



# **De geologie van het eiland St. Eustatius: eene bijdrage tot de kennis der Nederlandsche koloniën**

<https://hdl.handle.net/1874/242282>

G. A. F. MOLENGRAAFF

---

DE GEOLOGIE

VAN HET

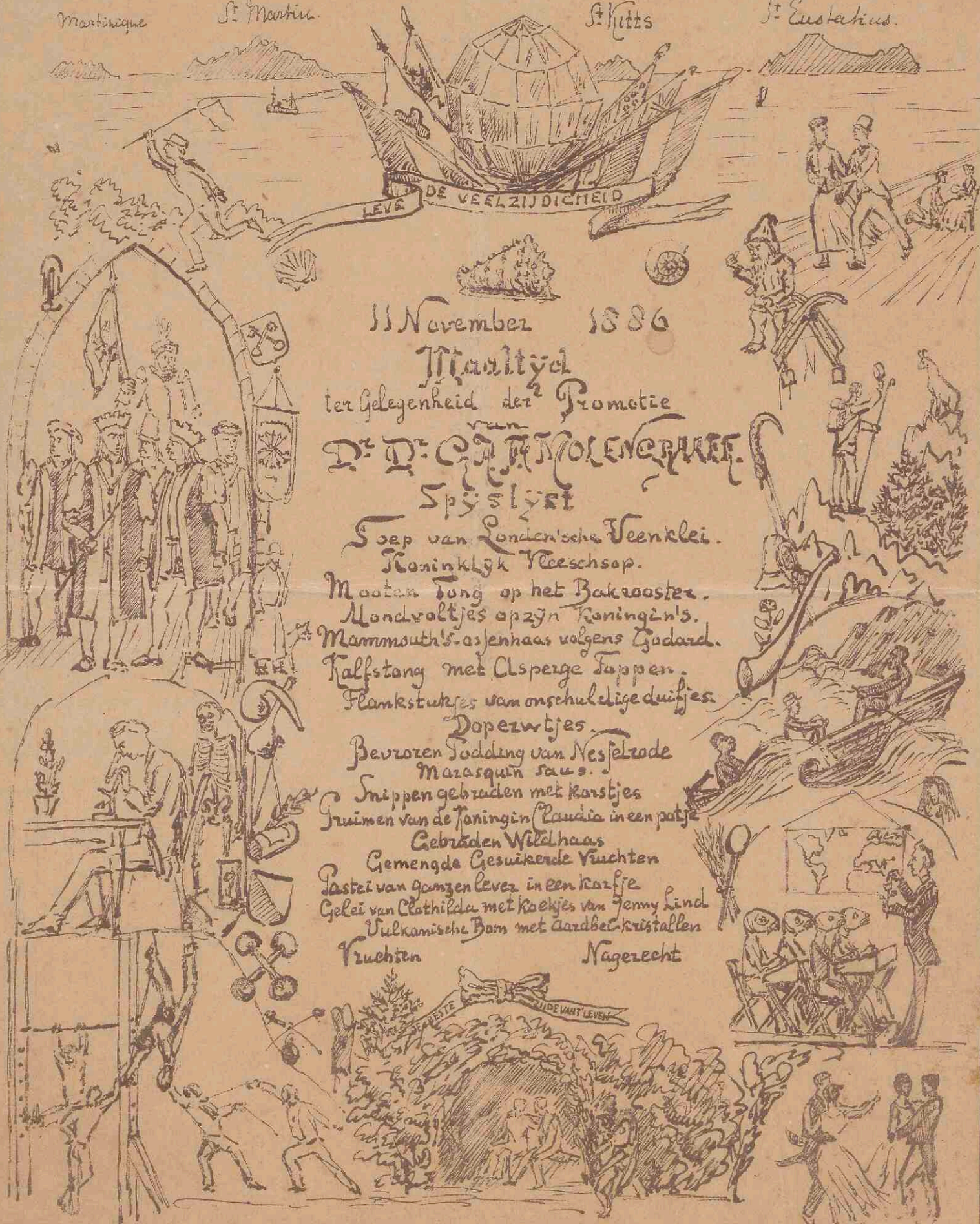
EILAND S<sup>t</sup> EUSTATIUS

Martinique

St. Martin.

St. Kitts

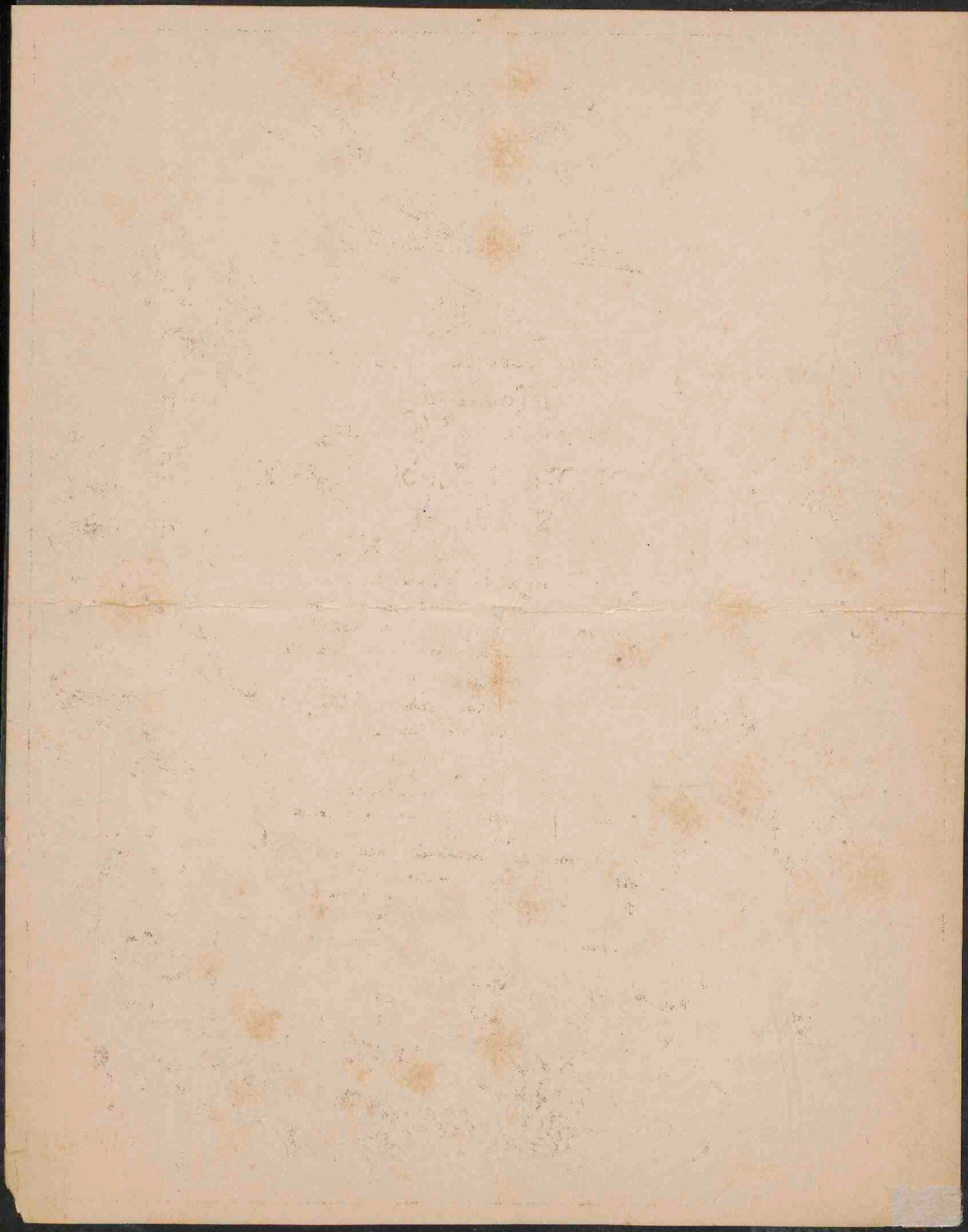
St. Eustatius.



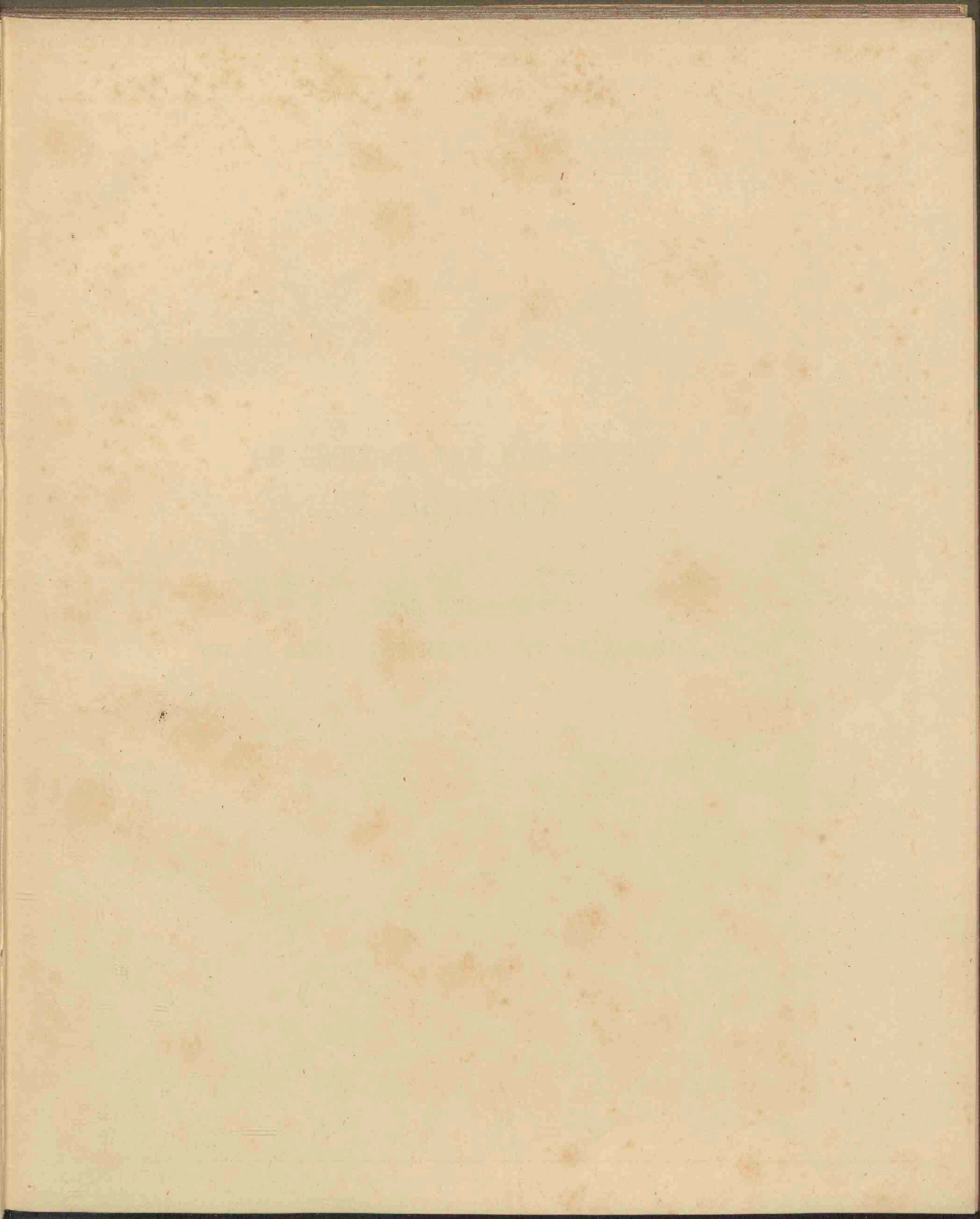
11 November 1886

Maaltyel  
 ter gelegenheid der Promotie  
 van  
**D. D. C. J. MOLENEPAER.**  
 Spyslyst

- Sop van Londen'sche Veenklei.  
 Koninklyk Vleeschop.
- Mouten bong op het Bakrooster.
- Mondvultjes opzyn Koningin's.
- Mammouth's-oesjenhaas volgens Godard.
- Kalfstang met Clsperge Toppes.
- Flankstukjes van onschuldelige duifjes.  
 Doperzwytjes.
- Bevrozen Sodding van Nesfelrade  
 Marasquin saus.
- Snippen gebraden met korstjes
- Tuimen van de Koningin Claudia in een patje
- Gebraden Wildhaas
- Gemengde Gesuikerde Vruchten
- Pastei van ganzen lever in een karfje
- Gelci van Clothilda met Koekjes van Jenny Lind
- Vulkanische Bom met aardbei kristallen  
 Vruchten
- Nagerecht









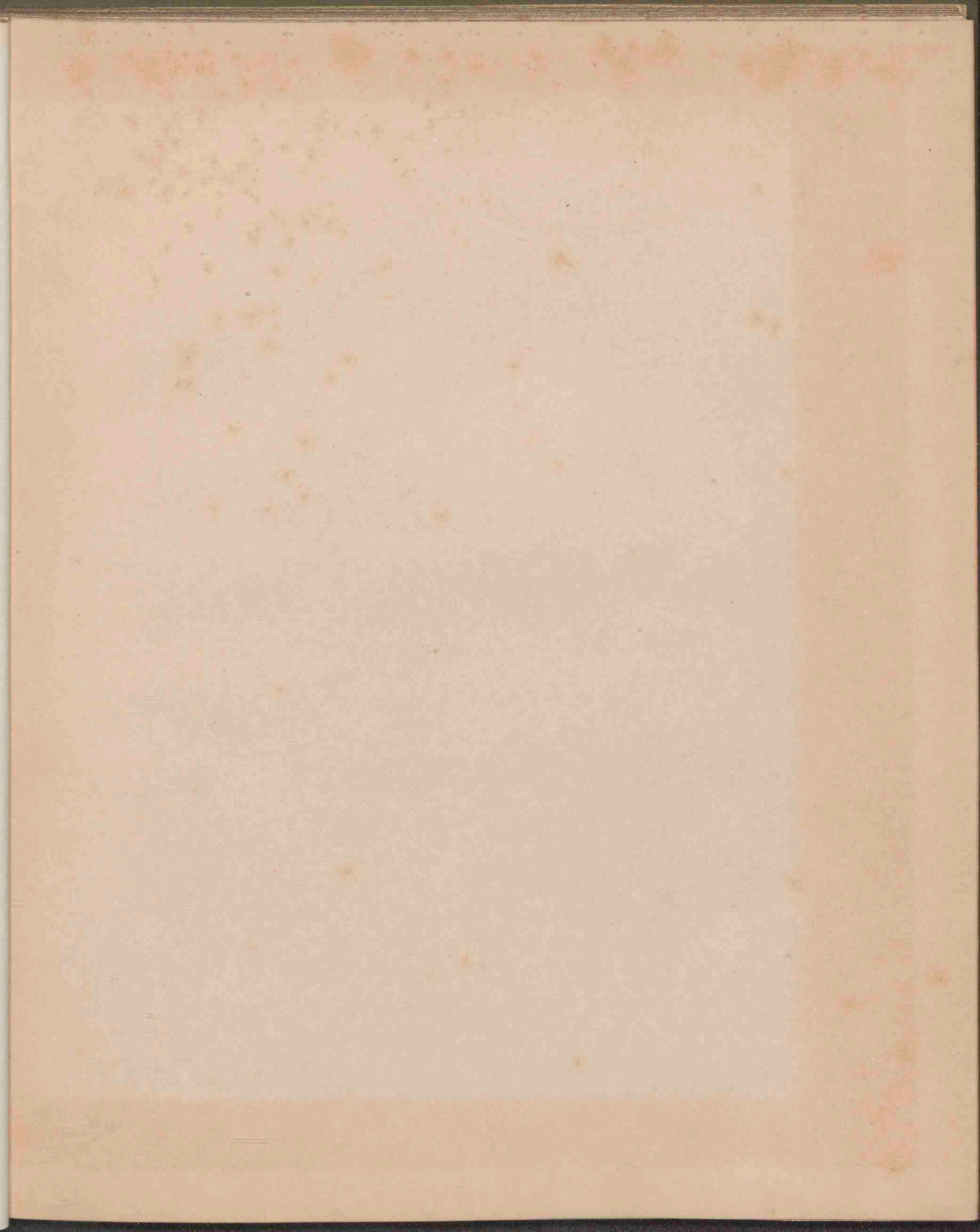
DE GEOLOGIE VAN HET EILAND  
ST. EUSTATIUS.

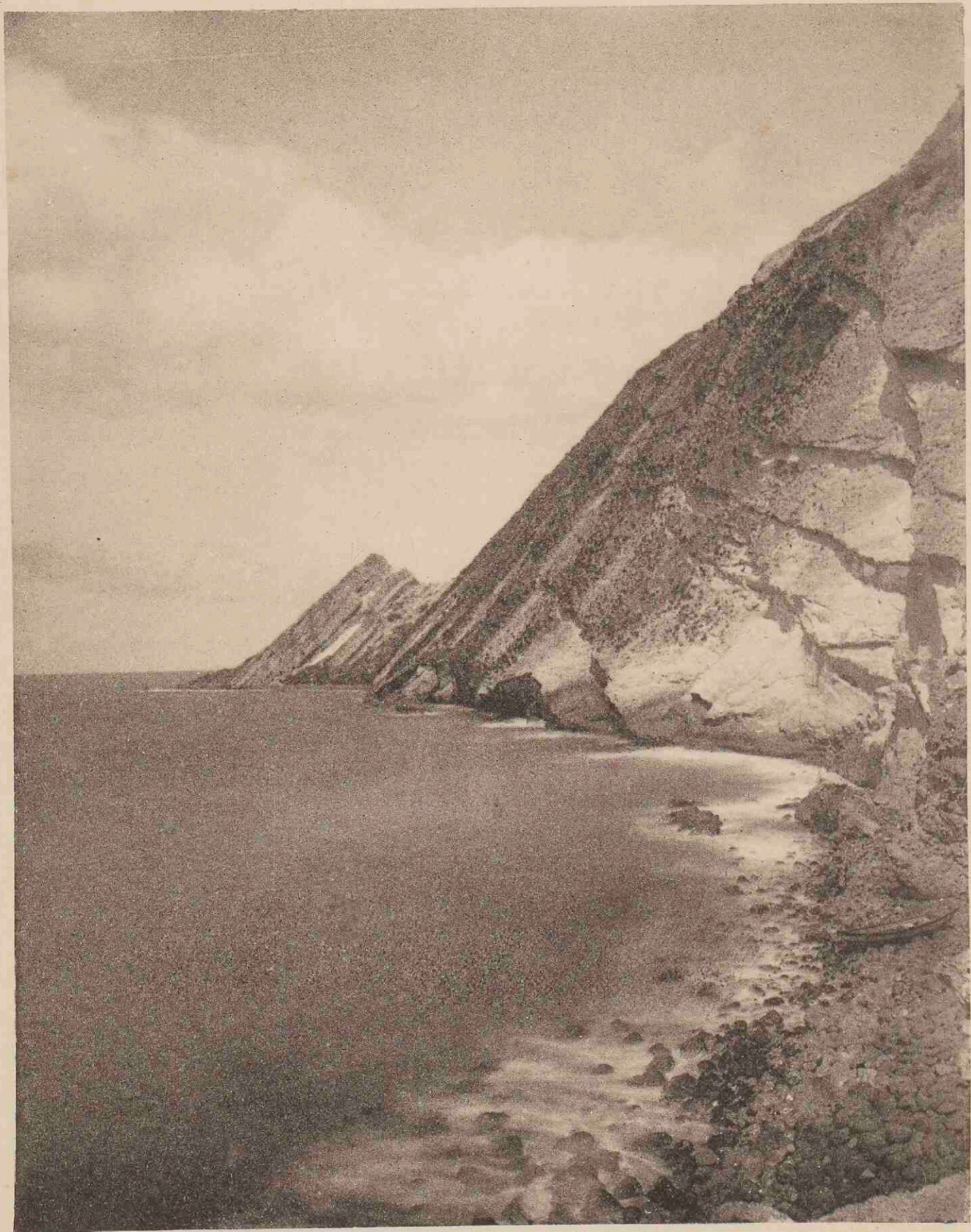
---

EENE BIJDRAGE  
TOT DE KENNIS DER NEDERLANDSCHE KOLONIËN.









Lichtdruk van E. Diener, Glauchau.

DE GEOLOGIE VAN HET EILAND  
ST. EUSTATIUS.

EENE BIJDRAGE TOT DE KENNIS DER NEDERLANDSCHE KOLONIËN.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE AARD- EN DELFSTOFKUNDE

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT

NA MACTHIGING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

DR. G. VAN OVERBEEK DE MEIJER,

Hoogleraar in de Faculteit van Geneeskunde

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT DER UNIVERSITEIT

TEGEN DE BEDENKINGEN DER WIS- EN NATUURKUNDIGE FACULTEIT  
TE VERDEDIGEN

op DONDERDAG, den 11den November 1886,

des namiddags te 2 $\frac{1}{2}$  uren

DOOR

GUSTAAF ADOLF FREDERIK MOLENGRAAFF,

GEBOREN TE NIJMEGEN.

LEIDEN. — E. J. BRILL.

1886.



**Aan mijnen Broeder.**



Waar ik, bij het eindigen van mijn academischen studietijd, terugzie op de verschillende tijdperken, die ik daarin doorleefd heb, daar dringt zich voor alles de behoefte aan mij op, mijn hartelijken dank te betuigen aan zooveelen, die mij daarin met raad en daad hebben geleid en gesteund.

In de eerste plaats dus een woord van dank tot U, Hoogleraren der Wis- en Natuurkundige Faculteit te Leiden, voor het onderricht en de leiding, die ik van U mocht genieten.

Bijzonder veel verplicht ben ik aan U, Hooggeleerde SURINGAR en MARTIN, waar gij mij vergundet U te vergezellen op den door U ondernomen onderzoekingstocht naar onze West-Indische bezittingen. Uw aangename en welwillende omgang en voorlichting op onze reis verhoogde voor mij het genot, dat ik uit het aanschouwen en onderzoeken van tropische landstrecken mocht scheppen. Voerde mijn weg mij meer met U, hooggeachte SURINGAR, te zamen, zoo kon ik daarom ook zooveel meer den bezielenden invloed waardeeren, dien Uw onvermoeide ijver en nimmer wijkende opgewektheid en vriendelijkheid op mij uitoefenden.

Het voorrecht, gedurende twee jaren de betrekking van adsistent te bekleeden aan Uw Laboratorium, Hooggeleerde RAUWENHOFF, verplaatste mij van Leiden naar Utrecht en veroorzaakt, dat ik alhier mijn academischen loopbaan mag besluiten.

Het is mij een aangename plicht U, hoogleraren en privaatsdocenten der Utrechtsche Universiteit, dank te zeggen voor het onderwijs en de vriendschap, die ik van velen Uwer mocht genieten.

In het bijzonder wensch ik mijn dank te betuigen aan U, Hooggeleerden WICHMANN, Hooggeachten Promotor, onder wiens leiding en in wiens laboratorium dit proefschrift werd voltooid. Uwe welwillendheid en voorlichting, die mij een zoo krachtigen steun bij mijn onderzoek gaven, stel ik op zeer hoogen prijs.

Als van zelve wordt bij de voltooiing van dit proefschrift, dat een uitvloeiSEL is van mijne reis naar West-Indië, de herinnering in mij levendig aan de velen, die



*mij daar gastvrijheid bewezen of met raad en daad bijstonden. Vooral heb ik zeer groote verplichtingen aan de Heeren HUDIG en D. C. VAN ROMONDT te Philipsburg, den Heer VERSCHOOR te Grande Case, den Heer JONCKHEER, den toenmaligen gezaghebber van Saba, en den Heer TH. HILL op St. Eustatius. Gaarne grijp ik deze gelegenheid aan hen openlijk mijn hartelijken dank te betuigen en hen te verzekeren, dat de vriendelijke ontvangst, die mij bij hen ten deel viel, mij steeds onvergetelijk zal blijven.*

*Ten slotte betuig ik mijn dank aan allen, die mij het bezoeken van verschillende wetenschappelijke inrichtingen of boekerijen gemakkelijk hebben gemaakt, inzonderheid aan den Heer VAN DE BLOQUERY, die mij tot de schelpenverzameling van Natura Artis Magistra toegang verschafte en mij bij het determineeren zijne welwillende medewerking verleende.*

## VOORBERICHT.

---

Op 12 December 1884 verliet de Nederlandsche West-Indische Wetenschappelijke Expeditie, waartoe ook ik behoorde, de haven van *Amsterdam*.

Deze expeditie, welke geleid werd door de Heeren Dr. W. F. R. SURINGAR en Dr. K. MARTIN, hoogleeraren te *Leiden*, stelde zich ten doel het botanisch en geologisch onderzoek van de Nederlandsche West-Indische Koloniën. De reis werd voorspoedig volbracht met een der booten van de K. N. W. I. Maildienst, zoodat we den 9den Januari 1885 te *Curaçao* aankwamen. Op *Curaçao*, *Aruba* en *Bonaire* was ik Prof. SURINGAR behulpzaam bij het verzamelen van planten. Op Dinsdag 3 Maart nam ik afscheid van het reisgezelschap om de geologische gesteldheid van de Nederlandsche eilanden boven den wind te gaan bestudeeren. Den 11den Maart bereikte ik met een Hamburger stoomboot *St. Thomas* en scheepte mij daar reeds den volgenden dag in op een schoenertje, bestemd naar *Marigot*. Den 17den Maart kwam ik na een onvoorspoedige reis op *St. Martin* aan. Mijn verblijf op *St. Martin* duurde tot den 9den April; in dien tijd heb ik de geologische gesteldheid zoowel in het Hollandsche als in het Fransche gedeelte nauwkeurig trachten na te gaan en heb ik een groote verzameling van geologische voorwerpen bijeengebracht. Van *St. Martin* begaf ik mij naar *St. Eustatius*, waar ik den 10den April aankwam; daar trof ik Prof. SURINGAR en den Heer VAN BREDA DE HAAAN weder aan, die met het botanisch onderzoek van het eiland reeds een begin hadden gemaakt. Tot 15 Mei heb ik mij met het geologisch onderzoek van *St. Eustatius* en ook van *Saba*, welk eiland ik van daar uit bezocht, bezig gehouden. Een ongesteldheid, veroorzaakt door te groote vermoeienissen in het warme klimaat, welke mij het loopen ten slotte onmogelijk maakte, belemmerde het laatste gedeelte van mijn onderzoek zeer, gelukkig niet dan nadat ik bijna alle belangrijke punten bezocht had.

De terugreis, welke over *St. Kitts* en *New-York* gemaakt werd, bracht ons den 21sten Juni 1885 in het vaderland terug.

In dit werkje zijn de resultaten van mijne geologische onderzoekingen op het eiland *St. Eustatius* neergelegd.

Eene geognostische beschrijving van het eiland *St. Martin* en eene korte aantekening over *Saba* hoop ik naderhand te doen volgen.

---



# INHOUD.

---

Voorbericht.	
I. Inleidende Opmerkingen . . . . .	Pag. 1.
II. Orographie . . . . .	" 8.
III. Algemeen Geologisch overzicht . . . . .	" 13.
IV. De White Waall . . . . .	" 27.
V. Petrographie . . . . .	" 35.
VI. St. Eustatius in zijn verband met de overige Antillen . . . . .	" 51.
Verklaring der platen . . . . .	" 62.
Stellingen . . . . .	63, 65.

---

1850

Received of the  
Hon. Secy of the  
Treasury  
the sum of  
\$1000  
for  
the purchase of  
land in  
the  
District of  
Columbia  
for  
the  
use of  
the  
Government

Witness my hand and seal  
this 10th day of  
January 1850  
at Washington  
D.C.  
John C. Calhoun  
Secy of the Treasury

## I. INLEIDENDE OPMERKINGEN.

---

St. Eustatius is een Nederlandsche kolonie. Het eiland kwam in het jaar 1639 in handen van de West-Indische Compagnie. Tot in de laatste helft van de 18<sup>de</sup> eeuw nam de bloei van deze kolonie gestadig toe. Zij was van 1664—1667 en van 1672—1673 in handen der Britten. In 1689 werd zij door de Franschen bemachtigd, die haar een jaar later weder aan de Engelschen moesten overgeven. In 1697 kwam zij weder in de handen van de Nederlanders. Deze korte overheerschingen hadden geen blijvenden noodlottigen invloed op den bloei der kolonie. Goede gegevens omtrent den toestand in de jaren 1780 en 1781 vindt men in het werk van C. DE JONG <sup>1)</sup>. Hij schrijft hierin o. a. over St. Eustatius <sup>2)</sup>: »Door zijne ligging en toevallige omstandigheden, is het de algemeene stapelplaats geworden van alle soorten van Europese waren. De koophandel, die in allerlei waren bestaat, heeft daardoor op dit kleine eiland, eenen bloei en drukte verkregen, die alle begrippen te boven gaat.» De welvaart en het vertier in het dorp beschrijft hij verder aldus: <sup>3)</sup>

»Aan den voet van den berg, waarop het dorp gelegen is, vindt men een menigte pakhuizen, die rondom de reede gebouwd zijn en dit wordt de baai genoemd. Vele dezer pakhuizen, waarvan ook sommige woonhuizen zijn, hebben van de tweede verdieping, over de straat heen, gemeenschap met elkanderen, door een soort van brug ten dien einde gemaakt, waardoor men zonder over de straat te gaan bij één kan komen. Nooit zou men zeggen dat deze pakhuizen, waarvan er vele van ruwe planken, in den haast, zijn opgeslagen, die groote schatten in zich bevatten, welke zij waarlijk inhouden; en niettegenstaande de groote menigte zijn er nog veel te weinig om alle de koopwaren, die gestadig worden aangevoerd, te kunnen bergen. Men ziet de katoen en suiker hoog opgestapeld in de open lucht liggen; honderden vaten van het laatste voortbrengsel, waarvoor geene plaats in de pakhuizen is en welke de schepen nog niet kunnen inladen, slechts door pressenningen, dat geteerde zeilen zijn, overdekt, onder den blooten hemel. In ver-

1) Reize naar de *Caribische Eilanden* in de jaren 1780 en 1781. Haarlem, bij Francois Bohn, 1807.

2) l. c. pag. 106.

3) l. c. pag. 108.

scheidene huizen zijn de vertrekken tot onmatige prijzen verhuurd, om de koopwaren maar onder dak te krijgen, waartoe bij sommige gaten in de zolders gemaakt zijn, waardoor men de koffij naar beneden stort. Kamers van vijftien voeten in het vierkant brengen tot een Johannis dat is tweeëntwintig en een halve guldens wekelijks aan huur op."

Hierna wijst hij er op hoe dit eiland, waarvan het bezit voor de Republiek van het grootste belang was, slechts door vijf forten, die alle *in den erbarmelijksten staat* (sic) waren, werd verdedigd. Deze nalatigheid was des te onvergeeflijker, omdat de natuur zelve het eiland reeds als een gemakkelijk verdedigbare vesting heeft geschapen, die slechts aan ééne zijde — bij de reede — voor den vijand genaakbaar is. Hierop heeft ROCHEFORT <sup>1)</sup> in 1658 reeds gewezen met de volgende woorden: »Cette île, est la plus forte d'assiette de toutes les Antilles: car il n'y a qu'une bonne descente, qui peut estre facilement défenduë, et où peu d'hommes pourroient arrêter une armée entière."

In datzelfde werk beschrijft DE JONG uitvoerig, onder welke omstandigheden den 3<sup>den</sup> Februari 1781 het eiland St. Eustatius aan den Engelschen admiraal GEORGE BRIDGES RODNEY werd overgegeven. Hoe het eiland toen totaal uitgeplunderd werd en hoe door tal van verordeningen de handel geheel werd gefnuikt, is hier omstandig verhaald <sup>2)</sup>. In 1816 werd St. Eustatius aan de Nederlanders teruggegeven; de handel heeft zich echter nimmer hersteld en van de vroegere kolossale pakhuizen der benedenstad geven slechts puinhoopen nog getuigenis <sup>3)</sup>.

De naam *golden rock*, onder welken een eeuw geleden St. Eustatius door geheel *West-Indië* en nog ver daarbuiten bekend was, zoude nu als de bitterste ironie klinken.

Ook de cultuur bereikte in het laatst der 17<sup>de</sup> en in de 18<sup>de</sup> eeuw het toppunt van bloei. ROCHEFORT <sup>4)</sup> schrijft hierover in zijn boven aangehaald werk: »On ne sauroit croire qu'à péne, la grande quantité de Tabac, qu'on en a tiré autrefois, et qu'on en tire encore journellement." Men heeft zich later voornamelijk op suikercultuur toegelegd. Hoewel door de verarming gedurende de Engelsche en Fransche overheersching ook de cultuur zeer werd gedrukt, waren tot voor 40 jaren toch nog alle vlakke en weinig hellende gedeelten van het eiland beplant. De bodem, die uit zeer fijn zand bestaat, is zeer vruchtbaar; alleen laat hij door zijne groote poreusiteit het water spoedig door, hetgeen in droge jaren tot misgewas kan

1) *Histoire Naturelle et Morale des Iles Antilles de l'Amérique*, Rotterdam A. Leers 1658 p. 41.

2) Van 1781 tot 1816 behoorde 't eiland nu eens aan de Engelschen, dan weder aan de Franschen; gedurende dien tijd nam de armoede voortdurend toe.

3) De geschiedenis van St. Eustatius na het jaar 1816 is beschreven in: *De volkplanting op het eiland St. Eustatius van 1816 tot op den tegenwoordigen tijd* door A. H. Bisschop Grevelink in *Bijdragen tot de kennis der Nederlandsche en vreemde koloniën*. Utrecht van der Post 1847. Dl. IV, p. 29 en 199.

4) l. c. pag. 41.

aanleiding geven. In de laatste dertig jaren is de cultuur sterk achteruitgegaan en na de emancipatie der slaven is het verbouwen van landbouwproducten in het groot spoedig geheel opgehouden. De stempel van reddeloos verval is door de emancipatie der slaven onverbiddelijk op deze streek gedrukt. Overal, waar nu allerlei doornige struiken, vooral de ondoordringbare Casha, *Acacia macracantha* HUMB., en *Acacia tortuosa* W., welig tieren, ziet men den grond nog door diepe voren in regelmatige strooken verdeeld, waarop men vroeger het suikerriet plantte. Hier en daar verspreid, vindt men midden in de wildernis de ruïnes van oude plantages en de daarbij behoorende kookhuizen, waarin de suikerbereiding plaats vond. In de voor het meerendeel half ingevallen woonhuizen herinnert nog menig overblijfsel van kostbare meubelstukken aan een lang vervlogen tijd van voorspoed en welvaart.

De landbouw bepaalt zich tegenwoordig tot het verbouwen van eenige weinige yam's, *Dioscorea alata* L. en sweet potatoes, *Ipomoea Batatus* LAM., welke grootendeels voor eigen consumptie dienen en waarvan slechts onbeduidende hoeveelheden worden uitgevoerd.

Ook de veestapel is zeer klein. Wilde geiten (kabrieten) zijn over het geheele eiland overvloedig; zij leveren met zeevisch het gewone vleeschvoedsel. Rundvee is op het eiland schaars; de weinige beesten zagen er echter flink en goed gevoed uit; gedurende ons verblijf werd echter tot onzen spijt geen enkel geslacht.

Paarden en ezels vindt men zeer weinig.

De bevolking, die ongeveer 1600 zielen bedraagt, bestaat voor het grootste gedeelte uit negers en kleurlingen. Blanken wonen er zeker niet meer dan vijftig.

Het klimaat van het eiland St. Eustatius staat geheel onder den invloed van den N. O. tot Z. O. passaatwind, die gedurende het grootste gedeelte van het jaar heerscht. Het is daardoor zeer gelijkmatig. Jaren voortgezette en vertrouwbare thermometerwaarnemingen bestaan van St. Eustatius niet; in verband met hetgeen van nabijgelegene West-Indische eilanden hieromtrent bekend is, mag men aannemen, dat de temperatuurverschillen gedurende het geheele jaar niet meer dan 12° C. bedragen en de temperatuur steeds tusschen 21° C. en 33° C. ligt. Slechts enkele malen wordt een lagere temperatuur waargenomen, welke alleen in de wintermaanden met noordwestelijken wind intreedt; zoo werd op *Guadeloupe* den 27<sup>sten</sup> Februari 1849 een temperatuur van 18° C. waargenomen en in 1844 op *St. Thomas* een van 17,5° C. Vermoedelijk wordt een zoo exceptioneele koude door de beruchte noordwestelijke winden veroorzaakt, die over de groote vlakten van *Noord-Amerika* waaien en tot in *Florida* de temperatuur tot beneden het vriespunt kunnen doen dalen. Het schijnt, dat deze winden in enkele gevallen zich tot aan gene zijde van den warmen golfstroom kunnen voortzetten en een abnormale weersgesteldheid op de West-Indische eilanden



veroorzaken. De laagste temperatuur, door mij waargenomen, was  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  C. op 13 April des morgens te  $4\frac{1}{2}$  uren; de hoogste in de schaduw onder de veranda van onze woning  $38^{\circ}$  C.; de thermometer stond toen echter onder den invloed van de op steenen teruggekaatste zonnestrallen. In de zon stijgt het kwik dikwijls tot meer dan  $50^{\circ}$  C. <sup>1)</sup>.

Over de hoeveelheid regen, die jaarlijks valt, is weinig bekend; alleen staat vast, dat het aantal en de sterkte der neerslagen zeer wisselvallig zijn, waardoor in vroegere jaren misgewas niet zeldzaam voorkwam. De zwaarste regens vallen in »the hurricane-season» van Juli tot October. Gedurende den tijd, dien ik op het eiland doorbracht, viel er slechts éénmaal een bui van eenige beteekenis ( $\pm 3\frac{1}{2}$  c.M.) en nog wel slechts over een gedeelte van het eiland. De beperkte omvang der regenwolken, die in tropische streken regel is, is daarvan de oorzaak. Dikwijls regent het alleen op den top en op een klein gedeelte van de helling des vulkaans. De toppen der hoogste bergen, die als condensators van den vochtigen passaatwind werken, ziet men niet alleen op *St. Eustatius* maar ook op de andere *Antillen* meestal door een kleine wolk omgeven, waaruit het dagen achtereen bij tusschenpoozen flink kan regenen, zonder dat op het vlakke land ook slechts een enkele druppel valt. Voor den naar water snakenden bewoner van de vlakte wordt dit verschijnsel nog tergender, doordat hij meestal duidelijk het ruischen hoort van de zware regendroppels, die op de breede bladeren van de varens en palmen, waarmede de bergtoppen der meeste eilanden begroeid zijn, neervallen. Op *Saba* vooral, waar gedurende mijn verblijf (21—29 April 1886) groote behoefte aan water bestond, heb ik meermalen in eene brandende zonnehitte dit melodieuze geluid van den top des vulkaans hooren nederdalen.

De Engelsche taal is hier, evenals op de overige West-Indische eilanden van *St. Thomas* tot *Trinidad* <sup>2)</sup>, de heerschende. Hollandsch wordt alleen door enkele autoriteiten, meestal geboren Hollanders, goed en bovendien door enkele inboorlingen eenigszins gesproken.

Reeds langen tijd heerscht op *St. Eustatius* en andere niet-Engelsche *Antillen* de Engelsche taal <sup>3)</sup>; van dit merkwaardig verschijnsel wil ik trachten eene verklaring te geven.

Het grootste gedeelte van de kleine *Antillen* heeft steeds aan de Engelschen behoord en de Engelsche eilanden liggen niet alle naast elkaar maar bont dooreen

1) Op *St. Martin* nam ik eens in de zon  $54,5$  C. waar; het reservoir van den thermometer was toen in het zand gedrukt, maar niet zwart gemaakt.

2) Op *Guadeloupe* en *Martinique* wordt ook Fransch verstaan en Créole (een patois) gesproken.

3) *De Jong*, l. c. pag. 107, schrijft hierover reeds: „De Engelsche taal wordt het meeste op het eiland gesproken en is zelfs zoodanig de algemeene taal der menschen, dat men niet wel den omgang met vrouwen hebben kan indien men dezelve niet magtig is. Trouwens de levenswijs . . . . is zoo volmaakt Engelsch, dat er aan het Hollandsch eiland *St. Eustatius* niet anders dan de vlag ontbreekt, om geheel Engelsch te zijn.”

tusschen de bezittingen der andere nationaliteiten; zoo ligt bijv. het Fransche *Guadeloupe* tusschen de Engelsche bezittingen *Dominica*, *Montserrat* en *Antigua*, het Fransche *Martinique* tusschen *Dominica* en de zuidelijkste *Antillen*, die alle aan de Engelschen behooren. De naaste bureu van de Nederlandsche eilanden boven den wind: *Saba*, *St. Eustatius* en *St. Martin*, zijn allen Engelsche eilanden, als de *Virginische eilanden*, *Anguilla*, *St. Kitts*, *Nevis*, *Barbuda*; een uitzondering maken slechts *St. Barthelemy*, dat voor korten tijd door Zweden aan *Frankrijk* werd verkocht, en het Fransche gedeelte van *St. Martin*. Ten opzichte van onze eilanden werden de gevolgen van deze verhouding nog versterkt door het feit, dat de Britsche koloniën, die het dichtst bij de onze liggen, deze zeer in grootte, bloei en bevolkingscijfer overtreffen.

Van het begin der kolonisatie af hebben de Engelschen steeds krachtiger gekoloniseerd dan de overige naties, d. w. z. een grooter aantal Engelschen heeft zich in de kolonies gevestigd, dan in verhouding personen van andere nationaliteiten. Hierbij komt een kenmerkende karaktertrek van den Engelschen kolonist, die geheel met de algemeene conservatieve richting van den Britschen geest overeenkomt: om nooit van zijn oude gewoonten af te wijken en nimmer zijn eigen taal prijs te geven. Deze eigenschap bezit de Franschman in minderen graad en mist de Hollander te eenenmale.

Dit verschil in karakter tusschen den Engelschen nabuur en den Nederlander in de koloniën leidde nu door de volgende omstandigheden tot eene geleidelijke maar zekere overheersching der Engelsche taal in de Nederlandsche koloniën.

Zooals bekend is, waren op de kleinere West-Indische eilanden, toen de regelde kolonisatie van uit *Holland*, met name door de West-Indische Compagnie, begon, de oorspronkelijke bewoners, de *Caraïben*, reeds verdreven of uitgemoord. De plantages werden bewerkt door neger-slaven, die uit *Afrika* aangevoerd werden en een der belangrijkste handelsartikelen in *West-Indië* uitmaakten. Daar de neger-slaaf een gewild artikel van ongeveer vaststaande en slechts aan geringe koersverandering onderhevige waarde was, werd hij dikwijls als betaal- of als ruilmiddel gebezigd, wat een levendige uitwisseling van neger-slaven tusschen de verschillende koloniën ten gevolge had. Bovendien werden, wanneer bijv. een zeer rijke oogst veel arbeidskracht op een bepaald eiland vereischte, daarheen door eigenaars van plantages op minder door de natuur begunstigde eilanden partijen verhuurd.

De Engelsche kolonist nu sprak en spreekt nog met zijne ondergeschikten nooit anders dan Engelsch, waardoor deze gedwongen zijn die taal te leeren; bovendien let de Engelschman er streng op, dat bedienden nooit anders dan Engelsch tot zijn kinderen spreken. De Hollander daarentegen eischt van zijne ondergeschikten geen kennis der Hollandsche taal; hij spreekt tot hen, wat zij spreken,

laat zijne kinderen praten, wat ze verkiesen en gaat meestal reeds spoedig voor het gemak de bediendentaal ook in zijne huiselijken kring invoeren. Meestal verdedigt hij dit door te zeggen: »ja, ik kan niet altijd Hollandsch spreken, want dan verstaan mijn kinderen mij zoo slecht en dan antwoorden ze mij in het geheel niet.» Maar, aan wien hier de schuld? Het gevolg er van is, dat de Hollandsche taal gewoonlijk reeds in het tweede geslacht totaal vergeten is.

De taal, die vroeger door bedienden en slaven gesproken werd, is dus overal op de Nederlandsche koloniën de algemeene en ze wordt in het dagelijksche leven uitsluitend gebruikt.

De slavenvoorraad op de Nederlandsche eilanden boven den wind werd bijna uitsluitend geleverd en aangevuld door de Engelsche naburen. Door deze oorzaak en door een levendigen slavenruilhandel met de Engelsche koloniën was de bediendentaal ook op de Nederlandsche bezittingen de Engelsche. Die taal werd door de Hollandsche slaveneigenaars spoedig overgenomen en daardoor was reeds in de laatste helft der vorige eeuw de Engelsche taal de gebruikelijke spreektaal geworden. Het spreekt van zelf, dat het Engelsch, door de negerslaven ingevoerd, daardoor vooral niet aan zuiverheid heeft gewonnen.

De zeer levendige handelsbetrekkingen met de omringende Engelsche koloniën en het Engelsch sprekend gedeelte van *Noord-Amerika* heeft ook wel de kennis der Engelsche taal in de Nederlandsche koloniën noodzakelijk gemaakt, maar ten onrechte wordt door de tegenwoordig nog levende afstammelingen van oud-Hollandsche geslachten de onkunde van de taal hunner voorouders alleen aan deze oorzaak toegeschreven.

Toch worden nog op St. Eustatius sommige echt Hollandsche woorden gebruikt, al wordt er de zin ook niet meer van begrepen. Enkele plaatsen, door de eerste Hollandsche kolonisten gedoopt, hebben nog hun ouden naam behouden. Zoo wordt de krater van den zuidelijken hoofdvulkaan, en daarnaar dikwijls ten onrechte die vulkaan zelf, de *quill* genoemd. De Engelsche beteekenis van het woord *quill*<sup>1)</sup> kan op geen wijze met vulkaan of krater in verband gebracht worden; ziet men echter in het woord *quill* een verbastering van het Hollandsche »kuil», dan ligt een zeer natuurlijke verklaring voor de hand; de eerste Hollandsche kolonisten, als bewoners van een vlak land met de terminologie van bergachtige landschappen te eenenmale onbekend, hebben voor de komvormige diepte, den krater, boven op den berg, het eenige woord gebruikt, dat hun daarvoor in de Hollandsche taal ten dienste stond nl. »kuil». Deze verklaring vindt nog steun in het feit, dat de kraterrand nu nog »the kant» genoemd wordt, hetgeen in het geheel geen En-

1) Slagpen van een vleugel, ook penneschacht.

gelsch woord is, maar waarin we terstond terugvinden »de kant” van »de kuil”. Ook wordt de noordelijkste heuvel van het eiland, op de Engelsche kaarten als *North Hill* aangeteekend, door het volk steeds »Boven” genoemd; hier hebben we met het Hollandsche voorzetsel »boven” te doen. Zeer waarschijnlijk werd deze heuvel, de hoogste van het geheele noordelijke gedeelte van het eiland, als een uitkijkpost gebruikt en dan ligt het ontstaan van den naam »Boven” als verkorting van de Uitspraak boven of de Bovenpost voor de hand. Ook wordt een zeer schilderachtig heuveltje in het noordelijke heuvelland »*Bergje*” genoemd, hetgeen weder een zuiver Hollandsch woord is.

De naam »klif” eindelijk voor den loodrechten tufwal, die het geheele middelste vlakke gedeelte van het eiland naar zee begrenst, kan zoowel uit de Engelsche (cliff) als uit de Hollandsche taal <sup>1)</sup> ontleend zijn.

De overige, meestal zuiver Engelsche, plaatsnamen, die men op het eiland hooft gebruiken, zijn alle blijkbaar van jongeren datum, gegeven ter herinnering aan misschien eens bekende, maar nu voor het meerendeel in vergetelheid geraakte personen of gebeurtenissen of naar kenmerkende eigenschappen dier plaatsen.

Zoo zijn *Jenkinsbaai*, *Bastiaansbaai* en *de Windt* <sup>2)</sup> naar personen gedoopt; *Tumble Down Dick*-baai verkreeg eene treurige vermaardheid, toen een zekere Dick het stoutmoedig beklimmen van de steile kust daar met een noodlottigen dood moest bekoopen; *Gallowsbaai* was de plaats, waar vroeger de galg stond; *Sugarhole* diende geruimen tijd als geheime bewaarplaats van door de slaven van de plantages gestolen suiker, vanwaar het gestolene in het duister van den nacht met roeiboortjes werd uitgevoerd; *Negropath* is een bijna onbeklimbare steilte, die van de bergen toegang geeft tot een zeer klein strandje, welke weg vroeger door weggelopen slaven gebruikt werd om dan 's nachts in roeiboortjes naar *St. Kitts* te vluchten <sup>3)</sup>. *Turtlebaai* dankt zijn naam aan het feit, dat talrijke schilpadden gewoon zijn daar aan land te gaan en hunne eieren in de zachte tuf neer te leggen. De *White Wall* en het *Sugarloaf* zijn namen, aan de bijzondere gedaante en kleur van die plaatsen ontleend; het is te verwonderen, dat van deze plaatsen geen Hollandsche naam meer bekend is, want deze zoo karakteristieke helderwitte rotsformaties hebben altijd den zeeman als een baken gediend en zullen dus zeker ook wel door de Hollanders gedoopt zijn.

1) Klif = steile kust, rotssteilte; bijv. 't Roode Klif te *Stavoren*.

2) Men leze op de kaart, Plaat I, voor Fort de Mint, Fort de Windt.

3) Dit geschiedde in den tijd, dat de emancipatie der slaven op *St. Kitts* reeds was geproclameerd maar nog niet op onze koloniën (1851—1863); er zijn ook voorbeelden bekend, dat toen slaven van *St. Eustatius* met goed succes over den ruim 12 kilometer breeden zeearm, door welke een bijzonder sterke stroom gaat naar *St. Kitts* zijn overgezwommen.

## II. OROGRAPHIE <sup>1)</sup>.

---

Het eiland St. Eustatius strekt zich uit tusschen  $17^{\circ} 28' 12''$  en  $17^{\circ} 31' 54''$  NBr. en  $62^{\circ} 56' 25''$  en  $62^{\circ} 59' 48''$  WL Gr. Het heeft eene langwerpige, peervormige gedaante; de lengte-as loopt van het Noordwesten naar het Zuidoosten, terwijl de breedte van het Zuiden naar het Noorden behoudens eene kleine versmalling in het midden geleidelijk afneemt. De lengte van St. Eustatius bedraagt 7.8 kilometer, terwijl de breedte, die in het zuidelijk gedeelte 3.7 kilometer bedraagt, in het midden tot 2.6 kilometer vermindert en in het noordelijke gedeelte een waarde van 2.7 kilometer niet overschrijdt.

Twée door een breede vlakte duidelijk van elkaar gescheiden berggroepen beheerschen den reliefvorm van het eiland. De eene, in het zuidelijk deel gelegen, bestaat in hoofdzaak uit een enkelen, zeer regelmatig gebouwden berg, die de gedaante heeft van een afgeknotten kegel. Naar zijne gedaante wordt hij door sommige schrijvers de *Punchbowl* genoemd. In dit werkje zal steeds de naam »hoofdvulkaan” of »quill” gebezigd worden. De hoogste spits van dezen berg is 581 Meter boven den zeespiegel verheven. Op den top vindt men geene hoogvlakte maar een diep naar alle zijden gesloten keteldal, welks vlakke bodem niet meer dan 297 Meter boven den zeespiegel ligt.

Naar alle zijden wordt dit dal door zeer steile, niet zelden loodrechte rotswanden begrensd. De bovenste rand van deze rotswanden vormt een zeer smallen bergkam, welke overal slechts weinige meters breed is en waarvan de hoogte tusschen 391 en 581 Meter afwisselt. Naar de buitenzijde is de berghelling doorlopend aanvankelijk zeer steil maar geleidelijk glooiender, om ten slotte of, zooals in noordwestelijke richting, in een vlakte onmerkbaar te eindigen, of door de steile zeekust plotseling te worden afgesneden. Alleen aan de zuidzijde verstoren zeer ongenaakbare rotsen, die onder een hoek van  $45^{\circ}$  uit zee oprijzen en de *White Wall* genoemd worden, de regelmatigheid van het bergprofiel.

1) Men raadplege bij het lezen van dit Hoofdstuk en van het volgende Plaat I en II.

De tweede berggroep, die het noordwestelijk deel van het eiland inneemt, bestaat uit een groot aantal heuvels, waarvan de hoogste, *Boven* genoemd, een hoogte van 295 Meter bereikt. De toppen dezer heuvels zijn nooit scherpe spitsen maar meestal lange, afgeronde bergkammen. De hellingen van deze heuvels zijn vooral aan de naar de zee toegekeerde zijde meestal zeer sterk, doorgaans zelfs ongenaakbaar. Hun gedaante staat, zooals in Hoofdstuk III nader zal blijken, in nauw verband met hun wijze van ontstaan.

Van de vlakten, die men op St. Eustatius vindt, is alleen de groote vlakte, die de beide bergmassieven verbindt, van beteekenis. Op den naam vlakte in den zin van waterpas gelegen land mag alleen dat gedeelte aanspraak maken, dat onmiddellijk aan het noordelijke heuvelland grenst, want hier is het terrein wezenlijk horizontaal of zwak golvend; het overige gedeelte van deze groote vlakte verheft zich weinige graden in de richting van den hoofdvulkaan en behoort dan ook strikt genomen nog tot de helling van dien berg.

Rekent men nu tot de vlakte slechts al dien grond, waarvan de algemeene glooiing 4 graden niet overtreft, dan mag men de uitgebreidheid van de groote vlakte van St. Eustatius op 5 KM<sup>2</sup> schatten.

Voorts vindt men nog in het keteldal van den hoofdkrater eene kleine vlakte van ½ KM<sup>2</sup> en eenige vlakke landstreken in het *Concordiadal* en het *Venusdal*.

Dalvorming heeft slechts op tamelijk geringe schaal plaats gehad, zooals op een klein eiland met een niet bijzonder groot jaarlijksch regencijfer te verwachten was. In het Noorden zijn in de eerste plaats de twee groote dalen van belang, die zich bij *Venusbaai* en *Concordiabaai* naar de zeezijde openen. Zij worden hiermede overeenkomstig *Venusdal* en *Concordiadal* genoemd. Beide kunnen als staaltjes van keteldalen dienen. De bodem is tamelijk vlak, aanvankelijk slechts weinige meters boven den zeespiegel gelegen, en onder een zeer flauwen hoek naar het binnenland rijzende. Aan alle zijden, behoudens de naar de zee gekeerde, worden deze dalen door plotseling uit de vlakte opschietende rotswanden begrensd, wier gemiddelde helling zelden minder dan 30° is en dikwijls 50° overtreft. Deze beide dalen voeren al het water af van het geheele noordelijk gedeelte van het eiland, behalve van de buitenzijde der bergen en van den hoefijzervormigen *Signalhill*.

Van eenige beteekenis is verder slechts het dal, dat *Signalhill* van de overige heuvels scheidt, waardoor in den regentijd een beekje het water naar *Tumble Down Dick baai* afvoert.

In het zuidelijk gedeelte van het eiland vindt men zeer weinig duidelijke dalvorming. De buitenzijde van den hoofdvulkaan is gegroefd door talrijke smalle, diepe ravijnen, de »guts'', die een begin van dalvorming door erosie aanwijzen. Voorts het

cirkelronde dal, de oude krater, in den hoofdvulkaan, en een diep, door loodrechte rotswanden omsloten ravijn, dat zich ten Noordwesten van de *White Wall* uitstrekt, en door een nauwe kloof bij het *Sugarloaf* met het strand in verbinding staat.

Stroomend water vindt men op St. Eustatius nergens, maar gedurende de stortregens, die somtijds in den regentijd plegen te vallen, worden alle bovengenoemde ravijnen en dalen tot de beddingen van krachtige stroomen, die door hun sterk verval, en tijdelijk vrij aanzienlijke watermassa, eene groote wegvoerende en slijpende kracht bezitten.

De bodem van de ravijnen is dan ook geheel bedekt met door het water naar beneden gevoerde steenen, die nu en dan sporen van rolling en polijsting vertoonen.

Eene bijzondere dalvorming treft men hier en daar aan bij *Oranjebaai* en tusschen *Concordia-* en *Turtlebaai*. Het water, dat zich op het vlakke gedeelte van St. Eustatius heeft verzameld, stort zich hier op verschillende plaatsen van eene hoogte van 40 à 50 M. van de loodrechte kust op het strand. Omdat de kust hier uit horizontaal liggende lagen van een gelijkmatig fijn zandachtig materiaal is opgebouwd, zijn hier alle gegevens voor cañonvorming aanwezig; werkelijk vindt men dicht bij *Oranjestad* en ook aan de andere zijde van het eiland enkele zulke kloven, wier lengte somtijds 50 tot 100 M. bij een diepte van 20—55 M. bedraagt, terwijl de breedte niet grooter dan 3 M. wordt. Bij sterke regenbuien ontstaan deze kloven, wanneer door de eene of andere omstandigheid zich op ééne plaats in korten tijd groote watermassa's naar beneden storten, somtijds in weinige uren; een der diepste en duidelijkste kloven, *Para Mira*, bij *Turtlebaai*, was volgens getuigenis der inwoners nog geen 20 jaren geleden op één dag gevormd.

De kust van St. Eustatius is gedeeltelijk een steilkust, gedeeltelijk een strandkust met steilen landzoom. Steilkust komt voor in het geheele noordelijke gedeelte behalve op de plaatsen, waar dalen zich tot aan de zee uitstrekken. Deze steilkust is nu eens loodrecht, dan weder overhangend, of hier en daar ook door een kort talud van afgekalfde rotsblokken gevormd. Bijna overal is deze kust ongenaakbaar en onbegaanbaar. In het zuidelijke gedeelte vindt men een steilkust van de oostelijke grens van de *White Wall* tot bij *Gallowsbaai* en bovendien op enkele plaatsen ten Oosten van de *White Wall*.

Een strandkust met steilen landzoom komt bij *Oranjebaai* voor en aan de andere zijde van het eiland van *Concordiabaai* tot *Turtlebaai* en verder op de meeste plaatsen aan de zuidoost- en zuidzijde. Een gemakkelijk begaanbaar, nergens meer dan 50 M. breed zandstrand vindt men alleen bij *Oranjebaai*, waar de ruïnes

der benedenstad op dit strand staan, en bij *Concordia*- en *Turtlebaai*. Het strand in het Zuidoosten is niet meer dan 10—20 M. breed en geheel met door het zee-water gerolde rotsblokken bedekt.

Op St. Eustatius zijn de hoogten door mij gemeten met een aneroïde barometer, van welk instrument de gang door mij zeer nauwkeurig is bepaald op het physisch Laboratorium te Utrecht.

Voor het doen van nauwkeurige hoogtemetingen biedt het eiland St. Eustatius groote voordeelen aan; vooreerst ligt het in dien gordel, die zich ten Noorden en ten Zuiden van den evenaar uitstrekt, binnen welke de absolute verschillen in barometerstand zeer gering zijn en de dagelijksche variaties zoo constant zijn, dat ze zonder fouten te maken in rekening kunnen gebracht worden. Ieder etmaal komen twee duidelijke barometermaxima en minima voor. De maxima vallen 's ochtends te 9.30 uren en 's avonds te 10 uren, de minima 's ochtends te 4 en 's middags te 4 uren. Het verschil tusschen een maximum en een minimum bedraagt bijna onveranderlijk ongeveer 2 millimeters. 's Morgens te 9.30 uren is het hoogste maximum, 's middags te 4 uren 't diepste minimum.

Voorts is het eiland zoo klein, dat voor en na iedere bestijging, die meestal slechts weinige uren vorderde, de stand aan het zeestrand kon worden waargenomen, welke wijze van waarneming eene voortreffelijke contrôle op den geregelden gang van het instrument mogelijk maakt. Ook werden verscheidene punten meermalen door mij bezocht; steeds leverden dan de achtercenvolgens berekende hoogten cijfers, wier verschillen bleven binnen de ruimte van 15 Meters, welke voor waarnemingsfouten mag gesteld worden. Op sommige plaatsen was de hoogte door direkte meting verkregen, zooals die van het loodrechte klif bij de stad; deze hoogte werd door mij herhaaldelijk met behulp van mijn instrument berekend; steeds waren de uitkomsten bevredigend. De temperatuur-correcties zijn door mij zorgvuldig in rekening gebracht.

Uit de hieronder gegeven vergelijkende lijst blijkt, dat de door mij gevonden waarden niet veel verschillen van die welke zijn aangegeven op de Engelsche kaart, uitgegeven door het Hydrographical Office in 1864<sup>1)</sup>, en van de opgaven van ST. CLAIRE DEVILLE. Laatstgenoemde heeft op de meeste jonge *Antillen* en op enkele der oude met de grootste nauwkeurigheid hoogtemetingen verricht, waarvan hij de resultaten heeft neergelegd in zijn »Hypsométrie des Antilles.»<sup>2)</sup> Op St. Eustatius heeft hij slechts de hieronder opgegeven punten bepaald. Voor het hoogste

1) *St. Kitts, Nevis, St. Eustatius, Saba*, London 1864. N°. 487.

2) *Voyage géologique aux Antilles et aux îles de Tenerife et de Fogo*. Vol. II Fasc. I. Paris 1847.



punt van den hoofdvulkaan geeft ST. CLAIRE DEVILLE een hoogte van 552.7 Meter hetgeen bijna 30 M. met mijne opgave verschilt; hij is echter niet op het hoogste punt geweest, maar heeft de hoogte gemeten op een punt, dat volgens zijn schatting juist 40 M. beneden het hoogste punt was gelegen. Hierdoor wordt dit aanzienlijke verschil tusschen DEVILLE's waarneming en de mijne voldoende opgehelderd. De op de Engelsche kaarten van het Hydrographical Office opgegeven hoogten werden door DEVILLE zeer geprezen; meestal vond hij groote overeenstemming tusschen zijn cijfers en die der Engelsche zeekaarten.

	Engelsche zeekaart.	Waarnemingen v. St. CLAIRE DEVILLE.	Eigen waarnemingen.
<i>Boven</i>	292 M.	—	295 M.
<i>Gilboo-hill?</i>	174 »	—	—
<i>Signal-hill</i>	228 »	—	226 »
<i>Klif bij Bergje</i>	—	—	154 »
<i>Bergje</i>	220 »	—	—
<i>Klif t. W. v. Little Mountains</i>	183 »	—	—
<i>Ingang van den quill</i>	375 »	388.2 & 386.8 M.	391 »
<i>NNW top</i>	506 »	—	492 »
<i>ZZO top</i>	—	—	560 »
<i>Hoogste top</i>	594 »	552.7	581 »
<i>Bodem v. d. Krater</i>	—	277.4 & 287.8 »	297 »
<i>Hoogste punt v. d. White Wall</i>	—	—	315 »
<i>Sugarloaf</i>	—	—	168 »
<i>Round Hill</i>	152 »	—	152 »
<i>Zuidtop</i>	—	—	556 »

In dit werkje en op Pl. I en II zijn de door mij berekende cijfers gebruikt.

### III. ALGEMEEN GEOLOGISCH OVERZICHT.

---

St. Eustatius is geheel en al opgebouwd uit gesteenten, die tot één en dezelfde geologische periode behooren. Toch kunnen we naar den relatieven ouderdom twee scherp afgebakende deelen onderscheiden, nl. het noordelijk heuvelland eenerzijds en den hoofdvulkaan met zijne uitwerpsels anderzijds. Het heuvelland, dat het geheele noordelijke gedeelte van het eiland inneemt, bestaat uit overblijfselen van oude vulkanen. Door den langdurigen invloed der verweering, der erosie en van den golfslag is de oorspronkelijke vorm van deze vulkanen zoo veranderd, dat hunne onderlinge verhouding en de ligging en vorm der kraters meestal moeielijk is aan te geven. Alle losse uitwerpsels zijn hier reeds lang door de golven verzwolgen en alleen zijn de vastere eigenlijke geraamten der vroegere vulkanen] blijven bestaan.

Het hoogste punt van dit vulkanische heuvelland is de top van den berg *Boven*, ook *North Hill* genoemd, 295 M. boven de oppervlakte van de zee. Van hier zijn naar het Noorden en Oosten geweldige lavastroomen in zee gevloeid, die later door den golfslag zijn afgeslagen en nu een zeer steile en ongenaakbare kust vormen. Tusschen den meest oostelijken lavastroom, die de steile noordelijke Kust van *Venusbaai* vormt en den grooteren noordelijken lavastroom, die de noordelijkste punt van het eiland uitmaakt, ligt een klein maar zeer onveilig baaitje, *Heiligenbaai*<sup>1)</sup> genoemd. De zeer steile kust, die bij *Heiligenbaai* begint, de verdere noordzijde van het eiland begrenst en slechts gedeeltelijk toegankelijk is, wordt gevormd door eenen reusachtigen loodrechten wand van lava (Augiet-Andesiet) die, in fraaien zuilvorm gestold, in grove trekken herinnert aan de bekende bazaltzuilen aan den *Rijn* bij het *Zevengebergte* of bij den *Mosenberg* in het kleine *Kyllthal* in de *Eifel*. De zuidzijde van den berg *Boven* is glooiender; men vindt hier op meer dan één plaats het gesteente door de inwerking van zwaveligzure dampen, die hier in vroegeren tijd zijn uitgestooten, ontleed. Uitstroomingen van zwaveligzuur of zwavelwaterstof

1) Deze naam is door mij van de kaart van BISSCHOP GREVELINK overgenomen; het komt mij echter voor, dat hij aan de meeste inwoners onbekend is.

komen echter nu niet meer voor; evenmin worden er afzettingen van zuivere zwavel gevonden.

Door een diep ravijn, dat naar de zeezijde o. a. rijkelijk met *Conocarpus erectus* L. en de stranddruif, *Coccoloba uvifera* JACQ. begroeid is, wordt *Boven* van *Gilboohill* <sup>1)</sup> gescheiden. Deze 174 Meter hoge heuvel is gedeeltelijk uit puin, gedeeltelijk uit solied vulkanisch gesteente opgebouwd; vooral aan de zeezijde zijn de steil afgeslagen lavawanden zeer fraai.

Het overige heuvelland, gelegen tusschen deze twee bergen en een lijn, getrokken van *Tumble Down Dick-baai* door de rooi <sup>2)</sup> van *Tumble Down Dick* in oostelijke richting, bestaat uit een aantal min of meer scherp begrensde spitsen, die door een bergkam verbonden zijn, welke van *Boven* dicht langs de zeekust tot *Tumble Down Dick-baai* loopt en van daar zich in oostelijke richting tot *Maryglory*, de hoogste spits van de reeks, voortzet. Van daaruit verder in oostelijke richting gaande, daalt het terrein snel. *Maryglory* is door een vrij breed en zeer diep keteldal, het *Concordiadal*, van *Gilboohill* gescheiden. De bodem van dit dal ligt slechts enkele meters boven de oppervlakte der zee. Aan alle zijden zijn de wanden steil; de gemiddelde helling wisselt af tusschen 38° en 60°.

De geheele heuvelreeks, die zich van *Boven* tot *Tumble Down Dick* uitstrekt, kenmerkt zich door het feit, dat de hoogste toppen en in het algemeen de meest verheven rand zeer dicht aan de zeekust ligt, terwyl van daar een zeer korte, somtijds loodrechte helling naar het strand voert, dat slechts op enkele plaatsen breed genoeg is om droogvoets begaan te kunnen worden. De kam is op de meeste plaatsen zeer scherp en smal. Het verval is naar de binnenzijde aanvankelijk even groot als aan de buitenzijde, maar vermindert spoedig tot een bijna onmerkbaar glooiing, waardoor een terras wordt gevormd, dat echter geen zeer groote breedte bereikt; het geringste is die breedte bij *Jenkinsbaai*, waar het terras reeds zeer spoedig plaats maakt voor een sterke helling, die naar het *Venusdal* voert. Van *Little Mountains* tot *Maryglory* vormt het terras den zuidelijken en westelijken wand van het *Concordia* keteldal, dat in *Concordiabaai* uitmondt. De terrasvorm, die zich dus van *Boven* tot *Maryglory* uitstrekt, wordt echter gestoord en in twee deelen verdeeld door een boogvormige heuvelgroep, die naar één van zijn meest kenmerkende punten *Bergje* wordt genoemd. De holle zijde van dezen boog is naar het Noordwesten gekeerd; de uiteinden er van sluiten tegen het besproken terras aan,

1) De naam *Gilboohill* wordt algemeen door de inwoners voor dien heuvel gebruikt; omtrent de juiste schrijfwijze of de afleiding van het woord kon ik echter geen inlichtingen verkrijgen.

2) *Rooi* is een Oud-Hollandsch woord, dat op de Nederl. eilanden beneden den wind algemeen wordt gebruikt; het beteekent: een waterloop, bedding van een beekje, dat het grootste gedeelte van het jaar droog is.

zoodat tusschen beiden een volkomen gesloten, nagenoeg cirkelrond dal word gevormd, hetwelk een van de jongste kraters van dezen groep vertegenwoordigt.

Al het land, gelegen ten Noorden van de *Tumble Down Dick rooi* maakt naar zijn wijze van ontstaan een ondeelbaar geheel uit; het is namelijk eens een middelpunt van vulkanische werkzaamheid geweest. *Gilboohill*, *Boven* en de boogvormige heuvelkam, die zich van daar tot zuidelijk van *Gilboohill* uitstrekt, zijn de overblijfselen van één ouden krater, die zeer waarschijnlijk vroeger veel hooger en naar verhouding nauwer is geweest. De oorspronkelijke kraterwand is door de vereenigde krachten van de atmosferische invloeden, van het zeewater en van aardbevingen op twee plaatsen, nl. bij *Venusbaai* en bij *Concordiabaai* totaal vernield en weggevoerd. Zeer waarschijnlijk zijn hier oorspronkelijk reeds de laagste punten van den kraterwand geweest, zoodat ze al spoedig de uitloozingsplaatsen van het overtollige water in den krater werden, waardoor langzamerhand door erosie de kolossale keteldalen gevormd werden, die nu van uit het westelijke heuvelland naar *Venusbaai* en *Concordiabaai* afhellen.

Misschien hebben we in de gedeelten bij *Concordiabaai* en *Venusbaai* ook te doen met die plaatsen, waar bij een hevige uitbarsting de oorspronkelijke kraterwand door druk van binnen is doorgebroken en zich groote hoeveelheden vloeibare zelfstandigheden hebben ontlast, die later door de golven der zee zijn weggevoerd. In dat geval werd door die eruptie reeds terstond in hoofdtrekken de vorm van den tegenwoordigen kraterrand en van de twee groote keteldalen bepaald.

Later is binnen in dezen oorspronkelijken hoofdkrater van St Eustatius een tweede, kleinere krater ontstaan, van wiens rand we een der toppen terug vinden in de verhevenheid, die thans *Bergje* wordt genoemd. Dit kratertje is nu nog geheel gesloten; slechts op één plaats vertoont zijn rand juist tusschen de twee hoogste spitsen een spleet, waaruit een vrij belangrijke lavastroom in het *Venusdal* is gevloeid. Ook in de richting van *Concordiabaai* is een kleine lavastroom neergedaald, die het noordelijk deel van dat dal gedeeltelijk heeft opgevuld. Deze krater moet van vrij wat jonger datum zijn, dan de hoofdkrater, want uit de ligging van den lavastroom in *Venusbaai* blijkt, dat het *Venusdal* reeds bijna geheel zijn tegenwoordige gedaante bezat, toen de lavastroom uit *Bergje* er in vloeiide.

Tot het noordelijke heuvelland van St Eustatius behoort ook nog de zuiver hoefijzervormige krater, die zuidelijk van de *Tumble-Down-Dick-rooi* ligt en zijn opening naar het Zuidoosten, dus naar de stad heeft gekeerd. Hij vormt een bijna zuiveren halven cirkel, die zich nog duidelijk als kraterrand doet kennen; van de andere helft is geen spoor overgebleven, terwijl de vloeibare materialen, die er vroeger

uit zijn gestroomd, voor zoover ze niet geheel zijn weggevoerd, door de tuflagen van den zuidelijken hoofdvulkaan zijn overdekt.

De hoogste oostelijke top van dezen kraterwand is *Signalhill* (226 M.); de noordwestelijke wordt *Pilothill* genoemd. Op *Signalhill* zoowel als op de zuidelijkste punt van het hoefijzer (*Batterij Amsterdam*) zijn vroeger door de Nederlanders versterkingen gebouwd, waarvan nu nog de overblijfselen aanwezig zijn. Bij *Signalhill* en minder duidelijk bij *Batterij Amsterdam* geeft ons de steile afstorting eene dwarsche doorsnede door den kraterwand. De lava, die den kern van den kraterwand vormt, vertoont zich hier als reusachtige opeengestapelde rotsblokken, die uit Hoornblende-Augiet-Andesiet en Augiet-Andesiet bestaan. Deze hoefijzervormige krater is een zij- of parasitische krater ten opzichte van den grooten *Noordervulkaan* geweest, hetgeen geheel met zijn tegenwoordigen vorm strookt; bij de meeste vulkanen zijn immers parasitische kegels zelden volkomen, doch slechts éézijdige uitvloeingskraters, bij welke de uitvloeijing aan de van den hoofdkrater afgekeerde zijde plaats heeft. Dit feit vindt zijn verklaring hierin, dat een parasitische krater gewoonlijk op een hellend vlak ontstaat en dus de weerstand van zijn wand van het begin af aan naar ééne zijde geringer is dan naar de andere.

Voor de studie van het noordelijke gedeelte van het eiland is een tocht per roeiboot langs de kust, zooals door mij werd ondernomen, zeer aanbevelenswaardig; alleen echter bij zeer kalme zee is hij uitvoerbaar en dan nog kan men slechts op enkele der belangwekkende plaatsen landen.

Tusschen *Fort Amsterdam* en *Tumble-Down-Diekbaai* ziet men de buitenzijde van den *Signalhill*-krater, die sterk ontbloot is en aan de kust bijna overal, somtijds zelfs tot een hoogte van meer dan 50 M. loodrecht is afgekald.

Voor al tusschen *Diamond Rock* en *Sugarhole* biedt de kust een zeer fraai profiel aan, dat ons een duidelijk beeld geeft van de verscheidenheid van grondstoffen, waaruit deze vulkanische bijkegel is opgebouwd. Verschillende lagen



Profiel bij *Sugarhole* aan de buitenzijde van den *Signalhill*krater.

van tuf, brokwerk en lava wisselen met elkaar af; zij hebben aan opeenvolgende

phasen der erupties hun ontstaan te danken. Omdat dit profiel ons een tangentele doorsnede van den kraterwand aanbiedt, die door de sterke wegvoering van stoffen aan de zeezijde niet ver van de binnenzijde van den krater verwijderd is, zoude er twijfel kunnen ontstaan of men de lagen 2 en 4, in plaats van ze als lavastroomen te beschouwen, niet veeleer apophysen zoude moeten noemen, d. w. z. lavamassa's, die door den druk van het lavabassin in den krater tusschen de reeds aanwezige brokwerk- en tuflagen zijn geperst. Hiertegen pleit echter de volkomen evenwijdige ligging van de lavalagen met die van het brokwerk en de tuf. Apophysen hebben in den regel een onregelmatige richting, bij voorkeur schuin of loodrecht op de evenwijdig opeen liggende lagen van uitwerpsels, die naar alle zijden in de richting van den straal des vulkaans hellen. Dit wordt gemakkelijk uit den aard van hun ontstaan verklaard, daar ze het gevolg zijn van opvullingen van spleten, die door de schuddingen, welke door herhaalde ontploffingen gedurende een eruptie veroorzaakt worden, in den kraterrand ontstaan. Bij *Tumble-Down-Dickbaai* vormt de *Pilothill* — de Noordwestelijkste punt van den rand van den *Signalhillkrater* — een loodrechten wand van grof brokwerk zonder duidelijke laagswijze structuur. Van *Tumble-Down-Dickbaai* roeit men verder langs de buitenzijde van den noordelijken hoofdvulkaan, die tot *Jenkinsbaai* geheel samengesteld is uit brokwerk en puin, in onregelmatige lagen opeengestapeld; naar deze zijde hebben, naar het schijnt, volstrekt geen lavauitstroomingen plaats gehad. Bij *Negropath* komt in het brokwerk veelvuldig als ontledingsproduct een fraai olijgroen gekleurde, ijzerhoudende opaal voor, somtijds in aanzienlijke klompen.

Bij *Jenkinsbaai* is het gesteente, waarschijnlijk door vroeger uitgestooten zwavelzure dampen, sterk ontleed, daardoor zeer broos, en geel of witachtig van kleur. Gips vindt men hier als spleetopvulling in dikke (tot 40 cM.) strooken; meestal zijn de kristallen duidelijk gevormd, groot en helder; zij kunnen echter niet gemakkelijk onbeschadigd uit de spleten losgemaakt worden. Iets meer noordelijk is het gesteente voor een groot gedeelte tot eene blauwachtige aarde, die vrij sterk pyriethoudend is, ontleed. Deze laag aarde met pyriet-kristalletjes heeft een dikte van verscheidene Meters. Even verder, bij de *Noordkaap*, heeft zich een aan het strand slechts weinige Meters breede lavastroom in zee uitgestort; de spleten van dit sterk afgeslagen gesteente zijn met bruinijzersteen en kalkspaat opgevuld. Van hier tot aan de lavawanden dicht bij *Heiligenbaai* (zie pag. 13) weder grof brokwerk.

Ook de zuidzijde van *Venusbaai* en de noordzijde van *Concordiabaai* bestaat uit in zee als korte voorgebergten uitspringende lavamassa's. Over de gesteldheid van de kust tusschen deze beide punten, dus juist oostelijk van *Gilboohill*, kan ik

niet oordeelen, omdat daar geen begaambaar strand is en de zee door de heerschende passaatwind hier steeds voor roeibootjes zeer gevaarlijk is.

Petrographisch biedt het noordelijk gedeelte van St. Eustatius zeer weinig afwisseling aan. Het toongevende gesteente is Augiet-Andesiet; de afwisselingen die hier en daar voorkomen zijn slechts van lokale beteekenis; alleen is het zuidoostelijk deel van *Signalhill* uit Hoornblende-Augiet-Andesiet opgebouwd.

Ontledingen komen overal in meerdere of mindere mate voor, doch op groote schaal alleen aan de binnenhelling van *Boven* en bij *Jenkinsbaai*, op welke plaatsen vroeger ongetwijfeld uitstromingen van zwavelhoudende dampen ( $\text{SO}_2$  of  $\text{H}_2\text{S}$ ) hebben plaats gehad. Het ontstaan van de groote massa gips bij *Jenkinsbaai* is ook alleen op die wijze verklaarbaar.

Laterietvorming komt op den weg van het dorp naar de *Tumble-Down-Dickrooi* voor; de laag Lateriet is door het pad tot een diepte van eenige Meters ontbloot en dient talloze wesen (*free-masons* door de eilanders genoemd) tot woonplaats<sup>1)</sup>.

De vegetatie op de zoeven beschreven helft van St. Eustatius is niet welig; vroeger is al het toegankelijke terrein in cultuur gebracht en werd er vooral op de plantage *Little Mountains* eene belangrijke hoeveelheid suiker geteeld. Op het oogenblik ligt al het land braak en is met allerlei doornige, dikwijls moeielijk door-dringbare struiken begroeid. Vooral de langgedoornde *Casha*, *Accacia macracantha* HUMB. heeft zich van de meeste suikerrietvelden meester gemaakt. Als hooge boomen worden slechts hier en daar enkele tamarinden aangetroffen. Vertegenwoordigers van het geslacht *Melocactus* vinden echter op de kale, lage, door de zon ge-roosterde rotsen een uitgezochte groeiplaats; niet in rijkdom van soorten, maar wel in krachtige ontwikkeling der individus overtreffen de *Melocacti* van onze *Eilanden boven den wind* verre die van *Curacao*, *Aruba* en *Bonaire*.

Bijna het geheele noordelijke gedeelte van het eiland is bedekt met een fijne, goede teelaarde, ontstaan uit vulkanische asch, meestal gemengd met kleine lapilli en stukjes puimsteen. Het zoude gewaagd zijn deze aan de erupties der oude vulkanen, waarbij ze gevonden worden, toe te schrijven, want bij de blijkens de gevolgen zeer hevige uitbarstingen van den hoofdvulkaan is voorzeker ook dit gedeelte van het eiland meer dan eenmaal met een dikke laag asch, gemengd met kleine uitwerpsels, bedekt geweest en men kan dus met reden vermoeden, dat bijna al het tegenwoordig aan de oppervlakte liggende fijne vulkanische materiaal van den

1) Deze wesen behooren tot de roofwespen en leven van spinnen; de dicht naast elkaar gelegen koker-vormige hollen, door de wesen voor hunne larven gemaakt dienen gedeeltelijk als voorraadkamers, waar de overtollig gevangen spinnen worden bewaard; sommige van die voorraadkamers zijn geheel met spinnepooten gevuld.

hoofdkrater afkomstig is. Bij onderzoek bleek dan ook de samenstelling der kleine uitwerpsels, waar ook op het eiland verzameld, dezelfde te zijn.

De bodem van het overige gedeelte van het eiland, ongeveer drie vierden van het geheel, heeft zijn ontstaan te danken aan de vulkanische werkzaamheid van den zuidelijken hoofdkrater van St. Eustatius. Deze vulkaan, welke over geheel *West-Indië* bekend en beroemd is om zijn fraaie regelmatige, afgeknot kegelvormige gedaante, draagt, zooals reeds is besproken, verschillende namen; de naam »*quill*» evenals die van »hoofdvulkaan» zal hier gebruikt worden.

De krater van dezen vulkaan is volkomen en nagenoeg cirkelvormig; de middellijn is in de richting O 8° N tot W 8° Z 737 M. lang, in de richting N 2° W tot Z 2° O 750 M.; de waarden der middellijnen in andere richtingen liggen tusschen deze beide in.

Van het geheele eiland St. Eustatius is de kraterrand van den hoofdvulkaan zeker het aanlokkelijkste plekje om te vertoeven; hoog woud en koelte, twee zaken, die men in de vlakte te eenenmale mist, zijn hier overvloedig; 's nachts te 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> uren daalde de thermometer tot 22° C. De geheele kant is bedekt met een weelderig bosch, waarin o.a. groepen van boomachtige *Clusia's* door hun klimwortels de aandacht trekken en varens en Aroideën overvloedig zijn; geen *Cactus* of *Casha* stoort op gevoelige wijze het genieten van de schatten van de tropische plantenwereld. Telkens geeft eene kleine opening in het groen verrassende kijkjes, nu eens over het licht getinte eiland en de donkerblauwe zee, dan weder in den krater zelve, waar de tallooze schakeeringen van groen van het hooge geboomte slechts bij enkele loodrechte plekken van den binnenwand voor donkere rotspartijen wijken. Een der fraaiste en aangrijpendste vergezichten geniet men van den hoogsten, zuidoostelijken top van den kraterrand, waar men zich juist tegenover het eiland *St. Kitts* bevindt. Door de volkomene doorzichtigheid der tropische atmosfeer schijnt de ruim 12 kilometer breede zee arm tusschen dat eiland en St. Eustatius niet breeder dan een flinke rivier. Met het bloote oog kan men aan de overzijde huizen en menschen onderscheiden. In schilderachtigheid overtreft dit uitzicht verre dat van de piek van *Saba* of van de *Mont-Paradis* op *St. Martin*.

Hoewel de kraterwand op geen enkele plaats doorgebroken is, bestaat er toch een aanzienlijk hoogteverschil tusschen de laagste en hoogste punten. Het laagste punt van den kraterrand is gelegen op het westelijk deel, daar waar het pad dien rand kruist, dat van de stad naar den kraterbodem voert. De hoogte van dat punt is 391 M. De hoogste top, de zuidoostelijke spits van den kraterrand, is 581 M. hoog, zoodat tusschen het hoogste en het laagste punt een verschil van 190 M. bestaat. Hoogten, die tusschen deze beide waarden inliggen, bereiken de N.W. en de Z.W. top, die resp. 450 en 436 M. hoog zijn.



De binnenwanden van den krater zijn zeer steil en op de meetse plaatsen door talrijke loodrechte kliffen onbeklimbaar; van het laagste punt van den rand voert een pad naar beneden; de helling is hier het geringst en bedraagt 34 tot 36 graden. De gemiddelde helling is op de andere plaatsen 67 tot 78 graden. De kraterbodem is tamelijk vlak, doch zeer oneven door de talrijke rotsblokken, die van den kant naar beneden zijn gestort. De geheele oppervlakte is met eene dikke laag teelaarde bedekt, waarin zich eene zeer overvloedige en veelsoortige vegetatie heeft ontwikkeld. De geoloog kan niets beters doen dan hier van zijn arbeid uitrusten en »to enjoy the tropics.» Heeft hij echter ook maar één droppel botanisch bloed in de aderen, dan voorzeker zal zijn rust van korten duur zijn, want Flora wenkt hier van alle zijden.

Het vaste gesteente, dat den kraterrand helpt opbouwen (de apophysen en het brokwerk) is grootendeels Augiet-Andesiet; slechts hier en daar komt ondergeschikt Hoornblende-Augiet-Andesiet voor. In de spleten, die aan den binnenwand van den krater zeer veelvuldig zijn, vindt men gips en soms ietwat kalkspaat; dit wijst op uitstroomingen van zwaveligzure- en koolzuurdampen gedurende of na de uitbarstingen.

Het brokwerk is opgestapeld uit groote lavablokken, die door een los conglomeraat verbonden zijn; de spleten in dit conglomeraat zijn meestal met gips opgevuld, en vertoonen zich dan als witte strepen, waardoor het geheel dikwijls zoo sprekend op eenen door menschenhanden ruw opgebouwen muur lijkt, dat men alleen door nauwkeurige beschouwing van het tegendeel overtuigd wordt. Bij den ingang van de *quill* vormt dit conglomeraat eene rotspartij, die op eenigen afstand niet van eene verlatene en begroeide steenen verschansing is te onderscheiden.

De buitenzijde van den vulkaan bereikt juist die steilte, welke door de theorie bij een uit tuf, asch en andere losse uitwerpselen opgebouwen kegel wordt mogelijk geacht. Dicht bij den kraterrand wisselt de helling af tusschen 35° en 40°, behalve bij het laagste punt van den rand, waar de helling 30° niet te boven gaat.

Meer naar beneden vermindert de helling min of meer geregeld en is in het Westen en Oosten tot 7 à 9° verminderd, wanneer het loodrechte klif aan het strand wordt bereikt. Alleen in noordwestelijke richting, waar het gebied van den hoofdvulkaan zich het verst uitstrekt en niet door de golven der zee is afgeknaagd, vindt men nagenoeg horizontale tuflagen van den hoofdvulkaan afkomstig.

Meestal verandert op eene hoogte van ongeveer 160 M. de helling aan de buitenzijde van den vulkaankegel van 19 à 20° tot 30 à 35° vrij snel, zoodat van verre gezien een spitse kegel op een stomperen schijnt te rusten. <sup>1)</sup> De grenslijn

<sup>1)</sup> Zie de teekening op Pl. I, vervaardigd naar eene photographie, die door mij van uit *Batterie* Amsterdam genomen werd.

tusschen die beide kegels is tevens de grens van de fijne tufbedekking en de kleine lapilli.

Alleen in zuidelijke richting vormt de totale helling aan de buitenzijde van den vulkaan geen concave lijn, maar wordt deze grenslijn verstoord door de gips en koraalkalkmassa's, die daar een gedeelte van het gebergte vormen. Op de flanken van den hoofdvulkaan bevindt zich slechts één parasitisch kegeltje, de *Round Hill*. Het ligt op de noordwestelijke helling van den vulkaan, de richting is N 53° W ten opzichte van het middelpunt van den krater. De top is 152 M. boven de oppervlakte van de zee. De helling is aan de van den vulkaan afgekeerde zijde 21½°, aan de naar den vulkaan toegekeerde 8°. Het is geheel en al bebouwd en daardoor is van de petrographische samenstelling niets te zien.

De tropische regens hebben in het losse materiaal, dat de buitenzijde van den vulkaankegel vormt, diepe voren gegraven (zoog. *guts*), die bij droog weder geen of slechts zeer weinig water bevatten, maar bij zware regens, zooals die in de maanden Augustus en September plegen te vallen, in wild stroomende beekjes veranderen. Door hun rijkere vegetatie kan men ze reeds van verre herkennen. Zulke verticale voren, door erosie ontstaan, komen bij de meeste vulkanen in tropische streken voor, en zijn vooral zeer bekend bij de Javaansche vulkanen, waar JUNGHUHN er de aandacht op vestigde. Op de meer zuidelijk gelegene, vochtigere jonge *Antillen*, waar regenbuien veelvuldiger en heviger zijn, zijn deze »guts» veel talrijker en dieper, zoodat ze op vele plaatsen het aanleggen van wegen bijna onmogelijk maken en het verkeer zeer bemoeielijken. Op *St. Vincent* bijv. zijn deze *guts* zeer diep en zoo dicht naast elkaar gelegen, dat ze slechts door zeer scherpe, soms niet meer dan een paar voet breede kammen, van elkaar zijn gescheiden. 1)

Evenals de kraterbodem is ook de buitenzijde van den vulkaankegel hier en daar bezaaid met rotsblokken van afwisselende grootte (tot 4 à 5 M. diameter), die van den kraterwand naar beneden zijn gerold.

Voor al aardbevingen zijn in staat de onvast samengestelde en hoog gelegene kraterwanden ontzettend aan te grijpen en in een oogenblik zoover af te breken, als misschien door het langzame verweringsproces eerst gedurende vele eeuwen zou hebben kunnen geschieden.

Zoo leest men in BISSCHOP GREVELINK'S beschrijving 2) over de aardbeving van 8 Febr. 1843 op *St. Eustatius*: »Terwijl de schuddingen zeer nabij hun

1) CH. W. DAY. Five years residence in the *West Indies* 1852. Vol. I. p. 99.

2) Beschrijving van het eiland *St. Eustatius* door A. H. BISSCHOP GREVELINK, kolonialen secretaris aldaar. Bijdragen tot de kennis der Nederlandsche en vreemde koloniën. *Utrecht*, v. D. Post 1846—1847. Dl. III pag. 138.

grootste hevigheid genaderd waren, werd eensklaps een donderend geluid gehoord, komende van den rand des kraters, welke zich tegelijkertijd in een wolk van stof hulde; veroorzaakt, zooals later bleek, door het afscheuren van verbazende rotsblokken, welke van den oostelijken binnenwand in de diepte wentelden."

Dezelfde aardbeving, welke haar oorsprong in *Guadeloupe* schijnt gehad te hebben, heeft daar de toppen der vulkanische bergen nog veel sterker geteisterd; ST. CLAIRE DEVILLE<sup>1)</sup>, die een zeer nauwkeurig verslag van deze aardbeving heeft gegeven, schrijft hierover o.a. het volgende: »Na de aardbeving bood de lange bergreeks, die men van *Pointe-à-Pitre* ziet, een zeer vreemd schouwspel aan, doordat alle toppen van hunne dichte groene bedekking waren beroofd en hier en daar uithollingen vertoonden. Dit werd veroorzaakt, doordat de scherpe bergkammen, die hier overal de wanden der oude kraters vormen en bestaan uit door losse conglomeraten verbondene lavablokken, naar beneden waren gestort, waarbij ze alles, wat op hen groeide, met zich in de diepte sleurden. De massa's verbrijzeld rotsmateriaal, vermengd met versplinterde boomstammen en takken, vormden in de dalen der rivieren ontzettende dijken, waarachter het water zich opstuwde, totdat eindelijk die dammen doorbraken en de rivieren als donkere, reusachtige slijkstroomen, dicht met hout bevracht, snel naar zee stroomden, terwijl ze tot ver buiten hunne oevers het bebouwde land vernielden. De zee was daarna tot ver in den omtrek door het slijk troebel en bedekt met boomstammen. Meer dan een maand na de catastrophe was het water van de rivier *Grande-Govaye* nog zeer slijkerig en voerde zijne strooming zeer zware boomstammen mede, die in zijn bedding bedolven waren."

De totale massa, die op 8 Febr. 1843 van de bergtoppen naar beneden is gestort, is niet nauwkeurig berekend; ST. CLAIRE DEVILLE schat de gemiddelde doorsnede van de slijkmassa die zich over de bedding van de *Grande Rivière* naar zee, bewoog, op 350 M<sup>2</sup>.

Ook de kalkkliffen van het eiland *Grande-Terre* werden zeer geteisterd; bij *Saragot* werd van de 80 M. hooge loodrechte kalkwanden, over een afstand van 1200 à 1500 M., een laag van vrij aanzienlijke dikte in zee geworpen.

Uit een en ander blijkt, dat de verwoestingen, door aardbevingen te weeg gebracht, zeer groot zijn, en in streken, waar aardbevingen veelvuldig zijn, voor de denudatie van een bergland van meer gewicht kunnen zijn, dan de normale langzame vernieling door verweering en erosie. Hierbij moet niet uit het oog verloren worden, dat de aardbevingen niet alleen op het oogenblik zelve ontzettend snel de

1) Observations sur le tremblement de terre éprouvé à la *Guadeloupe* le 8 Février 1843 par ST. CLAIRE DEVILLE. *Paris* 1851.

berglichamen neêrvellen, maar ook nog door het exponeeren van versche breukvlakten aan de rotswanden het regelmatige verweeringsproces door atmosferische invloeden bespoedigen.

In *West-Indië*, waar aardbevingen tamelijk menigvuldig zijn en in de vulkanische bergen steeds van kleinere of grootere bergstortingen vergezeld gaan, mogen ze voorzeker als een machtige factor in het algemeene nivelleeringsproces worden medegeteld <sup>1)</sup>.

De textuur van de tuffen, die hun ontstaan aan den hoofdvulkaan te danken hebben, kan men het best bestudeeren aan de kusten, waar het smalle strand naar binnen door meestal loodrechte kliffen wordt begrensd. Deze loodrechte wanden zijn door afbrokkeling gevormd, veroorzaakt door het breken der golven tegen de uit tuf samengestelde kusten. Beschouwen we daarom het 42½ M. hooge klif, dat bij de ankerplaats eene natuurlijke scheiding tusschen het benedendorp en het bovendorp maakt, iets nader. Reeds terstond valt eene zeer duidelijke »schichtung» in het oog; het geheele massief is opgebouwd uit zeer regelmatig op elkaar liggende, nagenoeg horizontale lagen <sup>2)</sup>, wier dikte ongelijk is en varieert tusschen 0.60 en 2.40 Meter. De bestanddeelen, die de lagen vormen, vertoonen wel een zeer groote overeenkomst, maar toch bestaat er in de onderlinge verhouding der samenstellende deelen bij twee opeenvolgende lagen somtijds een vrij aanzienlijk verschil.

Over het algemeen neemt de dikte der tuflagen van boven naar beneden toe; terwijl de lagen, die direct onder de teelaarde of puinaarde liggen, niet dikker dan 60 tot 80 cM zijn, worden op de hoogte van het zeestrand geen lagen dunner dan 1.50 M. aangetroffen, terwijl de dikste daar eene doorsnede van meer dan 2 M. bereiken, waaruit blijkt dat de erupties geleidelijk in kracht zijn afgenomen.

In iedere laag heeft het materiaal zich in hoofdzaak naar zijn zwaarte gerangschikt; het onderste gedeelte van ieder laag bevat de grootste steenbrokken (echter niet in iedere laag zijn deze even groot; in sommige lagen vindt men geen stuk grooter dan 10 cM. in doorsnede, terwijl in andere klompen van meer dan 3 dM. voorkomen), daarna kleinere, terwijl het zeer fijne tufzand, dat in iedere laag de holten tusschen de steenen opvult, in verhouding toeneemt, totdat nog hooger alleen tufzand voorkomt, terwijl eindelijk in het bovenste gedeelte van iedere tufflaag weder zeer talrijke grootere of kleinere stukken puimsteen voorkomen. In de

1) Juiste waarnemingen omtrent het aantal aardbevingen, die jaarlijks op St. Eustatius bespeurd worden, bestaan niet; zeker is het evenwel, dat geen jaar grootere of kleinere schuddingen geheel uitblijven; verg. BISSCHOP GREVELINK l. c. p. 133 en FUCHS, Statistik der Erdbeben 1865—1885 in de Sitzungsberichte der K. Akad. v. W. I Abthlg. 1885 p. 578—585. Bd. XCII. Wien. 1886.

2) Het vallen van deze lagen is bij de stad ongeveer  $1\frac{1}{2}^\circ$ .

hoogere lagen is donkere puimsteen meer algemeen, terwijl in de lagere uitsluitend witte puimsteen <sup>1)</sup> voorkomt.

Het eigenlijke tufzand is in verschillende lagen hetzelfde en steeds een Augiet-Andesiet-asch.

De in het onderste gedeelte van alle tuflagen menigvuldige vulkanische steenen zijn echte brecciën, doorgaans scherpkantig of slechts weinig afgerond. In geringe hoeveelheid komen vulkanische bommen voor, die terstond aan hun ovale gedaante en afwijkende textuur of mineralogische samenstelling te herkennen zijn. In enkele tuflagen, vooral in die, welke van 4—15 M. boven het strand gelegen zijn, vond ik vrij talrijke kalksteenbrecciën, waarin overblijfsels van koralen en schelpen te herkennen waren. Vermoedelijk behooren deze tot een koraalbank, die, gevormd gedurende het submarine stadium van den vulkaan, bij een der uitbarstingen werd vernield, en waarvan fragmenten uit de krateropening werden geslingerd.

Op sommige plaatsen, vooral in eene holte juist onder het bovendorp, zijn in de tuf afdrucken van bladeren en takjes bewaard gebleven. Het was echter niet goed mogelijk, deze ongeschonden te verkrijgen, want de tuf is juist in die bedding zeer fijnkorrelig en buitengewoon bros, zoodat bij den minsten schok een stuk tuf geheel tot uiterst fijn zand uiteen valt. Met zekerheid te bestemmen was alleen *Randia aculeata* L., die nu nog levend op het eiland wordt aangetroffen.

Hoewel deze fossielen vermoedelijk overblijfsels zijn van planten, die leefden gedurende dezelfde uitbarsting, waaraan de tuflaag, welke ze thans omsluit, haar ontstaan te danken heeft, mag men dit toch niet als een absolute zekerheid aannemen; de zeer fijnkorrelige tuf immers is een stof, die uitstekend geschikt is om fossielen te vormen; bij iederen zwaren regen vormen zich langs de steile tufhellingen slijkstroompjes, die bladen, takken, landschelpen enz. overdekken en geheel omsluiten; vindt men nu zulke voorwerpen, dan kan men niet nagaan, of hun omhulling lang of kort geleden heeft plaats gehad. In ieder geval kunnen ze ons niets leeren omtrent den ouderdom van de hen omhullende laag. Zoo vindt men in de hellingen dikwijls schelpen van nog levende landslakken, die telkens bij regens door de tuf worden omhuld; zoo vond ik op één plaats een scapula van een kabriet, 30 M. diep in den tufwand en op eene andere plaats een stuk recente koraal vrij diep in de tuf gedrongen. Het was hier kennelijk door de kracht van de golven gedurende een »grondzee" ingeslingerd.

Echte slakken, welke ontstaan, wanneer gedurende eene uitbarsting groote gasmassa's zich een weg naar buiten banen door de lava, die in den kratermond

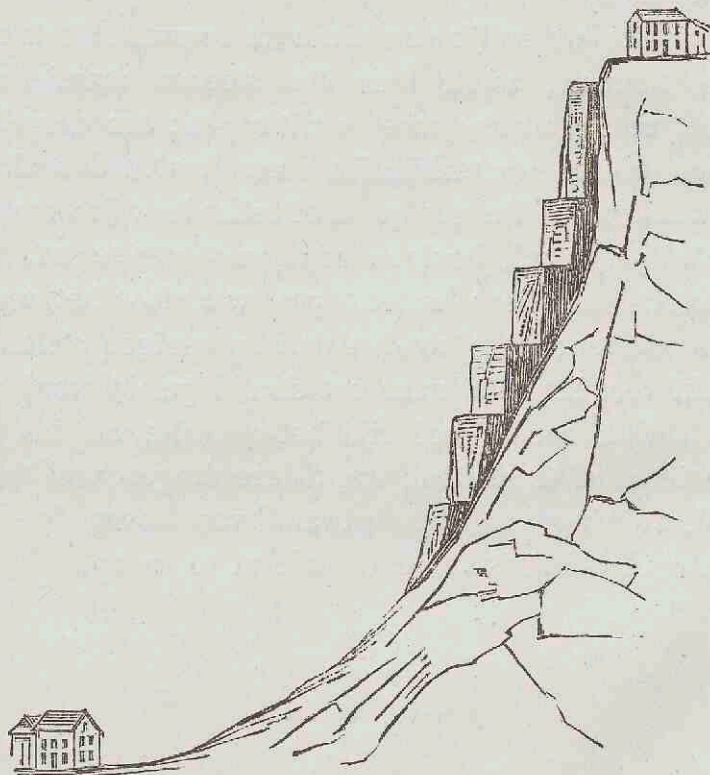
1) Identiek met die van de puimsteenlava van de *White Wall*.

staat en dan flarden der lava van de oppervlakte mede in de lucht slingeren, komen op St. Eustatius noch in de tuf noch langs de helling of op den kraterrand van den vulkaan voor, hetgeen weder met den bijzonder lavaârmen aard der erupties van dezen vulkaan in verband staat.

De samenstelling van de tuf verandert naar den hoofdvulkaan toe zeer geleidelijk; langzamerhand worden de brecciën talrijker en grooter, zoodat alle overgangsvormen gevonden worden tusschen de echte fijnkorrelige tuf, gelijk ze bij de ankerplaats en in het geheele vlakke gedeelte van het eiland wordt aangetroffen, en het brokwerk, dat de bovenste gedeelten van den kraterwand tot bouwstof dient.

Bij zware stortregens vloeit het water dikwijls in breede stroomen uit de „guts” van den hoofdvulkaan over het vlakke gedeelte van het eiland en vandaar stort het zich dan met zoo groot geweld langs de tufkliffen in zee, dat groote tufblokken losgescheurd worden. Bij één stortregen werd jaren geleden aan de noordoostelijke zijde van het eiland bij *Turtle baai* door het geweld van het regenwater een kloof in de tuf gegraven, die meer dan 50 M. diep en meestal meer dan 2 M. breed is. Door eenige op het eiland vertoevende Spanjaarden werd die kloof het eerst opgemerkt, waaruit zich de herkomst van den naam *Para-mira* (kom en zie), die deze kloof tegenwoordig draagt, laat verklaren.

Door het afbrokkelen van de tuf bij zware regens verkeert het bovendorp en vooral het huis van den gouverneur op St Eustatius in groot gevaar; ieder jaar wordt de afstand van dit huis tot aan den rand van den afgrond geringer en bedraagt op het oogenblik slechts weinige Meters ( $\pm 4$  M). Om het afbrokkelen van het klif op deze plaats tegen te gaan heeft men eenige jaren geleden een zwaren steenen muur tegen de tuf aangebouwd <sup>1)</sup>. Men is hiermede ter halver hoogte in het klif be-



1) Zie bovenstaande houtsnede.

gonnen en heeft de fundamenten doen steunen op de losse tufbrokken, die het puintalud (*Schutthalde*) vormden. Het wekt verwondering dat dit op lossen grond gebouwde werk nog eenige maanden is blijven staan. Lang echter kon natuurlijk dit wankelbare evenwicht niet blijven. Bij de eerste flinke regenbui werd de druk van het water, dat zich tusschen den muur en den tufwand verzamelde, te groot en de muur bezweek; gelukkig waren echter de fundamenten zoo slecht gebouwd dat de geheele muur naar beneden gleed, zonder geheel voorover om te slaan; aan deze gelukkige consequentie van het slecht bouwen heeft men het te danken, dat niet verscheidene perceelen in het benedendorp door den vallenden muur zijn verpletterd en men geen menschenlevens bij deze catastrophe heeft te betreuren gehad.

Had men zich bij het bouwen van dezen muur het doel voor oogen gesteld, het afbrokkelingsproces van den tufwal tegen te gaan, juist het omgekeerde heeft men op de meest voldingende wijze bereikt; in zijn val heeft de muur meer tufstukken meêgesleept, dan anders waarschijnlijk in eenige jaren zouden zijn afgebroken. Door dit werk heeft men veel geld onnut uitgegeven en zichzelf een slechten dienst bewezen.

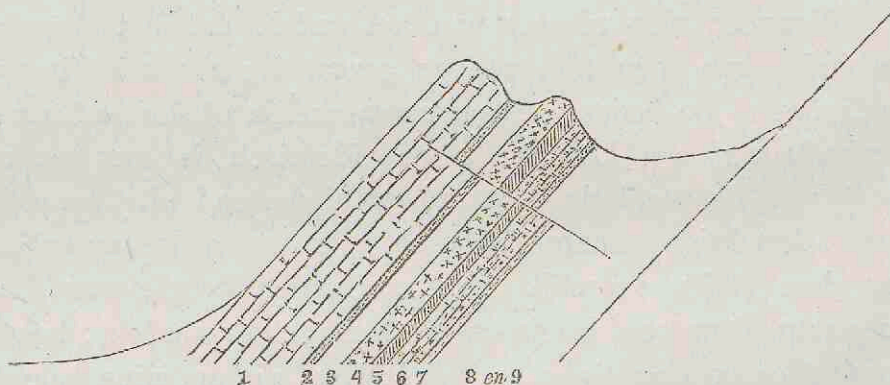
Om wezenlijk een muur te bouwen, sterk genoeg om het tufklif bij afbrokkeling te steunen, zoude men een steenen massief noodig hebben, dat wigvormig naar het zeestrand zou moeten uitloopen; een dergelijk bouwwerk van voldoende sterkte zou echter waarschijnlijk meer kosten dan alle huizen op St. Eustatius te zamen waard zijn. De eenige doeltreffende wijze om het afbrokkelen van het klif bij de stad gedurende hevige stortregens tegen te gaan, zou zijn, het graven van eenige flinke breede en diepe waterlopen waardoor het water gedwongen werd door het dorp te vloeien; deze konden dan op eenigen afstand ten N. W. van de stad, waar het klif veel lager is, naar het strand geleid worden.

Ook zoude goed zijn het gedeelte van het klif bij de stad zorgvuldig voor kabrieten af te sluiten, want deze dragen veel tot ondermijning van den tufwand bij. Verzwaring van den tufwand van boven door metselwerk, zooals hier en daar is aangebracht, is te eenenmale af te raden.

#### IV. DE WHITE WALL.

De beroemde regelmatigheid van den hoofdvulkaan van St. Eustatius, die uit een geheel gesloten, nagenoeg cirkelvormigen krater bestaat, omgeven door tuffen, die in alle richtingen volgens een concave lijn zich naar het zeestrand uitstrekken, wordt alleen aan de zuidzijde verbroken. Wanneer men van de noordzijde langs de oostkant over het strand om den vulkaan wandelt, wordt men, wanneer men juist aan de zuidzijde gekomen is, plotseling verrast door het gezicht van een machtigen, schuin uit zee oprijzenden, helderwitten wand van koraalkalk, aan wiens voet een hoogst schilderachtige rots in zee uitsteekt <sup>1)</sup>. Tot aan de oostzijde van den *White Wall* bleef de samenstelling der tuf volkomen gelijkvormig, fijn zand met groote grove brecciën, het geheel ongelaagd en dus een overgang tot hoopwerk vormende. Plotse-ling volgt een ravijn dat het verlengsel is van een vore, die zich van de buiten- zijde van den krater tot aan zee uitstrekt. De oostelijke wand van dit ravijn is nog uit gewone tuf samengesteld, de westelijke uit een aan koralen en andere fos- sielen rijke tufformatie.

De geognostische gesteldheid van de *White Wall* is het gemakkelijkt te bestudeeren aan de in zee uitstekende rots, die naar zijn vorm en helderwitte kleur *Sugarloaf* is genoemd. Den



Profiel aan de oostzijde van Sugarloaf (schematisch).

geoloog trekt dit *Sugarloaf* terstond bijzonder aan, omdat het een voorbeeld van »*Verwerfung*» oplevert, zoo scherp en duidelijk als men slechts wenschen kan. Op den

<sup>1)</sup> Zie titelplaat, een lichtdruk, vervaardigd naar eene photographie, door mij op dit punt genomen. De uitvoering van den lichtdruk laat veel te wenschen over.



lichtdruk zijn door de slechte uitvoering de lagen van het *Sugarloaf* niet goed te onderscheiden; gemakkelijk is het overzicht in de bovenstaande schematische teekoning.

De oudste laag, die ontbloot is, laag 9, bestaat uit een witte zeer glasrijke Augiet-Andesiet-tuf, die naar boven langzaam overgaat in de meer geelachtige tuf 8, die behalve lavabrokjes vrij talrijke puimsteenstukjes bevat. Naar boven verandert deze tuf in een duidelijk conglomeraat, laag 7, waarin enkele schelpen en koralen voorkomen; hierop rust de zachte kalksteen 6, die zeer talrijke schelpen en koralen bevat. Laag 5, waarin bijna uitsluitend koralen voorkomen heeft zich op de kalksteen van laag 6 gevormd en onderscheidt zich alleen van deze, doordat de koralen zich hier zoo krachtig hebben ontwikkeld, dat voor het samenbakkende cement en voor andere fossielen slechts een zeer ondergeschikte plaats werd overgelaten.

Op laag 5 rust een bijna 4 Meter dikke puimsteenlaag (laag 4), waarop zich door vergruizing een puimsteentuf zonder fossielen heeft gevormd (laag 3); op deze tuf rust een conglomeraat, bestaande uit vulkanische steenen, tufbrecciën en stukken van koralen en enkele schelpen, welke saamgebakken zijn door een kalkcement (laag 2); de geheele formatie wordt eindelijk begrensd door laag 1, die het laatst voor de opheffing is gevormd; deze bestaat uit een koraalkalk, welke rijk aan schelpen is.

Beneden laag 4 is het profiel door neergevallen zand en puin zoo zeer bedekt dat de volgende lagen niet meer duidelijk konden worden onderscheiden; met zekerheid kon ik echter nog beneden laag 9 het voorkomen constateeren van een tuf, die rijk aan koralen en andere fossielen is.

Wanneer men uitgaat van het zadel, dat het *Sugarloaf* met de *White Wall* verbindt, kan men niet zonder gevaar tegen een helling van 45° de *White Wall* beklimmen. De bodem bestaat aanvankelijk uitsluitend uit scherpe, verweerde uitsteeksels van een koraalkalk, die identisch is met de kalk van laag 1 van het *Sugarloaf*. De vegetatie bestaat hier uitsluitend uit *Strumpfia maritima* JACQ., wier korte, krachtige stammetjes eenigen steun verleenen en daardoor het beklimmen van deze steilte mogelijk maken. Op een hoogte van 130 Meter wordt de kalk langzaam door een laagje vulkanisch zand overdekt; behalve *Strumpfia maritima* groeit hier de *Opuntia spinosissima* MILL, die om zijne lange stekels zeer te duchten is. Beide planten komen nergens anders op het eiland voor. Verder naar boven blijft vulkanisch zand den bovengrond vormen, maar de koraalkalk is telkens ontbloot. Op een hoogte van 212 Meter is het bovenste gedeelte van de koraalkalk bereikt. Het terrein wordt nu glooiender maar zeer ongelijk. Tot op een hoogte van 315 Meter bestaat verder de bodem uit een dikke gipsmassa, die uit laagjes

is opgebouwd. De gipskristallen zijn met hun langste as schuin of loodrecht op de grensvlakken der lagen ontwikkeld. De gipslagen zijn in den regel door dunne laagjes van amorphe calciumcarbonaat van elkaar gescheiden. De ligging en het verband met de koraalkalk doet vermoeden, dat deze gipsmassa door metamorphose uit kalksteen onder den invloed van solfataren, die nu niet meer werkzaam zijn, ontstaan zijn. Onder de gipsmassa liggen evenals onder de koraalkalk vulkanische tuffen. Het verband tusschen beide formaties kan men echter aan de *White Wall* niet bestudeeren, omdat het onmogelijk is in de ravijnen, die de *White Wall* aan de oost- en aan de westzijde begrenzen, neder te dalen. Van den bodem der ravijnen zelve is een beklimming der nagenoeg loodrechte wanden te eenemale ondoenlijk. Alleen in het ravijn aan de oostzijde is hier en daar de helling iets minder steil, maar afschuingen van zand en steenen hebben hier de kans op een goed profiel benomen.

Aan de oostzijde bestaat de buitenste laag van de *White Wall* uit koraalkalk, doch op vele plaatsen is de buitenste koraalkalkbedekking gebroken, zoodat groote stukken naar beneden zijn gevallen. Overal, waar de koraalkalk naar beneden is gestort, komt de tuf, die er onder ligt, te voorschijn. Bij zorgvuldig onderzoek was het mogelijk hier het opeenliggen van fossiellooze tuffen, conglomeraten, fossielhoudende tuffen en zuivere kalksteen te constateeren. De tuffen, die fossielen bevatten, zijn gekenmerkt door het voorkomen van zeer talrijke, kleine, onvolwassen schelpen, in verhouding tot het aantal der volwassene, waaruit blijkt dat door deze tuf op eens een strandfauna is vernietigd, waarbij alle levende wezens, jong en oud, door de tuf werden ingesloten en voor de toekomst werden bewaard. Dat deze tuf zich werkelijk over een strand heeft uitgestrekt, blijkt ook door het voorkomen van gerolde koraalstukken op een aanzienlijke hoogte, welke volkomen gelijken op de stukken, die men op het tegenwoordige strand in menigte vindt.

Men mag op goeden grond aannemen, dat het hierboven beschreven *Sugarloaf* een stuk van de *White Wall* zelve is, dat van de bovenzijde naar beneden is gegleden. Waarschijnlijk zullen later nog meer groote brokstukken zich van boven losmaken, want achter de harde buitenste koraalkalklaag is op vele plaatsen de zachte tuf sterk door het water weggespoeld, hetgeen vroeger of later tot een bergstorting aanleiding zal geven.

De opeenvolging der lagen van de *White Wall* zal dus ook dezelfde zijn als die van het *Sugarloaf* en dit laatste leert ons daarom veel over het ontstaan van de *White Wall* en over de intermitterende werkzaamheid van den vulkaan.

Laag 8 en 9 (zie profiel op pag. 27), een fijne Augiet-Andesiet-tuf, vormden eens na een der erupties den bodem der zee bij het strand, waarop zich langza-

merhand het conglomeraat 7 met weinige fossielen heeft afgezet. Gedurende een lange periode van rust of althans van zoo geringe vulkanische werkzaamheid, dat de uitgeworpen stoffen niet het dierlijk leven in de nabijliggende zee belemmerden, vormde zich nu ongestoord de ongeveer 6 Meter dikke kalksteenlaag 5 en 6, welke aanvankelijk zeer rijk is aan allerlei schelpen, maar bovenaan uitsluitend uit koralen is opgebouwd.

Plotseling is toen deze rijke fauna, laag 4 levert er ons het bewijs van, door vulkanische uitwerpselen vernietigd. Een bijna 4 Meter dikke laag puimsteen bedekt op eens de koraalkalk; een lang tijdperk van rust is noodig, eer het onderzeesche leven zich ten volle heeft hersteld; gedurende dat tijdperk werd door verweering en vergruizing van het bovenste gedeelte der puimsteenbank de zeer glasrijke tuf (puimsteentuf), laag 3, gevormd. Hierop eindelijk heeft zich als strandformatie een aan versteeningen tamelijk rijk conglomeraat, laag 2, gevormd, waarop weder als jongste vorming de kalksteen 1 rust.

Twee belangrijke vraagpunten blijven nog bij de behandeling van de geschiedenis van het ontstaan dezer eigenaardige formatie te beantwoorden. Vooreerst: moet de dikke puimsteenlaag 4 als een puimsteenlava of als een opeenhooping van los uitgeworpen puimsteenstukken beschouwd worden?

Voor de eerste beschouwing pleiten de volgende omstandigheden:

1. De puimsteen in laag 4 is zeer vast en volmaakt versch, terwijl men er geen afzonderlijke stukken in kan onderscheiden. Eene zoo groote vastheid, zou, geloof ik, niet zonder belangrijke verbrijzeling kunnen verkregen zijn door drukking van hogere lagen op los opeengestapelde stukken.

2. De laag 4 bevat uitsluitend puimsteen, hetgeen bij een puimsteenlava zeer natuurlijk is, maar bij los opeengestapelde stukken op zijn minst zeer toevallig zou moeten genoemd worden. In het laatste geval immers bestaat zoowel gedurende de eruptie en vooral ook daarna door inslibbing zeer veel kans, dat tusschen de losse puimsteenstukken, andere stoffen zullen geklemd geraken.

3. De puimsteen is geheel vrij van calciumcarbonaat; was de puimsteenlaag uit losse stukken samengesteld, dan zoude uit de hooger gelegene kalklagen zeer zeker, even goed als in de fijne puimsteentuf 3, ook in haar calciumcarbonaat door infiltratie met kalkhoudend water zijn afgezet.

4. De puimsteenlaag is op de koraalkalklaag 5 waarschijnlijk onder de oppervlakte van het water afgezet, hetgeen afgeleid mag worden uit het feit, dat de bovenste oppervlakte van laag 5 geen spoor van die eigenaardige uitgevreten verweeringskorst vertoont, welke alle opgeheven koraalkalken in tropische landen kenmerkt en ze even moeilijk begaanbaar maakt als de beruchte »Karrenfelder»

in de kalkgebergten der *Alpen*. Voor een aaneengesloten puimsteenlava bestaat, trots haar gering soortelijk gewicht, de mogelijkheid zich althans tot geringe diepte onder de oppervlakte der zee uit te breiden. Losse puimsteenstukken blijven echter, al vallen ze in zeer groot aantal, steeds drijven.

Tegen deze beschouwing pleiten de volgende feiten:

1. Puimsteenlava's zijn nagenoeg onbekend en met zekerheid alleen waargenomen op de *Liparische eilanden*, waar ze in innig verband met obsidiaanstromen voorkomen. Obsidiaan wordt op St. Eustatius volstrekt niet gevonden. Obsidiaan en puimsteen zijn beide produkten, die door snelle bekoeling van lava ontstaan; de lava's, waaruit ze hun oorsprong nemen, zijn alleen van elkaar onderscheiden door de meerdere of mindere hoeveelheid gas, die in hen is opgelost en bij bekoeling een uitweg zoekt. De aard van de uitgeworpen stoffen en de geheele habitus van den hoofdvulkaan van St. Eustatius wijst er op, dat zijn uitbarstingen steeds van meer dan gewone dampuitstromingen zijn vergezeld geweest. Het kan ons dus niet verwonderen, dat een lava uitvloeide, die bijzonder rijk was aan opgeloste gassen, welke door hun ontwijken de massa schuimachtig deden worden, daardoor tevens de afkoeling bevorderden en zoo het aanzijn gaven aan eene puimsteenlava.

2. Het is moeielijk zich voor te stellen, hoe eene puimsteenlava, die zeer snel afkoelt, lang genoeg vloeibaar bleef om eene vrij aanzienlijke oppervlakte met eene laag van nagenoeg gelijke dikte te overdekken; doch bij het overwegen van dit feit moet men niet uit het oog verliezen, dat de plaats, waar de puimsteenlava gevonden wordt, onmiddellijk tegen de helling van den vulkaankegel aanligt en dus niet ver kan verwijderd zijn van de vroegere krateropening, waaruit ze vloeide.

Het hier gegeven overzicht van het voor en tegen geeft recht te besluiten, dat op St. Eustatius een echte puimsteenlava voorkomt, welke zijn ontstaan te danken heeft aan een der uitbarstingen van den hoofdvulkaan.

Verder rijst de vraag:

In welk verband staat de opheffing van de hierboven beschrevene strandformatie met de geologische geschiedenis van het geheele eiland?

Heeft een algemeene rijzing plaats gehad? Stellig niet; nergens anders op het eiland zijn kenteekenen van rijzing waar te nemen, hetzij als opgeheven strandriffen, hetzij als sporen van aanhechting van zeedieren of zeeplanten aan rotsen, die nu boven de vloedoppervlakte der zee zijn gelegen. Integendeel moet men uit het in historischen tijd geconstateerde verdwijnen van bebouwde stukken land in de zee, veeleer tot een langzame algemeene daling van het eiland besluiten.

De opheffing van de *White Wall* is dus een plaatselijk verschijnsel. Het staat, zooals ons de ligging der lagen leert, in het nauwste verband met de werking van

den hoofdvulkaan. De strekking van de lagen van de *White Wall* is N. 88° O., welke lijn van strekking juist loodrecht staat op een loodlijn, uit het middelpunt van den krater op het midden van de *White Wall* neergelaten, m. a. w. de *White Wall* vormt een zuiver raakvlak aan den vulkaankegel. De helling van de *White Wall* is 45°. De kracht welke de lagen van de *White Wall* uit hun horizontale ligging eenzijdig heeft opgeheven tot een sterk hellenden stand, heeft dus juist gewerkt in de richting van de vulkanische kracht, welke vertikaal van onderen naar boven werkt en haar aangrijpingspunt in het midden van den krater heeft. Wij mogen een stap verder gaan en besluiten, dat de kracht, die de *White Wall* heeft opgeheven, de vulkanische kracht zelve is geweest.

Dat deze kracht zeer lokaal heeft gewerkt, blijkt onder andere ook daaruit, dat de *White Wall* aan beide zijden door zeer diepe ravijnen is begrensd; zij ver- toont zich daardoor als een reusachtige verheven rug, die den regelmatigen kegelvorm van den hoofdvulkaan plaatselijk verstoort.

De *White Wall* is geologisch zeer belangrijk, want, nadat de opheffingstheorie, die door L. VON BUCH zoo krachtig was verdedigd, door latere waarnemingen afdoende was weerlegd, vervielen vele geologen in het omgekeerde uiterste en hebben zij aan de vulkanische werkzaamheid te eenenmale de macht ontzegd om praeexis- teerende lagen te kunnen ophffen.

De *White Wall* levert in strijd hiermede een duidelijk en onweersprekelijk bewijs dat wel degelijk somtijds het vulkanisme plaatselijk belangrijke opheffingen kan te weeg brengen.

Al zal dan ook nimmer het vroegere denkbeeld terugkeeren, dat vulkanen niets anders zijn dan massa's, die door de opwaarts werkende kracht op eenmaal uit hun horizontale ligging zijn opgericht, toch zal men bij het bestudeeren van vulkanische streken rekening moeten houden met de mogelijkheid van plaatselijke opheffingen, die door het vulkanisme zijn veroorzaakt. Soortgelijke lokale opheffingen schijnen ook aan de overige vulkanische *Antillen* niet vreemd te zijn; vermoedelijk is op *St. Kitts* de door Dr. CLEVE onderzochte *Brimstone Hill* op dezelfde wijze ontstaan. Dr. CLEVE <sup>1)</sup> besluit uit het vinden van vele schelpen van soorten die nog in de *Caraïbische zee* leven, op met suikerriet beplante velden, dat het geheele eiland *St. Kitts* »at a recent time has been elevated from the sea." Ik kan in deze zijn gevoelen niet deelen, daar de gewoonte bestaat, om op velden, die voor den bouw van suikerriet bestemd zijn, schelpen te strooien om het kalkge-

1) On the geology of the *North-Eastern West-Indian Islands* in de *Kng. Svenska Academiens Handlingar*, Bandet 9, N°. 12 1871 pag. 21.

halte van den bodem te vergrooten. Bewijzen voor een algemeene opheffing ontbreken naar mijne meening op *St. Kitts* evenzeer als op *St. Eustatius*.

De fossielen, welke in de verschillende lagen van het *Sugarloaf* en in de *White Wall* door mij zijn gevonden, zijn zonder uitzondering soorten, die nu nog levend in de *Caraïbische zee* worden aangetroffen; wil men dus de gebruikelijke indeeling ook hier toepassen, zoo moet men ze tot het post-plioceene tijdperk rekenen. Er is, zooals te verwachten was, geen noemenswaardig verschil tusschen de fauna van de bovenste en van de onderste lagen van het *Sugarloaf* op te merken.

In de volgende lijst zijn de soorten opgegeven, die door mij gevonden en gedetermineerd zijn; het kleine aantal, dat ik in staat was te verzamelen, geeft natuurlijk slechts een zeer flauw beeld van den rijkdom der fauna, die hier is bewaard gebleven. Bijna zonder uitzondering zijn alle uitstekend geconserveerd en bij de soorten, die uit tuflagen afkomstig zijn, zijn zelfs de kleuren hier en daar niet vernietigd.

Naar de relatieve talrijkheid van hun voorkomen is achter de namen een cijfer gevoegd <sup>1)</sup>.

Dr. CLEVE is zoo vriendelijk geweest mij de schelpen, die hij in *Brimstone Hill* op *St. Kitts* heeft gevonden, ter vergelijking te zenden. Een lijst van de door hem gedetermineerde vormen vindt men in de eerste kolom.

AMEN	BRIMSTONE-HILL	WHITE-WALL
<i>Oliva bullula</i> REEVE . . . . .	X	—
<i>Oliva fusiformis</i> LMK. . . . .	—	X 2
<i>Oliva reticularis</i> LMK. . . . .	—	X 2
<i>Ovula gibbosa</i> L. . . . .	X	—
<i>Cypraea flaveola</i> REEVE . . . . .	—	X 1
<i>Cypraea sordida</i> LMK. . . . .	X	—
<i>Conus pygmaeus</i> REEVE . . . . .	—	X 2
<i>Strombus gigas</i> L. . . . .	X	X 2
<i>Strombus pugilis</i> L. . . . .	—	X 1
<i>Pleurotoma spec.</i> . . . . .	—	X 2
<i>Cassis tuberosa</i> LMK. . . . .	—	X 1
<i>Dolium pennatum</i> MART. . . . .	X	—
<i>Murex bellus</i> REEVE . . . . .	—	X 1
<i>Purpura galea</i> CHEMN. . . . .	X	—
<i>Nassa Guadelupensis</i> PETIT. . . . .	—	X 1
<i>Terebra hastata</i> KIEN. . . . .	—	X 1
<i>Cerithium eburneum</i> BRUG. . . . .	—	X 1
<i>Turbo crenulatus</i> GMEI. . . . .	—	X 1

1) De cijfers hebben de volgende beteekenis:  
 1 zeldzaam, in enkele exemplaren.  
 2 geregeld voorkomend.  
 3 talrijk.  
 4 steeds talrijk, somtijds bijna uitsluitend voorkomend.

NAMEN	BRIMSTONE-HILL	WHITE-WALL	
<i>Turbo castaneus</i> GMEL.	—	×	2
<i>Astracium costulatum</i> LMK.	×	—	
<i>Trochus luctuosus</i> D'ORB.	—	×	1
<i>Natica canrena</i> L.	—	×	1
» <i>mamillaris</i> LMK.	—	×	2
» <i>lactea</i> GUILD.	—	×	1
<i>Bulla striata</i> BRUG.	×	×	4
<i>Dentalium spec.</i>	×	×	1
<i>Ostrea rubella</i> LMK.	—	×	1
<i>Plicatula rumosa</i> LMK.	—	×	1
<i>Spondylus coccineus</i> LMK.	—	×	1
<i>Pecten nodosus</i> L.	×	×	1
» <i>imbricatus</i> LMK.	×	—	
» <i>gibbus</i> LMK.	×	—	
» <i>nucleus</i> BORN.	—	×	1
» <i>muscosus</i> WOODW.	—	×	1
<i>Lima scabra</i> BORN.	—	×	1
<i>Avicula atlantica</i> LMK.	×	—	
<i>Lithodomus Antillarum</i> D'ORB.	×	×	2
» <i>cinnamomeus</i> CHEMN.	×	—	
<i>Modiola spec.</i>	×	—	
<i>Arca noae</i> L.	—	×	1
» <i>occidentalis</i> PHIL.	—	×	1
» <i>Deshayesii</i> HANL.	×	×	1
» <i>umbonata</i> LMK.	×	×	3
» <i>lactea</i> L.	×	—	
<i>Pectunculus castaneus</i> LMK.	—	×	2
» <i>pennaceus</i> LMK.	×	×	4
» <i>pectinatus</i> REEVE.	—	×	2
» <i>sericatus</i> REEVE.	×	—	
» <i>hirtus</i> L.	×	—	
<i>Chama macerophylla</i> CHEMN.	×	—	
» <i>arcinella</i> L.	×	×	2
» <i>gryphoides</i> CHEMN.	—	×	1
<i>Cardium laevigatum</i> LMK.	×	×	2
» <i>bullatum</i> L.	×	—	
» <i>medium</i> L.	×	×	3
» <i>isocardia</i> L.	×	—	
<i>Lucina tigrina</i> L.	×	×	2
» <i>Jamaicensis</i> CHEMN.	×	×	1
» <i>Pensylvanica</i> L.	×	×	1
» <i>aurantia</i> DESH.	—	×	2
» <i>divaricata</i> L.	×	×	2
» <i>Occidentalis</i> LMK.	×	—	
<i>Diplodonta rotundata</i> MART.	×	—	
<i>Venus paphia</i> L.	×	×	3
» <i>cancellata</i> L.	—	×	1
» <i>rugosa</i> GMEL.	—	×	1
<i>Cytherea maculata</i> L.	×	—	
<i>Tellina interrupta</i> WOOD.	×	×	2
» <i>Grunerii</i> PHIL.	×	—	
» <i>similis</i> SOW.	×	—	
<i>Gastrochaena rostrata</i> SPENGL.	×	—	

## V. PETROGRAPHIE.

De vulkanische gesteenten van St. Eustatius behooren alle, op een enkele uitzondering <sup>1)</sup> na tot de familie der Andesieten. Van die familie vindt men de volgende vertegenwoordigers: AUGIET-ANDESJET, HOORNBLLENDE-AUGIET-ANDESJET, HOORNBLLENDE-ANDESJET en HYPERSTHEEN-AUGIET-ANDESJET.

### 1. Augiet-Andesiet.

Augiet-Andesiet is het meest verbreide gesteente op St. Eustatius en de eigenlijke bouwstof van alle rotsen behalve de *White Wall* en een gedeelte van *Signalhill*.

De textuur van deze Augiet-Andesieten is porfierachtig. De kleur wisselt in alle tinten af tusschen lichtgrijs en grauwwart; in enkele gevallen is de tint roodachtig bruin. Alle zijn ruw op het gevoel. Bij de lichte varieteiten vallen de augieten als donkere korrels in het oog, die het geheel een gespikkeld aanzien geven; bij de donkere varieteiten wijzen glinsterende plekje's de plaatsen der veldspaatkristallen aan.

Het kiezelzuurgehalte, dat door mij bepaald werd aan een volkomen frisch gesteente uit den kraterrand van den hoofdvulkaan, bleek 53.23% te bedragen, waaruit blijkt, dat we met een betrekkelijk zeer basische Andesiet te doen hebben.

Het soortelijk gewicht is 2.62.

Over het algemeen zijn de Andesieten rijk aan veldspaat, hetgeen in verband met hun betrekkelijk gering kiezelzuurgehalte armoede aan sanidien doet verwachten; met zekerheid heb ik dan ook in geen enkele Augiet-Andesiet de aanwezigheid van sanidien kunnen constateeren.

De veldspaat is plagioklaas; oligoklaas en labrador zijn het menigvuldigst; anorthiet is niet zeldzaam, maar komt als belangrijk samenstellend mineraal alleen in een Augiet-Andesiet voor, die aan den ingang van den hoofdkrater rotsvormend optreedt. Kalkvrije plagioklaas, albiet, werd nergens aangetroffen.

1) De puimsteen van de *White Wall*.



Het mikrochemisch onderzoek naar de samenstelling der veldspaat geschiedde steeds aan geïsoleerde kristalfragmentjes, die of uit slijppraeparaten gesneden waren of van porfierische kristallen, afkomstig uit mikroskopisch onderzochte specimina, waren afgebroken. Deze werden dan volgens de methode van Bořický <sup>1)</sup> met kiezelfluorwaterstof behandeld.

De grootte der veldspaatkristallen is zeer verschillend; alle tusschenwaarden van mikrolithen tot kristallen van een grootte van 7 m.M. zijn vertegenwoordigd. Bij zeer vele echt porfierachtige gesteenten zijn de tusschenvormen tusschen kleine lijstvormige veldspaten en de groote porfierische kristallen gering in aantal.

De kristalvorm is in den regel scherp. Tweelingen volgens de albietwet zijn zeer menigvuldig; bij sommige plagioklazen is een tweelingsvorming volgens de albietwet gecombineerd met eene volgens de periklienwet. Aan de ruitvormige teekening, die in dit geval op de vlakken  $OP$  en  $\infty P\infty$  ontstaat door de tweelingsstrepen, die elkaar nagenoeg loodrecht snijden, is deze dubbele tweelingsvorming gemakkelijk te herkennen.

Door de grootte van den uitdoovingshoek, welke  $37^\circ$  bedraagt, is verwarring met mikroklien uitgesloten.

De plagioklaas-kristallen zijn zonaal gebouwd. Mikrolithen en glasinluitsels staan, wat hunne verspreiding in de kristallen betreft, met de zonen in nauw verband. Bij enkele zeer groote plagioklazen zijn de glasinluitsels niet in concentrische zonen gerangschikt, maar liggen in de tweelingsvlakken (Albietwet), zoodat in dwarse doorsneden de tweelingsstreping door rijen glasinluitsels reeds bij gewoon licht duidelijk wordt aangegeven. In vele gesteenten zijn de veldspaten door de insluitsels of geheel ondoorschijnend geworden of alleen aan den buitensten rand helder gebleven. De buitengewone rijkdom aan glasinluitsels mag als een kenmerkende eigenschap van de plagioklazen uit de Andesieten van St. Eustatius gelden.

Dikwijls is eene belangrijke hoeveelheid glas als insluitsels in de veldspaten aanwezig, terwijl de grondmassa vrij van glas of mikrofelsitisch is. Gewoonlijk zijn de glasinluitsels der veldspaten minder door globulieten of mikrolithen ontglaasd dan de glasbasis der grondmassa.

Als insluitel in de veldspaten is overigens augiet niet ongewoon; deze heeft dan een afgeronde gedaante, waaraan gewoonlijk geen kristalvorm te herkennen is. Na veldspaat is augiet het belangrijkste samenstellende element der Augiet-Andesieten.

De grootte der augietkristallen schommelt niet tusschen zoo wijde grenzen als

E. BOŘICKÝ. Elemente einer neuen chemisch-mikroskopischen Mineral- und Gesteinsanalyse. Prag. 1877.

die der veldspaten; de porfierische augieten bereiken slechts bij uitzondering een grootte van 8 mM., terwijl de augiet-mikrolithen in fijnheid niet met die der veldspaten kunnen wedijveren. Bij goed ontwikkelde kristallen is  $P$ ,  $-P$ ,  $\infty P\infty$ ,  $\infty P$  en  $\infty P\infty$  de gewone vlakkencombinatie. Meestal zijn de vlakten  $\infty P\infty$  en  $\infty P\infty$  sterker ontwikkeld dan  $\infty P$ .

Tweelingsvorming volgens  $\infty P\infty$  is zeer gewoon; zeer dikwijls blijkt een bij gewoon licht schijnbaar homogeen kristal bij gebruik maken van gepolariseerd licht eene verzameling van polysynthetische tweelingen te zijn.

Een zonale bouw komt bij de augieten dezer Andesieten slechts bij uitzondering voor. Meestal zijn de opvolgende zonen optisch min of meer verschillend, waardoor ze bij gepolariseerd licht duidelijker voor den dag komen. De vlakken van de kristalkern loopen evenwijdig met die van het gedeelte kristal, maar nu en dan zijn bij de kern de vlakken in een andere verhouding ontwikkeld dan bij het volledige kristal. Zoo hebben wel eens bij het geheele kristal de pinakoïden het overwicht boven de prisma-vlakken, terwijl bij de kern juist de prisma-vlakken het krachtigst zijn ontwikkeld. Op Pl. III, fig. 7, is een zonaal gebouwde augiet afgebeeld, bij welke de kern volkomen homogeen is, terwijl in de daaromheenliggende zone polysynthetische tweelingsvorming is waar te nemen. Uit dezen laatsten vorm blijkt, dat bij het ontstaan der augietkristallen in iedere nieuw aangelegde laag de ligging der as  $a$  op bepaalde wijze kan afwisselen, terwijl de richting van de as  $c$  steeds door het geheele kristal dezelfde blijft.

De splijtingsrichting is doorgaans die der prismavlakken; dikwijls komt echter, zooals bij dwarse doorsneden blijkt, ook een pinakoïdale splijtingsrichting voor, welke boven de prismatische de overhand kan hebben.

Met de veldspaten vergeleken zijn de augieten zeer arm aan glasinsluitels. Magnetiet ontbreekt als insluitel zelden.

In sommige gevallen zijn de augieten door een fijnkorreligen rand van magnetietkorreltjes omgeven.

Op verschillende wijzen zijn de augieten nu en dan ontleed en geheel of gedeeltelijk in andere stoffen omgezet. Zoo is in een gesteente, uit de tuf bij *Gallowsbaai* afkomstig, de augiet van buiten naar binnen in een zwarte massa (Opaciet) veranderd — zie Plaat III fig. 4, 5 en 6. In fig. 4 is het augietkristal geheel ontleed en levert alleen nog maar de vorm van den omtrek het bewijs, dat men met augiet te doen heeft; bij fig. 5 en 6 is de omzetting nog niet tot het midden van het kristal doorgedrongen en vindt men dus een kern van augiet, omgeven door een rand van opaciet. In dit gesteente zijn de kleine augietkristallen en korrels, die in de grondmassa verspreid zijn, geheel zwart.

Een ander ontledingsproduct (Viridiet) is helder groen van kleur en sterker lichtbrekend dan augiet. Het doet zich bij groote kristallen voor als een rand om de onveranderde augiet, terwijl dan in hetzelfde gesteente de kleine augieten reeds ontleed zijn.

Eenmaal (zie pag. 39) werd augiet gevonden, die gedeeltelijk in epidoot was overgegaan.

Magnetiet ontbreekt in de grondmassa nooit en komt ook veelvuldig ingesloten in de augietkristallen voor. De ondoorschijnende magnetiet doet zich voor als korrels of als onregelmatig zeshoekige kristallen.

Apatiet, hoewel niet geregeld voorkomende, is toch in sommige Augiet-Andesieten, in veldspaat of in augiet ingesloten, niet ongewoon.

Het komt voor in den vorm van scherpe, zuilvormige kristalletjes met duidelijke pinakoïdale splijtingsrichting. De kristallen zijn door de vlakken  $\infty P$ ,  $P$  en  $OP$  begrensd; dikwijls smelten  $OP$  en  $P$  tot één gebogen vlak ineen.

Olivien vond ik in verschen toestand in geen enkele der Andesieten; hier en daar komen echter vuilbruine kristallen voor, die den gemakkelijk herkenbaren kristalvorm van olivien vertoonen en dus waarschijnlijk sterk ontleede olivienkristallen zijn.

Tridymiet is een niet onbelangrijk secundair bestanddeel van de Andesieten van St. Eustatius. Tridymiet is in zijn voorkomen gebonden aan holten of spleten in de gesteenten, hoewel door de fijnheid der spleten dit dikwijls eerst bij dunne preparaten in het oog valt. Het mineraal vertoont zich als zeshoekige plaatjes, die meestal geheel isotroop schijnen te zijn. In één gesteente, uit de tuf van den hoofdvulkaan afkomstig, zijn de tridymiet-kristallen bijzonder groot en bereiken een diameter van 0.055 mm. Ze zijn hier niet meer isotroop, maar men kan aan hen tweelingsvorming waarnemen volgens de wet, die door von LASAULX is beschreven <sup>1)</sup>.

Bij alle Augiet-Andesieten is een van de eerste kenteekenen van ontleding de opvulling van de kleine spleten, zoowel in de grondmassa als in de veldspaten en augieten, met een donkerbruine ijzerhydroxydemassa. Dikwijls zijn van groote magnetietkorrels alle spleten bijzonder sterk met ijzerhydroxyde geïmpregneerd, zoodat dus duidelijk is waar te nemen, dat de ijzerhydroxyde uit de Magnetiet is ontstaan.

Onder het mikroskoop is de grondmassa der Augiet-Andesieten in den regel

1) A. VON LASAULX. Ueber das optische Verhalten und die Krystallform des Tridymits. Zeitschrift für Krystallographie etc. II. 3 pag. 273 Leipzig 1878.

grijs, bij uitzondering bruinachtig van kleur. Ze bestaat uit een groot aantal kleine meest langwerpige, rechthoekige veldspaatzuiltjes en augietkristalletjes of korrels, verbonden door een glasbasis, die meer of minder sterk ontglaasd en met magnetietkorreltjes doorspikt is. Gewoonlijk wemelt de glasbasis van talloze mikrolieten en globulieten en is daardoor anisotroop; niet zelden echter is ze mikrofelsitisch en dan slechts hier en daar dubbel brekend; de anisotrope plaatsen zijn in den regel doorschijnender en bestaan waarschijnlijk uit een opeenhooping van veldspaatstof, een zoogenaamden veldspaatgrond <sup>1)</sup>. Eene lichtbruine grondmassa vond ik bij die Andesieten, waar de glasbasis de overhand had boven de kristallen en waar ontglazing niet of slechts in geringe mate had plaats gehad.

De aard van de grondmassa beheerscht in hoofdzaak de uitwendige kleur der Andesieten. Is de grondmassa rijk aan lijstvormige veldspaten, dan is het gesteente gemeenlijk licht van kleur; donkere variëteiten daarentegen hebben doorgaans een dichte mikrofelsitische grondmassa, die rijk aan magnetiet is. Eene roodbruine kleur vindt men bij enkele Augiet-Andesieten, die sterk met ijzerhydroxyde zijn geïnfiltréerd.

Chalcedoon komt als ontledingsproduct meer dan eens voor; het is dan laagsgewijze in alle spleten, zoowel in de grondmassa als in de porfierische kristallen afgezet. De chalcedoon is anisotroop en vertoont gewoonlijk bij gekruiste nicols een spherolitische textuur.

Eene bijzondere samenstelling heeft een Augiet-Andesietfragment dat door mij bij *Gallowsbaai* in de tuf werd gevonden. Dit gesteente is sterk ontleed; in de fijne spleten is ijzerhydroxyde gedrongen en de talrijke wijdere spleten zijn met laagswijs afgezette chalcedoon gevuld. De veldspaten zijn bijna alle, met uitzondering van den buitensten rand, ondoorschijnend geworden. Bij de augieten is de ontleding van buiten naar binnen vooral ook langs de spleten voortgeschreden. Op Plaat III fig. 12 is een voorbeeld van deze ontlede augieten afgebeeld; de buitenste rand en de onmiddellijke omgeving der spleten is geheel ondoorschijnend, opacitisch. Daarop volgt een vezelachtig, geelgroen gekleurd ontledingsprodukt *b*, waarschijnlijk viridiet; eindelijk is hieruit op verschillende plaatsen *c* epidoot ontstaan. De epidoot is in gepolariseerd licht gemakkelijk door de heldere, gele en kobaltblauwe interferentiekleuren en door den schijnbaren reliefvorm te herkennen. Het binnenste gedeelte *a* van het augietkristal is onveranderd gebleven.

Nog moet een Augiet-Andesiet vermeld worden, die door mij in de tuf bij *Gallowsbaai* gevonden is. Deze Augiet-Andesiet is zeer poreus en bevat talrijke puimsteenslieren, zoodat makroskopisch het gesteente uit afwisselende lagen van puim-

1) J. LORÉ. Bijdrage tot de kennis der Javaansche Eruptiefgesteenten pag. 39.

steen en lava schijnt te zijn opgebouwd. De puimsteenslieren zijn bruingrijs van kleur en arm aan porfierische kristallen; in de soliede Andesiet zijn de porfierische kristallen talrijk; de grondmassa is daar zeer rijk aan veldspaat- en augiet-mikro-lithen en arm aan gasbellen. Dit gesteente is lichter dan een normale Augiet-Andesiet, doch blijft niet, zooals de puimsteen van de *White Wall*, op water drijven.

## 2. Hoornblende-Augiet-Andesiet.

De hoornblende-houdende Augiet-Andesieten komen op St. Eustatius slechts ondergeschikt voor. Rotsvormend treden ze alleen op in de oostelijke helft van den hoefijzervormigen *Signalhill*krater, waar breede gangen van Hoornblende-Augiet-Andesiet door de Augiet-Andesietmassa zijn gedrongen. Ook worden hier en daar in de tuf van den hoofdvulkaan, vooral aan de oostelijke helling, losse stukken van deze lava gevonden. Waarschijnlijk zal dit gesteente ook wel gangen in den krater van den hoofdvulkaan vormen; zij werden door mij niet waargenomen, hetgeen echter licht veroorzaakt is door de ongenaakbaarheid van den binnenrand van den krater en het dichte plantenkleed, dat hier alle voorwerpen op eenigen afstand aan het oog onttrekt.

De Hoornblende-Augiet-Andesieten zijn donkergrijs van kleur en reeds makroskopisch zeer gemakkelijk te herkennen aan de groote, zwarte, porfierische hoornblende-kristallen.

De chemische samenstelling, bepaald aan een onverweerd fragment van het gesteente van *Signalhill* is:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	55.72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7.41
Ca O . . . . .	8.59
Mg O . . . . .	2.81
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4.79
K <sub>2</sub> O . . . . .	3.30
	<hr/>
	98.63

Soortelijk Gewicht: 2.41.

De veldspaat is hoofdzakelijk oligoklaas; voor de veldspaten van deze gesteenten gelden dezelfde algemeene opmerkingen, als reeds gemaakt zijn bij de beschrijving van de Augiet-Andesieten. In deze Andesieten is de augiet steeds door een grooter aantal individu's vertegenwoordigd dan de hoornblende; de augieten bereiken echter nooit de grootte der hoornblendes, zoodat dan ook de laatste alleen het gesteente zijn eigendommelijk uiterlijk verleen.

De hoornblende der Andesieten van St. Eustatius is groene hoornblende met duidelijk, maar niet zeer sterk pleochroïsme. De kleur is voor stralen, die trillen

evenwijdig met de elast. as c bruingroen

» » » » » b olijfgroen

» » » » » a bleekgroen

$$c > b > a.$$

Als eene bijzonderheid van deze Hoornblende-Augiet-Andesieten moet opgemerkt worden, dat bruine hoornblende, die anders in kwartsvrije Andesieten bijna uitsluitend pleegt voor te komen, hier door mij niet werd aangetroffen.

Meestal vormt de hoornblende porfierische kristallen of gedeelten van kristallen; de grootte stijgt somtijds tot 8 mM. en slechts in één geval nam de hoornblende als kleine stompe kristalzuiltjes deel aan de samenstelling van de grondmassa. Scherpe omtrekken vertoonen in de slijppraeparaten de hoornblendes alleen dan, wanneer ze min of meer loodrecht op de richting der hoofdas zijn doorgesneden; de doorsnede is in dat geval zeshoekig en begrensd door de vlakken  $\infty P$  en  $\infty P\lambda$ . De vlakken uit de prismazone zijn steeds krachtig ontwikkeld, de eindvlakken  $OP$ ,  $P\bar{\omega}$  of  $\pm P$  echter hoogst zelden, zoodat de geheele kristallen den vorm van onregelmatig afgebroken zuilen hebben.

De prismatische splijtingsrichting is altijd door fijne spleten aangeduid; somtijds, zie Pl. III fig. 11, is daarmede eene klinopinakoidale splijting gecombineerd.

De hoornblendekristallen zijn meestal door een smallen, zwarten, korreligen rand omgeven; ook is wel eens van buiten naar binnen een grooter of kleiner gedeelte van de hoornblendesubstantie tot eene bruinzwarte massa omgezet. Twee verklaringen omtrent het ontstaan van dezen opacietrand bij de amphibolen der jonge eruptiefgesteenten hebben talrijke aanhangers; volgens de eene is de opacietrand niets anders dan een produkt van de langzame chemische omzetting der hoornblendekristallen gedurende het verweeringsproces, volgens de andere is de opacietrand reeds voor of tijdens de bekoeling der lavamassa ontstaan, en het gevolg van de kaustische werking van de nog vloeibaar gloeiende grondmassa op de reeds gevormde amphiboolkristallen<sup>1)</sup>. Vooral de empirische onderzoekingen van Dr. A. BECKER<sup>2)</sup> hebben aan de laatste verklaring, die naar zijn schepper de theorie van ZIRKEL mag genoemd worden, een krachtigen steun gegeven. Beide ver-

1) De opsteller van deze verklaring is ZIRKEL, in: Ueb. d. kryst. Gest. längs d. 40 Breitegrades in N. Amer. Ber. d. k. Sächs. Ges. v. Wiss. pag. 181. 1877. Aanhangers zijn o. a.: von LASAULX in: Der Aetna, Leipzig 1881, II pag. 484, en LOBIÉ l. c. pag. 33 en 121.

2) Dr. A. BECKER. Ueber die dunklen Umrandungen der Hornblendes und Biotites in den massigen Gesteinen. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1883. Band II, pag. 1.

klaringen komen hierin overeen, dat ze den opacietrand beschouwen als te bestaan uit de veranderde hoornblendesubstantie zelve. Het komt mij voor, dat geen der beide verklaringen in alle gevallen toepasselijk kan zijn. Niet alle opacietranden zijn namelijk gelijksoortig, maar men kan duidelijk twee typen onderscheiden.

Het eene type is een gelijkgekleurde bruinzwarte rand, die tot grootere of kleinere diepte zich van de buitenzijde naar het midden der kristallen uitstrekt en meestal bij spleten het diepst is voortgedrongen. Hij kan tot geheel ondoorschijnend worden der kristallen leiden. Steeds is hij gebonden binnen de kristallographische grenzen der kristallen. Behalve bij hoornblende komt hij ook, hoewel zeldzamer, bij augieten voor, zooals afgebeeld is op Pl. III, fig. 2, 4, 5 en 6. In dit geval heeft men zonder twijfel met eene chemische omzetting der hoornblende of augiet zelve te doen, hetgeen vooral blijkt uit de wijze, waarop de rand zich van buiten naar binnen uitbreidt en zich bij spleten voortzet en bovendien uit het feit, dat in de gesteenten, waar de porfierische kristallen zulke zwarte randen vertoonen, de kleine augiet- of hoornblendezuiltjes in de grondmassa steeds geheel of bijna geheel ondoorschijnend zijn geworden.

Een geheel anderen habitus heeft het tweede type van opacietrand, dat ik bij amphibolen veelvuldig, bij augieten slechts een enkele maal waarnam. Deze is steeds ongelijk, korrelig en buiten de kristallographische grenzen van het kristal gelegen, dus naar buiten niet scherp begrensd, naar binnen daarentegen duidelijk door de kristalvlakken van het onveranderde amphiboolkristal afgesneden <sup>1)</sup>. Deze rand nu kan onmogelijk als een ontledingsproduct van de hoornblende beschouwd worden, hetgeen behalve uit zijn ligging buiten de grenzen van het kristal nog uit het volgende blijkt. Vrij veelvuldig komen in de hoornblendekristallen kleine veldspaatkristalletjes voor, die gedeeltelijk door het hoornblendekristal worden omsloten, doch ook gedeeltelijk in de grondmassa uitsteken. Door deze nu wordt in den regel de zwarte rand plotseling afgesneden (zie Pl. III, fig. 11 rechts); in sommige gevallen echter zet de zwarte rand zich buiten het veldspaatkristalletje voort (Pl. III, fig. 11, links boven). Was nu de zwarte rand een ontledingsproduct van de hoornblende, dan zou hij zich even goed aan de binnenzijde der veldspaatkristalletjes, die in het hoornblendekristal steken, moeten voortzetten (zooals ook geschiedt bij den ontledingsrand Pl. III, fig. 2 en 5); voorts zou een rand, ontstaan door omzetting der hoornblende, zich nooit aan de buitenzijde van een veldspaatkristal kunnen voortzetten. Een donkerkorrelig ontledingsproduct

1) Niet altijd is de binnenste grens van dezen opacietrand volkomen scherp, want de buitenste rand van het kristal kan ook min of meer opaciet zijn geworden, we hebben dan met een combinatie van de beide typen van opacietranden te doen, welke elkaar natuurlijk wederzijds volstrekt niet uitsluiten.

van plagioklaas is immers te eenenmale onbekend en in het laatste geval zou de rand toch gedeeltelijk als zoodanig moeten beschouwd worden.

Moet men dus de eerste verklaring hier prijsgeven, ook de tweede kan in dit geval geen bevredigende oplossing geven.

Met de theorie van ZIRKEL is vooreerst de ligging en vorm van den opacietrand (Pl. III fig. 10 en 11) in strijd. Voorts is het niet duidelijk waarom door veldspaatkristalletjes, die gedeeltelijk in de hoornblende zijn gedrongen, de opacietrand wordt onderbroken, omdat toch de warmteverschillen aan de binnen- en buitenzijde van deze kristalletjes slechts zeer onbeduidend kunnen zijn. Voorts is ook volgens ZIRKEL's hypothese geheel onverklaarbaar, waarom bij dunne veldspaatkristalletjes (fig. 11) de zwarte rand zich aan de buitenzijde der veldspaat voortzet.

Eene bevredigende verklaring van deze verschijnselen kan de volgende hypothese geven. De zwarte rand <sup>1)</sup> is niet uit de hoornblendesubstantie zelve ontstaan, maar is het gevolg van een specifiek aantrekkingsvermogen van de gepraeformeerde hoornblende voor de donkere magnetietkorreltjes der grondmassa. Omdat de hoornblende een der eerste uitgekristalliseerde elementen is, heeft ze zich bij de bekoeling der lava geruimen tijd door de grondmassa bewogen, voordat deze stolde; bij die beweging zijn telkens meer magnetietkorreltjes binnen de smalle aantrekkings-sfeer van de hoornblende gekomen, zoodat zich ten slotte een aan magnetiet zeer rijke laag grondmassa (de opacietrand) om de hoornblendekristallen heeft vastgelegd. Neemt men aan, dat deze aantrekking zwak is en niet op grooten afstand werkt, dan is het duidelijk, waarom in fig. 11 de meeste veldspaatkristalletjes dien zwarten rand hebben onderbroken, maar aan de buitenzijde van een zeer dun veldspaatkristalletje de zwarte rand zich, hoewel flauwer, heeft voortgezet. COHEN <sup>2)</sup> neemt ook aan, dat een hoornblendekristal gedurende zijn groei aantrekking op de magnetiet-individueu der grondmassa uitoefent. Deze zoude zich dan om het groeiende kristal ophoopen en ten gevolge daarvan in grooter of kleiner aantal door de hoornblende worden ingesloten.

Twee fragmenten van Hoornblende-Augiet-Andesiet, die door mij aan de zuidoostelijke en zuidelijke helling van den hoofdvulkaan werden verzameld, verdienen nog afzonderlijke vermelding.

Bij beiden zijn de veldspaatkristallen gekenmerkt door een bijzonder groot aantal glasinsluitsels, welke steeds min of meer duidelijk in lagen evenwijdig met den omtrek van het kristal zijn gerangschikt; zijn de glasinsluitsels groot genoeg en regelmatig ten opzichte van de veldspaatmassa verdeeld, dan ontstaat

1) Het 2<sup>de</sup> type nl. verg. p. 42.

2) Neues Jahrbuch f. Min. etc. 1881. Band I, p. 195.



hieruit het verschijnsel van kristallen, opgebouwd uit afwisselende lagen van veldspaatstof en glas. Van de vele voorbeelden, die dit gesteente aanbiedt, zijn er twee op Pl. III, fig. 1 en 3, afgebeeld. Het glas van de veldspaatinsluitels is steeds lichtbruin gekleurd. In deze gesteenten komen zeer talrijk in de veldspaten glasinclusies voor, die om de libel een hof van kleurloos glas bezitten (Pl. III, fig. 8 en 9). De groote glasinclusies zijn steeds minder sterk ontglaasd dan het glas van de grondmassa.

### 3. Hoornblende-Andesiet.

Eene vulkanische bom, die door mij aan de zuidoostelijke helling van den *Signalhill* werd gevonden, bleek uit Hoornblende-Andesiet te bestaan; op geen enkele andere plaats heb ik dit gesteente op St. Eustatius aangetroffen.

Het gesteente bestaat bijna geheel uit porfierische kristallen van hoornblende, plagioklaas en magnetiet; het gesteente is schijnbaar holokristallijn en alleen bij nauwkeurig onderzoek blijkt, dat hier en daar strookjes grondmassa tusschen de kristallen zijn ingeklemd. De kristallen zijn bijna alle groot, van 0,8 mm. tot 10 mm. en zelden door duidelijke vlakken begrensd; doordat de kristallijne bestanddeelen zeer dicht bijeen liggen, hebben ze elkaar wederzijds in hun ontwikkeling gestoord.

De veldspaten vertoonen bijna alle eene duidelijke tweelingsstreping volgens de albietwet; somtijds gaat hiermede eene tweelingsvorming volgens de periklienwet gepaard. Glasinclusies en hoornblende-fragmenten zijn in de veldspaten niet ongevoelbaar. Onderzoek met kiezelzuurwaterstof toonde aan, dat de veldspaat in hoofdzaak kalknatronveldspaat is; in geringe hoeveelheid is ook zuivere albiet aanwezig.

Zeer in het oog vallend is het buitengewoon sterke pleochroïsme van de hoornblende. De hoofdkleuren van stralen, die evenwijdig met één der elasticiteitsassen trillen, zijn:

evenwijdig met  $a$  bleek geelgroen,  
 » »  $b$  olijfgroen,  
 » »  $c$  donker olijfgroen.  
 $c > b > a$

Een duidelijken kristalvorm vertoont de hoornblende in dit gesteente niet; bij onderzoek met gepolariseerd licht blijkt, dat tweelingen volgens  $\infty P\infty$  veelvuldig voorkomen.

De magnetiet bereikt in dit gesteente bijzonder groote afmetingen; de doorsnede van sommige korrels bedraagt bijna 2 mm.

Augiet heeft een zeer onbeduidend aandeel in de samenstelling van dit gesteente; ze komt alleen als kristallijne korrels voor, die meestal door hoornblende zijn omsloten.

De grondmassa, die slechts hier en daar kleine ruimten tusschen de kristal-

len opvult, bestaat uit een bruinachtig glas, dat hier en daar sterk door mikrolithen en kleine hoornblendezuiltjes is ontglaasd. De grondmassa is schuimachtig, overal dicht met gasbellen gevuld.

In dit gesteente komt dus een puimsteenachtige grondmassa voor, die alleen door snelle bekoeling kan zijn ontstaan, naast een aaneenvoeging van bijzonder groote kristallen, die niet anders dan in een langzaam afkoelende moederloog deze aanzienlijke afmetingen hebben kunnen verkrijgen. Houden we nu hierbij in het oog, dat het gesteente eene vulkanische bom is en dus met kracht uit de krateropening geslingerd is en een aanzienlijke baan door het luchtruim heeft beschreven eer het op de aarde is neergevallen, dan is het duidelijk, dat de puimsteenachtige grondmassa deze gedaante heeft verkregen gedurende de periode van snelle afkoeling na het uitwerpen uit den kratermond; maar tevens volgt hieruit, dat de porfierische kristallen reeds in den krater in de vloeibare lava moeten gevormd zijn; de structuur van dit gesteente levert dus op nieuw een bewijs voor de onderstelling, dat porfierische kristallen in de jonge eruptiefgesteenten niet tijdens de afkoeling der lavastroommen zijn gevormd, maar reeds voor de uitvloeiing in den krater aanwezig waren.

#### 4. Hyperstheen - Augiet - Andesiet.

Hyperstheen-Augiet-Andesiet wordt op St. Eustatius als losse stukken op meer dan één plaats in de tuf van den hoofdvulkaan gevonden, maar vooral aan de noordwestelijke helling van dezen berg is ze niet ongewoon.

Deze Hyperstheen-Andesiet is makroskopisch door haar roodbruine kleur gemakkelijk van Augiet-Andesiet te onderscheiden.

De hyperstheen is in flinke, duidelijke kristallen aanwezig; ze bereiken hier en daar een lengte van 1.25 mM. bij een breedte van 0.32 mM. De hyperstheen is bruinachtig groen tot helderbruin van kleur; ze bezit talrijke vrij groote glasin-sluitsels met duidelijke gasbellen.

Het pleochroïsme is niet zeer duidelijk; bij dunne doorsneden is de kleur voor stralen, trillende

evenwijdig met  $a$  bleek roodachtig geel,

» »  $b$  bleek groen,

» »  $c$  licht roestbruin.

$$c > a > b$$

De hyperstheenkristallen zijn zuilvormig; de vorm wordt beheerscht door de krachtig ontwikkelde opstaande pinakoïden  $\infty P\infty$  en  $\infty P\infty$ ; de kanten der zuilen zijn door het prisma  $\infty P$  afgestompt. Aan de uiteinden zijn de zuilen meestal toe-

gespitst door de vlakken van eene pyramide, somtijds stomper begrensd door een brachydoma.

De splijtingsrichting is bijna uitsluitend prismatisch, zelden brachydiagonaal. De hyperstheen is kenbaar aan haar uitdoovingsrichtingen, die evenwijdig met de hoofdsneden van de kristallen verlopen. Bovendien onderscheidt zich hyperstheen van augiet door het feit, dat bij doorsneden, bij welke de hoek der prismavlakken niet of weinig van  $90^\circ$  verschilt, in convergent gepolariseerd licht duidelijk de beide hyperbolen te voorschijn treden. De snede moet dan een bisectrix loodrecht of nagenoeg loodrecht getroffen hebben. Vertoont een hyperstheendoorsnede een prismahoek van  $90^\circ$ , dan is de hoofdas loodrecht getroffen; de vertikaalas is echter bij hyperstheen steeds bisectrix, waaruit volgt, dat beide hyperbolen moeten zichtbaar worden. Bij augiet daarentegen kan bij een kristal, dat een prismahoek van  $90^\circ$  vertoont, nooit een bisectrix loodrecht getroffen zijn en kunnen dus ook niet beide hyperbolen met hun middelpunt in het midden van het gezichtsveld zichtbaar worden<sup>1)</sup>.

In deze Hyperstheen-Augiet-Andesiet komt veelvuldig eene vergroeiing van hyperstheen met augiet voor, zoodanig, dat de hyperstheenkristallen door een laag van augiet zijn omgeven. Het omgekeerde geval schijnt niet voor te komen. Augiet is steeds volgens deze wet om de hyperstheenkernen heengegroeid, dat de opstaande pinakoïden der augiet evenwijdig loopen met die der hyperstheenkern. Bij sneden, die ongeveer loodrecht de as c getroffen hebben, is het contrast tusschen de hyperstheenkern en de augietrand zeer duidelijk. Loopt in dit geval de as b evenwijdig met de nicolhoofdsnede, dan is het verschil zeer gering, want beide vertoonen een bleek groene tint; na  $90^\circ$  draaiing van de voorwerptafel wordt de hyperstheen roodachtig geel terwijl de augiet haar gewone tint behoudt. Bij gekruiste nicols biedt het bonte kleurenspeel van den augietrand een scherp contrast aan met de tusschen helder roodbruin en grauwwaart afwisselende hyperstheentinten.

De plagioklaaskristallen zijn niet zeer scherp begrensd; ze zijn zeer rijk aan insluitels, welke in de eerste plaats uit glas, maar ook wel uit hyperstheen- of augietkorrels bestaan. Ook apatietzuiltjes ontbreken in de veldspaat niet.

Augiet neemt in dit gesteente een zeer ondergeschikte plaats in.

De grondmassa bestaat voor het grootste gedeelte uit stompe hyperstheenzuiltjes en lijstvormige veldspaatkristalletjes, benevens kleine magnetietkorreltjes, die door een zeer licht getint glas zijn verbonden.

Het gesteente is hier en daar met ijzerhydroxyde geïmpregneerd.

1) FREDERICK H. HATCH. Ueber die Gesteine der Vulkangruppe von *Arequipa*. Mineralogische und Petrographische Mittheilungen. Band 7. Heft. 4, *Wien* 1886.

## 5. Puimsteen.

Puimsteen komt over het geheele eiland St. Eustatius voor, maar is in de tuffen van den hoofdvulkaan veel overvloediger dan in het noordelijk heuvelland. Men kan twee scherp gescheiden vormen onderscheiden.

## A. Augiet-Andesiet-puimsteen.

Deze komt in chemische samenstelling met Augiet-Andesiet overeen. Hij komt voor zoowel in het noordelijke heuvelland als in de bovenste tuflagen van den hoofdvulkaan. Hij is lichtbruin van kleur. Deze puimsteen is altijd rijk aan gepraefor-meerde kristallen van augiet, plagioklaas en magnetiet. In de tuf heb ik vele tusschenvormen tusschen deze puimsteen en echte Augiet-Andesietlava gevonden.

## B. Daciet-puimsteen.

De chemische samenstelling, bepaald aan een fragment van de puimsteen-lava van de *White Wall*, is:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	69.54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12.68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4.01
Mg O . . . . .	3.52
Ca O . . . . .	4.41
K <sub>2</sub> O . . . . .	1.43
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3.71
Ti O <sub>2</sub> . . . . .	spoor
	<hr/> 99.30

Het gloeiverlies bedroeg 2.68 %.

In chemische samenstelling komt deze puimsteen zeer veel met die van de *Soufrière op Guadeloupe* overeen.

Puimsteen van de *Soufrière op Guadeloupe*<sup>1)</sup>.

Si O <sub>2</sub> . . . . .	69.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	9.69
Fe O. . . . .	8.39
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	spoor
Ca O . . . . .	0.32
Mg O . . . . .	3.18
K <sub>2</sub> O. . . . .	1.52
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3.32
	<hr/> 99.08

1) CH. ST. CLAIRE DEVILLE. Bulletin de la Société Géologique (2) VIII 1851, pag. 427.

Deze puimsteen is beperkt tot de tuflagen van den hoofdvulkaan, die meer dan 15 M. onder de oppervlakte zijn gelegen en tot een compacte laag van ruim  $3\frac{1}{2}$  M. dikte, die in het *Sugarloaf* wordt aangetroffen (Zie pag. 28). Door zijn helderwitte kleur en fijn vezelige textuur kan men hem makroskopisch gemakkelijk van de andesiet-puimsteen onderscheiden.

Bij mikroskopisch onderzoek blijkt het hoofdbestanddeel van dit gesteente een bijna kleurloos glas te zijn, waarin talloze groote en kleine gasbellen voorkomen, die alle in dezelfde richting zeer sterk zijn uitgerekt, waardoor de draderige textuur wordt teweeg gebracht. Ondergeschikt worden in het gesteente porfierische kristallen van veldspaat, hoornblende en augiet aangetroffen. Deze kristallen onderscheiden zich volstrekt niet door grooten rijkdom aan glasinsluitels. Een begin van globulitische ontglazing wordt door het geheele gesteente aangetroffen.

#### 6. Tuf.

De fijne tuf, de vroegere vulkanische asch, die op St. Eustatius een zeer groot gedeelte van den bodem vormt, komt in chemische samenstelling met Augiet-Andesiet overeen. Zij bestaat hoofdzakelijk uit glassplintertjes, gemengd met fragmentjes van veldspaat- en augiet-kristallen en magnetietkorrels. Sporadisch komen ook hoornblende- en hyperstheenstukjes in de tuf voor. Het materiaal is steeds zeer fijn en de kristalletjes zijn nimmer volledig. De kleur der tuffen wisselt tusschen lichtgrijs en donkergrijs af; de lichtgrijze tuf is het rijkst aan glassplinters en puimsteenfragmentjes.

#### 7. Titaanmagneetijzererts.

Het ijzerzand, dat den bodem van het strand en van de zee in de nabijheid van het strand vormt, bestaat uit ondoorschijnende metaalglanzende korrels. Het is titaanhoudend en wordt grootendeels sterk door den magneet aangetrokken. Het bestaat dus waarschijnlijk voor het grootste gedeelte uit magnetiet en titaanmagneetijzer. Een klein gedeelte wordt niet door den magneet aangetrokken en bevat wellicht titaanijzer. Ook augietkorrels, veldspaatfragmentjes en enkele hyperstheenzuiltjes worden in dit ijzerzand gevonden. Het is een uitstekend ijzererts en zoude, omdat het zoo gemakkelijk verkrijgbaar aan de oppervlakte ligt en daardoor zonder veel kosten zou kunnen verkregen worden, misschien wel met voordeel kunnen geëxploiteerd worden.

Op St. Eustatius worden, deels rotsvormend, deels als lokale afzettingen nog de volgende mineralen aangetroffen:

### 1. Gips.

Rotsvormend treedt de gips op boven aan de *White Wall*. De wijze van voorkomen is nader beschreven in Hoofdstuk IV. De kristallen zijn zuilvormig en door de ruwe vlakken  $\infty P$  begrensd. Ze bereiken dikwijls een aanzienlijke grootte; kristalzuilen van 4 cM. doorsnede en 25 cM. lengte zijn geen zeldzaamheden.

Bij *Jenkinsbaai* komt ook zeer veel gips voor; ze heeft hier de spleten in een verweerd Augiet-Andesiet-gesteente opgevuld. De gips bij *Jenkinsbaai* is zuiver gekristalliseerd de combinatie  $\infty P \infty$ ,  $\infty P$  en  $-P$  is het veelvuldigst. De bouw der kristallen is gewoonlijk duidelijk zonair; dikwijls worden perioden van rust in den groei door inwendige lagen van zwarte korreltjes, die evenwijdig met de kristalvlakten liggen, gekenmerkt. Talrijk zijn hier ook gebogen kristallen, die eene glijding der molekulen evenwijdig met het vlak  $\frac{1}{2} P \infty$  vertoonen. Ook tweelingen met  $\infty P \infty$  als tweelingsvlak zijn niet ongewoon.

In vele hopen van de kust in het noordelijk heuvelland wordt ook gips als een fijn kristallijn bekleedsel der rotswanden aangetroffen als zoogenaamde »Gipsblüthe».

### 2. Opaal.

Dit mineraal komt in gangen in de Augiet-Andesiet bij *Negropath* veelvuldig voor. Het is donker olijfgroen tot geelgroen van kleur, het is of aan de kanten doorschijnend of halfdoorschijnend. Het heeft eene zuiver schelpachtige breuk. Uiterlijk gelijkt het sprekend op chlooropaal.

De chemische samenstelling is:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	90.49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3.97
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.66
Ca O . . . . .	spoor
K <sub>2</sub> O en Na <sub>2</sub> O . . . . .	spoor
H <sub>2</sub> O (direkt bepaald) . . . . .	3.18
	<hr/> 99.30

Het soortelijk Gewicht is 1.99.

Het mineraal vult de gangen niet geheel, maar laat talrijke scheuren en holten open, die alle met chalcedoon zijn bekleed.

Bij mikroskopisch onderzoek blijkt het mineraal eene celachtige structuur te bezitten, die aan verkiezeld hout herinnert. Deze structuur wordt vooral bij gekruiste nicol's duidelijk, omdat dan het geheel zich als eene donkere massa voordoet waarop een netwerk van eene dubbelbrekende stof schijnt te rusten.

### 3. Kalkspaat.

Kalkspaat komt even ten noorden van *Jenkinsbaai* in spleten in de Augiet-Andesiet voor. De kristallen zijn niet waterhelder en onduidelijk begrensd. De kristallen, bij welke het mogelijk was de vlakken te bepalen, bleken te bestaan uit de combinatie  $\infty R$ ,  $-\frac{1}{2} R$ . Amorphe en kryptokristallijne calciumcarbonaat komt als hoofdbestanddeel van de koraalkalk van de *White Wall* en in losse uitwerpsels in de tuf van den hoofdvulkaan voor.

### 4. Bruinijzererts

Dit mineraal komt in grofkorreligen toestand bij *Jenkinsbaai* voor; het is schaalsgewijze afgezet in spleten.

### 5. Pyriet.

Kleine pentagoondodekaëders van Pyriet zijn in groote hoeveelheid aanwezig in eene blauwe aarde, die ongeveer  $\frac{1}{2}$  M. onder de oppervlakte van den grond aan het strand bij *Jenkinsbaai* voorkomt. Deze aarde is door verweering der Augiet-Andesiet ontstaan, waarschijnlijk onder den invloed van eene solfatare.

## VI. ST. EUSTATIUS IN ZIJN VERBAND MET DE OVERIGE ANTILLEN.

De geologische gesteldheid van het eiland St. Eustatius is tot nog toe zeer onvolledig beschreven.

CH. ST. CLAIRE DEVILLE, die eenige jaren op de *Antillen* geognostische onderzoekingen heeft gedaan, heeft in 1841 ook een bezoek aan St. Eustatius gebracht en heeft er eene geologische collectie gemaakt. Hij stelde zich voor in het 3<sup>de</sup> deel van zijn „*Voyage géologique aux Antilles*” een uitvoerige beschrijving van alle vulkanische eilanden te geven. Dat werk is echter niet compleet geworden; alleen zijn in het 1<sup>ste</sup> deel eenige door hem op St. Eustatius gemeten hoogten opgegeven; ze zijn door mij in Hoofdstuk II op pag. 12 vermeld.

A. H. BISSCHOP GREVELINK heeft in 1846 eene verhandeling over St. Eustatius gepubliceerd, waarin een hoofdstuk aan de gesteldheid van den bodem wordt gewijd. Schrijver somt de bestanddeelen op, waaruit de aardkorst op het eiland is samengesteld; hoewel schrijver van eene goede terreinkennis blijk geeft, is zijne bedoeling niet altijd duidelijk, omdat hij niet met de gebruikelijke benamingen der gesteenten blijkt vertrouwd geweest te zijn. Tamelijk uitvoerig spreekt hij over de tuffen, die als trasspecie plachten uitgevoerd te worden.

Ook de algemeene werken over vulkanen leeren ons over St. Eustatius zeer weinig. DAUBENY <sup>1)</sup> en SCROPE <sup>2)</sup> molden slechts, dat St. Eustatius den volkomensten krater der Antillen bezit, welke naar zijn vorm de *Punch-bowl* wordt genoemd. Voorts geven ze op, dat puimsteen het voornaamste bestanddeel der uitgeworpen stoffen is en dus de lava's waarschijnlijk uit zeer veldspatrijke trachyt zullen bestaan.

Andere dergelijke kleine aantekeningen over St. Eustatius, die in algemeene werken verspreid staan, zijn niet van eenige beteekenis. Omtrent de afmetingen

1) DAUBENY. *On volcanoes* 1848.

2) G. POULETT SCROPE. *Volcanoes*. London 1872.



en de hoogte van den hoofdvulkaan munten ze echter uit door tegenstrijdigheid en onjuistheid.

Van groot belang is de verhandeling van Dr. P. T. CLEVE. Hierin wordt eene duidelijke geognostische beschrijving gegeven van het gedeelte der *Antillen*, dat zich van *Puerto-Rico* tot *St. Kitts* uitstrekt. Ook aan *St. Eustatius* is in die verhandeling een plaatsje ingeruimd. Omdat CLEVE's verhandeling niet gemakkelijk te verkrijgen is, laat ik zijne korte beschrijving hier volgen <sup>1)</sup>.

*St. Eustatius*, also a Dutch possession, is a small, entirely volcanic, island, 6.7 kilometers in length and 4.7 kil. in breadth. In the southern part is a conical volcanic mountain called "the *Quill*" or "the *Punch Bowl*." The summit is one of the most regular craters. The mountain reaches about 594 meters above the sea-level, and the opening of the crater is about 740 meters in diameter. The whole crater is overgrown with a rich tropical vegetation. The slope of the mountain is very steep, in the higher parts about 45° but on an average about 25°. The exterior surface of the volcano is grooved by radiating furrows hollowed by rainwater. The volcano, of which no eruption is recorded, seems never to have emitted lava-currents, the whole cone being constructed of loose materials, boulders and trachytic tufa. In the lower parts surrounding the mountain the tufa is disposed in very regular strata. On the western slope is a small hill called *Round Hill*, which seems to be a parasitical cone.

In the northern part of the island are several hills and rocks, all of volcanic origin. Some consist of trachyte or old lava-currents, and others of trachytic tufas. They are evidently of an older date than the *Quill*, as tufas from the latter cover some parts of the trachytic rocks. No regular craters are visible in the northern part, only crests and hills, which have probably been parts of volcanic cones or lava-currents, partially destroyed by denudation. No fossils are found in that part of the island.

Deze beschrijving heeft door hare kortheid iets vaags en onvolkomens, wat vooral spreekt uit het gebruik van den zeer algemeenen naam trachyten, voor alle vulkanische gesteenten, die op *St. Eustatius* worden aangetroffen.

In overeenstemming met Dr. CLEVE <sup>2)</sup> meen ik, dat de vulkanische werkzaamheid, waardoor het tegenwoordige *St. Eustatius* is ontstaan, in het post-pliocene tijdperk heeft plaats gehad. Het nauwe verband, dat er tusschen de geheele vulkaanreeks der *Jonge Antillen*, waartoe verscheidene nog min of meer werkzame vulkanen behooren, bestaat, pleit voor dezen jongen datum. De samen-

1) l. c. pag. 19.

2) l. c. pag. 18.

stelling van de *White Wall*, in welke lagen met post-plioceene fossielen afwisselen met vulkanische uitwerpsels, geeft een meer direkt bewijs van de werkzaamheid van den hoofdvulkaan van St. Eustatius in post-plioceenen tijd.

Over het ontstaan van St. Eustatius schrijft CLEVE<sup>1)</sup>: „That fossiliferous deposit (the *White Wall*), as well as the regular stratification of the tufa in the land around the cone, seem to prove, that the lower part of the volcano is formed by submarine eruptions and that the island has been raised afterwards.”

Naar mijne meening moet men het ontstaan van de *White Wall* beschouwen als het gevolg van eene lokale opheffing (zie boven pag. 31), welke geheel onafhankelijk is van het ontstaan der tuffen. Bewijzen voor algemeene opheffing zijn nergens elders op het eiland te vinden. Voorts komt het mij zeer onwaarschijnlijk voor, dat de tuffen, die nu boven den spiegel der zee liggen, onder water zouden zijn afgezet. Hiertegen pleit de absolute afwezigheid van marine fossielen in de tuf en het feit, dat afdrucken van bladeren en takjes van landplanten door mij in de tuf zijn gevonden. De regelmatige opeenvolging der tuflagen is volstrekt geen bewijs voor CLEVE's stelling; bovendien liggen de lagen niet volkomen horizontaal, maar hellen overal volgens de stralen van den hoofdvulkaan. Het voorkomen van talrijke puimsteenstukken in iedere tuflaag is ook niet te verklaren wanneer we aannemen, dat de tuf in het zeewater is afgezet. Mijne denkbeelden hieromtrent kan ik in de volgende woorden samenvatten.

Het eiland St. Eustatius is ontstaan door vulkanische werkzaamheid, die eerst haar zetel heeft gehad in het noordelijke gedeelte van het eiland en later (misschien gelijktijdig en later) in den hoofdvulkaan. Gedurende het tijdperk van werkzaamheid van den hoofdvulkaan heeft zich ook submariene de fossielenhoudende formatie van de *White Wall* gevormd, welke door lokale werking tot haar tegenwoordig niveau is opgeheven.

Het geheele eiland, maar vooral het oudste, noordelijke gedeelte, is vroeger veel grooter geweest, maar is sterk verminderd door den afslag van de golven en door denudatie; zeer waarschijnlijk verkeert het eiland in eene periode van daling. Men mag veronderstellen, dat de vulkanen van St. Eustatius vroeger submariene waren, want op het oogenblik is nergens het gesteente te vinden, waarop ze rusten; zekere bewijzen heeft men hiervoor echter niet. In ieder geval mag men met zekerheid aannemen, dat hetgeen zich nu boven den waterspiegel verheft, uitgezonderd de *White Wall*, niet onder de oppervlakte der zee is ontstaan.

Over den aard der erupties van de vulkanen in het noordelijk heuvelland

1) l. c. pag. 21.

kan men geen oordeel vellen, omdat de losse uitwerpselen bijna alle door de zee zijn verzvolgen; de wijde der kraters en de geringe uitbreiding der lava's doet echter vermoeden, dat de uitbarstingen rijk aan losse uitwerpselen en arm aan lava zullen geweest zijn.

Met groote zekerheid kunnen we dat bij den hoofdvulkaan vaststellen; de uitbarstingen zijn hier altijd gekenmerkt geweest door buitengewoon sterke gas- en dampuitstroomingen, wat men uit het ontbreken van lavastroomen en de aanwezigheid van aanzienlijke hoeveelheden asch en puimsteen mag besluiten. Uit de dikte en het groote aantal der opeenliggende tuflagen kan men, omdat iedere tuflaag het resultaat van één uitbarsting is, afleiden, dat de uitbarstingen talrijk en krachtig zijn geweest. Bij het neervallen hebben zich de uitgeworpen stoffen naar hunne specifieke zwaarte op den bodem gerangschikt. De samenstelling van iedere tuflaag (zie pag. 23) leert ons, dat bij het begin van iedere uitbarsting vele puinbrokken zijn omhoog geslingerd, dat gedurende het midden bijna uitsluitend asch werd uitgeworpen en dat iedere eruptie besloten werd met het uitbraken van groote hoeveelheden puimsteen. St. Eustatius bevat een fraai voorbeeld van de wijze, waarop men uit den vorm van een krater gevolgtrekkingen mag afleiden omtrent den aard der uitgeworpen stoffen. Smalle, ondiepe en veelvuldig naar ééne zijde doorgebroken kraters komen meestal voor bij vulkanen, wier uitbarstingen rustig verlopen en veel vloeibare lava doen uitvloeien; wijde, diepe en meestal volkomene, bijna cirkelronde kraters zijn eigen aan vulkanen, wier uitbarstingen hevig (paroxysmatisch) zijn en wier uitwerpsels uit asch of losse stukken bestaan, die hoog in de lucht worden geslingerd. Lavastroomen worden bij zulke vulkanen slechts zelden aangetroffen.

De periode van rust tussehen twee uitbarstingen is somtijds zeer lang geweest, hetgeen blijkt uit de afwisselende lagen van vulkanische produkten en kalksteen met fossielen, die in de *White Wall* worden gevonden. Gedurende het submarine tijdperk van den vulkaan hebben soortgelijke rustperioden plaats gehad, hetgeen blijkt uit stukken koraalkalksteen met fossielen, die hier en daar tussehen vulkanische puinbrokken als uitwerpsels in de tuf van den hoofdvulkaan voorkomen.

Het zoude gewaagd zijn ook slechts bij benadering de gemiddelde hoeveelheid der stoffen te bepalen, die bij ééne uitbarsting werden uitgeworpen, want het is niet uit te maken, hoever zich vroeger de tuffen hebben uitgestrekt. Wel is het waarschijnlijk, dat in oostelijke en zuidoostelijke richting de tuffen geene zeer aanzienlijke uitbreiding hebben gehad, want de krachtige oostelijke passaatwind moet een belangrijken invloed hebben uitgeoefend op de omhoog geslingerde

fijne uitwerpsels, die zich daardoor zeker aan de lijszijde grootendeels zullen hebben opgehoopt.

De bouw van het eiland St. Eustatius staat, zooals een enkele blik op de kaart der *Antillen* reeds doet verwachten, in nauw verband met die van eene rij eilanden, die zich van *Saba* tot *Grenada* uitstrekken. St. Eustatius is het tweede eiland in die rij. Ze liggen allen tusschen  $17^{\circ} 40'$  en  $16^{\circ} 17'$  N. Br. en  $60^{\circ} 46'$  en  $63^{\circ} 15'$  W. L. De geheele reeks van deze vulkanische eilanden vormt een gebogen lijn, waarvan de concave zijde naar de *Caraïbische Zee*, de convexe naar den *Atlantischen Oceaen* is gekeerd. Het noordelijkste punt van deze lijn ligt bij *Saba*, op *Saba* volgt *St. Eustatius* daarna *St. Kitts*. Deze drie eilanden liggen op eene mathematisch rechte lijn. *Nevis* en *Montserrat* wijken bijna onmerkbaar in zuidelijke richting van die lijn af. Voorbij *Montserrat* wordt de kromming bij *Guadeloupe* en vooral bij *Dominique* sterker. Hierop volgt *Martinique*, dat met *Dominique* aan de ééne zijde en *St. Lucia* aan de andere zijde weder nagenoeg in eene rechte lijn ligt, bij *St. Lucia* en vooral bij het daarop volgende *St. Vincent* buigt zich de eilandenreeks steeds meer in zuidwestelijke richting, totdat eindelijk de zuidelijkste eilanden, de *Grenadinen* en *Grenada*, weder met *St. Vincent* op eene rechte lijn gelegen zijn.

De geheele vulkaanreeks vertoont zich als eene gebroken lijn, waarvan de buigpunten op *St. Vincent*, *St. Lucia*, *Dominique* en *Guadeloupe* liggen. Het is gemakkelijk in te zien, dat, waar twee spleten in de aardschors elkaar snijden, zeer zwakke plaatsen ontstaan, waardoor allicht eene verbinding tusschen de atmosfeer en de vloeibaar gloeiende aardkern kan tot stand komen. Wanneer dus spleten de zetel van vulkanische werkzaamheid zijn geworden, zal deze zich het krachtigst en vooral het langst doen gelden op die plaatsen, waar zulke spleten elkaar ontmoeten. De vulkanische werkzaamheid heeft zich hiermede overeenkomstig op de *jonge Antillen* het langst geuit op *Guadeloupe*, *Dominique* en *St. Vincent* (van *St. Lucia* is nagenoeg niets bekend). Terwijl op *Saba*, *St. Eustatius*, *St. Kitts*, *Nevis*, *Martinique*, *Grenada* en de *Grenadinen* niets of bijna niets meer aan vulkanisch leven doet denken, zijn van de andere eilanden nog uit historischen tijd uitbarstingen bekend, terwijl fumarolen, geysir's, solfataren en heete bronnen daar niet ontbreken.

Behooren dus deze eilanden tot een zelfde terrein van vulkanische werkzaamheid, hun nauwe verwantschap uit zich duidelijk in het petrographisch karakter van de uitgeworpen stoffen. De grondslag van alle *jonge Antillen* bestaat, voor zooverre dat bekend is <sup>1)</sup>, uit Andesiet, welke op 'de meeste eilanden in hoofd-

1) Omtrent het petrographisch karakter der lava's van *Grenada*, de *Grenadinen* en *St. Vincent* heb ik in de literatuur niets kunnen vinden.

zaak Augiet-Andesiet is. Soms tijds echter heeft Hoornblende-Andesiet de overhand, zooals door mij op *Saba* is waargenomen. Waarschijnlijk ontbreekt Hoornblende-Andesiet op geen der vulkanische *Antillen*. Hyperstheen-Andesiet is op *Montserrat* <sup>1)</sup> en op St. Eustatius (zie pag. 45) gevonden en zal vermoedelijk wel op meer eilanden voorkomen.

Door deze andesietmassa, welke aan die eilanden tot grondslag ligt, zijn op sommige plaatsen, zooals op *Guadeloupe* <sup>2)</sup> bij den ouden kraterwal om de *Soufrière* en op *Martinique* <sup>3)</sup> basische lava's, echte basalten, heen gedrongen. Op *Martinique* wordt bijna een derde gedeelte van den bodem van het geheele eiland door basische eruptiegesteenten gevormd.

Eindelijk is op vele der vulkanische *Antillen* een der jongste tijdperken van werkzaamheid gekenmerkt door het uitvloeien van lava van een zeer groot kiezelzuurgehalte. Hiertoe behoort bijv. de Lipariet van de *Pitons du Carbet* op *Martinique* welke 75.67% kiezelzuur bevat <sup>4)</sup>, verder de Rhyolieth en de puimsteen en obsidiaan, welke den centralen kegel van de *Soufrière* op *Guadeloupe* samenstellen <sup>5)</sup>; ook moet hiertoe de puimsteen in de *White Wall* op St. Eustatius gerekend worden.

Op *Martinique* <sup>6)</sup> en op *St. Eustatius* zijn de uitbarstingen besloten door 't uitwerpen van asch en puimsteen van een kiezelzuurgehalte, dat tusschen 54 en 63% afwisselt, die dus tot de Andesiet-groep behooren. Op *Guadeloupe* zijn de Liparieten de laatst uitgeworpen stoffen geweest.

Vatten we de weinige gegevens, die ons ten dienste staan, samen en nemen we in aanmerking dat de *Soufrière* op *Guadeloupe* later (1797) heeft gewerkt dan een der genoemde vulkanen, zoo volgt daaruit, dat uit de groote spleet, waarop de vulkanen der *Antillen* zich hebben opgebouwd, eerst lava's van een gemiddeld kiezelzuurgehalte, Andesieten, zijn gevloeid. Daarna zijn afwisselend zure en basische produkten uitgeworpen, terwijl ten slotte alleen stoffen van een hoog kiezelzuurgehalte aan de oppervlakte der aarde zijn te voorschijn gekomen <sup>7)</sup>.

Voor de *Antillen* geldt dus volstrekt niet de regel, dien men bij vele vulkanen der Oude Wereld heeft opgemerkt, dat het kiezelzuurgehalte der lava's af-

1) THOMAS H. WALLER, A lava from *Montserrat*. Geological Magazine 1883. pag. 290.

2) CH. ST. CLAIRE DEVILLE, Mémoire sur les roches volcaniques des *Antilles* 1851. Comptes Rendus. Tome 32, pag. 673.

3) J. SIEMIRADSKY, Die geognostische Verhältnisse der Insel *Martinique*. Dorpat, 1884.

4) J. SIEMIRADSKY, l. c. p. 23 en volgende.

5) CH. ST. CLAIRE DEVILLE, l. c. pag. 674.

6) J. SIEMIRADSKY, l. c. pag. 35. Die jungeruptiven Gebilde der *Montagne Pelée*.

7) Het is zeer te betreuren, dat niets bekend is omtrent de samenstelling van de lava, die in 1812 uit de *Soufrière* op *St. Vincent* is gevloeid.

neemt en de jongst uitgeworpen stoffen meestal sterk basisch zijn. Daar men meende, dat deze regel algemeene geldigheid voor alle vulkanen op aarde bezat, heeft men er de volgende verklaring van gegeven. Omdat de afkoelingskorst der aarde steeds dikker wordt, moeten voortdurend de lava's uit grotere diepten naar boven dringen; vergelijking van het soortelijk gewicht van de geheele aarde met dat van de bekende aardkorst leert, dat het soortelijk gewicht naar het middelpunt der aarde moet toenemen; men meende nu in het toenemen van het soortelijk gewicht der lava's (want bij afneming van het kiezelzuurgehalte neemt het soortelijk gewicht toe) een feitelijk bewijs te zien, dat op grotere diepte steeds andere gesteenten voorkomen, die telkens een grooter soortelijk gewicht bezitten. Het is echter om het soortelijk gewicht van de geheele aarde te verklaren volkomen onnoodig, aan te nemen, dat de gesteenten in het binnenste der aarde aanzienlijk van die aan de oppervlakte verschillen, want uit de meerdere dichtheid der diep in de aarde gelegen gesteenten, die het gevolg der drukking is, volgt van zelve, dat hun soortelijk gewicht grooter moet zijn, al is ook hun mineralogische samenstelling volkomen gelijk aan die van gesteenten aan de oppervlakte der aarde.

De nauwe samenhang, die er tusschen de vulkanische *Antillen* bestaat, is steeds door alle geologen erkend, maar omtrent het verband tusschen deze eilanden met de overige en omtrent het verband tusschen de niet vulkanische eilanden van *West-Indië* onderling heeft steeds verschil van gevoelen bestaan. De verschillende opvattingen gaven tot verschillende indeelingen van de *Antillen* aanleiding.

De eerste verdeeling is gegeven door CORTÈS<sup>1)</sup>. Hij verdeelt de *Antillen* als volgt in vier klassen:

1<sup>ère</sup> Classe. Iles composées en partie de matières dites primitives, et en partie volcaniques et calcaires; ce sont les *Grandes Antilles*, la *Trinité*, *Portorique*, *Cuba*, *Saint-Domingue* et la *Jamaïque*.

2<sup>e</sup> Classe. Iles entièrement volcaniques, comme la *Grenade*, *Saint-Vincent*, *Sainte-Lucie*, la *Martinique*, la *Dominique*, les *Saints*, la *Guadeloupe* proprement dite, *Montserrat*, *Saint-Eustache*, *Saint-Christophe* et *Saba*.

3<sup>e</sup> Classe. Iles entièrement calcaires. Telles sont *Mariegalante*, la *Désirade*, *Curaçao*, *Bonaire* et en général toutes les îles et îlets peu élevés.

4<sup>e</sup> Classe. Elle comprend les îles, dont l'origine est due en partie aux feux

1) Mémoire sur la géologie des *Antilles*. Extrait d'une lettre de M. CORTÈS (au Fort royal de la *Martinique*) à M. HUMBOLDT. Journal de physique, de chimie etc. Tome LXX 1810. p. 129.

volcaniques et en partie aux substances calcaires organiques; telles sont *l'Antigue*, *Saint Barthélemi*, *Saint-Martin*, *Saint-Thomas* etc.

Deze indeeling, welke het voorrecht bezit de eerste te zijn, die aan de geologische verwantschappen der eilanden recht deed wedervaren, heeft zich zeer lang staande gehouden.

CORTÈS' indeeling werd echter onbruikbaar, toen de betrekkelijke waarde van de woorden primitive, volcanique en calcaire, waarop zij berustte, sinds dien zeer veranderde. Ook was CORTÈS met den bouw der *Antillen* te onvoldoende bekend om geene fouten te begaan. Zoo rangschikt hij bijv. geheel ten onrechte *Curaçao* en *Bonaire* onder de "îles entièrement calcaires".

In 1825 heeft L. VON BUCH <sup>1)</sup> het eerst gewezen op het verband, dat tusschen de oostelijke rij der kleine *Antillen* bestaat, die in tegenstelling met de westelijke geen vulkanen bezit.

CLEVE neemt in zijn werk "On the geology of the North-eastern West-Indian Islands" drie verschillende opheffingslijnen aan; de eerste loopt van het Westen naar het Oosten en strekt zich uit van *Yucatan* en *Honduras* tot en met de *Virginische eilanden*, de tweede loopt in eene noordwest-zuidoostelijke richting van de *Bahama-eilanden* tot *Trinidad*, de derde loopt hiermede evenwijdig van *Anguilla* tot *Antigua*.

Hij onderscheidt daarnaar in de *Antillen* drie groepen van eilanden:

1. *Cuba*, *Jamaica*, *Haïti*, *Puerto-Rico* en de *Virginische eilanden*. Zij bestaan uit oud-eruptieve gesteenten en cretaceïsche en tertiaire sedimenten. Op *Cuba*, *Jamaica*, *San Domingo* en *St. Thomas* zijn fossielen in de krijtformatie gevonden. CLEVE meent, dat al deze eilanden ontstaan zijn door een oost-westelijke plooiing der aardchors in het krijttijdperk.

2. *Anguilla*, *St. Martin*, *St. Barthelemy*, *Antigua* en misschien ook *Grande-Terre* en *Barbados* en een deel van *Trinidad*. Op deze eilanden worden fossiellooze sedimenten van een onbekenden pro-mioceenen ouderdom en tertiaire sedimenten benevens oud-eruptieve gesteenten gevonden. Hij aarzelt niet aan al deze eilanden een eoceenen ouderdom toe te schrijven, hoewel in de afzettingen op *St. Martin* en *St. Barts*, die hij eoceen noemt, geen fossielen zijn gevonden en daarin gangen van dioriet en graniet voorkomen.

3. De vulkanische eilandenreeks van *Saba* tot *Grenada*. CLEVE meent, dat deze eilanden alle hun ontstaan aan eene post-pleoceene opheffingslijn te danken

1) L. VON BUCH, Physikal. Beschreibung der *Canarischen Inseln* 1825 Gesammelte Schriften Band III pag. 619.

hebben, die zich nog verder in noordwestelijke richting door het eilandje *Anegada* en de *Bahama's* voortzet.

Suess <sup>1)</sup> is de eerste, die er op gewezen heeft, dat in de eilandenreeks, die zich van *Cuba* en *Jamaica* tot de *Virginische eilanden* in oostelijke richting en van daar in een boog naar het zuidoosten buiten de vulkanische eilanden om tot *Barbados* uitstrekt, nevens en gelijktijdig met oud-eruptieve gesteenten eene kern van sedimenten voorkomt, wier lagen eene strekking O.-W. of daaromtrent bezitten. Op deze oude sedimenten zijn daarna op de verschillende eilanden in zeer verschillende mate tertiaire lagen afgezet.

Op het verband tusschen die oude, waarschijnlijk cretaceïsche, sedimenten legt Suess terecht het grootste gewicht voor eene natuurlijke indeeling der *Antillen*.

Hij onderscheidt de volgende drie zonen:

1. De binnenste zone der jonge vulkanische eilanden, welke zich in een boog van *Saba* tot *Grenada* uitstrekt.

2. De middelste zone, welke hij beschouwt als te bestaan uit de toppen van een ketengebergte, dat den *Atlantischen Oceaan* en de golf van *Mexico* van de *Caraïbische Zee* scheidt. Hij noemt dat ketengebergte de *Cordillera der Antillen*. Tot deze zone rekent hij *Cuba* en de *Pinos-eilanden*, *Jamaica*, *Haïti*, *Puerto-Rico*, de *Virginische eilanden* met *St. Croix*, *Anguilla*, *St. Barthelemy*, *Antigua*, de oostelijke helft van *Guadeloupe* en een deel van *Barbados*.

3. De buitenste zone, welke alleen middentertiaire en nog jongere vormingen bevat. Hiertoe behooren volgens Suess: de *Bahama's*, de banken ten noorden van *Haïti*, *Anegada*, *Sombrero*, *Barbuda* en een gedeelte van *Barbados*.

Reeds gedurende mijn verblijf in *West-Indië* had de groote overeenkomst tusschen het algemeen geologisch karakter van de eilanden *Puerto-Rico*, *St. Thomas*, de *Virginische eilanden* en *St. Martin* een diepen indruk op mij gemaakt. Het is buiten twijfel, dat de groote *Antillen* en de *Virginische eilanden*, *Anguilla*, *St. Martin* en *St. Barts* de overblijfselen van een zelfde ketengebergte zijn. Uit de literatuur mag men dit ook met groote waarschijnlijkheid besluiten; het verband echter tusschen deze eilanden en *Antigua*, *Grande-Terre* en *Barbuda* is op verre na niet zoo helder als men dat uit Suess' beschouwing zou opmaken.

Reeds door Nugent <sup>2)</sup> en later door Duncan <sup>3)</sup> wordt van het voorkomen van jong-eruptieve gesteenten op *Antigua* gewag gemaakt. De jongste onderzoekin-

1) Das Antlitz der Erde von EDUARD SUSS Prag — Leipzig. 1885. 10ter Abschnitt *Die Antillen*.

2) Trans. Geol. Society 1st series. Vol. V. p. 454, 1821.

3) Quart. Journal of the Geol. Society XIX pag. 409: On the fossil Corals of the *West Indian Islands*.



gen van PURVES<sup>1)</sup> op dit eiland hebben zonder twijfel uitgemaakt, dat basalt en trachydoloriet daar op geringe schaal worden aangetroffen, maar hij is in gebreke gebleven duidelijk te bewijzen of de kern van het eiland uit oud-eruptieve gesteenten (Porphyriet) of uit Andesiet bestaat; juist was het maken van eene scherpe onderscheiding hier van het grootste gewicht geweest. PURVES' opinie is, dat de kern van het eiland wordt gevormd door een deel van den wand van een reusachtigen vulkaan, die overigens geheel onder de golven is verdwenen. Op de flanken van dien vulkaan zijn tertiaire en recente lagen afgezet.

Op *Grande-Terre*, het oostelijke deel van *Guadeloupe*, worden geen oude eruptieve gesteenten aangetroffen; de oudste sedimenten schijnen tot het eoceene tijdperk te behooren.<sup>2)</sup>

Van *Barbados* is nagenoeg niets met zekerheid bekend; alleen wordt van het voorkomen van een Mioceene formatie en van koraalkalk gewag gemaakt<sup>3)</sup>.

Op *Antigua*, *Grande-Terre* en *Barbuda* ontbreken dus tot nog toe feiten, die het doorloopen van de Cordillera der *Antillen* kunnen staven.

Het oostelijke deel van het eiland *Barbados* is uit sedimenten samengesteld, die eene strekking van NW—ZO hebben; ze behooren vermoedelijk tot de krijtformatie. Hierop hebben zich naar het Westen toe tertiaire en recente kalken afgezet<sup>4)</sup>.

Uit een en ander blijkt, dat een nauwkeurig onderzoek van de oostelijkste eilandenrij der *Antillen* van het grootste belang zou zijn en dat, zoolang dat niet geschied is, bij ieder stelsel van natuurlijke indeeling deze eilanden steeds de zwakke plaats zullen vormen.

Het staat echter vast, dat op de eilanden, die aan de buitenzijde van den boog van vulkanische eilanden zijn gelegen, oudere sedimenten voorkomen dan op de vulkanische eilanden zelve.

Het komt mij voor, dat, in verband met hetgeen op het oogenblik van de geologische gesteldheid der *Antillen* bekend is, de natuurlijkste verdeling der *West-Indische* eilanden de volgende is.

#### 1. Oude *Antillen*.

Alle bezitten tertiaire en dikwijls ook oudere sedimenten. Op de meesten worden oude eruptieve gesteenten gevonden.

Tot deze groep behooren: *Cuba*, *Jamaica*, *Haïti*, *Puerto-Rico*, *St. Thomas*,

1) J. PURVES. Esquisse géologique de l'île d'*Antigue*. Bulletin du Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique. Tome III No. 4. 1885.

2) GUPPY, On the relations of the Tertiary Formations of the *West Indies* Quart. Journ. Geol. Soc. XXII p. 578.

3) GUPPY. l. c. pag. 578.

4) SCHOMBURGK. History of *Barbados*. London 1848.

*St. Croix, de Virginische eilanden, Anguilla, St. Martin, St. Barthelemy, Barbuda?, Antigua?, Grande-Terre? en Barbados* <sup>1)</sup>).

Met zekerheid behooren de eilanden van deze groep van *Cuba* tot *St. Barthelemy* en vermoedelijk ook de overige tot ééne pro-tertiaire opheffingslijn.

2. *Jonge Antillen*. Op deze eilanden worden steeds jonge eruptieve gesteenten en slechts post-plioceene sedimenten aangetroffen.

Tot deze groep behooren: *Saba, St. Eustatius, St. Kitts, Nevis, Montserrat, Guadeloupe, Dominique, Martinique, St. Lucie, St. Vincent, de Grenadinen, Grenada* en de vulkanische rotsen, die in deze rij tusschen enkele der eilanden worden aangetroffen.

Bij deze indeeling zijn enkele kleine eilandjes niet genoemd, die enkel uit recente koraalkalksteen bestaan; het beste is, deze te rangschikken onder die groep, waartoe ze krachtens hunne geographische ligging waarschijnlijk behooren. *Anegada, Sombrero* en *Mona* moeten om die reden onder de eerste groep gebracht worden.

---

1) *Trinidad* en *Tobago* beschouw ik als kusteilanden, die bij *Zuid-Amerika* behooren; de *Bahama's* en de *Keij-eilanden* als direkte voortzettingen van de *Florida-riffen*.

## VERKLARING DER PLATEN.

### PLAAT II.

Drie doorsneden van het eiland St. Eustatius. De richting van deze doorsneden is op Pl. I door overeenkomstige letters aangegeven.

### PLAAT III.

FIG. 1. Veldspaatkristal uit een Hoornblende-Augiet-Andesiet met een ingeslotene glas-massa, die eene laag vormt, welke ongeveer evenwijdig met de oppervlakte van het kristal ligt, de inhoud der gasbellen zijn waarschijnlijk stofdeeltjes, die bij het slijpen naar binnen zijn gedrongen.

FIG. 2. Plagioklaas-kristal uit een Augiet-Andesiet van Gilboohill, door augiet omsloten; inwendig vertoont het augietkristal een zwarten ontledingsrand.

FIG. 3. Veldspaatkristal, opgebouwd uit afwisselende lagen van glas en veldspaatstof, uit een Hoornblende-Augiet-Andesiet uit de tuf van den hoofdvulkaan.

FIG. 4, 5 en 6. Augiet-kristallen, die in mindere of meerdere mate tot een opaciet zijn ontloed. Bij fig. 6 zijn, behalve de prismatische splijtingsrichting, ook nog splijtingen volgens de opstaande pinakoïden zichtbaar. Allen uit een Augiet-Andesiet uit de tuf van den hoofdvulkaan.

FIG. 7. Augiet-kristal met duidelijke inwendige kristalkern. De tweelingsvorming volgens  $\infty P \infty$  zet zich aan weerszijden van de kern voort; de kern zelf deelt echter niet in de tweelingsvorming. De splijtingsrichting is uitsluitend prismatisch. Uit een Hoornblende-Augiet-Andesiet van Signalhill.

FIG. 8 en 9. Lichtbruin gekleurde glasinsluitsels, die gasbellen bevatten, waaromheen zich een hof van kleurloos glas bevindt. In fig. 9 vertoont het insluitel een begin van ontglazing. Uit een Hoornblende-Augiet-Andesiet uit de tuf van den hoofdvulkaan.

FIG. 10. Hoornblende-kristal met een in- en uitwendigen opacietrand. De holte is met grondmassa gevuld, waarin men een augietkorrel en kleine veldspaatkristalletjes kan onderscheiden. Uit een Hoornblende-Augiet-Andesiet van Signalhill.

FIG. 11. Hoornblende-kristal met uitwendigen opacietrand; op de meeste plaatsen wordt de rand door gedeeltelijk ingesloten veldspaatkristallen afgesneden; op één plaats (links boven) strekt de zwarte rand zich ook buiten een veldspaatkristalletje uit. Uit een Hoornblende-Augiet-Andesiet van Signalhill.

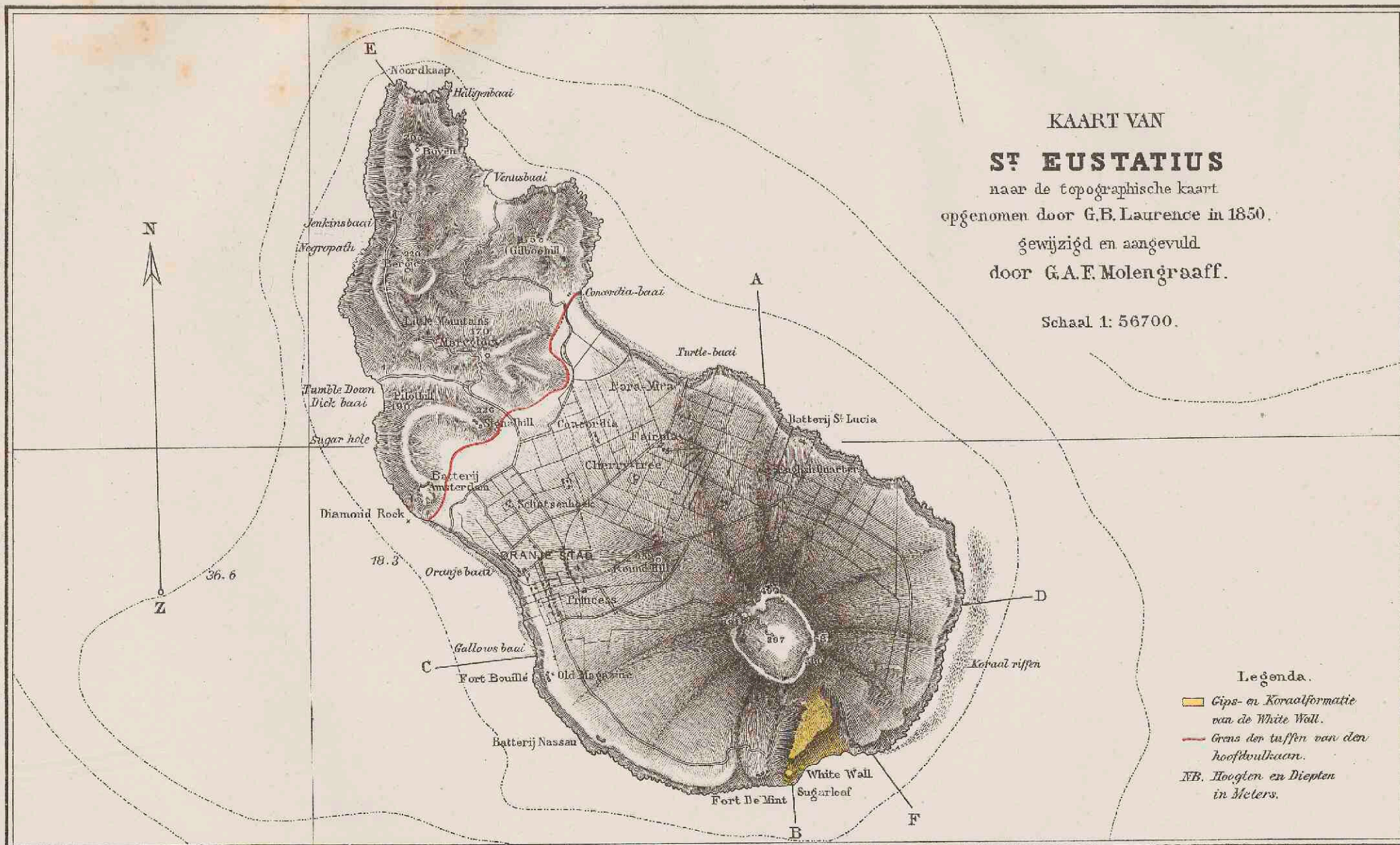
FIG. 12. Omzetting van augiet in viridiet en epidoot.

a. Onveranderde augiet.      b. Viridiet.      c. Epidoot.

Uit een Augiet-Andesiet van Gilboohill.

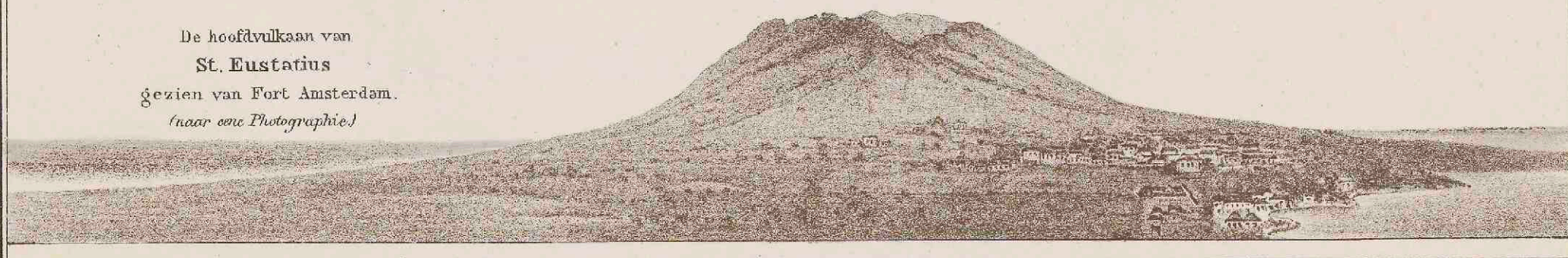
KAART VAN  
**ST. EUSTATIUS**  
 naar de topographische kaart  
 opgenomen door G.B. Laurence in 1850.  
 gewijzigd en aangevuld  
 door G.A.F. Molengraaff.

Schaal 1: 56700.



Legenda.  
 Gips- en Koraalformatie van de White Wall.  
 Grens der tuffen van den hoofdvulkaan.  
 NB. Hoogten en Diepten in Meters.

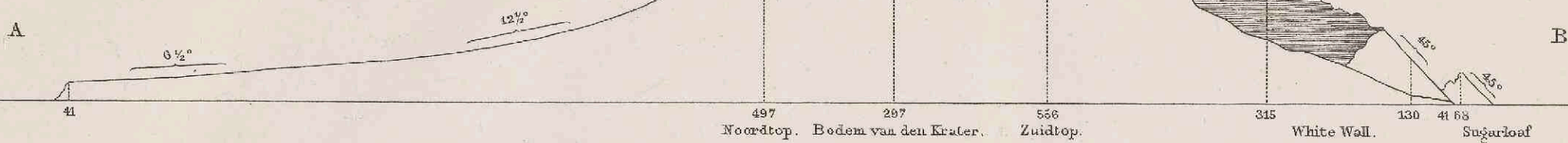
De hoofdvulkaan van  
**St. Eustatius**  
 gezien van Fort Amsterdam.  
 (naar een Photographie.)



Richting der Doorsnede N 2° W - Z 2° O.

Schaal 1: 18760.

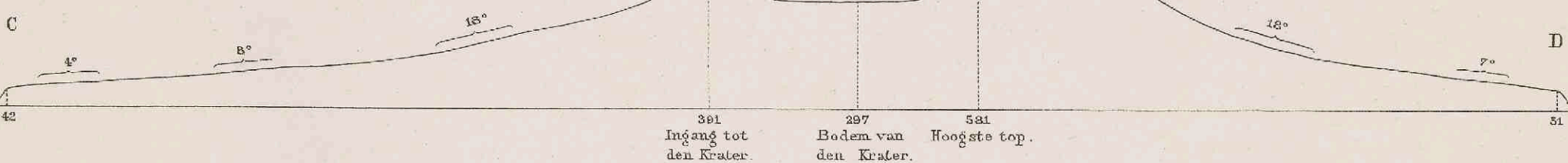
Hoogte: Breedte = 1:1.



Richting der Doorsnede W 6° Z - O 6° N.

Schaal 1: 18750.

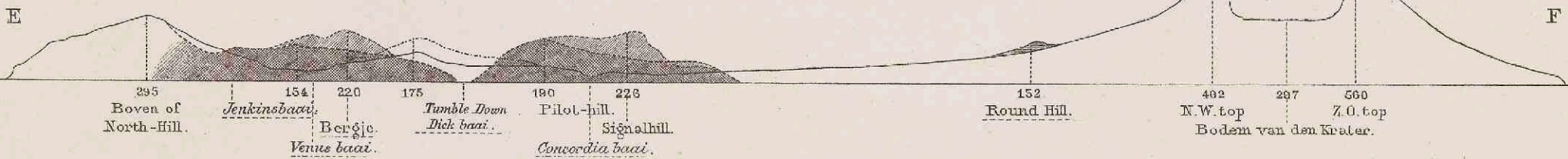
Hoogte: Breedte = 1:1.



Richting der Doorsnede N 36° W - Z 36° O.

Schaal 1: 34440.

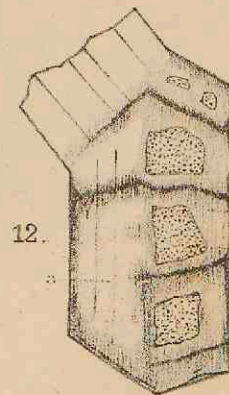
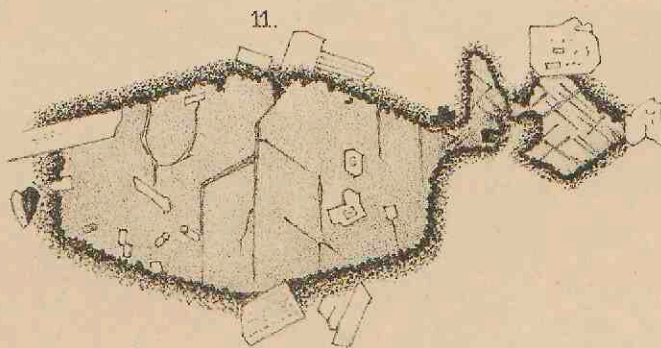
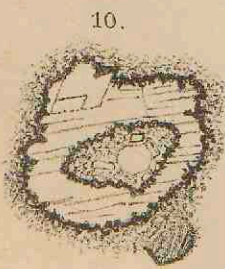
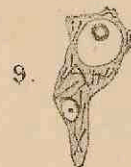
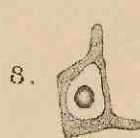
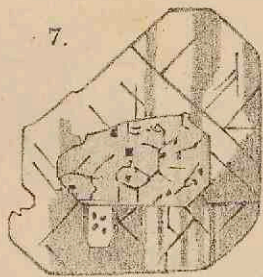
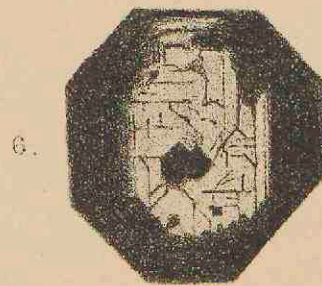
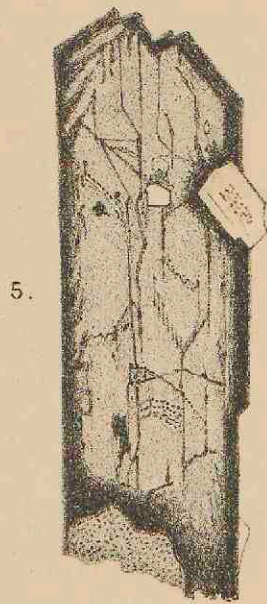
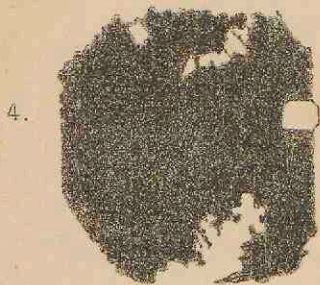
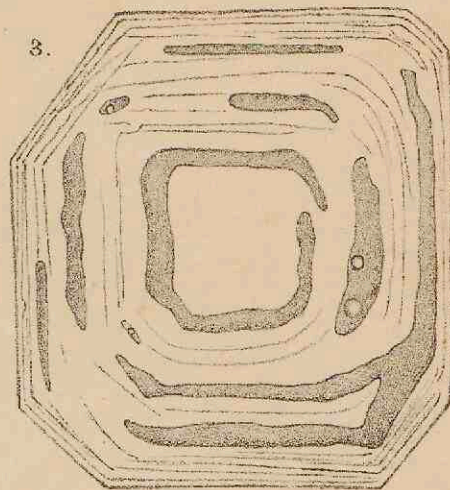
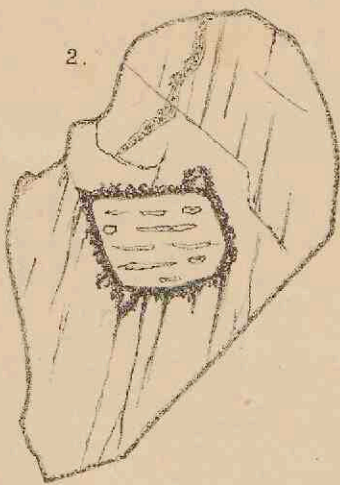
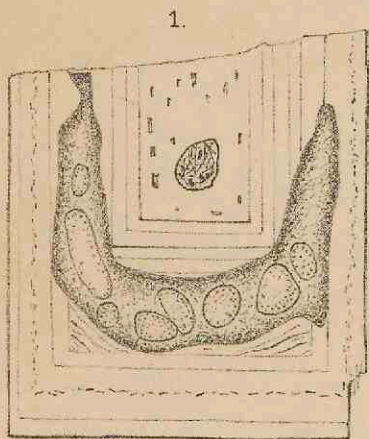
Hoogte: Breedte = 1:1.



----- Vóór de Doorsnede.

————— In de Doorsnede.

----- Achter de Doorsnede.



G. A. F. Molengraaff fec.

F. W. M. Trap impr.

A. J. Wendel lith.

## STELLINGEN.

---

### I.

De opacietranden, die in jong-eruptieve gesteenten veelvuldig om kristallen van hoornblende voorkomen, behooren in den regel niet tot die kristallen zelve maar tot de grondmassa.

### II.

Het eiland St. Martin is niet van eoceenen ouderdom.

### III.

Ten onrechte beschouwen de meeste Engelsche geologen „Decken” van eruptieve gesteenten als „intrusive sheets”.

### IV.

De hypothese, door JUDD verdedigd, als zouden de oude eruptief-gesteenten gelijktijdig ontstaan met jonge eruptief-gesteenten en lava's, en alleen het langzaamste lid in de afkoelingsreeks voorstellen, berust op zwakke gronden en is niet aannemelijk.

### V.

REYER's „Schlieren” theorie geeft de beste verklaring van de afwisseling in de samenstelling der vulkanische uitwerpsels.

## VI.

De mineralen der Skapolith-groep vormen te zamen een aaneengesloten reeks, waarvan nog niet alle termen bekend zijn.

## VII.

Bij eene rationeele indeeling der palaeozoïsche formaties moet het tijdperk Dyas met het Carboon vereenigd worden.

## VIII.

Rijzing van den bodem is niet de eenige factor, maar slechts één der factoren, die aanleiding geven tot het ontstaan van strandlijnen.

## IX.

STARING'S verklaring van het ontstaan van het zanddiluvium verdient de voorkeur boven die van WINKLER.

## X.

Het ontbreken van een punt van algemeene doorsnijding bij de loopbanen der Asteroiden is geen argument tegen de hypothese van OLBERS.

## XI.

Er is geen mesoderm.

## XII.

Worteldrukking is niet het gevolg van de osmotische werking der wortelharen.

---



# STELLINGEN

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE PLANT- EN DIERKUNDE

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT

NA MACTIGING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

## ERRATUM.

FACULTEIT

Men leze pag. 64, Stelling XI: Er is geen middelste kiemblad.

GUSTAAF ADOLF FREDERIK MOLENGRAAFF,

GEBOREN TE NIJMEGEN.



LEIDEN. — E. J. BRILL.

1886.



## STELLINGEN.

---

### I.

Curaçao en de aangrenzende eilanden mag men als het vegetatiecentrum der Melocacti beschouwen.

### II.

De beschouwing van PFEFFER, als zoude het grondbeginsel van het ademhalingsproces bij planten liggen in de voortdurende vorming van zuurstofaffiniteiten in het levende protoplasma is willekeurig en geeft tot geene duidelijke voorstelling aanleiding.

### III.

De onderzoekingen van ENGELMANN en die van TIMIRIAZEEF, onafhankelijk van elkander tot stand gekomen, zijn de eenige, welke een beslissend bewijs hebben geleverd, dat de absorptie van het licht in de chlorophylkorrels en de assimilatie-werking van het licht nagenoeg rechtstreeks met elkander evenredig zijn.

### IV.

Het chlorophyl werkt als een sensibilisator.

## V.

Chlorophylkorrels ontstaan niet uit het protoplasma, maar uit erfelijke plastiden.

## VI.

De houtparenchymcellen zijn onmisbaar voor de waterbeweging in het plantenlichaam.

## VII.

De beteekenis der ligula is het indringen van water in de bladscheeden te verhinderen.

## VIII.

DARWIN'S proeven met ringwonden bij *Taxus* geven steun aan de theorie van GODLEWSKY omtrent de waterbeweging in het Coniferenhout.

## IX.

De methode om plantenweefsels door opeenvolgende behandeling met chloor-kalk en verdund azijnzuur doorzichtig te maken, verdient in vele gevallen boven andere de voorkeur.

## X.

Ten onrechte worden de Lichenen in de nieuwste handboeken (VAN TIEGHEM, GOEBEL) als een afzonderlijke groep van Fungi beschouwd.

## XI.

Mikrophotographie is van groot belang, omdat ze ons beelden schenkt van voorwerpen, die zich snel bewegen en van structuren, die eene zoo geringe verscheidenheid in lichtintensiteit veroorzaken, dat deze niet meer door ons oog wordt onderscheiden.

## XII.

De tot heden bekende wetten van physica en mechanica mogen slechts met de grootste omzichtigheid voor de verklaring der levensverschijnselen bij planten en dieren toegepast worden en zijn in den regel daartoe ontoereikend.

## XIII.

Een belangrijk gevolg van Darwin's leer is, dat vele der door de teleologen gegeven verklaringen eene wetenschappelijke beteekenis hebben gekregen.

## XIV.

De door de HERTWIG's voorgestelde groep Pseudocoeliërs heeft geen beteekenis.

## XV.

Uit de ontwikkeling der Mammalia blijkt, dat zij afstammen van vormen, wier eieren rijk aan voedingsdooier waren.

## XVI.

Ascidiën en Balanoglossus zijn gedegenererde Chordaten.

## XVII.

De meening van Dohrn, dat de thymus het derivaat is van gedegenererde dorsale kieuwblaadjes, geeft ons geene voldoende verklaring, noch van de morphologische, noch van de physiologische beteekenis, die de thymus heeft gehad.

## XVIII.

De Dinosauriërs mogen niet als de directe voorouders der vogels beschouwd worden.

## XIX.

De platheid der kuiten bij het negerras is een gevolg van de groote lengte van het hielbeen.

## XX.

Het maximum van stralingsenergie valt niet samen met de hoofdabsorptieband van het chlorophyl; in vroegere geologische tijdperken was dit waarschijnlijk wel het geval.

## XXI.

De aarde is geen juiste omwentelingsellipsoïde, maar de oppervlakken der groote oceanen zijn bolle vlakken met grooteren en in de richting der continenten toenemenden kromtestraal.

## XXII.

LOWTHIAN GREEN's tetraëder-hypothese is ongegrond.

## XXIII.

De praecessie van het aequinoctiaalpunt mag men als de meest waarschijnlijke oorzaak van het ontstaan van een ijstijd beschouwen.

## XXIV.

Alle hypothesen omtrent den oorsprong van het vulkanisme, welke het bestaan van eene geheel of gedeeltelijk vloeibaar gloeiende aardkern ontkennen, zijn te verwerpen.

## XXV.

Brontozoiim is een Dinosauriër.

## XXVI.

Vergelijkingen met differentialen moeten steeds als benaderingsuitdrukkingen beschouwd worden.

## XXVII.

De „baromètre à gravité” van MASCART is niet geschikt voor nauwkeurige bepalingen van de grootte der zwaartekracht.

ERRATUM.

Men leze pag. 4, Stelling XXV: voor Brontoziim: Brontozoum.









