwerking. Eenige nabijgelegen kleine en de twee grootere eilanden Verlaten Eiland en Lang Eiland waren resten van een in vroegeren tijd vernielden vulkaan.

De zuidelijke vulkaankegel Rakata stak het hoogst boven zee uit (ca 800 m) en Danan, die misschien een tweelingvulkaan is geweest, was ongeveer 400 m hoog

en voor den Perboewatan wordt door VERBEEK een hoogte van 100 — 120 m en door KEMMERLING — vermoedelijk naar aanleiding van fig. 1 — 250 m opgegeven.

Slechts twee berichten verhalen over een uitbarsting van Krakatau in vroegere eeuwen. Het eene is van den heer VOGEL afkomstig, die begin 1681 op een reis naar Batavia langs het eiland is gekomen. De vulkaan Perboewatan, die blijkbaar in Mei 1680 is beginnen te werken, had op 1 Februari daaropvolgend het voormalige groene eiland een kaal aanzien gegeven. Het andere bericht vond Dr J. VAN TUYN in de dagregisters van het Kasteel Batavia, waarin op blz. 292 over 24 Mei 1681 staat, dat „de oude koning van Banten het brandende eylant Cracatouw bezoekt”.

De uitbarsting in 1883. — Na een rust van 202 jaren barstte de Krakatau op 20 Mei 1883 uit. Aanvankelijk was weer de Perboewatan (fig. 2) in eruptie; op 24 Juni bleek ook de Danan te werken en op 11 Augustus kwamen uit drie kraters der noordelijke helft van het hoofdeiland eruptiewolken en ontweken uit talrijke andere openingen vulkanische gassen. Wat tot midden Augustus gebeurd is, moest men halen uit de berichten van voorbijvarende schepen en van den mijnningenieur SCHURMAN, die met een groep toeristen op Zondag 27 Mei om 4 uur namiddag bij Krakatau aankwam. Het noordelijke gedeelte van het eiland was toen met een dikke laag lapilli en asch bedekt.

Den 14den Augustus voer het stoomschip Madura der Maatschappij Nederland van 's morgens 11 uur tot 's namiddags 3 uur door zoo'n dichte aschwoolk, dat het donker werd en men op de brug bij het kompas lamplicht moest gebruiken. De doffe slagen der erupties waren toen duidelijk te hooren.

De katastrofale werking begon Zondag 26 Augustus omstreeks 12 uur 's middags; zij bereikte den volgenden morgen haar hoogtepunt om spoedig daarop te eindigen. In die twee dagen hebben zich de verschijnselen voorgedaan, die in de inleiding zijn genoemd; toen is het grootste gedeelte van Krakatau onder water verdwenen en is de kaldera gevormd. Uit de zeven belangrijke explosies, resp. luchtdruk- en watergolven meent ESCHER in tegenstelling met VERBEEK, dat er op 26 en 27 Augustus 1883 ook 7 en niet 2 belangrijke instortingen van Krakatau moeten hebben plaats gevonden.

Een enorme hoeveelheid materiaal is tijdens deze uitbarsting naar buiten gekomen. Op Lang Eiland, Verlaten Eiland en het overgebleven gedeelte van

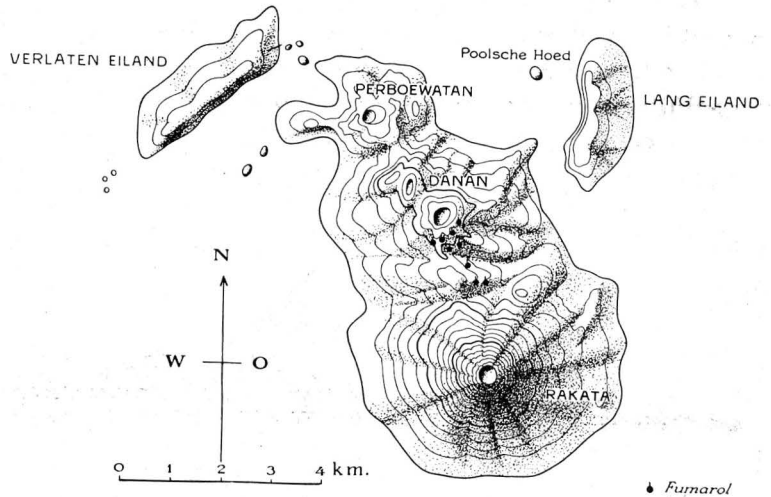


Fig. 2. Platte grond van de Krakatau-groep vóór de groote uitbarsting, geteekend naar een topografische schets van Kapitein FERZENNAAR, de teekening van SALOMON MULLER en de opgaven van VERBEEK.

Rakata, ja, zelfs op 15 km afstand, werd een eenige tientallen meters dikke puimsteentuflaag afgezet. Het grootste gedeelte van het uitgeworpen materiaal, alsmede de asch, die in NW-richting tot op 900 km, in ZW-richting tot op 1200 km in meetbare dikte terecht kwam, vertegenwoordigen het in 1883 verstoven gloeiende magma, terwijl de vaste lavabrokken er tusschen stukken zijn van de tijdens de erupties mee uitgeworpen kraterpijpwanden.

Het geringe gehalte aan oud gesteente in de puimsteentuflaag, hetwelk misschien slechts enkele procenten is, steunt de meening van die vulkanologen, die dit groote bekken door instorting hebben verklaard. Het verdwenen gedeelte van Krakatau is niet in de lucht geblazen, maar in de diepte gezakt.

Op deze instortingen (fig. 3a) en begeleidende afschuivingen (fig. 3b) volgde natuurlijk onmiddellijk het zeewater, waardoor de vloedgolven zijn ontstaan. VERBEEK

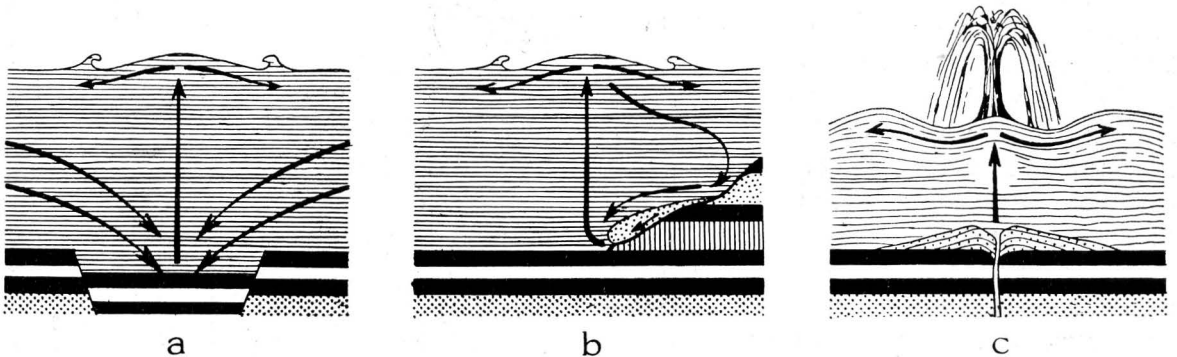


Fig. 3. Oorzaken voor het ontstaan van vloedgolven. — **a.** Door instortingen van den zeebodem. — **b.** Door afschuivingen van den zeebodem. — **c.** Kleine vloedgolven kunnen ontstaan door onderzeesche erupties (Schetsen volgens SIEBERG en KEMMERLING).

meende verschillende dezer golven ook anders te moeten verklaren en wel als gevolg van groote hoeveelheden omhooggeworpen eruptiepuin, dat daarna in zee stortte (fig. 3c), doch ESCHER neemt hiertegen stelling.

Over de wijze hoe zulke instortingen plaats hebben, bestaan bij de verschillende vulkanologen meningsverschillen. Enkele kaldera's, zooals b. v. die van den Raoeng in Oost-Java, kunnen het best verklaard worden met de „uitblazingscylinderinstortings"-hypothese van ESCHER. Daarbij is het bovenste gedeelte van den kraterwand in de breede en diepe open kraterpijp gestort. De meeste kaldera's echter, die een doorsnede hebben van vele kilometers en een zeer onregelmatige, vaak door rechte lijnen begrensde vorm, zijn beter te begrijpen door het aannemen van een gedeeltelijk gelegeerde magmakamer, zooals VAN BEMMELEN en AKKERSDIJK dat verdedigd hebben in hun verklaring van de Tengger-kaldera. Enkele vulkanologen willen aan het woord kaldera alleen een morfologisch begrip verbinden, anderen vinden de ontstaanswijze, d.w.z. het verschijnsel der instorting het belangrijkste.

De kaldera van Krakatau had tusschen Verlaten Eiland en Rakata haar grootste diepte van meer dan 270 m (zie bijlage en fig. 4); zij had een afgeronde, in NO—ZW-richting gestrekte gedaante met een zwakke welving in het midden. Zoowel naar het ZW als naar het ZO zijn trogvormige gleuven met een helling naar het centrum toe. Van een ronde vorm, die bij een explosietrechter ontstaat,

weken deze dieptelijnen zoo zeer af, dat het geen twijfel leidt, dat instortingen langs tektonische breuken den vorm dezer kaldera hebben bepaald.

Deze breuken waren zoo- wel NW—ZO gericht, dat is de richting van het hoofdgebergte op Sumatra, als ongeveer loodrecht er op. Reeds KEMMERLING hield ze voor twee systemen van rekspleten, waarop behalve Krakatau ook de vulkanen Sebesi, Seboekoe en eventueel ook de Radjabasa zouden zijn gelegen. Op het kruispunt dezer breuk-systemen, waar dus een bijzonder zwakke plek ontstaan is, kon het dieptemagma gemakkelijk opstijgen; het vormde in den ondergrond een vulkaanhaard, welks vorm zeer sterk beïnvloed werd door de breukvlakken zelf. Door een streepkruislijn is in de bijlage de vorm—natuurlijk hypothetisch—van Krakatau's magmakamer aangegeven.

Tijdens de hevige ascherupties op 26 en 27 Augustus 1883 zonk de eruptiebasis, die zich nabij de bovengrens van het magma (magma-spiegel) bevindt, voortdurend, omdat het magma langzamer uit de diepte omhoog kwam dan door de exploderende gassen vernield werd. Tenslotte bereikte de eruptiebasis de vulkaanhaard, die men zich in niet al te groote diepte aanwezig moet denken. Toen nu door steeds verdergaande verstuiving in het bovenste gedeelte van de magmakamer een leeg ruimte ontstond, konden de verzakkingen op groote schaal

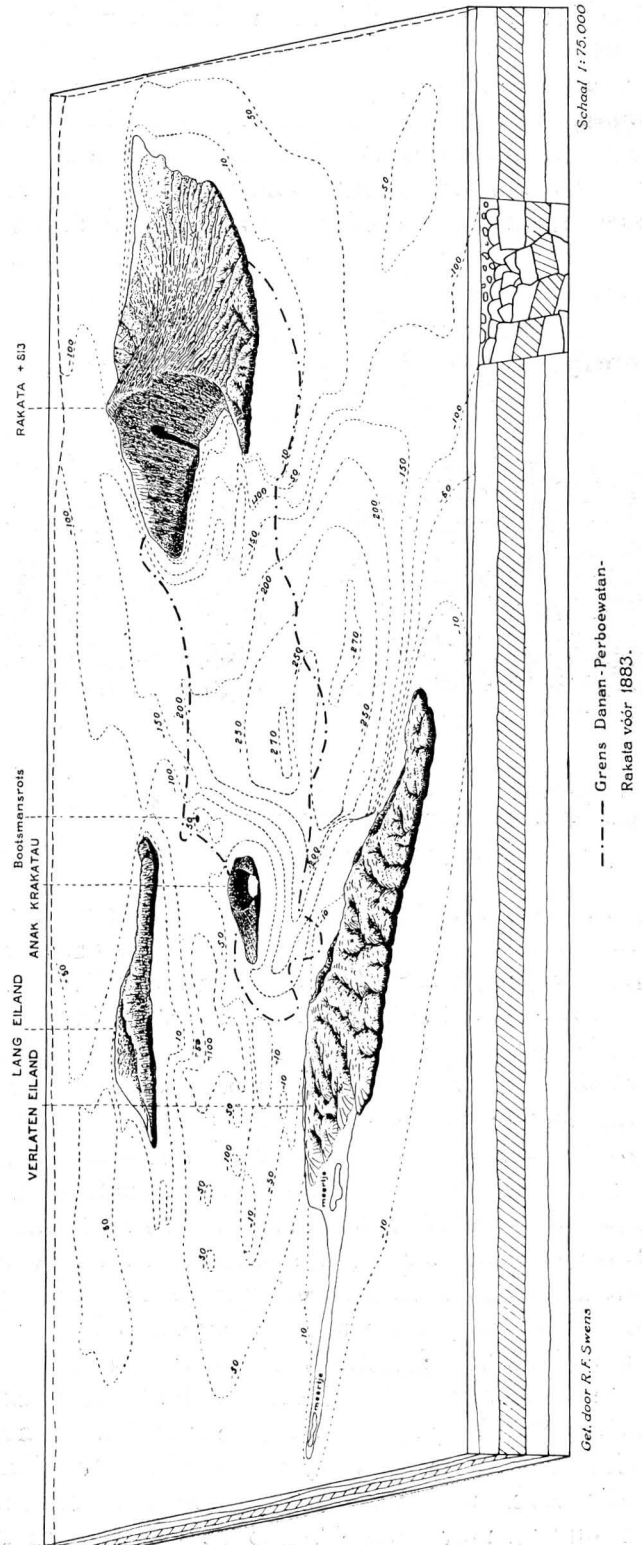


Fig. 4. Overzicht van de Krakatau-groep met de diepten van den kalderabodem, volgens de loodingen van het S. S. „Van Gogh” (naar ESCHER, „Krakatau in 1883 en in 1928”).

plaats vinden, omdat het gewelf, dat de ledige ruimte overspande, instortte. Wel zijn deze verschijnselen door een heftige explosieve werking voorafgegaan

en begeleid geweest, maar de explosies hebben het gedeelte van het vulkaanlichaam, dat na de werking verdwenen is, niet in de lucht geblazen.

VERBEEK berekende de hoeveelheid asch en puimsteen, die bij de groote Krakatau-uitbarsting is uitgeworpen op minstens 18 km^3 . Het soortelijk gewicht van los materiaal is $\frac{1}{3}$ tot $\frac{1}{4}$ van dat van vast gesteente, zoodat men mag aannemen, dat deze uitgeworpen produkten overeenkomen met minstens 5 km^3 magma, die uit den ondergrond van den vulkaan moet zijn verdwenen. De grootte van de door de kaldera gevormde ruimte is van dezelfde graad.

Dat de kaldera door verzakkingen is ontstaan, blijkt ook uit de diepteveranderingen van den bodem. Volgens de loodingen van het S.S. „Van Gogh” waren de meeste plekken van den kalderabodem in 1919 en 1922/23 dieper dan vlak na de uitbarsting in September 1883, toen de zeediepten door het stoomschip „Hydrograaf” zijn bepaald. De verschillen

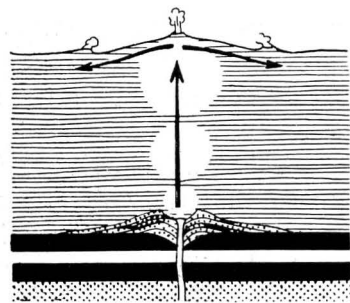


Fig. 6. De tijdens de eruptie vrijkomende gassen vormen in het water groote bellen, die te zamen met de eruptiemassa den zeespiegel bolvormig opdrukken (Schets volgens SIEBERG en KEMMERLING).

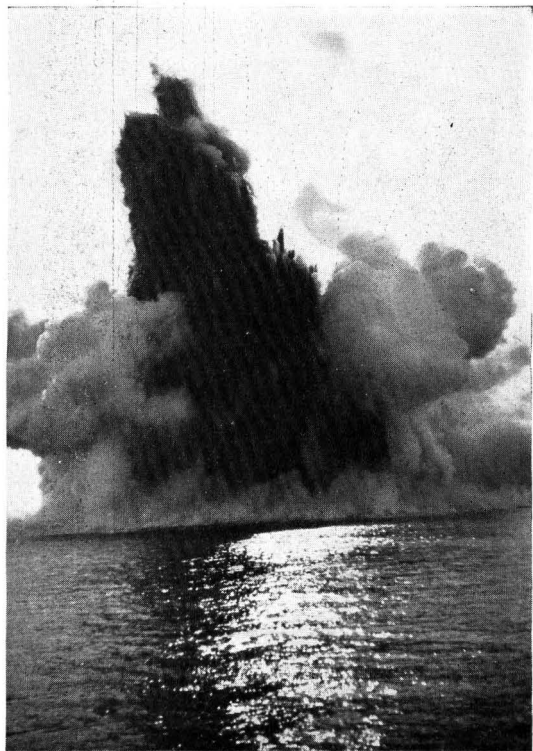
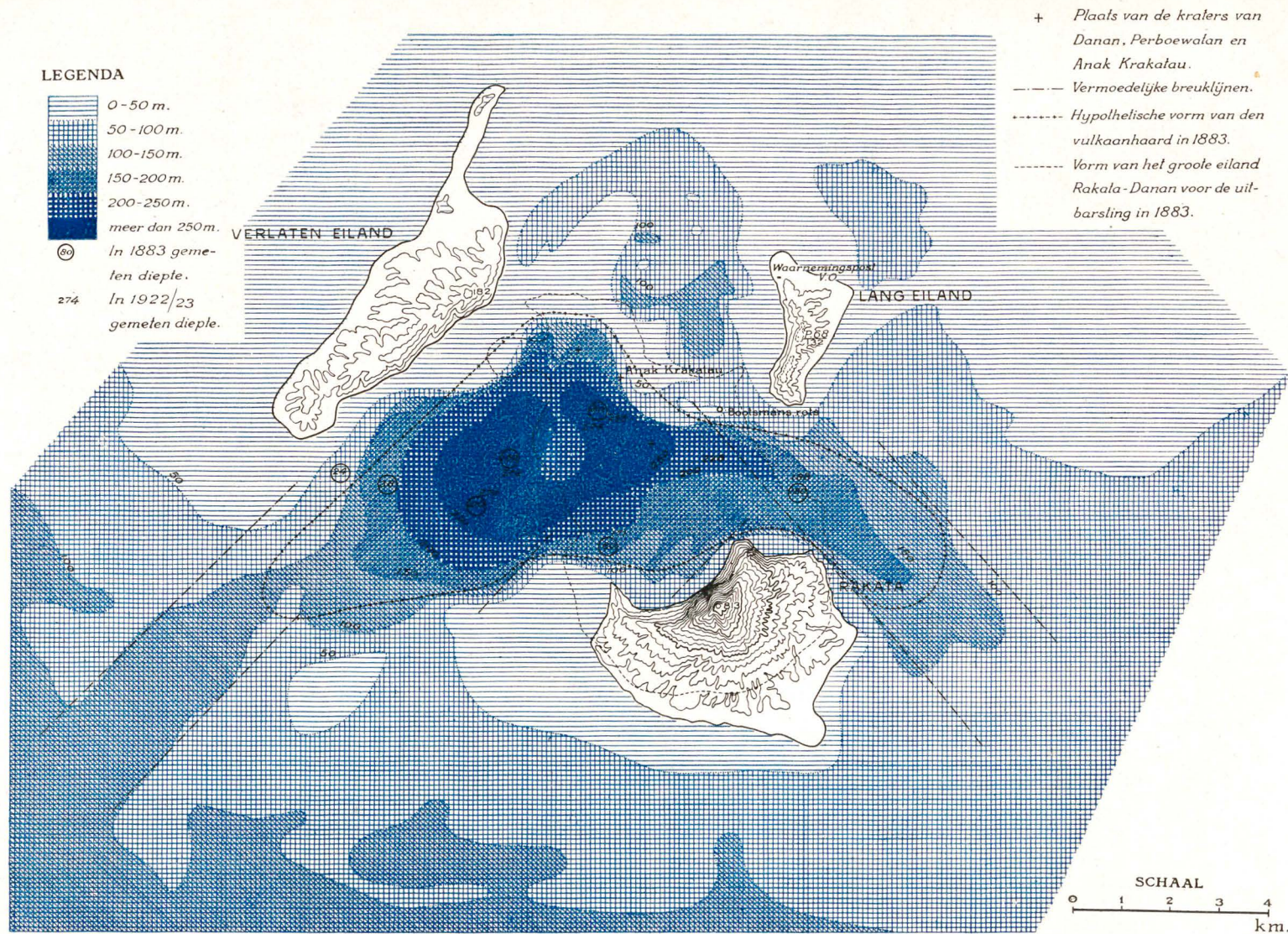


Fig. 5. Een zwarte aschbeladene, recht omhoog stijgende eruptiewolk.

Foto W. Petroeshevsky.]

bedragen op enkele plekken zelfs 175 m. Ook op de diepste plek in de kalderazee werden in 1923 grootere diepten gevonden, namelijk 279 en 270 m op plaatsen, waar in 1883 slechts 162 resp. 210 m werden aangepeild. Enkele ongerijmdheden tusschen de vroegere en latere loodingen konden gemakkelijk verklaard worden door een geringe zijwaartsche verplaatsing, d.w.z. door een verbetering der plaatsbepaling. Maar juist het feit, dat de bodem der diepste plek 60 tot 117 m gezakt is, toont aan, dat deze veranderingen niet ontstaan zijn door afschuivingen van de randen naar een dieper centrum, zooals ESCHER meende, maar door verticale bewegingen, die dus nog in de jaren na de kalderavorming hebben plaats gevonden, omdat de schollen door de verzakkingen tijdens de katastrofe eerst in een labiel evenwicht waren gekomen. De kalderabodem had tusschen Verlaten Eiland en Rakata op de plaatsen waar de diepteverschillen waargenomen zijn, slechts zeer geringe hellingen ($3 - 7^\circ$), thans nog maar $2\frac{1}{2} - 4^\circ$, zoodat belangrijke afschuivingen, die diepteverschillen



Overzicht van de Krakatau-groep met de diepten van den kalderabodem (de dieptecijfers zijn overgenomen uit ESCHER'S „Krakatau in 1883 en in 1928”).

van tientallen meters zouden teweeg brengen, om die reden in dit lavaschollenrijke terrein niet te verwachten zijn.

De uitbarstingen in 1927—1933. —

Vierenveertig jaar na de beruchte uitbarsting begon de vulkaan in December 1927 weer te werken. Of in de tusschenliggende jaren vulkaan-gassen ontweken zijn, d.w.z. of er fumarolenwerking is geweest, is niet goed bekend.

Op 29 December 1927 werden van de kust van Bantam de eerste aschwolken gezien.

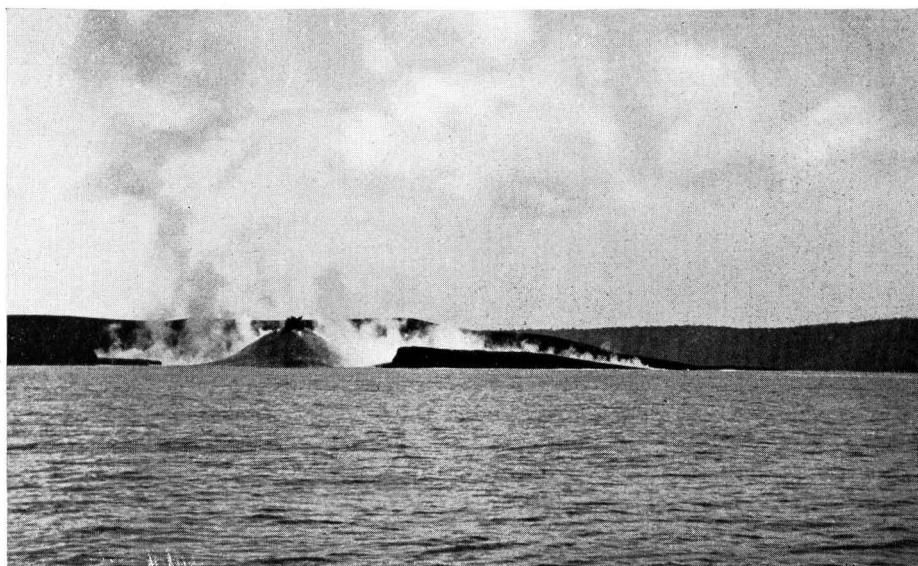


Fig. 7. Het bolvormig opgedrukte zeewater, juist toen de eruptiewolk doorbrak, 24 November 1932.

[Foto M. Neumann van Padang.]

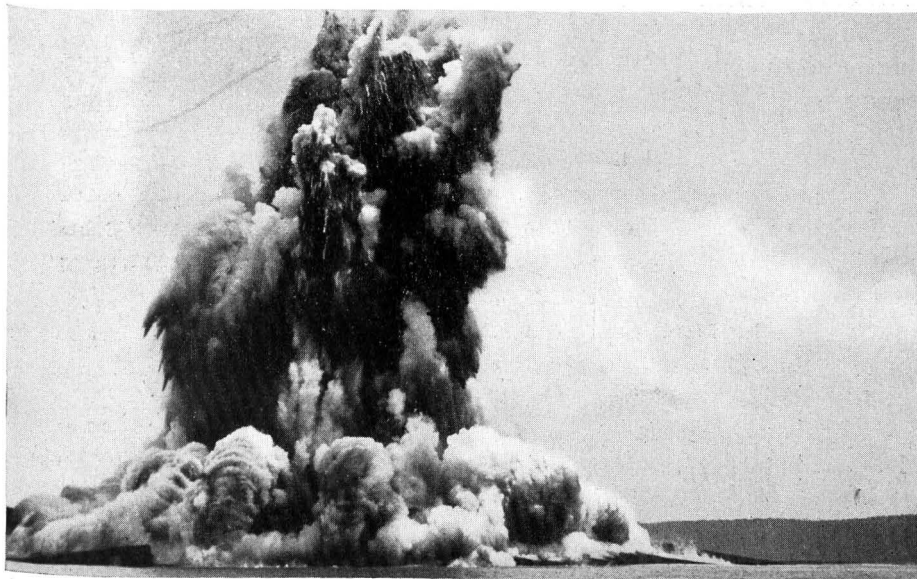


Fig. 8. De asch- en steenenrijke eruptiewolk, die door den waterdom van fig. 7 heenbrak en een hoogte van 800 m bereikte.

[Foto M. Neumann van Padang.]

Begin Januari 1928 bereikten de erupties geen grotere hoogten dan 200 m; op 10 Januari echter reeds 1000 tot 1200 m.

Met de katastrofe van 1883 voor oogen zijn door Dr STEHN, Leider van het Vulkanologisch Onderzoek, onmiddellijk die maatregelen genomen, die een herhaling

van den ramp zouden voorkomen. Op Lang Eiland werd een vulkaanpost opgericht, waar men dag en nacht waakzaam was. Radio, met behulp van de Marine verkregen,

zorgde voor de verbinding met Telok Betong en Pasaoeran, alwaar het eventueele

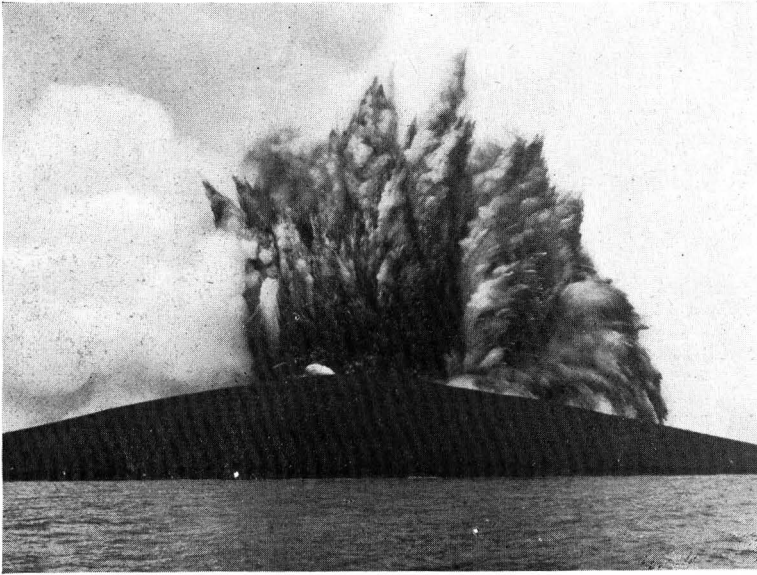


Fig. 9. De waaivormig uitgeschoten asch- en steenmassa's tijdens een eruptie in Februari 1929.

Foto M. Neumann van Padang.]

de randscheuren der in 1883 gevormde kaldera omhooggestegen. De vulkaan werkte met onderbrekingen van lange- en korteren duur, zoodat men verschillende eruptieperioden kon onderscheiden. De eerste periode begon 29 December 1927 en eindigde 5 Februari daaropvolgend. Een kleine maand gebeurde toen in het geheel niets en daarna werd alleen gasopborreling waargenomen. Den 25sten Maart 1928 zette de tweede eruptieperiode in, maar ook deze werd door tijden van volkomen rust — b.v. van 1 tot 7 April — onderbroken of toonde alleen gasopborreling, waaruit bleek, dat de gassen uit het magma ontweken en op den zeebodem boven de kraterpijp solfatarenwerking was. De verschillende eruptiefasen zijn door

vluchtsein telefonisch en met tongtong-slagen onmiddellijk zou worden doorgegeven. Met het bestuur van de Lampongsche Distrikten en Bantam werd een waarschuwings- en vluchtsysteem besproken, waardoor de bevolking der laaggelegen kuststreken snel naar de hen aangewezen heuvels zouden kunnen vluchten. Op de vele andere genomen maatregelen zal hier niet verder worden ingegaan.

Het nieuwe eruptiepunt lag op den rand van het diepe kalderabekken, ongeveer tusschen de voormalige vulkanen Danan en Perboewatan in (zie bijlage). Hier is het magma dus langs

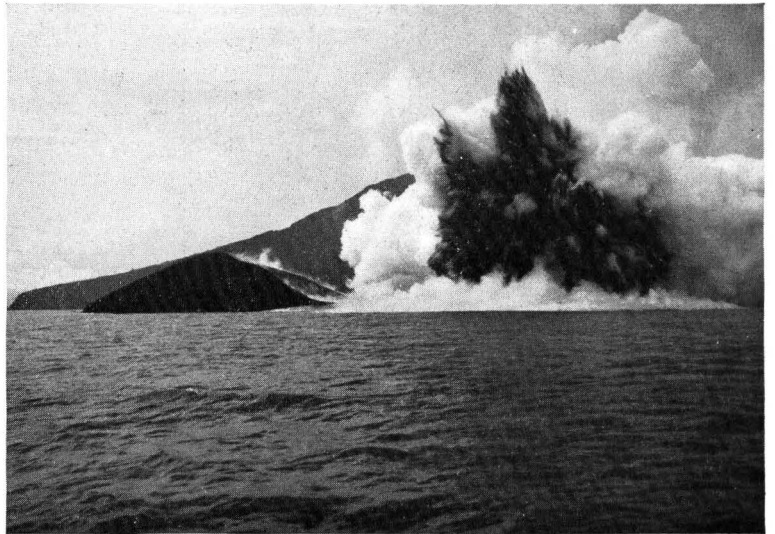


Fig. 10. Een eruptie in Februari 1929, met het sikkelvormige eiland Anak Krakatau II, gezien vanuit het Noordwesten.

[Foto M. Neumann van Padang.]

STEHN in de Bulletins van het Vulkanologisch Onderzoek schematisch afgebeeld.

Er waren verschillende eruptiepunten. De eruptiewolken stegen meestal loodrecht op (fig. 5), maar het gebeurde ook, vooral wanneer meerdere explosies tegelijkertijd plaats vonden, dat het eruptiepuin in alle mogelijke richtingen uitgestoot werd.

De uitgeworpen produkten, die om den krater gestapeld werden, vormden een ringwal, waarvan een gedeelte voor het eerst op 26 Januari 1928, dus een maand na het begin van de uitbarsting, boven den zeespiegel te voorschijn kwam en een 175 m lang en 3 m hoog eilandje vormde, dat Anak Krakatau genoemd werd. Hier is toen een 200 m

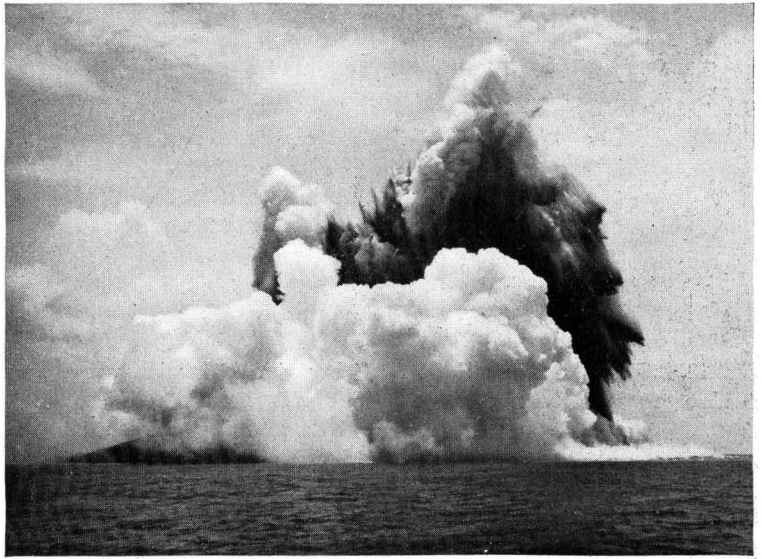


Fig. 11. De zwarte aschwol naast de door verdamping van zee-water gevormde witte dampwol.

[Foto M. Neumann van Padang.]

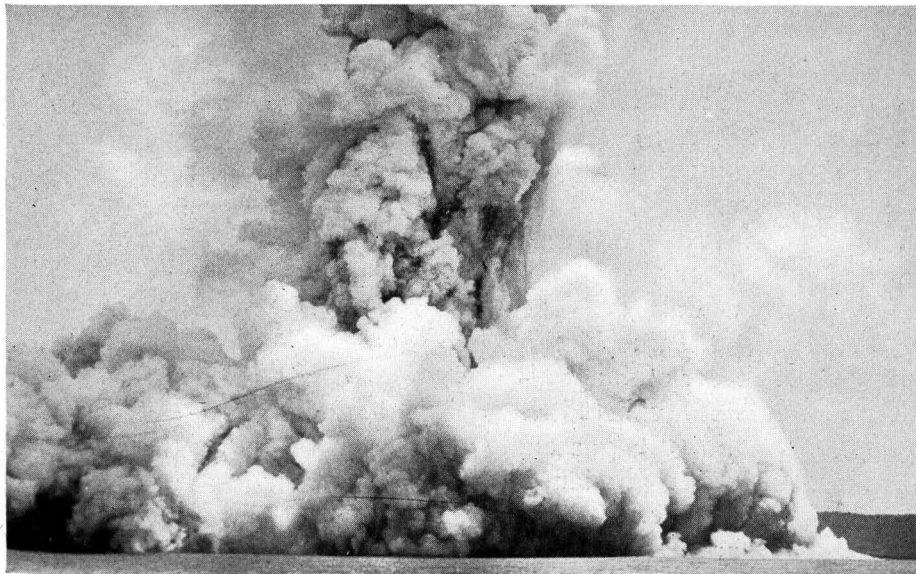


Fig. 12. Nadat asch en steenen gevallen zijn, bleef van de donkere eruptiewolk van fig. 8 een prachtige witte dampwol over.

[Foto M. Neumann van Padang.]

kegel ontstaan met ongeveer 25 miljoen kubieke meter inhoud. Tegen het eind van de eerste eruptieperiode was het echter reeds vernield door golfslag, branding, zeestroomingen en afschuivingen naar het diepe kalderabekken toe.

Toen er in Maart 1928 reeds meer dan een maand geen erupties

waren geweest, waagde de heer W. PETROESCHEVSKY, die toen op Lang Eiland de leiding over de bewaking had, boven den krater loodingen te verrichten. De krater-

bodem was toen 27.8 m, de kraterwal 26 m onder den zeespiegel. Tien dagen later werden doffe knallen vernomen en den volgenden dag, op 25 Maart, schoot de eerste wolk omhoog van een eruptiefase, die tot 1 Juni duurde. In deze maanden was de eruptieve kracht niet groot, de hoeveelheid uitgeworpen materiaal gering en door de zeestroomingen zoo snel weer van den kraterwal afgevoerd, dat deze vooreerst niet meer boven water verscheen.

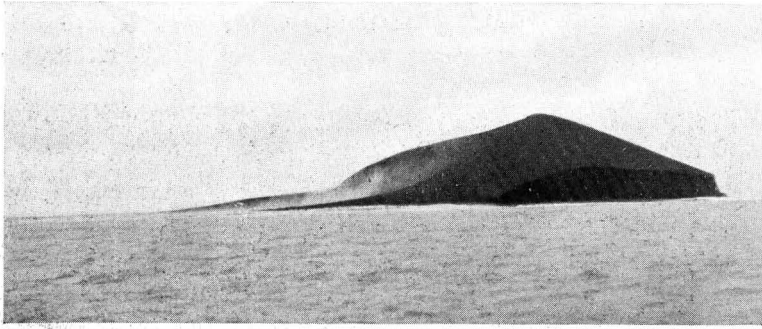


Fig. 13. Anak Krakatau II op 20 Februari 1929, gezien vanuit het Zuidoosten. In het midden en links ziet men den dampenden krater, geheel rechts de steile, door de branding gevormde kust. *Foto W. Petroeshevsky.*

Daar de explosies onder water begonnen, waren hierbij verschijnselen te zien, die bij landvulkanen niet voorkomen. Zoodra de gassen uit het magma vrij kwamen, vormden zij in het water groote gasbellen, die met afnemenden druk, d.w.z. vlak bij den zeespiegel, zeer groot werden, zooals fig. 6 laat zien. De zeespiegel werd dan tientallen meters opgedrukt (fig. 7), voordat de met asch en steenen beladen eruptiewolk doorbrak. Het zwarte eruptiemateriaal schoot omhoog (fig. 8), vaak in waaiervormige stralenbundels, daar de zware uitgeworpen massa's richtinggevend waren (fig. 9 en 10). De vele scherpe punten, die de eruptiewolk bij het begin vertoont, stellen evenzoo vele massa's zwaar puin voor, die, met kracht uitgeworpen, gemakkelijker den luchtweerstand overwinnen kunnen dan de fijne stof- en dampwolken. Reeds bij het uitschieten (fig. 9), duidelijker nog bij het weer omlaagvallen (fig. 8), zag men achter de lavabrokken een witte dampstreep, gevormd uit gassen, die nog tijdens de vlucht uit het gloeiende gesteente vrijkwamen. Toen alle steenen weer gevallen waren, bestond de eruptiewolk uit een vuile zwarte aschmassa zonder duidelijke vormen, maar onmiddellijk boven de zee ontstond een krans van witte wolken (fig. 11 en 12) door verdamping van het zeewater, dat met de gloeiende lavabrokken en het heete vulkaan- zand in aanraking was gekomen. In groote wervels stegen deze wolken omhoog,

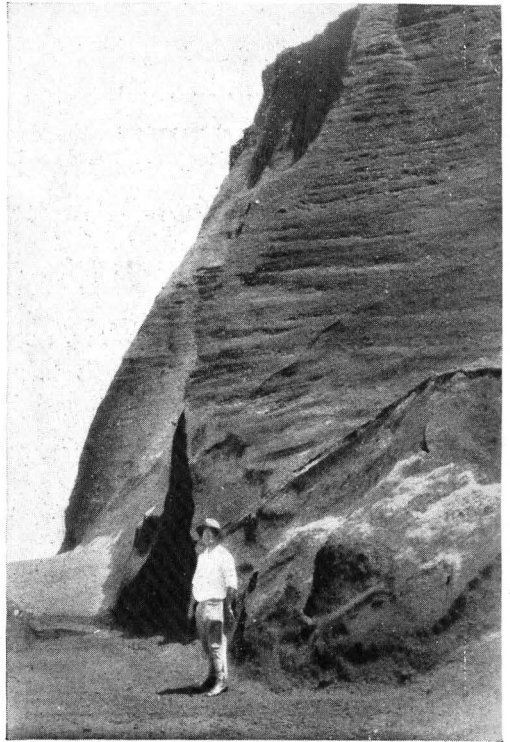


Fig. 14. Toen door de branding een steile kust gevormd was, waren de tijdens de erupties afgezette vulkanische asch- en lapillilagen duidelijk zichtbaar.

[Foto E. W. de Kroon.]

steeds witter wordend en den beschouwer een schoon en voortdurend veranderend beeld biedend.

De eruptiewolken kwamen in den regel met een sterk gesuis te voorschijn, dat het best te vergelijken is met het afschieten van een vuurpijl. Eerst bij het neervallen van de steenen hoorde men den aanslag op het water als een rommelend gekletter. Zware knallen zijn betrekkelijk weinig gehoord.

Eind Januari 1929 ontstond tijdens de hevige werking, die den twaalfden van die maand begonnen was, opnieuw een eiland. Ook dit was als het eerste

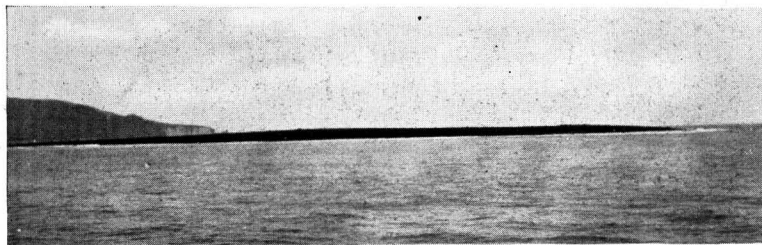


Fig. 15. Anak Krakatau III was in den beginne als een laag, vlak, ongeveer 1 km lang eiland te zien, 20 Juni 1930.

[Foto Ch. E. Stehn.]

sikkelvormig en ten NO van den krater gelegen. Door de geweldige werking — van 20 op 21 Januari werden in 24 uur tijd 6817 erupties geteld en van 3 op 4

Februari zelfs 11791 erupties — groeide het eiland zienderoogen. Eind Februari was het 38 m hoog (fig. 9 en 10) en in NW—ZO-richting 275 m lang.

Ook aan den omtrek van dit eiland (Anak Krakatau II) werd voortdurend door de branding geknaagd, waardoor een hooge steile kust (fig. 13 en 14) en uit den sikkelvorm een blokvormige rest ontstond, die vooral aan de Zuidzijde afbrokkelde en afschoof. Oost—West gerichte scheuren wezen op toekomstige afschuivingen, die dan ook niet lang op zich lieten wachten. Het losse zand en gruis, waar-

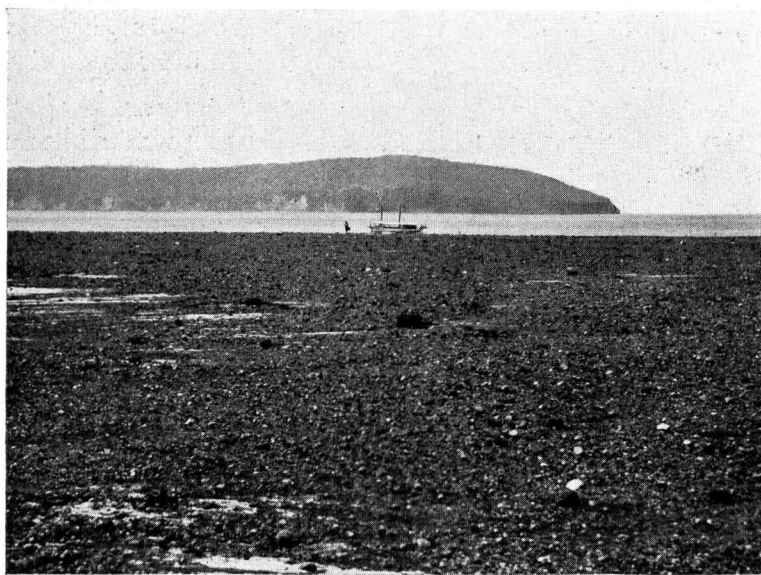


Fig. 16. Het vlakke eiland Anak Krakatau IV op 16 Augustus 1930.

De oppervlakte was met steenen bedekt.

[Foto Ch. E. Stehn.]

uit het eiland opgebouwd was (fig. 14), zakte langzamerhand in elkaar, zoodat de hoogte van 38 m tot 29 m verminderde. Na een rustperiode van bijna 3 maanden, toen alleen gasopborreling boven den krater is waargenomen, begon op 8 Juni weer het uitwerpen van vulkaanpuin, wat echter de vernieling van dit tweede eiland niet kon verhinderen. Den 2den Juli stak het eiland nog slechts 1 m boven zee uit en den volgenden dag was ook dit laatste restje verdwenen. De korte en zwakke werking der volgende maanden, als ook de heftige activiteit in

December 1929 en Januari 1930 hebben den kraterrand niet meer boven den zeespiegel gebracht.

Toen Anak Krakatau III (fig. 15) op 3 Juni 1930 geboren werd, was reeds zoo'n

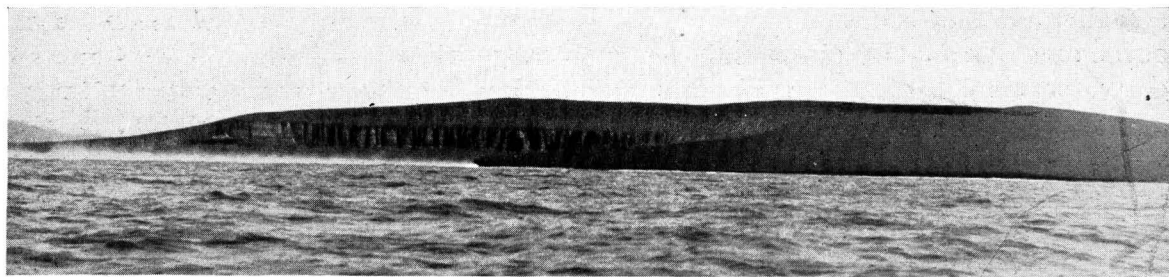


Fig. 17. Anak Krakatau IV op 28 September 1931, gezien vanuit het Zuidoosten. De dampende krater is van drie zijden door steile wanden omgeven.

Foto M. Neumann van Padang.]

stevige onderzeesche voet ontstaan, dat de branding en op 8 Augustus de hevige werking tijdens de gasfase uit een eruptiepunt, dat zich ditmaal juist onder het eiland bevond, slechts



Fig. 18. Het langgerekte kratermeer van Anak Krakatau IV op 11 November 1932.

[Foto M. Neumann van Padang.]

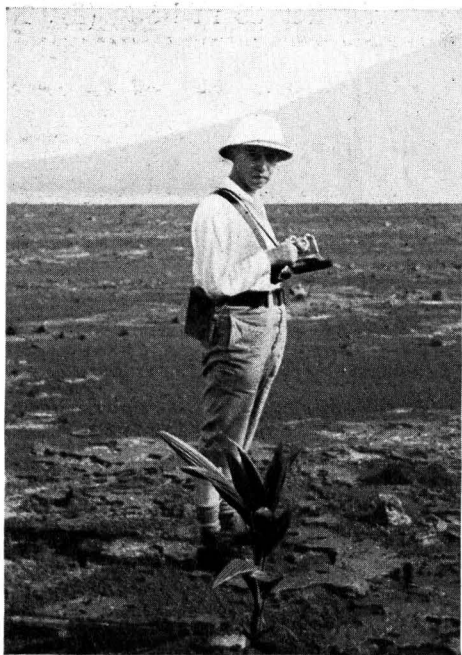


Fig. 19. Een klapperpalm, een der eerste planten, die op het nieuwe eiland groeiden, 10 November 1932.

Foto Metzner.]

voor een paar dagen het bestaan van het centrale eiland konden te niet doen. Op 11 Augustus was Anak Krakatau IV, het tegenwoordige eiland, dan ook reeds gevormd. Het was in den beginne slechts $13\frac{1}{2}$ m hoog, maar in NW—ZO-richting toch reeds 1000 m lang en loodrecht er op 400 m breed. Los zand en steenen bedekten de oppervlakte (fig. 16).

Vanaf 15 Augustus 1930 is de vulkaan meer dan een jaar rustig geweest, nl. tot 23 September 1931, waarna hij met groote kracht opnieuw begon. Twee dagen later stak het eiland reeds 41 m, en op 26 September reeds 47 m boven zee uit. Geweldige hoeveelheden asch en steenen werden dus door deze erupties, die zelfs 2400 m hoogte bereikten, op het vlakke eiland geworpen, dat zich kort vóór de werking nog slechts 6.38 m boven water verhief, omdat het losse puin in dat jaar van rust samengeklonken en gedeeltelijk afgespoeld was. De ringwal was nu aan alle kanten zichtbaar en alleen in het ZW had

de zee toegang tot den krater (fig. 17), welks water nog langen tijd sterk dampte. Loodrechte, diep ingesneden wanden begrensden den krater naar de drie andere zijden.

De uitbarsting in September 1931 was de inleiding van een hernieuwde eruptieperiode, die als in de vorige jaren door rustpoozen onderbroken werd. De vorm van het eiland veranderde nu voortdurend, zoowel door de nieuw opgestapelde eruptieprodukten als door de afbrekende werking der branding, terwijl door de afschuivingen naar het diepe kalderabekken scheuren ontstonden. De krater was in November 1932 na een maandenlange rust geheel gesloten (fig. 18) en had een langgerekte vorm gekregen, doordat de lage zuidwestelijke ringwal door den golfslag steeds meer naar het NO verplaatst was. Daar geen vulkanische verschijnselen

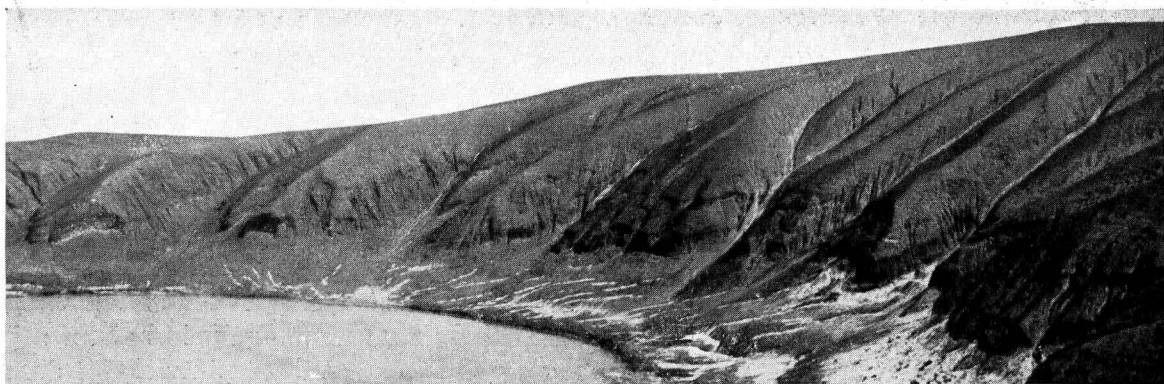


Fig. 20. Een gedeelte van het kratermeer van Anak Krakatau IV en de noordelijke wal, die reeds 66,8 hoog was, 5 Januari 1933.

[Foto M. Neumann van Padang.

te ontdekken waren en geen gassen in het koude water opstegen, kon men het wagen temperatuur en diepte van den kratermeerbodem te meten. Voor dat doel werd een vlot uit pisangstammen vervaardigd. Het kratermeer was niet dieper dan 4.10 m, de hoogste temperatuur 38° C.

Drie dagen later hebben explosies niet alleen het kratermeer uitgeworpen (fig. 7, 8 en 12), maar ook den geringen plantengroei, door aangespoelde zaden ontstaan (fig. 19), vernield. De werking duurde tot 25 December. Toen was de lage ZW-wal verdwenen (fig. 7), maar de NO-wal hooger geworden. Begin Januari 1933 was het eiland reeds 66.8 m (fig. 20 en 4) en in Juni daaropvolgend zelfs 96 m hoog.

Ofschoon sinds het bestaan van Anak Krakatau IV de hoogtetoename het van de zijdelingsche uitbreiding heeft gewonnen, zullen in de toekomst zeestroomingen en kraterpijverplaatsing het eiland ook in horizontale richting sterk vergrooten, totdat — zooals reeds tweemaal te voren — door een geweldige katastrofe weer de groote vernieling plaats vindt en het spel opnieuw kan beginnen of voor goed zal ophouden.

LITERATUURLIJST.

1885 — R. D. M. VERBEEK. Krakatau. — Batavia.

1919 — B. G. ESCHER. Veranderingen in de Krakatau groep na 1908. Handelingen Eerste Ned. Ind. Natuurw. Congres — Weltevreden.

- 1927/29 — Ch. E. STEHN. Bulletin of the Netherlands East Indian Volcanological Survey.
 1928 — B. G. ESCHER. Krakatau in 1883 en in 1928. — Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen., dl. XLV.
 1929 — G. L. L. KEMMERLING. De actieve vulkanen van den Nederlandsch Indischen Archipel in 1928/29.
 — Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen., dl. XLVI.
 1929a — Ch. E. STEHN. The geology and volcanism of the Krakatau group. — Fourth Pacific Science Congress.
 1929b — R. W. VAN BEMMELEN. Het Caldera probleem. — De Mijningénieur, jrg. X.
 1930/32 — Ch. E. STEHN. Bulletin of the Netherlands India Volcanological Survey.
 1931 — H. RECK. Ein Rückblick auf den Ausbruch des Krakatau von 1928 — 1930. — Zeitschrift für Vulkanologie, Bd. XIV.

Dr M. NEUMANN VAN PADANG.

OVER DE BESTUIVING VAN *SIDA RHOMBIFOLIA* L.

In zijn waardevolle bespreking van enkele gevoelige tropiese bloemen (zie dit tijdschrift, jaargang 1930, p. 161 en 191), geeft VAN DER PIJL ons inzicht in de oorzaken, waarop de bloei van vele eendagsbloemen berust. Dit artikel bevat bovendien vele gegevens over de openings- en sluitingstijd van deze bloemen en ook enkele opgaven omtrent het bezoek van insecten en het verschijnsel van zelfbestuiving. Beter had ik misschien geschreven, over het *niet*-bezoekt worden van deze bloemen, want VAN DER PIJL vermeldt, dat bij deze planten zelfbestuiving regel is en dat insecten slechts zelden op bezoek komen. „Bloembezoekers zijn zeer schaars, slechts een enkele vlieg af en toe”, schrijft hij aan het slot van zijn artikel. Met deze conclusie kan ik mij niet verenigen, er is niet methodies genoeg nagegaan of er bloembezoek bij deze planten plaats heeft of niet en het niet opmerken van deze bezoekers berust op het feit, dat aan dit gedeelte van het onderzoek niet voldoende aandacht is gegeven.

Vliegen heb ik zelf niet waargenomen, maar andere insectensoorten vaak in groot aantal. Een van de door VAN DER PIJL besproken planten, de *Elephantopus scaber*, besprak ik reeds in dit tijdschrift, (jaargang 1931, p. 174, zie ook p. 199 en 220), en de slotsom was, dat deze plant, wier bloemen in de namiddag open gaan, gedurende korte tijd, d. i. tussen half drie en drie uur door de gewone honigbij en kleine bijtjes druk wordt bezocht.

Gedurende de laatste maanden, dat ik in het onvolprezen Insulinde mocht vertoeven, heb ik mijn aandacht op het doen en laten van insecten in enkele van de door VAN DER PIJL besproken bloemen gevestigd. Hierachter volgen de resultaten van het onderzoek bij *Sida rhombifolia* verricht; later hoop ik gelegenheid te hebben, de in velerlei opzichten merkwaardige *Turnera*-soorten te bespreken.

In het hierboven aangehaalde artikel heeft VAN DER PIJL op blz 165 *Sida retusa* en *Sida rhombifolia* gescheiden behandeld. Voor de eerste soort vermeldt hij een bloeitijd van iets later dan 8 uur 30 tot ongeveer 1 uur 's namiddags, voor de tweede soort van 12 tot 3 uur. Deze beide namen zijn echter synoniemen, zoodat ergens een fout moet schuilen. Het kan uitgesloten worden geacht, dat individuen van dezelfde plantensoort dergelijke verschillen in bloeitijden zouden kunnen vertonen ¹⁾.

¹⁾ *Sida retusa* en *rhombifolia* worden heden ten dage in zooverre synoniem geacht, dat eerstgenoemde soort opgevat wordt als een var. *retusa* MASTERS van de laatste. De naam van het ex., door den heer VAN DER PIJL onder *Sida rhombifolia* besproken, behoort voluit te luiden: *Sida rhombifolia* L. var. *typica* K. SCHUM. forma *mutica*. Beide door den heer VAN DER PIJL onderzochte soorten, worden thans dus beschouwd als 2 variëteiten van éénzelfde soort.