



J-C

Redactie:

Dr. J. G. B. BEUMÉE, *Red.-Secretaris.*
Buitenzorg.
 Dr. K. W. DAMMERMAN, *Buitenzorg.*
 J. C. V. D. MEER MOHR JR., *Buitenzorg.*

Levend en Dood Materiaal te zenden aan:

Dr. J. G. B. BEUMÉE, *Buitenzorg.*

Vaste Medewerkers:

C. A. BACKER.
 Dr. H. C. DELSMAN.
 Dr. W. DOCTERS VAN LEEUWEN.
 EDW. JACOBSON.
 S. LEEFMANS.
 Dr. D. F. VAN SLOOTEN.
 J. W. A. VAN WELSE.

Prijs voor niet-leden der N. I. N. H. V. per jaar f 8.50.—

RICHELVORMING BIJ KALKAFZETTINGEN.

Kalk, als verbinding van de elementen calcium, koolstof en zuurstof — met de chemische formule CaCO_3 —, bedekt met meer of minder groote hoeveelheden bijmengsels uitgestrekte gedeelten van het aardoppervlak. Veelal is ze het produkt van de langzame doch gestadige werking van talloze koraaldiertjes, welk produkt echter na het afsterven dezer diertjes meestal nog heel wat veranderingen heeft ondergaan, zoodat de oorspronkelijke textuur geheel verdwenen is. Dat kalksteen zoo aan wijzigingen onderhevig is, heeft dit mineraal wel in hoofdzaak te danken aan zijn oplosbaarheid in water, en vooral ook aan den invloed van verschillende factoren op den graad van oplosbaarheid.

In zuiver water van 18°C . lost het slechts in geringe hoeveelheid op, namelijk 13 milligram per liter. Is er echter koolzuur in het water opgelost, zoo ontstaat een andere chemische verbinding, welke in dergelijk water gemakkelijk oplosbaar is. Wordt heel veel koolzuur toegevoerd en zorgt men bovendien door een geschikte afsluiting, dat dit gas niet weer uit het water kan verdwijnen, dan kan de hoeveelheid kalk, welke in oplossing is te brengen, zelfs zeventig maal zoo groot worden als de bovengenoemde hoeveelheid. Dit brengt echter ook mee, dat als de omstandigheden zich wijzigen, als er weer koolzuur uit het water ontsnappen kan, die groote hoeveelheid kalk niet in oplossing kan blijven, en dus in een of anderen vorm uit de vloeistof moet neerslaan. En deze eigenschappen

zijn oorzaak van de omzettingen in kalkgebieden, het verplaatsen van kalk en de vorming van nieuwe afzettingen.

Allen bekend, ten minste van hooren zeggen, zijn natuurlijk de groote en grootsche afzettingen van kalk en van kiezel in het „National Park” van de Vereenigde Staten van Noord-Amerika, gelegen in de Rocky Mountains. Een uitvoerig studieverslag met afbeeldingen van de opvallendste vormen werd reeds in 1883 gepubliceerd door WEED; eigendom van het Nederlandsche publiek werd het, toen Prof. HUGO DE VRIES deze beschreef in zijn reisverhaal „*Het Yellow-stone park*”, dat in 1905 verscheen als een deeltje van de Wereld-Bibliotheek. Doch die verre reis naar Amerika behoeven we niet te maken om overeenkomstige kalkafzettingen te leeren kennen, al moeten we ons met wat bescheidener afmetingen vergenoegen.

Op Java vindt men, — volgens de gegevens, door JUNGHUHN verstrekt in een apart hoofdstuk over minerale bronnen aan het eind van het derde deel van zijn „Java” —, een drietal kalkbronnen, welke zeer belangrijke hoeveelheden van dat mineraal afzetten. In de eerste plaats dient vermeld te worden de warme bron aan den Goenoeng Batoe Kapoer in een diepe kloof, waardoor de Tji Nangka stroomt, in het distrikt Segala èrang van de afdeeling Krawang. Op ongeveer 200 voet boven de bedding komt het water aan de steile helling te voorschijn, dat daarlangs een wand van dikke lagen kalktuf of travertijn heeft doen ontstaan, *welke zich in de gedaante van breede, ontzaggelijk groote trappen ver in het rond uitstrekt*. De tweede bevindt zich in de nabijheid van het dorp Tjitjoeka, zes paal zuid van Tasikmalaja, waar rondom drie hoofdbronnen op het sawahveld kleine koepels zijn gevormd met openingen aan den top van ongeveer een halven voet. Waarschijnlijk bevinden deze zich boven groote door de bronnen opgebouwde kalkruggen, welke door HORSFIELD beschreven werden, maar ten tijde van JUNGHUHN's reizen door de in dien tusschentijd plaats gehad hebbende uitbarsting van den Galoenggoeng onder lahar-materiaal waren bedekt. De derde ligt aan den noordelijken voet van den Goenoeng Tjeremei, anderhalven paal zuidwestelijk van Palimanan in de residentie Cheribon. Ze bevindt zich aan den oostelijken voet van het kalkgebergte. *„Uit talrijke openingen welt stoomend heet water op, dat over de korsten en terrasvormig afdalende kalkspath- en kalktuf lagen heenstroomt, die het water heeft afgezet en waaruit het terrein binnen een omtrek van 100, ja, meer voeten rondom de bron tot een aanmerkelijke dikte bestaat”*. Volgens JUNGHUHN is er op Java geen bron te vinden, welke zooveel afzet als die bron van Palimanan. Volgens mondelinge mededeeling van den Heer VAN DER MEER MOHR was tot voor eenige jaren het witte oppervlak der kalkafzetting nog van verre te zien. Sedert is echter de bron opgedroogd of verstopt geraakt, en het oppervlak verliest door de verweering en den beginnenden plantengroei zijn witten tint.

Van Sumatra werd onlangs door Dr. VAN HEURN in zijn in dit jaar bij de firma DE BUSSY te Amsterdam verschenen rijk-geïllustreerd boek: „*Studiën betreffende den bodem van Sumatra's Oostkust, zijn uiterlijk en zijn ontstaan*” een zeer fraai complex van kalkafzettingen beschreven; eenige goed geslaagde reproducties naar foto's verklaren schrijvers' woorden van bewondering over dit natuurtafereel. Deze kalkafzettingen liggen bij den berg Tinggi Radja in de boschreserve Si-anak-anak, gelegen in het landschap Dolok, onderafdeeling Simeloengan.

Op Java komt nog een fraai complex met groote kalkafzettingen voor, het eenige, dat ik door eigen aanschouwing heb leeren kennen. Het ligt in de afdeeling Buitenzorg der residentie Batavia bij de desa Tjiseëng, waar een drietal heuveltjes bijeenliggen, welke

geheel opgebouwd zijn uit kalksteen, afgezet uit koolzuurhoudend kalkwater, dat bij het opborrelen een temperatuur van ten naaste bij 45° C. bezit. Figuur 1 stelt een gedeelte voor van den Goenoeng Kapoeran prampoean, den grootsten der drie, welke het dichtst bij den weg is gelegen; het is het deel met de werkzaamste bronnen, waarop een vegetatie van hoogere planten nog niet mogelijk is.

Het bronwater van Tjiseëng is zeer waarschijnlijk regenwater, dat op zijn weg door den grond koolzuur heeft opgenomen, en langs hellende, ondoorlatende lagen diep in de aardkorst is doorgedrongen, daar een hoge temperatuur heeft verkregen, en door een spleet weer omhoog geperst wordt. Gedurende die reis moet het ook kalk in oplossing

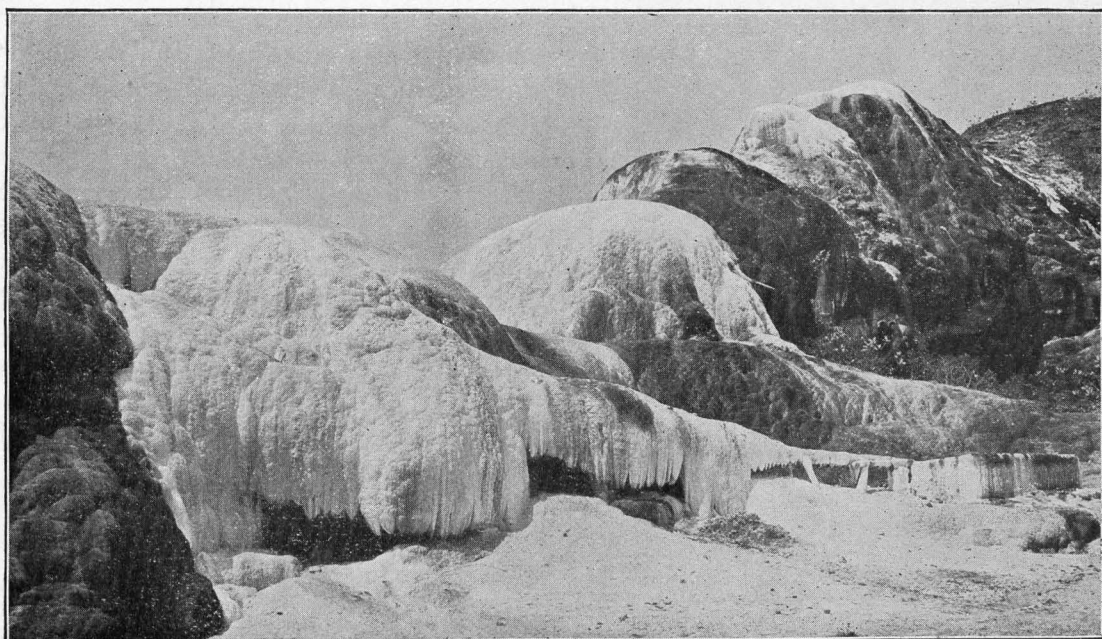


Fig. 1. Goenoeng Kapoeran prampoean; het gedeelte met de werkzame bronnen.

hebben kunnen brengen en daar kalk in de omgeving nergens aan het oppervlak voorkomt, moet er onder de laag van rooden, vulkanischen grond wel kalk aanwezig zijn. Verderweg komt zoowel oostelijk in den Goenoeng Karang bij Klapanoenggal als zuidelijk in den Goenoeng Tjibodas bij Tjampéa kalk aan de oppervlakte, dat in een vorig geologisch tijdperk door koraaldieltjes werd opgebouwd. In de streek ertusschen in is die opbouw blijkbaar niet zoo sterk geweest, maar aanwezig is het er wel. De geoloog WITKAMP vond het in het dal van de Tjisedané op korten afstand ten westen van Tjiseëng, en ook op een paar plaatsen bij Depok. Hij neemt dan ook aan, dat het kalksteengebied zich over grooten afstand langs den noordkant van de West-Javaansche vulkanen uitstrekt, doch voor het grootste deel door de eruptieprodukten dier vulkanen bedekt is. En deze verborgen kalk is ook volgens hem de voorraadmaterie, waaruit het bij Tjiseëng te voorschijn komende warme water zich van kalk voorziet. Voor het aanwezig zijn van kalk in den ondergrond in die streek zijn ook nog andere aanwijzingen.

Heeft men in den drogen tijd ¹⁾ de lange reis van Buitenzorg langs den onverhar- den kleiweg, die langs het voormalige landhuis Semplak naar het noorden voert, bijna volbracht, dan ziet men verscheidene groote, niet zeer diepe inzinkingen in het terrein. Deze kommen zijn soms met water gevuld, soms zijn ze voor sawahbouw benut. Ze staan

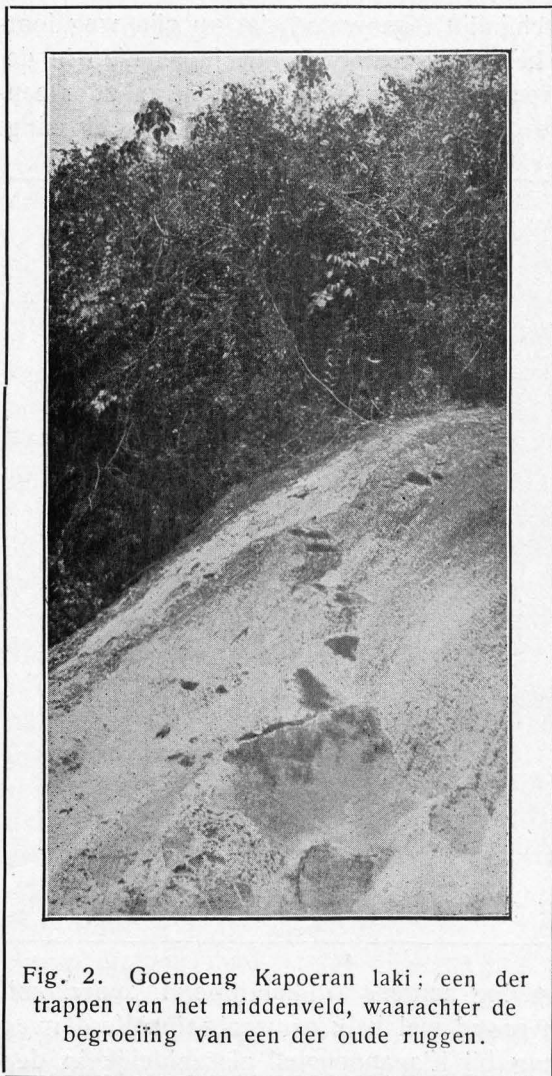


Fig. 2. Goenoeng Kapoeran laki; een der trappen van het middenveld, waarachter de begroeiing van een der oude ruggen.

niet in onderling verband met elkaar, en zijn evenmin deelen van een rivierbed. Deze inzinkingen maken geheel den indruk, dat ze ontstaan zijn door instorting van de roode kleilaag in onderaardsche hollen, zooals die in kalkgebieden vaak ontstaan langs spleten, waar het daarin circuleerende water kalk in oplossing kan brengen. Beschreven en afgebeeld vindt men zulke hollen uit de afdeeling Bodjonegoro in het eenige maanden geleden aangekondigde artikel van KLEIN. De uit die hollen in de omgeving van Tjiseëng weggevoerde kalk zal voor een deel, misschien wel voor een groot deel weer afgezet zijn in de kalkheuvels.

Voor de oplossing van dergelijke groote hoeveelheden calciumcarbonaat is waarschijnlijk wel een grootere hoeveelheid koolzuur in het water benodigd, dan hierin kan opgelost worden bij het zakken door de bouwkrui, waarin door verweering van organische stoffen altijd koolzuur aanwezig is, afgezien van de geringe hoeveelheden, welke door het circuleeren van atmosferische lucht in den bodem wordt gebracht. In deze streek bestaat echter veel kans, dat het water gedurende den langen onderaardschen tocht ook nog koolzuur van vulkanischen oorsprong opneemt. Het voorkomen van koolzuur in een spleetvormige inzinking aan den voet van den Goenoeng Kapoeran prampoean, zelfs in zoo'n hoeveelheid, dat kleine dieren als kippen en geiten er wel den verstikkingsdood zijn gestorven, wijst hierop. In de nabijheid van die kuil kan

men ook de reuk bespeuren van zwavelwaterstof, dat wel eenzelfde oorsprong moet hebben.

Deze kalkheuvels van Koeripan — zoo heet het particuliere land, waarop deze heuvels voorkomen — op betrekkelijk geringen afstand van Buitenzorg en Batavia, waar in de laatste honderd jaren steeds natuuronderzoekers werkzaam waren, moesten wel de aandacht trekken. Als resultaat van die belangstelling vinden we enkele artikelen op verschillend gebied, welke op dit terrein betrekking hebben. De botanist BLUME noemde in zijn werken

¹⁾ In den natten tijd is de tocht door het kleven van de roode klei aan de wielen der vervoermiddelen onmogelijk. Hetzelfde geldt natuurlijk voor de dagen na flinke regenbuien in den oostmoesson.

verschillende planten, welke daar werden ingezameld, waaronder meerdere, welke anders niet in gebieden, op eenzelfde hoogte boven zee gelegen, voorkomen. Het waren er in het geheel, volgens een mededeeling van P. BLEEKER, die de heuvels in het jaar 1844 bezocht, en wiens verslag daaromtrent werd gepubliceerd door MAIER, een veertigtal. ZOLLINGER bezocht deze kalkbronnen ook een paar malen; in diens opsomming van zijn herbarium-inzamelingen staat Koeripan bij een twaalfstal varens en hogere planten als vindplaats vermeld. BLEEKER vond er een vijftigtal soorten, waarvan een lijst in bovenbedoeld artikel werd opgenomen. In dat aantal zijn niet begrepen de kleine mossoorten en „enkele onbepaalde gramineeën”. MAIER's belangstelling betrof meer de samenstelling van het bronwater. De door hem gepubliceerde cijfers vindt men ook vermeld in het groote geologische werk over Java van VERBEEK en FENNEMA. Daaruit blijkt, dat dat water zeer groote hoeveelheden keukenzout bevat, en in vergelijking daarmee slechts weinig calciumcarbonaat. Van het eerste, dat ook in koud, niet koolzuurhoudend water gemakkelijk oplost, vindt men niets in de afzettingen terug, doch de kalk, welke bij het verdwijnen van de overmaat koolzuur moet neerslaan, is in die afzettingen vrijwel zuiver aanwezig; slechts ongeveer 4 % andere zouten konden erin worden aangetoond. Het bronwater werd ook nog eens door een Franschman onderzocht, doch diens cijfers wijzen er op, dat deze scheikundige water voor onderzoek ontving, dat reeds veranderingen had ondergaan. Van de belangstelling der botanisten, o.a. van SCHEFFER (1870), in de flora van dat gebied, getuigen nog de planten, welke in het Herbarium te Buitenzorg bewaard worden. Het laatst verschenen artikel, dat ik onder oogen kreeg, was van den geoloog WITKAMP (Tijdschr. Aardr. Gen. 1916), die o.a. in een schetskaart het resultaat weergeeft van zijn metingen omtrent de onderlinge ligging van de reeds lang bekende groote heuvels en van een derde, waarop voor het eerst door hem de aandacht werd gevestigd. Op die kaart vindt men ook de spleten aangegeven, waarlangs de thans werkzame bronnen zijn gerangschikt. Deze spleten zijn zeer opvallend bij een wandeling over de kam der grootere heuvels daar de opvulling ervan anders gebouwd is dan de rest der heuvels. Ook ziet men dan op verschillende plekken duidelijke aanwijzingen van vroegere bronnen, welke verstopt zijn geraakt. Op de plaatsen, waar het gedaan is met den aanvoer van nieuw materiaal, werkt de verweering op de bovenlaag zoodanig in, dat het leven van verschillende hogere planten mogelijk wordt. Op den Goenoeng Kapoeran prampoean is deze



Fig. 3. Goenoeng Kapoeran laki; richels op een der vlakke gedeelten van het middenstuk.

bégroeiing spaarzaam, doch op de twee, onder een scherpen hoek samenkomende ruggen van den Goenoeng Kapoeran laki is deze op meer plaatsen dicht struik- en heesterachtig, zooals fig. 2 te zien geeft. Een botanisch onderzoek van deze vegetatie zou in verband met de reeds gemelde vroegere vondsten zeker tot interessante resultaten voeren.

Bij mijn bezoek in den oostmoesson van 1918 werd ik bijzonder getroffen door de eigenaardige richelstructuur van het oppervlak, welke zeer gelijkmatig was op de zuiver witte hellingen van de kegels, welke rondom de uitvloeioeningen op den Goenoeng Kapoeran prampoean ontstaan zijn, en in aansluiting daaraan ook op het oppervlak van de deze kegels dragende ruggedeelten. In eenigszins gewijzigden vorm vindt men ze ook op het in eenige groote terrassen tot het sawah-oppervlak afdalende middenveld van den Goenoeng Kapoeran laki (fig. 3). Den derden zeer lagen heuvel heb ik niet bezocht; onbekend met het bestaan daarvan hadden mijn medetochtgenooten noch ik zelf dat heuveltje opgemerkt.

Die oppervlakte-teekening vindt men aldus bij WITKAMP beschreven: „..... bij enkele der bronnen vloeit het water over den rand der kom en druipt naar alle zijden over den sinterkegel als een vlies af. Deze kegels vertoonen aan de buitenzijde fijne richels, die als de randen van even zoovele minieme terrasjes en in evenwijdige ringen er omheen loopen, zoodat een fijn gegolfd, aan crêpe herinnerend oppervlak tot stand komt.” Hoe en waardoor dit tot stand komt, leest men er niet. Was de vorming van de heuvels na raadpleging van literatuur over dit onderwerp spoedig te verklaren, lastiger bleek de oplossing, waarin de oorzaak van deze crêpestructuur schuilde. Lang bleef ze me nog een raadsel.

De literatuur gaf wel verklaringen, doch deze waren zeer weinig bevredigend. Deze oppervlakte-teekening bleek wel verre van zeldzaam te zijn; overal, waar aan bepaalde voorwaarden voldaan is, treden ze op. Herhaaldelijk vindt men ze beschreven; bij JUNGHUHN doen uitdrukkingen als een „gekroesd, golfvormig” oppervlak aan deze richels denken. Bij VAN HEURN leest men van een „ontelbaar aantal kleine terrasjes” op een schitterend wit oppervlak. Ook van de grootsche vormingen in het Yellowstone park, waar die terreinen nog bijzondere pracht ontleenen aan de met verschillende kleuren prijkende algen of wieren, welke er in het min of meer afgekoelde water leven. Overal echter waar het water in een dunne laag over de steenoppervlakken stroomt, zijn ook deze miniatuur-terrasjes te bewonderen. WEED vermeldt, hoe het water van twee groote bronnen over den rand der kommen langs de „rippled slopes” in een vlies wegvloeit. Op bladzijde 648 van het geologisch jaarboek heeft hij de volgende beschrijving: „*The rippled surface is due to innumerable little ridges which run across the surface in wavy lines, and, meeting, form miniatures of the larger basins. If the slope is very gentle, these little basins are proportionately larger and the dividing walls very thin, while on steeper slopes the ridges are thick and close together, producing a reticulated surface. While wet by the hot water the color is generally quite brilliant.*” Die kleuren worden veroorzaakt door algen, dus ook de richels, zoo luidde de conclusie van WEED. Maar waarom die algen dan zoo groeien en niet anders, daarvoor zoekt men tevergeefs een verklaring.

Aan de werkzaamheid van wieren schrijft ook Prof. HUGO DE VRIES deze vorming toe. Het terras van Jupiter, dat een van de beste voorbeelden genoemd wordt, bevat twee vijvers, welke door de bronnen gevoed worden. „*Het water vloeit overal over den rand en bedekt de vlakte in zeer ondiepe stroomen. In deze ontstaan lage dwarswallekes, die het water tegenhouden. Deze volgen elkaar op de weinig hellende vlakte regelmatig op, en veranderen zoo het terrein in een stel van zuiver horizontale terrassen*”. Een vijftien blad-

zijden verder, waar de voorwaarden voor de afzetting der kalkzouten behandeld worden, wordt die eigenaardige structuur van het oppervlak der vlakke heuvels beschouwd als „het werk van levende planten, kleine, maar in geweldige massa voorkomende wiertjes, die de kalk in hun weefsel vast doen worden en zoo als het ware zichzelf doen versteenen.” Nog iets verder geeft hij zijn denkbeeld omtrent die richelvorming: „Vloeit het kalkhoudend water over een zachte helling omlaag, zoodat het nergens blijft staan, dan bekleedt zich die helling geheel met de beschreven wieren. Eerst gelijkmatig, maar weldra uit zich de neiging om randen te maken en groepeeren zich de wieren in kronkelende en ineenslingerende lijnen, die het oppervlak in kleine mazen verdeelen.” Hoe die neiging optreedt, wordt ook hier niet nader aangegeven.

Dezelfde opvattingen vindt men terug in aflevering 12 van de schitterend uitgevoerde „Geologische Charakterbilder”, waarin zeer fraaie afbeeldingen voorkomen van kiezel- en kalkafzettingen met zoo'n crêpe-structuur.

In Koeripan echter treden nergens die felle kleuren op, welke wijzen op de aanwezigheid van wieren. Wel lagen in enkele der kommetjes klompen van groene algen, welke op het gevoel niet veel kalk omsloten, en ook treft men nog anders gekleurde algen op het vlakke gedeelte van den grooten heuvel waar de kalksteen gewonnen wordt voor de kalkbrandery, doch de hellingen der werkende bronnen zijn er zuiver wit. Het leek dus wel onwaarschijnlijk, dat dergelijke algen, als in het Yellowstone park, ook hier de oorzaak zouden kunnen zijn. En al kwamen er andere, minder opvallend gekleurde voor, dan zou het toch raadselachtig blijven, waarom die algen nu altijd zich langs dergelijke richels zouden rangschikken. VAN HEURN vertelt, dat het oppervlak, zoolang de afzetting van kalk plaats vindt, schitterend wit is, en dat waar geen aanvoer van het mineraal meer is, verschillende wieren zich vestigen.

Waarnemingen aan het strand van Poeger brachten mij op het spoor van een verklaring, welke ook aan geologen zeer plausibel voorkwam. Op het vrij steil aflopende zandstrand werden er telkens bij terugkeer van het door de oplopende golven op het strand geworpen water, zoodra dat ten slotte nog slechts een dun vlies vormde, overeenkomstige richels gevormd, waarvan de strekking loodrecht stond op de richting van het aflopende water. Die richels waren de plaatsen, waarop overstorting plaats had van de bovenlaag van dat watervlies, dat zooveel sneller naar beneden stroomde dan de onderlaag, welke door het ruwe zandoppervlak werd tegengehouden. De plaats dezer richels met sterk in beweging zijnd water en ook hun onderlingen afstand wordt natuurlijk bepaald door de steilheid van het talud, dat met de ruwheid van het oppervlak mee de snelheden in het afstroomende watervlies bepaalt. Ten naaste bij moeten de punten, waar overstorting zal plaats hebben, op onderling evenwijdige lijnen gelegen zijn, en recht of gebogen zijn naar gelang van den hoofdvorm van het hellend vlak. Kleine onregelmatigheden zullen echter onderbrekingen in die lijnen veroorzaken, en de terrasvorming is er. Zoolang de afstroomende watermassa groot is, zoodat de hoeveelheid water van de niet door het strandoppervlak tegengehouden onderlaagje zeer groot is ten opzichte van dit vliesje, komen dergelijke regelmatige overstortingen niet tot stand. Pas als de geheele waterlaag een dikte van hoogstens een paar millimeters heeft, veroorzaken verschillen in snelheid van de boven- en onderlaag van het watervlies de richelvorming. Aan het strand verdwenen deze als richels zich voordoende plaatsen van overstorting natuurlijk onmiddellijk weer, zelfs nog vóór een nieuwe golf ze kon overspoelen. Een gedeelte van het water werd opgezogen door het zand, de rest vloeide weg.

Als nu zoo'n afstroomend vlies in plaats van uit zeewater bestaat uit veel kalk bevattend, koolzuurhoudend water, dan zullen zeker op overeenkomstige wijze dergelijke

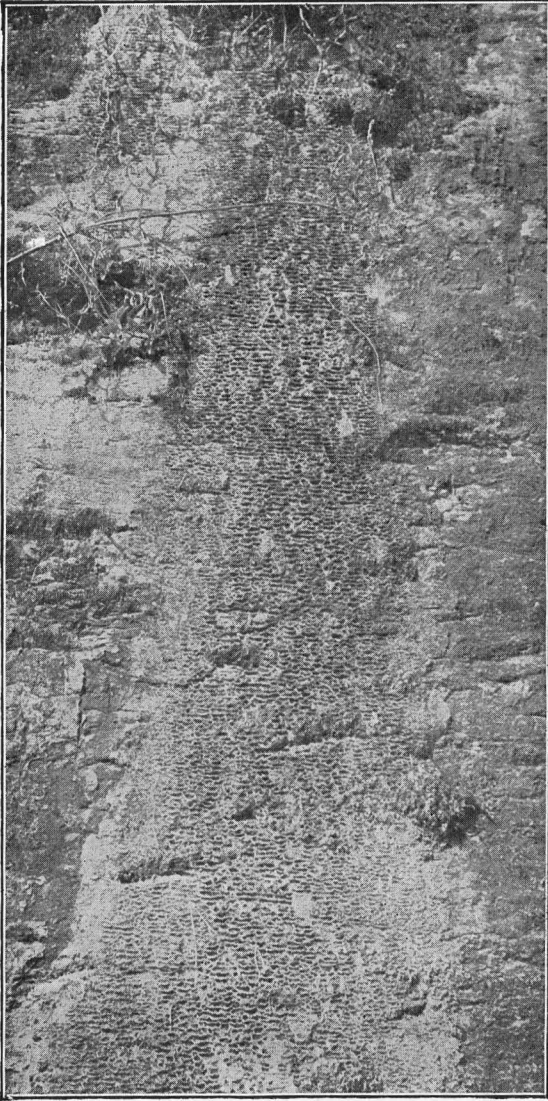


Fig. 4. Richels op den bijna loodrechten wand eener sporinggraving bij Ngandang, (Rembang).

lijnen van overstorting optreden, op welke plaatsen het water veel meer in beweging is dan op het overige oppervlak. Door deze versterkte beweging zal extra koolzuur ontwijken, want laboratorium-proeven hebben geleerd, dat koolzuur uit een oververzadigde oplossing in water lang niet zoo gemakkelijk ontwijkt als het water niet in beweging gebracht wordt dan als de oplossing flink geroerd wordt. Juist door het niet voldoende rekening houden met deze eigenschap van koolzuur ten opzichte van water, vonden twee scheikundigen voor de oplosbaarheid van calciumcarbonaat in koolzuurhoudend water zelfs dubbel te hooge waarden.

En waar koolzuur ontwijkt, moet kalk neerslaan. Dus op de lijnen van overstorting, op de plaatsen waar het water meer in beweging is dan elders, waar meer koolzuur ontwijkt dan tusschen die lijnen in, moet extra kalk neerslaan, en waar eenmaal dat proces is ingeleid, zal het door die afzetting nog versterkt worden. Overal dus waar het bronwater in zoo'n dun vlies over de buitenwanden afvloeit, moeten we dus dezelfde crêpestructuur van het oppervlak aantreffen, en dat onafhankelijk van het al of niet aanwezig zijn van wieren. Maar zijn er wel van dergelijke organismen, dan zullen deze de hoofdlijnen der afzetting niet veranderen. Op de plaatsen, waar het koolzuur gemakkelijker vrijkomt uit het water, zullen ook zij het gemakkelijkst het voor hun levensfuncties zoo noodige koolzuur kunnen opnemen. Op de lijnen van overstorting vinden zij dus de beste voorwaarden voor ontwikkeling, zoodat niet te verwonderen is, dat bij hen de neiging

ontstaat om zich in zulke lijnen te rangschikken.

Natuurlijk moet, als deze verklaring juist is, ook het oppervlak bij kalkbronnen uit vroegere perioden op overeenkomstige wijze geteekend zijn. In de literatuur vond ik een geval vermeld, waarbij zoo'n vroeger oppervlak bij een ontsluiting blootkwam, en de „ripplemarks” vertoonde. VON HOCHSTETTER vond ze bij Karlsbad, waar het met geweld

opborrelen van het kalkhoudende water in de direkte omgeving dier bronnen de zoögenaamde erwtsteentjes, of met een vreemd woord *pisolithen*, doet ontstaan ¹⁾. Door het ontbreken daarvan op dat eigenaardig geteekende oude oppervlak, concludeert hij zeer terecht, dat het water op die plaats rustig afgestroomd moet zijn ver van zoo'n spuitende bron.

De beteekenis van de beweging van het water, waarbij koolzuur in grooter hoeveelheid ontwijkt, voor de afzettingen van kalksteen, blijkt ook uit mededeelingen omtrent de vormen uit slechts weinig kalk bevattende bronwateren. Dan vindt men op devlakke deelen van een beekbedding vrijwel geen spoor van kalkafzetting, doch op die plaatsen waar de bedding plotseling steiler wordt, een drempel vormt, daar kunnen dan nog groote hoeveelheden kalk tot afzetting komen.

Hieruit volgt weer, dat ook de vorming van die minimale terrasjes te verwachten is bij matig kalkhoudend water. Een mooi voorbeeld daarvan vond ik in een in-

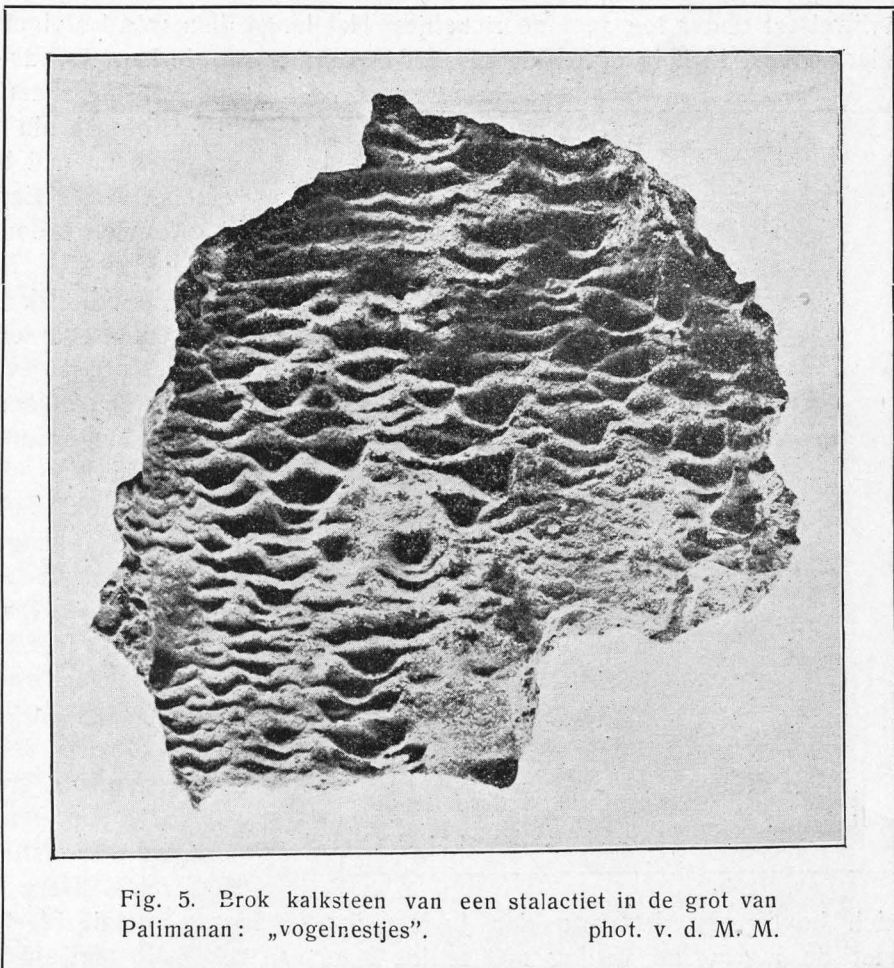


Fig. 5. Brok kalksteen van een stalactiet in de grot van Palimanan: „vogelnestjes”. phot. v. d. M. M.

snijding door kalkgesteente ten behoeve van den aanleg van de baan der Semarang-Joana Stoomtram Maatschappij van Pamotan naar Djatirogo. Deze ingraving ligt iets zuidelijk van de halte Ngandang, en ligt voor een groot deel in tamelijk harden kalksteen, welke blijkbaar weinig spleten bevat, waarlangs het regenwater kan worden afgeleid. Het regenwater komt, nadat het zijn weg heeft gevonden door de bouwkuin en het aangrenzende sterk verweerde gedeelte van het gesteente: een mengsel van steenbrokken, gruis en aarde, op het bovenvlak van het nog niet door verweering aangetaste gesteente, vloeit daarlangs

¹⁾ Volgens een mededeeling van Dr. DOCTERS VAN LEEUWEN kan men aan den voet van de steile wand met stalaktieten van fig. 1 in vrij groot aantal witte knikkers vinden met een diameter van ongeveer een centimeter. Dit zijn zeer waarschijnlijk *pisolithen*.

af, en daar de helling daarvan gericht is naar de ingraving, zien we op vele plaatsen langs den wand de sporen van het afstroomen van kalkhoudend water. Die sporen zijn, blijkbaar doordat dat water in tamelijk groote hoeveelheden uittreedt en in een flinke laag van matige breedte afvloeit, zeer dicht opeenstaande richels of terrasjes. Op figuur 4 ziet men aan den bovenkant nog juist iets van de begroeiing, welk zich reeds gevestigd had op het meer verweerde deel van den toen nog recenten ingravingswand, en daaronder vrijwel tot onder toe de fijne richeltjes. Het langs dien wand afvloeiende water heeft zeker niet zooveel kalk in oplossing als het bronwater van de heuvels van Koeripan; het koude

water heeft alleen in de niet eens zeer dikke bouwkuin wat koolzuur kunnen opnemen en met behulp daarvan vooral van het verweeringsgruis kalk in oplossing kunnen brengen.

Van den Heer VAN DER MEER MOHR ontving ik enkele fraaie kalksteenbrokken, welke ook een oppervlak met miniatuur-terrasjes vertoonen. Deze handstukken zijn afkomstig uit een kalksteengrot in het Kromong-gebergte der residentie Cheribon, op ongeveer twee paal afstands zuidwestelijk van Palimanan. Nabij den ingang van deze kleine grot van Tjipanas vertoonde een gedeelte van het oppervlak eener met de wand vergroeide stalactiet heel duidelijk de terrasjes, elk met een opstaand randje dat flauw gebogen aan de naburige aansluit, en zoodoende deed denken aan de nestjes der salanganen, der grotswaluwen. Figuur 5 geeft daarvan een indruk, al komt de scherpte dier afsluitende randjes niet tot haar recht. Deze richelvorming bevond

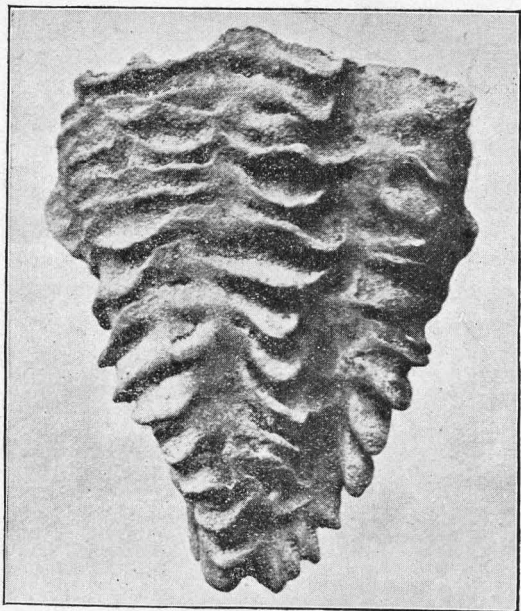


Fig. 6. Richels en miniatuur stalactieten uit een kalksteengrot bij Palimanan. phot. v. d. M. M.

zich boven een deel van den bodem, dat het langst vochtig bleef, waaruit in verband met de algemeene helling met eenige mate van zekerheid afgeleid kan worden, dat daar ook de grootste hoeveelheid water langs den wand stroomde, zoodat ook langs dien bijna loodrechten wand de snelheidsverschillen in de boven- en onderlaag van het vlies de boven beschreven uitwerking konden hebben. Die watertoevoer kan er natuurlijk niet altijd even groot zijn, daar hij afhankelijk is van den regenval. Daardoor zal ook het proces van die richelvorming niet ongestoord blijven.

De eigenaardige tongetjes, welke figuur 6 te zien geeft, lijken mij ontstaan te zijn, nadat eerst de terrasvorming was ingeleid; toen de watertoevoer verminderde, begon aan elk uitstekend gedeelte de gewone stalactietvorming. In overeenstemming met deze verklaring is, dat de tongetjes naar beneden grooter worden. Aan het benedeneinde moet zich het eerst het geval hebben voorgedaan, dat het water niet meer afstroomde, doch aan den rand door adhaesie bleef hangen, ging verdampen en de kalk achterliet.

Dr. J. G. B. BEUMÉE.