



Geologische Studien über Niederländisch West-Indien auf Grund eigener Untersuchungsreisen

<https://hdl.handle.net/1874/235958>

GEOLOGISCHE STUDIEN

UEBER

NIEDERLAENDISCH WEST-INDIEN,

AUF GRUND EIGENER UNTERSUCHUNGSREISEN

VON

K. MARTIN,

Professor für Geologie an der Universität zu Leiden.

SEPARATAUSGABE DES 2^{ten} THEILS VON: K. MARTIN, BERICHT UEBER EINE REISE NACH
NIEDERLAENDISCH WEST-INDIEN UND DARAUF GEGRUENDETE STUDIEN.

1^{te} Lieferung: Curaçao, Aruba und Bonaire.

MIT 3 COL. KARTEN, 2 TAFELN UND 36 HOLZSCHNITTEN.

LEIDEN.
E. J. BRILL.
1887.

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK UTRECHT



3214 223 8

lg

VIII Fm⁵

13

024264

GEOLOGISCHE STUDIEN

UEBER

NIEDERLAENDISCH WEST-INDIEN,

AUF GRUND EIGENER UNTERSUCHUNGSREISEN

VON

K. MARTIN,

Professor für Geologie an der Universität zu Leiden.



SEPARATAUSGABE DES 2^{ten} THEILS VON: K. MARTIN, BERICHT UEBER EINE REISE NACH
NIEDERLAENDISCH WEST-INDIEN UND DARAUF GEGRUENDETE STUDIEN.

1^{te} Lieferung: Curaçao, Aruba und Bonaire.

MIT 3 COL. KARTEN, 2 TAFELN UND 36 HOLZSCHNITTEN.

LEIDEN.

E. J. BRILL.

1887.



Instituut voor Geschiedenis
der Exacte Wetenschappen der
684 Rijksuniversiteit, Utrecht

DIE INSELN

CURAÇAO, ARUBA UND BONAIRE.

Schriften und Karten.

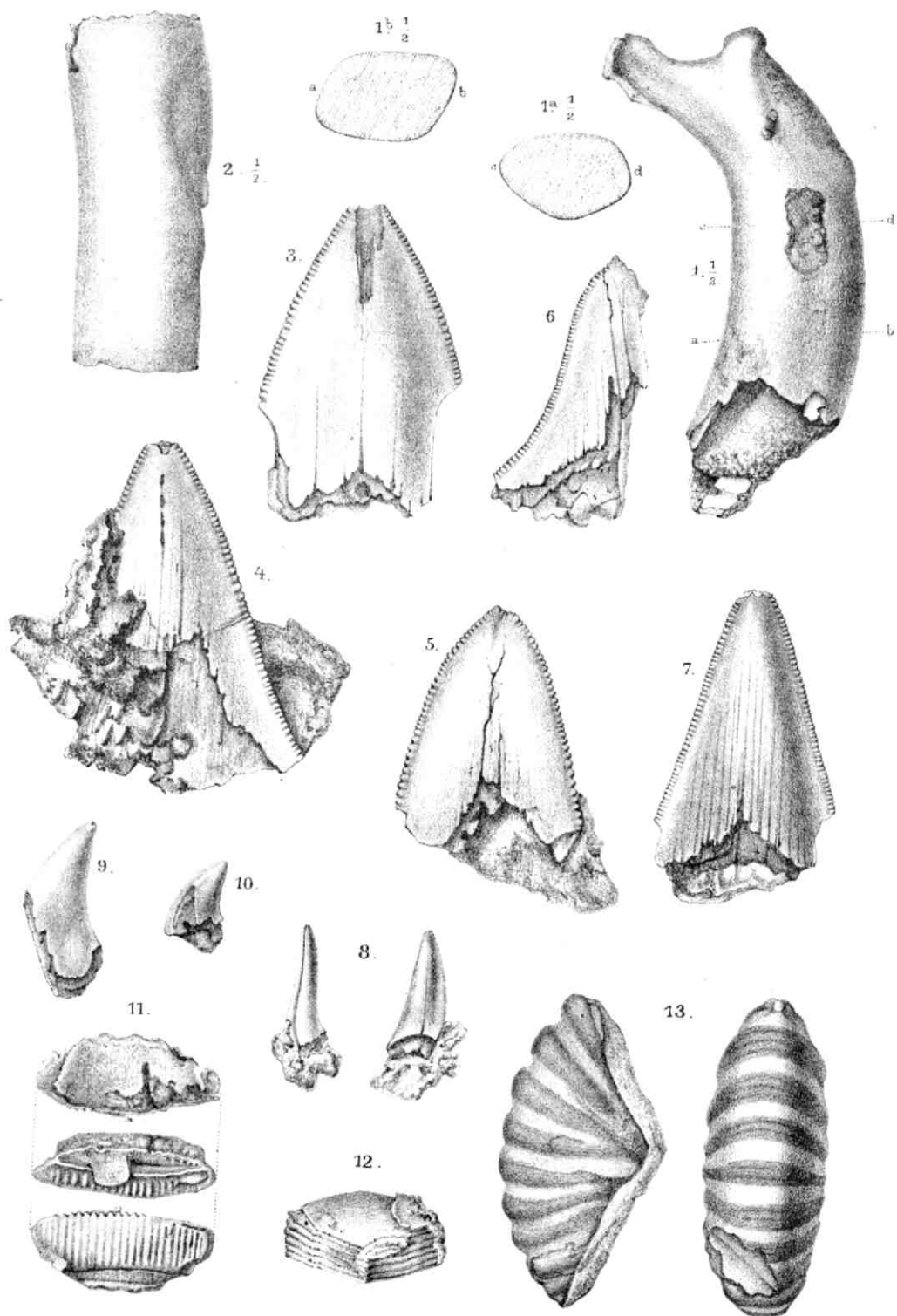
Die älteste mir bekannt gewordene Mittheilung über den geologischen Bau von Curaçao ist von Cortès abkünftig.¹⁾ Er führt das Eiland nebst Bonaire bei einer Classification der Antillen auf geologischer Basis unter der Gruppe derjenigen Inseln an, welche nach ihm ganz aus Kalkstein aufgebaut sind. Humboldt stützt sich auf diesen Gewährsmann und sagt bei Gelegenheit der Beschreibung seiner Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continentes: „Selon l'observation de ce même naturaliste (Cortès) Curaçao et Bonaire (Buen Ayre) n'offrent aussi que des formations calcaires“²⁾ und in der später erschienenen, deutschen Ausgabe nochmals auf den Gegenstand zurückkommend: „Man hat mich versichert, auch die Eilande Orchilla und los Frailes bestehen gleichfalls aus Gneiss. Curasao und Bonaire sind Kalkfelsen. Sollte die Insel Oruba, worin Goldgeschiebe (pepites) von gediegenem Golde in ansehnlicher Grösse jüngsthin angetroffen wurden, dem Urgebirge angehören?“³⁾ Humboldt's Mittheilungen beruhen somit nicht auf eigenen Beobachtungen.

Auch Reinwardt, welcher sich zuerst ausführlicher mit der Geologie von Aruba, anlässlich des dort gefundenen Goldes, beschäftigte, hat keine Untersuchungen an Ort und Stelle vorgenommen. Er stützt sich bei seiner Publikation auf übersandte Gesteinsproben und schriftliche Mittheilungen, die ihm vermuthlich von Stifft gemacht wurden, da sich Derselbe gerade derzeit auf den Inseln befand. Nach

1) Cortès. Mémoire sur la géologie des Antilles. Extrait d'une lettre de M. Cortès (au Fort royal de la Martinique) à M. Humboldt. (Journ. de Phys. de Chim. et d'Hist. Nat. Tome LXX. 1810. pag. 129).

2) A. von Humboldt. Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent par Al. de Humboldt et A. Bonpland. Tome V. Paris 1820. pag. 51, 52.

3) A. von Humboldt und A. Bonpland. Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continentes in den Jahren 1799—1804. 5^{ter} Theil. Stuttgart und Tübingen. 1826. pag. 568.



Reinwardt ist das Hauptgestein von Aruba Syenit, neben Diorit und Serpentin; die goldführenden Quarzite waren ihm bereits bekannt und das alluviale Goldvorkommen wird ausführlich von ihm behandelt. ¹⁾

Im Jahre 1827 untersuchte der Oberbergrath C. B. R. Stiff im Auftrage der Niederländischen Regierung die Inseln Curaçao, Aruba und Bonaire und brachte darüber drei verdienstvolle Rapporte aus. Er unterschied auf Curaçao: „1. Grünstein des Uebergangsgebirges; 2. Todtliegendes oder alten Sandstein des alten Flötzgebirges und 3. Kalkstein der neuesten Flötz- oder Alluvialbildung.“ Die Formationen auf Aruba wurden von ihm eingetheilt in: „1. Syenit; 2. Grünstein; 3. Kalk; 4. Letten und 5. Sand“, diejenigen von Bonaire in: „1. Porphyry; 2. alten Sandstein und 3. Riffstein.“

Obwohl nun die Rapporte von Stiff niemals als solche gedruckt wurden, so ging doch ihr Inhalt in eine Reihe von Schriften theils mit theils ohne Angabe der Quelle über. Bosch ²⁾ und Teenstra ³⁾ geben bald mit mehr bald mit minder Glück und Verständniss die Resultate der Untersuchungen von Reinwardt und Stiff wieder, ohne sie weiter zu bereichern, denn fast jede ihrer eigenen, geologischen Beobachtungen ist werthlos. Simons ⁴⁾ lieferte den besten Auszug aus dem Curaçao betreffenden Rapporte Stiff's und nennt auch seinen Gewährsmann; Dumontier dagegen hat Jenen fast wörtlich übersetzt und reproducirt um ihn in unerhörter Weise als sein Eigenthum auszugeben. ⁵⁾

Einer selbständigen Arbeit über Curaçao begegnen wir erst wieder bei Gabb ⁶⁾; doch hat Dieser kaum etwas Anderes als die nächste Umgebung der Stadt gesehen und hienach die Insel in einer nicht sehr glücklichen Weise beurtheilt. Es ist kaum erklärlich, dass Derselbe auf Curaçao nur Eine Formation, den „coast

1) C. G. C. Reinwardt. Waarnemingen aangaande de gesteldheid van den grond van het eiland Aruba en het goud aldaar gevonden. (Nieuwe Verhandlg. d. 1^{te} Kl. v. h. Koninkl. Nederl. Instituut van Wetenschappen, Letterkunde en Schoone Kunsten te Amsterdam. Deel I. pag. 265—281. — Amsterdam.)

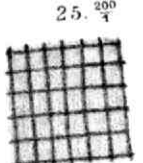
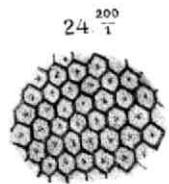
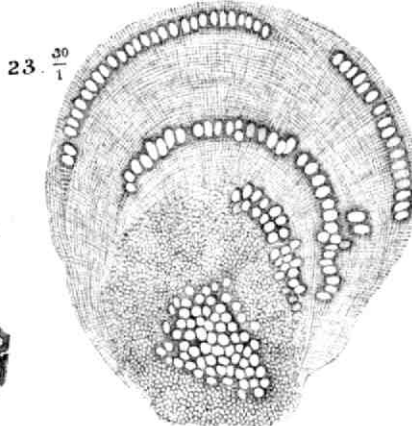
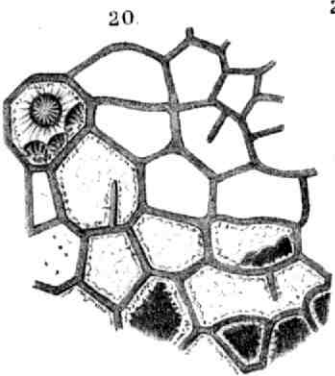
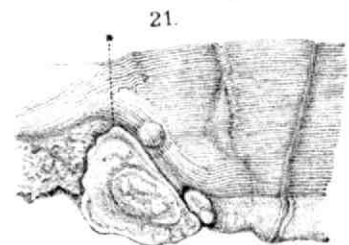
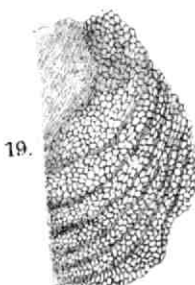
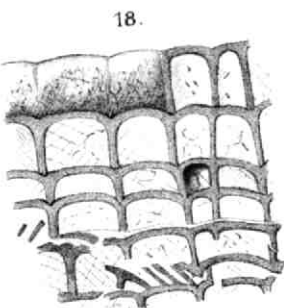
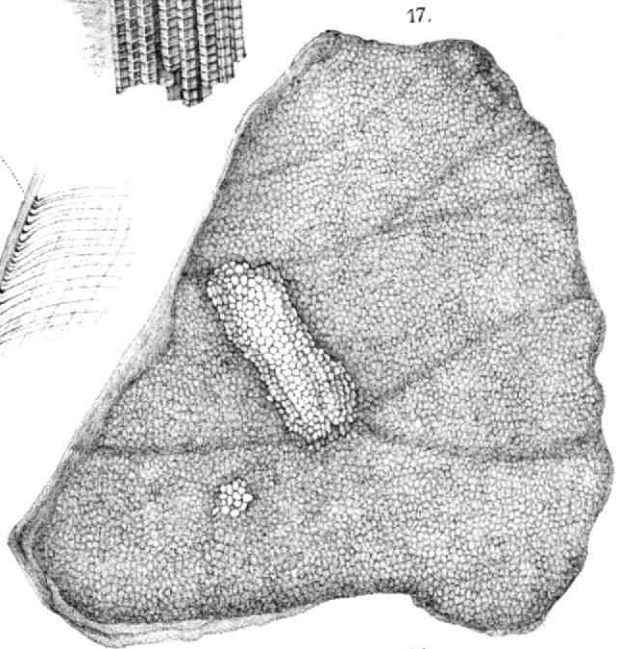
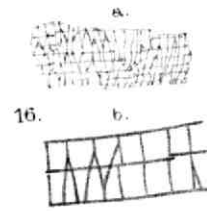
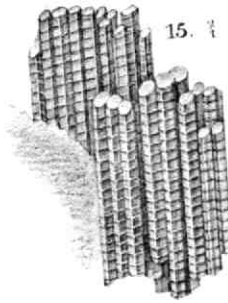
2) G. B. Bosch. Reizen in West-Indië en door een gedeelte van Zuid- en Noord-Amerika. Deel I, 1829; Deel II, 1836; Deel III, 1843. — Utrecht.

3) M. D. Teenstra. De Nederlandsche West-Indische Eilanden. — Amsterdam 1836 u. 1837. — Ferner: Geknopte beschrijving van de Nederl. Overzeesche bezittingen. 3 Bände. — Groningen 1852.

4) G. J. Simons. Beschrijving van het eiland Curaçao. — Osterwolde. 1868.

5) Dumontier. Bijdrage tot de kennis der geologische gesteldheid van het eiland Curaçao. (Verlagen en Mededeelingen d. Kon. Akad. v. Wetensch. Afdeeling Natuurkunde, Deel VIII, pag. 287—307). — Amsterdam. 1858. — Vgl. über dies Plagiat ferner l. c. Deel X. 1860. pag. 307.

6) W. M. Gabb. Notes on the island of Curaçao. (The American Journal of science and arts. Ser. III. Vol. V. Nos. 25—30. pag. 382). 1873.



limestone" erkannt hat, während andere, von ihm begangene Fehler, auf die ich unten näher werde eingehen müssen, eher verständlich erscheinen.

Darauf habe ich vor meiner Reise nach Westindien eine kurze Notiz über Phosphate von Bonaire gebracht¹⁾, und wenig später erschien eine Abhandlung von Meyn²⁾ über den Phosphorit von Curaçao; kleinere, Aruba betreffende Aufsätze wurden vor einigen Jahren vom Pastoren van Koolwijk veröffentlicht³⁾. Auch D. de Loos hat sich gelegentlich mit Aruba beschäftigt⁴⁾ und Hughes hat eine Mittheilung über die Phosphate der Inseln gemacht⁵⁾; zusammenhängende Darstellungen der Geologie von Curaçao, Aruba und Bonaire sind aber seit Stiff nicht mehr geschrieben, bis ich selbst dem Gegenstande mich zuwandte.

Vor dem Beginne meiner Untersuchungen war mir von den Stiff'schen Rapporten nichts Anderes bekannt als das in den oben citirten Schriften Veröffentlichte, und es ist mir überhaupt nicht gelungen, die ursprünglichen Berichte von Stiff zur Einsicht zu erhalten. Dagegen empfing ich in Westindien von dem Gouverneur von Curaçao, Excl. N. van den Brandhof, Copieen holländischer Uebersetzungen jener Arbeiten, die indessen ohne Sachkenntniss angefertigt und in unsinnigster Weise verstümmelt waren, so dass ein später angestellter Versuch, die Rapporte in der Zeitschrift der Geographischen Gesellschaft von Amsterdam zu publiciren, wieder aufgegeben werden musste. Auch die Karte, welche Stiff von Aruba angefertigt hat, wie aus dem diese Insel betreffenden Berichte sicher hervorgeht, ist meines Wissens nicht mehr vorhanden; wie denn überhaupt jede kartographische Darstellung und jedes Profil in den mir zugänglich gewordenen Schriftstücken fehlte. Aus diesen Gründen konnte ich für die Nachforschungen auf den Inseln von Stiff's verdienstvollen Untersuchungen nicht mehr verwenden, als was mir bereits vor meiner Abreise aus Europa mit Hilfe der oben citirten Schriften bekannt geworden war.

Erst nach Abschluss meiner Reise erfuhr ich, dass deutsche Copieen der Rapporte sich im Archive der Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam befänden. Dieselben würden mir sicherlich von grossem Dienste gewesen sein, wenn ich sie vor dem Beginne meiner Untersuchungen hätte einsehen können; obgleich auch diese

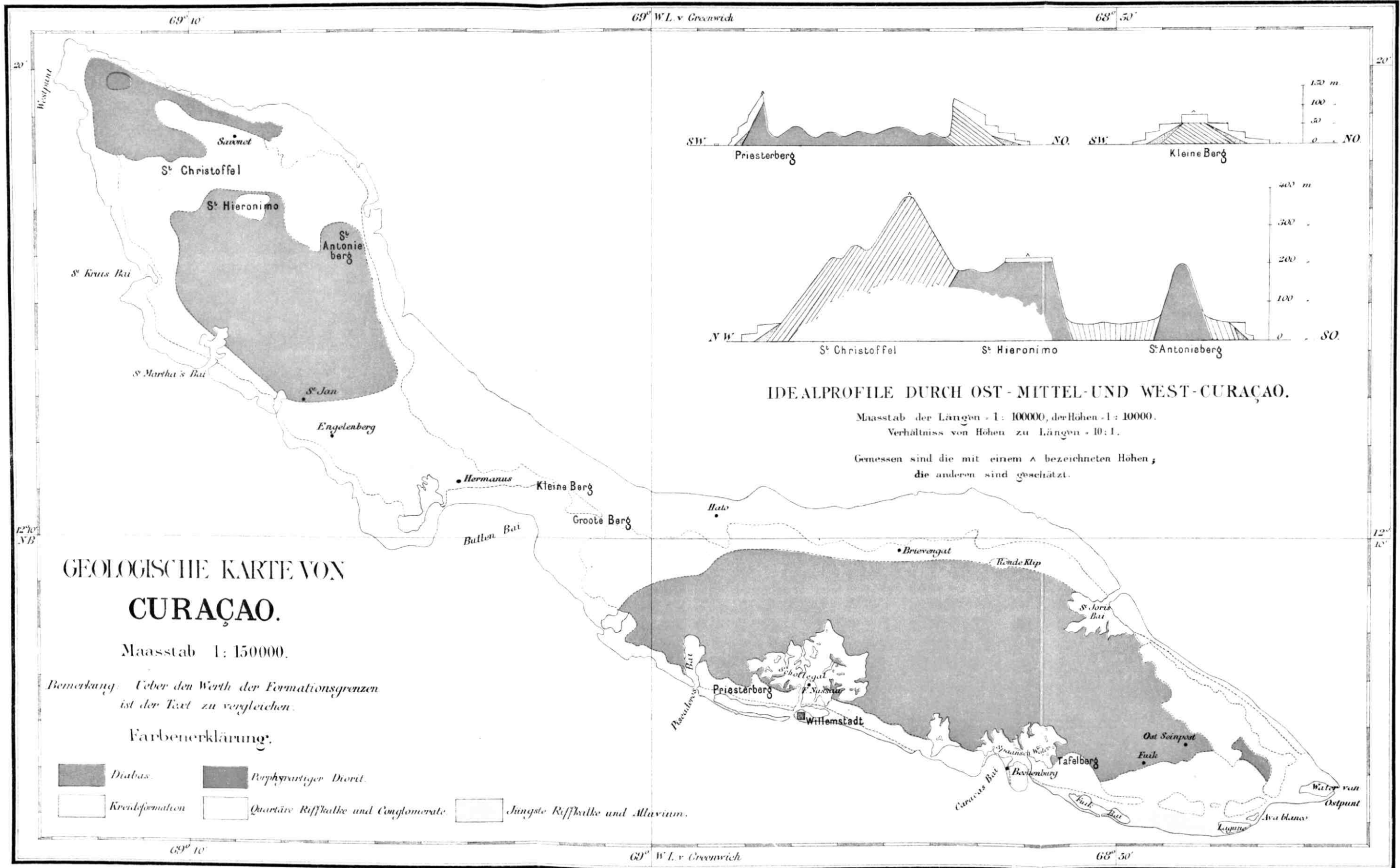
1) K. Martin, Phosphoritische Kalke von der westindischen Insel Bonaire. (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. XXXI. pag. 473). — Berlin 1879.

2) L. Meyn. Das Phosphorit-Lager von Curaçao (daselbst pag. 697).

3) A. J. van Koolwijk. De Aruba-phosphat-Maatschappij. Het goudland Aruba. Bronnen van mineralwater. (Tijdschr. v. h. Nederl. Aardrijksk. Genootsch. Ser. II. Deel I. pag. 595, 598, 600). — Amsterdam 1884. — Abhandlungen nur mit „v. K.“ gezeichnet.

4) D. de Loos. Mineralen van Aruba (Tijdschrift v. Nijverheid. Stuk III). 1883. — Aruba-Bitterwasser. (Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. Jahrg. XVII, Heft 7. pag. 250.) — Berlin 1884.

5) G. Hughes. On some West-Indian Phosphates (Quart. Journ. of the Geological Society. Vol. XLI. N° 161. pag. 80.) — London 1885.



Copieen nicht fehlerfrei sind; jetzt hatten sie für mich aus leicht ersichtlichen Gründen kaum noch ein anderes als historisches Interesse, zumal auch ihnen jede Karte und Zeichnung fehlt und Stifft sich nur verhältnissmässig selten auf bestimmte Lokalitäten bezieht. Der Charakter der Arbeiten über Aruba und Bonaire ist der gleiche wie derjenige des Rapportes über Curaçao, den Dumontier reproducirte; wo ich indessen in den Stifft'schen Berichten noch Beobachtungen fand, die ich verwerthen zu können glaubte, da ist dies im Nachfolgenden unter Angabe der Quelle geschehen. Im Uebrigen habe ich von den derzeit gewiss sehr belangreichen Untersuchungen Stifft's keinen Gebrauch gemacht.¹⁾

Vor der Veröffentlichung dieses Werkes publicirte ich bereits einige vorläufige Berichte über die Geologie der Inseln,²⁾ einem dringenden Wunsche der Geographischen Gesellschaft in Amsterdam nachgebend. Dass sich aber in diese unmittelbar nach meiner Rückkehr niedergeschriebenen Mittheilungen Ungenauigkeiten und Fehler einschleichen mussten, da noch kein Gestein anders als oberflächlich makroskopisch während der Reise untersucht und kein Petrefakt anders als nach der Erinnerung bestimmt war, liess sich vorausschen und wurde seinerzeit auch von mir hervorgehoben. Die im Felde gezogenen Formationsgrenzen haben sich aber in allen wesentlichen Zügen auch nach der vorgenommenen, genaueren Untersuchung des Materiales als richtig erwiesen.

Die von mir gesammelten Gesteine und einige Mineralien wurden von Herrn Prof. J. H. Kloos³⁾, die Conchylien aus quartären und jüngeren Ablagerungen von Herrn Dr. J. Loricé⁴⁾ untersucht und beschrieben. Weitere Publicationen, welche das von mir mitgebrachte Material betreffen, haben indessen noch nicht stattgefunden.

KARTEN. Unter den Karten, welche von den Inseln bekannt sind, besitzt eine alte, von Hering im Jahre 1779 publicirte⁵⁾ nur noch ein historisches Interesse. Einen Augenblick wollte es mir zwar scheinen, als ob sie uns mit Binnenmeeren einer früheren Zeit, deren Boden jetzt trocken gelegt sei, bekannt mache, was mit

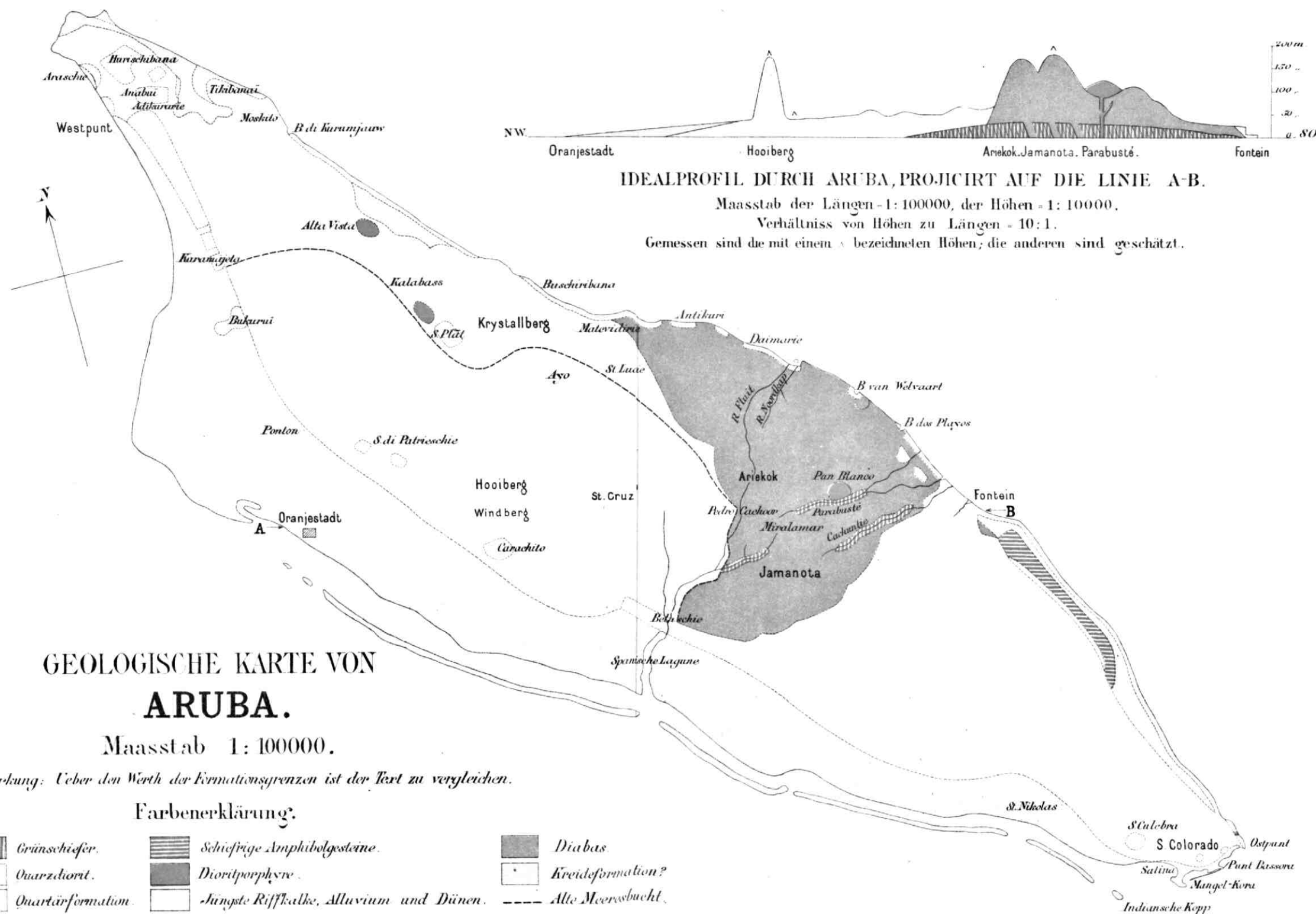
1) Die Copieen der holländischen Rapporte befinden sich im Archive des Geologischen Museums zu Leiden, diejenigen der deutschen, wie erwähnt, im Archive der Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam.

2) Reise nach den Niederl. Westindischen Besitzungen. Brief (Revue Coloniale Internationale Tome I, N° 1, pag. 72. — Amsterdam 1885.) — Ferner: Vorläufiger Bericht, erschienen unter dem allgemeinen Titel: „De Nederlandsche expeditie naar de West-Indische eilanden en Suriname 1884—85.“ I. (Tijdschr. v. h. Nederl. Aardrijkskdg. Genootschap Ser. II. Deel II. N° 6—10.) — Amsterdam 1885.

3) J. H. Kloos. Untersuchungen über Gesteine und Mineralien aus West-Indien. (Sammlg. des Geolog. Reichs-Museums. Ser. II. Bd. I. pag. 1—110). — Leiden 1886.

4) J. Loricé. Fossile Mollusken von Curaçao, Aruba und der Küste von Venezuela (l. c. pag. 111—149).

5) J. H. Hering. Beschrijving van het eiland Curaçao en de daaronder behoorende eilanden, Bon Aire, Oroba en Klein-Curaçao. — Amsterdam 1779.



Rücksicht auf die unten zu behandelnden Verhältnisse dieser Becken wohl denkbar gewesen wäre. Aber eine nähere Betrachtung der Zeichnung ergibt, dass wir ihr nur wenig Vertrauen entgegenbringen dürfen. Hering verzeichnet unter anderen ein „hohes Gebirge“ im Norden des Schottegat, von dem keine Spur vorhanden ist, trägt den Tafelberg im Nordwesten des „Spaansch Water“ ein, während er im Südosten desselben gelegen ist, u. s. w. Eine Karte aus dem Jahre 1800, welche sich im Archive von Curaçao befindet und deren Mittheilung in Copie ich Herrn Baron van Heerdt tot Eversbergen verdanke, ist übrigens noch ein bedeutender Rückschritt gegenüber der älteren Hering'schen Darstellung.

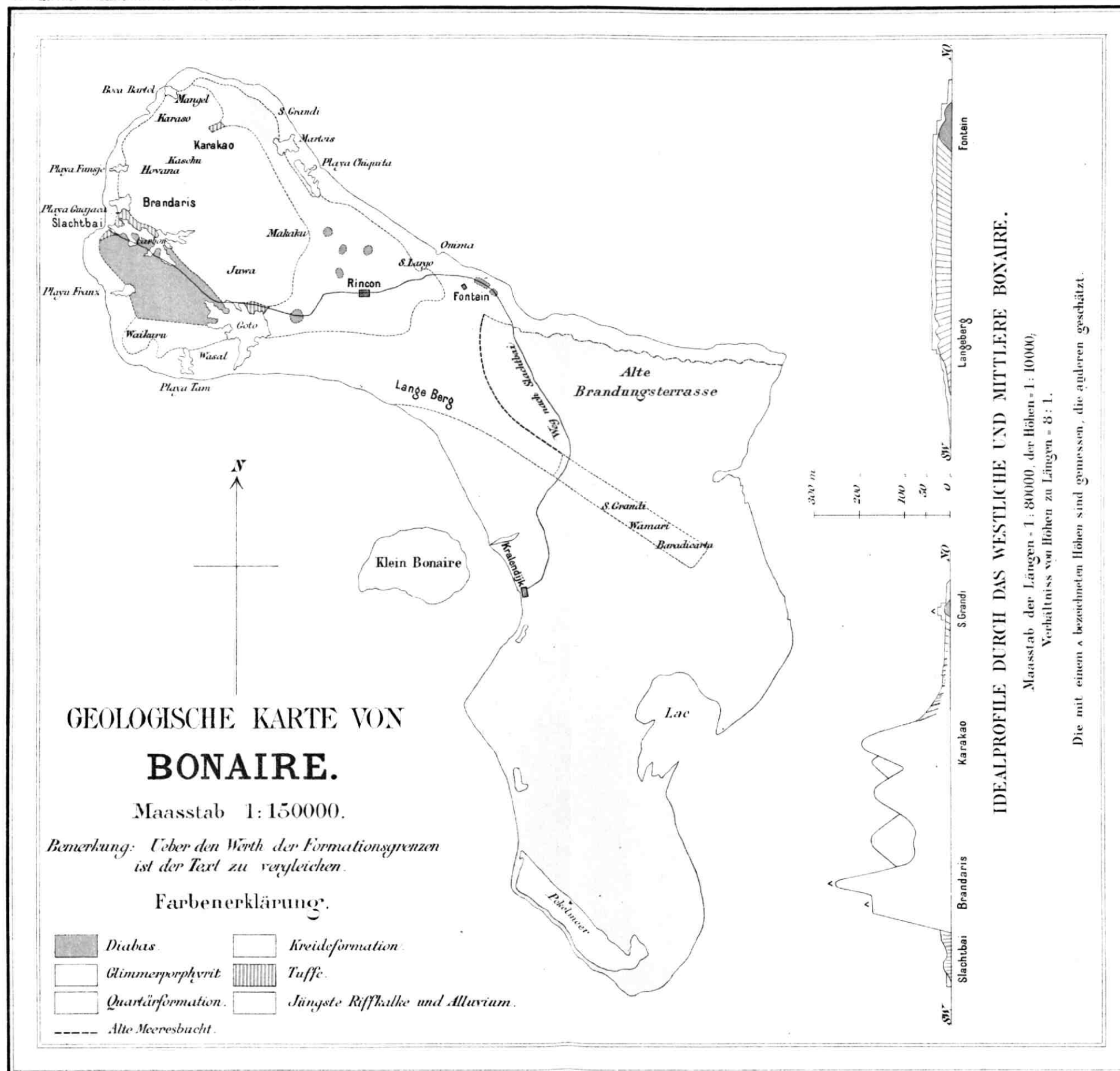
Von den Karten von Curaçao konnte überhaupt nur Eine ¹⁾ für die Verwendung bei geognostischen Untersuchungen in Betracht kommen, diejenige, welche nach einer Zeichnung des um die Colonie so sehr verdienten R. F. van Raders im Maasstabe von 1 : 100000 angefertigt und mit ganz unwesentlichen Verbesserungen in 1871 und noch vor Kurzem wieder in 1886 reproducirt worden ist. Die Ausgabe des vorigen Jahres zeigt nur in der Einzeichnung eines einzelnen Längen- und Breiten-Grades einen Fortschritt. Die gleiche Verbesserung wies auch bereits eine Karte auf, welche Kuyper 1882 publicirte ²⁾; im Uebrigen ist aber die Kuyper'sche Darstellung eine Verschlechterung gegenüber der älteren von Raders. Denn während der Autor auf Grund noch nicht publicirter Aufnahmen (die Quellen sind nicht näher angegeben) eine Verbesserung zu liefern glaubt, ist auf der im Maasstabe von 1 : 200000 angefertigten Karte (nicht 20000, wie publicir wurde) die Darstellung der orographischen Verhältnisse völlig verfehlt. Sie steht weit hinter der Rader'schen Karte zurück, trotzdem auch diese ganz erhebliche Lücken und Unrichtigkeiten aufweist. Eine kleine, von Simons l. c. publicirte Karte scheint sich auf diejenige von Raders zu stützen.

Von Aruba sind zwei Karten vorhanden, von denen wiederum die ältere weit besser ist als die neuere. Jene ist der Abhandlung Reinwardt's l. c. im Maasstabe

1) Kaart van het eiland Curaçao, te Amsterdam bij de Wed. Gerhard Hulst van Keulen; (1836) 1871. — Die Ausgabe von 1886 erschien bei Seyffardt in Amsterdam.

2) J. Kuyper. Curaçao. (Tijdschr. v. h. Ned. Aardrijkskundig Genootsch. Deel VI). — Amsterdam 1882. — Die Grade auf dieser Karte weichen allerdings von denjenigen ab, welche auf der verbesserten Rader'schen Karte eingetragen sind. Kuyper lässt den 69° W. L. Gr. westlich von St. Michiel Bai, 12° 10' N. Br. nördlich vom Binnenwasser bei Hermanus verlaufen; bei der anderen Ausgabe ist umgekehrt die erstgenannte Gradlinie östlich von St. Michiel Bai, die zweite südlich vom erwähnten Becken eingetragen. Welche Angabe die richtigere ist, vermag ich nicht zu beurtheilen, da auf Keiner von beiden Karten die Quelle angegeben ist, nach der die Grade verzeichnet wurden.

Nach Simons (vgl. pag. 2) sollte der Leuchthurm am Eingange der St. Annabai 12° 6' N. Br. und 68° 59' W. L. Gr. gelegen sein. Die Oberfläche der Insel wird von ihm auf 7,62 geogr. □ Meilen angegeben (l. c. pag. 16 u. 17).



von 1 : 72000 beigegeben, im Jahre 1820 vom Kapitän zur See W. A. van Spengler aufgenommen und 1825 mit Verbesserungen von R. F. van Raders versehen; diese liess die Gold Mining Company herstellen ¹⁾, weil ihr die Spengler'sche Karte unbekannt war, wie denn überhaupt Keiner von allen westindischen Bewohnern, mit denen ich zusammentraf, Kenntniss von der älteren Publikation besass.

Die englische Karte ist sehr ungenau, hat aber den Vorzug, dass die Schluchten, welche auf dem älteren Blatte ganz vernachlässigt wurden, zum Theil eingetragen sind, und enthält ausserdem eine Reihe von Namen, welche ebenfalls in der früheren Darstellung der Insel fehlen. Sie kann deswegen zur Anfüllung der Spengler'schen Arbeit dienen, wobei freilich wegen der unrichtigen Angabe der Längenverhältnisse mit grosser Vorsicht zu verfahren ist.

Von Bonaire ist mir nur Eine Karte, im Maasstabe von 1 : 80000 bekannt, welche im Jahre 1837 publicirt ist ²⁾ und zu Verkaufszwecken vom Lieutenant A. Conradi und E. E. Jarman angefertigt wurde. So gut sie dieser Aufgabe genügt haben mag, so ist sie doch für geognostische Zwecke wenig brauchbar, da die orographischen Verhältnisse kaum berücksichtigt worden und dort, wo dies geschehen, noch obendrein fehlerhaft eingezeichnet sind. Aus einem der Stiff'schen Rapporte geht hervor, dass bereits im Jahre 1827 eine Karte von der Insel bestand, doch scheint dieselbe nicht publicirt zu sein ³⁾ und vermochte ich nichts Näheres über sie zu erfahren.

C u r a ç a o.

Orographische Gliederung. ⁴⁾

Die Insel Curaçao zerfällt in einen höheren, westlichen und einen niedrigeren, östlichen Theil, welche beide durch einen schmalen, nicht ganz $\frac{1}{2}$ geographische Meilen breiten Landstrich von einander geschieden werden. Letzterem gehört

1) The Aruba Island Gold Mining Company, limited, registered July 4th. 1872. — London, Bankers, National Provincial Bank of England.

2) A. M. Chumaceiro. Het eiland Bonaire, met eene schetskaart. — 's Gravenhage 1867. (Die Arbeit ist anonym erschienen).

3) Auch den 1825 ausgebrachten Rapporten von Krayenhoff (vgl. Verslagen en Mededeelingen d. Kon. Akademie v. Wetensch. te Amsterdam. Deel X. 1860. pag. 308.) waren Karten von Curaçao, Aruba und Bonaire beigelegt, die indessen nicht von ihm selber verfertigt worden sind. Auf Bonaire war Krayenhoff laut eigener Mittheilung nicht länger als $1\frac{1}{2}$ Tage. (Copieen der Rapporte, ohne Karten, befinden sich im Archive des Leidener Museums, sie sind aber für die Geologie ohne jeden Werth).

4) Ueber die in diesem Abschnitte angegebenen Höhen ist das Capitel, welches über Höhenmessungen handelt, näher zu vergleichen. Desgleichen bei Aruba, Bonaire und Surinam.

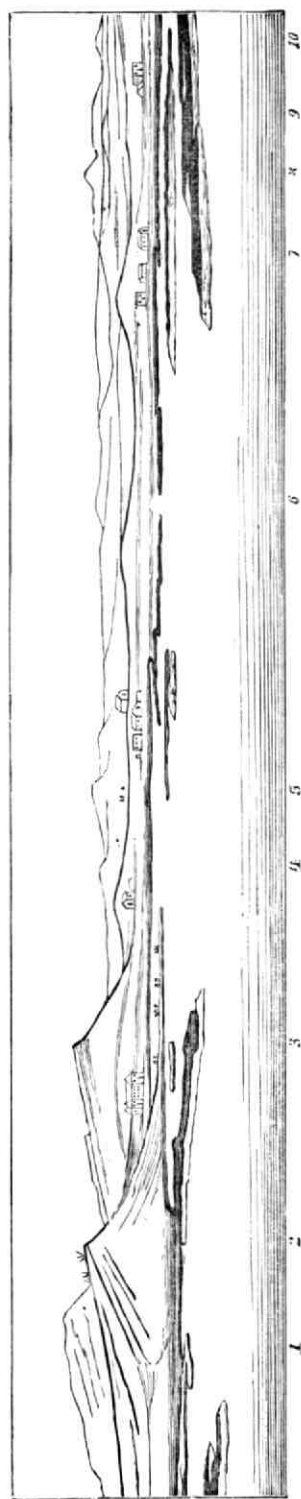


FIG. 1. AUSBLICK VON FORT NASSAU.

1. Priesterberg, im Hintergrunde. — 2. Grunberg. — 3. Veerisberg, hinter dem sich links der Swartberg erhebt. — 4. u. 6. Diabasgebirge des Binnenlandes; dahinter das Küstengebirge (5). — 7. Jüngste Rifkalle, Inseln im Schottegat; im Vordergrunde. — 8. St. Christoffel. — 9. Tafelberg St. Hieronimo. — 10. St. Antonieberg.

der sogenannte „Kleine Berg“ an, dessen abgeflachter Gipfel sich nur 78 m über den Meeresspiegel erhebt. Der westliche, höhere Abschnitt des Eilandes wird das „Benedengedeelte,“ der östliche, niedrigere, das „Bovengedeelte“ genannt, Benennungen, welche sich auf die Lage unter und über dem Winde beziehen, nicht aber auf das Relief des Landes. Das Benedengedeelte soll im Folgenden stets als West-, das Bovengedeelte als Ost-Curaçao bezeichnet werden, während die nach Nordwest gekehrten Küsten Beider in ihrer Gesamtheit als Nordküste, die gegenüberliegenden als Südküste angeführt werden.

Im Nordwesten von West-Curaçao befindet sich die höchste Spitze der ganzen Insel, der scharfgratige St. Christoffel, welcher sich 376 m über das Meer erhebt und an den sich nach Westen zu noch eine Reihe niedrigerer Höhen anschliesst, die man auf der Insel zwar nicht mehr mit dem genannten Gipfel unter demselben Namen zu vereinigen pflegt,¹⁾ welche aber dennoch am natürlichsten ihm zugerechnet werden, da sie nur durch unbedeutende Thaleinschnitte unter einander und vom Christoffel geschieden sind und auf breitem Sockel mit Letzterem zusammenhängen.

Südöstlich vom Christoffel liegt im Innern der Tafelberg St. Hieronimo, welcher seinen Namen dem völlig flachen, auf conischer Basis ruhenden Gipfel verdankt und 218 m hoch ist; abermals südöstlich von diesem befindet sich unweit der Nordküste der kegelförmige St. Antonieberg, welcher nur wenig hinter dem Hieronimo an Höhe zurücksteht.

1) Besondere Namen für diese niedrigeren Höhen konnte ich ebensowenig in Erfahrung bringen.

Die genannten drei Berge sind nicht nur die bedeutendsten Erhebungen auf der ganzen Insel, sondern sie führen uns gleichzeitig sämtliche verschiedenen Gebirgsformen derselben vor Augen und mit ihnen, wie unten näher zu erörtern sein wird, diejenigen Formationen, welche sich fast ausschliesslich an dem Aufbau von Curaçao betheiligen. Sie sind ferner, das Küstengebirge ausgenommen, die einzigen Höhen in West-Curaçao, die man als Berge bezeichnen kann; denn alle anderen besitzen einen sehr geringen Grad von Selbständigkeit, sind durch flache, muldenförmige Thäler getrennt und ragen über diese so wenig hervor, dass sie nur Hügel genannt werden dürfen.

Das Innere von West-Curaçao besitzt an vielen Orten kaum 30 m Mereshöhe (das Haus von Hermanus liegt nur 27 m, dasjenige von Savonet 20 m hoch) und im Mittel dürfte es schwerlich mehr als 60 m sich über den Spiegel des Oceans erheben, wenn die genannten drei Berge unberücksichtigt bleiben. Noch niedriger ist das Innere von Ost-Curaçao, dessen mittlere Höhe ich auf 40 m schätze und welches vielerorts nur bis zu 20 m und minder sich erhebt.

Sieht man auch hier vom Küstengebirge ab, so bleibt nur Eine Kuppe übrig, auf welche in Ost-Curaçao der Name eines Berges angewandt werden kann, das ist der „Ost-Seinpost“.¹⁾ Dieser wird im Nordwesten von einer Schlucht begrenzt, welche die „Rooi“²⁾ Kibrahacha“ heisst, im Nordosten von dem schroffen Küstengebirge, im Süden und Südosten von einer ausgedehnten Ebene. Im Uebrigen wird das ganze Innere von Ost-Curaçao von einem Hügellande gebildet, dessen sanfte Wellen an das Relief unseres Diluviums erinnern und welche im Osten des Schottegats, woselbst sich auch der „Midden-Seinpost“ befindet, die bedeutendste Anschwellung zeigen. Ueberall aber, den etwa 100 m hohen Ost-Seinpost nicht ausgeschlossen, bleibt das Innere dieses Theiles von Curaçao an Höhe weit hinter dem Küstengebirge zurück und als Ganzes betrachtet lässt es sich als ein ovales Kesselthal bezeichnen³⁾, dessen Gehänge von den die Küste einfassenden Höhen gebildet werden. Das Gleiche gilt auch von dem östlichen Abschnitte von West-Curaçao, woselbst der Höhenunterschied zwischen dem Innern und dem Küstengebirge ein ganz ähnlicher ist.

1) Es ist dies eigentlich der Name für einen auf der Höhe befindlichen, optischen Telegraphen, den man aber auf die Kuppe selbst überträgt.

2) *Rooi* heisst auf den Inseln jede Schlucht und jedes Thal; der Name ist abkünftig vom spanischen *arroyo*.

3) Dieser Charakter eines Kesselthales ist besonders augenfällig, wenn man aus grösserer Entfernung von Nordwesten her — so z. B. von St. Pedro an der Nordküste von West-Curaçao — nach dem östlichen Inseltheile blickt. Der Tafelberg und das Küstengebirge von Hato erscheinen dann annähernd gleich hoch, gewissermaassen projicirt auf eine Nord- und Südküste verbindende

Das Küstengebirge, welches mit sehr unbedeutenden Unterbrechungen die ganze Insel gürtelartig umsäumt, dehnt sich in der Mitte derselben und an der Nordküste, vor allem an der Küste von Hato, am weitesten landeinwärts aus; schmaler ist der Rücken, welcher von ihm längs der Südküste von West-Curaçao gebildet wird, und am meisten tritt es zwischen Westpunt und Savonet zurück.

Seine Höhen sind sehr verschieden; so erhebt sich der Gipfel, auf welchem das Fort Nassau liegt, nur 68 m über den Meeresspiegel, der benachbarte Priesterberg dagegen 129 m; unweit Hermanus besitzt das Gebirge der Südküste am inneren Absturze 67 m Meereshöhe; die bedeutendste Höhe erreicht aber der Tafelberg an der Fuikbai, denn ich schätze ihn auf 200 m.¹⁾

Ueberall besitzt das Küstengebirge landeinwärts schroff abfallende Wände, der Art dass nahe dem Gipfel sich nicht selten ein niedriger, fast lothrechter Absturz befindet, an den sich nach unten zu eine weit minder steile Basis mit 30—40° Neigung anschliesst. Diese Verschiedenheit des Böschungswinkels ist namentlich bei den höheren Gipfeln an der Südküste von Ost-Curaçao sehr augenfällig; bei den niedrigeren weniger ausgeprägt und bei den noch unbedeutenderen Höhen des Küstengebirges ist der ganze innere Absturz gleich steil wie es bei den ansehnlichen Bergen (Priesterberg, Fort Nassau, Tafelberg u. a.) nur deren oberer Abschnitt ist. Wie unten näher zu betrachten ist, hängt dieser wechselnde Böschungswinkel sehr nahe mit der geognostischen Gliederung des betreffenden Gebirges zusammen.

Nach dem Meere zu fällt das Letztere meistens steil, in mehreren schroffen Terrassen ab; doch macht hievon die Südküste von Ost-Curaçao eine Ausnahme, denn die Neigung beträgt hier höchstens 20°, oft 15°, selbst 10° und weniger, so bei den drei Gebrüdern, beim Gruneberg, Fort Nassau, Tafelberg und anderen, minder ansehnlichen Höhen.

Kurze, senkrecht zur Küste gerichtete, von schroffen Wänden begrenzte Thäler zerlegen das Gebirge in eine Anzahl von unbedeutenden, häufig sargförmigen Höhen, welche oftmals an der Basis kaum noch zusammenhängen oder auch völlig von einander isolirt sind. In diesem Falle reicht das Thal fast bis zum Meeresspiegel hinab und mehrfach erreicht der Einschnitt dies Niveau in Wirklichkeit, so dass an Stelle der Thalsole entweder ein kurzer Canal tritt, welcher

Ebene, und ihre steilen Gehänge ragen wie der Rand einer Schüssel über das niedrige Hügelland des Innern hervor, während die Höhen nach dem Meere zu sanft abfallen.

1) Teenstra und Bosch (vgl. pag. 2) geben 300 und 302 m an; doch ist dies ohne Zweifel übertrieben. Ich selbst konnte eine Messung des Gipfels nicht ausführen, da der Eigentümer Jedem den Zugang untersagt.

den Ocean mit Einem der vielen „Binnenwässer“ (binnenwater) verbindet, oder die Ausbuchtung eines solchen Binnenwassers greift zwischen die betreffenden Höhen ein.

Die Binnenwässer sind im letztgenannten Falle durch einen niedrigen Uferwall vom Meere abgeschlossen; aber die Anwesenheit oder das Fehlen eines solchen ist von sehr untergeordneter Bedeutung, da Jene ihrer Lage nach stets den Charakter von Landseen tragen, während sie ihrer übrigen Eigenschaften wegen als mehr oder minder vollständig abgeschlossene Meeresbecken zu bezeichnen sind. Ihre Form ist entweder einfach, lang gestreckt, oder eine eigenthümlich gelappte, so dass man den Umriss der betreffenden Becken blattförmig nennen kann. Diese beiden verschiedenen Formen stehen ebenfalls im engsten Verbande mit der Art der Gebirgsformationen, welche die Ufer der Becken bilden.

Ausser den bereits erwähnten, kurzen Thälern im Küstengebirge und der Rooi Kibrahacha giebt es nur noch sehr wenige andere Thaleinschnitte von einiger Bedeutung. Zu ihnen gehört in erster Linie eine von steilen Klippen eingefasste Schlucht, welche sich am nordöstlichen Abhange des Christoffels befindet; ferner ein Thal, welches im schmalsten Theile der Insel von Hermanus aus sich nach Osten ausdehnt und ebenfalls sehr schroffe, aber wenig hohe Seitenwände besitzt. Die Letzteren werden von den inneren Abstürzen der beiden Küstengebirge gebildet, welche hier wegen der Schmalheit des betreffenden Theiles des Eilands nahe zusammengerückt sind und so das Thal entstehen lassen.

Alle anderen Thäler, nur sehr unbedeutende Wasserrisse ausgenommen, werden von Gehängen mit so geringer Neigung eingeschlossen, dass es besonderer Aufmerksamkeit bedarf, um ihren Verlauf zu erkennen; es sind langgestreckte, flache Mulden oder Canäle, in denen zur Regenzeit das Wasser nach der Küste abströmt und welche meistens ihre Endigung am Ufer der oben erwähnten, abgeschlossenen Becken finden.

Unter den Ebenen von Curaçao ist nur diejenige von einiger Bedeutung, welche sich im Osten des Tafelbergs an der Fuikbai, südöstlich vom Ost-Seinpost, ausdehnt und an der Küste unvollständig von dem dort mehrfach unterbrochenen Randgebirge eingeschlossen ist. Kleinere Ebenen befinden sich am Innenrande der Binnenwässer, so östlich vom Schottegat, westlich von Hermanus, hinter der Boca von Savonet und an einigen anderen Orten; indessen ist ihre Ausdehnung eine so geringe, dass sie in dieser Darstellung übergangen werden dürfen.

Die orographischen Verhältnisse von Curaçao sind auch auf der besten der bestehenden Karten, der oben erwähnten Darstellung von Raders, nur äusserst

unvollkommen wiedergegeben. Das Küstengebirge ist im mittleren und östlichen Curaçao gut, im westlichen Theile der Insel mangelhaft eingezeichnet; die Höhen des Innern sind indessen so falsch und lückenhaft, dass von der sie betreffenden Zeichnung nur der Christoffel, der Hieronimo, Antonieberg, Ost-Seinpost und Midden-Seinpost zuverlässig erscheinen, während die Karte im Uebrigen betreffs des inneren Theiles des Eilands ganz falsche Vorstellungen erweckt.

Abgesehen von den Reliefverhältnissen ist aber die Rader'sche Karte sehr brauchbar und konnte ich deren neueste Ausgabe um so eher als Basis für meine geologische Karte benutzen, als darin jene Verhältnisse nicht weiter in Betracht kommen. Meine topographische Grundlage ist eine auf kleineren Maasstab reducirte Reproduction der Rader'schen Zeichnung, unter Weglassung ihres orographischen Theiles.

Geognostische Beobachtungen.

Von einem 29tägigen, durch die Reisen nach Aruba und Bonaire zweimal unterbrochenen Aufenthalte auf Curaçao konnte ich für die geognostische Untersuchung der Insel nur 18 Tage verwenden. Die im ersten Theile dieses Werkes geschilderte Schwierigkeit des Reisens auf Curaçao war hievon die Hauptursache. Zudem mussten die Excursionen so eingerichtet werden, dass sie gleichzeitig den Anforderungen der Botaniker unserer Gesellschaft genügten, was bekanntlich von vornherein nur wenig zweckentsprechend sein konnte. Der Ueberblick über die geognostischen Verhältnisse wurde indessen im östlichen und auch in einem Theile des westlichen Curaçao durch den fast völligen Mangel an dichtem Pflanzenwuchse sehr erleichtert.

In der angegebenen Zeit konnte ich untersuchen: 1^{tens} die weitere Umgebung von Willemstadt. 2^{tens} Hato. 3^{tens} Brievengat. 4^{tens} Fuik und den östlich von dort gelegenen Landstrich. 5^{tens} Beckenburg. 6^{tens} Hermanus und den schmalsten Theil der Insel. 7^{tens} die Gegend von St. Jan. 8^{tens} Savonet und Umgegend, bis nach Westpunt einerseits und bis zum Antonieberg andererseits.

Die zwischenliegenden Landstriche sind nur auf sehr flüchtiger Durchreise passirt; indessen konnte von den angegebenen Stationen aus jedenfalls das Wesentlichste der geognostischen Verhältnisse studirt und ein allgemeiner Ueberblick gewonnen werden. Welcher Werth den Formationsgrenzen meiner geologischen Karte zukommt, soll weiter unten bei den verschiedenen Bildungen im Einzelnen angegeben werden.

a. Im östlichen Curaçao.

Diabase.

An dem Aufbau von Ost-Curaçao nehmen Diabase den wesentlichsten Antheil, denn nicht nur bestehen fast sämtliche vom Küstengebirge eingeschlossenen Hügel aus dieser Formation, sondern es werden auch die das Meer begleitenden Höhen zum Theil von ihr gebildet. Sedimentärgesteine, denen die Diabase zwischengelagert wären, sind auf Curaçao nicht bekannt; auch deutet die Richtung der kleinen, von diesem Eruptivgesteine gebildeten Hügel nirgends auf ein bestimmtes Streichen hin, so dass eine Anordnung in Lagern sich nicht nachweisen lässt. Da es ferner nach Analogie anderer Vorkommnisse bekanntlich nicht wahrscheinlich ist, dass die Diabase auf Curaçao als typhonischer Stock auftreten sollten, so betrachte ich die Lagerungsform als deckenartige Ausbreitung. Der Vergleich mit den Diabasen von Aruba legt aber die Vermuthung nahe, dass diese Decke in der Tiefe mit Lagergängen zusammenhänge. Ursprüngliche Kuppen dürften nirgends vorhanden sein, denn das flachwellige Terrain hat sein heutiges Relief im Wesentlichen der Erosion zu danken, welche die zahlreichen, kleinen Hügel leicht herausmodelliren konnte, da das Innere der Insel noch vor Kurzem vom Meere bedeckt war (vgl. unten) und die ganze Diabasformation in Folge dessen eine tief hinabreichende Auflockerung und Zersetzung erfahren hat.

Die Gesteine besitzen meist dichte Struktur, selten sind sie feinkörnig; es muss aber leider unentschieden bleiben, ob wir es in letzterem Falle nur mit einer verschiedenen Facies oder mit verschiedenen Eruptionen zu thun haben, da grössere Aufschlüsse in dem ganzen Diabasgebiete fehlen. Diese Unsicherheit herrscht auch betreffs des feinkörnigen Diabases, den Kloos von Australia, am inneren Abhange des Priesterbergs, beschrieb und den ich daselbst aus einem Brunnenloche erhielt, in welchem er in 10 m Tiefe ansteht, bedeckt von aufgelockerten Massen derselben Felsart.

Nur in der Nähe von Klein Mal Pays traf ich einen körnigen Diabas an, welcher den dichten Diabas gangförmig durchsetzen könnte. Ersterer bildet hier unter andern einen Hügel, auf dessen Oberfläche rundliche, nicht kugelschalige, schwer zersprengbare Blöcke zerstreut liegen, während an seinem Fusse körniger und dichter Diabas innerhalb des Abstandes von nicht mehr als 1 m neben einander anstehen. Der Contact beider Gesteine war wegen Unvollständigkeit der kaum mehr als handbreiten Aufschlüsse freilich nicht zu beobachten.

Die dichten Diabase in Ost-Curaçao sind so sehr zersetzt, dass sich fast an

keinem Punkte ein Handstück schlagen lässt; die Felsart zerbröckelt unter dem Hammer in dem Maasse, dass sie bequem zur Ausbesserung von Wegen abgestochen werden kann. Nur in der Rooi Kibrahacha, am Fusse des Ost-Seinpost, war die Diabasformation minder verwittert, und ich schreibe dies dem Umstande zu, dass daselbst das durch die Meeresbedeckung zersetzte und aufgelockerte Material mit Hilfe des fliessenden Wassers fortgeführt worden und das minder zersetzte Gestein an die Oberfläche gerückt ist. Hier entsprechen die Verhältnisse denen der Insel Aruba, deren Diabase uns später beschäftigen werden.

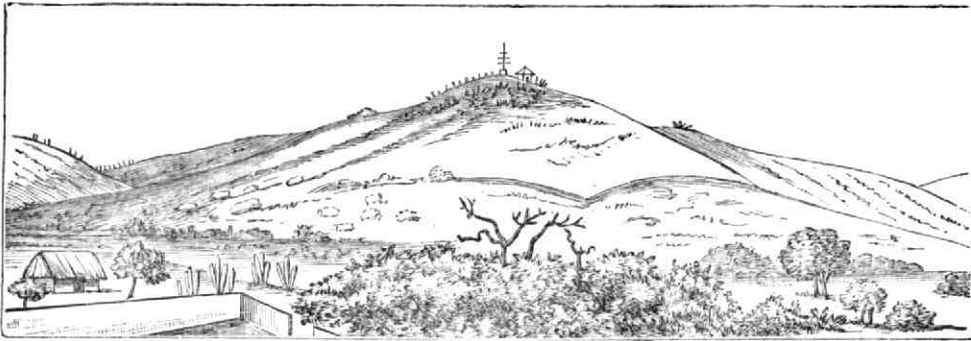


FIG. 2. OST-SEINPOST,
gesehen von Fuik aus. Der Thaleinschnitt zur Linken ist die Rooi Kibrahacha.

Nirgends nimmt man im Gebiete der dichten Diabase von Ost-Curaçao Blöcke als Ueberreste schwerer verwitternder Massen wahr, obwohl hie und da in dem grünlich gefärbten Gesteine unregelmässig ellipsoidische bis rundliche, von braunen Zersetzungsprodukten umgebene Partien erscheinen, die indessen keine merklich grössere Festigkeit zeigen. Auch sie sind gleich dem Ausgehenden der ganzen Formation von zahlreichen, regellos verlaufenden Kluftflächen durchsetzt, auf denen Kalkspath eine gewöhnliche Erscheinung ist. Nach Kloos kommt auch Prehnit in schmalen Trümmern vor. Für die Beobachtung dieser Verhältnisse ist namentlich der Weg von der Stadt nach Hato geeignet, woselbst die Diabase auf weite Strecken in mannshohen Entblössungen aufgeschlossenen sind. Säulenförmige Absonderung habe ich nirgends wahrgenommen.

Vereinzelt setzen Quarzgänge von geringer Mächtigkeit im Diabase auf, unter denen indessen nur die in der Rooi Kibrahacha vorkommenden erwähnenswerth sind. Hier liegen auch am Ausgange der Schlucht, bis in die Nähe des Hauses von Fuik, Brocken von Quarzit in grosser Menge an der Oberfläche zerstreut, so dass man an die Verhältnisse im Diabasgebirge von Aruba erinnert wird, während im Uebrigen die Quarzgänge von Curaçao einen Vergleich mit diesen nicht zulassen.

Die Verwitterungsprodukte der Diabase werden durch die zu Zeiten fallenden, schweren Regengüsse von den Höhen abgspült, so dass die Letzteren, statt von

Thon, nur von zahllosen kleinen Scherben des Eruptivgesteins bedeckt werden, wenn nicht der lauchgrüne oder von einer dünnen, braunen Eisenoekerrinde überzogene Fels unmittelbar zu Tage ausgeht. Das gelbbraune Colorit, hie und da mit einem Stich ins Grüne, lässt sich bei dem Mangel einer Pflanzendecke auf weite Strecken hin leicht überblicken. Die braunen, eisenschüssigen Thone aber, welche als Endprodukt der Verwitterung in den flachen Mulden des Binnenlandes sich ablagern und hier durch künstliche Anlagen vor der Wegführung ins Meer geschützt werden, erreichen eine ganz bedeutende Mächtigkeit. In mehreren Brunnenlöchern waren die Thone bei 10 m Tiefe noch nicht durchsunken.

Die Betheiligung der Diabase an dem Aufbau des Küstengebirges bedarf noch besonderer Erläuterung, da das Eruptivgestein hier als Liegendes der quartären Kalke auftritt und durch Letztere fast ganz verhüllt wird. Deswegen giebt auch Gabb an, dass das ganze Küstengebirge aus Korallenkalken bestehe, während er die Diabasformation auf Curaçao überhaupt nicht erkannte und den im Innern von ihr eingenommenen Raum nur als „internal rolling plain“ in seiner Mittheilung anführt, und zwar als *aequivalent* mit den Korallenkalken. Es mag dies gleichzeitig als ein Beweis für die grosse Schwierigkeit gelten, mit der die geognostische Untersuchung des niedrigen, tief zersetzten Gebirges verbunden war.

Wenn man aber an den inneren, steilen Gehängen der die Küste begleitenden Höhen emporsteigt, so überzeugt man sich bald, dass dieselben von einem Grus bedeckt sind, welcher sich durch nichts von demjenigen des Diabasgebietes im Innern der Insel unterscheidet. Erst nahe dem Gipfel, wo der geringere Böschungswinkel plötzlich in den steileren Absturz übergeht (vgl. Orographie), beginnt der Korallenkalk, der somit nur in einer verhältnissmässig geringen Mächtigkeit die Diabasformation überlagert. Das Eruptivgestein befindet sich an der Grenze der beiden verschiedenen Böschungswinkel in unmittelbarem Contacte mit dem Korallenkalk, und die Scheidungslinie der Formationen lässt sich in der weiteren Umgebung der Stadt mit grosser Schärfe verfolgen, so an der Höhe, auf der Fort Nassau gelegen ist, und an den kleinen Bergen im Westen von Willemstadt. Instrukтив ist in dieser Beziehung vor allem auch der Ueberblick, den man von Altena aus hat, wenn man von dort nach genanntem Fort hinübersieht.

Quartäre Conglomerate und Kalke.

Während nahe dem Gipfel, am Innenrande des Küstengebirges, Diabase und Kalke, wie eben erwähnt, in unmittelbarem Contacte sich befinden, ist dies am Fusse des seewärts gekehrten Abhanges nicht der Fall. Hier schaltet sich zwischen beide Formationen noch eine aus unreinen Kalken und Conglo-

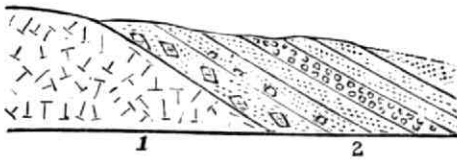


FIG. 3. PROFIL BEI PLANTERSRUST.

1. Diabas. — 2. Conglomerate und unreine Kalksteine.

des Eruptivgesteins, ein Fallen von 27° nach SW und ein Streichen von $W 17^{\circ} N$ zeigen. In den unreinen Kalksteinen und den durch ein kalkiges Cement bald fest bald locker verbundenen Conglomeraten lassen sich die allothigenen Bestandtheile leicht als Diabasbruchstücke erkennen, um so eher als in der Schicht, welche das Eruptivgestein unmittelbar überlagert, auch ziemlich ansehnliche, eckige Bruchstücke von Diabas enthalten sind. Der feinkörnige Detritus erweist sich bei mikroskopischer Prüfung als von der gleichen Felsart abkünftig.

Beim Zurücktreten der gröberen Bestandtheile des Conglomerates stellen sich Petrefakte ein, die freilich nur in Steinkernen überliefert sind. Ich fand darunter Lamellibranchiaten und Gastropoden, besonders aber auch Korallen, deren ausgefüllte Mesenterialfächer ungemein zierliche Versteinerungen gebildet haben. Diese Korallen sind aber allem Anscheine nach nur in Bruchstücken in dem Gesteine vorhanden, und unter ihnen sind Madreporaceen in erster Linie vertreten. Unter den Steinkernen von Gastropoden glaubte ich *Strombus gigas* zu erkennen; nur *Ostrea spec.* fand sich in Schalenbruchstücken vor, da die Schalen dieser Gattung bekanntlich zu den am meisten widerstandsfähigen gehören; aber auch sie liessen eine Artbestimmung nicht zu. Der Eindruck, den die Fauna macht, ist der einer sehr jugendlichen Bildung; das lässt sich trotz der ungünstigen Erhaltung jedenfalls noch wohl erkennen.

Das Hangende der hier beschriebenen Sedimente ist an demselben Orte nicht mehr aufgeschlossen; dagegen sieht man in unmittelbarer Nähe, in den Anpflanzungen von Plantersrust, die Conglomerate als Liegendes derjenigen Korallenkalke auftreten, welche sich bis zum Gipfel des Priesterberges ausdehnen. Die Conglomerate, in denen abgerundete Diabasbruchstücke bis zu mehreren Centimetern Durchmesser vorhanden sind, enthalten auch hier neben Resten von Mollusken wiederum ästige Korallenstöcke in grösserer Zahl.

Während bei Plantersrust demnach die drei verschiedenen Formationen, welche von unten nach oben als Diabas, Conglomerate und Korallenkalke auf einander folgen, gleichzeitig aufgeschlossen sind, ist dies an keinem anderen der von mir besuchten Punkte der Fall. Wohl aber sind an vielen Orten in den kurzen, das Küstengebirge rechtwinklig durchschneidenden Thälern und Canälen Profile ent-

meraten bestehende Schichtenreihe ein.

Gegenüber dem Eingange zum Gute Plantersrust, im Westen der Stadt, ist das beistehende Profil aufgeschlossen. Der Diabas wird von Schichten überlagert, welche, annähernd parallel der Begrenzungsfläche

blösst, welche das Lagerungsverhältniss von Conglomeraten und Korallenkalcken näher demonstrieren. Unter ihnen sind zwei Profile, welche westlich und östlich vom

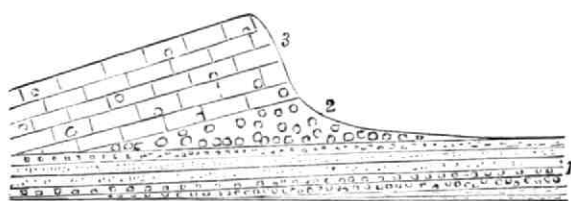


FIG. 4. PROFIL WESTLICH VOM HAFEN.

1. Diabas-Trümmergesteine. — 2. Korallenkalk mit Diabasgeröllen. — 3. Korallenkalk, fast rein.

denen die Geschiebe und Gerölle faustgross werden (1). Es sind Diabas-Trümmergesteine, von denen die Conglomerate durch ein kalkiges Cement zu einem sehr festen Gesteine verbunden sind, und welche, bald gröber bald feiner, ohne Gesetzmässigkeit mit einander abwechseln. Gerölle herrschen unter den allothigenen Bestandtheilen bedeutend vor den Geschieben vor. Korallenbruchstücke sind in den oberen Schichten dieses Complexes nicht selten, doch fehlen unversehrte Korallen, wie es scheint, gänzlich. *Strombus gigas* liess sich mit Sicherheit auch darin nachweisen, neben *Venus cancellata* und anderen, unbestimmbaren Muschelresten. Die Schichten fallen unter einem Winkel von 4—5° nach der Küste zu ein.

Im Hangenden treten zunächst unreine Korallenkalke auf (2), in denen die ästigen und fingerförmigen Abdrücke von Madreporiden in grosser Zahl der Art zu beobachten sind, dass ihre Lage der vom lebenden Thiere eingenommenen Stellung entspricht. An der Basis schliessen diese Kalke noch zahlreiche Gerölle ein und vermitteln so unmerklich den Uebergang zu den das Liegende darstellenden Trümmergesteinen (1). Ebenso ist die Grenze nach dem Hangenden (3) hin sehr undeutlich, denn Letzteres wird ebenfalls von Korallenkalcken gebildet, die sich nur durch fast gänzlich zurücktretende Gerölle und eine Neigung von 18—19° nach der Küste zu als zusammengehörig und von den soeben erwähnten Kalcken verschieden charakterisiren. Die Discordanz von 1 und 3 wird also durch die mit 2 bezeichneten, an Geröllen reichen Korallenkalke vermittelt, und das Ganze stellt eine ununterbrochene Ablagerung dar, welche seit ihrer Bildung keinerlei Störung erlitten hat. Die scheinbare Aufrichtung der Kalke steht, wie unten näher erörtert werden soll, mit der Verschiebung der Strandlinie in Zusammenhang; hier möge nur noch hervorgehoben werden, dass in diesem instructiven Profile sämmtliche Korallenstöcke ihre naturgemässe Stellung bewahrt haben, was sich in allen Einzelheiten an der senkrecht abgeschnittenen Wand verfolgen lässt. Madreporiden herrschen unter den Korallen ganz bedeutend vor; dazwischen liegen, gleichsam in Höhlungen der ästigen

Hafen, unweit des Eingangs zum Schottegat, sich befinden, besonders von Wichtigkeit.

Der bedeutendste Aufschluss ist der westliche. Hier liegt unmittelbar über dem Meeresspiegel ein Complex von lockerem Grand, Breccien und Conglomeraten, in

Stöcke, Gruppen von Astracaceen, zu denen sich dann noch eine Reihe von Muscheln, Wurmrohren u. s. w. gesellt. Unter Ersteren ist wiederum *Strombus*

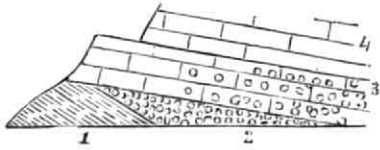


FIG. 5. PROFIL ÖSTLICH VOM HAFEN.

1. Grand. — 2. Conglomerate. — 3. Korallenkalk mit Diabasgeröllen. — 4. Korallenkalk, rein.

gigas neben *Pyrula melongena*, *Chama macrophylla*, *Lithodomus* und anderen vertreten. Die meisten Fossilien sind nur als Steinkerne überliefert.

Gegenüber dem hier beschriebenen Profile befindet sich östlich vom Hafen ein zweites, welches sich nach Obigem von selbst erklärt. Diagonal geschichteter Grand, welcher einzelne grössere Diabasgeschiebe enthält und kaum Spuren von Kalk, wird von eischüssigen, durch Kalk cementirten Conglomeraten der Art überlagert, dass sich beide Gesteinsarten rasch gegen einander auskeilen. Darüber liegt eine Kalkbank, die in ihrem tieferen, der Seeseite zugekehrten Niveau zahlreiche, im Mittel faustgrosse Gerölle von Diabas einschliesst und so allmählig von Kalk in Diabasconglomerat übergeht. Ihr Hangendes wird von Korallenkalcken gebildet, die ihre Fortsetzung in den quartären Kalcken des Fort Nassau finden.

Beide Profile sind nicht nur vom geognostischen Gesichtspunkte aus interessant, sondern vor allem auch deswegen, weil sie uns anzeigen, wie der für das Wachsthum von Korallen ungünstige Untergrund von grobem Sande allmählig durch das Auftreten eines Kalkcementes mit Bruchstücken von Korallen, Muscheln u. s. w. für die Ansiedlung der Bauten vorbereitet wurde.

Aehnliche Aufschlüsse finden sich noch an manchen anderen Punkten der Südküste des östlichen Curaçao, und es würde ermüdend sein, hier die stets in den wesentlichsten Zügen sich wiederholenden Verhältnisse einzeln zu schildern. Erwähnenswerth ist nur noch der Umstand, dass am spanischen Hafen in den Diabasconglomeraten auch eine offenbar von der Küste abgeschwemmte Landschnecke sich fand, und zwar *Pupa uva*, welche noch heute das Eiland bewohnt.

Nur im Innern der Caracas-Bai wird der Diabas unmittelbar von den Korallenkalcken überlagert, ohne dass sich zwischen beide Formationen ein Trümmergestein einschaltete. Statt dessen sind die Kluftflächen, welche das Eruptivgestein regellos durchsetzen mit einer Breccie gangartig ausgefüllt. Die Bruchstücke derselben sind vom Nebengesteine abkünftig und das Cement ist Kalk, welcher von oben her in die Spalten eingedrungen sein dürfte. Diese Verhältnisse, welche am Fusse der Klippe, auf der das Quarantäne-Etablissement sich befindet, gut zu beobachten sind, deuten darauf hin, dass in der Caracas-Bai zur Zeit der Bildung der Korallenkalke keine erhebliche Brandung stand, entsprechend den Zuständen, die wir auch heute noch dort finden; denn die Bucht ist fast so ruhig wie ein Binnenmeer.

Die Ausdehnung der quartären Bildungen ist aus der Karte ersichtlich; die Beschreibung des petrographischen und palaeontologischen Charakters der Kalke behalte ich mir für einen späteren Abschnitt vor, da die gleichartige Ausbildung der betreffenden Schichten auf allen drei Inseln eine gemeinschaftliche Behandlung anempfiehlt. Aus gleichem Grunde übergehe ich hier vorläufig die jüngst gehobenen Korallenkalke und Muschelbänke, deren Trennung von den älteren quartären Bildungen stellenweise mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Kreideformation.

Wenn man dem Wege folgt, welcher vorbei an dem oben erwähnten Gute Plantersrust von der Stadt nach Hato führt, so begegnet man anfangs keiner anderen Formation als den Diabasen. Erst kurz bevor der Innenrand des Küstengebirges am Nordstrande erreicht ist, sinkt das Eruptivgestein unter alluviale Bildungen weg, und bald darauf sieht man aus Letzteren die Schichtenköpfe einer aus Sandsteinen, Tutenmergeln und Kalksteinen gebildeten Formation heraus-



FIG. 6. AM INNENRANDE DES KÜSTENGEIRGES VON HATO.

1. Diabas. — 2. Alluvium. — 3. Cretaceische Sedimente.

schnitten. Es sind mehrere kleine, kaum $\frac{1}{2}$ m mächtige und $\frac{1}{2}$ —1 m hoch aus dem Alluvium hervorragende Partien, deren Schichten auf dem Kopfe stehen und von W nach O, fast parallel der Küste, quer über den Weg streichen. In wenigen Schritten Abstand folgen nach der Seeseite zu noch andere Schichtenköpfe von gleicher petrographischer Beschaffenheit, von gleich geringer Mächtigkeit und mit gleichem Streichen, und dies wiederholt sich noch mehrfach in der Richtung von Süd nach Nord.

Der petrographische Charakter der betreffenden Schichten stimmt durchaus mit demjenigen überein, den die cretaceischen Sedimentärgesteine im westlichen Curaçao zeigen, und dort wird auch die Altersbestimmung näher zu begründen sein. Hier ist indessen noch hervorzuheben, dass in West-Curaçao die Sand- und Kalksteine häufig mit schiefrigen Mergeln vergesellschaftet sind. Das dürfte auch an diesem Orte der Fall sein, doch sind wahrscheinlich die leichter zerstörbaren Schichten, welche mit den Sand- und Kalksteinen wechsellagern, an der Oberfläche durch die Wirkung der Erosion fortgeführt und nur die widerstandsfähigeren Reste des Schichtencomplexes hier erhalten geblieben. Ihre Ausdehnung im Streichen liess sich weder nach W noch nach O bei Hato weiter verfolgen.

Andere Schichten, welche sich durch ihren petrographischen Charakter gleichfalls als den cretaceischen Ablagerungen des westlichen Inseltheiles aequivalent

erweisen, traf ich bei Brievengat an. Das Haus ruht daselbst auf Kieselschiefer und in seiner unmittelbaren Nähe, nach Westen zu, erhebt sich ein nur wenige Meter hoher Hügel, welcher aus Kieselschiefer und Sandstein besteht. Die Umgebung ist wieder durch die künstlich angehäuften Abschwämmungsprodukte des inneren Inseltheiles verhüllt; aber weiter nach der Küste zu, wo das abströmende Wasser eine der Schutzmauern der Plantage zerrissen hatte, war ein kleines Profil entblösst, in dem ein thoniger Kalkstein und Sandsteine zu Tage traten. Die Schichten streichen auch hier von W nach O und fallen 45° nördlich. Unfern dieses Aufschlusses, östlich vom Strandwege, steht ein aus Kieselschiefer-, Diabas- und kleinen Quarz-Bruchstücken gebildetes Conglomerat an, welches durch Kalk cementirt und von Kalkspathadern durchzogen ist; alle hier genannten Gesteine aber nehmen im westlichen Curaçao an dem Aufbau der Kreideformation Theil.

Besonderer Erwähnung verdient schliesslich noch ein eigenthümlich blaugrün gefärbtes Trümmergestein, welches am Innenrande des Küstengebirges, zwischen Ronde Klip und Brievengat und zwar mehr dem letzteren Orte genähert, östlich vom erwähnten Strandwege, ansteht. Es stimmt mit den Beschreibungen überein, die von der sogenannten, auf den westindischen Inseln weit verbreiteten, cretaceischen „Blue-beache“ gegeben werden.¹⁾ Im Einklange damit steht auch das Resultat einer von Wichmann ausgeführten, mikroskopischen Untersuchung, nach der das Gestein als Dioritbreccie zu bezeichnen ist. An keinem anderen Orte der drei Eilande habe ich die Blue-beache angetroffen.

Trotz der unbedeutenden Aufschlüsse, die ich gelegentlich meiner flüchtigen Besuche bei Hato und Brievengat beobachten konnte, glaube ich doch nicht zu irren, wenn ich annehme, dass die cretaceischen Schichten an der Bildung des nördlichen Küstengebirges denselben Antheil nehmen, wie es die Diabase im südlichen Küstengebirge thun. Der innere Abhang der den Strand begleitenden Höhen ist nämlich bei Brievengat durch ein röthliches, von dem der Diabase völlig abweichendes Colorit ausgezeichnet, und rothbraune, eisenschüssige Quarzsande finden sich hie und da in den Niederungen. Die gleiche, röthliche Färbung ist aber auch für die Kreideformation an anderen Orten der Insel bezeichnend. Ausserdem sind die oben erwähnten Aufschlüsse von Kalkstein, Sandstein und Conglomeraten in Einschaltungen des quartären Korallenriffes gelegen, wonach sie nur als Liegendes des Letzteren gedeutet werden können, wenngleich die Ueberlagerung durch die Kalke nicht direkt beobachtet wurde.

Auf Grund der mitgetheilten Lagerungsverhältnisse bei Hato und Brievengat

1) P. T. Cleve. On the Geology of the North-Eastern West India Islands. (Kongla Svenska Vet. Akad. Handl. B. 9. N^o 12) pag. 4 u. 40. — Suess. Das Antlitz der Erde I. pag. 702.

und besonders des an beiden Orten beobachteten Streichens der cretaceischen Schichten von W nach O habe ich angenommen, dass die Kreideformation sich längs der ganzen Nordküste von Ost-Curaçao ausdehne, eine Annahme, welche auch dadurch gestützt wird, dass gleiche Schichten abermals im Groote Berg angetroffen werden. Von diesem westlichsten Punkte Ost-Curaçao's aus erstrecken sich die Ablagerungen der Kreideformation noch weiter nach Süden und Südosten, denn bereits unweit Klein Mal Pays stehen am Fusse des oben beschriebenen Hügels von körnigem Diabas cretaceische Sandsteine an. Hier nimmt man auch eine sehr wesentliche Aenderung im Relief der Landschaft wahr, wenn man von der Stadt kommend seinen Weg zum Groote Berg hin fortsetzt, denn statt des flachwelligen Hügellandes, welches das Innere von Ost-Curaçao im Uebrigen auszeichnet, bemerkt man zwischen Klein Mal Pays und dem Groote Berg niedrige Höhen mit scharfen Kämmen, eine Reliefform, die auf Curaçao, soweit mir bekannt, nur den cretaceischen Ablagerungen eigen ist.

Im westlichen Abschnitte von Ost-Curaçao schaltet sich demnach, gleichwie an seiner Nordküste, zwischen die Diabase und quartären Bildungen die Kreideformation ein; dagegen zeigt der östliche Abschnitt dieses Inseltheiles wiederum einen mit der Südküste übereinstimmenden Bau. Die Diabase werden hier unmittelbar von den jungen Korallenkalken überlagert, und ihre Grenze ist durch eine Linie angedeutet, welche vom Westen von Punt Canon aus sich über den Südfuss des Ost-Seinpost, von dort über das Haus von Fuik bis an den östlichen Abhang des Tafelberges hinzieht. Im Süden und Südosten grenzt hier an die Diabasformation eine alluviale, aus den Verwitterungsprodukten des Eruptivgesteins entstandene Ablagerung, als deren Mächtigkeit man bei Anlage eines Brunnens auf Fuik 11 m fand. Von der Kreideformation ist im Osten nirgends eine Spur aufzufinden.

Aus den geognostischen Beobachtungen im östlichen Curaçao ergibt sich, dass von der Küste nach dem Innern der Insel zu die untenstehenden Formationen auf einander folgen:

Im Norden und Westen.	Im Süden und Osten.
Quartäre Kalke	Quartäre Kalke
(Quartäre Conglomerate mit Bruchstücken cretaceischer Gesteine?)	Quartäre Diabasconglomerate Diabas.
Cretaceische Sedimente	
Diabas.	

Die quartären Conglomerate, welche im Norden und Westen bei dem Mangel an grösseren Aufschlüssen nicht beobachtet sind, dürften daselbst, wie nach Analogie

anderer Lagerungsverhältnisse im westlichen Curaçao zu schliessen ist, schwerlich fehlen. Ich vermuthe, dass aus den Bestandtheilen der cretaceischen Formation gebildete Trümmergesteine hier die gleiche Rolle spielen wie die Diabasconglomerate an der Südküste, und dass der petrographische Charakter dieser Conglomerate des Nordstrandes mit demjenigen der unten zu behandelnden Conglomerate von Hermanus übereinstimme. Die jüngsten Korallenkalke und aequivalenten Bildungen sind aus bereits erwähnten Gründen in dieser Uebersicht vorläufig übergangen.

b. Im westlichen und mittleren Curaçao.

An dem Aufbau von West-Curaçao betheiligen sich die gleichen Formationen, welche von Ost-Curaçao im Obigen beschrieben wurden; es erreichen aber die cretaceischen Ablagerungen im Westen eine weit grössere Mächtigkeit und die Lagerungsverhältnisse sind so complicirt, dass sie sich bei dem Mangel an grösseren Aufschlüssen nur ungemein schwierig beurtheilen lassen. Es scheint deswegen geboten mit der Beschreibung derjenigen Schichten zu beginnen, deren Altersbestimmung keinem Zweifel unterworfen ist, um darauf ihre Beziehungen zu den übrigen Bildungen zu erörtern.

Rudistenkalk.

In der Gegend von Savonet tritt vereinzelt ein feinkörnig krystallinischer bis dichter, von vielen, feinen Kalkspathadern durchzogener Kalkstein auf, welcher splittrig bricht und schmutzig-bis blaugrau, einzeln auch gelblichweiss, gefärbt ist. Selten kommen kleine, abgerundete Kieselschieferbruchstücke in dem Kalksteine vor. Dem petrographischen Charakter nach könnte man geneigt sein, ihn für eine palaeozoische Bildung zu halten.

Der bedeutendste Aufschluss dieser Formation befindet sich in unmittelbarer Nähe von Savonet, südlich vom Hause, und wird von der Fahrstrasse durchschnitten. Hier dürften die Kalksteine etwa 20 m über die Thalsole sich erheben und 40 m Meereshöhe erreichen. Sie werden stellenweise von einer groben Breccie bedeckt, die aus mehrere cm grossen Bruchstücken von Rudisten und Kalkalgen besteht, einzelne Exemplare von *Pupa ura* einschliesst und durch einen rothbraunen Kalk cementirt ist, offenbar eine Bildung der allerjüngsten Zeit.

Von gleicher Höhe ist nach roher Schätzung eine zweite, ansehnliche Partie derselben Formation, welche nordwestlich von Savonet, links von dem nach Westpunt führenden Wege, ansteht und hier eine schroffe, von den übrigen Gesteinen scharf sich abhebende Klippe formt. Kleinere Fetzen der Kalkschicht ragen nördlich und östlich von Savonet aus den unten zu behandelnden Kieselschiefern hervor, welche

der Zerbröckelung eher anheimgefallen sind als die mächtigen Kalkbänke; doch sind auch die Letzteren oberflächlich fast ganz in grosse, quaderförmige Blöcke zertheilt, welche in der Regel sich nicht mehr in situ befinden.

Die Bestimmung des Streichens und Fallens ist dadurch an den meisten Punkten unmöglich geworden; nur an einer Kalkpartie östlich von Savonet liess sich als Streichungslinie $W 18^{\circ} N$ feststellen, verbunden mit antiklinaler Lagerung. In diese

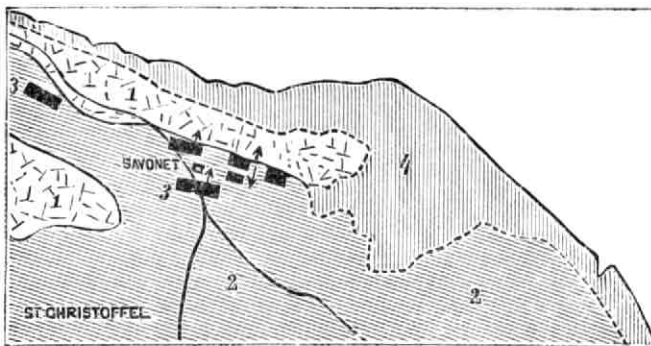


FIG. 7. UMGEGEND VON SAVONET.

1. Diabas. — 2. Kieselschiefer. — 3. (schwarz) Rudistenkalke. — 4. Quartärformation.

Streichungslinie fallen noch zwei andere der kleineren Fetzen dieser Formation; die übrigen Parteen passen nicht hinein und liessen auch keine nähere Bestimmung zu. Sie sind in der beigegeführten Kartenskizze aus diesem Grunde einigermaassen willkürlich eingetragen. Auf dem Gipfel der ersterwähnten Anhöhe im

Süden der Plantage nimmt die Kalkschicht eine schwebende Lage ein, während sie am nordöstlichen Abhange mit dem Berge fällt; hier befindet sich also wahrscheinlich eine zweite Antiklinale.

Die Kalksteine treten in unmittelbarem Kontakte mit Kieselschiefern auf, und wo das Einfallen der steil aufgerichteten Schichten überhaupt zu bestimmen ist, überzeugt man sich auch leicht von der völlig concordanten Lagerung der Kalke und Schiefer. Da nun die Letzteren, wie im Folgenden erörtert werden wird, vielfach geknickt und gefaltet sind und die Kalkschicht ebenfalls antiklinalen Bau erkennen lässt, so gewinnt es einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, dass Schiefer und Kalke ein Schichtensystem darstellen, welches zu mehreren, unter einander und der Küste von Savonet annähernd parallelen Falten zusammengeschoben ist.

Ungemein reich sind die Kalksteine an Resten von *Rudisten* (*Radiolites Lam.*), welche freilich in einem so unvollkommenen Erhaltungszustande überliefert sind, dass es besonderer Aufmerksamkeit bedarf, um sie als solche zu erkennen. Es sind nur grosse Brocken der äusseren Schalenschicht, welche bekanntlich am längsten von den Gehäusen genannter Gattung erhalten bleiben, und diese Brocken sind vielfach verdrückt, verschoben und zersplittert, so dass sie dem Gesteine eine breccienartige Struktur verleihen. In einzelnen Fällen sind an den Bruchstücken indessen noch sehr wohl die verästelten Eindrücke der Radialgefässe auf den Querböden erhalten (Tab. II,

Fig. 14 u. 17) und an Einem derselben erkennt man noch deutlich die innere Grenze der Schalenschicht (Fig. 14), obwohl auch sie nicht mehr den ursprünglichen Verlauf zeigt, sondern an der mit einem Sterne bezeichneten Stelle stark verdrückt ist.

In Folge der vielen Verdrückungen haben die Querböden nicht selten ihre parallele Lage eingebüsst, und die Fossilien machen dann im Längsbruche den Eindruck von incrustirenden Korallen, welche andere im Kalke eingeschlossene Organismen zu überziehen scheinen. In Wirklichkeit haben aber Letztere bei der mechanischen Veränderung des Gesteines nur das Widerlager für die Bruchstücke der Rudisten gebildet (Fig. 21).

Lassen sich schon makroskopisch derartige Störungen in der gegenseitigen Lage der einzelnen Theile der Fossilien wahrnehmen, so ist dies mikroskopisch in noch weit höherem Grade der Fall, denn hier sieht man an manchen Stellen im Gesteine die Zertrümmerung so weit fortgeschritten, dass jede einzelne Zellwand isolirt ist. Solche Partien machen in Dünnschliffen auf den ersten Blick den Eindruck, als wäre der Kalkstein mit zahlreichen kleinen, vertikal durchschnittenen Gehäusen von scheibenförmigen Foraminiferen erfüllt, um so mehr, als man nur vereinzelt darin noch kleine Bruchstücke findet, an denen rechtwinklig auf einander stossende Zellwände wahrgenommen werden. Der Anfang einer solchen Zertrümmerung ist in Fig. 18 dargestellt.

Diese Abbildung (Fig. 18) weist zugleich Merkmale auf, wodurch sich die Brocken von *Radiolites Lam.* im Längsschnitte sicher von palaeozoischen Korallen und Bryozoen unterscheiden lassen. Die Querböden gehen ohne irgend welche Unterbrechung von dem Einem in das jedesmal anliegende, andere Prisma über, während die Längswände des Letzteren in Folge dieser Eigenschaft in zahlreiche Glieder aufgelöst sind, die nur locker mit einander zusammenhängen. Die Seitenwände der Prismen benachbarter Querschichten liegen nicht einmal stets in derselben Richtung, sondern weichen hie und da aus ihr heraus; sie fügen sich zapfenartig in die Einbiegungen der Querböden, welche im Längsschnitte wellig gebogen erscheinen, ein.

Der Querschnitt dagegen zeigt eine auffallende Uebereinstimmung mit solchen von palaeozoischen Korallen und besonders von Chaetetiden: Von den völlig verschmolzenen Wänden aus ragen einzelne, hervorspringende Leisten, ganz in Uebereinstimmung mit Chaetetes, in das Lumen der Zellen hinein¹⁾; es sind dies die Durchschnitte durch die Lamellen, welche in diagonalen Richtung die Prismen von *Radiolites* durchsetzen (Fig. 16 u. 18)²⁾. Als einziges Unterscheidungs-

1) Vgl. H. A. Nicholson. On the structure and affinities of the tabulate corals of the palaeozoic period. London 1879. tab. 12, fig. 4.

2) Vgl. auch Roemer. Die Kreidebildungen von Texas. Bonn 1852. tab. 6, fig. 1d.

merkmal kann in solchen Querschnitten der Rudisten vielleicht der Umstand dienen, dass die Zellen hier eine sehr auffallende Unregelmässigkeit im Umrisse zeigen und bisweilen stark geschwungene Seitenränder besitzen ¹⁾, aber Aehnliches kommt doch auch bei palaeozoischen Bryozoen und Korallen vor ²⁾.

Der Umriss der Zellen ist meistens fünf- oder sechsseitig; ihr Durchmesser schwankt zwischen $\frac{1}{2}$ und 2 mm, am häufigsten beträgt er 1 mm. Von den Querböden kommen 13 bis 40 auf den Raum eines Centimeters. In der Regel ist die Höhlung der Zellen von Kalkspath, in anderen Fällen von Chalcedon ausgefüllt und nicht selten kommen ganz aus Kieselsubstanz bestehende Steinkerne vor (Fig. 15), welche die Rudisten auch da noch erkennen lassen, wo die Metamorphose im Uebrigen ihre Spuren bereits ganz verwischt hat. So ist in der oben erwähnten Kalkpartie am Wege nach Westpunt kein anderer Ueberrest eines Fossils mehr wahrzunehmen als die höckrigen Steinkerne der aus dem Gesteine hervorragenden, verkieselten Brocken von Radiolites.

An den anderen Aufschlüssen sind verkalkte Bruchstücke allersorts häufig und oft sieht man Letztere so dicht auf einander gepackt, dass Blöcke von mehreren Fuss Durchmesser überall die zierliche, netzförmige Struktur der Rudistenschalen zeigen, deren gegenseitige Begrenzung nicht mehr nachzuweisen ist. Uebrigens muss die Art eine bedeutende Grösse erreicht haben, denn ich fand unter anderen einen herausgewitterten Brocken der Aussenschale, welcher senkrecht zur Längsrichtung der Prismen 14 cm maass, wodurch sicherlich noch nicht die ganze Dicke angegeben ist.

Diese oben behandelten Reste habe ich früher als *Dania curasavica* ³⁾ beschrieben, da sie keinerlei Merkmale zeigen, wodurch sie von der Gattung *Dania* E. H. getrennt werden könnten, einer Gattung, welche auf Grund eines kleinen, *D. huronica* benannten Brockens eines Fossiles errichtet worden ist ⁴⁾. Unterstützt wurde diese Bestimmung durch die mikroskopische Prüfung des Querschnittes, das Vorkommen von Bruchstücken, welche an incrustirende, palaeozoische Korallen und Bryozoen erinnern, sowie durch die petrographische Beschaffenheit des Kalksteines; endlich schien der Umstand, dass die Kalke in Verband mit echten Kieselschiefern auftreten, auf ein palaeozoisches Alter der in Rede stehenden Schicht hinzuweisen. Ferd. Roemer erkannte zuerst die Uebereinstimmung des Fossils von Curaçao mit *Radiolites*, und ohne Zweifel ist diese Deutung die richtige, wie aus Obigem

1) Fig. 20, unten rechts.

2) Vgl. Nicholson l. c. tab. 1, fig. 6 und tab. 12, fig. 4b.

3) Brief im Neuen Jahrbuche für Mineralogie etc. Jahrg. 1885, Bd. II, pag. 239.

4) Edwards u. Haime Monogr. des polyp. foss. des terr. palaeoz. (Arch. du Mus. d'Hist. Nat Tome V.) pag. 275, tab. 18, fig. 2.

genügend hervorgehen dürfte; aber nichts destoweniger halte ich doch auch heute noch die anfängliche Bestimmung als *Dania* ebenfalls für richtig, da ich genannte Gattung für nichts Anderes als das Bruchstück eines Rudisten ansehen kann.

Die l. c. gegebenen Abbildungen und Beschreibungen lassen Nichts erkennen, wodurch *Dania* E. H. von einem Brocken von *Radiolites* Lam. ¹⁾ zu unterscheiden wäre, so dass mehrere unserer verdientesten Palaeontologen das westindische Fossil mit mir als *Dania* gedeutet haben. Um die Frage endgiltig zu entscheiden, wünschte ich das Original der *D. huronica*, welches sich in Paris befindet, zu untersuchen, konnte es aber leider nicht erhalten; dagegen war A. Milne Edwards so freundlich, ein Bruchstück des Petrefakts von Curaçao daselbst für mich zu untersuchen und zu vergleichen sowie mir mitzuthemen: „C'est une autre espèce appartenant je crois à un autre genre“. Das Erstere schloss ich auch bereits, als ich die Brocken unter dem Namen *D. curasavica* beschrieb; das Letztere bedarf aber aus angeführten Gründen des Beweises ²⁾.

Auch Quenstedt beschrieb ³⁾ eine *Dania* unter dem Namen *D. saxonica*, abkünftig von Harsleben bei Halberstadt aus unbekannter Schicht. Es kommt aber daselbst auch Kreide vor, und der mitteldeutsche Quader beherbergt, wie bekannt, *Sphaerulites*, so dass nach Obigem die Annahme wohl kaum gewagt ist, dass Quenstedt gleich mir das Bruchstück eines Rudisten zur Gattung *Dania* E. H. gezogen hat, weil eben die letztgenannte Gattung auch nichts Anderes als ein solches Bruchstück ist, welches irrthümlich als silurisch beschrieben wurde. Dass die cretaceische *Dania* *Edwardsi* de Greg. ⁴⁾ ein Rudistenbruchstück ist, kann überhaupt keinem Zweifel unterliegen. Jedenfalls kann auch der Umstand nicht dazu beitragen, den Glauben an die Berechtigung des Genus zu erhöhen, dass die erwähnten Brocken, welche die Namen *D. huronica*, *D. saxonica* und *D. Edwardsi* tragen, die einzigen bis jetzt bekannten Repraesentanten von *Dania* bleiben ⁵⁾.

An diesem Orte kam es in erster Linie darauf an, die Existenz der Kreideformation auf Curaçao nachzuweisen, und diese wird sicherlich trotz der Uebereinstimmung der Bruchstücke von *Radiolites* Lam. mit *Dania* E. H.

1) Eine nähere Begrenzung der Gattung, insonderheit eine Trennung von *Sphaerulites* Desm. ist bei den Bruchstücken nicht möglich.

2) Ich vermute, dass vielleicht die Radialgefässe an dem Fossile von Curaçao die Ursache sind, weswegen A. M. Edwards an eine andere Gattung glaubt; aber es kann nicht befremden, wenn dieselben an dem kleinen Bruchstücke, welches *D. huronica* genannt worden ist, nicht wahrgenommen werden.

3) Quenstedt. Handbuch der Petrefaktenkunde. 3te Auflage. Tübingen 1885. pag. 993, tab. 80, fig. 25.

4) Ant. de Gregorio. Fossili dei Dintorni Di Pachino. pag. 16, tab. 1, fig. 2; u. tab. 2, fig. 3. — Palermo 1882.

5) Ich halte es für möglich, dass die als *Favosites* *Dietzi* Duch. et Mich. und als *Favosites*

in keinem Punkte mehr zweifelhaft erscheinen. Leider ist die palaeontologische Ausbeute trotz eifriger Nachforschungen, die ich an mehreren Tagen in Curaçao angestellt habe, im Uebrigen eine sehr geringe für die Altersbestimmung der besprochenen Rudistenkalke gewesen. Ausser den Brocken von *Radiolites* fanden sich nur Kalkalgen, einige Foraminiferen, die in Dünnschliffen als *Textularia* bestimmt werden konnten, und eine einzige Korallenart ¹⁾.

Vor allem die Kalkalgen sind neben den Rudisten von Bedeutung, da sie diese bisweilen geradezu ersetzen und stellenweise gesteinsbildend auftreten. Die angewitterte Oberfläche vieler Blöcke und Gesteinsbrocken zeigt die Skelete der Algen blaugrau gefärbt und deutlich von der eigentlichen Felsmasse sich abhebend; in frischen Brüchen und auf angeschliffenen Durchschnitten sieht man die Umrisse der licht gefärbten Stöcke gleich scharf von der braungrauen Gesteinsmasse abgegrenzt (Fig. 22). Alle diese Reste gehören, wie die Untersuchung zahlreicher Dünnschliffe lehrte, einer Art von *Lithothamnium* an, welche mit keiner der bis jetzt beschriebenen Species identificirt werden konnte und deswegen *L. curasavicum* nov. spec. genannt werden mag.

Lithothamnium curasavicum bildet rundliche Knollen, welche bis zu 35 mm Durchmesser erreichen und eine unregelmässig höckrige Oberfläche besitzen, an der man stellenweise eine grosse Zahl von feinen, nadelstichartigen Poren wahrnimmt, welche die Lage der früheren Cystocarprien andeuten. Ausgewitterte Exemplare, wie man sie in der erwähnten Kalkpartie südlich von Savonet zahlreich findet, gleichen bei makroskopischer Betrachtung ungemein feinhörnigen Bryozoen. In Durchschnitten erhält man mehr oder minder deutlich runde, an den Rändern unregelmässig gelappte Umrisse; aber gleichzeitig erkennt man, dass die Knollen keineswegs ganz von der Kalkalge gebildet werden, sondern dass dieselbe fremde Bestandtheile in sich aufgenommen hat. Die Pflanze ist von Gesteinsbrocken erfüllt, in denen man neben Kalkspathindividuen unter dem Mikroskope auch Foraminiferen und eine an Korallen erinnernde Struktur wahrnimmt, so dass also die betreffenden Partien nicht etwa durch Annahme einer Metamorphose des Algen-

Sancti-Thomae Duch. et Mich. beschriebenen Reste ebenfalls von Rudisten abküntig sind. Sie sollen aus angeblich silurischen Schichten von St. Thomas, die man früher für Jura gehalten, stammen, während ältere als cretaceische Sedimente auf den Antillen überhaupt nicht bekannt sind (vgl. unten). Auch ist es in der Beschreibung des erstgenannten Fossils auffällig, dass als Unterschied von *F. Gothlandica* angegeben wird: „Les tubes sont parallèles au lieu d'être couchés les uns sur les autres.“ (Duchassaing et Michelotti, Mém. sur les coralliaires des Antilles; Mem. della Reale Accad. d. Sc. di Torino Ser. II. T. XIX. 1860. pag. 360. — ferner: Supplément au Mém. etc.; l. c. T. XXIII. 1866. pag. 199). Leider sind daselbst keine Abbildungen gegeben.

1) Befindet sich noch unbestimmt im Besitze des Herrn Magister Pratz, welcher die Bearbeitung aller von mir mitgebrachter Korallen übernommen hat.

skelets erklärt werden können, sondern Körper repräsentiren, welche von dem Lithothamnium überwuchert wurden. ¹⁾ Bisweilen erscheint der Stock ringförmig nach aussen geschlossen, während sein Inneres einen fremden Kern birgt.

Concentrische Streifen der Anwachszone lassen sich schon mit der Loupe sehr deutlich in Querbrüchen und Dünnschliffen wahrnehmen, ebenso die früheren Cystocarprien, welche unter dem Mikroskope in grosser Zahl sichtbar werden (Fig. 23). In Längsschliffen zeigen sich fast quadratische Zellendurchschnitte (Fig. 25), da ihre Breite 0,012, ihre Länge nur 0,015 mm beträgt; ²⁾ stellenweise, namentlich dort wo die Cystocarprien sich einschalteten, treten aber bedeutende Abweichungen von diesen Maassen auf, denn die Länge kann 0,012 auch 0,019 und sogar 0,021 mm betragen, während die Breite fast immer constant ist und nur selten 0,015 mm erreicht. In Querschnitten besitzen die Zellen einen regelmässig sechseckigen Umriss (Fig. 24).

Kieselschiefer.

Die Kieselschiefer, welche bei Savonet im Verbande mit den Rudistenkalken angetroffen werden, erreichen im Süden und namentlich im Südwesten von diesem Orte eine bedeutendere Entwicklung, denn hier bauen sie unter anderen auch den 376 m hohen St. Christoffel auf.

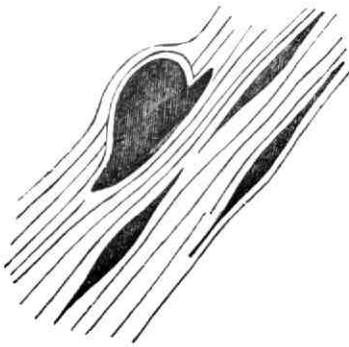


FIG. 8. KIESELSCHIEFER MIT CONCRETIONEN. — Bei Savonet.

Das Gestein ist deutlich und in der Regel dünn geschichtet; nur auf dem Gipfel des genannten Berges sah ich Bänke von mehreren Metern Mächtigkeit, ³⁾ und an seinem Fusse beobachtete ich an Einem Orte das Auftreten concretionärer Massen von Kieselschiefer, welche als Knollen und Linsen in dem gleichen Gesteine sich einstellen, ohne dessen Parallelstruktur merklich zu stören. Rechtwinklig zur Schichtungsfläche verlaufende Kluftflächen zerlegen das Gestein je nach der Mächtigkeit der Schicht und der Häufigkeit der Klüfte bald in quaderförmige und an Mauer-

1) Dies ist auch bereits von Unger an den Lithothamnen des Leithakalkes wahrgenommen worden. (Beiträge zur näheren Kenntniss des Leithakalkes — Denkschr. d. Kais. Akad. Wien; Math. Naturw. Cl. Bd. XIV, 1858, pag. 23.) — Vgl. ferner: J. Walther, Die gesteinsbild. Kalkalgen des Golfes von Neapel etc. (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. Bd. XXXVII, Heft 2, pag. 229, 1885.)

2) Es ist hier der Durchmesser angegeben, den Gümbel den „scheinbaren“ nannte. Die Benennungen sind überhaupt im Sinne dieses Forschers angewandt (Die sogenannten Nulliporen. — Abhdlg. d. Math. Phys. Classe d. Königl. Bayer. Akad. d. Wiss. Bd. XI, 1874, pag. 11 ff.).

3) vgl. Band. I. Tab. XII.

werke erinnernde Parteen, bald in kleine, würfelartige und unregelmässig polyedrische Stücke. In letzterem Falle erscheint das Gestein bisweilen an der Oberfläche wie zerhackt. Feine Kalkspathadern sind in dem Kieselschiefer eine gewöhnliche Erscheinung. Seine Färbung ist im unverwitterten Zustande meist blauschwarz, seltener schmutziggrün; verwittert nimmt der Kieselschiefer eine graue oder schmutzig- bis strohgelbe Färbung an; stellenweise wird er auch rothbraun, und es ist sehr bemerkenswerth, dass sämmtliche, den Gipfel des Christoffels bildenden Gesteine in dieser Weise verändert sind, einschliesslich der mächtigsten Bänke. Am Fusse des Berges stehen dagegen blauschwarze Schiefer an, welche die von den Schichtungsflächen und Klüften ausgehende Verwitterung und Entfärbung in allen Stadien verfolgen lassen.

Röthlich gefärbte Hornsteine sowie gelbe und rothe Eisenkiesel sind dem Kieselschiefer an manchen Orten eingelagert, Erstere auf dem Gipfel des Christoffels anscheinend in fortsetzenden Schichten. An organischen Resten glaubte Kloos Radio-



FIG. 9. GEFALTETE KIESELSCHIEFER AM FUSSE DES ST. CHRISTOFFELS.

(Vgl. auch Band I, Tab. XI.)

larien zu erkennen; daneben beobachtete Derselbe in Kieselschieferbruchstücken eines Conglomerates von Engelenberg Foraminiferen¹⁾.

1) l. c. pag. 83 u. 85.

Die Lagerungsform der Kieselschiefer ist eine sehr complicirte. In dem nebenstehenden, am Fusse des Christoffels beobachteten Profile ²⁾ erscheinen die Schichten als scharf zusammengestauchte Falten, deren Axenebenen annähernd parallel liegen. Die Längsaxen der Falten sind aber aus der Horizontale herausgerückt und steil aufgerichtet, so dass die unteren Enden der zusammengepressten, scharf umbogenen Muldenflügel aus der Felswand hervorstehen, verkohlten Baumstämmen ähnelnd (1 u. 2 in der Zeichnung). Der Sattel der liegenden Falte in der Mitte des Bildes ist aufgeborsten und seine Flügel sind quer zu den Schichtungsflächen zerrissen. Ausserdem schaltet sich zwischen die Falten 1 und 2 noch eine dritte ein (3), welche sehr unvollständig überliefert und zum Theil zermalmt ist. Gegen die Nachbarfalten ist sie durch ein aus Kieselschieferbruchstücken gebildetes Trümmergestein abgegrenzt; die Schichten der dritten Falte sind ferner theilweise zu dünnen Lamellen zusammengedrückt und zerquetscht (Fig. 10.).

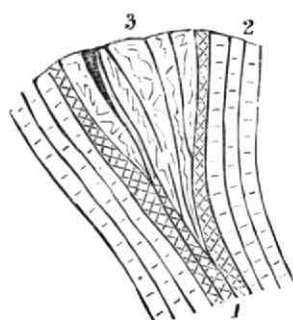


FIG. 10. ZERQUETSCHTE FALTE im Kieselschiefer von Savonet (3), durch ein Trümmergestein (1) von den nicht gequetschten Nachbarfalten (2) geschieden.

Das Profil lehrt uns, dass nach der Faltung der Kieselschiefer noch bedeutende Störungen in der Architektur des Gebirges eingetreten sind, welche ziemlich regellos durch einander geworfene Trümmer haben entstehen lassen, und es erklärt somit auch den Umstand, dass in der Kreideformation von Curaçao nirgends ein bestimmtes Streichen wahrnehmbar ist. Die anscheinend gleichmässig auf einander folgenden Schichten, die in unbedeutenden Aufschlüssen hie und da, besonders auch in der Nähe des geschilderten Profils, zu beobachten sind, müssen ebenfalls als Theile einer gefalteten und zusammengepressten Reihe betrachtet werden.

Sandsteine, Mergel, Kalksteine und Conglomerate.

Den Kieselschiefern sind in der Gegend von Savonet hie und da dünnplattige SANDSTEINE eingeschaltet, so auch auf dem Gipfel des Christoffels; an anderen Orten der Insel ist aber das Verhältniss von Kieselschiefern zu Sandsteinen der betreffenden Schichtengruppe in der Regel das Umgekehrte, indem Letztere das herrschende Gestein darstellen, dem gegenüber die Ersteren nur eine untergeordnete Rolle spielen.

2) Das Profil ist nach einer grossen Photographie meines Reisebegleiters in allen Einzelheiten nachgezeichnet worden, unterstützt durch an Ort und Stelle gemachte Skizzen. Eine verkleinerte Reproduktion der Photographie findet sich in Band I auf Tab. XI dieses Werkes.

Die Sandsteine sind fein-bis grobkörnig, blaugrau in frischem Zustande, verwittert schmutzig-bis strohgelb, seltener lichtgrau gefärbt, nach den Untersuchungen von Kloos grösstentheils oder ganz aus einem granitischen Detritus gebildet, welcher häufig durch Calcit cementirt ist; aber auch Sandsteine mit thonigem Bindemittel sind weit verbreitet; zum Theil sind sie chloritisch. Die Sandsteine mit kalkigem Bindemittel sind reich an Foraminiferen und zeigen Neigung zu kugeligem Absonderung, ohne dass indessen concentrisch-schalige Struktur vorkäme; bisweilen sieht man rundliche und ellipsoidische, faust- bis kopfgrosse Knollen in einer feinerdigen Kalkmasse gelegen, unter anderem auch am Groote Berg und im östlichen Curaçao bei Klein Mal Pays. Im Allgemeinen sind aber die Sandsteine dünn geschichtet und selten erreichen die Bänke $\frac{1}{2}$ m Mächtigkeit. Die grobkörnigen Sandsteine, welche mit Kalksteinen lagern, sind von einem aus krystallinischem Kalkspathe bestehenden Trümnernetze durchzogen.

Durch Zunahme des Bindemittels verlaufen die Sandsteine einerseits in Kalkstein andererseits in Mergel. Schieferige, gelbliche MERGEL besitzen namentlich im schmalsten Theile des Eilands eine bedeutende Entwicklung, sind aber oberflächlich zerfallen und haben bei der Zerstückelung bisweilen griffelförmige Bruchstücke geliefert, welche eine transversale Schieferung andeuten.

Auf den gehobenen Uferterrassen, welche sich nordwestlich und südöstlich vom Kleineberg befinden, sind sie zersetzt und umgelagert. Diese Terrassen werden an der Seeseite von quartärem Kalke, landeinwärts dagegen von erdigem, ungeschichtetem Mergel gebildet, welcher vorherrschend rostbraun, seltener grau oder auch lauchgrün gefärbt ist. Solche Mergel stehen auch am nordwestlichen Abhange des Groote Berg an und schliessen hier einzelne Gerölle von Korallenkalk ein, welche ihrem petrographischen Charakter nach dem quartären Riffe entstammen. Ihr Hangendes wird ebenfalls von jungen Korallenkalcken gebildet, die hier nur wenige Meter mächtig und an der Basis röthlich gefärbt sind, weil sie mit den Mergeln verwaschen wurden. Die gleiche Erscheinung sieht man noch mehrfach in der Nachbarschaft, im schmalsten Theile von Curaçao, während aus den erdigen Mergeln hie und da die Schichtenköpfe der widerstandsfähigeren Sandsteine hervorragen, die früher mit schiefrigen Mergeln lagerten. Die Verhältnisse entsprechen somit den oben von Hato geschilderten; nur lässt sich in der Umgegend des Groote- und Kleine Berg die Zerstörung der mit den Sandsteinen wechsellagernden Mergel nachweisen, während an der Nordküste von Ost-Curaçao diese nur vermuthet werden konnte.

KALKSTEINE UND CONGLOMERATE nehmen den geringsten Antheil an der Zusammensetzung der in Rede stehenden Schichtenreihe. Erstere sind dunkelgraue,

thonige oder sandige Gesteine, welche in Bänken von geringer Mächtigkeit im Sandsteine auftreten, wie dies oben bereits von Hato beschrieben wurde. Die sandigen Kalksteine zeigen das allmähliche Verlaufen beider Gesteinsarten in einander an, die thonigen Kalksteine den Uebergang in Mergel. Obwohl es kaum einem Zweifel unterworfen sein kann, dass diese Kalke den Rudistenkalken von Savonet aequivalent sind, so traf ich doch weder makroskopisch noch mikroskopisch wahrnehmbare Fossilien in ihnen an.

Die Conglomerate bestehen aus Kieselschiefer-, Diabas- und Quarzitbruchstücken, welche durch Kalk cementirt sind. Im Einzelnen ist ihre Zusammensetzung, nach der Grösse der Fragmente und dem Vorherrschen der Einen oder der anderen Gesteinsart unter diesen, manchem Wechsel unterworfen; nur die Quarzite sind überall lediglich in kleinen Fragmenten in dem Conglomerate enthalten; die Grösse der anderen Bestandtheile schwankt zwischen der einer Haselnuss und von geringeren Dimensionen bis zu derjenigen einer Faust. Die gleichförmige Lagerung der Trümmergesteine mit den übrigen Sedimenten ist allerorts, wo sie auftreten, deutlich, so namentlich auch bei Engelenberg, ferner an einem Punkte zwischen Fontein und Sebastian sowie bei Brievengat in Ost-Curaçao.

Offenbar sind es diese Conglomerate, welche Stiff als Grauwaacke bezeichnet hat¹⁾, da sie der Grauwaacke ausserordentlich ähnlich sehen und auf keine andere Bildung der Insel die von ihm gegebene Beschreibung des betreffenden Gesteines passt.

Sandsteine, Mergel, Kalksteine und Conglomerate sind wie die Kieselschiefer, mit denen sie gleichförmig lagern, steil aufgerichtet; nirgends beobachtet man ein flaches Fallen, sondern es beträgt der Fallwinkel, soweit meine Beobachtungen reichen, stets mindestens 25°, in der Regel aber mehr. Ein constantes Streichen fehlt, und Stiff glaubte aus diesem Grunde die Lagerungsform so auffassen zu müssen, als ob die Sedimente den Diabasen muldenförmig eingelagert wären, eine Auffassung, welche bei dem fast völligen Mangel grösserer Aufschlüsse durchaus erklärlich ist, die ich aber doch im Hinblick auf das oben vom Fusse des Christofels beschriebene Profil nicht für richtig halten kann. Ich betrachte vielmehr die steile Stellung und das gesetzlose Fallen und Streichen der Schichten als die Folge scharfer Faltungen und bedeutender Verwerfungen, dem das ganze System in gleichem Sinne ausgesetzt gewesen sein dürfte, wie es die Lagerungsform der Kieselschiefer von Savonet uns lehrt. Die Griffelstruktur der Mergel steht damit im besten Einklange.

1) Vgl. Dumontier l. c. pag. 298.

Das Alter der Sedimente.

Stiftt betrachtete die Sedimente von Curaçao als palaeozoisch, speciell als „graues Todtliegendes;“¹⁾ sein Urtheil gründete sich auf die petrographische Beschaffenheit der Formation, da ihm Fossilien überhaupt nicht bekannt waren. Ich selbst habe bei der Untersuchung im Felde die Schichten ebenfalls für palaeozoisch gehalten und dabei die Gleichaltrigkeit sämtlicher oben beschriebener Sedimente, einschliesslich des Rudistenkalkes, angenommen.²⁾ Als sich bei weiterer Untersuchung und Auffindung der Reste von *Radiolites* das cretaceische Alter der Kalke von Savonet herausstellte, zögerte ich, diese Altersbestimmung auch auf die Kieselschieferformation zu übertragen, obwohl die Lagerungsverhältnisse für die Zugehörigkeit zu derselben Schichtenreihe sprachen.³⁾ Es war bei dem Mangel an Aufschlüssen immerhin denkbar, dass das angenommene Lagerungsverhältniss unrichtig und die gleichförmige Folge der Kieselschiefer und Rudistenkalke nur eine scheinbare, durch spätere Verschiebungen in dem stark gestörten Gebirge entstandene sei. Die Thatsache aber, dass in Columbien und Venezuela ebenfalls cretaceische Kieselschiefer in Verband mit Rudistenkalcken vorkommen, mussten diese Zweifel beseitigen, um so mehr als auch im Uebrigen die Sedimente Curaçao's in petrographischer Hinsicht eine bemerkenswerthe Analogie zu süd- und mittelamerikanischen Kreidebildungen zeigen.

Nach Karsten besteht an der Nordküste von Südamerika die obere, von ihm mit dem oberen Quader und Pläner Sachsens parallelisirte Kreide aus einem Systeme vorherrschend kieseliger Gesteine, dessen Mächtigkeit im Durchschnitte auf 1000 m geschätzt wird. Es sind feinkörnige, weisse oder gelbliche Sandsteine, welche roth verwittern und mit mächtigen Schichten von Kieselschiefern wechsellagern, untergeordnet mit Thonschiefern, Conglomeraten und Kalksteinen. Die Kieselschiefer sind gelblich, seltener dunkel gefärbt und „die Kalke, die diese Quarzgesteine begleiten,“ enthalten neben Resten von Zweischalern und Echinodermen auch Rudisten.⁴⁾ Wall, welcher dieselben Schichten zum Gegenstande seines Studiums machte, sie aber irrthümlich zum Neocom rechnete, erwähnt, dass die betreffenden Kalke (in Uebereinstimmung mit den Rudistenkalcken von Curaçao) stellenweise

1) Dumontier l. c. pag. 298 u. 301.

2) Revue Coloniale Internationale. Tome I. pag. 72. (briefliche Mittheilung). — 1885.

3) Tijdschr. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap. Ser. II. Deel 2. pag. 638. — 1885.

4) H. Karsten. Ueber die geognost. Verhältnisse des westlichen Columbien. (Verhandlgn. d. Versammlg. deutsch. Naturforscher und Aerzte. Wien 1856. pag. 83 u. 85.) — Vgl. ferner: Karsten. Géologie de l'Ancienne Colombie Bolivarienne, Vénézuëla, Nouvelle-Grenade et Ecuador. Berlin 1886. pag. 9 ff. und pag. 48. — ferner: Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. II. 1850. pag. 353 ff.

reich an in Kalkspath umgewandelte Fossilien seien, die sich nicht aus dem Gesteine herauschlagen lassen, und legte ferner dar, dass die Schichten des ganzen Kreidesystems gewaltige Störungen, Faltungen und Verwerfungen erfahren haben. Er schätzte die Mächtigkeit desselben auf 7000—8000 Fuss.¹⁾

Es ist somit die Uebereinstimmung zwischen den Kreideablagerungen des Festlandes und den oben beschriebenen Sedimenten eine sehr grosse, und dazu kommt noch das Fehlen aller vorcretaceischer, versteinierungsführender Schichten in der betreffenden Cordillere. Denn auf dem südamerikanischen Continente, dessen geognostische Gliederung bei fortschreitenden Kenntnissen sich bedeutend mannigfaltiger erwiesen hat, als man früher anzunehmen geneigt war, sind doch bereits die nächst älteren, weit verbreiteten Juraablagerungen, wie Gottsche darlegte,²⁾ auf die von N nach S streichende Cordillere der Westküste beschränkt; ihre östliche Grenze fällt mit der Wasserscheide der Cordillere zusammen und nördlich sind Juraschichten nur bis zu 5°46' S. Br. in Peru bekannt. In der von W—O streichenden Küstencordillere fehlen sie ebensowohl wie alle älteren, versteinierungsführenden Schichten nach dem Stande unserer heutigen Kenntnisse.

Cleve³⁾ und darauf Suess⁴⁾ haben ausserdem gezeigt, dass auch auf den westindischen Inseln keine älteren versteinierungsführenden Schichten als diejenigen der Kreideperiode bekannt seien, und Letzterer entwickelte in geistreicher Weise, dass die grossen Antillen nach dem Typus der nördlichen Küstencordillere von Südamerika gebaut seien. Die als cretaceisch erkannten Schichten der Antillen stimmen ferner wiederum sowohl petrographisch als hinsichtlich ihrer Lagerungsverhältnisse in allen wesentlichen Punkten mit den in Rede stehenden Ablagerungen von Curaçao überein, soweit es möglich ist, sich nach Beschreibungen ein Urtheil zu formen⁵⁾. Deshalb sind sie auch ihres petrographischen Charakters wegen, ebensowohl wie die entsprechenden Sedimente in Venezuela und auf Curaçao, anfänglich für palaeozoisch gehalten⁶⁾, bis palaeontologische Untersuchungen den Irrthum

1) G. P. Wall. On the Geology of a part of Venezuela and of Trinidad. (Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. XVI. London 1860, pag. 460.)

2) C. Gottsche. Ueber jurassische Versteinerungen aus der Argentinischen Cordillere. Cassel 1878.

3) P. T. Cleve. On the Geology of the North-Eastern West India Islands. (Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl. B. 9. N° 12. 1871.) pag. 47.

4) E. Suess. Das Antlitz der Erde. I. pag. 698 ff.

5) Vgl. die Literaturangaben bei Cleve und Suess.

6) Nach Karsten (Géolog. de l'Anc. Col. Bol. pag. 4) in Venezuela, bis die palaeontologischen Untersuchungen L. v. Buch's das cretaceische Alter feststellten (Pétrificat. recueill. en Amér. par A. de Humboldt et par Ch. Degenhardt. 1839. pag. 18). Nach Suess sind im westlichen Cuba schwarze Thonschiefer und Quarzite ohne Grund als palaeozoisch betrachtet (l. c. pag. 703). De la Beche

aufdeckten. Hippuriten sind in einem Kalksteine von Cuba und Jamaica gefunden worden, auf letztgenanntem Eilande auch Radioliten.

Die Uebereinstimmung, welche die betreffenden Sedimente unseres Eilands sowohl in petrographischer Hinsicht als auch betreffs der Lagerungsverhältnisse mit den cretaceïschen Ablagerungen des Festlandes und der übrigen westindischen Inseln zeigen, ferner der geschilderte Verband zwischen den Rudistenkalken von Curaçao und den Kieselschiefern daselbst, endlich die grosse Analogie, welche überhaupt im geologischen Baue von Curaçao, Aruba und Bonaire mit der Cordillere von Venezuela und derjenigen der grossen Antillen besteht¹⁾ — dies Alles rechtfertigt die Annahme, dass die Rudistenkalke von Curaçao derselben Schichtenreihe angehören, wie die Kieselschiefer, Sandsteine, Mergel und Conglomerate, und dass alle diese Ablagerungen als Kreideformation zu bezeichnen sind.

Solche Erwägungen veranlassten mich später²⁾, die Sedimente von Curaçao, meiner ursprünglichen Auffassung entsprechend, als Glieder desselben Schichtensystems anzusehen und sie als cretaceïsch zu bestimmen. Die von Kloos ausgeführte, mikroskopische Untersuchung³⁾ enthüllte dann ferner noch die Anwesenheit von kleinen Organismen, welche eine weitere Stütze für diese Altersbestimmung bilden:

Die Sandsteine enthalten *Globigerinen*, *Rotalinen* und *Textularinen* in grosser Zahl, und unter diesen liess sich *Discorbina* und *Textularia* sicher erkennen, wenngleich die Mehrzahl der Formen ungünstiger Erhaltung wegen eine nähere Bestimmung nicht zuliess. Ausserdem kommen sehr häufig kleine Stücke von Kalkalgen vor, die ihrer Undurchsichtigkeit wegen schon bei Betrachtung der Praeparate mit der Loupe leicht aufzufinden sind, trotz der unbedeutenden Grösse, die in den angefertigten Schlifften 1 mm nicht übersteigt. Alle diese Kalkalgen stellen eckige oder abgerundete, losgelöste Bruchstücke von Pflanzen dar, welche gleich den übrigen Bestandtheilen der Sandsteine allothigen sind. Sie gehören dem Genus *Lithothamnium* an und stimmen nicht nur in der Form der Zellen, sondern auch in deren Dimensionen mit dem oben aus den Rudistenkalken beschriebenen *L. curasavicum* überein. Dass sie derselben Art angehören, lässt sich freilich trotzdem der geringen Grösse der untersuchten Bruchstücke wegen nicht behaupten.

hielt die cretaceïschen Ablagerungen von Jamaica aus petrographischen Gründen ebenfalls für palaeozoisch (Trans. Geol. Soc. 2nd ser. vol. 2. part. 2. pag. 143). Die Aehnlichkeit cretaceïscher Sedimente mit silurischen Gesteinen wird von Cleve hervorgehoben (l. c. pag. 39.) — etc.

1) Vgl. über diesen Gegenstand die Schlussbetrachtungen.

2) Versl. en Mededeeln. d. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam Afd. Natuurk. III^e Reeks. 2^{de} Deel. 2^{te} stuk, pag. 238. — 1886.

3) Sammlgn. des Geol. Reichs Museums in Leiden. 2^{te} Serie. Bd. I. pag. 82.

Man wird aber zugeben müssen, dass die palaeontologische Ausbeute, wie bescheiden sie auch sein mag, die aus anderen Gründen gefolgerte Zusammengehörigkeit der in Rede stehenden Schichten mit den Rudistenkalken nur stützen kann. Freilich betrachte ich dabei die Letzteren sammt den Conglomeraten als die relativ jüngsten Bildungen der cretaceischen Schichtenreihe, da ich in einem einzelnen Falle in den Besitz eines lose an der Oberfläche aufgelesenen Handstückes gelangte, welches kleine Bruchstücke von Kieselschiefer einschliesst. Die Lagerung der übrigen Kalksteine, die ich gleich den Rudistenkalken stets nur am Aussenrande der Kreideformation angetroffen habe, spricht ebenfalls für ein relativ jüngeres Alter auch dieser Bildungen und für ihre Aequivalenz mit den Rudistenkalken.

Die hier zuletzt gemachte Annahme wird wiederum wesentlich durch die geognostischen Verhältnisse der grossen Antillen, insonderheit von Jamaica ¹⁾, gestützt. Dort nehmen sogenannte „metamorphosed or altered rocks,“ welche petrographisch mit der Sandstein- und Kieselschieferformation von Curaçao übereinstimmen und, wie bereits Suess hervorhob ²⁾, flyschähnliche Kreideablagerungen sind, an dem Aufbaue der höchsten Höhen Theil. In ihrem Umkreise und im Hangenden treten Rudisten führende Sedimente auf, welche letztgenannte Formation: „seems to comprise two varieties of strata, an upper portion consisting of marls and sands containing corals etc. many hippurite remains, and a lower consisting of compact massive limestone with large radiolites very firmly imbedded, some indicating a length of seven feet. The genus *Barrettia* is obtained from these strata ³⁾.“ Sollte sich die Zweitheilung der betreffenden Ablagerungen als gerechtfertigt erweisen, so würden also die Rudistenkalke von Curaçao mit grosser Wahrscheinlichkeit der letzterwähnten, unteren Schicht, in der auch die so sehr fragliche *Barrettia* vorkommt, gleichzustellen sein; jedenfalls dürfen sie aber als das relativ jüngere Glied der cretaceischen Schichtenreihe der Insel bezeichnet werden.

Sawkins hält die Kreideformation von Jamaica für aequivalent mit den Gosauschichten, begeht aber aus Unbekanntheit mit der betreffenden Literatur gleich Wall ⁴⁾ den Fehler, die cretaceischen Ablagerungen der Küstencordillere von Venezuela für Neocom zu halten. Die Schichten von Jamaica (und, so weit unsere Kenntnisse reichen, der Antillen überhaupt) sind dagegen der oberen Kreide von Venezuela gleichaltrig, und dasselbe

1) James G. Sawkins. Reports on the Geology of Jamaica; or, Part. II of the West Indian Survey. London. 1869.

2) l. c. pag. 705.

3) Sawkins l. c. pag. 26.

4) Vgl. oben.

gilt nach obigen Auseinandersetzungen für die cretaceischen Ablagerungen von Curaçao. Wahrscheinlich sind alle diese Bildungen der mittleren Kreide von Europa *aequivalent*.¹⁾

Diabas.

Im westlichen Curaçao spielen Diabase eine ähnliche Rolle wie im östlichen Theile der Insel, doch bilden sie im Westen ansehnlichere Höhen. Im Tafelberge St. Hieronimo steigen sie bis zu 207 m Meereshöhe an; ferner wird der St. Antonieberg von Diabas gebildet, und alle die zugerundeten Gipfel, welche, im Nordwesten von Paradera beginnend, sich südlich und südöstlich vom St. Christoffel durch das Innere der Insel verfolgen lassen, bestehen aus derselben Formation. Auch nördlich vom Christoffel, an der Nordwestecke der Insel, erreichen die Diabase eine bedeutende Entwicklung, bauen hier aber nur niedrige Hügel auf und fallen allmählig mit sanfter Neigung zum Strande ab, um sich längs der Nordküste noch weiter nach Osten auszudehnen, woselbst sie ein flachwelliges, nur wenige Meter über den Meeresspiegel sich erhebendes Hügelland formen. In Letzterem tritt in unmittelbarer Nähe von Savonet ein Gestein auf, welches nach Kloos aller Wahrscheinlichkeit nach als Diabasporphyr zu deuten ist.

Die Struktur des Eruptivgesteins ist wie im Osten in der Regel eine dichte;

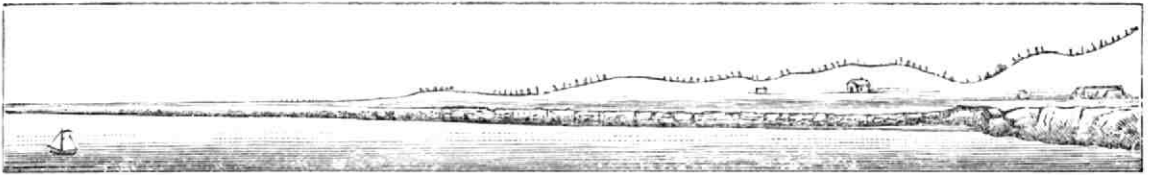


Fig 11. BAI VON WESTPUNT.

Eingeschlossen von gehobenen Kalkbänken. Dahinter das Diabasgebirge, dessen äusserster Theil im Nordwesten eine alte Brandungsterrasse darstellt.

körnige Diabase treten dagegen hier wie dort sehr zurück, und unter diesen sind einige in der Umgegend von Savonet anstehende Gesteine durch ziemlich bedeutenden Quarzgehalt ausgezeichnet. Solche Quarzdiabase schlug ich etwa $\frac{1}{4}$ Wegstunde westlich von Savonet, ander Strasse nach Westpunt und ausserdem südöstlich vom Christoffel, zwischen diesem Berge und Westpunt, woselbst sie reich an erdigem Malachit sind.

Das genannte Mineral kommt hier auf den Kluftflächen des Eruptivgesteins vor und bekleidet dieselben so vollständig, dass man kaum einen Stein zerschlagen kann, ohne eine mit Malachit bedeckte Bruchfläche zu erhalten, wenn man nicht

1) Vgl. hierüber auch R. Etheridge in: Appendix V to the Geolog. Surv. of Jamaica etc. (Sawkins I. c. pag. 308).

mit Vorbedacht das Spalten nach den Klüften vermeidet. Thut man dies, so überzeugt man sich allerdings leicht von der im Verhältniss zur Gesteinsmasse geringen Menge an Kupfererz, welche den Gedanken an einen Abbau sofort zurückdrängt.

Leider hat man aber die Erfahrung, dass diese Kupfererze nicht abbauwürdig seien, erst nach dem Verluste bedeutender Capitalien auf Savonet gemacht. Man ist mit so wenig Sachkenntniss zu Werke gegangen, dass man sogar im Schotter, welcher von diesen Diabasen abkünftig ist und somit ebenfalls den erdigen Malachit enthält, Gruben zur Gewinnung des Erzes ausgetieft hat. Neben Malachit kommt untergeordnet erdiger Azurit und Rothkupfererz vor, endlich derbes Magneteisen und aus dessen Verwitterung hervorgegangener Brauneisenstein. Alle diese Erze sind aber dem Diabase eigen, denn von Gängen und Trümmern ist nirgends eine Spur zu bemerken. Indessen lässt die Vertheilungsweise der Kupfererze keinen Zweifel darüber aufkommen, dass sie nachträglich als Impregnationen längs der Kluftflächen in das Eruptivgestein eingedrungen sind.

Die ursprünglichen Kupfererzlagerstätten, aus denen die Solutionen hervorgingen, sind aber nichts desto weniger aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls im Diabase zu suchen, denn es kommen in ihm an anderen Orten der Gegend von Savonet schmale Kalkspathgänge vor, die Kupfererze führen. Stifft hat ihrer Untersuchung besondere Sorgfalt zugewandt; er sagt: „sie streichen meistens zwischen Stunde 9 und 12 und wechseln häufig im Einfallen. Sie führen Rothkupfererz, Kupferglas, Malachit und gediegen Kupfer. Wahrscheinlich stammt von einem solchen Gange das grosse Stück Rothkupfererz mit gediegen Kupfer ab, welches in der Rooi am Tafelberg bei Savonet gefunden wurde“. Auf Groot St. Martha, wo dieselben Gänge im Diabas vorkommen, ist man nach mir gemachten Mittheilungen beschäftigt, den bereits früher angestellten Versuch, die Erze in Abbau zu nehmen, augenblicklich zu erneuern; doch dürfte sich der Betrieb schwerlich als lohnend erweisen.

Selten setzen schmale Quarzgänge im Diabase von West-Curaçao auf, die an Bedeutung hinter den Gängen von Ost Seinpost im östlichen Curaçao noch weit zurückstehen.

Das Lagerungsverhältniss der Diabase zu den cretaceischen Sedimenten ist äusserst schwierig zu beurtheilen, denn es ist mir kein Profil bekannt, in dem das Eruptivgestein überhaupt aufgeschlossen wäre. Deswegen verkehrte auch Stifft bezüglich der Deutung des Lagerungsverhältnisses in grosser Unsicherheit; während er einerseits annahm, dass die Sedimente dem Diabase bassinörmig eingelagert seien, war er andererseits geneigt, einen Theil der Kieselschiefer und Sandsteine als

gleichaltrig mit ihm anzusehen¹⁾. Zu ersterer Auffassung veranlasste ihn neben dem bereits erwähnten, regellosen Fallen der steil aufgerichteten Sedimente die Beobachtung, dass die Höhen im westlichen Curaçao vielfach von dem Eruptivgesteine, die Thäler von den Sandsteinen gebildet werden; zu der zweiten Auffassung dürfte namentlich der Christoffel und seine Umgebung den Anlass geliefert haben.



FIG. 12. BLICK AUF DEN ST. CHRISTOFFEL. — Im Vordergrunde links liegt Savonet.

Die nebenstehende Skizze, von Nordost genommen, zeigt zwei wesentlich verschiedene Reliefformen: flachwellige, aus Diabas gebildete Hügel und den scharfgratigen, aus Kieselschiefer aufgebauten Christoffel. Betrachtet man den Berg von Osten (vgl. die Abbildung im 1ten Theile. Tab. X), so erscheint er sowohl nach Süden als nach Norden vom Eruptivgesteine eingeschlossen, und dies Bild legt den Gedanken nahe, die Diabase könnten dem Kieselschiefer eingeschaltet sein; die bedeutendere Höhe des Christoffels gegenüber seiner Umgebung würde in der grösseren Widerstandsfähigkeit des ihn aufbauenden Gesteines eine zwanglose Erklärung finden.

Indessen wird diese Annahme auf Grund des geschilderten Profiles am Fusse des Christoffels höchst unwahrscheinlich; denn es würde auffällig sein, dass bei dem von Stiff angenommenen Lagerungsverhältnisse in den scharf zusammengestauchten Falten der Kreideformation das Eruptivgestein nirgends gleichzeitig mit den Schiefern und Sandsteinen auf dem Eilande aufgeschlossen ist.

Auch für die Annahme, dass die Diabase jünger seien als die cretaceischen Ablagerungen liegt kein Grund mehr vor, seit sich herausgestellt hat, dass die von dem Eruptivgesteine auf Aruba wahrscheinlich²⁾ durchsetzte Schieferformation nicht mit den Schiefern von Curaçao aequivalent ist. Das Vorkommen von Diabasen unter den Bestandtheilen der cretaceischen Trümmergesteine beweist ohnehin, dass mindestens ein Theil der Diabase von Curaçao älter ist als die Sedimente der Kreideperiode daselbst. Es steht deswegen nichts derjenigen Auffassung entgegen, welche auch ohne Kenntniss des Lagerungsverhältnisses nach der Analogie anderer Diabasvorkommnisse von

1) Dumontier l. c. pag. 297 u. 305.

2) Näheres hierüber bei Aruba zu vergleichen.

vornherein die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass die Diabase das ältere, die Kreideschichten das jüngere Gebirge repraesentiren.

Demnach betrachte ich die Diabase als die älteste Formation von Curaçao, welche von gefalteten und verworfenen Kreideschichten bedeckt, aber durch später erfolgte Abtragung der Letzteren zum Theil wieder blosgelegt ist. Die isolirten, aus den Sedimenten aufragenden, kleinen Kuppen sind als das Ausgehende von Decken aufzufassen, welche das Liegende der cretaceïschen Ablagerungen bilden.

Diese Kuppen konnten übrigens in die Karte nicht eingetragen werden, da die topographische Grundlage so ungenügend ist, dass ein genaues Einzeichnen auf der flüchtigen Reise nicht möglich war, und es mir überhaupt an Zeit fehlte, die zahlreichen, kleinen Hügel zu besteigen und einzeln zu untersuchen. Die Grenzlinie zwischen Diabas und Kreide ist aus diesem Grunde nur so zu betrachten, dass sie die Hauptverbreitungsbezirke beider Formationen von einander trennt, während sie im Einzelnen noch mancher Correcturen bedürftig ist, die nur bei specieller Aufnahme der Insel angebracht werden können.

Diorit.

In der Nähe von Westpunt, ein wenig nordöstlich von genanntem Orte, steht ein massiges Gestein an, welches in grossen, rundlichen und ellipsoidischen Blöcken verwittert, wie sie sonst nirgends im Gebiete der Diabase vorkommen. Das porphyrische Gestein, welches mit sehr beschränkter Ausdehnung innerhalb der niedrigen, aus Diabas gebildeten Hügel auftritt, ist schon hiedurch auffallend; die mikroskopische Untersuchung von Kloos ergab, dass es als porphyrischer Diorit zu bezeichnen ist, ein Gestein, welches in gleicher Ausbildung auch innerhalb der Diabase von Aruba vorkommt. Da sich auf Curaçao über seine Beziehungen zu letztgenanntem Eruptivgesteine nichts erkennen lässt, so verweise ich diesbezüglich auf Aruba. Die auf dieser Insel beobachteten Verhältnisse können ohne Schwierigkeit auch auf Curaçao übertragen werden.

Quartäre Conglomerate und Kalke.

Entsprechend den von Ost-Curaçao geschilderten Verhältnissen werden auch im westlichen Theile der Insel die älteren Bildungen von quartären Conglomeraten mit kalkigem Bindemittel überlagert, in deren Hangendem reine Korallenkalke auftreten. Manchmal erreichen einzelne Bestandtheile des Trümmergesteins $\frac{1}{2}$ bis 1 m Durchmesser, und die Zusammensetzung wechselt je nach der das Liegende bildenden Formation. So sind an der Nordküste bei Savonet nahezu

homomikte Conglomerate, gebildet aus den Bruchstücken der Diabasformation und ungemein reich an Gehäusen und Steinkernen von *Trochus pica* L., entwickelt; am östlichen Ufer des Binnenmeeres von Hermanus dagegen stehen nahe

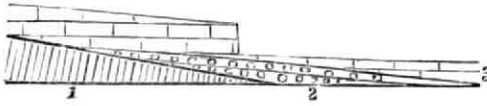


FIG. 13. PROFIL BEI HERMANUS.

1. Sandstein der Kreideperiode. — 2. Quartäre Conglomerate. — 3. Quartäre Kalke.

der Küste die steil aufgerichteten, dünn geschichteten Sandsteine der Kreideformation an, überlagert von polymikten Conglomeraten, welche neben Bruchstücken der älteren Sedimente auch grosse Gerölle von Kalkstein einschliessen, die gleich den Geröllen im Mergel des Grootebergs nur um wenig älter sein können als die beide Bildungen bedeckenden, quartären Korallenkalke.

Die allgemeinen Schlussfolgerungen, welche aus den mitgetheilten Beobachtungen über den geognostischen Bau von Curaçao abzuleiten sind, werden in einem späteren Abschnitte gleichzeitig mit den Untersuchungsergebnissen von Aruba und Bonaire behandelt werden, da die vielfachen Analogien, welche die drei Inseln in ihrem Aufbaue zeigen, bei einer gesonderten Darstellung zu ermüdenden Wiederholungen führen müssten. Hier sollen auch die geologischen Beobachtungen noch weiter mit Darstellung der quartären Riffbauten und einiger, allen drei Inseln gemeinsamer Verhältnisse, die aus gleichem Grunde eine einheitliche Behandlung wünschenswerth erscheinen lassen, vervollständigt werden.

A r u b a.

Orographische Gliederung.

Die Insel Aruba besitzt nur Ein Gebirge von einiger Bedeutung, welches an der nach NO gekehrten Küste des Eilands sich vom Matevidirie bis in die unmittelbare Nähe von Fontein ausdehnt und nach dem Innern zu durch eine Linie begrenzt wird, die sich von dort aus in südwestlicher Richtung zur spanischen Lagune hinzieht, hier sich nach Nordwesten wendet und nun im Westen des Jama-nota, Arikok und von St. Lucie verläuft, bis sie am Fusse des Matevidirie wiederum die Küste trifft. Es wird somit ein Gebirgsstock von annähernd dreiseitigem Umriss gebildet, dessen Eine Seite an der Nordküste ans Meer stösst.

Die höchsten Höhen dieses Stockes liegen im Südwesten, hart an seiner Grenze, und hier befinden sich auch zwei isolirte Gipfel, welche sich als Berge aus dem Massive herauslösen, der 183 m hohe Jamanota und der Ariekek, dessen Meereshöhe 167 m beträgt. Von ihnen aus fällt das Gebirge rasch nach Westen und Süden, langsam nach Osten und Norden ab, und dem entsprechend ist auch die Gliederung eine unregelmässig radiale; seine längsten Thäler haben eine östliche und nordöstliche Richtung, seine kürzeren eine westliche und südwestliche. Auf diese Weise herrschen senkrecht zur Nordostküste sich erstreckende Rücken in dem Stocke vor, aber alle Thäler, welche dieselben trennen, besitzen nur eine unbedeutende Tiefe, so dass diese Gliederung nicht sehr scharf ausgeprägt ist. Die flachen Rücken selbst sind durch noch seichtere Einschnitte in eine grosse Anzahl niedriger Kuppen zerlegt worden, deren Erhebung über die Thalsole im Mittel etwa 30 m betragen dürfte, so dass die Bezeichnung „Berg“ auf sie nicht wohl mehr angewandt werden kann.

Wo das Massiv unmittelbar ans Meer hinantritt, endigen auch seine Thäler ¹⁾ an dem Strande; mehrfach lagert sich aber noch ein flacher Uferstreifen dem Gebirgsstocke vor, und in diesem Falle setzt sich entweder das Thal als unbedeutender Wasserriss in dem Uferstreifen bis zur Küste fort, oder es ist daselbst durch Dünen geschlossen und endigt blind. Die kleineren, am landeinwärts gekehrten Steilabfalle des Gebirges eingeschnittenen Thäler treten meist ohne deutlich nachweisbare Grenzen über flache Schuttkegel in das niedrige Plateau ein, welches sich im Westen des Massivs befindet; nur in der Richtung zur spanischen Lagune hin lassen sich auch ausserhalb des Letzteren scharf markirte Thaleinschnitte noch weiter bis in die Nähe des Strandes verfolgen.

Die meisten Thäler werden von sanft ansteigenden Gehängen eingeschlossen; nur an einigen Orten, wie in der Rooi Fluit und vor allem auch in der Rooi Cachuntie, begegnet man steileren Wänden und niedrigen Klippen; aber trotzdem beweisen die gewaltigen Mengen von grobem Gesteinsschutt und ansehnlichen Blöcken im oberen Abschnitte der Thäler, sowie die mächtigen Anhäufungen von Sand an ihren Ausmündungen, dass zu Zeiten ansehnliche Wassermengen durch sie zum Meere abfliessen müssen. Auf meiner Reise durch die Insel traf ich freilich nur eine kleine Wasserlache von etwa 1 m Durchmesser in der Rooi Cachuntie an; sonst war Alles trocken, und bei weitem die längste Zeit des Jahres hindurch, oft mehrere Jahre nach einander, bleibt dieser Zustand der gleiche.

1) Nur die bedeutendsten Thäler habe ich in die Karte eintragen können; für die Einzeichnung anderer, so auch derjenigen von Daimarie und Antikurie, fehlten mir die nöthigen Anhaltspunkte.

Das bereits erwähnte Plateau im Westen des Gebirgsstockes von Aruba ist von einem Felsenmeere bedeckt. Sieht man von den haushoch aufgethürmten Blöcken ab, welche oft kaum noch so viel Zusammenhang besitzen, dass sie als Hügel betrachtet werden dürfen, so ist seine Oberfläche völlig nivellirt. Sie steigt langsam von Südwest nach Nordost an und dürfte nirgends mehr als 60 m Meereshöhe besitzen; am Fusse des Hooibergs liegt sie nur 37 m hoch. Die ansehnlichsten Hügel, welche sich in der Mitte der Insel in geringer Zahl über diese Fläche erheben, schätze ich auf 20 bis höchstens 30 m.

Am südwestlichen Rande dieses Plateaus liegt der 175 m hohe, kegelförmige, in seinem Umrisse durchaus einem Vulkane gleichende Hooiberg, und von diesem aus zieht sich ein niedriger Höhenzug bis zum Innenrande der spanischen Lagune hin. Derselbe ist in eine Reihe von Hügeln aufgelöst, zu denen der Windberg und Carachito gehören und welche, bogenförmig geordnet, ihre convexe Seite dem Meere zukehren, um nach dieser Richtung hin das Plateau abzugrenzen.



FIG. 14. BLICK VON ST. CRUZ AUS.

Rechts der Hooiberg, an den sich der Windberg, in der Mitte, und der Carachito, links, anschliessen.

Nach Norden zu bildet ein anderer, gleich flacher, aber zusammenhängender Rücken die Grenze desselben. Er geht vom Krystallberge aus und wendet sich nach Nordwesten, indem er anfangs längs der Nordküste sich hinzieht, um später eine mehr westliche Richtung anzunehmen und in der Nähe von Karamajeta, unfern der gegenüberliegenden Küste des Eilands, zu endigen. Diesem Rücken gehören Alta Vista und Kalabass an, neben einigen anderen, sehr flachen Kuppen, welche sämmtlich nur einen sehr geringen Grad von Selbständigkeit besitzen.

Nach Westen zu ist das Plateau offen und geht es unmerklich in den niedrigeren Küstenstrich über, desgleichen zwischen Krystallberg und Matevidirie an der Nordküste.

Ein zweites Plateau von wesentlich anderem Charakter formt den südöstlichen Theil von Aruba; es schliesst sich gleich dem ersterwähnten dem Gebirgsstocke der Insel an und dehnt sich von hier bis zur äussersten Südosteecke Aruba's aus, wobei gleichzeitig seine Höhe von innen nach aussen hin abnimmt. Im Mittel mag dieselbe etwa 30 m betragen, im Norden vom S. Colorado kaum mehr als 15 m; der Serro Colorado selbst erhebt sich dagegen wiederum 38 m über den Meeres-

spiegel und bildet den einzigen Berg in diesem Theile des Eilands; seine Gehänge fallen im Osten und Südosten steil zum Meere ab.

An der Nordküste ist diesem Plateau ein niedriger, sehr schmaler Uferstreifen vorgelagert, von welchem es sich durch schroffe Felswände scharf abgrenzt; an der gegenüberliegenden Küste ist diese Scheidung indessen weit minder ausgeprägt und besitzt der Uferstreifen eine viel grössere Breite. Er zieht sich längs der ganzen Süd- und Westküste bis nach Westpunt hin und erreicht nördlich von Oranjestadt die grösste Ausdehnung. Hier und in der Nähe der spanischen Lagune zeigt seine Oberfläche eine sanfte Wellenbildung, während sie im Uebrigen fast völlig eben ist.

An der nordwestlichen Ecke der Insel befinden sich nur einzelne, niedrige Hügel, von denen Keiner mehr als 30 m Meereshöhe besitzen dürfte.

Die oben erwähnte, von Reinwardt publicirte Karte Aruba's giebt das Wesentlichste der orographischen Gliederung der Insel gut wieder und übertrifft hierin bei weitem diejenige von Curaçao; am mangelhaftesten ist auf ihr die Darstellung des Plateaus im Innern der Insel und die Nordwestecke.

Ich habe die betreffende Publikation im verkleinerten Maasstabe als Grundlage für meine geologische Karte benutzt, indem ich sie durch die englische Darstellung und eigene, auf die Feststellung vieler Compassdirektionen gegründete Beobachtungen weiter anfüllte. Ausserdem ist die südöstliche Ecke der Insel auf Grund von Aufnahmen verbessert, die J. H. Waters Gravenhorst gemacht und mir zur Verfügung gestellt hat.

Leider enthalten die erwähnten Blätter keine Gradeintheilung, und die Uebersichtskarten in kleinerem Maasstabe, insonderheit auch die mir bekannten Seekarten,¹⁾ geben den Umriss der Insel so an, dass sie nicht als Basis für die Einzeichnung von Länge und Breite irgend eines Punktes dienen konnten; denn es war mir nicht möglich, die nöthige Ubereinstimmung mit den besseren, grösseren Darstellungen des Eilands aufzufinden. Deswegen musste ich von dem Eintragen einer Gradeintheilung absehen, um so mehr als selbst bei Curaçao, wie oben erwähnt, noch bedeutende Unsicherheiten betreffs der genauen geographischen Lage herrschen. Es wäre sehr wünschenswerth, dass einige Orte astronomisch fixirt würden, wozu die Anwesenheit der holländischen Kriegsschiffe leicht Gelegenheit bieten könnte.

1) Es gilt dies auch für die neueste englische Admiralitätskarte.

Geognostische Beobachtungen.

Auf Aruba konnte ich von einem 12 tägigen Aufenthalte 10 Tage für geognostische Untersuchungen verwenden. Ich habe in dieser Zeit die Insel in den verschiedensten Richtungen durchkreuzt und sie fast ganz gesehen, wenn auch, wie selbstredend ist, nicht an allen Orten eingehender studirt. Auch hier wurde, wie in einem grossen Theile von Curaçao, die Uebersicht vielfach durch den Mangel einer dichten Pflanzendecke erleichtert, so namentlich in der Nähe des Nordstrandes und fast im ganzen Gebiete des Quarzdiorits und der jungen Sedimente. Während aber in diesen Gegenden die Formationen fast völlig entblösst auftreten, sind sie dort, wo Pflanzenwuchs sich in üppigerer Entwicklung einstellt, desto unzugänglicher. Dorniges Gestrüpp macht es daselbst unmöglich, sich in Kurzem einen Ueberblick zu verschaffen, da man zur Ueberwindung dieser Hindernisse vielleicht das Dreifache an Zeit gebraucht wie in einem gleich coupirten Terrain von Europa und an manchen Orten der Versuch des Durchdringens überhaupt aussichtslos ist.

Die Route, welche ich auf dem Eilande zurücklegte und die zum Theil auch in dem Reiseberichte näher beschrieben wurde, ist folgende: Von Oranjestadt vorbei am Hooiberge und St. Cruz nach der spanischen Lagune; von dort längs des Strandes über St. Nikolas zum S. Colorado; dann längs der Nordküste nach Fontein. Von hier durch die Rooi Cachuntie zum Jamanota, ferner über Miralamar, Pedro Cachoor und Parabusté zurück nach Fontein; weiter zur Boca dos Playos und im Bogen landeinwärts wieder zur Nordküste bei der Boca van Welvaart; von dort über Chetta, am Fusse des Ariekek, ferner über St. Cruz und Hooiberg nach Oranjestadt. Vom Dorfe nach Daimarie auf einem Wege, der östlich von St. Lucie vorbeiführt; von hier zur Rooi Fluit einerseits, nach Buschiribana, längs des Strandes, andererseits. Von letztgenanntem Orte zum Krystallberge, dann über Kalabass und S. Plāt nach Oranjestadt zurück. Ferner von hier aus über Ponton, Bukuruï und Karamajeta nach Westpunt, Araschie, Hurischibana, Anabuï und Adikurarie; von dort zum Nordstrande, längs Tikibanaï und Moskito zur Boca di Kurumjauw und weiter am Ufer nach Südosten bis in die Nähe von Alta Vista; dann zwischen Alta Vista und Kalabass hindurch nach North Church, am Innenrande des Bukuruï, und endlich zurück nach Oranjestadt.

Quarzdiorit.

Das Hauptgestein der Insel Aruba ist ein Quarzdiorit von rein granitischkörniger Struktur, meist mittel-, seltener grobkörnig, durch weissen, mit einem Stich ins Gelbliche verwitternden Feldspath und in der Regel hellgrauen Quarz, denen gegenüber die Hornblende sehr zurücktritt, hell gefärbt. Da der Plagioklas die Zwillingsstrei-

fung bei der an den meisten Orten eingetretenen Zersetzung nicht mehr wahrnehmen lässt und hier auch der hohe Quarzgehalt leicht der Beobachtung entgeht, so gleichen diese Gesteine bei makroskopischer Betrachtung durchaus Syeniten.¹⁾

Bisweilen sind die Quarzdiorite durch Zunahme der Hornblende dunkler gefärbt, ohne dass im Uebrigen eine wesentliche Aenderung der mineralischen Zusammensetzung und der Struktur zu beobachten wäre; in der Regel tritt aber bei Anreicherung des Amphibols gleichzeitig eine bedeutende Grössenzunahme dieses Minerals ein und wird die Struktur eine porphyrtartige. In diesen porphyrtartigen Quarzdioriten bemerkt man ausserdem ein in kleinen, hellgrünen Körnern vorkommendes Mineral, welches die Hornblende umgiebt und von Kloos als Augit erkannt wurde.²⁾ Mit der Anreicherung des Amphibols tritt aber ebenfalls eine Concentration desselben ein, und so bilden sich in dem normalen Quarzdiorite Concretionen grosser, dunkelgrüner Hornblendekrystalle, deren Zwischenräume von hellgrünen, körnigen Augitaggregaten angefüllt sind. Diese wallnuss- bis faust- und kopfgrossen Aggregate von Amphibol und Pyroxen grenzen sich scharf von den übrigen Gesteinspartieen ab und gleichen dadurch vollkommen fremden Einschlüssen. Es entsteht auf diese Weise ein hellgefärbtes, dem normalen Quarzdiorit entsprechendes Gestein, in dem bald mehr bald minder zahlreiche grosse Hornblendekrystalle und dunkle, von Amphibol und Pyroxen gebildete Concretionen auftreten, so dass sich aus demselben Blocke sowohl Quarzdiorit als auch Mineralaggregate, welche AUGITDIORIT genannt werden könnten, eine geognostische Selbständigkeit aber nicht besitzen, heraus schlagen lassen.

Die Untersuchungen von Kloos haben das hier geschilderte Verhältniss von Augitdiorit zum Quarzdiorit bestätigt;³⁾ es lässt sich im Felde besonders schön am Fusse des Hooibergs studiren, namentlich am Wege, welcher nach St. Cruz führt, und an dem Fusspfade, welcher sich südlich vom Hooiberg zum Carachito hinzieht; die ganze Oberfläche ist hier mit den eigenthümlich gefleckten Blöcken bedeckt. Aber noch an manchen anderen Orten erkennt man eine ähnliche Zusammenziehung von Hornblende und Augit im Quarzdiorite, und dies nicht nur in der Mitte der Insel, sondern vor allem auch bei Westpunt, woselbst die Verhältnisse den soeben dargestellten in jeder Hinsicht entsprechen.

Die Concentration von Amphibol und Pyroxen kann aber einen noch höheren Grad erreichen, indem durch Zunahme der Concretionen der hellgefärbte, mittelkörnige Quarzdiorit so sehr zurücktritt, dass er nur noch netzartig die Zwischen-

1) Als solche sind sie auch in meiner vorläufigen Mittheilung beschrieben worden.

2) l. c. pag. 25.

3) Kloos l. c. pag. 27.

räume zwischen den Letzteren ausfüllt. Dies ist namentlich im Hooiberge der Fall, welcher am Gipfel der Hauptsache nach aus einem feinkörnigen Augitaggregat mit porphyrtartig eingesprengten, kurz säulenförmigen Hornblendekristallen, deren Grösse bisweilen 2 cm übersteigt, aufgebaut wird. Zwar ist auch hier noch eine Mineralcombination vorhanden, welche dem normalen Quarzdiorite der Insel durchaus entspricht, aber sie gleicht in ihrem Auftreten fast einem Trümnernetze. Ich schliesse aus diesen Verhältnissen, dass der Hooiberg den Mittelpunkt einer im Gebiete des Quarzdiorites stattgehabten Zusammenziehung von Hornblende und Augit darstellt, welche sich im weiteren Umkreise des Berges allmählig verliert, bis das Gestein in den normalen Quarzdiorit übergeht.

Ähnliches ist auch für die Nordwestecke der Insel angedeutet. Südöstlich vom Hause steht daselbst der normale Quarzdiorit an, in dem sich bei Westpunt selbst wieder die oben erwähnten Concretionen einstellen. Folgt man dem Wege am Strande nach Nordwesten hin, so trifft man zunächst südlich von Araschie eine bis nahe ans Meer vorspringende, niedrige Klippe, deren feinkörniges Gestein hauptsächlich aus Augit und Hornblende mit Chlorit, untergeordnet aus Quarz und Feldspath besteht ¹⁾. Weiter nördlich, ebenfalls noch südlich von Araschie, tritt der Amphibol zurück ²⁾ und erscheinen gleichzeitig unregelmässig begrenzte, lichtgefärbte, mittelkörnige Partien im Gesteine, welche dem Quarzdiorite der Insel entsprechen. Noch weiter nördlich, an der äussersten Nordwestecke steht der Diorit in der herrschenden Varietät Aruba's an. Das augit- und hornblendereiche Gestein im Süden von Araschie scheint demnach einen ähnlichen Concentrations - Mittelpunkt im Nordwesten darzustellen, wie der Hooiberg in der Mitte der Insel, da sowohl nach der Einen als nach der anderen Richtung längs des Strandes der Uebergang in den normalen Quarzdiorit allmählig erfolgt. Auch östlich von Araschie, im Hügel Wijs, welcher nur wenig landeinwärts von dem Punkte liegt, an dem der Quarzaugitdiorit (141) ansteht, schlug ich ein feinkörniges Gestein, welches nach Kloos als lokale Ausbildung des normalen Quarzdiorits zu betrachten ist. ³⁾

GABBROARTIGE GESTEINE treten ebenfalls innerhalb des Dioritmassivs auf, ohne dass ihnen eine geognostische Selbständigkeit zugeschrieben werden dürfte, denn ihre Verknüpfung mit dem Quarzdiorite ist eine gleich enge wie sie es zwischen diesem und dem Augitdiorite ist.

Nur wenig östlich von Buschiribana bildet quarzfreier Hypersthengabbro

1) N^o. 140 meiner Sammlung. Kloos l. c. pag. 27.

2) N^o. 141. l. c. pag. 28.

3) Die Nordwestecke Aruba's und der Ostabhang des S. Colorado sind die einzigen Punkte auf der Insel, an denen ich einen feinkörnigen bis dichten Quarzdiorit antraf. Diese Gesteine, vor allem von der Nordwestecke, sind bei makroskopischer Prüfung von den Diabasen nicht zu unterscheiden.

eine bis nahe an den Strand herantretende, keilförmig vorgeschobene Klippe (130*), und das Haus von Buschiribana ruht ebenfalls auf gabbroartigem Gesteine, in dem übrigens „Feldspath und Quarz in gleicher Weise ausgebildet, sind wie im normalen Quarzdiorit“ (133 *)¹⁾. Ein anderes Gestein steht hier überhaupt nicht an; folgt man aber in nordwestlicher Richtung dem Wege am Strande, so trifft man unter den zahlreichen Blöcken, welche hier die gehobene Uferterrasse bedecken, nicht nur Amphibolgabbro (135) und an Hornblende reiche Quarzdiorite an, sondern unter Letzteren vor allem auch ungemein zahlreich Blöcke, in denen eine gabbroartige Mineralcombination (135 *) in gleicher Art als Concretion auftritt, wie Hornblende und Augit in den Gesteinen vom Hooiberg und von Westpunt. Auch hier sind die abweichend zusammengesetzten Aggregate scharf umgrenzt, nicht selten polyedrisch und bis $\frac{1}{2}$ m im Durchmesser gross. Das weitere Zurücktreteten der gabbroartigen Parteen liess sich am Strande nicht weiter verfolgen, da vorspringende Klippen das Passiren daselbst unmöglich machten, dagegen stellte sich auf dem nördlich vom Krystallberge zum Kalabass führenden Wege alsbald der normale Quarzdiorit wieder ein. Im Krystallberge selbst herrscht noch das gabbroartige Gestein, welches auch nordwestlich von Buschiribana auf der Uferterrasse angetroffen wurde, vor; aber man nimmt daneben bereits umfangreiche Parteen von Quarzdiorit wahr, welche in mächtigen Blöcken auf dem Gipfel zerstreut liegen. Von einer Formationsgrenze zwischen Gabbro und Quarzdiorit, deren Existenz schon auf Grund der beobachteten, gabbroartigen Concretionen in Letzterem unwahrscheinlich ist, vermochte ich nirgends eine Spur zu entdecken; auch ist es nicht wohl denkbar, dass eine solche bei der Nacktheit des betreffenden Inseltheiles meiner Beobachtung entgangen sein sollte.

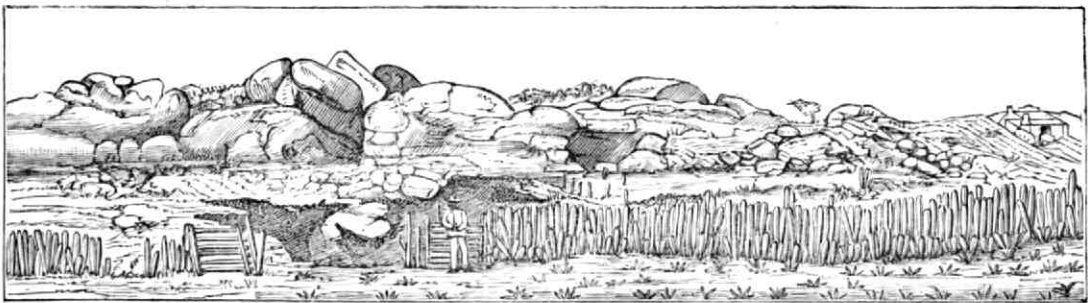


FIG. 15. QUARZDIORIT BEI ST. CRUZ.

Durch den Quarzdiorit setzen mehrere sich durchschneidende Kluftsysteine hindurch, welche bei beginnender Verwitterung unregelmässig rundliche oder ellip-

1) Kloos pag. 36. Vgl. hier näher die Gründe, welche zur Benennung der Gesteine als Gabbro Anlass gegeben haben.

soidische Blöcke entstehen lassen, deren Durchmesser 6 m und mehr betragen kann. Seltener, an der Nordküste, sieht man an kurze Säulen erinnernde Formen, die indessen nirgends ganz scharfe Kanten und Ecken aufweisen. Diese Art der Zerklüftung geht mit einer concentrisch-schaligen Zusammensetzung gepaart, die sich freilich nur an dem zerfallenden Gesteine wahrnehmen lässt. In der Mitte der Insel sieht man vielfach gekrümmte Platten, welche diese Art der Absonderung andeuten, nirgends aber traf ich dieselben in solcher Zahl an wie in unmittelbarer Nähe der Nordküste, in der weiteren Umgebung des Krystallbergs. Hier ist der Boden an vielen Stellen mit mehrere cm dicken, topfscherbenähnlichen, völlig frischen Gesteinsfragmenten übersät. Ich schreibe diese Erscheinung dem Umstande zu, dass die Felsblöcke nach grosser Erhitzung während der Tageszeit am Abende durch den Passat, der gerade auf das Gebirge stösst, eine rasche und bedeutende Abkühlung erfahren, wodurch Eine Schale nach der anderen abgesprengt wird. Die Verwitterungsrinde des Diorites ist von lichtgrauer Farbe.

Im ganzen Dioritgebiete ist die BLOCKBILDUNG weit vorgeschritten; keineswegs ist sie auf die Mitte der Insel beschränkt, wie die Reinwardt'sche Karte andeuten zu wollen scheint, obwohl sie innerhalb derjenigen Linie, welche ich als alte Meeresbucht bezeichnet habe, am meisten auffällt. Denn hier sind die Hügel und Haufwerke loser Ellipsoide verhältnissmässig niedrig und wird das noch nicht zerfallene Gestein durch die Zersetzungsprodukte des Diorits verhüllt, welche zwischen den Blöcken abgelagert und während der noch jüngst stattgehabten Meeresbedeckung völlig ausgeebnet worden sind.

Die Brandung des Meeres hat an diesen Orten auch zur Bildung höchst eigenthümlicher Formen Anlass gegeben, denn zahlreich kommen concave Höhlungen in den Blöcken vor, welche sämmtlich der südwestlichen Küste zugekehrt sind. Bisweilen ist die Auswaschung so weit vorgeschritten, dass überhängende Dächer und an die Korbstühle europäischer Seebäder erinnernde Gestalten entstanden sind. In anderen Fällen bildeten sich durch das Zusammenfliessen zweier concaver Flächen nasenförmige Vorsprünge und Höcker nebst anderen, bizarren Formen, welche besonders schön am westlichen Fusse des Hooibergs und in der weiteren Umgebung von Santa Cruz zu sehen sind. Diese Höhlen im Diorit dienten theilweise auch den früheren Bewohnern des Landes, den Inselcariben, zum Aufenthalte.¹⁾

Dass dem Meere ein wesentlicher Antheil bei der Blockbildung überhaupt zukommt, ist augenscheinlich, wenn man die ungeheuren Mengen von Ellipsoiden und zugerundeten Dioritblöcken in Betracht zieht, die gerade auf den unlängst

1) Vgl. Band I, pag. 133 ff. — Die Erosionserscheinungen in Gebirgsbächen lassen sich hiemit an Grossartigkeit gar nicht vergleichen.

gehobenen Uferterrassen sich befinden, so am Nordstrande zwischen S. Colorado und Fontein, ferner nördlich von Buschiribana und an der Nordwestecke der Insel.

Erwähnenswerth ist noch die weitgehende Zersetzung, welche das Gestein des Adikurarie in der Tiefe erfahren hat und welche auf die Durchtränkung mit Meereswasser zurückzuführen ist, denn Stifft stiess beim Abteufen eines Schachtes in dem niedrigen, kaum über den Ocean hervorragenden Hügel bereits in 15 Fuss Tiefe auf eindringendes Salzwasser. Das Gestein ist daselbst ebenso aufgelockert und zersetzt, wie es die Diabase im niedrigen Theile von Ost-Curaçao aus ähnlichem Anlasse sind.

DIE VERBREITUNG DES QUARZDIORITS ist aus der Karte ersichtlich: Ausser dem Plateau im Innern der Insel sind auch die bogenförmig angeordneten Höhen, welche, vom Hooiberge und vom Krystallberge ausgehend, dasselbe unvollständig umgürten, aus dieser Formation aufgebaut. Im Nordwesten des Hooibergs, wo sich das Plateau nach Westen mit dem Küstenstriche zu Einer Ebene vereinigt, ist freilich das Eruptivgestein grösstentheils durch seine eigenen Zersetzungsprodukte verhüllt und ragen nur noch wenige Haufwerke aus dem alten Meeresboden hervor. Hier habe ich die Formation nach der Grenze der Blöcke, soweit ich sie verfolgen konnte, eingezeichnet und die von ihr eingenommenen Flächen abgedeckt angelegt, da es keinem Zweifel unterliegen kann, dass die Haufwerke sich noch auf ursprünglicher Lagerstätte befinden. Aus gleichen Gründen ist die Formationsgrenze auch westlich vom Hooiberge durch einen Landstrich gezogen, an dessen Oberfläche nur hie und da noch ein einzelner Block herausragt, während der Boden mit Trümmern von Diorit und Gangquarziten bedeckt ist, deren Grösse und Häufigkeit in der Richtung von der Küste nach dem Innern hin zunehmen. Ueber die Formationsgrenze zwischen Quarzdiorit und Diabas werde ich unten noch zu sprechen haben; im Uebrigen ist sie allorts scharf ausgesprochen, in der Weise, wie die Karte es darstellt.

An der Nordwestecke der Insel setzt der Quarzdiorit ausser dem Tikibanäi und Moskito, östlich von dem ausgetrockneten Binnenmeere, nur noch kleine Hügel zusammen; er bildet hier unter anderen auch das Liegende der unbedeutenden, in der Karte verzeichneten Fetzen von quartärem Kalke. Bemerkenswerth ist aber vor allen Dingen, dass auch an verschiedenen Orten des flachen, südöstlichen Inseltheiles der Quarzdiorit als Liegendes der quartären Kalke beobachtet wurde, so etwas westlich vom S. Culebra und im S. Colorado, wo neben dem normalen, an verschiedenen Punkten durch den Abbau der Phosphate blossgelegten Quarzdiorite auch noch eine eigenthümlich dunkle, feinkörnige, apatitreiche Varietät

des Gesteins ansteht. Ferner gehen Quarzdiorite in der auf der Insel gewöhnlichen Ausbildung am Innern der gehobenen Uferterrasse zwischen Colorado und Fontein als Liegendes der quartären Kalke zu Tage aus. Es ist mir deswegen sehr wahrscheinlich, dass dies Eruptivgestein auch das Grundgebirge des ganzen südöstlichen Theiles von Aruba bildet und hier nur von dem quartären Kalke überlagert wird, dass sonach, mit Ausnahme des gleich zu behandelnden Diabasgebietes, fast die ganze Insel von dieser Formation eingenommen wird.

Diabas, untergeordnet Diabasconglomerat.

Nächst den Dioriten nehmen Diabase den wesentlichsten Antheil an dem Aufbau von Aruba; sie bilden das Hauptgestein des eingangs beschriebenen Gebirgsstockes am Nordstrande, dem unter anderen der Jamanota und Ariekok angehören. Diese Diabase sind feinkörnige bis dichte, sehr selten grobkörnige, dunkelgrüne Gesteine, welche nach Kloos in allen Einzelheiten der Struktur mit denjenigen von Curaçao übereinstimmen und zum Theil uralitisirt sind. Wie weit sich diese Umwandlung räumlich erstreckt, vermag ich nicht zu beurtheilen, da die Uralitite von den übrigen Diabasen bei makroskopischer Betrachtung nicht zu unterscheiden sind und beide Gesteine aus diesem Grunde im Felde von mir zusammengefasst wurden. Bekannt ist das Vorkommen der uralitisirten Diabase von Miralamar sowie von Chetta am Fusse des Ariekok, in beiden Fällen also von Punkten, welche in der nächsten Nähe der Formationsgrenze von Diabas und Diorit gelegen sind; ganz besonders gilt dies für den Uralitit von Chetta. Dagegen sind die Diabase, welche ich am Nordstrande geschlagen habe, nicht metamorphosirt.

Südöstlich von Fontein, an der Grenze der Diabasregion und in unmittelbarer Nachbarschaft der gleich zu behandelnden, archaischen Amphibolite, steht ein DIABASCONGLOMERAT an, welches einige keilförmig auf die gehobene Uferterrasse vorgeschobene Particen bildet. Die Gesteinsfragmente, welche auf der frischen, dunkelgrünen Bruchfläche nicht wahrzunehmen sind, treten erst bei der Verwitterung deutlich hervor, da sie leichter als das sie verbindende Cement zersetzt werden und sie sich zudem durch ihre rostbraune Färbung gegenüber den mehr gelbbraunen, übrigen Gesteinsparticen auszeichnen. Die in die Grundmasse eingesenkten Bruchstücke stellen sich dann am verwitterten Gesteine als rundliche, ellipsoidische und zugerundet-polyedrische Körper dar, deren Durchmesser 5 cm nicht selten übersteigt und andererseits bis zu 5 mm und weiter herabsinken kann. In Dünnschliffen treten sie gleich scharf mit unverwaschenen Grenzen hervor und erweisen sich die Fragmente zum Theil als solche von Variolit, zum grössten Theile aber als solche von echtem Diabas mit langleistenförmigen, gewundenen,

gebogenen und vielfach verzwilligten Feldspathen, die hie und da radialstrahlige Aggregate bilden, bei herrschender richtungsloser Struktur. Das Cement dieses Gesteins ist ebenfalls Diabas-Material. In der Richtung nach Fontein zu wird das Conglomerat sehr bald durch Diabas verdrängt, und an keinem anderen Punkte des Nordstrandes traf ich das gleiche Gestein wieder an; die augenfällige Verwitterungsform macht es auch unwahrscheinlich, dass es von mir daselbst übersehen sein sollte, da alle Felsen dieses Strandes den zersetzenden Einflüssen des Meeres in hohem Grade unterworfen gewesen sind.

Nur auf dem Gipfel des Jamanota fand ich das gleiche Conglomerat anstehend; die Gesteinsfragmente lassen sich hier schon auf frischen Bruchflächen wahrnehmen, indem sie sich als tiefer grün gefärbte Massen von den umgebenden Parteeen schwach abheben. Bemerkenswerth ist, dass dieser Punkt ebenfalls an einer Formationsgrenze, hier nahe dem Grünschiefer, gelegen ist. Diese Nachbarschaft erklärt auch vielleicht das Vorkommen der erwähnten Fragmente von Variolit, welche eine endogene Contacterscheinung der Diabase andeuten.

Das Conglomerat vom Jamanota ist nach Kloos uralitisirt, gleich den in der Nähe anstehenden Diabasen von Miralamar, während das sonst gleiche Trümmergestein von Fontein diese Umwandlung nicht erfahren hat.

Da die Fragmente des Conglomerats rascher verwittern als das Cement, so müssen sie im zersetzten Gesteine Hohlräume zurücklassen, welche die Ansiedlung sekundärer Mineralien ermöglichen und somit eine unechte Mandelsteinbildung hervorrufen können, welche nicht auf die Ausfüllung präexistirender Blasenräume zurückzuführen ist. Als solche ist vielleicht das von Stifft erwähnte Vorkommen zu deuten: „Eine Varietät (von Grünstein), die jedoch selten ist und nur an zwei Punkten vorkam, ist die wo ein dichter, schwärzlich-dunkellauchgrüner Grünstein durch länglichte und rundliche Mandeln, die von 1—2 Linien bis zu $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ Zoll Grösse vorkommen, eine mandelsteinartige Bildung annimmt. Diese Mandeln bestehen entweder aus Quarz allein, der zuweilen chalcedonartig wird, oder aus einem Gemenge von Quarz und Feldstein, zuweilen aber aus Feldstein allein.“ An einem anderen Orte sagt Stiff: „Chalcedon, brauner Jaspis und Eisenkiesel kommen auf dem Rücken des Ariekek im Grünsteine vor.“

Diese Bildungen sind mir selber anstehend nicht bekannt geworden; doch erhielt ich durch van Koolwijk zahlreiche Bruchstücke und kleinere Splitter von Chalcedonmandeln, welche nebst Brocken von Diabas und von anderen Gesteinen in der Gegend des alten indianischen Dorfes bei St. Cruz aufgelesen sind, und da die Diabase der Insel von ihren früheren Bewohnern zu Steinbeilen verarbeitet

wurden ¹⁾, so dürften diese Chalcedone ebenfalls aus dem genannten Eruptivgesteine abkömftig sein.

Die Diabase sind mit einer dünnen, dunkelbraunen bis röthlichen Verwitterungsrinde bekleidet, welche durch ihre Färbung manchmal an Laterit erinnert, und ihr Ausgehendes ist mit Blöcken und kleineren Gesteinsbrocken bedeckt, welche stellenweise ganz ungeheure Mengen von Schotter bilden. Der scharfeckige Umriss der Fragmente deutet die herrschende, regellos polyedrische Zerklüftung an, die man auch bei den Aufschlüssen in den alten Minen wahrnimmt. Spuren einer bankförmigen Absonderung zeigt das Diabasconglomerat auf dem Gipfel des Jamanota. Abgerundete Blöcke kommen nur vereinzelt bei der grobkörnigen Varietät des Diabases vor, während im Uebrigen kugelförmige und säulenförmige Absonderung ebenso fehlt wie auf Curaçao.

Die Zerklüftung des Gesteins ist am besten am Nordstrande zu beobachten, woselbst die Erosion des Meeres eine grosse Zahl von bogenförmigen Ausschnitten

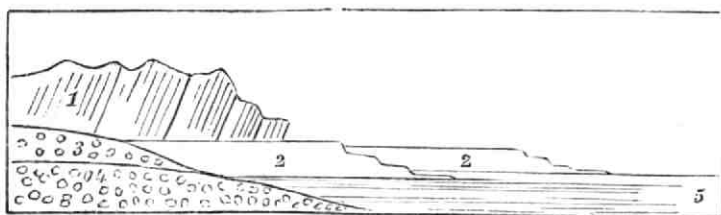


FIG. 16. AN DER BOCA VAN WELVAART.

Vom Innern der Bucht nach NW gesehen. — 1. Diabas, welcher zwischen den quartären Kalken (2) ins Meer reicht. — 3 u. 4. Schotter von Kalk und Diabas. — 5. Meer.

mit kleinem Radius in den steilen Gehängen des Diabases erzeugt hat. Hier reiht sich Eine Bucht an die andere, und die vielen Kreisbögen werden durch mächtige, keilförmig vorgeschobene

Gesteinspartieen geschieden, in denen grosse, polyedrische Blöcke mauerartig sich über einander aufthürmen. Zum Theil sind ihre Kanten und Ecken durch die Brandung abgeschliffen, aber eine kugelförmige Absonderung fehlt auch hier überall.

Die erwähnten Buchten werden entweder noch heute vom Meere bespült, wie es auf der Strecke zwischen der Rooi Noordkap und der Boca dos Playos der Fall ist, so dass hier das Passiren des Strandes unmöglich wird, oder es lagert sich vor sie noch eine jüngst gehobene Uferterrasse der Nordküste, wodurch die Diabaskeile landeinwärts gerückt sind. Letzteres ist zwischen der Boca dos Playos und der südöstlichen Grenze der Formation zu beobachten.

1) Dasselbe Gestein wurde auch auf Curaçao zur Herstellung von Beilen verwendet (vgl. Theil I, Tab. VI, Fig. 15).

Wie sich hier am Meere die Formationsgrenze scharf bestimmen lässt, so ist dieselbe auch deutlich von dem Plateau des quartären, den südöstlichen Inseltheil bedeckenden Kalkes geschieden; minder ausgeprägt ist aber die Grenze zwischen Diabas und Quarzdiorit. Ich habe dieselbe an zwei Punkten, die gleichzeitig einen guten Ueberblick gewährten, durchschnitten, einmal auf dem Wege von Oranjestadt nach Daimarie, östlich von St. Lucie, das andere Mal bei Chetta, unweit der alten Direktorswohnung, und in beiden Fällen zahlreiche Blöcke von Diorit auf den westlichen Gehängen des Diabasgebirges zerstreut gefunden. Namentlich an dem ersteren der genannten Punkte ist die Zahl der Dioritblöcke, die das unterlagernde Gebirge bedecken, eine ungeheure, so dass anfangs auf dem Wege nach Daimarie zu nur hie und da ein Bruchstück der Diabasformation zwischen den Sphaeroiden von Quarzdiorit sichtbar wird; dann geht weiter nach Osten der Diabas in immer grösseren Parteen zu Tage aus, und endlich sieht man nur noch zungenartig vorgestreckte und einzelne isolirte Haufwerke von Quarzdiorit jene Formation bedecken. Es geht daraus hervor, dass der Diabas das Liegende des Diorits ist, welcher deckenartig sich über die Gehänge der westlichen Kuppen und Hügel ausbreitete und durch die Verwitterung, wie allerorts auf der Insel, weit zerfallen ist, so dass er die unterlagernde Formation nur noch unvollständig verhüllt.

Die geschilderten Verhältnisse verhinderten eine in allen Einzelheiten getreue Einzeichnung der Grenzlinie zwischen Diorit und Diabas; in ihren Hauptzügen liess sich aber dieselbe in der Art, wie sie die Karte wiedergiebt, ohne Schwierigkeit erkennen, da sie bei der grossen Verschiedenheit der Ausgehenden beider Eruptivgesteine leicht auf weite Strecken überblickt wird, so namentlich auch vom Jamanota aus. Die lichtgrau verwitterten, grossen Sphaeroide von Quarzdiorit zeichnen sich deutlich genug von den rostbraunen und rothen, nie mit so grossen und runden Blöcken bedeckten Höhen von Diabas ab. Auch in Handstücken ist eine Verwechselung der hellgefärbten Diorite von granitischem Habitus und der dunklen, meist feinkörnigen bis dichten Diabase fast immer ausgeschlossen; nur die erwähnten, feinkörnigen Ausscheidungen innerhalb des Dioritmassivs können hier zu einem Irrthume Anlass geben, doch sind dieselben, wie oben bereits hervorgehoben, äusserst selten. Aus solchen Gründen konnte das Haupt-Diabasgebiet schon im Felde in der Weise begrenzt werden, wie es die Karte angiebt.

Grünschiefer und schiefrige Amphibolgesteine.

Ich fasse hier zwei Gesteinsarten zusammen, von denen die erstere innerhalb der Diabasregion, die letztere ausserhalb derselben, aber doch in unmittelbarer Nähe des Eruptivgesteins, ansteht.

Die GRÜNSCHIEFER, welche durch Kloos auf Grund mikroskopischer Untersuchung als quarzfreie Epidotamphibolschiefer erkannt wurden, erscheinen dem blossen Auge als dichte, homogene Gesteine von dunkelgrauer bis schmutzig- und lauchgrüner Farbe. Die graue Färbung tritt nur bisweilen auf frischen Bruchflächen hervor, während das Ausgehende der Formation entweder intensiv grün oder bei weit fortgeschrittener Zersetzung rostbraun erscheint. Die Schieferung ist bald mehr bald minder deutlich ausgeprägt, im Grossen und Ganzen aber stets ohne Schwierigkeit zu erkennen; doch kommt neben der den Ablagerungsebenen parallelen noch eine transversale Schieferung vor, welche das Gestein stellenweise leicht in dünne, nie sehr grosse Platten zerspalten lässt; in der Regel erhält man aber beim Zerschlagen nur polyedrische, unvollkommen griffelförmige oder schilfrige Bruchstücke. Die leicht spaltbaren Gesteine ähneln in Handstücken den Dachschiefern.

Die Stellung der Schichten ist überall eine sehr steile, fast senkrechte, und das Streichen im stratigraphischen sowohl wie im tektonischen Sinne annähernd von W nach O in beiden Thälern, in denen ich die Schiefer anstehend fand, nämlich in der Rooi Cachunti und dem Einschnitte, durch welchen der Weg von Oranjestadt nach Fontein führt, zwischen Pan Blanco und Parabusté. Dieselbe Richtung von W nach O nimmt aber nach der englischen Karte auch der obere, östliche Arm derjenigen Schlucht, welche in die spanische Lagune einmündet und an deren Ausgange ich ungemein zahlreiche Geschiebe von Grünschiefer gefunden habe, neben Fragmenten von Quarzdiorit, welche längs der westlichen, aus dem Dioritmassive herabsteigenden Nebenschlucht transportirt worden sind. Hierauf stützt sich die Einzeichnung der dritten Grünschieferpartie als Gestein des oberen Abschnittes der erwähnten Rooi, welchen ich selber nicht betreten habe.

Dass die Schluchten in die Schiefer durch Erosionswirkungen der zu Zeiten abfliessenden, gewaltigen Regenmengen eingeschnitten worden sind, kann keinem Zweifel unterliegen, denn die meist trockenen Wasserläufe tragen alle Charaktere eines Gebirgsbaches, so selten ein solcher auf der ausgedörrten Insel auch fliessen mag. Auch ist deutlich, dass das Ausgehende der Grünschiefer in ein stets tiefer sich verlegendes Niveau gerückt werden musste, während die widerstandsfähigeren Diabase der Zerstörung minder rasch unterlagen. Deswegen wird man den Umstand, dass die Schiefer nur in den Thaleinschnitten zu Tage ausgehen, das Eruptivgestein dagegen die benachbarten Höhen bildet, auch nicht als Beweis dafür anführen können, dass die Schiefer die ältere von beiden Bildungen darstellen und von den Diabasen durchsetzt sind. Wohl sprechen hiefür indessen andere Umstände:

Wollte man die Diabase als den Schiefern eingeschaltete und mit diesen zusammengestauchte Lager auffassen, so müsste es zunächst auffallen, dass die

Grünschiefer nur in einem Theile, und zwar gerade in dem höchsten Theile, des Diabasgebietes auftreten. Dass sie an anderen Orten fehlen, wird schon durch den Verlauf der übrigen Schluchten im Gebirgsstocke der Nordküste wahrscheinlich, denn sämtliche Thaleinschnitte von einiger Bedeutung haben, mit Ausnahme der von den Schiefen eingenommenen, eine Richtung von N nach S oder von SW nach NO. Die Schluchten würden aber zweifellos dem Streichen der Schiefer von W nach O folgen müssen, wenn solche Gesteine überhaupt in dem betreffenden Gebiete anstünden. Eine Aenderung der Streichungslinie der Schiefer, in dem Sinne wie es der abweichende Verlauf der Rooien fordern würde, ist nicht wohl denkbar. Auch habe ich in den Schluchten, die ich an ihrer Ausmündung am Nordstrande untersuchen konnte, nirgends Grünschiefer anstehend oder als Gesteine gefunden, auch nicht in der bedeutendsten von ihnen, der Rooi Fluit, in der ganz ungeheure, an das Hochgebirge erinnernde Mengen von Schotter liegen.

Sind diese Verhältnisse auffallend bei der Annahme der Gleichaltrigkeit von Diabas und Schiefer, so sind sie umgekehrt sehr verständlich, wenn die Letzteren als die ältere beider Bildungen aufgefasst werden, da bei deckenförmiger Auflagerung des Eruptivgesteins die Sedimente am ehesten in den tiefst eingeschnittenen Schluchten und somit in dem höchsten Theile des Gebirges, woselbst die Erosion am wirksamsten thätig war, blossgelegt werden mussten.

Noch wichtiger ist der Umstand, dass auch am Nordstrande bei Fontein die Schiefer fehlen, denn die Endigung der Schlucht liegt daselbst im Diabase. Folgt man von genanntem Orte dem zum Jamanota führenden Wege, so durchschneidet man am Strande zunächst das Eruptivgestein in der Mündung der Rooi, darauf die im Hangenden auftretenden, quartären Kalke, welche landeinwärts in isolirte Brocken aufgelöst sind und bald ganz schwinden. Jetzt führt der Weg auf der Höhe über einen Diabastrücken nördlich von der Rooi Cachunti weiter, und an der gegenüberliegenden, südlichen Grenze der Schlucht sieht man ebenfalls in einer steil abfallenden Wand das massige Gestein von einer landeinwärts sich auskeilenden Schicht des quartären Kalkes bedeckt. Dann reitet man am nördlichen Abhange der Rooi hinunter; einzelne, kegelförmige Parteen von Schiefer, durch die Erosion von der Wand losgelöst, schieben sich gegen die Mitte des trockenen Bachbettes vor, und halbwegs Cachunti¹⁾ und Jamanota werden die alten Sedimentärgesteine von einer durch quartären Kalk verkitteten, aus Diabas- und Grünschiefer-Bruch-

1) Der Name gilt nicht nur für die Schlucht, sondern auch für die sie begrenzende Anhöhe im Norden. Die Höhennamen werden allgemein zur Bezeichnung der benachbarten Rooien verwendet.

stücken gebildeten, groben Breccie, die nur geringe Mächtigkeit besitzt, überlagert. An Einem Punkte sah ich auch ein massiges Gestein als Hangendes auftreten, aber die Unzugänglichkeit desselben verhinderte mich ein Handstück davon zu schlagen, und da an der Grenze der Grünschiefer auch Dioritporphyre emporgedrungen sind, so lässt sich aus dieser Beobachtung nichts für die Lagerung des Diabases ableiten. Wohl aber müsste es bei Annahme der Gleichaltrigkeit von Diabas und Grünschiefer befremden, dass die Lager des Sedimentärgesteins nicht bis zur Nordküste fortsetzen, dass vielmehr hier in der Schlucht nur der Diabas aufgeschlossen ist.

Zieht man dabei in Erwägung, dass auch auf Curaçao nichts auf die Anwesenheit von Diabaslagern hindeutet, dass dagegen am Rande des Diabasgebietes von Aruba ebenfalls in einem niedrigen Niveau schiefrige Amphibolgesteine vorkommen, welche ohne Schwierigkeit mit den Grünschiefern zusammengefasst werden können, so wird man sich der Annahme nicht verschliessen dürfen, dass die Sedimentärgesteine das Liegende der Diabase darstellen.¹⁾ Dazu kommt, dass von der kleinen Insel Orchilla im Osten der niederländischen Eilande, in gleicher Richtung also mit dem Streichen der Grünschiefer, das Vorkommen von Gneiss schon seit Humboldt bekannt ist. „Die Gneiss Hügel waren mit Gräsern bewachsen. Die geologische Beschaffenheit von Orchilla scheint im Kleinen der von Margarita ähnlich zu sein.“²⁾ Ich selbst erhielt durch Ernst in Carácas einen ausgezeichnet schiefrigen Quarzit von Orchilla, welcher wohl nur mit gemengten, krystallinischen Schiefergesteinen daselbst lagern kann. Das legt im Verbande mit der grossen Analogie, welche die Inseln überhaupt zu dem Festlande in ihren geognostischen Verhältnissen aufweisen,³⁾ die Annahme nahe, dass die Grünschiefer und Amphibolite das Grundgebirge darstellen und der archaischen Schichtenreihe angehören.

Diese AMPHIBOLITE, welche südöstlich von St. Lucie und an der Nordküste südöstlich von Fontein anstehen, werden an beiden Orten von Haufwerken des Quarzdiorits in ähnlicher Weise überlagert, wie es in der Nachbarschaft von St. Lucie für den

1) Ich zweifle nicht daran, dass sich die Frage an Ort und Stelle sehr leicht bei längerem Verbleibe entscheiden lässt. Mir war es leider nicht möglich, die Schluchten ihrer ganzen Erstreckung nach abzureiten. — Bezüglich der entgegengesetzten Auffassung, vgl. Kloos l. c. pag. 60.

2) A. v. Humboldt und A. Bonpland. Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continentes in den Jahren 1799—1804. 5ter Theil. pag. 729. — Stuttgart u. Tübingen. 1826.

3) Näheres hierüber in einem folgenden Capitel: Schlussbetrachtungen.

Bemerkenswerth ist auch die Angabe von Ernst, gelegentlich der Besprechung des 1ten Theiles dieses Werkes in Nature. 1887. March 17, pag. 460: „All these islands — Curaçao, Aruba, Bonaire, Los Roques, Orchilla, Las Aves, Los Testigos etc. — have a nucleus of eruptive rocks (diorite, diabase, gabbro, eclogite); the same geological constitution exists in the central hill of the peninsula of Paraguaná and in the mountain-ridges of La Guajara.“

Diabas oben beschrieben wurde. An letzterem Orte gehen nur kleine Fetzen ¹⁾ des Amphibolgesteins zu Tage aus, und zwar am Fusse der Diabashügel, so dass man von Oranjestadt nach Daimarie reitend zuerst Amphibolit und dann weiter aufwärts Diabas als Liegendes des Diorits wahrnimmt. Das Amphibolgestein ist an diesem Orte von ausgezeichnet dünnschieferiger Struktur; seine Schichten sind steil aufgerichtet.

An der Nordküste ist der Amphibolit unvollkommen dickschieferig, im Ganzen aber ebenfalls in deutlichen Platten abgesondert. Er bildet hier einen sehr niedrigen Höhenrücken, welcher einem flachen Uferwalde gleich sich von der südöstlichen Grenze der Diabasregion aus längs der Küste weit ausdehnt und sich landeinwärts unter den sein Hangendes bildenden Diorit und den quartären Kalk verliert. Unbedeutende, kleine Wasserrisse, welche vom Kalkplateau aus nach dem Meere sich erstrecken, lassen nur hie und da das Gestein in steil aufgerichteten Schichten anstehend wahrnehmen, während im Uebrigen das Ausgehende von reichlichen, unter dem Einflusse der früheren Meeresbedeckung gebildeten Trümmern bedeckt ist.

Dioritporphyre und Granite.

An der Grenze des Diabasgebietes fand ich mehrfach in losen Blöcken auf der Oberfläche Gesteine zerstreut, welche den Dioritporphyren angehören, so bei Chetta und nördlich von der Schlucht bei Fontein, unfern des Strandes, auf der Höhe. Diese Blöcke sind möglicherweise als eine Porphyrfacies des Quarzdiorits zu bezeichnen und sammt einem porphyrtigen Diorite, den ich als Gerölle am Fusse des Matevidirie auflas, mit dem herrschenden Gesteine der Insel zu vereinigen. Sie könnten von Decken abkünftig sein, welche die Diabase an der Grenze überlagerten, sowie dies oben auch für den typischen Quarzdiorit geschildert ist; denn Chetta liegt am Rande des Dioritmassivs ²⁾ und nichts steht der Annahme entgegen, dass auch am Nordstrande sich früher gleiche deckenartige Ausbreitungen des Quarzdiorits befunden hätten, welche mit jetzt zerstörten Theilen des Hauptmassivs in Verbindung standen.

Indessen sind Dioritporphyre auch anstehend innerhalb des Diabasgebietes bekannt; ich traf sie am südöstlichen Ufer der Boca van Welvaart an und ausserdem am Parabusté, an der Nordseite des von Oranjestadt nach Fontein führenden Weges, welcher sich über die Schichtenköpfe der Grünschiefer hinzieht. Das Eruptivgestein, welches eine ansehnliche, mit abgerundeten Blöcken bedeckte Höhe bildet, setzt hier scharf an den durchbrochenen Sedimenten ab; sein Lagerungsverhältniss zum Grünschiefer ist an diesem Orte somit das gleiche wie das der

1) Sie sind so unbedeutend, dass sie nicht in die Karte eingetragen werden konnten.

2) Vgl. oben pag. 53.

Diabase zum Schiefer. Das Lagerungsverhältniss von Diabas und Dioritporphyr dagegen ist bei dem Mangel eines jeglichen anderen Aufschlusses nicht festzustellen; mir schien die Verknüpfung eine sehr enge, so dass ich im Felde die Ueberzeugung hegte, die Dioritporphyre seien nur als eine lokale Facies des (derzeit als Diorit gedeuteten) Diabases anzusehen. Die mikroskopische Untersuchung konnte aber diese Auffassung nicht bestätigen und die Erklärung des Vorkommens muss deswegen in anderer Richtung gesucht werden.

Es ist nun vor allem von Bedeutung, dass Dioritporphyre auch innerhalb des Dioritmassivs der Insel bekannt sind, und zwar in Einem Falle sicher als gang-

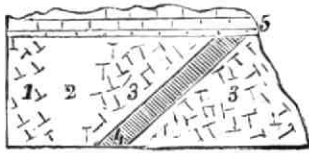


FIG. 17. KLIPPE AM SERRO COLORADO.

1. Normaler Quarzdiorit. —
2. Unzugänglich. — 3. Feinkörniger Quarzdiorit. — 4. Dioritporphyr. — 5. Korallenkalk.

förmige Durchsetzung desselben. An dem nordöstlichen Abhange des Serro Colorado, dort wo die alte Mine sich befindet, setzen im Diorite einige Quarzgänge auf, welche nur wenige Centimeter mächtig sind; daneben ist das gleiche Eruptivgestein von einem etwa $\frac{3}{4}$ Meter mächtigen Gange von Dioritporphyr durchbrochen, dessen Salbänder sich an der völlig kahlen, ins Meer hinausragenden Klippe mit grosser Deutlichkeit verfolgen lassen.

Das Ganze wird von eisenreichen, quartären Korallenkalken überlagert.

Oestlich von Alta Vista, unfern des Nordstrandes, steht ferner innerhalb des Gebietes des Quarzdiorits ein Dioritporphyr an, welcher durch seine Absonderung in ungemein regelmässigen, sechsseitigen, basaltähnlichen Säulen bemerkenswerth ist. Dasselbe Gestein traf ich noch mehrfach in der weiteren Umgebung des genannten Punktes an, und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass wir in ihm ebenfalls eine Gangmasse zu sehen haben.¹⁾ Daran schliesst sich ein anderes Gestein, welches in einer Niederung zwischen Kalabass und Serro Plát ansteht, inmitten eines Cactuswaldes, der hier jede Feststellung der Grenze gegen den benachbarten Quarzdiorit unmöglich machte.

Als sicher möge nur die Thatsache hervorgehoben werden, dass innerhalb des Quarzdioritmassivs Gänge von Dioritporphyren vorkommen, welche Gesteinen, die innerhalb des Diabasgebietes anstehen, lithologisch sehr ähnlich sind. Es liegt deswegen nahe, nach einer für beide Vorkommnisse²⁾ in gleicher Weise verwendbaren Erklärung ihrer Entstehung zu suchen:

Es werden unten ausführlich die Erzgänge von Aruba zu behandeln sein, die

1) Das Terrain ist kaum über den Meeresspiegel erhoben, von Felsenmeeren bedeckt, ohne Aufschluss. Nur Eins der Vorkommnisse ist eingetragen, da es mir bei den anderen nicht möglich war, die Lokalität genau zu fixiren. Meine Aufzeichnungen sind für dies Gebiet in Folge eingetretener Unpässlichkeit überhaupt mangelhaft.

2) Stift hat auch die Vermuthung ausgesprochen, dass „Grünstein“ sowohl den Quarzdiorit als

mit den Dioritporphyren das gemein haben, dass sie sowohl dem Gebiete des Quarzdiorits als demjenigen des Diabases angehören; auch scheint ein gewisser Zusammenhang zwischen den Mineral- und Gesteinsgängen dadurch angedeutet, dass auf Aruba, woselbst Erstere in grossen Mengen auftreten, auch der Dioritporphyr eine bedeutendere Verbreitung hat, während auf Curaçao dies Gestein nur an Einem Punkte bekannt ist und die Quarzgänge in gleichem Sinne sehr zurücktreten; auf Bonaire endlich sind weder die Mineralgänge noch die Dioritporphyre bis jetzt aufgefunden. Ich schliesse hieraus auf das Bestehen eines genetischen Verbandes zwischen dem Vorkommen beider Gangbildungen und halte es für wahrscheinlich, dass die Dioritporphyre zu derselben Zeit erumpirten, als das Gangspaltennetz Aruba's, welches nur unbedeutende Ausläufer bis nach Curaçao sandte, sich bildete, dass also die Aufbruchsspalten zum Theil durch das injicirte Gestein, zum Theil später mit Quarz erfüllt wurden.

Dass auch bei Bildung des Quarzdiorits Apophysen desselben zwischen die Gesteine der Diabasregion eingedrungen sein können, wie Kloos besonders für das Gestein von Parabusté anzunehmen geneigt ist, soll dabei ebensowenig in Abrede gestellt werden, wie die eingangs hervorgehobene Möglichkeit, dass die Blöcke von dem Rande des Diabasgebietes als Porphyrfacies des Quarzdiorits aufgefasst werden könnten. Sicherheit ist über alle diese Fragen auf Grund der vorliegenden Beobachtungen nicht zu erreichen.

GRANITGAENGE von geringer Mächtigkeit sieht man nicht selten die grossen Sphaeroide von Quarzdiorit durchsetzen; sie dürften innerhalb des Magmas der letztgenannten Felsart entstanden und als Schlieren zu deuten sein. Eine lose Platte eines hievon durchaus verschiedenen Ganggranits, welche in der Mitte der Insel, halbwegs St. Cruz und Belaschie, an der Oberfläche aufgelesen ist, wurde von Kloos als Mikroklinggranit bestimmt.

Kreideformation?

Von cretaceïschen Ablagerungen ist mit Sicherheit auf Aruba nichts bekannt, und es erscheint dies um so auffallender, als Sedimente der Kreideperiode nicht nur auf Curaçao, sondern auch auf Bonaire eine grosse Verbreitung besitzen. Nach dem, was wir von erstgenannter Insel über das Lagerungsverhältniss solcher Bildungen kennen lernten, müssen wir sie am ehesten am Rande der von ihnen überlagerten Diabase zu finden erwarten. Dem entspricht das Vorkommen eines

den Diabas durchsetzt habe, welche beiden Letzteren er für gleichzeitige Bildungen ansah. Diese sog. Grünsteingänge können nur die Dioritporphyre sein, so dass also die Vermuthung von Stiff mit der hier ausgesprochenen Auffassung im Einklange steht.

dunkelgrauen Mergelschiefers, welcher mikroskopisch dem cretaceischen Mergel von Hermanus auf Curaçao sehr ähnlich sieht, als anstehendes Gestein am Nordstrande, an der Boca dos Playos. Hier ragen die Schichtenköpfe nur wenig über das Meeresniveau in ganz unbedeutenden Brocken hervor, die Bucht im Nordwesten begrenzend, während an ihrem inneren Rande und aufwärts sogleich wieder der von Quarzgängen durchsetzte Diabas an die Stelle des Sedimentärgesteins tritt. Von Petrefakten ist nichts zu finden, und deswegen muss es sehr zweifelhaft bleiben, ob diese Mergel in der That der Kreideperiode angehören.

Darauf, dass cretaceische Ablagerungen mindestens früher an dem Aufbau von Aruba Theil genommen haben, spricht indessen auch der Umstand, dass in den Phosphaten des Colorado das Bruchstück eines Ammoniten gefunden ist, welcher aus Kreideschichten abkünftig sein dürfte. Das unvollständige und obendrein noch verdrückte Petrefakt (Tab. I, Fig. 13) lässt eine Speciesbestimmung nicht zu; sehr nahe steht es aber anscheinend dem *Ammonites Treffryanus* Karst. aus der Kreide von Bogota.¹⁾ Sein Vorkommen in den quartären Phosphaten von Aruba hat nichts Auffallendes,²⁾ da dieselben auch andere Bruchstücke älterer Formationen, vor allem Rollsteine von Quarzit, bisweilen einschliessen.

Schliesslich verdienen hier noch sehr feinkörnige, lichtgraue und hellgelbe Sandsteine mit äusserst spärlichem, thonigen Bindemittel Erwähnung, welche bei St. Cruz als Geschiebe aufgelesen worden sind. Sie enthalten freilich weder makroskopisch noch mikroskopisch wahrnehmbare, organische Reste; aber ausser der Kreideformation ist auf Keiner der drei Inseln irgend eine Ablagerung vorhanden, mit der man die Sandsteine in Verband bringen könnte.

Erzgänge und Seifen.

In den Quarzdioriten und Diabasen von Aruba treten zahlreiche Quarzgänge auf, und besonders reich ist die erstgenannte Formation an solchen Bildungen, entsprechend ihrer grösseren räumlichen Ausdehnung. Im Diabas setzen die Gänge des Jamanota und Ariekek, ferner diejenigen von Miralamar und besonders der Gegend von Daimarie auf; über das Dioritmassiv sind sie ziemlich gleichmässig vertheilt. Ihre Anzahl wird auf etwa 200 geschätzt, doch scheinen mir bei dieser Schätzung auch Paralleltrümer und Trümer zusammengesetzter Gänge gesondert aufgeführt zu sein. Immerhin ist der Reichthum an Quarzitgängen auf Aruba ein ungemein grosser.

Die Mächtigkeit der Gänge schwankt von wenigen cm bis zu etwa 10 m,

1) Karsten. Ueber die geognost. Verhältnisse des westlichen Columbien, pag. 109, tab. 4, fig. 1.

2) Ich habe das Petrefakt nicht selbst gefunden, aber keine Ursache an der richtigen Angabe des Fundorts zu zweifeln (vgl. den vorläufigen Bericht pag. 43).

und das Aushalten im Streichen ist, soweit es an den Ausgehenden zu verfolgen war, bei vielen als 100 m und mehr, bei einzelnen als $\frac{1}{2}$ bis 1 englische Meile angegeben worden. Da die Ausgehenden sich durch ihre weisse Farbe gegenüber den dunkleren Eruptivgesteinen scharf markiren und das Nebengestein in der Regel der Verwitterung rascher erliegt, so sieht man die gewaltigen Quarzmassen bisweilen schon aus grosser Entfernung in Form kleiner Hügel aus den umgebenden Formationen hervorrage, so „Fort George“ im Norden der spanischen Lagune, den „Serro Blanco“ bei Belaschie, welcher gleich dem sog. „Sneeuwberg“¹⁾ den Gangquarzen seinen Namen verdankt, ferner die Gänge des Kalabass, des Krytallberges, des Jamanota und manche andere

Ueber Streichen und Fallen der Gänge ist wenig bekannt. Ich selbst habe bei meiner flüchtigen Reise nur eine beschränkte Anzahl derselben besuchen können und muss mich deswegen im Wesentlichen auf die Angaben des Berichtes der Gold Mining Company stützen. Hierin heisst es nun zwar pag. 22 von den Gängen: „running in all directions and dipping at all angles“, wenn man indessen die Streichlinien, welche bei den einzelnen Erzgängen angegeben sind, zusammenstellt, so ergibt sich dennoch eine weit grössere Regelmässigkeit als nach obigen Ausdrücken geschlossen werden könnte.

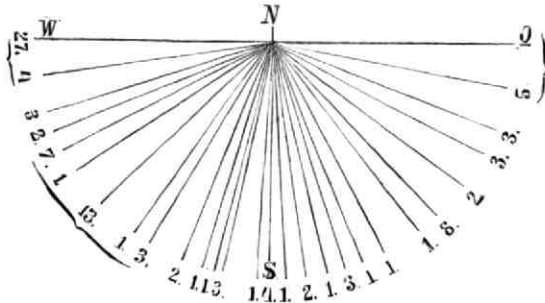


FIG. 18. DAS STREICHEN DER QUARZGÄNGE AUF ARUBA, mit Angabe der in jede Streichlinie fallenden Anzahl derselben.

W nach O und 9 andere weichen nur um 10° von dieser Richtung ab; 13 Gänge streichen von SW nach NO, während wiederum bei 12 anderen der Richtungsunterschied nur 15° und weniger beträgt; 8 Gänge endlich streichen von NW

In nebenstehendem Grundrisse ist das Streichen von 104 Gängen dargestellt. Die Streichlinien entsprechen den verschiedensten Richtungen der Windrose, aber deutlich lassen sich aus ihnen mehrere Gruppen von Parallelgängen²⁾ ableiten, denen gegenüber allen anderen nur eine sehr untergeordnete Bedeutung zukommt. Nicht weniger als 27 Gänge streichen von

1) Dieser Name steht auf der alten Karte für einen Hügel im Westen vom Kalabass angegeben, ist aber auf der Insel unbekannt — aus leicht ersichtlichen Gründen. Die wirkliche Bezeichnung dasselbst vermochte ich nicht zu erfahren.

2) Dass der Parallelismus sich auch stets auf das Fallen erstreckt, ist freilich noch nicht zu erweisen, wohl aber bei einzelnen, benachbarten Gängen bereits festgestellt.

nach S O. Es lassen sich somit drei Gruppen von Gängen erkennen, welche im Grossen und Ganzen von einerlei Streichen sind. Unter diesen besitzen die Morgen-gänge bei weitem die grösste Bedeutung; darauf folgen unter den diagonal streichenden die SW- und endlich in geringerer Zahl die NW-Gänge.

So weit mir bekannt ist, sind die Gänge steil bis saiger; über ihre Tiefenerstreckung fehlen alle Angaben. Gabelung ist ziemlich häufig. Die Salbänder stellen in weitaus den meisten Fällen scharf ausgesprochene Begrenzungsflächen dar und nicht selten legt sich zwischen sie und das Nebengestein ein dünner, lettiger Besteg, welcher bis 5 cm Mächtigkeit erreichen kann.

Der deutlich krystallinische Quarz, welcher die Gangspalten ausgefüllt hat, ist in der Regel von massiger Struktur, nur hie und da deutet eine lagenförmige Anordnung noch auf Succession in dem Ausfüllungsprocesse hin; bisweilen ist er auch löchrig und zellig, und die Hohlräume sind dann mit kleinen Krystallen ausgekleidet. Unter diesen verdienen die wasserklaren Bergkrystalle, welche dem Krystallberge bei Buschiribana seinen Namen verliehen haben, besonderer Erwähnung, da sie nicht selten die Combination ∞ P. R darstellen; daneben kommt ∞ P. R.—R. 2P2 vor, links entwickelt und die Rhombenflächen parallel zur Combinationskante von P gestreift. Die Farbe des Quarzes wechselt von Schnee-weiss oder von schmutzigem und bläulichem Grau bis zu rothem und dunklem Braun; auch kommen blutrothe, rosenrothe und grünlich gefärbte Varietäten vor.

Alle diese Gangquarze enthalten in grösserer oder geringerer Menge Gold, welches indessen nur an einigen Orten makroskopisch sichtbar vorkommt. Vor allem die Gänge des Adikurarie an der nordwestlichen Ecke der Insel haben sich als reichhaltig erwiesen, und hier wurde auch zuerst das Vorkommen der Goldquarze auf Aruba entdeckt, nachdem die Seifen den Anlass zur Gewinnung des Erzes gegeben hatten. Im Adikurarie bildet das Gold bisweilen hübsche, moosförmige Ueberzüge auf zierlichen Quarzkrystallen; doch soll es hier keineswegs auf den Gangquarz beschränkt, sondern auch im Nebengesteine (feinkörniger Diorit) eingesprenkt und in Trümmern gefunden sein. Ferner ist in den Gruben Schaffenberg und Bruin, welche nur wenig südlich vom Adikurarie gelegen sind, freies Gold gefunden, und besonders auch in der Gegend von Buschiribana, in der Nähe der Nordküste, in den Gruben Kaduschie, Buschiribana, Serro Hacha, Tras Muralla und im Kalabass. Alle diese Gruben befinden sich in Gängen, welche im Quarzdiorite aufsetzen. Im Diabasgebiete ist bis jetzt nur Ein reichhaltiger Gang mit makroskopisch sichtbarem Golde bei Miralamar bekannt; unbedeutende Mengen Freigolds kamen in dem Gange von Boca dos Playos vor. Das Gold ist mit verschiedenen Mengen von Silber

gemischt; es ist 19—21 karätig. Reinwardt bestimmte den Feingehalt zu $\frac{892}{1000} = 21$ Karat $4 \frac{9}{10}$ Grän. ¹⁾

Accessorisch kommen in den Gangquarzen allgemein verbreitet goldhaltige Pyrite vor und in seinen Höhlungen Brauneisenerz, seltener Magneteisen; ausserdem Kupferkies, Malachit, untergeordnet Azurit und Rothkupfererz; vereinzelt ist auch Arsenkies und Silber gefunden. Die Kupfererze werden von Limonit begleitet und dürften daher aus dem Kupferkiese entstanden sein; sie bilden unregelmässige Nester in den Gangausgehenden und sind, so weit bekannt, auf das Diabasgebiet beschränkt, denn man hat sie nur bei Daimarie und bei Belaschie angetroffen.

Vor allem westlich von der bei Daimarie zur See hinabführenden Schlucht sind grössere Mengen von Kupfererzen gefunden, nächst dem etwas weiter nach Westen zu, südöstlich von der Bucht von Antikurie. Weit unbedeutender sind die Kupfererze von Belaschie; nach mir gezeigten Proben weisen sie auf durchaus das gleiche Vorkommen hin, welches oben aus der Umgegend von Savonet auf Curaçao erwähnt wurde. Irgend welche Bedeutung scheint auch dem Vorkommen der Kupfererze auf Aruba nicht beizumessen zu sein.

So lückenhaft unsere bisherige Kenntniss von den Erzgängen Aruba's auch ist, so lässt sich daraus doch Folgendes ableiten:

Die Insel ist von einem dichten Gangnetze durchzogen, welches das Diorit- und Diabasgebiet in gleichen Richtungen durchsetzt. Unter Letzteren herrscht das Streichen von W nach O ganz entschieden vor, und es fällt dieses mit dem Streichen der Grünschiefer zusammen, welche oben als das Grundgebirge von Aruba betrachtet wurden. In dieser angedeuteten Abhängigkeit der Gangspalten von dem Faltenysteme der Schiefer liegt aber eine weitere Stütze für die Annahme, dass die alten Sedimente auch das Liegende der Quarzdiorite bilden; ich möchte sie als eine Folge des Aufreissens längs den Schichtungsflächen der zusammengestauchten Grünschiefer und äquivalenter Bildungen betrachten.

In dem aus der Verwitterung und Zertrümmerung der anstehenden Formationen hervorgegangen SEIFENGEBIRGE ist das Gold schon seit langer Zeit bekannt. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass aus ihm das ansehnliche Stück Freigold abkünftig war, welches bereits im Jahre 1750 gefunden wurde ²⁾ und veranlasste, dass ein gewisser Prins die Insel besuchte, welcher ohne Erfolg dem Edelmetall nachspürte ³⁾.

1) Die Angaben beziehen sich vermuthlich auf Seifengold. — I. c. pag. 281.

2) Bosch. Reizen. Deel II, pag. 230.

3) Derselbe teufte an der Ostseite des Serro Colorado am Meere einen Schacht im Diorite ab. Er befindet sich im Kreuzungspunkte eines von unbedeutenden Quarzgängen gebildeten Winkelkreuzes und steht jetzt voll Wasser, da das Meer Zutritt zur Grube erhalten hat. (vgl. auch pag. 58, oben).

Erst im Jahre 1824 wurde in Folge einer zufälligen Entdeckung von Neuem die Aufmerksamkeit auf das Erz gerichtet, denn man fand in den Alluvionen des Diabasgebirges, vor allem in der Rooi Fluit, ansehnliche Mengen Goldes. Ein Klumpen wog nach Teenstra¹⁾ 32 Pfund und 8 Unzen Amsterdamsches Gewicht, ein anderer, den das Leidener Museum besass,²⁾ nach Reinwardt³⁾ 6,415 niederl. Pfunde, eine ganze Reihe mehr als 1 Pfund. Im Ganzen wurden im Jahre 1825 an Gold 142 Pfunde gewonnen.⁴⁾

Diese Funde wurden die Veranlassung der geologischen Untersuchungen Stifft's, welcher in seinen Berichten die goldführenden Letten des Diabasgebirges ausführlich beschrieben hat.⁵⁾ Dagegen blieb es Stifft unbekannt, dass auch in den Sand- und Lehmablagerungen, welche sich zwischen den Felsenmeeren des Quarzdiorits ausbreiten, Gold vorkommt, gleichwie von den Gängen nur die im Adikurarie aufsetzenden von ihm als goldhaltig erwähnt werden⁶⁾.

Das Seifengebirge im Gebiete der Quarzdiorite besteht der Hauptsache nach aus Quarzsand, welcher Feldspath, Hornblende und Glimmer in verschiedenen Mengen enthält und hie und da mit Lehm abwechselt; seine Mächtigkeit fand ich an verschiedenen Punkten, an denen Gold gegraben war, zu 1—7 m. Das Liegende wird durch die unregelmässig höckrige Oberfläche des bald mehr bald minder verwitterten Quarzdiorits gebildet und das meiste Gold fand sich in den kummenförmigen Vertiefungen des Grundgebirges, der sogenannten „Flur“, bis zu welcher die Gold-

1) l. c. Bd. II, pag. 215.

2) Dieser Klumpen ist jetzt nur noch im Abgusse vorhanden, doch besitzt das Leidener Museum noch immer einige ansehnliche Stücke von Aruba-Gold.

3) l. c. pag. 274.

4) A. D. van der Gon Netscher (Bijdrag. tot de Taal-, Land en Volkenkunde van Ned. Indië. 3^e Reeks, III, pag. 494.)

5) Nach Stifft findet sich der Letten hauptsächlich in den Niederungen des Grünstein (Diabas)-gebietes, dessen Verwitterungsprodukt er darstellt; seine Mächtigkeit wechselt von wenigen Zoll bis zu 4—5 Füssen, und zwar bilden die mächtigeren Letten das Hangende von stark zerklüftetem und angegriffenem, die minder mächtigen das Hangende von festerem Grünsteine. Das Hangende des Letten ist Steingerölle und Dammerde oder Sand und Dammerde oder auch Sand allein, welche ihn in verschiedener, selten 1 Fuss betragender Mächtigkeit bedecken. Seine Farbe ist bläulich, gelblich, röthlich und grünlichgrau; durch Eisenoxydul, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat wird er flecken- und streifenweise ockergelb, gelblichbraun, schwarzbraun und blutroth. In den tieferen Lagen erscheint er am reinsten. Er ist milde und weich, von erdigem Bruche, bisweilen fettig anzufühlen und dann zäher und mehr formbar. Die goldführende Schicht liegt im Allgemeinen zu unterst. — Specielleres findet sich in den Berichten von Stifft, welche gerade diesem Gegenstande in erster Linie gewidmet sind und die Resultate der verschiedenen Versuche, die angestellt wurden, darstellen. Da sie augenblicklich weder von geologischem noch von praktischem Standpunkte aus von besonderem Interesse mehr sind, so habe ich nur Obiges den Rapporten entnommen.

6) Die reichen Erzmittel des Adikurarie erwähnt auch Reinwardt, denn die Einwohner entdeckten dieselben schon früher (Krayenhoff, van Raders, Gravenhorst.).

sucher gruben. Vielleicht ist dies nicht allein die Folge eines Schlemmprocesses, der die im Meere abgesetzten Seifen¹⁾, welche diluviale Bildungen in der eigentlichsten Bedeutung des Wortes darstellen, bei beständiger Umlagerung des Materiales ausgesetzt gewesen sind, sondern theilweise auch auf nachträgliche Lösung und darauf folgende Ausscheidung des Goldes in den tieferen Schichten zurückzuführen.

Die grossen Pepites der Seifen, welche den ersten Anstoss zur Goldsuche gegeben, sind die Ursache vielfacher Enttäuschungen geworden; denn so wenig in Australien die Gänge Klumpen Goldes enthalten, welche den dort gefundenen Riesen-Nuggets auch nur annähernd entsprechen, so wenig ist dies auch auf Aruba der Fall. Diese Klumpen sind nicht die unmittelbaren Produkte der Umlagerung goldführender Gesteine des Eilands, sondern durch Concentrirung des fein vertheilten Erzes erst nachträglich im Schwemmlande gebildet. Das beweist nicht nur ihre unregelmässig höckrige, an Concretionen durchaus erinnernde Gestalt, sondern vor allem auch ein bereits durch Reinwardt hervorgehobener Umstand, dass die Pepites häufig „kleinere Stücke von Erde oder Steinchen umschliessen, als wären sie um und zwischen denselben geschmolzen.“²⁾ Dasselbe erwähnt Teenstra l. c. von dem grössten auf Aruba gefundenen Goldklumpen und fügt ausserdem hinzu, dass Derselbe den Abdruck des Steines, auf dem er gefunden wurde, enthielt. Wollte man annehmen, dass die oberen, bereits zerstörten Gänge goldreicher gewesen seien als die tiefer gelegenen, noch auf primärer Lagerstätte sich befindenden Gesteine, so würde hiebei die Thatsache höchst auffallend sein, dass allerorts gerade die grössten Klumpen in den Seifen vorkommen, so dass also in den entlegensten Erdtheilen die Vertheilung der edelsten Geschicke die gleiche gewesen sein müsste. Endlich ist von Egleston der Nachweis geliefert worden, dass die Tageswässer im Stande sind Gold in Lösung zu bringen, aus der es bei Gegenwart von organischen Substanzen wieder ausgefällt werden kann³⁾.

Die GEWINNUNG DES GOLDES beschränkte sich lange Zeit hindurch fast ausschliesslich auf die Ausbeutung des Schwemmlandes und fand in äusserst primitiver Weise statt. Entweder wurden die Seifen in grossen Schalen am Meere oder in stehenden Tümpeln gewaschen oder in noch roherer Weise mit Hilfe des kräftigen Windes gesiebt, da fliessendes Wasser fehlte. Zu diesem Zwecke breitete man die ausgegrabene Erde auf einem Tuche aus, zerklopfte sie mit einem

1) Vgl. über die frühere Meeresbedeckung das Capitel „Erosionserscheinungen“ im Folgenden.

2) Reinwardt (l. c. pag. 274) kann sich deswegen der Ansicht nicht verschliessen, dass das Gold von Aruba im Seifengebirge ursprünglich geschmolzen vorkam, und widerspricht sogar entschieden der Annahme, als ob es sich auf sekundärer Lagerstätte befinden könnte (l. c. pag. 278).

3) Transact. Am. Inst. of Min. Eng. Easton. IX. 1881.

Stocke und lass die grösseren Gesteinsbrocken zunächst mit der Hand aus. Darauf wurde das zurückgebliebene Material in einen Kübel geschüttet, mit den Händen hoch emporgehoben und nun wieder, völlig trocken, auf das Tuch ausgegossen, wobei alle leichteren Bestandtheile durch den Wind fortgeblasen wurden. Derselbe Process wurde mehrfach wiederholt und endlich der Goldstaub aus dem rückständigen Sande mit der Hand ausgelesen. Auch suchte man nach heftigen Regengüssen das Gold an der Oberfläche in den Thälern. Von den goldhaltigen Gängen wurden anfangs nur die im Adikuarie aufsetzenden in Abbau genommen.¹⁾

Aber die reichen Erträge blieben, wie in allen Goldländern, in den Seifen bald aus, und da die Letzteren nur eine geringe Ausdehnung besitzen, so trat die Erschöpfung der Goldproduktion so rasch ein²⁾, dass sie für den Weltmarkt niemals von Bedeutung gewesen ist und weiteren Kreisen völlig unbekannt blieb. Schon im Jahre 1827 war der Ertrag sehr gering; 1845 betrug er nach Teenstra nur 500 bis 600 Gulden an Werth,³⁾ und augenblicklich könnten die armen und sehr schlecht verwaschenen Alluvionen nur noch von den genügsamen, fleissigen Eingeborenen ausgebeutet werden, wenn nicht das alleinige Recht der Goldgewinnung der „Aruba Company“ zustände.⁴⁾

Freilich würde die Anwendung der in Californien üblichen, hydraulischen Vorrichtungen gewiss noch viel Gold aus dem Seifengebirge zu Tage fördern, aber es fehlt an fliessendem Wasser und die Verwendung des Meereswassers dürfte schwerlich angezeigt sein; denn die Alluvionen des Diabasgebirges besitzen eine zu geringe Ausdehnung, als dass grossartige Vorrichtungen für sie angelegt werden könnten, die Seifen im Dioritgebirge sind aber gleichzeitig die Ackergründe der Einwohner und ihre Fortschwemmung hiesse die Insel in eine Einöde verwandeln.

Die englische Gesellschaft hat sich dem Abbau der Gruben zugewandt, aber die Ausbeute hat den Erwartungen bis jetzt nicht entsprochen; der Grubenbau wurde eine Zeit lang eingestellt, wird indessen jetzt vielleicht wieder aufgenommen. Dass derselbe bei gutem bergmännischem Betriebe einen bescheidenen, aber regelmäs-

1) So betrieb die Regierung die Goldgewinnung bis zum Jahre 1827, darauf die einheimische Bevölkerung von 1832 an bis 1867. Von dieser wurden auch Schachte im Adikuarie abgeteuft, die aber 1854 in Folge eindringenden Wassers aufgegeben werden mussten, denn es fehlte an den einfachsten Maschinerieen zum zweckmässigen Betriebe.

2) G. van Lennep Coster (Aanteekeningen gehouden gedurende mijn verblijf in de West-Indiën, in de jaren 1837–40; Amsterdam 1842. pag. 96.) erzählt, dass man für die Erlaubnisskarten um Gold zu graben 1 Gulden per Ruthe zahlte; ferner l. c. pag. 99, dass ein Mann in einem ganzen Monate nicht mehr Gold als für 3 Gulden an Werth fand. Der Goldgewinn muss sonach schon sehr bald erschöpft gewesen sein.

3) l. c. Bd. II, pag. 707.

4) Seit 1867 hat dieselbe das Monopol für die bergmännische Gewinnung von Erzen auf der Insel erhalten.

sigen Gewinn liefern wird, scheint mir ausser allem Zweifel zu stehen, zumal in den Gängen, welche Freigold erkennen lassen, das geförderte Gestein in Einer Tonne Gold im Werthe von 6 bis 7, ja sogar von 10 bis 22 £ enthielt.¹⁾ Diese reichen Gänge sind also den reicheren, wenn auch nicht den reichsten, californischen Vorkommnissen gleichzusetzen; aber gerade im Hinblick auf die Erfahrung, die man in diesem Lande gemacht hat, wird man sich hüten müssen, an sie übertriebene Erwartungen zu knüpfen. Bekanntlich nimmt der Adel der Gänge nach der Tiefe hin sehr bald bedeutend ab, und die Gangquarze, welche von Aruba untersucht sind, stammten zum grössten Theile aus den Gangausgehenden, wie aus dem englischen Rapporte deutlich ersichtlich ist.

Die allgemeinen, aus den geognostischen Beobachtungen auf Aruba abzuleitenden Schlussfolgerungen sollen aus bereits pag. 40 angeführten Gründen in einem späteren Capitel, „Schlussbetrachtungen über die Inseln“, behandelt werden; ebenso die quartären Kalke und alle anderen, die drei Inseln in gleicher Weise berührenden Verhältnisse.

Bonaire.

Orographische Gliederung.

Ein Theil der Insel Bonaire erstreckt sich gleich Curaçao und Aruba in der Richtung von Nordwest nach Südost; er ist gebirgig, ähnlich den beiden anderen Inseln. Ein anderer Theil dagegen hat eine Richtung von Nord nach Süd und ist der Hauptsache nach flach, eine kaum über den Meeresspiegel sich erhebende Ebene bildend, deren Umrisse erst in nächster Nähe des Strandes vor dem Ankömmlinge aus dem Wasser hervortauchen. Der gebirgige Theil möge im Folgenden als West-, der flache als Ost-Bonaire bezeichnet werden.

Der höchste Gipfel von West-Bonaire ist der Brandaris, welcher aus der Ferne gesehen in seiner Form einem Vulkane mit wiederholter Kegelbildung un-
gemein ähnelt. Sein unterer, abgestutzter Kegel mit etwa 45° Neigung besitzt im Westen 177 m Meereshöhe, seine Spitze, welche sich in Gestalt eines kleineren Kegels über dieser Basis erhebt, 254 m; der Fuss des Berges ist nur wenig höher als das Niveau des Oceans gelegen.²⁾

1) Nähere Angaben sind in dem citirten, englischen Berichte zu vergleichen.

2) Vgl. die Abbildung in Band I, Tab. 16.

Vom Brandaris aus zieht sich nach Rincon zu, in südöstlicher Richtung, ein langgestreckter Bergrücken, und ein zweiter mit gleichem Streichen geht vom Karakao aus. Beide sind durch eine Anzahl von seichten Einschnitten in Höhen zerlegt, welche sich als runde Kuppen und kleine Spitzen über der gemeinschaftlichen Basis erheben, ohne aber in Form von Bergen aus dem Rücken sich herauszulösen. Der Juwa und der Makaku besitzen unter ihnen den grössten Grad von Selbständigkeit und sind gleichzeitig die bedeutendsten Gipfel, deren Meereshöhe etwa 200 m sein dürfte.

Die Küste von West-Bonaire wird von einem Gebirge eingefasst, welches durchaus den gleichen Charakter trägt wie das Küstengebirge von Curaçao; aber seine sämtlichen Höhen sind flach und Böschungswinkel von 10—20°, wie sie an der Südküste von Ost-Curaçao vorkommen, findet man auf Bonaire in diesem Gebirge nirgends. Ueberall ist sein Absturz seewärts mit sehr steilen Terrassen versehen und an der Nordküste zeigt es den gleichen Charakter wie an der Küste von Hato auf Curaçao. Wie auf dieser Insel, so ist auch auf Bonaire im schmalsten Theile eine Brücke vorhanden, welche die Gebirge der Nord- und Südküste verbindet; aber diese Brücke ist hier bedeutend breiter und nimmt die Gestalt eines Plateau's an, welches östlich von Rincon sich zwischen dem sogenannten Lange Berg und Fontein ausdehnt und dessen mittlere Höhe ich auf etwa 40 m schätze.

Gleich Curaçao besitzt auch Bonaire längs des Küstensaumes eine grössere Anzahl von kleinen, abgeschlossenen Meeresbecken, unter welchen diejenigen von Goto und Slachtbai die bedeutendsten sind. Ihr Charakter ist auf beiden Inseln derselbe; doch kommen auf Bonaire keine Becken vor, welche noch durch einen schmalen Canal die Verbindung mit dem Meere unterhielten; alle sind durch Uferwälle völlig isolirt.

An der Nord- und West-Küste des westlichen Bonaire ist das betreffende Gebirge vielfach unterbrochen und durch breite, kurze Thaleinschnitte in eine grössere Anzahl von unbedeutenden Höhen zerlegt, welche sich nur an wenigen Punkten mehr als 25 m über den Meeresspiegel erheben dürften, in der Regel aber noch weit hinter dieses Maass zurückbleiben; an der Südküste dagegen besitzt es mehr Zusammenhang und östlich von Goto dehnt sich der Lange Berg in Form einer ununterbrochenen Mauer, mit flachem Gipfel und vielleicht 40 m Meereshöhe, von Nordwesten nach Südosten aus. Dabei weicht dieser Berg im Osten mehr und mehr vom Ufer zurück, indem ein flacher Küstenstrich sich zwischen ihn und das Meer einschiebt.

Der letzte Ausläufer des Lange Berg bildet die bedeutendste Höhe des

östlichen Bonaire, und in der Verlängerung seines Streichens liegen noch einige andere, niedrigere Hügel in der Mitte der Insel; sie tragen die Namen Serro Grandi, Wamari und Baradicarta. Fast der ganze übrige Theil von Ost-Bonaire ist kaum über den Meeresspiegel erhoben; er scheint in der Richtung von Süden nach der Nordküste hin, deren Höhe ich auf 30 m schätze, allmählig anzusteigen und die Oberfläche des Landes ist bis auf wenige, unbedeutende Wellen vollkommen eben.

Das bedeutendste Thal auf Bonaire ist dasjenige von Rincon. Es ist ein Kesselthal, welches im Norden, Osten und Süden von den steilen Gehängen der Küstengebirge und des Beide verbindenden Plateau's eingeschlossen wird, im Westen von den Ausläufern der von Brandaris und Karakao ausgehenden Höhenrücken, im Nordwesten von einigen niedrigen Hügeln. Nur im Südwesten ist das Thal nach Goto hin geöffnet, während ein schmaler Einschnitt dasselbe östlich vom Serro Largo mit der Nordküste verbindet.

Ausser diesem Thale und dem Längsthale, welches die öfter erwähnten Höhenzüge im Innern von West-Bonaire trennt, verdient noch ein drittes hier genannt zu werden. Es scheidet den Karakao vom Mangel und erstreckt sich vom Fusse des Brandaris aus in nordöstlicher Richtung bis in die Nähe der Nordküste. Dort findet es seine Endigung in einer langgestreckten Ebene, welche sich zwischen dem vom Karakao ausgehenden Höhenzuge und dem Meere ausdehnt und an Letzterem nur in sehr unvollständiger Weise vom Küstengebirge eingeschlossen wird, da dieses hier wenig Zusammenhang besitzt.

Die topographische Grundlage meiner geologischen Karte von Bonaire gründet sich theilweise auf diejenige von Conradi und Jarman; die Darstellung des westlichen, jedenfalls belangreichsten Inseltheiles aber, mit Ausnahme der Küstenlinie, im Wesentlichen auf eine Kartenskizze, welche von dem Ingenieur F. A. A. Simons angefertigt und mir zur Benutzung übergeben wurde, neben anderen, interessanten Angaben, die ich unten zu erwähnen haben werde. Die Binnengewässer konnten auf diese Weise bedeutend besser zur Darstellung gelangen als auf der früher publicirten Karte; auch die Angabe der Lage der Berggipfel in West-Bonaire ist vervollständigt und verbessert. Meine eigenen Beobachtungen waren hauptsächlich auf die Einzeichnung der Formationsgrenzen gerichtet, da an den wichtigsten Punkten die Feststellung von Compassrichtungen in Folge des zum Sturm angeschwollenen Passates nur mit annähernder Richtigkeit erfolgen konnte. Von der Einzeichnung einer Gradeintheilung habe ich aus gleichen Gründen wie bei der Karte von Aruba absehen müssen.

Geognostische Beobachtungen.

Für die geognostische Untersuchung von Bonaire konnte ich nur vier Tage verwenden und von diesen musste ich noch obendrein einen Tag ziemlich nutzlos unter Zurücklegung eines schon Ein Mal passirten Weges vergeuden. Das Terrain ist zudem in den höher gelegenen Theilen der Insel sehr coupirt und Aufschlüsse fehlen daselbst fast gänzlich, so dass eine eingehendere Darstellung des geognostischen Baus der Insel nur bei längerem Verweilen möglich sein wird. Ich hatte dazu keine Gelegenheit, denn die einzige Station, die meinen Zwecken dienlich gewesen wäre, stand unserer Reisegesellschaft nur kurze Zeit offen und auf den Verbleib im Freien war ich nicht vorbereitet.¹⁾ So habe ich denn im Fluge den gebirgigen Theil von Bonaire durchheilt, und wenn ich dabei auch ohne Zweifel die hauptsächlichsten Formationen kennen lernte, die an seinem Aufbau Theil nehmen, so ist doch meine Kenntniss der Insel weit lückenhafter als diejenige von Curaçao und Aruba. Erleichtert wurde mir freilich das Studium auf Bonaire durch Manches Gemeinsame, welches diese Insel mit den beiden anderen Eilanden besitzt; erschwert wiederum durch die äusserst schlechte topographische Karte. Um keinen Missverständ über die Tragweite meiner Beobachtungen aufkommen zu lassen, scheint es mir angezeigt, über dieselben zum Theil an der Hand des zurückgelegten Weges zu berichten.

a. Von Kralendijk bis Fontein.

Folgt man dem in die Karte eingetragenen Wege nach Fontein, so durchschneidet man zunächst einen niedrigen Küstenstrich, welcher aus Korallenkalken gebildet wird, die erst in allerjüngster Zeit dem Meere entstiegen. Nach dem Lange Berg zu wird das Terrain flachwellig, aber die Formation bleibt dieselbe; sie erinnert an die hügeligen Korallenkalke an der Südküste von Aruba, besonders an die Gegend der spanischen Lagune und an diejenige von Ponton. Es sind Flachbauten, welche sich dem Untergrunde angeschmiegt haben, ohne zur Ausebnung zu gelangen; zahlreiche Fragmente von Kieselschiefer und Sandstein bedecken ihre Oberfläche und nehmen an Häufigkeit zu, je mehr man sich dem Lange Berg nähert.

Die Fahrstrasse bleibt östlich von diesem Berge und durchschneidet hier die bereits von Curaçao bekannten Sedimente der Kreideperiode, die nach der Küste

1) Ich hatte nach mir gemachten Mittheilungen erwartet, dass ich Bonaire in gleicher Weise wie Aruba würde durchreisen können, aber es findet sich daselbst ausser Kralendijk und Rincon kaum ein Haus zum Verbleib. Wir waren nicht einmal im Stande, uns Proviant zu besorgen; zudem sind die Bewohner zu keinen Dienstleistungen zu gebrauchen. Wer Bonaire untersuchen will, muss sich wie für eine Expedition in unbewohnte Länder ausrüsten.

zu vermuthlich auch das Liegende der soeben erwähnten Korallenkalken bilden und sich durch den Schotter schon vorher angekündigt hatten. Oestlich vom Lange Berg befindet sich eine niedrige Klippe, welche von einem hellgelben, dünnplattigen, sehr feinkörnigen Sandstein gebildet wird; seine Schichten streichen W 32° N und fallen 45° NO. In der Verlängerung der Streichungslinie sind auch der S. Grandi, der Wamari und Baradicarta gelegen, und die Mittheilung des mich begleitenden Herren Gravenhorst ¹⁾, nach der diese Höhen ebenfalls aus Sandstein und Kiesel-schiefer aufgebaut sind, steht somit in gutem Einklange mit dieser Beobachtung. Hierauf gründet sich die schematische Einzeichnung der Kreideformation hieselbst.

Noch mehrfach treten hierauf in den Böschungen des Weges Kiesel-schiefer und Sandsteine in kaum mehr als handbreiten Aufschlüssen zu Tage; es lässt sich nur erkennen, dass die Stellung der Schichten überall, wie auf Curaçao, eine sehr steile ist.

Nachdem der Weg über einige kleine, aus cretaceischen Ablagerungen aufgebaute Hügel geführt hat, passirt man eine niedrige Anhöhe, die im Wesentlichen aus einem schneeweissen Kalkmehle gebildet ist. Nur einzelne, faust- bis kindskopfgrosse Kalkknollen liegen darin, und diese enthüllen in Dünnschliffen bei mikroskopischer Betrachtung ungemein zahlreiche, winzige und eckige Bruchstücke der sowohl in Kreide- wie in Quartär-Ablagerungen der Eilande weit verbreiteten Lithothamnien. Ausser den Kalkalgen sind auch Foraminiferen, und zwar meistens als Fragmente, vertreten; das Ganze ist durch eine feinkrystallinische Kalkmasse unvollkommen zu einem porösen, abfärbenden Kalksteine verbunden. Makroskopisch sind keinerlei organische Reste wahrzunehmen. Der feine, kreide-ähnliche Staub, welcher von dieser Ablagerung abkünftig ist, bedeckt ringsumher alle Pflanzen, so dass sie wie getüncht aussehen.

Ich betrachte die Bildung als einen auf der alten Uferterrasse, über die von jetzt ab der Weg führt ²⁾, zusammengewehten, feinen Kalksand, der einer Zertrümmerung sehr jugendlicher Ablagerungen seine Entstehung zu danken hat. Er erinnert in seiner Zusammensetzung an den unten zu behandelnden Kalk des St. Hieronimo auf Curaçao, nur ist er, mit Ausnahme der in ihm enthaltenen Knollen, nicht verfestigt worden.

Die erwähnte Terrasse trägt alle Kennzeichen der gehobenen, auf den Inseln so weit verbreiteten Plattformen. Bruchstücke der cretaceischen Sedimente, welche

1) Herr J. H. Waters Gravenhorst, Amtsvorstand der Insel, der mich durch Bonaire überall begleitete, hat den geognostischen Verhältnissen daselbst vielfach seine Aufmerksamkeit zugewandt, und ich verdanke Demselben manche Angaben, besonders betreffs des von mir nicht betretenen, niedrigen, südlichen Bonaire.

2) Vgl. die Karte.

unter dem Schotter anstehen müssen, bedecken in grosser Zahl den Boden, und von ihnen dürfte auch der äusserst feine, alles durchdringende Staub abkünftig sein, welcher hier auf der ebenen Fläche von dem kräftigen Passate fortgetrieben wird. Daneben begegnet man daselbst zahlreichen Brocken quartären Korallenkalkes als Ueberresten zerstörter Bänke, welche die Fortsetzung der Schichten des Lange Berg gebildet haben. Dieser sammt dem höheren Plateau, welches ihn mit den gehobenen Riffen des Nordstrandes verbindet, überragt mauernartig begrenzt die Ebene, durch die der Weg leitet, die alte Strandlinie im Westen andeutend. Nach Osten hin soll die Brandungsterrasse sich allmählig in die recenten Korallenkalke der Insel verlieren, welche Letztere an dem Aufbau des flacheren Theiles von Ost-Bonaire sich in erster Linie betheiligen. Somit herrschen hier überall an der Oberfläche moderne Bildungen vor, und es war nicht möglich die Flächen im Innern des Eilands, zwischen dem Lange Berg und Fontein, abgedeckt anzulegen, da vom anstehenden Fels nirgends eine Spur zu bemerken ist.¹⁾

Nähert man sich dem Nordstrande, so nimmt die Zahl der Bruchstücke von quartärem Kalke bedeutend zu, und alsbald findet man an der Grenze der Brandungsterrasse des Innern dasselbe Gestein anstehend. Die gehobenen Riffkalke fallen in mehreren, scharfgeschnittenen Stufen zum Nordstrande ab, während sie landeinwärts ganz allmählig in die zerstückelten Schichten derselben Formation übergehen. Die Grenze ist deswegen höchst unbestimmt.

An dem Punkte, wo der Weg zum Nordstrande hinabführt, sieht man als Liegendes der quartären Kalke graue, röthliche und grünliche Mergel anstehen, mit einzelnen Kalkgeröllen, ganz entsprechend den Mergeln, welche oben aus dem mittleren Curaçao beschrieben wurden²⁾ und hier aus den Sedimenten der Kreideformation entstanden sind. Weiter abwärts ragt aus der untersten Uferterrasse ein feinkörniger Diabas hervor; das Gestein, nach Kloos ein Proterobas, ist in lose, ellipsoidische Blöcke von $\frac{1}{2}$ m und mehr Durchmesser aufgelöst. Etwas weiter westlich ist im gleichen Niveau abermals das Ausgehende der Diabasformation in stark von der Verwitterung angegriffenen Parteen entblösst, während die Hauptmasse des Eruptivgesteins vom quartären Riffkalke verhüllt wird, um erst bei Fontein selbst auf weitere Strecken hin aufgeschlossen zu werden. Aber auch hier wird der Diabas noch von vielen, gewaltigen Kalkblöcken bedeckt, so dass das Relief der Landschaft durch ihn in keinem Punkte beeinflusst wird und es schon aufmerksamer Beobachtung bedarf, um seine Ausdehnung zwischen den zerstückelten

1) In dem Profile, welches den „idealen“ Durchschnitt giebt, ist das Alluvium im Innern fortgelassen, da es jedenfalls nur von sehr geringer Mächtigkeit ist.

2) Vgl. pag. 30.

Kalken zu verfolgen. Ich sah indessen das Eruptivgestein bei Fontein als Liegendes der genannten jungen Bildungen bis zu beträchtlicher Höhe hinansteigen, und hierauf gründet sich seine Einzeichnung in die Projektionsebene durch den mittleren Theil von Bonaire, welche das Profil auf der Karte darstellt.

Ueberblicken wir die im Obigen dargelegten Verhältnisse, so erkennen wir in Allem, was uns zwischen Kralendijk und Fontein begegnete, die grösstmögliche Uebereinstimmung mit Curaçao: Die Diabase, die Sandsteine und Kieselschiefer, die Mergel, welche auf die Anwesenheit der schiefrigen Mergel im Liegenden der alten Terrasse schliessen lassen – das Alles ist auf beiden Inseln durchaus gleich entwickelt, der Uebereinstimmung der quartären Kalke beider Eilande nicht zu gedenken.

b. Von Fontein bis Goto.

Von Fontein nach Rincon reitend durchschneidet man zunächst wieder den gehobenen Riffkalk ¹⁾ und gelangt durch eine alte Einschartung, welche in der Bucht von Onima endigt, in die Ebene von Rincon. Ihr südöstlicher Theil ist fast völlig flach; nur hie und da nimmt man eine kaum merkliche Bodenschwelle wahr. Grössere Aufschlüsse fehlen ganz; wo aber ein kleiner Einschnitt am Wege sich zeigt, da sieht man wieder die Schichtenköpfe der Schieferformation herausragen, deren Bruchstücke auch die Oberfläche in grosser Zahl bedecken. Unter ihnen befinden sich Brocken, die reich an eingeschalteten, aber nicht scharf geschiedenen Lagen eines hellgrauen, krystallinischen Kalkes sind und von Kloos deswegen als „Kalkkieselschiefer“ bezeichnet wurden.

Sie sind besonders ihrer Fossilführung wegen interessant, denn das Gestein enthält zahlreiche, runde und elliptische Durchschnitte von Organismen, welche sich nur als Radiolarien deuten lassen, wie Kloos bereits vermuthet hat. Mir scheinen die Fossilien, unter denen zwei durch verschieden weite Kammern ausgezeichnete Formen sich befinden, der Gruppe der *Disciden* anzugehören. Man bemerkt in Dünnschliffen concentrische, von radialen Balken durchschnitene Ringe, und die Gesamtform des Skelets dürfte eine linsenförmige gewesen sein. In einem einzelnen Falle beobachtete ich auch das deutlich erhaltene Gehäuse einer Foraminifere, vermuthlich aus der Gruppe der *Rotalinen*, in dem gleichen Kieselschiefer.

Im Westen von Rincon wird die Gegend etwas hügeliger, ohne aber den Charakter einer Ebene einzubüssen. Kieselschiefer herrschen auch hier noch vor, aber innerhalb des von ihnen eingenommenen Gebietes steht unmittelbar an der westlichen Grenze des Dorfes ein aus Porphybruchstücken gebildetes, durch Kalk

1) Vgl. Band I, pag. 145 u. 146.

cementirtes Conglomerat an, dessen Bestandtheile Haselnussgrösse erreichen. Es formt einen kaum 2 m hohen Hügel, der wiederum in der flachen Umgebung und beim Mangel jeglichen Aufschlusses sein Lagerungsverhältniss nicht erkennen lässt; dass er aber als ein Glied der cretaceïschen Schichtenreihe anzusehen ist, scheint mir trotzdem nicht zweifelhaft, da die ganze Umgegend nichts Anderes als die Sedimente der Kreideperiode erkennen lässt. Das Conglomerat dürfte den von Curaçao beschriebenen, cretaceïschen Trümmergesteinen aequivalent sein, wobei selbstredend die abweichende Beschaffenheit der allothigenen Bestandtheile dem Vergleiche keinen Abbruch thut.

Weiter nach Goto zu stellen sich unter dem die Oberfläche bedeckenden Schotter der Kreideablagerungen wieder mehr und mehr Brocken von quartärem Kalke ein; es müssen hier mächtige Bänke dieser Formation zerstört sein, welche anstehend im Süden und Osten das Thal von Rincon mauerartig, mit steilem Absturze überragt. Die Verhältnisse erinnern durchaus an diejenigen der Brandungsterrasse zwischen Fontein und Kralendijk. Dann steigt der Weg, welcher sich am Innenrande des erwähnten Kalkgebirges hinzieht, ein wenig an; er führt über einen niedrigen, aus feinkörnigem Diabas gebildeten Hügel, dessen Gestein in grosse, sphaeroidische Blöcke zerfallen ist. Diese Verwitterungsform findet sich überhaupt auf Bonaire weit häufiger als auf den beiden anderen Eilanden, denn sie ist nur dem körnigen Diabase eigen, der auf Bonaire fast ausschliesslich vorkommt, während auf Curaçao und Aruba dichte Varietäten vorherrschen. Im Uebrigen bot aber die Geologie der durchreisten Strecke von Kralendijk aus in Bezug auf die Formationen kaum etwas Bemerkenswerthes, für Bonaire Eigenthümliches; auch die mikroskopische Prüfung der Gesteine konnte die Uebereinstimmung mit den betreffenden Formationen der beiden, benachbarten Inseln nur bestätigen.

Kurz bevor man den nordöstlichen Rand von Goto erreicht hat, ändert sich indessen mit Einem Schlage die ganze Landschaft; Relief und Formation erscheinen im Vergleiche zu dem von Curaçao und Aruba Bekannten durchaus fremdartig.

c. Das nordwestliche Bonaire.

Das Gebirge, welches sich im Norden und Nordwesten von Goto erhebt und durch seine steilen Gehänge und ansehnlicheren Höhen in so grossem Gegensatze zu den übrigen Theilen der Insel steht, ist ausschliesslich aus porphyrischen Gesteinen aufgebaut. Diese Gesteine, vorherrschend Glimmerporphyrite, in deren rothbrauner bis gelber, feinporöser Grundmasse kleine, weisse Feldspathe liegen, bilden fast sämmtliche, vom Küstengebirge umschlossenen Berge des nordwestlichen Bonaire. Es sind die zahlreichen, kleinen Kuppen und Spitzen, welche

bereits dem Ankömmlinge von der Rhede aus durch ihre charakteristische, an das Siebengebirge erinnernde Form auffallen und unter denen der 254 m hohe Brandaris sich am höchsten erhebt.

Ich bestieg den Gipfel von NW aus, wo die Basis des Berges wenig geneigt und mit prismatischen, lose daliegenden Säulenbruchstücken des Eruptivgesteins bedeckt ist, welche 4 m Länge und Mannsdicke erreichen. Der Boden steigt erst langsam, dann rascher an, und ein kleiner Thaleinschnitt führt an dem jetzt steilen Gehänge bis zu dem westlichen Absatze des Berges, welcher von Slachtbai gesehen sich wie ein älterer Ringwall gegenüber der höher ansteigenden Spitze ausnimmt.¹⁾ Beim Ersteigen des Brandaris schwindet aber jeder Eindruck einer wiederholten Kraterbildung. Der erwähnte Absatz ist völlig flach, und auch die Spitze entbehrt einer Einsenkung; sie wird aus annähernd vertikal stehenden, unregelmässig polygonalen Säulen gebildet, welche häufige Gliederung und hie und da auch kugelige Absonderung (diese indessen in geringer Vollkommenheit) erkennen lassen. Die Gliederung der Säulen erleichtert einigermaassen den schwierigen Anstieg, doch fehlt sie nicht selten gänzlich.

Da der Gipfel kahl ist und das kleine Eiland völlig beherrscht, so hat man von ihm aus einen sehr instruktiven Rundblick, um so mehr, als auch die benachbarten Höhen jedes dichten Pflanzenwuchses entbehren. Der Passat verhindert das Wachsthum und der Gegensatz zu dem stark coupirten, windgeschützten Terrain des Thales ist deswegen ein sehr grosser. Durch diese Verhältnisse wird es aber möglich, die Ausdehnung des Porphyrits auf weite Strecken zu übersehen. So weit das bewaffnete Auge reicht, erkennt man dieselbe Absonderungsform des die Höhen aufbauenden Eruptivgesteins; alle zwischen Brandaris und Juwa, zwischen Karakao und Makaku sich ausdehnenden Kuppen tragen den gleichen Charakter. In Uebereinstimmung hiemit erwies sich das zuerst bei Goto anstehend gefundene, säulenförmig abgesonderte Gestein als identisch mit dem Gesteine des Brandaris, und als ich, von Letzterem aus in nordöstlicher Richtung zum Serro Grandi reitend, die Gebirgslandschaft durchschnitt, traf ich daselbst abermals fast ausschliesslich dieselben Glimmerporphyrite an.

Nur an Einem Punkte stand ein als Mandelstein ausgebildeter Porphyrit an, dessen kleine Mandeln mit Quarz und Chalcedon gefüllt sind. Vielleicht sind aus einem solchen auch die zahlreichen Chalcedonbrocken und Achate abkünftig, die ich mit der Angabe „aus der weiteren Umgegend von Rincon“ erhalten habe und welche hier auf sekundärer Lagerstätte gefunden sind²⁾. Welche Stellung dem Gesteine

1) Vgl. Band I, Tab. XVI.

2) Stifft erwähnte ebenfalls, dass „im östlichen Theile der Insel der Porphyr zu einem schönen

zukommt, vermag ich nicht anzugeben; ich traf es nur im Waldwege, wo über sein Lagerungsverhältniss nichts zu erkennen war, anstehend an. Indessen möchte ich es für wahrscheinlich halten, dass dies porphyrische Gestein (nach Kloos ein Diabasporphyrit seiner mineralischen Zusammensetzung nach) geologisch zu den Glimmerporphyriten gehört. Auch für einen braunvioletten Porphyrit mit Cumuliten und Longuliten (nach Kloos ein Orthoklasporphyrit), welcher am Innenrande von Goto ansteht, dürfte dieselbe Annahme gerechtfertigt sein. Beide Gesteine besitzen jedenfalls nur eine sehr beschränkte Verbreitung.

Kurz bevor der vom Brandaris zum S. Grandi führende Weg in die Ebene hinaustritt, welche sich südlich von letztgenannter Höhe und längs des Nordstrandes ausdehnt, verflacht sich die das Innere von Westbonaire bildende Gebirgslandschaft. Gleichzeitig treten einzelne Brocken der cretaceischen Kieselschiefer mit steiler Schichtenstellung im Wege auf, um mehrfach von einem schmutziggroenen Tuffgesteine verdrängt zu werden. ¹⁾ Die Ebene selbst ist wieder mit zahlreichen Fragmenten von Kieselschiefer bedeckt; auch sie ist, gleich den oben beschriebenen Ebenen, alter Meeresboden, über den der S. Grandi isolirt mit terrassirtem Bau sich erhebt. An seinem Fusse lass ich als Gerölle einen Glimmerporphyrit auf, der durch grossen Reichthum an mehrere cm im Durchmesser erreichenden Calcitmandeln ausgezeichnet ist, und die ausgewaschenen Höhlungen der alten Strandlinien daselbst sind reich an Diabasgeröllen.

Nach Südosten zu setzt sich die Brandungsterrasse mit gleichbleibendem Charakter eine beträchtliche Strecke weit längs des Strandes fort, landeinwärts begrenzt von dem steil ansteigenden, vom Karakao zum Makaku sich ausdehnenden Höhenrücken, der an seinem Fusse deutlich die frühere Einwirkung des Meeres in dem stark zersetzten Gesteine erkennen lässt. Soweit dasselbe eine Prüfung zulies ²⁾ vermochte ich auch hier keinerlei Unterschiede von den in Westbonaire herrschenden Glimmerporphyriten zu entdecken. Ich folgte der Ebene bis zur Rooi Grandi und gelangte durch sie auf dem Wege nach Rincon in einen flachwelligen, nach dem Dorfe zu allmählig ansteigenden Landstrich, dessen Hügel durchaus den gleichen Charakter tragen, wie manche Gegenden in West-Curaçao. Sie werden

Mandelsteine wird," dessen Blasenräume in der Regel mit Chalcedon, seltener mit Amethyst, Quarz, Jaspis und Opal gefüllt seien. Es kommen indessen auch Diabase mit Mandeln von Quarz und Chalcedon auf Bonaire, ebensowohl wie auf Aruba, vor.

1) Die braunen Streifen der Tuffe in dem der Karte beigegebenen Profile sollen keineswegs eine Schichtung andeuten.

2) Das Mitnehmen grösserer Mengen von Gesteinsproben war leider dadurch unmöglich geworden, dass uns unsere sämmtliche Dienerschaft ohne Umstände verlassen hatte. Deswegen vermochte ich die Beobachtungen später auch nicht zu controliren.

von cretaceischen Schichten gebildet, unter denen auf dem Gipfel mehrfach ein in runde Blöcke zerfallender, körniger Diabas hervorstösst, die Bodenschwellen gleich einem Mauerwerke krönend.

Diabase habe ich auch auf dem Wege von Goto nach Slachtbai angetroffen; hier bildet das Eruptivgestein ein niedriges, dem Innern des östlichen Curaçao vergleichbares Terrain, dessen Oberfläche eine sehr tief hinabreichende Zersetzung erfahren hat. Halbwegs zwischen den beiden Binnenmeeren gelang es mir erst in einer Tiefe von 6 m in einem zur Gewinnung von Wasser angelegten Loche ein einigermaassen frisches Gestein zu erhalten. In dieser Gegend ist überhaupt die Grenze der Formationen sehr schwer anzugeben, da am Innenrande der Binnenmeere Alles in hohem Grade zersetzt ist; sicher nehmen aber keine anderen als eruptive Bildungen dort an ihrer Umgrenzung Theil. ¹⁾

Unter diesen verdienen noch einige Vorkommnisse besonderer Erwähnung. In erster Linie ein Tuffgestein, welches am Innenrande von Goto ansteht, am Fusse eines ansehnlichen Hügels, in der Fortsetzung der Glimmerporphyrite, welche nordöstlich von Goto am Wege angetroffen werden. Dieses Tuffgestein lagert hier mit dem oben erwähnten, violetten Porphyry, den ich an keinem anderen Orte der Insel gefunden habe. Bei Slachtbai bildet ein palagonitartiges Tuffgestein das Liegende des die Küste umsäumenden, quartären Kalkes.

Die sämmtlichen, von Bonaire bekannten Tuffe liegen nach Obigem am Rande der Glimmerporphyrite; sie decken den Fuss des von den Porphyriten gebildeten Gebirgslandes, und da keine anderen Bildungen von der Insel bekannt sind, mit denen die Tuffe in Verband gebracht werden könnten, so hat ihre Zugehörigkeit zu jenen Gesteinen von vornherein viel Wahrscheinlichkeit. Mir scheint sie in keiner Hinsicht zweifelhaft zu sein.

Nun können aber die Tuffe nach der Untersuchung von Kloos nur von jüngeren Eruptivgesteinen abkünftig sein und deuten sie zum Theil auf eine in nächster Nähe befindliche Eruptionsstelle hin. Demnach wären die Glimmerporphyrite ebenfalls junge Eruptivgesteine, und die mikroskopische Untersuchung, wonach sie einen „besonderen Typus“ darstellen und weder mit jungpalaeozoischen noch mit tertiären, massigen Gesteinen völlig übereinstimmen, steht dieser Annahme nicht entgegen. Kloos hält es ebenfalls für möglich, dass die Porphyrite jünger seien als die Sedimente der Kreideformation auf Bonaire. ²⁾

Vielleicht haben wir in den Glimmerporphyriten der Insel die durch Denudation blossgelegten Kerne junger Eruptionskegel zu sehen, deren Tuffe im Umkreise

1) Vgl. Band I, pag. 147.

2) l. c. pag. 106.

an günstigen Stellen erhalten blieben, indem sie während der Meeresbedeckung in quartärer Zeit überall dort, wo sie jetzt anstehen, durch aufgelagerten Korallenkalk geschützt wurden, wie solches noch heute an der Küste von Slachtbai der Fall ist.

Leider gab kein Profil über das Lagerungsverhältniss der Eruptivgesteine zu den cretaceïschen Sedimenten Aufschluss, und da die oben gegebene Erklärung durch ähnliche Vorkommnisse von anderen Orten nicht gestützt wird, so bedarf der Gegenstand erneuter und eingehender Untersuchung. Freilich liegen die Verhältnisse auf Bonaire so ungünstig, dass es mir fraglich erscheint, ob man jemals das relative Alter der in Rede stehenden Bildungen daselbst mit Sicherheit wird feststellen können.

Im Gebiete der Porphyrite habe ich cretaceïsche Sedimente nicht angetroffen, und das wäre, wenn die Kreideschichten jünger als das Eruptivgestein sein sollten, nur schwierig zu erklären. Man sollte vielmehr in diesem Falle ein ähnliches Lagerungsverhältniss zu finden erwarten, wie es im westlichen Curaçao und auch auf Bonaire selbst zwischen Diabasen und cretaceïschen Sedimenten besteht: isolirte Kuppen des Eruptivgesteins, welche unter den Sedimenten hervorstossen. Statt dessen bilden aber die Porphyrite ein zusammenhängendes Gebirgsland, welches in seinem Relief an dasjenige jungeruptiver Gebiete erinnert.

Stift deutete das Lagerungsverhältniss der Porphyrite zu den Schiefern ganz so wie dasjenige von Diabas zu den cretaceïschen Ablagerungen auf Curaçao, indem er einerseits die „Porphyre“ als das Grundgebirge ansah, andererseits aber annahm, dass Lager von Kieselschiefer ihnen eingeschaltet seien. Der „Porphyr“ soll in „Thonstein“ und „Kieselschiefer“ übergehen; offenbar ist unter dem Thonsteine das Tuffgestein verstanden, und die oben geschilderten, auf dem Waldwege vom Brandaris zum S. Grandi beobachteten Verhältnisse erklären deswegen, was die Tuffe betrifft, die Auffassung von Stift vollkommen, ohne dass Letztere mit meinen Beobachtungen in Widerspruch stände.

Von Bonaire könnte auch das Material von Tuffgesteinen abkünftig sein, welche auf Curaçao vorkommen und petrographisch mit den Tuffen jenes Eilands übereinstimmen. Ich fand sie in einem Wasserrisse bei St. Jan und in einem Brunnenloche unweit Brievengat anstehend, ohne dass es mir möglich gewesen wäre, über ihre, jedenfalls sehr beschränkte, Ausdehnung daselbst weitere Beobachtungen anzustellen.

Ueber andere Bonaire betreffende Bildungen und Verhältnisse ist der folgende Abschnitt zu vergleichen.

Den Inseln gemeinsame Bildungen und Verhältnisse.

Ältere quartäre Korallenkalke.¹⁾

PETROGRAPHISCHER CHARAKTER. Der petrographische Charakter der Korallenkalke ist grossem Wechsel unterworfen. Feinkörnige, scheinbar dichte und erdige Gesteine wechseln ohne erkennbare Regelmässigkeit mit einander ab; fast alle sind porös, andere zellig; ihre Farbe ist weiss oder lichtgelb, grau in allen Nüancen, röthlich oder rosenroth, seltener rothbraun und zuweilen steinroth. Auch geflammte Varietäten kommen vor. Die Verwitterungsrinde ist indessen fast stets eintönig lichtgrau gefärbt, so dass die geschilderte Mannigfaltigkeit nicht besonders in die Augen fällt.

Kleine Höhlungen, an denen das Gestein reich ist, sind vielfach mit Kalkspatldrüsen und zierlichen Stalaktiten ausgekleidet; auch Grotten kommen im Kalksteine vor, die als Lücken in den Korallenbauten, zum Theil später durch abfliessendes Wasser erweitert, aufzufassen sind, soweit sie nicht zur Kategorie der durch Meereserosion entstandenen Höhlungen gehören. Als eine solche Lücke in dem Riffkalke betrachte ich auch die Grotte von Hato auf Curaçao, welche durch ihre Grösse ausgezeichnet ist und sich in Westindien besonderer Bekanntheit erfreut.²⁾

Die Oberfläche der Kalke ist zackig und zerrissen, mit vielgestaltigen Zinken und Spitzen versehen, welche durch sehr unregelmässige Hohlräume geschieden werden, beim Betreten einen klingenden Ton geben und das Begehen der Formation ungemein erschweren. Diese an Karrenfelder erinnernden Bildungen, deren Höhlungen bis zu Meter Tiefe erreichen, haben der Einwirkung des Meereswassers ihre Entstehung zu danken, sind aber später durch die Wirkung der Atmosphäerilien in den gehobenen Kalken erweitert worden. Man kann ihre Bildung auch heute noch am Nordstrande der Insel wahrnehmen, besonders schön bei Fontein auf Aruba, wo an der Basis einer durch das Hochwasser geformten Hohlkehle zur Ebbezeit zahlreiche, schüsselförmige Vertiefungen sichtbar werden, die der Gischt jeder auflaufenden Welle von Neuem benetzt und welche stets mit Meereswasser gefüllt bleiben. Durch Zusammenfliessen der beckenförmigen Vertiefungen bilden

1) Mit Inbegriff der wesentlich aus Conchylien und anderen Organismen aufgebauten Kalke, die sich bekanntlich in jedem Riffe befinden und geognostisch gleichwerthig sind. — Die älteren quartären Korallenkalke sind auf den Karten als „Quartärformation“ bezeichnet; im Gegensatze zu den „Jüngsten Riffkalcken etc.“ Statt „Quartärformation“ hätte hier „Ältere Quartärformation“ stehen sollen.

2) Vgl. Band I, pag. 116.

sich unregelmässig zackige Höhlungen, deren Form durch die mehr oder minder grosse Widerstandsfähigkeit einzelner Kalkpartieen, besonders auch durch die Vertheilung der Fossilien, wesentlich beeinflusst wird.¹⁾

Bisweilen sieht man in den Korallenkalken rostbraune Partieen, welche scharf gegen das übrige Gestein abgegrenzt sind und in ihrer Form die erwähnten, unregelmässigen Höhlungen nachahmen. Sie sind durch einen geringen Gehalt an Posphorsäure ausgezeichnet und scheinen mir als spätere Ausfüllungen aufgefasst werden zu müssen, da ein solcher Process sich im Hinblick auf die Bildung der unten zu behandelnden, durch Metamorphose aus den Kalken entstandenen Phosphate²⁾ leicht erklärt, während die scharfe, zackige Begrenzung sonst nicht verständlich ist.

Gesonderte Schichten werden oft selbst in mächtigen Ablagerungen der Kalke völlig vermisst; Letztere stellen dann ein durch ununterbrochenes Wachsthum der Korallenthierie entstandenes Gebilde dar; an anderen Orten dagegen sieht man Bänke von 1 m und mehr Mächtigkeit, welche vielfach senkrecht zur Schichtungsfläche zerklüftet sind.

PALAEONTOLOGISCHER CHARAKTER. Die Kalke sind ungemein reich an Petrefakten, die sich indessen trotz dieses Reichthums nicht leicht in genügender Zahl sammeln lassen, denn selten sind sie in gut erhaltenem Zustande aus dem Gesteine herauszuschlagen; beim Sammeln ausgewitterter Exemplare bedarf es aber ganz besonderer Vorsicht, wenn man sicher gehen will, keine jüngeren, organischen Reste zu erhalten, als die Kalke selbst sind.³⁾ Deswegen sind in der weiter unten folgenden Uebersichtstabelle über die Fossilien der älteren quartären und allerjüngsten Bildungen auch nur verhältnissmässig wenige Species aus den erstgenannten angeführt. Diese Arten sind aber, soweit eine Bestimmung überhaupt möglich war, sämmtlich noch lebend und bewohnen das Meer, welches die Küsten der Eilande bespült; die häufigsten unter ihnen gehören zudem auch in der Jetztzeit zu den gemeinsten Repraesentanten der westindischen Meeresfauna, so dass die palaeontologische Verknüpfung der älteren quartären Kalke und der jüngsten Riffbildungen eine ungemein enge ist⁴⁾.

1) Karrenfeldartige Bildungen, welche nach J. Walther unter dem Einflusse des Seewassers an den Kalkfelsen von Sorrent und Capri entstehen (J. Walther: Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel etc. — Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. XXXVII. 2. 1885, pag. 348.), werden von P. Schirlitz als das Resultat der Einwirkung der Chloride des Meerwassers auf die Gesteine angesehen (J. Walther und P. Schirlitz: Studien zur Geologie des Golfes von Neapel. — I c. XXXVIII, 2, 1886, pag. 338 ff.).

2) Vgl. unten Näheres über diesen Gegenstand.

3) Vgl. hierüber unten in dem die jüngsten Riffkalke behandelnden Theile.

4) Ueber dies Alles ausführlicher unten, I c.

Im Gegensatze hiezu schien eine *Carcharodon*-Art zu stehen, die kaum von *C. megalodon* Ag. zu unterscheiden ist¹⁾ und mich veranlasste die in Rede stehenden Ablagerungen früher für Tertiär zu halten²⁾. Ich habe nun zwar trotz wiederholter Prüfungen zu keiner sicheren Benennung dieser Reste gelangen können, aber die betreffenden Petrefakte verursachen doch kaum noch Schwierigkeiten für die Beurtheilung der Kalkbänke. Die mikroskopische Untersuchung von Korallenkalken von Bonaire lehrte mich nämlich unter anderen die Anwesenheit von zahlreichen, zerbrochenen, offenbar auf sekundärer Lagerstätte befindlichen Gehäusen von Foraminiferen kennen, die der Gattung *Orbitoides* anzugehören scheinen. *Orbitoides* ist in den cretaceischen Schichten West-Indiens bekannt, und die jungen Kalke, in denen ich die Bruchstücke in grosser Zahl zu erkennen meine³⁾, bilden an der Nordküste von Bonaire das Hangende von Mergeln, die aus der Zerstörung von Kreideschichten hervorgegangen sind⁴⁾. Es kann deswegen in keiner Hinsicht befremden, dass die quartären Kalke dort, wo sie diese Mergel überlagern, an ihrer Basis Fragmente von *Orbitoiden* einschliessen, und die Vermuthung liegt nahe, dass auch die *Carcharodon*-Art aus cretaceischen Schichten abkünftig sei und sich in den Korallenkalken auf sekundärer Lagerstätte befinde. Diese Annahme wird noch dadurch gestützt, dass der Ort, an dem die Wirbelthierreste auf Bonaire gefunden sind, nur wenig nordwestlich von dem *Orbitoiden*-führenden Kalksteine und fast in gleichem Niveau mit Letzterem gelegen ist, sowie ferner durch das Vorkommen eines Ammoniten in den Kalken vom S. Colorado auf Aruba, für welches die gleiche Erklärung gefordert wird. Jedenfalls ist nach Obigem der Fund des *Carcharodon* nicht im Stande das quartäre Alter der Korallenkalken in Frage zu stellen, da dasselbe durch die bekannten Mollusken völlig sicher bestimmt werden konnte.

WACHSTHUM. Die Versteinerungen sind in den Kalken sehr verschieden vertheilt, und dies nicht nur bezüglich der einzelnen Thiergruppen, sondern auch der Species. Nirgends fand ich z. B. *Trochus pica* in solchen Mengen wie an der Küste von Savonet, nirgends so viele Exemplare von *Strombus gigas* wie bei Westpunt; im Allgemeinen schien es mir auch, als ob an der Wetterseite die Korallen mehr durch *Astraeaceen* vertreten seien als an der im Wind- und Stromschatten gelegenen Küste, woselbst neben anderen Korallen besonders auch Conchylien zahlreicher gefunden werden. Indessen sind meine Beobachtungen solcher Verhältnisse, die nur bei längerem Verweilen mit Frucht studirt werden können,

1) Unten: „Wirbelthierreste aus marinen Phosphaten.“

2) Vorläufiger Bericht, pag. 73.

3) Der Erhaltungszustand ist ungünstig, denn die Reste sind theilweise metamorphosirt.

4) Vgl. oben, pag. 72.

zu lückenhaft, als dass ich darauf allgemeine Schlussfolgerungen bauen möchte.

Nur Eine Thatsache ist mit grosser Klarheit zu erkennen, dass nämlich die Kalke nirgends von lebenden Korallen aufgebaut worden sind, wo Schlamm, Sand und Trümmer das Wasser verunreinigten. Hier wurde zunächst durch andere Thiere der Boden für ihre Bauten vorbereitet, durch Mollusken, und vor allem durch Kalkalgen, mit denen sich Bruchstücke von Korallen mengten, die durch ihre abgerollte Form in den Conglomeraten deutlich als solche sich kennzeichnen.

Die oben beschriebenen Profile von Curaçao¹⁾ lassen das Wesentlichste dieser Verhältnisse bereits bei makroskopischer Betrachtung erkennen. Das Mikroskop enthüllte ausserdem in Praeparaten, welche von den quartären Conglomeraten angefertigt wurden, neben Diabasbrocken mit allen Eigenthümlichkeiten des anstehenden Eruptivgesteins, besonders einen ungeheuren Reichthum an Kalkalgen und zwar an *Lithothamnium*. Die Pflanze ist fast nur in Bruchstücken von winzigen Dimensionen vorhanden, herrscht aber vor allen anderen, organischen Resten vor, auch vor den Foraminiferen, die nächst den Kalkalgen und vereinzelt Korallenbruchstücken den wichtigsten Antheil an der Bildung der Diabasconglomerate nehmen. Das Ganze ist durch einen sehr feinkörnigen Kalk cementirt.

Diese Beschaffenheit zeigen die Conglomerate von Plantersrust, ferner aus dem Profil westlich vom Hafen, bei der Stadt, sowie vom spanischen Hafen und von Savonet. Wesentlich das gleiche mikroskopische Bild zeigen auch Diabasconglomerate von der Boca van Welvaart, nur mit dem Unterschiede, dass statt der Foraminiferen reichliche Korallenbruchstücke sich einstellen. Die Kalke unweit Fontein auf Bonaire, welche als Hangendes der bunten Mergel auftreten, sind fast ganz aus Bruchstücken von Foraminiferen aufgebaut, die sich hier zur Bildung einer feinen Breccie vereinigt haben und wiederum von einzelnen Brocken der genannten Kalkalge begleitet werden.

Die betreffenden Profile lehren uns gleichzeitig, dass die Schichten, die in ihnen aufgeschlossen sind, nur während einer positiven Strandverschiebung gebildet sein können, denn bei umgekehrter Bewegung des Meeresspiegels würden die Trümmergesteine im Untergrunde der Korallen und ihr allmähliges Verlaufen nach dem Hangenden hin gar nicht zu erklären sein. Dabei ist freilich nicht ausgeschlossen, dass die Korallenkalke auch während der negativen Strandverschiebung noch weiter fortwucherten; es ist dies im Hinblick darauf, dass noch heute die Riffbildung in ununterbrochenem Fortgange begriffen ist und dass eine scharfe Trennung von altquartären und recenten Bildungen unmöglich erscheint,²⁾ keinem Zweifel unterworfen.

1) Pag. 16 u. 17.

2) Vgl. hierüber unten.

Die complicirten Wachstumsverhältnisse lassen sich bei dem Mangel petrographischer und palaeontologischer Unterschiede zwischen den während positiver und negativer Strandverschiebung gebildeten Korallenkalken im Einzelnen nicht weiter verfolgen. Nur soviel darf als feststehend angenommen werden, dass die Korallen bei positiver Bewegung des Meeresspiegels zu bauen begannen, indem sie sich auf Uferbildungen in geringer Tiefe ansiedelten und mit dem Fortschreiten der Strandverschiebung allmählig alle dem Meere benachbarten Höhen überwucherten, so dass die Zahl der vom Grundgebirge abkünftigen Gerölle, welche in die Bauten gelangten, beständig abnahm; dass aber ferner bei negativer Strandverschiebung, welche bis in die Jetztzeit fort dauert, nach aussen zu neue Korallenbauten ringförmig über und um den alten Riffen sich bildeten, in ähnlicher Weise wie dies von Guppy ¹⁾ auf den Salomon-Inseln beobachtet wurde.

Bei üppiger Entwicklung und Emporwachsen der Polypen bis zum Meeresspiegel musste sich nun während der positiven Strandverschiebung ein den älteren Formationen aufgelagerter Kalkkeil bilden, dessen grösste Mächtigkeit an der Aussenseite gelegen ist, und in der That lässt sich das Auskeilen der quartären Kalke nach der Landseite hin an mehreren Punkten beobachten, so unter anderen vortrefflich in der Rooi Cachunti auf Aruba. ²⁾

Wo die Wachstumsverhältnisse indessen ungünstige waren, da formten die Korallen minder mächtige Ablagerungen, die sich dem Untergrunde anschmiegen und dessen Relief auch nach stattgehabter Verhüllung noch deutlich durchtreten liessen; die Ausebnung, eine Folge des Emporwucherns bis zum Meeresspiegel, oder auch des rascheren Wachsens an der Aussenseite, trat nicht ein. Es bildeten sich mantelförmige Umlagerungen von Korallenkalken, die besonders schön am Innenrande des Schottegat zu sehen sind, sowie ursprünglich geneigte Schichten, die ihre Neigung lediglich den ihnen als Unterlage dienenden Gehängen der älteren Formationen zu danken haben.

Solche geneigte, aber keineswegs aufgerichtete Schichten, in denen die Korallenstöcke alle noch die ihrem Wachstume entsprechende, vertikale Stellung einnehmen, sind vor allem in der Umgebung von Willemstadt entwickelt und machen hier bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck, als ob das Küstengebirge gewaltige Störungen in der quartären Periode erfahren hätte. Die Formation erscheint nicht nur aufgerichtet, sondern auch verworfen, da von aussen nach

1) Guppy. *Observ. on the recent Calcareous formations of the Salomon Group* (Nature 1885. Bd. XXXIII, pag. 202, Abstract of a paper read before the Roy. Soc. Edinburgh on June 15th 1885, being. comm. by J. Murray.)

2) Vgl. oben, pag. 55.

innen zu mehrere derartig geneigte Schichten im Kalkgürtel des Eilandes einander folgen, und sogar Gabb hat sich durch diese Verhältnisse täuschen lassen, indem er die Nord- und Südküste begleitenden Korallenkalke als Flügel einer Antiklinale, deren Achse der Längsrichtung der Insel parallel verlaufe, aufgefasst hat.

Auch Stiff glaubte, dass das betreffende Küstengebirge eine Aufrichtung erfahren habe, indem es nach Südosten einstürzte, ¹⁾ und sah in den gewaltigen Blockbildungen, wie sie die Formation unter anderem besonders auffällig in der Caracas Bai zeigt, die Folge stattgehabter Erdbeben. Mir ist indessen kein einziger Punkt bekannt, welcher eine wesentliche Störung der ursprünglichen Lagerungsform erkennen liesse, abgesehen die unbedeutenden Verwerfungen, welche in Folge der Erosionswirkungen des Meeres hie und da im Kalkgebirge zu beobachten sind, sowie u. a. am Nordstrande von Curaçao, in der Nähe von Ostpunt. Die flachen Wölbungen, welche die Kalkbänke an der Caracas Bai zeigen, haben ebensowenig mit einer Sattelbildung zu schaffen wie die mantelförmigen Ueberlagerungen von Korallenkalk am Innern des Schottegat; sie sind gleich ungestört wie die in schwebender Lage sich befindenden Bänke von anderen Orten der Inseln.

Dass solche Verhältnisse, die selbst erfahrene Geologen täuschen konnten, lehrreich und wichtig für die Würdigung des Schichtenbaus älterer Sedimente sein können, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

MÄCHTIGKEIT. Die geschilderten Wachstumsverhältnisse und die daraus sich ergebende Lagerung der Riffkalke haben auch zu Irrthümern bei der Beurtheilung der Mächtigkeit der Quartärformation geführt, denn Dieselbe erscheint nach der Küste zu fast überall völlig geschlossen, ohne dass die älteren Formationen zu Tage treten, und wer die Korallenkalke für aufgerichtet ansah, der musste in Uebereinstimmung mit dem ersten Eindrücke, den die Schichten machen, auch annehmen, dass ihre Mächtigkeit eine sehr bedeutende sei. Deswegen giebt auch Gabb an, die Riffkalke seien die einzige Formation auf Curaçao.

Ich schätze die Mächtigkeit der Korallenkalke im Durchschnitte auf nicht mehr als 20 m; selten dürfte sie 30 m erreichen, während sie oftmals auf 15 m, 10 m und noch minder herabsinkt; sie bilden demgemäss im Verhältnisse zu den bis 200 m ansteigenden Küstengebirgen nur eine dünne, den älteren Formationen aufgelagerte Schicht und ihre geringe Mächtigkeit ist auch die Ursache der so sehr verschiedenen Höhen des Küstengebirges. Hätten die Korallen sich üppiger entwickelt, so würde der Einfluss, den das Relief des Untergrundes auf die Höhe des Riffes ausübte, bald geschwunden sein; jetzt aber wird die Höhe des Küsten-

1) Dumontier l. c. pag. 304.

gebirges nach wie vor durch diejenige des Grundgebirges längs des Meeresstrandes bedingt.

Durch später erfolgte Erosion, namentlich durch die Herausbildung der Uferterrassen, ist die Kalkdecke an manchen Orten noch bedeutend unter das angegebene Maass ihrer Mächtigkeit herabgesunken und das Grundgebirge bisweilen wieder bloss gelegt worden, während es in anderen Fällen nur noch von einer sehr dünnen Kalkschicht bedeckt ist, so z. B. am Nordstrande von Bonaire, unweit Fontein. Vielfach lässt sich indessen nicht mehr beurtheilen, ob die Mächtigkeit stets eine geringe war, oder ob Letzteres als Folge späterer, zerstörender Einflüsse aufzufassen ist, so z. B. an der Nordwest- und Südostecke von Aruba, wo überall die Eruptivgesteine unter der Kalkdecke in geringer Tiefe anstehen und sich die Existenz einer Brandungsterrasse nicht nachweisen lässt.

Ueber die Mächtigkeit der quartären Kalke von Bonaire verdanke ich interessante Angaben Herrn Ingenieur Simons, welcher ihre Ausdehnung genau studirte, da er sich mehrere Monate im Interesse der Phosphatgewinnung auf der Insel aufhielt. [Ihm schulde ich auch die Angabe der Formationsgrenzen der Riffkalke im nordwestlichen Bonaire.] Der S. Grandi ist nach Simons an seinem äusseren, dem Meere zugekehrten Steilabsturze von 15 m Höhe ausschliesslich aus Korallenkalk gebildet, landeinwärts ist aber die Riffbildung nur noch 6 m mächtig; in den 24 m hohen, zu Seiten der Playa Franz gelegenen Hügeln beträgt sie nur 4,5 m und im 45 m hohen Wazal sinkt sie an manchen Stellen auf 1,5 m herab. Diese Kalkschichten werden in Uebereinstimmung mit den von Curaçao geschilderten Verhältnissen durch Conglomerate vom Grundgebirge geschieden, welche an der Innenseite des S. Grandi mehr als 1 m, im Wazal fast 2 m Mächtigkeit besitzen.

VERBREITUNG. Die älteren quartären Kalke bildeten zur Zeit Ihres Wachstums dort, wo jetzt OST-CURAÇAO gelegen ist, ein ovales Atoll. Dasselbe war an der Strom und Wind ausgesetzten Nordküste am vollkommensten geschlossen, denn hier ist der Kalkgürtel nicht nur am breitesten, sondern es befinden sich in ihm auch nur wenige, unbedeutende Einschartungen, von denen nur Eine noch bis zum heutigen Meeresspiegel hinabreicht. An der Leeseite dagegen war, entsprechend den kurzen, das Küstengebirge rechtwinklig schneidenden Thälern, eine grosse Zahl tiefer Rinnen vorhanden, durch welche das zur Fluthzeit ins Innere des Atolls gelangte Wasser wieder abströmen konnte.

Mit Ausnahme der Ronde Klip, welche sich hoch über die nächste Umgebung erhebt, befinden sich augenblicklich innerhalb des einstmaligen Atolls keinerlei Kalkablagerungen mehr; aber sowie sich jetzt im Schottegat noch unbedeutende

Flachbauten bilden, so dürften dieselben auch im quartären Atoll von Ost-Curaçao nicht gänzlich gefehlt haben. Sie sowohl wie etwaige Ablagerungen von Korallensand mussten indessen bei Trockenlegung der Insel leicht wieder zerstört werden.

WEST-CURAÇAO verhielt sich in seinem südöstlichen Theile genau so wie Ost-Curaçao, in seinem nordwestlichen Theile dagegen ragten die Gipfel der Christoffelgruppe hoch über die Riffe hervor, so dass diese die Form von Damm- und Saumriffen annahmen. Ein beträchtlicher Theil derselben ist durch die Erosion wieder zerstört worden, wie namentlich am Ufer von Savonet zu beobachten ist. Einschartungen treten daselbst, in Verband mit der veränderten Form der Riffe, sehr zurück. Im Innern befindet sich aber noch auf dem Gipfel des St. Hieronimo eine Schicht quartären Kalkes, und ein anderer Fetzen dieser Formation soll in etwa gleicher Höhe auf den östlichen Gehängen des Christoffels gelegen sein. Die lichtgefärbte Schicht, welche von Savonet aus deutlich zu erkennen ist, war mir unzugänglich, doch habe ich keinen Grund an der Mittheilung zu zweifeln¹⁾, wonach sie in petrographischer Hinsicht mit dem Kalke des Hieronimo übereinstimmt.

Interessant ist die Thatsache, dass die letzterwähnte Ablagerung weder eine Koralle noch irgend einen anderen Thierrest makroskopisch wahrnehmen lässt; offenbar deswegen, weil die Nahrungszufuhr für die Polypen an diesem Orte eine ungenügende war und mit ihnen auch die sie begleitende Thierwelt dem Innern der Insel fern blieb. Der petrographische Charakter gestattet indessen ohnehin die Bestimmung der Kalke als Bildungen, welche den altquartären aequivalent sind. In Dünnschliffen sieht man zahlreiche Bruchstücke von Foraminiferen und Kalkalgen (*Lithothamnium*), alle von winzigen Dimensionen, eckig und durch feinkörniges Kalkcement verbunden. Selten bemerkt man eine unversehrte Foraminifere, und ich halte deswegen die ganze Ablagerung für einen durch den Wind im Innern des quartären Atolls zusammengebrachten und nachträglich verkiteten Korallensand.

Der schmalste Theil der Insel verband die Korallenbauten von West- und Ost-Curaçao; er wird noch heute im Groote und Kleine Berg von den jungen Kalken vollständig überbrückt.

Auf ARUBA war die Verbreitung der altquartären Korallenkalke zur Zeit ihres Wachstums ohne Zweifel eine weit bedeutendere als wie sie uns jetzt entgegentritt. Wie an der Küste des nordwestlichen Curaçao nach dem Empортаuchen Vieles

1) Die Neger, welche mich auf meinen Excursionen begleiteten, zeigten für Gesteinsunterschiede, auf die ihre Aufmerksamkeit durch den Abbau der Phosphate gelenkt worden war, ein ganz überraschend gutes Auge. Ich hatte oft Gelegenheit mich davon zu überzeugen. Ihnen danke ich auch obige Mittheilung.

zerstört wurde, so auch an der Nordküste von Aruba, in beiden Fällen als Folge der nahe ans Meer hinantretenden Gehänge des Grundgebirges, wie die Betrachtung der Uferterrassen lehren wird.

Einzelne Spuren der Kalkbedeckung sind auch in weitem Abstände von dem Nordstrande noch erhalten geblieben, denn ich fand einen Brocken Kalk mit dem Reste von *Strombus gigas* am Fusse des Pan Blanco, und in der Rooi Cachunti wird, wie bereits mitgetheilt, der Grünschiefer von einer durch jungen Kalk verkitteten Breccie überlagert. Das Cement dieses Trümmergesteins entbehrt jedes organischen Restes und ist ungemein feinkörnig, auch bei mikroskopischer Betrachtung fast dicht. Sein Ursprung dürfte derselbe sein wie derjenige des Kalkes vom Hieronimo auf Curaçao, und die gleiche Entstehung aus Korallensand halte ich auch betreffs des Kalkes für wahrscheinlich, welcher den Gipfel des S. Plât auf Aruba bildet. Derselbe unterscheidet sich vom Kalke des Hieronimo mikroskopisch durch Beimengung eines feinen Sandes, welcher zahlreiche Quarzbrocken mit Flüssigkeits-Einschlüssen, einzeln Hornblende und Magneteisen enthält und offenbar vom Grundgebirge der Insel abkünftig ist. Die allgemein verbreiteten Brocken der genannten Kalkalgen finden sich aber auch hier wieder, nur etwas spärlicher, und Foraminiferen vermochte ich überhaupt nicht mit Sicherheit zu erkennen. Dagegen kommen einzelne Conchylien vor.

Längs der Nordküste bildeten die Bauten ein langgestrecktes Saumriff, längs der früheren, jetzt landeinwärts gerückten Südküste ein vielfach unterbrochenes Barrièreriff, dem unter andern auch der Hooiberg sich anreichte und welches im Nordwesten und Südosten sich mit dem Riffe der Nordküste verband. Das Riff der Südküste umschloss eine weite Lagune, deren Boden von dem Plateau im Innern der Insel gebildet wurde und welche sich bis zu der alten, in der Karte bezeichneten Meeresbucht ausdehnte.

Ein flacher, von Quarzdiorit gebildeter Boden ragte in der älteren quartären Zeit vermuthlich zungenförmig südöstlich vom Jamanota ins Meer hinein und bot den Korallen Gelegenheit zur Entwicklung breiter Bauten, von denen das Kalkplateau dieses Inseltheiles bis heute erhalten blieb.

Auch WEST-BONAIRE war von Damm- und Saumriffen umgürtet, ähnlich West-Curaçao; doch herrschte, nach der grossen Zahl von Binnenmeeren zu schliessen, welche heute die Küste besetzen, die Dammriffbildung auf Bonaire vor. Ansehnliche Mengen von altquartären Kalken sind auch hier zerstört worden, so dass diese Formation augenblicklich an der Südküste weit geschlossener auftritt als an der Nordküste; der Serro Grandi und S. Largo sowie die Kalke von Fontein sind nur noch Ruinen der einst so mächtig entwickelten Riffe. Der Zerstörung der Ko-

rallenkalke in der Ebene von Rincon und auf der alten Brandungsterrasse, östlich vom Langeberg, sowie dessen Verbindung mit den Kalken am Nordstrande wurde bereits oben gedacht ¹⁾). Zur Erläuterung der Karte ist nur noch hinzuzufügen, dass die ältere ²⁾ Quartärformation im Norden der Brandungsterrasse ein niedrigeres Niveau einnimmt als die durch die alte Meeresbucht begrenzte Partie, welche Letztere im Westen abschliesst.

Phosphorite.

Der Inselkranz, welcher das Caribische Meer im Norden und Osten einschliesst und sich im Süden dem Festlande vorlagert, ist durch einen grossen Reichthum an Phosphorit-Ablagerungen ausgezeichnet. Am bekanntesten ist unter ihnen der Sombrero-Phosphat, dessen Beschreibung wir Sandberger ³⁾ verdanken; doch kommt das Gestein auch auf Mona vor und auf St. Martin ⁴⁾, und zahlreiche sind besonders die Phosphatlager auf den kleinen Inseln, welche längs der Küste von Venezuela gelegen sind.

Hier ist zunächst das unbedeutende Eiland Toas zu erwähnen, welches dem See von Maracaybo vorgelagert ist; dann folgt im Meere als westlichster Punkt der Inseln unter dem Winde die kleine Insel Los Monges, auf der die Phosphat-ablagerungen zuerst, bereits vor reichlich 30 Jahren, entdeckt wurden; dann Aruba, Curaçao mit Klein-Curaçao und Bonaire; weiter östlich die Vogel-Inseln, Los Roques und endlich Orchilla. ⁵⁾ Alle diese Inseln enthalten mehr oder minder ausgedehnte Ablagerungen von Phosphat. ⁶⁾

Unter den Phosphoriten der Niederländischen Inseln kommen vor allen Dingen zwei Lager in Betracht, welche durch einen ungeheuren Reichthum des Minerals ausgezeichnet sind. Das wichtigste liegt im Tafelberge an der Fuik-Bai auf Cu-

1) Pag. 72 und pag. 74.

2) Siehe Anmerkung 1 auf pag. 79, oben.

3) F. Sandberger. Das Sombrero-Phosphat, ein metamorphosirtes Gestein der neuesten Zeit. (Würzburger Naturw. Zeitschr. IV Bd. 1863, pag. 152; abgedruckt im Neuen Jahrbuche f. Min. 1864, pag. 631) — Vgl. ferner Cleve l. c. pag. 21.

4) Dr. J. Dornseiffen. Het eiland St. Martin, met eene kaart. (Tijdschrift v. h. Aardrijkskdg. Genootschap te Amsterdam. Deel VII, N^o 3, pag. 126—142, 1883). — Vgl. auch meine Anmerkung unten.

5) West-India Pilot. Vol. I, pag. 159.

6) Ueber alle diese Vorkommnisse sind mir zahlreiche, mündliche Mittheilungen gemacht und von fast allen habe ich Proben gesehen oder auch erhalten.

Vgl. über die Phosphate auch Ernst in „La exposicion nacional de Venezuela en 1883. Tomo I, Caracas 1886“, speciell pag. 123 ff. (Die Arbeit ist mir erst während des Druckes zugegangen.)

raçao und gehört zu St. Barbara; es wurde 1874 entdeckt. Das zweite liegt an der äussersten Ostecke von Aruba und bildet einen Theil des Serro Colorado und des S. Culebra; es wurde fast gleichzeitig mit dem erstgenannten Lager aufgefunden. Dasjenige von Klein-Curaçao, welches bereits 1871 bekannt war, ist gänzlich abgebaut und bestand nach Meyn aus einem fast ganz stickstofffreien, pulverigen Guano. Derselbe sagt: „Dieser graue, staubige Guano, unterteuft von Kalkstein und nur im Innern einzelne, verhärtete Knollen enthaltend, bedeckte in etwa 5 bis 8 Fuss Mächtigkeit einen Theil der kleinen, niedrigen Insel Klein-Curaçao. . . . Das Lager hat ungefähr 100000 Tons im Ganzen geliefert.“¹⁾ Der Guano dieses kleinen Eilands ergab durchschnittlich etwa 69% dreibasisches Phosphat.

Ausser diesen Phosphaten finden sich kleinere Mengen in sogenannten Pockets über die Inseln Curaçao und Bonaire in grosser Zahl zerstreut. Es wird sich nachher ergeben, dass denselben eine wesentlich andere Bildungsweise zukommt als den ausgedehnten Ablagerungen des Tafelberges, sowie des Serro Colorado und des S. Culebra von Aruba.²⁾

DIE PHOSPHORITE VON ARUBA stellen ein lichtgraues oder gelbliches bis rost- und leberbraunes Gestein dar, welches allerorts zahlreiche Ueberreste von Organismen einschliesst, sowohl in der Form von Steinkernen als in derjenigen von Umwandlungspseudomorphosen. Vor allem sind es Korallen, welche darin angetroffen werden, aber am S. Colorado kommen auch Mollusken in ungemein grosser Zahl als Steinkerne vor; hin und wieder sind ferner Reste von *Manatus* gefunden.³⁾

Die Steinkerne von Mollusken liessen eine sichere Bestimmung der Species nur in den seltensten Fällen zu; aber diejenigen Namen, welche hierunten als „vermuthlich“ richtig angegeben worden sind, dürfen doch fast ohne Bedenken angenommen werden. Nach M. M. Schepman sind folgende Genera und Arten unter den Mollusken des Serro Colorado vertreten:

Spondylus (e).	Cardium, darunter <i>C. muricatum</i> L. ? (e).
Pecten (e).	Venus (m).
Lithodomus (m.)	Cytherea (<i>Caryatis</i>)? (e).
Arca (e).	Tellina, vermuthlich <i>T. fausta</i> Donovan. (hh.)
Lucina, vermuthlich <i>L. jamaicensis</i>	Tellina, vermuthlich <i>T. interrupta</i>
Lam. (h).	Wood. (e).

1) Das Phosphorit-Lager von Curaçao. (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. XXXI. 1879) pag. 698.

2) Auf die Phosphorite wird in West-Indien allgemein die Benennung „Guano“ angewandt. Auch Dana bedient sich der Bezeichnung von „hartem Guano.“

3) Ueber die Vertebraten vgl. unten.

Pholadomya, vermuthlich <i>P. candida</i>	Cypraea (hh).
Sow. (e).	Turbinella (e).
Trochus (Livona) pica L. (hh).	Pyrula melongena L. (e).
Hipponyx (e).	Oliva (e).
Strombus, darunter <i>St. gigas</i> L. (h).	Conus (hh).

Die grosse Anzahl von Petrefakten, welche obiger Liste zu Grunde liegt, gestattet auch ein Urtheil über die relative Häufigkeit. Dieselbe ist durch die beigefügten Buchstaben ausgedrückt, und zwar bedeutet hh: sehr häufig, h: häufig, m: mehrfach vorkommend, e: nur in einzelnen Exemplaren vertreten. Man erkennt die grosse Einförmigkeit der hauptsächlich durch *Tellina*, *Trochus*, *Cypraea* und *Conus* charakterisirten Fauna. Die bestimmbaren Arten leben noch sämmtlich in den benachbarten Meeren, entsprechend dem Charakter der quartären Kalkbänke, denen auch die Phosphorite angehören.

Die Steinkerne verleihen dem Phosphorite eine feinporöse bis cavernöse Struktur; aber daneben fehlt es nicht an dichten Varietäten, welche als Concretionsmassen die Hohlräume im Korallenriffe angefüllt haben, ganz in derselben Weise wie Kalksinter die Zwischenräume zwischen den Stöcken jüngst gehobener Korallenbauten allmählig auskleiden. Auf den muschligen Bruchflächen dieses dichten, porcellanartigen Phosphorits, welcher Fettglanz besitzt, nimmt man zierliche, gestreifte und wellenförmige Farbenzeichnungen wahr. Auch kommen breccienartige Phosphate vor, welche zahlreiche kleinere Organismen, vor allem auch Korallenbruchstücke, enthalten, die völlig in Phosphorit umgewandelt und durch dasselbe Mineral verkittet worden sind.

Nach einer von R. Fresenius ausgeführten Analyse enthielten 100 Gewichtstheile des Aruba-Phosphats im lufttrockenen Zustande:

Wasser, bei 100° C weggehend . . .	3.54
Bei 100° C getrocknete Substanz . . .	96.46
	100.00

In bei 100° C getrocknetem Zustande enthielt der Phosphorit:

Phosphorsäure	35.77
Schwefelsäure	1.74
Kohlensäure.	1.89
Fluor	2.86
Kalk	47.62
	89.88

	89.88
Magnesia	0.30
Thonerde	1.64
Eisenoxyd	2.00
In Säuren unlöslicher Silicatrückstand	1.33
Chemisch gebundenes Wasser	5.27
Alkalien, organische Bestandtheile und Verlust	0.78
	101.20
ab Sauerstoff für Fluor.	1.20
	100.00

Mit dieser Angabe stimmt eine von G. Hughes publicirte Analyse ¹⁾ im Wesentlichen überein, und eine grosse Zahl von Proben des Phosphats, welche nach Europa ausgeführten Ladungen entnommen sind, zeigte sich ziemlich gleichförmig in der Composition, wie aus den nachfolgenden Analysen von G. H. Ogston zu ersehen ist. Dieselben sind aus einer Reihe von Untersuchungen ²⁾ so ausgewählt, dass unter ihnen möglichst abweichende Varietäten sich befinden:

	I.	II.	III.	IV.
Phosphorsäure	37.28	36.52	36.13	35.18
Kohlensäure.	2.00	2.20	2.40	2.50
Kalk	49.20	50.40	47.48	46.36
Eisenoxyd u. Thonerde	3.72	3.05	3.35	4.80
In Säuren unlöslicher Silicatrückstand	2.50	1.15	2.20	3.15
Unbestimmt.	3.24	3.38	4.79	5.01
Chemisch gebundenes Wasser	2.06	3.30	3.65	3.00
Wasser bei 100° C	0.00	0.00	0.00	0.00.
	100.00	100.00	100.00	100.00.
Entsprechend dreibas. phosphors. Kalke.	81.40	79.73	78.89	76.80
Kalkcarbonat	4.51	5.00	5.45	5.68.

1) On some West Indian Phosphates - Quart. Journ. Geolog. Soc. London. Vol. XLI, Part. 1, N°. 161. Febr. 1885. pag. 80.

2) Copies of Analyses of Cargoes of Aruba Phosphate, from end of 1881 to beginning of 1885 imported through Messrs. Isaac u. Samuel. London.

Hienach könnte man zu der Annahme gelangen, dass die Aruba-Phosphate ziemlich constant in der Zusammensetzung seien; aber diese Gleichförmigkeit erstreckt sich nur auf die ausgeführten Massen und entspricht keineswegs dem geognostischen Vorkommen. Schon die reicheren Varietäten des S. Culebra besitzen nur noch 74—75 % dreibasisch phosphorsauren Kalkes und bleiben oft hinter diesen Gehalt zurück; andere Gesteine sind so reich an Kalk, dass sie nicht mehr den Namen von Phosphoriten verdienen, und es lässt sich dann überhaupt keine scharfe Grenze zwischen Phosphoriten und Kalksteinen mehr ziehen. Ebenso wechselnd ist der Eisengehalt ¹⁾, der am Culebra grösser ist als am westlichen Colorado; eine von dort stammende Probe enthielt bei 69.39 % Calciumphosphat nicht minder als 9.74 % Eisenoxyd und Thonerde, und am Ostabhange des Colorado nimmt der Eisengehalt so sehr zu, dass die zerrissene Oberfläche der dunkelbraun gefärbten, phosphathaltigen Kalke den Eindruck macht, als wäre sie mit vulkanischen Schlacken dicht bedeckt. Dieser Färbung hat auch der Serro Colorado (rother Berg) seinen Namen zu danken.

Brauneisenstein wird daselbst viel angetroffen und stellenweise ist die Ablagerung durch Manganerz schwarz gefärbt. Auch Grüneisenerz ist nicht selten, und ein grünes, erdiges Eisenphosphat ist als Anflug und in kleineren Parteen in den Phosphoriten weit verbreitet, so dass die Oberfläche des Colorado stellenweise eine buntscheckige Färbung durch diese verschiedenen Mineralien erhält. Stiff fand auch Sphaerosiderit daselbst.

Wegen des sehr wechselnden Verhältnisses von Calciumphosphat zu Calciumcarbonat, welches an allen Orten der Inseln, an denen Phosphorite vorkommen, zu beobachten ist, wird es schwierig zu entscheiden, wie weit man den Namen Phosphorit ausdehnen soll. Mir scheint es geboten, die Gesteine mit überwiegendem Gehalte an kohlensaurem Kalk bei den Kalksteinen zu belassen, und schon früher habe ich bei einer Mittheilung über Phosphorite von Bonaire ²⁾ für solche Gesteine die Bezeichnung „phosphoritische Kalke“ benutzt, deren ich mich auch im Folgenden bedienen werde. Denn sowie Dolomite und Kalksteine durch dolomitische Kalksteine verknüpft werden, so sind hier die Phosphorite und Kalksteine durch die phosphoritischen Kalke mit einander aufs engste verbunden. Die Analogie ist

1) Eisenfreie Phosphate kommen auf Aruba überhaupt nicht vor. Diejenigen Varietäten, welche zu viel Eisenoxyd und Thonerde enthalten, können augenblicklich nicht auf den Markt gebracht werden, da die Preise den aufzuwendenden Kosten nicht entsprechen.

2) K. Martin. Phosphoritische Kalke von der westindischen Insel Bonaire. (Zeitschr. d. deutsch. geologischen Gesellschaft. Bd. XXXI, 1879, pag. 473.) — Ich habe hier die Bezeichnung in noch weiterem Sinne angewandt, als wie ich dieselbe jetzt beibehalten möchte.

um so grösser, als die Phosphorite West-Indiens gleich den meisten Dolomiten einer Metamorphose ihren Ursprung zu danken haben und diese Metamorphose in beiden Fällen das Verhalten sowohl der Phosphorite als der Dolomite zum Kalksteine bedingt.

Dass die phosphathaltigen Gesteine von Aruba theilweise metamorphosirte Riffkalke darstellen, bedarf nach Obigem keiner weiteren Erörterung; die erwähnten Organismen beweisen dies zur Genüge. Auch hat bereits Sandberger l. c. dargelegt, dass das von Phipson¹⁾ als Sombrerit bezeichnete, von der westindischen Insel Sombbrero abkünftige Gestein, welches in allen wesentlichen Punkten mit den metamorphosirten Korallenkalken der niederländischen Inseln übereinzustimmen scheint²⁾, durch Lösungen von Guanosalzen umgewandelt ist. Cleve nimmt l. c. dasselbe an. Eine Metamorphose von Korallen in mehr oder minder reinen Phosphorit und unter der Einwirkung von Guano wurde auch durch Dana beobachtet³⁾. Stelzner giebt dieselbe Erklärung für Phosphate von Curaçao und Aruba⁴⁾, Meyn l. c. für diejenigen der erstgenannten Insel.

Auf Sombbrero bildet Guano noch heute das Hangende des Phosphorits, und Sandberger nimmt an, dass die Lösungen der Guanosalze, phosphorsaures Ammoniak, Kali und Natron, sehr allmählig in die Tiefe gedrungen seien und so die Metamorphose bewirkt haben. Der gleiche Process darf auch bei der Bildung der Aruba-Phosphate angenommen werden, wenngleich hier von den Guano-Ablagerungen nichts mehr erhalten geblieben ist⁵⁾, denn die Fortführung der Letzteren kann um

1) Journ. of the chem. soc. of London. XV. 1862, pag. 277.

2) Das Gestein von Sombbrero enthält durchschnittlich 75 % phosphorsauren Kalk. Es befinden sich darin Zwischenlagen, welche Palagonit führen. Dieselben dürften nach Sandberger von dem angeschwemmten Materiale vulkanischer Ausbrüche abkünftig sein. In Aruba fehlen diese palagonitführenden Schichten aus leicht ersichtlichen Gründen, aber statt ihrer finden sich einzelne Rollstücke des Grundgebirges, vor allem Quarzit, dem Phosphorite beigemengt.

3) Auf Howland's Island: „Coral fragments of various species were found that had long been covered up under the deposit (guano), and in some of wich the carbonic acid had been almost entirely replaced by phosphoric acid. In such I have found seventy per cent of phosphate of lime" (Dana, Corals and Coral Islands. London 1872, pag. 293).

4) A. Stelzner. Ueber Kalksteine und Kalkphosphate von Curaçao. (Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1877. pag. 415.)

5) Dass Guanobildungen in dieser Gegend überhaupt stattgefunden haben, beweist unter anderen das Vorkommen von Klein-Curaçao. An seiner Zusammensetzung haben sich auch die verfaulenden Ueberreste von Seevögeln, Säugern und Fischen betheiligt, denn ich erhielt durch den ehemaligen Gouverneur von Nied. W. Indien, Herrn Wagner, sowohl von Klein-Curaçao als auch von St. Martin eine grosse Zahl freier Skelettheile solcher Thiere, welche noch der Bearbeitung harren.

Es ist möglich, dass die Fischwanderungen, von denen Ernst berichtet auch zur Bildung von Guano Veranlassung gegeben haben, da bei solchen Wanderungen ungeheure Mengen von Fischen auf den Strand der Küste von Venezuela geworfen werden, so dass „their remains form a true

so minder befremden, als sie durch den Vorgang der Metamorphose selbst erläutert wird.

Daneben hat indessen auch ein direkter Absatz des Phosphorits aus Lösung¹⁾ stattgefunden, wie nebenstehendes Profil vom S. Culebra beweist. Ueber den Quarz-



FIG. 19. PROFIL
AM CERRO CULEBRA.

1. Quarzdiorit. —
2. Kaolin. — 3. Phos-
phorit. — 4. Durch
Phosphorit cemen-
tirt Kalkbreccie. —
5. Kalkstein.

diorit und sein Verwitterungsprodukt, den Kaolin, folgt dort eine Schicht von 3—5 m mächtigen, oben an Manganerz reichen Phosphoriten; darauf eine Breccie, in der Fragmente von Kalk durch Phosphorit cementirt sind; das Hangende der Breccie endlich stellt eine dünne Kalkschicht dar, mit welcher oberflächlich Rollstücke von Phosphorit verwachsen sind. Es ist offenbar, dass die Breccie, welche im Hangenden des metamorphosirten Korallenriffes vorkommt, nicht auch einer Metamorphose ihre Entstehung zu danken haben kann, da der Phosphorit in ihr nur das Bindemittel für die unreinen Kalkbrocken bildet. Er zeigt demgemäss auch keine an Organismen erinnernde Struktur. Die Lösung, aus der das Mineral sich absetzte, mag von Guano abkünftig gewesen sein; aber es ist auch denkbar, dass bereits metamorphosirte Korallenkalke später das Material für die Neubildung lieferten, gleichwie die Brocken von Phosphorit auf der oberflächlichen Kalkschicht den Beweis für die mechanische Zerstörung von Phosphatlagen in jüngst verflossener Zeit abgeben.

Auch für manche der oben erwähnten Concretionsmassen, welche in dem metamorphosirten Korallenriffe als Ausfüllungen von Hohlräumen vorkommen, halte ich wegen ihrer Armuth an Calciumcarbonat und ihrer gleichmässigen, dichten Struktur den direkten Absatz aus Lösung für wahrscheinlich, während andere metamorphosirte Sinterbildungen darstellen mögen, die bereits im Riffe vorhanden waren, bevor noch dessen Umwandlung einen Anfang nahm.

Ueber die Mächtigkeit des Phosphatlagers von Aruba lässt sich ohne zahlreiche Bohrungen kein genügendes Urtheil gewinnen, denn der Diorit hatte bereits ein complicirtes Relief, bevor die Korallenkalke sich bildeten. Das ist an manchen

cordon littoral, several feet in width and height, which soon fills the air with a most offensive smell." (Nature Vol. XXXIII. 1886. pag. 321).

Auf Aruba kommen die erwähnten Sirenenreste in einer Muschelbreccie vor, wie solche innerhalb des Raumes von Korallenriffen nicht selten sind. Jedenfalls sind sie hier nicht aus Guano abkünftig, und ihre Zahl ist gegenüber dem ausgedehnten Phosphatlager des Colorado zu unbedeutend, als dass sie einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Phosphorite könnten genommen haben. — Auch auf Sombroero scheinen Reste von Säugethieren in den Phosphaten vorzukommen (Phipson l. c.)

1) Vgl. hierüber besonders auch Stelzner l. c.

Punkten der Insel sicher zu beobachten, und im Einklange damit steht die That-
sache, dass man im Colorado bisweilen kaum 1 m unter der Oberfläche schon
wieder den Kaolin anstehend findet, während an anderen Punkten das Liegende
der Phosphate in der Tiefe von vielen Metern noch nicht erreicht wurde. Die
Angabe von Hughes l. c., dass das Lager auf 500,000 tons geschätzt werde, ist
ebenso unsicher, wie die Höhenangabe des Serro Colorado unrichtig ist, da diese
nicht 300 englische Fuss, sondern 38 m beträgt.

DAS PHOSPHORITLAGER VON ST. BARBARA im Tafelberge von Curaçao kenne
ich nicht aus eigener Anschauung; ¹⁾ aber nach Gesteinsproben, welche von dem
Chemiker, Herrn R. Ludwig daselbst gesammelt und analysirt worden sind,
darf ich mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass es gleich dem Lager von
Aruba durch Metamorphose von Korallenkalken gebildet ist. Sicherlich ist dies
der Fall bei einem grauen, porösen, im Aeussern an gewisse Dolomite erinnernden
Gesteine, welches 10 m Mächtigkeit besitzen soll und 83 % Calciumphosphat
enthält. Es zeigt undeutliche Reste meeresbewohnender Thiere, darunter auch
den Abdruck eines Echinidenstachels. Auch metamorphosirte Korallen, welche
vom Tafelberge abkünftig waren, sind mir wiederholt gezeigt worden.

Ausserdem kommen am gleichen Orte prächtige, nierenförmige Concretionen
von Phosphorit vor, welche bis zu 84,6 % Calciumphosphat enthalten; ²⁾ sie sind
lichtgrau oder hellbraun, bisweilen auch schneeweiss gefärbt und zeigen auf
Bruchflächen ungemein zierliche, wellige Farbenlinien. Diese Varietäten sind dicht
gleich den entsprechenden von Aruba. ³⁾ Daneben kommen ganz ähnliche Bildun-
gen vor, in denen nur 79,2 % dreibasischen phosphorsauren Kalkes enthalten ist.
In einem hellgelben, dichten Gesteine, welches keine Concretionen wahrnehmen
lässt und einem Kalksteine äusserlich gleicht, sinkt der Gehalt an Calciumphos-
phat bis auf 45 % herab. ⁴⁾

1) Der Eigenthümer Godden untersagt den Zutritt.

2) Nach Meyn zeigten einzelne Varietäten 87 bis 90 %. Das Gestein dieses Lagers ist von dem-
selben Forscher sehr ausführlich beschrieben.

3) Es fehlt ihnen aber, gleich allen Phosphoriten vom Tafelberge, der hohe Eisengehalt, welcher
die Phosphate von Aruba auszeichnet. Auf Aruba kommen weisse und sehr lichte Varietäten von
Phosphorit überhaupt nicht vor.

4) Es ist ein Irrthum, wenn Meyn annimmt, dass der Phosphorit im Allgemeinen sehr gleichmässig in
seiner Zusammensetzung sei; dies ist, wie auf Aruba, nur bei den ausgeführten Massen der Fall. Auch
ist die Vorstellung sicherlich unrichtig, nach der das Ausgehende ärmer an dreibasischem Phos-
phate sein soll als das Innere des Lagers; alle Mittheilungen, die ich habe einziehen können,
weisen auf die gleiche Art des Vorkommens hin wie auf Aruba, was ohnehin von vornherein zu
erwarten war. Meyn ist auch falsch berichtet betreffs der Lagerung des Gesteins, denn der Phos-
phorit bildet keineswegs einen „ungeheuren Wall“ am Fusse des aus Korallenkalk bestehenden
Berges; er liegt vielmehr im Korallenkalke selbst und wurde bei meiner Anwesenheit auf einer

Gypskrystalle, von denen bekannt ist, dass sie auf Curaçao nicht selten an der Oberfläche der quartären Kalke angetroffen werden, sind am Tafelberge ebenfalls in ein Phosphat umgewandelt worden, welches von Kloos mit dem Namen Martinit¹⁾ belegt wurde. Dies Mineral, welches in nur mikroskopisch erkennbaren Rhomboëdern als Pseudomorphose nach Gyps auftritt, hat die Constitution $\text{Ca}_{10} \text{H}_4 (\text{P O}_4)_8 + \text{H}_2 \text{O}$, die als $\frac{2 \text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2}{4 \text{Ca H P O}_4} \} + \text{H}_2 \text{O}$ aufgefasst werden kann. Es ist unter der Guanodecke entstanden; nicht aber durch vollständigen Austausch von Schwefelsäure gegen Phosphorsäure, wie Kloos hervorhebt, „sondern das Calciumsulphat ist erst vollständig ausgelaugt und darauf z. Th. durch Phosphat ersetzt worden.“ Deswegen sind die Pseudomorphosen im Innern hohl, während ihre äussere Form derjenigen von Gypslinsen durchaus entspricht. Umhüllungspseudomorphosen von Phosphorit nach Gyps kommen auf Klein-Curaçao vor.²⁾

DIE HÖHLENPHOSPHATE stellen eine zweite Gruppe von Phosphoriten und phosphoritischen Kalken dar, welche von den metamorphosirten Korallenkalken sehr wesentlich verschieden sind. Ihr Vorkommen lässt sich am zweckmässigsten an der Hand der folgenden Profile erläutern.

Das Erste derselben zeigt den Boden einer alten, im Korallenkalke befindlichen Höhle mit dem Bruchstücke eines Stalagmiten, welcher in eine 2 m mächtige Knochenbreccie von eigenthümlich ziegelrother Farbe hineinragt. Das Gestein ist fast dicht, nur hie und da mit feinen Höhlungen versehen, an deren Innenseite man Concretionsmassen wahrnimmt; es enthält im Mittel 35 %, Calciumphosphat, ein Gehalt, welcher zum grössten Theile von den eingeschlossenen Knochenresten herrührt, während das Gestein selbst weit ärmer an Phosphorsäure ist. Die Knochen gehören sämtlich kleinen Säugethieren an, und da die Höhlen der Inseln noch heutigen Tages von zahlreichen Fledermäusen und Ratten sowie (auf Curaçao) von Kaninchen bewohnt werden, so liegt die Annahme nahe, dass auch die Knochenreste von solchen Thieren abkünftig sind. Zahlreich findet man zudem die Schneidezähne, in einzelnen Fällen auch die Hälfte des Unter-

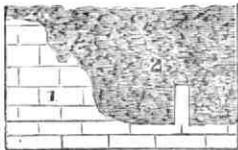


FIG. 20. AN DER TEUFELS-
KLIPPE BEI FUJK.

1. Korallenkalk. — 2.
Knochenbreccie.

der oberen Strandterrassen in bedeutender Höhe über dem Meeresspiegel gebrochen. Dies konnte ich constatiren, als ich von der Seeseite den Berg betrachtete, wenngleich ich ihn nicht betrat.

1) Kloos. Gesteine und Mineralien aus West-Indien. Sammlg. d. Geolog. Reichs-Museums in Leiden. Ser. II, Bd. I, pag. 1.

2) Vom Rath. Sitzungsber. d. niederrh. Ges. in Bonn am 3 Aug. 1878. — Vgl. Ferner Meyn l. c. pag. 701.

kiefers eines Nagers in unvollkommenem Zustande überliefert. Leider eignet sich das Gestein durchaus nicht zur Praeparation, doch möchte ich nach der Grösse der Nagezähne annehmen, dass dieselben eher einem kleinen Kaninchen als einer Ratte angehört haben. Ausser den Säugethierresten kommt vereinzelt auch *Cyclostoma megachile* Pot. et Mich. in der Breccie vor.

Das zweite Profil zeigt unter einer Decke von Korallenkalk, an der kleine Stalaktiten hängen, eine Anzahl von dunkelgrauen bis braunen und grünlichen Phosphoritlagen von wenigen Centimetern Mächtigkeit und mit einem durchschnittlichen Gehalte von etwa 80 % Calciumphosphat. Dünne Lagen von sehr dunkler

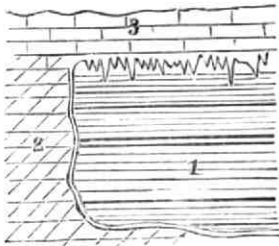


FIG. 21. AN DER TEUFELS-
KLIPPE BEI FUIK.

1. Phosphorit. — 2. Phosphoritischer Kalk. — 3. Korallenkalk.

Färbung enthalten das Mineral in fast reinem Zustande. Scharf begrenzte Schichtungsflächen fehlen; es sind vielmehr alle Lagen innig mit einander verwachsen und nur ihre verschiedene physikalische und chemische Beschaffenheit verleiht ihnen einen gewissen Grad von Selbständigkeit. Alle werden durch ein schmales Kalkband von einem lichtgrauen Gesteine geschieden, welches 40—60 % Phosphat enthält, keinerlei Schichtung wahrnehmen lässt und ohne scharfe Begrenzung sowohl oben in den Korallenkalk als seitlich in einen ziegelrothen,

phosphoritischen Kalkstein mit 25—30 % Calciumphosphat übergeht. Dieser Letztere ist ebenfalls ungeschichtet und enthält sehr zahlreiche Gehäuse von *Pupa ura* L. und *Cyclostoma megachile* Pot. et Mich. Stellenweise kommen in diesem Gesteine auch traubige Concretionen vor, deren sphaeroidische Massen durch Kalkspath getrennt sind und auf Bruchflächen bisweilen durchaus den Eindruck oolithischer Bildungen machen.

Das dritte Profil zeigt eine Höhle, deren Decke zerstört ist, während der untere

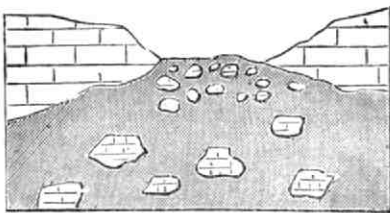


FIG. 22. AN DER TEUFELSKLIPPE
BEI FUIK.

Theil mit Phosphorit gefüllt wurde, in dem Bruchstücke von Korallenkalk in grosser Zahl vorkommen. Die Fragmente erreichen etwa $\frac{1}{3}$ m Durchmesser; nach oben zu werden sie kleiner, um hier ein durch Phosphorit verkittetes Conglomerat zu bilden.

Neben diesen drei Profilen, welche ich an der „Duivelsklip“ bei Fuik beobachtete, kommen an gleichem Orte noch verschiedene andere vor, worunter auch solche, in denen Durchschnitte durch Tropfsteine, allseitig von Phosphorit umgeben, auftreten. An sie schliesst sich das vierte der hier

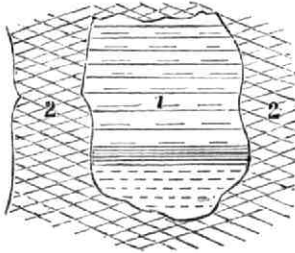


FIG. 23. BEI HERMANUS.
1. Phosphorit. — 2. Sinter-
bildungen.

abgebildeten Profile an, welches bei Hermanus aufgenommen ist. Es stellt den mit Phosphorit und phosphoritischen Kalken angefüllten Raum einer alten Höhle dar, welche allseitig von unveränderten Sinterbildungen umgeben wird. Solche Sinterbildungen hat man vielfach beim Sprengen der Phosphorite angetroffen, und die Thatsache, dass die reichsten Pockets plötzlich von reinem Kalksteine verdrängt werden, ist Eine der Ursachen, welche bis jetzt verhindert hat, diese Lager in Abbau zu nehmen. Sie ist selbstredend, weil die Phosphate innerhalb bereits bestehender Tropfsteinbildungen sich abgelagerten, und darin liegt auch der Grund, weswegen sich über ihre Ausdehnung an solchen Orten kaum etwas voraussagen lässt. So unregelmässig wie die Form der Hohlräume, so unregelmässig muss auch die Masse der abgelagerten Phosphate sein.

Sowie für die Umwandlung der Korallenkalke Seevögel und meeresbewohnende Thiere das Material geliefert haben, so ist dies für die Bildung der Höhlenphosphate durch die kleinen Säugethiere geschehen, welche die Grotten in grosser Zahl noch heute bewohnen. Schwärme von Fledermäusen bevölkern jeden Hohlraum des Kalkgebirges, so dass man ihre Gegenwart schon an dem intensiven Geruche, der ihnen eigen ist, wahrnimmt, falls es nicht glückt, die Thiere selbst aus ihren Schlupfwinkeln aufzuseuchen, um sie wie eine Wolke emporflattern zu sehen. Auch Ratten sind häufig, während die Kaninchen durch den Menschen fast ganz ausgerottet worden sind. Nur Ein Mal sah ich ein solches Thier auf Savonet; doch dürften dieselben früher viel zahlreicher gewesen sein, und ich halte die oolithischen Phosphorite für Koprolithe von Kaninchen.

Der Boden der Hohlräume ist bisweilen von einem an Phosphorsäure reichen, erdigen Guano bedeckt, in den man hie und da bis an die Knöchel einsinkt. Er ist hauptsächlich durch die Anhäufung der Excremente genannter Säugethiere gebildet, doch nehmen an seiner Zusammensetzung stellenweise auch die Skelette von grossen Schaben einen bedeutenden Antheil. So sah ich in der Höhle von Hato ungezählte Mengen dieser Insekten den Boden beleben, und dem entsprechend fanden sich Massen von Chitinskeletten daselbst den Excrementen beigemischt. Dass auch die Skelette der Säuger in den Guano gelangen, bedarf keines weiteren Hinweises.

Es möge nun angenommen werden, dass eine solche Guanodecke auf einer Kalksinterbildung am Boden der Höhle gelegen ist, so müssen die in ihr enthaltenen Salze bei den zu Zeiten fallenden, gewaltigen Regengüssen, welche das Wasser auch ins Innere der Hohlräume führen, ausgelaugt werden. Die Guano-

salze dringen in die Sinterbildungen ein und wandeln dieselben in Phosphorit um, aber gleichzeitig wird eine Umwandlung der ursprünglichen Guanoschicht in Phosphorit angenommen werden müssen, da dasselbe Wasser, welches die Guanosalze auflöste, auch doppelt-kohlensauen Kalk enthält; während einerseits der Guano phosphorsaure Salze in die Tiefe abgibt, wird ihm selber Kalk in Lösung zugeführt. Endlich ist ein direkter Absatz von Phosphorit aus dem Kalk und phosphorsaure Salze

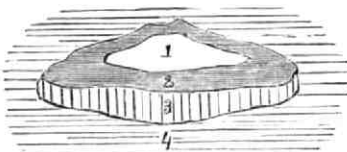


FIG. 24. GEODE IN PHOSPHORIT
VON HERMANUS.

1. Hohlraum. — 2. Phosphorit. —
3. Kalkspath. — 4. Phosphorit.

enthaltenden Wasser von vornherein wahrscheinlich; dass er wirklich stattgefunden, beweist der nebenstehend abgebildete, sphäroidische Hohlraum, welcher durch weingelben Kalkspath und rothen Phosphorit nur zum Theile ausgefüllt ist. Er liegt in einem Phosphate mit deutlich geschiedenen Lagen und gleicht in jeder Hinsicht einer Mandel.

Die Concretionen, welche so zahlreich in den Phosphaten vorkommen, halte ich auch, ebenso wie die in dem metamorphosirten Korallenriffe von Aruba auftretenden, zum Theil für Bildungen, welche durch direkten Absatz entstanden sind; ferner ist das in Fig. 22 vorkommende Conglomerat mit der Breccie vom Culebra, deren Fragmente durch Phosphorit verkittet sind (Fig. 19), zu vergleichen. Dagegen halte ich die dunklen, dünnen Schichten des in Fig. 21 dargestellten Profils, welche die Apatitsubstanz fast ganz rein zeigen, für metamorphosirten Guano, die dazwischen eingeschalteten, mächtigeren und lichter gefärbten Lagen aber für umgewandelte Kalksinter. Selbstredend lässt sich die Entstehungsweise der phosphathaltigen Gesteine nicht in jedem einzelnen Falle erörtern.

Die behandelten Profile erklären sich nach Obigem selbst; nur das zweite bedarf noch einiger Erläuterung. Hier ist es klar, dass die etwa 80 % Calciumphosphat enthaltenden Lagen in einem Hohlraume gebildet wurden; dasselbe gilt für diejenige Partie, welche nur 25—30 % Phosphat besitzt, da sie zahlreiche Landschnecken aufweist, welche die Existenz einer Höhlung während der Bildung des phosphoritischen Kalkes voraussetzen. [Dabei kann gleichwohl die Metamorphose erst später eingetreten sein.] Die mittlere Partie mit etwa 40—60 % Calciumphosphat muss dagegen ein Tropfstein sein. Er mag vielleicht gleichzeitig umgewandelt sein mit der Bildung der reichen Phosphorite in seiner unmittelbaren Nähe; jetzt wird er von ihnen durch ein dünnes Kalkband geschieden, welches ich für die Ausfüllung einer Ablösungskluft ansehe; an der anderen Seite ist seine Grenze durch den Einfluss der Metamorphose gänzlich verwischt worden.

Diejenigen Höhlen, welche gänzlich mit Phosphorit und phosphoritischen Kalken gefüllt sind, müssen die oberen Ausfüllungsmassen von ihren höher gelegenen

Fortsetzungen im Korallenriffe erhalten haben, da in ihnen selbst eine nennenswerthe Guanobildung nach beträchtlicher Reduktion des den Thieren zum Aufenthalte dienenden Raumes nicht mehr angenommen werden kann.

Eine grosse Reihe von Höhlenphosphaten, die ich gesehen, war ohne Ausnahme durch das Vorkommen von Landschnecken ausgezeichnet, der oben genannten *Pupa uva* und *Cyclostoma megachile*, welche beide in ungeheuren Mengen noch heute die Oberfläche des Kalkgebirges bewohnen. Dasselbe ist in buchstäblichem Sinne mit diesen Thieren besät, vor allem mit der *Pupa*, die auch in den Höhlenbildungen am häufigsten ist. Die kräftige Wirkung der Regengüsse wird leicht eine grössere Menge solcher Schalen durch irgend eine Spalte der Korallenkalke in die Höhlungen hinabführen, und so gelangen Letztere in die Sinter und Phosphorite. Sie sind die ausgezeichnetsten Leitfossilien derselben, während Knochenreste bis jetzt nur aus den Höhlen von Fuik und vom S. Grandi bekannt sind.

Die Landschnecken einerseits, die Gehäuse von Meeresconchylien und namentlich von Korallen andererseits lassen nun zwar die Höhlenphosphate leicht von den umgewandelten, älteren quartären Korallenkalcken unterscheiden; aber es ist auch der Fall denkbar, dass eine von Höhlungen ausgehende Phosphoritbildung einen Theil des umgebenden Korallenkalkes ergriffen hat, so dass metamorphosirte Korallen unter der Einwirkung des Guanos der Grotten entstehen. Eine grössere Ausdehnung von so entstandenen Phosphoriten mit Resten von Meeresorganismen ist aber nicht sehr wahrscheinlich, und deswegen muss man in jedem einzelnen Falle die Ursache der Umwandlung besonders feststellen, bevor man über die Abbauwürdigkeit irgend einer Ablagerung ein Urtheil fällen kann.

DIE VERBREITUNG DER PHOSPHATE auf den Inseln Curaçao, Aruba und Bonaire ist eine sehr bedeutende. Höhlenphosphate kenne ich aus eigener Anschauung von Fuik und von Hermanus auf Curaçao in grosser Zahl; auch zweifle ich nach mir gemachten Mittheilungen nicht daran, dass reiche Phosphorite (75 %), welche auf St. Jan und Ascention in West-Curaçao vorkommen, derselben Gruppe von Gesteinen zuzurechnen sind. Auf Bonaire sind mir unzweifelhafte Höhlenphosphate nur im Serro Grandi bekannt¹⁾, bei Phosphoritnestern mit undeutlicher Begrenzung gegen den Korallenkalk, welche bei Fontein daselbst vorkommen, vermag ich

1) Herr Simons, welcher die Lager genau untersucht hat, theilte mir darüber Folgendes mit: „I made excavations in all the open caves (11) and generally found a layer of red limestone containing 15 % to 20 % phosphate, full of landshells and in some places bone fragments. In one cave this red deposit was 6 feet deep. Below, a few inches of dark brown phosphate (60 % to 70 %) usually followed, and under that, another thin layer of white phosphate (82 % to 86 %) when the hard compact coral limestone was met with. No two caves were exactly alike.“ — Hier scheint demnach die Metamorphose ziemlich gleichmässig von oben nach unten fortgeschritten zu

dagegen nicht zu entscheiden, ob ihre Bildung von Höhlen aus ihren Anfang genommen ¹⁾. Da man in ihnen zahlreich die Reste von Haifischen, sowie von Sirenen und Rochen antrifft, so ist es möglich, dass die vergangenen Leiber dieser Thiere die einzige Ursache der Phosphoritbildung daselbst sind. Auf Aruba sind in Grotten gebildete Phosphate bis jetzt nicht bekannt, doch dürften sie auch dort schwerlich fehlen.

Die ausgedehnten Lager metamorphosirter Korallenkalke von der Ostküste Aruba's und vom Tafelberge auf Curaçao wurden oben bereits behandelt; daneben kommen kleinere Lager und phosphoritische Kalke dieser Art noch an vielen anderen Punkten vor, an denen vielleicht die Ablagerung der die Metamorphose bedingenden Excremente eine geringere Ausdehnung hatte (wie z. B. am Carachito auf Aruba) oder auch Verhältnisse obwalteten, welche mit den von Fontein auf Bonaire angeführten übereinstimmen. Endlich sind Kalksteine mit geringem Phosphorsäuregehalt weit über die Inseln verbreitet; oft sinkt der Gehalt an Calciumphosphat bis auf 6 % herab.

Wirbelthierreste aus marinen Phosphaten.

1. RESTE VON SIRENEN. (Tab. I, Fig. 1 u. 2.)

In den Phosphaten des Serro Colorado auf Aruba findet man nicht selten Reste grosser Wirbelthiere, vor allen Dingen Rippen und Wirbel, welche indessen meistens in dem für eine Praeparation sehr ungünstigen Gesteine so eingebettet sind, dass sie nur in Durchschnitten studirt und deswegen nicht näher bestimmt werden können. Unter den wenigen freien Bruchstücken, die ich erhielt, war nur Eins einer eingehenderen Betrachtung werth.

sein. Die tiefsten Schichten waren ihr am längsten ausgesetzt und zeigen demnach den grössten Gehalt an Calciumphosphat, die oberflächlichen den geringsten. Es steht dies in völligem Einklange mit der oben gegebenen Erklärung für die Entstehung der Phosphorite. Die von Simons erwähnten Landschnecken sind die oben genannten Arten. Sie kommen unter dem von mir gesammelten Materiale von S. Grandi theils mit noch erhaltener Schale, theils als Steinkerne vor.

1) Für diese Phosphate habe ich zuerst, vor meinem Aufenthalte in West-Indien, die Möglichkeit hingestellt, dass sie aus Korallenkalken durch einen von Fledermäusen abkünftigen Guano in Folge von Umwandlung entstanden sein könnten (l. c. pag. 476). Hughes, welcher meine Arbeit so wenig wie diejenige von Sandberger kennt, spricht l. c. ebenfalls die Ansicht aus, dass Fledermäuse den Anlass zur Bildung von Phosphoriten gegeben haben. Wenngleich sich somit meine früher aufgestellte Hypothese bestätigt hat, so findet dieselbe doch vorläufig keine Anwendung für die Erklärung derjenigen Phosphorite, für die ich sie zuerst annahm.

Es ist eine ziemlich vollständige, sehr plumpe Rippe, welche doppelt, abwärts und gleichzeitig nach hinten, gebogen ist. An dem zerbrochenen Distalende zeigen die glänzenden Bruchflächen eine massige Struktur; das Proximalende ist fast unversehrt, am Capitulum Eine Gelenkfläche erhalten; das Tuberculum, ziemlich hoch und spitz, hat seine Form unbeschädigt bewahrt. Capitulum und Tuberculum werden durch einen wohl entwickelten, hohen, vorne und hinten abgeflachten Hals geschieden; namentlich an der Vorderseite ist diese Abflachung bedeutend, und im Verlande mit ihr ist der Innenrand am Vertebralende der Rippe sehr scharfkantig. Im Uebrigen ist dieser Rand, und mehr noch der Aussenrand, zugerundet; an Letzterem fällt die gleichmässige Biegung vom Tuberculum bis zum Distalende auf, da dieselbe kaum durch den schwach entwickelten Angulus costae unterbrochen wird. Eine stumpfe, vom Tuberculum ausgehende, zugerundete Kante zieht sich der Länge nach zum Distalende über die Mitte der Vorderfläche der Rippe hin, deren Querschnitt anfangs elliptisch ist, nach unten zu aber mehr und mehr einen zugerundet-rhomboidischen Umriss annimmt (vgl. fig. 1^a u. 1^b). Die hintere Rippenfläche zeigt einen seichten Gefässcanal, welcher nahe dem Innenrande unter dem Tuberculum beginnt und sich unter schwach förmiger Biegung zum Aussenrande hinzieht.

Die plumpe Form, der eigenthümliche Querschnitt und die massige Struktur der Rippe liessen sie als Rest einer Sirene erkennen, und die in demselben Gesteine befindlichen Wirbelbruchstücke zeigen Durchschnitte, welche ebenfalls mit dieser Deutung im völligen Einklange stehen. Keine andere Wirbelthiergruppe besitzt ähnlich gebaute Rippen, und speciell bei den anderen, meeresbewohnenden Säugethieren sind dieselben sehr abweichend geformt. Der bedeutende Abstand von Capitulum und Tuberculum sowie die dem Letzteren sehr genäherte Lage des Angulus costae weist ferner auf eine der ersten Rippen des Körpers hin, und es ist somit der in Figur 1 dargestellte Ueberrest als linke Vorderrippe einer Sirene zu bezeichnen.

Es musste sich nun zunächst die Frage aufdrängen, ob das Fossil vielleicht mit Einer der noch lebenden Sirenen identisch sei, und ich konnte zu diesem Zwecke folgende Skelette vergleichen: *Manatus australis* von Surinam, 2.20 m lang; *Manatus senegalensis* von Liberia, 2.53 m lang, *Halicore dugong* von Amboina, 1.86 m lang. Grössere Skelette standen mir nicht zu Gebote.

Beim *Manatus australis* stimmt die zweite, linke Rippe in ihrer allgemeinen Form ziemlich gut mit dem Fossile überein; alle anderen zeigen mehr oder minder bedeutende Abweichungen. Sämmtliche Rippen, mit Einschluss der zweiten, besitzen aber einen flachelliptischen Querschnitt und dem entsprechend ziemlich scharfkantige Innen- und Aussen- (resp. Vorder- und Hinter-) Ränder; auch ist der Hals

bei weitem nicht so sehr abgeflacht wie bei dem Fossile, so dass eine Zuziehung des Letzteren zu der genannten, recenten Art ausgeschlossen ist.

Beim *Manatus senegalensis* besitzen auch alle Rippen einen elliptischen Durchschnitt, und vor allem sind auch die beiden ersten, mit denen der Ueberrest der starken Krümmung wegen wohl nur verglichen werden darf, im Querschnitte flach-elliptisch. Dazu kommt, dass bei diesen Rippen der *Angulus costae* sehr stark ausgeprägt ist.

Bei *Halicore dugong* ist der Querschnitt der vorderen Rippen wieder flach-elliptisch und der Winkel so sehr entwickelt, dass jeder nähere Vergleich wegfallen darf. Die Rippen von *Rhytina* endlich sollen denen von *Halicore* gleichen¹⁾ und sind auch schon dadurch von dem Fossile zu unterscheiden, dass sie einfach nach abwärts gekrümmt sind.

Ebensowenig wie die lebenden zeigen auch die fossilen Sirenen Europa's Beziehungen zu dem Fossile von Aruba; diejenigen von *Halitherium*²⁾ und *Felsinothorium*³⁾ weisen ganz bedeutende Abweichungen auf, während mit *Metaxytherium* ein näherer Vergleich bis jetzt nicht möglich ist. Aus Amerika, und zwar von der Westküste von Maryland, erwähnt Harlan die Rippe eines fossilen *Manatus*, bildet sie aber nicht ab.⁴⁾ Leidy beschrieb ferner ein Fossil als *M. antiquus* auf Grund von Rippenfragmenten und eines Molaren, von denen die Ersteren aus miocaenen Schichten von New Jersey in Virginien und aus den postpliocänen Schichten des Ashley-Flusses in Süd-Carolina abkünftig waren, gab aber von den Rippen auch keine Abbildung.⁵⁾ Von der fossilen Sirenengattung *Prorastomus* endlich, welche Owen aus Schichten von Jamaica beschrieb,⁶⁾ sind die Rippen völlig unbekannt; ebenso von dem *Manatus inornatus* Leidy aus den postpliocänen Phosphaten des

1) G. R. Lepsius. *Halitherium Schinzi*, die fossile Sirene des Mainzer Beckens pag. 140. (Abhandlg. des mittelhheinischen geologischen Vereins, I Band. 1882.)

2) L. c. pag. 136 ff., tab. VII, fig. 78.

3) Ach. de Zigno. *Sopra un nuovo Sirenio fossile scoperto nelle colline di Brà in Piemonte* pag. 947, tab. 6 (Atti della R. Accademia Dei Lincei 1877, 78, Ser. III, Mem. d. Class. di sc. fis., math. e natur. vol. II, Roma).

4) Richard Harlan. *Notice of the Plesiosaurus and other fossil reliquiae from the State of New Jersey*, pag. 236 (Journ. of the Acad. of Nat. Sciences of Philadelphia. Vol. IV). — Nach J. Leidy (The Ancient Fauna of Nebraska, 1852, pag. 10.) stammt das von Harlan erwähnte Fossil aus pliocänen Schichten.

5) J. Leidy. *Notice of some remains of extinct Vertebrated Animals*, pag. 165. (Proceedings of the Acad. of Nat. Sc. Philadelph. Vol. III, 1856). Der Molar ist von Holmes abgebildet (Postpliocene fossils of South Carolina. Charleston 1860, pag. 117, tab. 24, fig. 5—7.)

6) Quart. Journ. of the Geological Society. London. Vol. XI. 1855. pag. 541. — Dasselbst Vol. XXXI, 1875, pag. 559. — Es ist noch nicht festgestellt, welchem Zeitalter die betreffenden Schichten angehören.

Ashley-Flusses, einer Art, welche nur auf das Bruchstück eines Molaren gegründet ist.¹⁾

Nach Allem zeigt das Fossil von Aruba, so weit mir der Vergleich mit andern Sirenen möglich war, die nächsten Beziehungen zu den Rippen des *Manatus australis*; freilich ist der Rest zur Feststellung irgend welcher verwandtschaftlicher Beziehungen ungenügend. Vergleicht man aber die Dimensionen desselben mit den entsprechenden Rippen der Sirene, welche an den Küsten des caribischen Meeres lebt, so erkennt man, dass der fossile Rest einem Thiere von ganz bedeutender Grösse angehört haben muss. Die grösste Breite desselben beträgt 38 mm, diejenige der zweiten Rippe von *M. australis*, mit der das Fossil am ehesten verglichen werden darf, bei dem mir vorliegenden Skelette dagegen nur 25 mm. Noch viel grössere Dimensionen zeigt das zweite der dargestellten Rippenfragmente (Fig. 2) an, welches von derselben Lokalität abkünftig ist und der Form seines Querschnittes nach ebenfalls mit grosser Wahrscheinlichkeit derselben Species zugerechnet werden darf. Seine Grösse ist eine so beträchtliche, dass sie weit diejenige aller bekannten Rippen von lebenden Sirenen übersteigt.

Zu derselben Art, welche in den Phosphaten von Aruba vorkommt, dürfen vielleicht auch noch einige Rippenfragmente gerechnet werden, die von Fontein auf Bonaire abkünftig sind; dagegen kommen im Serro Colorado ausserdem Bruchstücke von Rippen vor, welche durch einen sehr flachelliptischen Querschnitt ausgezeichnet sind und nicht wohl mit dem oben beschriebenen Fossile vereinigt werden können. Ihre Bruchflächen sind gleich glänzend und die Struktur ist gleich dicht wie bei den Rippen der Sirenen.

2. CARCHARODON SMITH. (Tab. I, Fig. 3—7.)

Von Bonaire liegt mir eine Reihe von Bruchstücken eines *Carcharodon* vor, welche durch nichts von *C. megalodon* Ag. zu unterscheiden sind und deswegen auch früher mit diesem Namen von mir belegt wurden. Andere Zahnspitzen unterscheiden sich von jenen nur durch eine sehr grobe Zähnelung, sind aber offenbar von dem gleichen Thiere abkünftig, wie denn auch bereits durch Agassiz erkannt wurde, dass derartige Abweichungen in der Zähnelung der Ränder keinen Art-Unterschied abgeben. Agassiz beobachtete dies unter anderen auch bei dem *C. megalodon*: „j'ai reconnu plutard que ce caractère n'avait pas assez de fixité pour justifier une distinction spécifique.“²⁾ Noch andere Zähne von Bonaire sind kleiner als dasjenige Fossil, welches man gewöhnlich als

1) Contributions to the extinct Vertebrate Fauna of the Western Territories by J. Leidy. — Un. St. Geolog. Surv. Hayden Vol. I, pag. 336, tab. 37, fig. 16, 17.

2) Recherches sur les poissons fossiles, T. III, pag. 249.

C. megalodon zu bezeichnen pflegt, ohne indessen im Uebrigen Abweichungen von ihm erkennen zu lassen; selbstredend können aber Grössenunterschiede keine Artcharaktere abgeben. Auch durch Quenstedt ist bereits darauf hingewiesen worden, dass mit *C. megalodon* zusammen in der Molasse von Schwaben kleinere Zähne vorkommen (*C. Escheri* Ag.), die vielleicht mit jener Art zu vereinigen wären.¹⁾

Nur zwei Zahnspitzen von Bonaire, die von dem gleichen Fundorte wie die oben erwähnten abkünftig sind, besitzen eine Form, welche mit derjenigen von *C. megalodon* nicht übereinstimmt, und da es einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit hat, dass diese gleichschenkligen, geraden und spitzen Zähne (Fig. 7.) derselben Art angehören wie die eingangs erwähnten Bruchstücke, so ziehe ich auch für Letztere die Benennung *C. megalodon* wieder ein.

Von der einzigen *Carcharodon*-Art, welche in den heutigen Meeren noch lebt, *C. Rondeletii* Müll. Henle,²⁾ sind die Fossilien sicher verschieden, da unter ihnen die ersterwähnten Formen sich durch die beträchtliche Biegung der Zahnränder weit von den Zähnen der recenten Art entfernen.

Der Fundort sämtlicher Zahnbruchstücke ist Fontein auf Bonaire.

3. OXYRHINA AG. (Tab. I, Fig. 8.)

Eine Reihe von Zahnbruchstücken, welche in allen Merkmalen mit Zähnen der lebenden Art *O. gomphodon* Müll. Henle³⁾ übereinstimmen, ebensowenig aber von *O. glauca* Müll. Henle⁴⁾ zu unterscheiden sind. Die Kiefer der beiden recenten Arten können überhaupt nicht von einander getrennt werden, wenn sie allein zur Untersuchung vorliegen, und deswegen glaube ich auch von der Benennung der betreffenden Fossilien absehen zu müssen.

Es ist indessen nicht unmöglich, dass auch die in Figur 9 u. 10 dargestellten, glattrandigen, doppelt gekrümmten Zähne mit breiter, unvollständig erhaltener Basis, welche von dem gleichen Fundorte stammen, derselben Art angehören, und in diesem Falle würde sich Letztere sicher von den genannten Species der heutigen Fauna unterscheiden lassen.

Der Fundort aller Bruchstücke ist Fontein auf Bonaire.

4. Zahnbruchstücke eines Rochen aus der Familie der MYLIOBATIDEN (Tab. I, Fig. 11.) Abkünftig von Fontein auf Bonaire.

5. Zahnbruchstück eines Fisches aus der Gruppe der GYMNOdonten (Tab. I, Fig. 12), bestehend aus 7 unvollständig erhaltenen Zahnplatten und vielleicht der Gattung *Diodon* angehörig. Ebenfalls von Fontein auf Bonaire stammend.

1) Handbuch der Petrefaktenkunde. 3te Auflage. 1885. pag. 267.

2) Müller und Henle. Systematische Beschreibung der Plagiostomen, pag. 70.

3) Müller u. Henle. l. c. pag. 68.

4) l. c. pag. 69.

Erosion durch das Meer.

Auf allen drei Inseln kommen gehobene UFER TERRASSEN vor, welche in grosser Vollkommenheit besonders an den Nordküsten sich ausbildeten, da dieselben offen und der herrschenden Wind- und Stromrichtung¹⁾ ohne Schutz ausgesetzt sind. Ihrer Form nach lassen die Terrassen sich in drei Hauptgruppen zerlegen.

Eine derselben (A) zeigt eine gleichmässig dem Meere zugeneigte Abdachung, welche die alte Brandungsterrasse unterhalb des Niveau's der halben Fluthöhe darstellt, landeinwärts begrenzt von einer steilen, annähernd oder auch völlig lothrecht abstürzenden Wand. Diese Stirnwand ist meist 5 bis 10, selten 15 m hoch und in ihren Fuss ist die Hohlkehle eingeschnitten, welche sich nicht selten tief einwärts als Grotte im Kalkgebirge verfolgen lässt. Die Neigung der Plattformen beträgt auf Curaçao, wo sie in dieser Ausbildung am vollkommensten auftreten, nur 2–3°, so weit ich im Stande war, unterstützt durch Photographieen und aus weitem Abstände, Messungen anzustellen; denn letztere sind auf den Uferterrassen selbst wegen der sie bedeckenden Vegetation kaum auszuführen. Die Höhe der Höhlen beträgt vielfach nur 2 m, an anderen Orten etwa das Doppelte, aber nach den mir vorliegenden Beobachtungen nicht mehr; ihre Wände zeigen an regelmässige Gewölbe erinnernde Bogenlinien, und unter dem den Boden bedeckenden Kalksinter liegen bisweilen zahlreiche Rollsteine des Grundgebirges, welche die Wellen bei der Erosion durch ihre ausschleifende Thätigkeit unterstützt haben.



FIG. 25. LOSE BLÖCKE VON
QUARTÄREM KALKE.

Derartige Höhlen lassen bei aufmerksamer Betrachtung keinen Zweifel über die Art ihrer Entstehung zu und sind leicht von den ursprünglichen Hohlräumen des Riffee, die ihren Grund in Wachstumsverhältnissen der Korallenbauten haben, zu unterscheiden. Die Oberfläche der Plattformen ist mit zahlreichen Blöcken bedeckt, deren Grösse in der Richtung vom Meere nach der Stirnwand hin zunimmt und welche Haushöhe erreichen, während ihre Oberfläche zerfressen ist und überall die Einwirkung des Meereswassers erkennen lässt. Bisweilen begegnet man auf den Plattformen auch den Fussstücken von Stalagmiten, so z. B. besonders schön bei Hermanus, wo

1) Die Geschwindigkeit des ONO-Passates wird auf etwa 7 m im Mittel angegeben. Der Wind ist ziemlich gleichmässig das ganze Jahr hindurch, und es dürften kaum 30 ruhige Tage in diesem Zeitraume eintreten, welche sich auf die Monate November, October und September vertheilen. Im Allgemeinen ist der October der windärmste Monat.

sich der Umriss einer alten Grotte auf der gehobenen Brandungsterrasse reconstituieren lässt. Dass jene vor der Herausbildung der Plattform bereits im quartären Riffe bestanden haben muss, bedarf kaum des Hinweises.

Die zweite Form der Terrassen (C) ist eine Modifikation der soeben beschriebenen. Die überhängende Decke des von vielen, senkrechten Kluftflächen durchsetzten Korallenkalkes ist eingestürzt und die Brandung hat sich ihrer Bruchtheile bemächtigt, um am Fusse der Stirnwand einen Uferwall mit 8—10° Neigung zu formen, welcher mehr oder minder rasch und gleichmässig in den weniger geneigten, see-

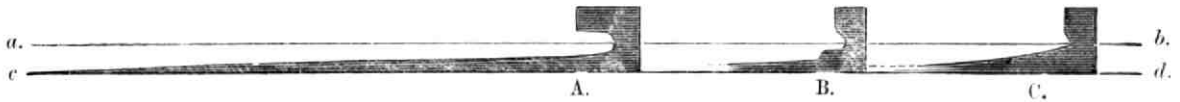


FIG. 26. VERSCHIEDENE AUSBILDUNG DER BRANDUNGSTERRASSEN.
a—b. Hochwasserlinie; c—d. Niedrigwasserlinie.

wärts gekehrten Abschnitt der Brandungsterrasse übergeht. Eine nach innen einfallende Dachfläche ist als Rest der am Fusse durch Schotter verhüllten Hohlkehle bestehen geblieben, entsprechend demjenigen Abschnitte der Höhlung, welcher über der Hochwasserlinie gelegen war. Statt der concaven Fläche ist also ein stumpfwinkliger Einschnitt entstanden, der eine Zeit lang erhalten bleiben musste, weil die am Uferwalle auflaufende Welle einen grossen Theil ihrer Kraft einbüsste und kaum noch über die Hochwasserlinie hinaus wirken konnte. Der Einschnitt kann indessen auch gänzlich fehlen, so dass sich der Schuttwall an eine einfach lothrecht oder etwas geneigt abstürzende Wand anlehnt. Dies erklärt sich durch die Möglichkeit eines sehr verschiedenen Abbrechens der Deckentheile von selbst, und beide Arten von Uferwällen kommen deswegen unmittelbar neben einander vor, wie es Figur 30 zeigt.

Die dritte Form der Terrassen (B) weist wesentlich abweichende Oberflächenverhältnisse auf, denn unterhalb der Hohlkehle folgt entweder unmittelbar (neben-

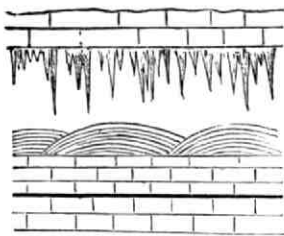


FIG. 27. GROTTÉ BEI FONTEIN, mit Sinterbildungen ausgekleidet. Kalkbänke in schwebender Lage bilden ihr Liegendes und sind seewärts steil abgebrochen.

stehende Figur) oder in geringem Abstände seewärts ein treppenförmiger Absatz, und dies kann sich mehrfach wiederholen, so dass die Plattform einen stufenartigen Bau zeigt, statt eine einfach geneigte Ebene zu bilden. Während die beiden ersterwähnten Formen dort vorkommen, wo die Kalkschichten nach der Seeseite mit starker Neigung einfallen¹⁾, tritt diese letztere bei schwebender Lage der Bänke auf, ist aber im Einzelnen, wie es scheint, sehr grossen Unregelmässigkeiten unterworfen.

1) Strenger ausgedrückt: eine mantelförmige Lagerungsform aufweisen. (Vgl. oben pag. 83.)

Man beobachtet derartige Terrassen in der Umgebung von Fontein, und auch in den Höhlen des Serro Grandi auf Bonaire sind dieselben entwickelt. Simons, welcher die in der mittleren Strandlinie des S. Grandi gelegene Grotte bis etwa 90 m ins Innere des Berges hinein verfolgt hat, theilte mir mit: „The floor was not level, but in terraces, some very abrupt and with as much as 4 feet rise.“ Die Brandungsterrasse hat hier im Innern des Berges also noch eine ansehnliche Breite und dasselbe ist bei Fontein der Fall, wo die mittlere Neigung aus diesem Grunde eine geringe bleibt. An anderen Orten dagegen sieht man die Stufen der Plattform in rascher Folge von innen nach aussen auftreten, so dass die Brandungsterrasse schmal wird, während ihr Neigungswinkel eine dem entsprechende, bedeutende Zunahme aufweist. Dies ist unter anderen auch an der Boca van Welvaart der Fall.¹⁾

Eine Gesetzmässigkeit vermochte ich betreffs der Ausbildung der Stufen nicht aufzufinden, und es scheint mir, als ob dieselbe auch nicht bestehe, dass vielmehr zufälliger Wechsel in der Widerstandsfähigkeit der Gesteinsschichten und das Auftreten oder Fehlen von Kluftflächen hier die mannigfaltigsten Modifikationen herauszubilden im Stande seien. So sieht man denn auch verschiedene Ausbildungen in den gehobenen Terrassen unmittelbar neben einander auftreten und an der Küste von Fontein augenblicklich entstehen.

Dort wird vor dem Hause am Nordstrande beim Sinken der Flut eine Hohlkehle entblösst, welche dem Hochwasser ihre Bildung verdankt und nach unten hin an Einer Stelle durch eine senkrecht abstürzende Wand begrenzt wird, während in unmittelbarer Nähe die Letztere fehlt und die Wellen weit unter die gehobene Uferterrasse fortrollen. Es will mir hienach und auf Grund anderer, ähnlicher Beobachtungen scheinen, als ob bei schwebender Lage der Bänke die Form der Brandungsterrasse allerdings vielfach eine treppenartige werden könne, dass indessen diese Ausbildung nicht immer einträte. So vermochte ich auch an der Küste von Antikurie, wo die Erosionsthätigkeit am besten zu beobachten ist, nur eine gleichförmige Abdachung der Plattform wahrzunehmen.

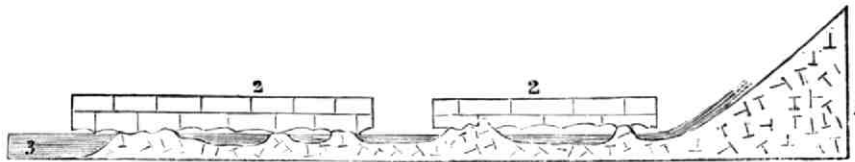


FIG. 28. EROSIONSERSCHEINUNGEN BEI ANTIKURIE. — 1. Diabas. — 2. Korallen-kalk. — 3. Meer.

Die gehobene Terrasse ist hier an einigen Punkten der ganzen Breite nach

1) Vgl. oben pag. 52.

unterwaschen, so dass die Brandungswogen des Hochwassers an ihrer landeinwärts gekehrten Grenze wieder ans Licht treten, um an den Gehängen des Diabasgebirges, welches hier das Liegende der quartären Kalke darstellt, emporzulecken. Die ganze, niedrige Plattform von Antikurie ist somit ein einziges, ausgedehntes Gewölbe, welches nur noch auf einzelnen Pfeilern des Grundgebirges ruht und des Einsturzes harrt. Vielfach hat aber dieser schon stattgefunden, und eine Reihe von pittoresken Brücken ist entstanden, welche dem Ufer vorgelagert sind, gekrönt von den Fetzen der Kalkbank, mit der sie sich früher zur Bildung einer zusammenhängenden Terrasse vereinigten. Auch landeinwärts sind hie und da schon beträchtliche Einstürze erfolgt, und hier sieht man an den Seitenwänden der früheren Höhlungen geschwungene Bogenlinien von auffallend regelmässiger, an Nischen erinnernder Form, welche den gewölbeähnlichen Bildungen in den gehobenen Strandlinien gleichkommen, aber dieselben an Regelmässigkeit übertreffen, da sie noch nicht mit Kalksinter bekleidet sind. An ihrem Boden liegt die mit Sand und Geröllen bedeckte Terrasse, über welche die Brandung des Hochwassers hinweg-

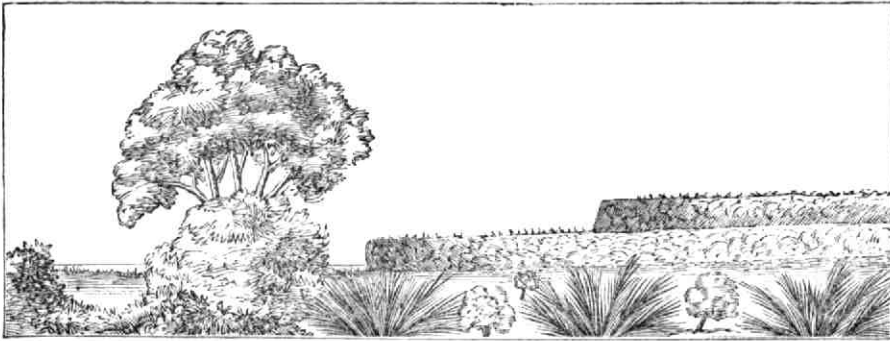


FIG. 29. UFER TERRASSEN BEI HATO.

Im Hintergrunde das Niveau des Meeres. Gesehen von dem Hause bei Hato, nach NO zu.

stiebt. Brocken einer älteren Uferterrasse befinden sich noch weiter aufwärts an den Gehängen des Diabasgebirges, welches der zerstörenden Wirkung einen weit bedeutenderen Widerstand entgegensetzen konnte und so das Vordringen der Strandlinie weiter landeinwärts verhinderte. Mit desto grösserer Kraft konnten aber die Wogen das Zerstörungswerk an den quartären Kalken vollführen, welche hier an der Nordküste von Aruba auf diese Weise fast völlig vernichtet wurden.

Am vollständigsten sind die STRANDLINIEN AUF CURAÇAO entwickelt, woselbst sie, von geringen Unterbrechungen abgesehen, das ganze Eiland ringförmig umgeben. An der Nordküste vor allem, wo der Kalkgürtel sehr breit ist und die vordringende Brandungswelle keine Aenderung des Gesteins antraf, konnten sie sich am regelmässigsten ausbilden.

Bei Hato liegen über der niedrigen Uferterrasse, welche den heutigen Strand

begrenzt und mit einer Höhe von 3—5 m fast ununterbrochen alle drei Inseln umsäumt, landeinwärts noch zwei andere Plattformen, welche, nirgends eine nennenswerthe Lücke aufweisend, sich von Hato aus einerseits bis nach Ascention, andererseits bis nach Brievengat verfolgen lassen und überall nahezu den gleichen Abstand von der Küste innehalten. Im schmalsten Theile reicht die höchste der Terrassen ohne Unterbrechung von den quartären Kalken in die Kreideformation hinüber, da die cretaceischen Schichten hier aus leicht zerstörbaren Mergeln bestanden, und westlich vom Kleinen Berg hat diese Plattform eine so bedeutende Ausdehnung erlangt, dass ihre Stirnwand der Südküste mehr genähert ist als der Nordküste. Hier hängt die Strandlinie mit den inneren Steilabstürzen des Küstengebirges von Nord- und Südstrand, welche das Thal im Osten von Hermanus einschliessen, zusammen.

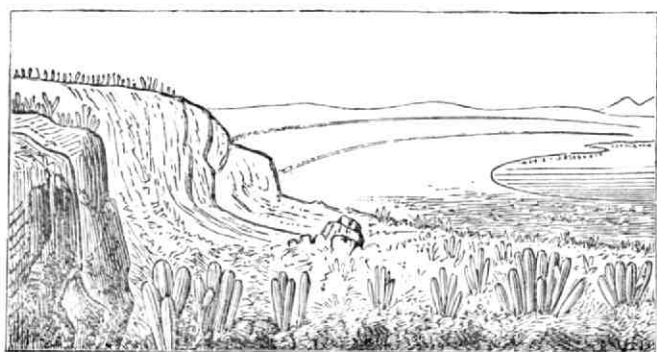


FIG. 30. FORTSETZUNG DER IN FIG. 29 DARGESTELLTEN STRANDLINIEN NACH WESTEN ZU.

Die Ansicht ist von der Höhe der Stirnwand genommen, in der auch die Grotte von Hato liegt (in der Zeichnung vorne links). Im Vordergrund die bewachsene Brandungsterrasse; rechts die Küste von Hato, stark verkürzt und daher als Bucht erscheinend.

Auch an der Südküste von Curaçao sieht man in der Regel drei Uferterrassen, die zwar minder weit als diejenigen der Nordküste nach innen sich ausdehnen, aber an Schärfe nicht gegen sie zurückstehen. Eine Ausnahme macht in Bezug auf Letzteres nur die Umgebung der Stadt, woselbst die Höhen mit geringer Neigung seewärts einfallen und die Ausprägung der Strandlinien

demzufolge undeutlicher ist. An der Südostecke nimmt die Zahl der Uferterrassen vom Tafelberge nach Ostpunt zu allmählig ab: der Tafelberg besitzt drei, der nach Osten folgende, niedrige Berg, welcher „Duivelsklip“ genannt wird, nur noch zwei gehobene Strandlinien, von welchen die obere nur unvollständig nach innen begrenzt ist, da die Erosion die zur Plattform gehörige Stirnwand bereits theilweise zerstört hat. Weiter nach Osten fehlt die Stirnwand ganz und sinkt die Zahl der Strandlinien auf Eine herab; ebenso an einem Theile der gegenüberliegenden Nordküste, nahe bei Ostpunt.

Wie hier die frühere Anwesenheit einer grösseren Anzahl von gehobenen Brandungsterrassen durch den Vergleich mit den Verhältnissen am Tafelberge wahrscheinlich wird, so sind auch an einigen anderen Orten der Insel die höheren Terrassen vernichtet worden. Deutlich ist dies durch die noch theilweise erhaltenen

Reste solcher Bildungen an der Küste von Savonet zu erkennen. Mir ist es ferner wahrscheinlich, dass auch die Kalkbrücken des Groote- und Kleine Berg als gehobene Plattformen aufzufassen sind, die aber einer inneren Begrenzung durch eine Stirnwand entbehren, weil die von Norden und Süden vordringenden Brandungswellen sich nach völliger Zerstörung einer solchen im Innern des Eilands die Hand reichen. Die Kalkbrücken entsprächen dann einer vierten Brandungsterrasse; indessen bedarf es genauerer Messungen und Vergleiche, um die Verhältnisse deutlich übersehen zu können.

Dem gegenüber fehlt in der Caracasbai, welche sehr geschützt liegt und auch in jüngst verflossener, quartärer Zeit der Brandung wenig ausgesetzt gewesen ist¹⁾, eine Strandlinie ganz. Hier hat eine ruhige Erosion durch das Meer stattgefunden, wie sie auch jetzt noch langsam bei den fast unmerklich auflaufenden Wellen ihren Fortgang nimmt.

Der durch seine eigenthümliche Form als „Grenadiersmütze“ bekannte Fels daselbst besitzt einen verschmälerten Fuss, welcher durch eine ebene, dem höchsten Wasserstande entsprechende Fläche von der breiteren Hauptmasse geschieden ist. Eine derartige, ebene, wie abgeschnitten sich darstellende, horizontale Erosionsfläche zeigt auch der Fuss der Klippe, auf welcher die Beckenburg

gelegen ist, und die Grenadiersmütze ist nichts Anderes als die noch in situ befindliche Fortsetzung der letztgenannten Klippe. Das Meereswasser hat den eigenthümlichen Felsen isolirt, indem es ohne Mithilfe der Brandung durch lang-

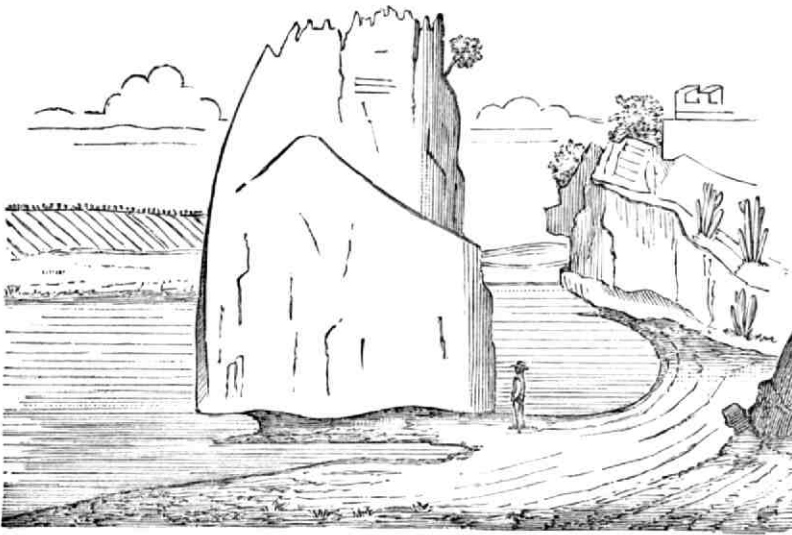


FIG. 31. DIE GRENADIERSMÜTZE IN DER CARACASBAI.

same Lösung des Gesteins ein Gebilde erzeugte, welches an die Nadelformen grosser Flüsse mit stark einschneidender Thätigkeit erinnert.

1) Vgl. oben pag. 17.

Vielleicht hat die Caracasbai ebenfalls einer solchen ruhigen Erosion des Meeres, welche sich im Wesentlichen auf eine lösende Thätigkeit beschränkte, zum Theil ihre Existenz zu danken; denn die zahlreichen isolirten Kalkblöcke, welche an ihrem Ufer auf dem Diabase lagern, zeigen auch sämmtlich noch eine ungestörte, gesetzmässige Anordnung. Während sie auf den ersten Blick den Eindruck eines wirren Durcheinander hervorrufen, reihen sie sich, vom Thurme der Beekenburg betrachtet, zu regelmässigen Schichten an einander und erscheinen sie nur durch erweiterte Kluftflächen und senkrecht zu diesen gerichtete Spalten geschieden. An die abgestürzten Blöcke der Brandungsterrassen erinnert hier nichts Anderes als die zerfressene Oberfläche des Gesteins.

Nächst Curaçao besitzt WEST-BONAIRE den vollständigsten Gürtel von Strandlinien; sie sind an der Süd- und Südwestküste dieses Inseltheiles besser erhalten als an den meisten Punkten der Nordküste, woselbst die Zerstörung der Korallenkalken vielerorts so weit vorgeschritten ist, dass selbst ihr Liegendes, die cretaceische Schieferformation, durch die Brandung abgehobelt wurde. Bereits oben ist der grossen Ausdehnung der Brandungsterrassen gedacht;¹⁾ die ursprüngliche Verbreitung der Riffkalke lässt sich unter solchen Verhältnissen nicht mehr reconstruiren. Bei Fontein sind sie am besten erhalten, und hier sieht man wiederum drei scharf ausgeprägte Terrassen Eine über der Anderen sich erheben.

Ob sie ihrer Lage nach den Terrassen von Curaçao entsprechen, vermag ich nicht anzugeben²⁾, da sich dies, ohne genaue Messungen in grösserer Zahl auszuführen, nicht beurtheilen lässt. Aus der gleichen Anzahl von gehobenen Strandlinien auf beiden Inseln lässt sich hiefür nichts ableiten, da jede jüngere Terrasse, welche weiter als die ältere ins Land eindringt, die Spuren der Letzteren völlig verwischen muss, sobald die Decke nachgestürzt ist. Etwas Aehnliches hat auch am S. Grandi stattgefunden, in dessen steilen, dem Meere zugekehrten Absturz zwei Hohlkehlen über einander eingeschnitten sind, während an seinem Fusse nur Eine der zugehörigen Brandungsterrassen überliefert ist. Der Boden jeder Hohlkehle ist freilich als eine innerhalb des Berges sich fortsetzende Brandungsterrasse zu bezeichnen, aber im Relief der Landschaft kommt die ältere Plattform nicht zum Ausdrucke. Solche Verhältnisse erschweren aber den Ueberblick sehr und lassen die Beurtheilung der Zusammengehörigkeit verschiedener Terrassen an einander entfernten Orten bei flüchtiger Durchreise gar nicht zu.

1) Vgl. oben pag. 71 u. 76.

2) Nach meinen Schätzungen ist dies nicht der Fall.

Auf ARUBA, wo die quartären Kalke eine noch weitere Reduktion erfahren haben als auf Bonaire, sieht man fast überall nur eine einzige gehobene Plattform, während Spuren einer älteren noch nördlich von Fontein auf den Gehängen des Grundgebirges liegen. Die alte Strandlinie der Südwestküste ist jetzt weit landeinwärts gerückt; zu ihr gehören die Grotten des Carachito, welche den gleichen Charakter tragen wie die Höhlen in der gehobenen Uferlinie der Nordostküste des Eilands. ¹⁾

Grundwasser und Quellen.

Auf den Inseln sind atmosphärische Niederschläge selten. Selbst sehr feuchte, über die Eilande hinziehende Luftströme bringen nur ausnahmsweise Regen, da die erforderliche Abkühlung nicht nur fehlt, sondern sogar eine bedeutende Hitze von den kahlen Felsen ausstrahlt, welche die relative Feuchtigkeit der Luft verringert und den bereits zu Wolken verdichteten Wasserdampf am Niederfallen verhindert. Der Mangel einer dichten Vegetationsdecke als Folge der Regenarmuth ist gleichzeitig Eine der Ursachen der Letzteren.

Man sieht die Wolken herantreiben, um in der Regel scheinbar emporzusteigen, sobald sie die felsige, stark erhitze Küste erreichen; aber auf Curaçao erfolgt dann im Westen nicht selten noch ein Niederschlag, nachdem der östliche Theil der Insel vom feuchten Luftstromen passirt ist, ohne dass hier der Regen eingetreten wäre. Ich schreibe dies dem Umstande zu, dass West-Curaçao nicht nur dichter bewachsen, sondern auch höher ist als Ost-Curaçao, so dass die Temperaturabnahme für den Gipfel des Christoffels fast 2° C beträgt. ²⁾

Zu Zeiten fallen indessen auf den Inseln ganz ungeheure Regenmengen. Es kommt vor, dass dieselben $\frac{1}{2}$ m an Einem Tage betragen, so dass sogar wiederholt

1) Andere Erosionswirkungen des Meeres wurden bereits oben bei Beschreibung der verschiedenen Formationen Aruba's behandelt. Vgl. pag. 48 und pag. 52.

2) Es ist hiebei, wie gewöhnlich, $\frac{1}{2}^{\circ}$ C für je 100 m in Rechnung gebracht. Dem entspricht auch meine Beobachtung, denn am 21ten Januar fand ich um $5\frac{1}{2}$ Uhr Morgens auf Savonet, 20 m über dem Meere, die Temperatur der Luft = $24,6^{\circ}$ C; auf dem Gipfel des Christoffels, 376 m über dem Meere, um $7\frac{1}{2}$ Uhr Morgens, nur $22,8^{\circ}$ C. Die beobachtete Abkühlung für 356 m beträgt demnach $1,8^{\circ}$ C, während sie nach der gewöhnlich angewandten Rechnung = $1,78^{\circ}$ C sein sollte. Die Uebereinstimmung ist demnach eine sehr befriedigende; die Beobachtungen in den frühen Morgenstunden dürften aber fast den Werth gleichzeitiger Ablesungen, zu denen ich keine Gelegenheit hatte, beanspruchen.

Leute vor den abströmenden Wasserfluten sich auf Bäume retteten und unter anderen einstmals ein Junge sammt Esel bei Zuikertuin ins Schottegat geschwemmt wurde.

Von diesem Regenwasser muss eine bedeutende Menge im Boden versinken, da nicht nur das Kalkgebirge, sondern auch die cretaceischen Sedimente und die Eruptivgesteine, besonders die Diabasformation, in hohem Grade zerklüftet sind.

In die aufgelockerten Diabasmassen eindringend erreicht das Wasser bereits in einigen Metern Tiefe unzersetztes Gestein, welches durch seine geringere Permeabilität den weiteren Durchgang zur Tiefe verhindert und auf geneigter Begrenzungsfläche den aufgesogenen Regen allseitig von den Kuppen thalwärts abfließen lässt. Stellt das Thal eine kesselförmig geschlossene Mulde dar, wie sie so häufig im Diabasgebiete vorkommen, so sammelt sich in ihr ein Grundwassertümpel an. Dieser wird aber nicht nur von dem unter der Oberfläche der Gehänge absickernden Wasser gespeist, sondern selbstredend auch von dem Regen, welcher unmittelbar auf den das Kesselthal im Grunde ausfüllenden Aufschüttungsboden fällt und ausserdem oberflächlich von den Gehängen dorthin abströmt.

Die Pflanzter stauen nun das Regenwasser durch Anlage breiter, niedriger Steinmauern, welche weit ausgedehnt und bisweilen zu mehreren hinter einander gelegen sind, auf und verhindern dadurch nicht nur das direkte, oberflächliche Abfließen des Regens und die Fortführung des lockeren Erdreichs, sondern verschaffen vor allen Dingen dem Wasser Zeit zum Einsickern in den Boden. Der Reichtum an Grundwasser wird auf diese Weise erheblich vermehrt, und bei günstiger Lage kann es jetzt unter dem Aufschüttungsboden durch das Relief des unzersetzten Gesteins am weiteren Abfließen gehindert werden, auch dort wo an der Oberfläche eine natürliche Stauung nicht vorhanden ist.

Brunnen, welche in derartige Grundwassertümpel hinabreichen, werden naturgemäss am besten und am längsten gespeist werden;



FIG. 32. BRUNNEN IM DIABASGEBIETE.

1. Diabas. — 2. Zersetzter Diabas. — 3 Aufschüttungsboden.

das Wasser, welches aus den oberflächlich abströmenden Regenmengen in den künstlichen Behältern von gewaltigen Dimensionen gesammelt werden kann, wird sich in ihnen nicht nur am längsten halten, sondern auch durch neue Zufuhr ersetzt werden. Es ist ferner deutlich,

dass bei gleichen Regenmengen der Reichtum an Grundwasser von der Grösse des Einsickerungsgebietes und von dem Grade der Verdunstung abhängig ist, dem auch das in den Boden eingedrungene Wasser noch ausgesetzt bleibt. Deswegen sollte man darauf bedacht sein, bei Anlage von Brunnen weite Kesselthäler mit sanft

ansteigenden Gehängen zu wählen, in deren Grunde sich ein mächtiger Aufschüttungsboden befindet und deren Oberfläche von Pflanzenwuchs bedeckt ist. Denn sowie das überlagernde Erdreich den bereits gebildeten Grundwassertümpel schützt, so wird das Sickerwasser, welches diesen noch nicht erreicht hat, nahe der Oberfläche durch die Vegetation vor rascher Verdunstung bewahrt bleiben. Die vielfach geäußerten Klagen über Zunahme der Dürre bei der gedankenlosen Vernichtung der Vegetation sind sicherlich nicht grundlos.

Wie von der Diabasformation, so müssen auch von den tief zerklüfteten cretaceischen Sedimenten erhebliche Regenmengen aufgesogen werden, und wo die betreffenden Ablagerungen so mächtig sind wie im Gebiete des Christoffels, da hält sich in ihnen auch bis in die trockensten Zeiten hinein fast stets noch ein geringer Vorrath an Wasser. An den meisten Orten dürfte es aber bald bis auf das unterlagernde Diabasgestein wegsinken; so dass sich daselbst das Grundwasser in einer der eben beschriebenen analogen Weise ansammelt, überlagert von den Sedimenten der Kreideformation.

Diese Verhältnisse lassen aber die Anlage von Brunnen im Sandstein- und Schiefergebiete nicht rathlich erscheinen, da das Wasser erst in grösserer Tiefe als im Diabasgebiete erreicht werden kann. Welche Rolle den Mergeln als wasser-dichte Schicht zukommen mag, ist bis jetzt gar nicht zu beurtheilen, da das Ausstreichen an der Oberfläche des zerfallenen Gesteins nur ungenügend festgestellt werden kann.¹⁾

Zur Anlage von artesischen Brunnen, welche auf den Inseln so sehr gewünscht wird, liefert die Kreideformation — die einzige, welche überhaupt in Betracht kommen könnte — jedenfalls keine Handhabe; ihre zusammengestauchten und verworfenen Schichten, welche mit complicirter Lagerung tiefe Zerklüftung verbinden, müssen jeden Gedanken daran sofort zurückdrängen.

Die bedeutendsten Regenmengen werden unstreitig von den quartären Kalken eingesogen, da sie nicht nur am reichsten an grösseren Spalten und Höhlungen sind, sondern ihre zerrissene Oberfläche auch das direkte Abfliessen des Wassers

1) Die Betrachtungen über das Grundwasser beziehen sich fast ausschliesslich auf Curaçao, da mir für die beiden anderen Inseln nur ein unzureichendes Beobachtungsmaterial vorliegt. Westlich von Goto auf Bonaire scheinen indessen im Diabasgebiete die gleichen Verhältnisse wie auf Curaçao obzuwalten, während das gleiche Eruptivgestein auf Aruba ungünstig für die Ansammlung von Grundwasser sein dürfte, da seine Oberfläche wenig gelockert ist, der Aufschüttungsboden fast ganz fehlt und das Relief ein rasches Abströmen befördern muss. Die Grundwassertümpel, welche längs der Südküste von Aruba im Korallenkalke gelegen sind, verdanken offenbar den Verwitterungsprodukten des im Liegenden auftretenden Quarzdiorits ihre Existenz.

verhindert. Von diesem Sickerwasser kommt den Inseln indessen nur sehr wenig zu Gute, indem es von den Kalken bis zur Grenze der älteren Formationen durchgelassen wird und nun an den Begrenzungsflächen des unterlagernden Gebirges abströmt. Denn nur in den wenigen Fällen, wo die Kalke mantelförmige Umlagerungen bilden, kann ein Theil des von ihnen aufgenommenen Wassers landeinwärts seinen Weg nehmen, und es spielt dann die Kalkschicht eine ähnliche Rolle wie die vergrusste Oberfläche der Diabase. Wenn aber, wie fast stets, die quartären Kalke seewärts einfallen, so strömt unter ihnen das Sickerwasser zum Meere ab — es sei denn, dass die wasserführende Schicht angezapft wird und das Wasser als Quelle zu Tage austritt.

Dies Anzapfen ist in einigen Fällen durch die Herausbildung der gehobenen Brandungsterrassen geschehen, indem deren Stirnwand bis zur wasserführenden

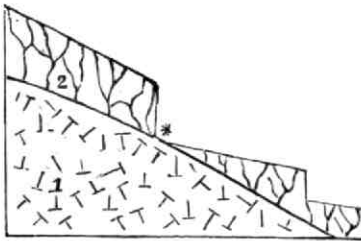


FIG. 33. QUELLENBILDUNG.
1. Diabas. — 2. Zerklüfteter Kalkstein.
— * Ursprungstelle der Quelle.

Schicht an der Grenze der älteren Formationen vordrang, eine höchst interessante Art der Quellenbildung, welche sich auf allen drei Inseln in je Einem Falle beobachten lässt. Die Quelle von Hato, von Fontein auf Aruba und von dem gleichnamigen Orte auf Bonaire sind alle drei auf diese Art entstanden.

Am deutlichsten ist die Quellenbildung bei Fontein auf Bonaire. Hier trat das Wasser früher aus einer einige Fuss weiten, zum Theil mit Erde gefüllten Spalte im Riffstein hervor, ¹⁾ jetzt entspringt sie im Grunde eines künstlich angelegten Stollens, an dessen Eingange von unten nach oben Thon, lockere Conglomerate und Sinterbildungen aufeinander folgen, während wenige Schritte aufwärts die Diabase in sehr zersetztem Zustande als Liegendes der quartären Kalke anstehen. Der Thon ist zweifellos das Verwitterungsprodukt des Eruptivgesteins, sowie auch die Rollsteine in den sein Hangendes bildenden Conglomeraten von derselben Formation abkünftig sind. Letztere entsprechen den allgemein an der Basis der Riffkalke auftretenden Trümmergesteinen, und die wasserführende Schicht liegt ebenfalls an der Basis der Kalke, im Hangenden der thonreichen Conglomerate, woselbst die Sinterbildungen durch die abströmende Quelle geformt wurden. Die Kalkbedeckung oberhalb Fontein, welche als das Wurzelgebiet der Quelle anzusehen ist, hat eine bedeutende Ausdehnung; trotzdem war aber der Wasservorrath zur Zeit meiner Anwesenheit, nach einer lang anhaltenden Dürre,

1) Rapport von Stiff. Die Anlage des Stollens wird von Stiff daselbst angerathen und hat offenbar in Folge dessen später stattgefunden.

so weit zusammengeschmolzen, dass nur ein kaum fingerdicker, träge strömender Strahl ausfloss.

Auf Curaçao und Aruba sind die Ursprungsstellen der Quellen vermauert, so dass sich nichts weiter als der Austritt aus der Kalkformation erkennen lässt; aber die Analogie mit Fontein auf Bonaire ist bezüglich der Lage dieser Ursprungsstellen zu den übrigen Formationen eine sehr grosse und augenfällige. Sowohl bei Fontein auf Aruba als bei Hato treten die Quellen im Innern der Brandungsterrassen zu Tage, während aufwärts die ältere Quartärformation eine mächtige Entwicklung zeigt.

Als Liegendes dieser Formation erkennt man auf Aruba den Diabas, auf dessen seewärts geneigtem Gehänge der in der Rooi Cachuntie aufgeschlossene Kalkkeil lagert.¹⁾ Das Eruptivgestein setzt also auch hier dem Durchdringen des Sickerwassers in grössere Tiefen ein Ziel, während es ihm gleichzeitig Gelegenheit giebt, in der Richtung zum Meere nach Fontein abzufließen, wo dann die wasserführende Schicht am Fusse der alten Stirnwand, gerade in der gehobenen Strandlinie, angezapft ist. Auf Curaçao ist mir das Liegende der quartären Kalke bei Hato unbekannt; es kann wiederum Diabas, vielleicht aber auch ein Mergelschiefer der Kreideformation sein.

Die Quellen auf Aruba und Curaçao sind ebenfalls wasserarm und würden in einem minder dünnen Lande, als die Inseln es sind, kaum grosser Beachtung werth sein. Auf Aruba bildete die Quelle während meiner Anwesenheit einen kleinen Bach von kaum $\frac{1}{2}$ m Breite und wenigen cm Tiefe; bedeutender dagegen ist der Wasservorrath von Hato, so dass man daran sogar die, allerdings nicht erfüllte, Hoffnung knüpfen konnte, Willemstadt mit seiner Hilfe mit Trinkwasser zu versorgen.

Indessen bin ich überzeugt, dass an der Nordküste von Curaçao keineswegs der Vorrath der an der Grenze des Kalkes und der älteren Formationen gelegenen wasserführenden Schicht vollkommen oder auch nur annähernd vollständig gesammelt wird. Seitwärts von der Ursprungsstelle der Quelle werden ansehnliche Mengen von Wasser unter der Bedeckung von Riffkalk zum Meere abfliessen, und es wäre vielleicht wohl möglich, dieselben im Boden künstlich zu stauen oder auch durch Nebenrinnen, welche bis zur wasserführenden Schicht auf der gehobenen Plattform niedergehen, den Vorrath der Hauptquelle zu steigern. Schutz des Pflanzenwuchses auf der Brandungsterrasse ist dabei sicherlich ebenfalls anzuempfehlen.

Prüft man die Bedingungen, welche für die Bildung von Quellen der in Rede

1) Vgl. oben, pag. 55.

stehenden Art auf den Eilanden erfüllt werden müssen, so sind dies: 1^{tens} die Anwesenheit einer für die Verhältnisse der Inseln ausgedehnten und mächtigen Schicht von Korallenkalk, welcher in seinen Rissen und Klüften das Wasser wie in einem Schwamme zurückhalten und langsam an die Quellen abgeben kann, 2^{tens} das Vorkommen der Diabasformation ¹⁾ oder der cretaceischen Mergel als Liegendes der Kalke, und zwar mit seewärts geneigten Begrenzungsflächen, 3^{tens} die Anwesenheit tief landeinwärts vordringender Brandungsterrassen, welche die wasserführende Schicht anzapfen und das Abströmen zum Meere unter der Oberfläche ganz oder theilweise verhindern.

Der Gedanke liegt nahe, dort wo die beiden ersten Bedingungen erfüllt sind, die dritte aber nicht, die wasserführende Schicht künstlich anzustechen: vielleicht bedürfte es auf den Brandungsterrassen der Nordküsten, an denen alle drei Quellen sich befinden, nur geringer Nachhilfe bei der bereits durch die Meereserosion verrichteten Arbeit, um zur wasserführenden Schicht zu gelangen. Es wird aber mit grossen Schwierigkeiten verbunden sein, die geeigneten Punkte für derartige Versuche anzugeben, da beim Mangel an Profilen das Liegende der quartären Kalke im Einzelnen kaum zu beurtheilen ist. Am ehesten könnte dies noch in Ost-Curaçao geschehen, denn hier liegen meines Erachtens die Verhältnisse am günstigsten, da sich das Ausstreichen der cretaceischen Sedimente vielleicht am Innenrande des Küstengebirges verfolgen lässt.

Versuche auf Aruba und Bonaire zur Auffindung weiterer Quellen halte ich dagegen für ziemlich nutzlos; denn hier können sie kaum an anderen Orten vorkommen als dort, wo sie bereits austretend bekannt sind. Die Orte „Fontein“ auf beiden Eilanden sind die einzigen Punkte der betreffenden Nordküsten, welche durch bedeutende Entwicklung der Kalke ein Wurzelgebiet von grösserer Ausdehnung voraussetzen lassen und gleichzeitig durch die vermuthliche Beschaffenheit des Untergrundes ein Abfliessen in gedachtem Sinne möglich machen. Das ist in Bezug auf Bonaire bei einem Blick auf die Karte bereits deutlich; für Aruba möge noch hervorgehoben werden, dass das östliche Kalkplateau für die Wasserfrage bedeutungslos ist, da die Schichten sich hier in schwebender Lage als Hangendes der Felsenmeere von Diorit und nur in geringer Höhe über dem Meeresspiegel befinden.

1) An und für sich könnten zwar auch die anderen Eruptivgesteine der Eilande die gleiche Rolle spielen, den geognostischen Verhältnissen nach ist dies indessen nicht wahrscheinlich.

Strandverschiebung, Bildung der Seen und Ausräumung des Innern.

STRANDVERSCHIEBUNG. Es ist oben dargelegt worden, dass in quartärer Zeit die Eilande zum grössten Theile vom Meere bedeckt waren, dass sie Atolle und isolirte, von Damm- und Saumriffen umgebene Inselchen formten, deren Ausdehnung weit hinter derjenigen der jetzigen Inseln zurückstand. Sie tauchten allmählig in Folge einer positiven Strandverschiebung unter den Ocean, und ich vermüthe, dass während dieses Vorganges durch den Tafelberg St. Hieronimo eine Abrasionsfläche gelegt wurde, welche jetzt in 207 m Meereshöhe die Basis der dort entwickelten, quartären Kalke formt. Auch die 177 m hohe Plattform des Brandaris, welche sich unter dem Gipfel des Berges nach der Seeseite ausdehnt, halte ich für eine Abrasionsfläche, deren weitere Ausbildung durch später erfolgte Niveauveränderungen verhindert wurde, so dass der Gipfel nicht völlig abgetragen werden konnte. ¹⁾

Der positiven folgte eine negative Strandverschiebung, welche mindestens 218 m betragen haben muss, da bis zu dieser Höhe die quartären Kalke im Hieronimo anstehen. Auch diese Strandverschiebung hat allmählig stattgefunden, wie das Auftreten mehrerer über einander gelegener Uferterrassen beweist; sie muss zudem lediglich in dem Zurückzuge des Meeres, nicht aber in einer Niveauschwankung des Landes ihren Grund gehabt haben. Denn die Strandlinien verlaufen nicht nur unter sich und dem jetzigen Meeresspiegel parallel, wie sich dies namentlich an der Küste von Curaçao auf weite Strecken hin verfolgen lässt, sondern es befinden sich auch die Korallenkalke, wie oben dargelegt, noch durchaus in derjenigen Lage, welche dem Wachstume der Polypen entspricht. Ein solches Verbleiben in situ, ohne irgend welche Störung des Gebirgsbaus, liesse sich aber bei einer Niveauschwankung des Landes schwerlich verstehen.

SEEN. Während der negativen Strandverschiebung zog sich das Meer allmählig aus dem Innern der Eilande zurück; lange Zeit noch bedeckte es das niedrige Binnenland von Ost-Curaçao und einen Theil von West-Curaçao, während es sich auf Aruba bis zu der in der Karte verzeichneten, alten Meeresbucht ausdehnte, die Ebene von Rincon auf Bonaire ein fast abgeschlossenes, durch die Bucht von Onima mit dem Meere verbundenes Becken formte und weite Küstenstriche auf dieser Insel und auf Aruba ebenfalls noch von Wasser bedeckt waren.

1) Dass eine Abrasionsfläche am St. Christoffel fehlt, ist nicht auffällig, da derselbe aus sehr widerstandsfähigen, mächtigen Bänken von Kieselschiefer besteht.



FIG. 34. BINNENWASSER BEI HERMANUS IN WEST-CURACAO.

Im Hintergrunde das Küstengebirge mit einer Einschartung, durch welche man das Niveau des Meeres erblickt. Am Innenrande dieses Gebirges das Binnenwasser. Vorder- und Mittelgrund werden von dem niedrigen Hügellande der cretaceischen Ablagerungen eingenommen, welche sich allmählich zum Wasser absenken. Links liegt Hermanus.

Die abgeschnittenen Meeresreste, welche bei der fortschreitenden Trockenlegung der Inseln anfänglich in den Depressionen noch erhalten blieben, mussten bei dem Mangel an Wasserzufuhr der Austrocknung durch Verdampfung bald unterliegen.¹⁾ Anders gestalteten sich aber die Verhältnisse dort, wo solche Reste auch fernerhin mit dem Meere in Verbindung bleiben konnten. Die zahlreichen Einschartungen der quartären Riffe boten hiezu Gelegenheit; denn in ihnen wurde die Ansiedlung von Korallenbauten nach wie vor durch die periodisch zugeführten Regen- und Schlammassen verhindert, und so blieben sie als Verbindungsanäle zwischen dem Meere und denjenigen Meeresresten bestehen, die nahe dem Strande innerhalb des Küstengebirges die Depressionen der Inseln füllten: es entstanden die sogenannten Binnenwässer („binnenwater“).

In seiner typischen Ausbildung besitzt ein solches „Binnenwasser“ eine sehr charakteristische Form, die ich blattartig nennen möchte, da sich der Verbindungsanal zwischen dem abgegliederten Becken und dem Meere einem kurzen Stiele gleich an die Wasseroberfläche mit unregelmässig gelapptem Umrisse im Innern des Eilands anschliesst. Curaçao zeigt diese Ausbildungsweise am besten in seinem östlichen Theile. Bei anderen Becken dieser Insel und bei denen von Bonaire ist die Form insofern modificirt, als sich am Strande aus groben Korallenbruchstücken und aus Sand gebildete Uferwälle aufbauten, so dass die Lostrennung vom Ozeane eine vollständige wurde.

Aruba besitzt kein Binnenwasser, da ein das Binnenland überragendes, mit Einschartungen versehenes quartäres Riff nicht vorhanden ist und die

1) Die Gypskrystalle, welche auf Curaçao nicht selten an der Oberfläche gefunden werden sollen, dürften als Ausscheidungen bei diesem Processe entstanden sein.

Reliefverhältnisse überhaupt für die Erhaltung abgetrennter Meeresreste nicht günstig sind. Nur ein ausgetrocknetes Becken befindet sich an der Nordwestecke der Insel zwischen Adikurarie und Tikibanaï, welches vermuthlich durch die jüngste Verschiebung der Strandlinie trockengelegt ist. Das Meereswasser strömt hier nicht mehr durch den alten Verbindungscanal ein, während etwaige Regengengen durch diesen sofort wieder abfliessen müssen.

Auch bei Savonet auf Curaçao befindet sich ein ausgetrocknetes Seebecken, welches früher durch die Boca an der Nordküste mit dem Meere communicirte; es wird in seinem ausgedehnten, inneren Theile nie mehr von Salzwasser überströmt, wohl aber bisweilen in seinem äusseren Abschnitte, welcher nur durch einen niedrigen Uferwall gegen die Wellen geschützt ist. Auf dem trockengelegten Boden findet man daselbst Korallen und Meeresconchylien, und zwischen ihnen zahlreiche Landschnecken, die mit den hergeführten Schlammassen zur Regenzeit eingeschwemmt wurden.

Allen diesen Seen, die als abgetrennte Meeresreste auf den Inseln sich erhalten haben (*binnenwater*), kann nur ein ephemeres Bestehen beschieden sein, da die langsame Erhöhung ihres Bodens durch Hinzuführung von Alluvionen, ferner die Bildung von Uferwällen und besonders die noch fortschreitende Hebung der Eilande ihre Verbindung mit dem Meere aufhebt und so bei dem Mangel genügender Zufuhr von Süsswasser ihre Existenz unmöglich macht.

LAGUNEN. Zu einer ganz anderen Art von Becken gehören diejenigen, welche ausserhalb der älteren quartären Kalke in den jüngsten Riffbildungen gelegen sind und lediglich durch die Entstehung von an die Küste sich anlehnenden Wallriffen vom Meere abgetrennt wurden. Sie verrathen ihren Ursprung und ihre Verschiedenheit von den „Binnenwässern,“ abgesehen von der verschiedenen Lage, bereits durch ihre Form, die einfach oval oder länglich ist, während ihre Längsachse der Küste parallel verläuft. Diese Becken sind Küstenlagunen.

Die Küstenlagunen befinden sich vor allem in grösserer Anzahl an der Südküste von Ost-Curaçao; denn zu ihnen gehört die Fuikbai, die sog. Lagune, Ava blanco und das Water van Oostpunt. Auch das Rifwater und Waaigat bei Willemstadt tragen den gleichen Charakter. Auf Bonaire sind ferner mehrere Küstenlagunen an dem Weststrande des östlichen Inseltheiles vorhanden, auf Aruba dagegen fehlen sie gänzlich und treten ausgedehnte Wallriffe an ihre Stelle, die bis jetzt keinen Anschluss an die Küste erreicht haben. Die sog. spanische Lagune auf dieser Insel ist die Fortsetzung der in sie einmündenden Rooi und wird offenbar mit Hilfe der periodisch durch sie abströmenden Regen- und Schlammassen offen gehalten. Deswegen trifft ihre Längsachse auch senkrecht auf die Küste,

statt wie bei den eigentlichen Randlagunen derselben parallel zu verlaufen.

Unter den völlig abgegliederten Becken, Binnenmeeren sowie Küstenlagunen, befinden sich solche, welche noch fortwährend mit Meereswasser gespeist werden, indem dasselbe entweder durch die Uferwälle hindurchsickert oder auch in grösseren Zwischenräumen bei Hochfluten über sie hinweg in die Seen eintritt. Sie ersetzen also den durch Verdunstung an ihrer Oberfläche erlittenen Wasserverlust und erfüllen somit auf den tropischen, an Niederschlägen armen, einer starken Luftströmung ausgesetzten Inseln alle diejenigen Vorbedingungen, welche nach Ochsenius ¹⁾ bei Seichtheit der abgetrennten Meerestheile zur Bildung von schwachen SALZFLÖTZEN, bei grösserer Tiefe zu derjenigen von mächtigen SALZLAGERN führen müssen. Einige Seen befinden sich im Zustande einer Mutterlauge, so das bekannte Pekelmeer auf Bonaire, und seit undenklichen Zeiten sind die natürlichen, nie austrocknenden Salzpflanzen, welche namentlich letztgenanntes Eiland im Süden besitzt, bekannt. ²⁾

Im Einzelnen muss die Salzbildung je nach der Höhe der Uferwälle und ihrer Durchlässigkeit mancherlei Modifikationen unterliegen. So wird z. B. im westlichen Bonaire der durch Verdampfung erlittene Wasserverlust nicht genügend wieder ersetzt; ich fand die Becken daselbst sehr zusammengeschmolzen und den früher vom Wasser bedeckten Boden im Umkreise des derzeitigen Ufers mit Salzkristallen bekleidet, die in parallelen Wellenlinien abgesetzt den allmählichen Fortgang der Eindampfung erkennen liessen. ³⁾ Auch die Menge des periodisch zufließenden Regens und mit ihm des Schlammes muss in den einzelnen Becken je nach dem Relief der Umgebung sehr verschieden, bedeutender im Allgemeinen in gebirgiger Gegend, sehr gering in flachen Küstenstrichen sein, ebenso aber wechselnd in den aufeinander folgenden Jahren, und dies Alles wird den Niederschlagsprocess in den einzelnen Becken sowohl wie in den verschiedenen Zeiten modificiren. ⁴⁾

1) C. Ochsenius. Die Bildung der Steinsalzlager. Halle 1877. — Ferner: Beiträge zur Erklärung der Bildung von Steinsalzlager u. ihrer Mutterlauge-salze (Nova Acta d. Ksl. Leop.-Carol.-Deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. XL, N^o. 4.

2) Bosch. l. c. II, pag. 300.

3) Vgl. auch Tab. XVI im 1^{ten} Theile dieses Werkes.

4) Bosch sagt l. c., dass in sehr trockenen Jahren das abgeschiedene Salz in den natürlichen Pfannen etwas bitter ist. Es findet hier offenbar eine Abscheidung von Magnesiumsulfat statt, welche in regenreicheren Jahren nicht bemerkbar wird, durchaus entsprechend den theoretischen Entwicklungen von Ochsenius. (Nova Acta l. c. pag. 140).

Bisweilen ist die Regenmenge auf den Inseln so bedeutend, dass die Ernte in den künstlich angelegten Salzpflanzen, an denen die Binnenmeere reich sind, misslingt. Indessen gehören solche Jahre zu den grössten Seltenheiten. Nach v. Lennep Coster fand dies 1838, nach von Dissel 1855, nach Zeitungsberichten 1886 statt. (G. van Lennep Coster, Aanteekeningen gehouden in West-Indië 1837—1840; Amsterdam 1842, pag. 57. — S. van Dissel. Curaçao; Leyden 1857, pag. 102).

Es wäre mit Rücksicht auf die Erklärung der Bildung von Steinsalzlagerstätten von höchstem Interesse, die in den Binnenmeeren und Lagunen der Eilande sich abspielenden Prozesse näher zu prüfen, wozu sich mir bei der Kürze meiner Reisen keine Gelegenheit bot, und von nicht geringerem Interesse wäre es, die Becken auf ihre Fauna und Flora zu untersuchen, soweit sie eine solche überhaupt noch besitzen. Der Reichthum an Binnenmeeren, welche bald ganz abgeschlossen sind, bald mehr oder minder vollkommen mit dem Oceane communiciren, lässt vermuthen, dass hier manche bemerkenswerthe Uebergänge von Faunen sich finden werden. Mehrere der Seen beherbergen wegen ihres Salzreichthums keine Organismen mehr. Das ist z. B. bekannt für die erwähnten Binnenwässer des südlichen Bonaire ¹⁾; aber auch am Rande des Wassers und auf dem trockengelegten Boden der Seen des westlichen Inseltheiles habe ich vergebens nach einer Spur von meeresbewohnenden Thieren mich umgesehen.

AUSRÄUMUNG DES INNERN. In engem Zusammenhange mit der erwähnten Trockenlegung der Binnenseen steht die Ausräumung des Innern der Eilande durch den abfließenden Regen. Wasserfluten, welche im Stande sind, Steindämme von mehr als Meter Breite zu zerreißen, müssen gewaltige Mengen des aufgelockerten Erdreichs mit sich fortführen, und bedeutend muss die Menge der mitgerissenen Schutt- und Erdmassen vor allem dort sein, wo der Boden eine tiefgehende Zersetzung erfahren hat.

Dies Letztere ist, wie oben bereits hervorgehoben, ganz besonders in Ost-Curaçao der Fall, dessen Inneres durch die lang andauernde Meeresbedeckung bis in beträchtliche Tiefen aufgelockert wurde, und so bildete sich hier in den Kuppen des Diabasgebirges und hinter den künstlichen Schutzwällen der Pflanzereien ein mächtiger Aufschüttungsboden, während die Hügel jeder Humusdecke beraubt wurden. Das abströmende Wasser fließt indessen durch seine natürlichen Abzugscanäle, die Einschaltungen im quartären Riffe, schliesslich ins Meer und setzt auf diesem Wege auch einen Theil seiner feinen Sedimente in den Seebecken ab, deren Trockenlegung befördernd.

Die Folge der Regengüsse ist demnach nicht nur eine fortschreitende Nivellirung des Innern, sondern vor allem auch eine Ausräumung desselben, da die feinsten, erdigen Theile jedesmal mehr und mehr dem Küstengebirge zugeschwemmt werden, um schliesslich ins Meer zu gelangen. So erklärt sich auch die Bildung des Kesselthales, wie man das Innere von Ost-Curaçao, als Ganzes betrachtet, bezeichnen muss, und die anfänglich höchst auffallend erscheinende Thatsache, dass die Diabase

1) Bosch l.c. II, pag. 300.

dort am höchsten sind, wo sie als Liegendes der Kalke auftreten, also längs des Strandes.

Die quartären Kalke schützen das unterlagernde Gebirge vor den Wirkungen der Erosion und müssen dies bereits in einer früheren Periode gethan haben, als Meeresströmungen im Atoll eine ähnliche Abtragung bewirkten, wie sie heute noch durch das Regenwasser ausgeübt wird. Dies konnte besonders in einem Zeitabschnitte geschehen, in dem die Trockenlegung des Küstengebirges schon so weit vorgeschritten war, dass der Korallensand im Innern keine neue Zufuhr mehr erhielt und auch die Polypen daselbst abgestorben waren.

Es liegt nicht der mindeste Grund vor, um für die geringe Erhebung des Innern der Insel über den Meeresspiegel mit Gabb anzunehmen: „that it can only be accounted for by the existence of a fault” (l. c.)

Auf gleiche Weise erklärt sich auch die Existenz des Randgebirges von Diorit, welches das aus derselben Formation gebildete Plateau im Innern von Aruba so weit überragt. Auch diese Höhen wurden durch Korallenkalk, welche jetzt bereits theilweise den Einwirkungen der Atmosphaerilien erlegen sind, geschützt, während im Innern der Insel die Brandung stand und bei weiterer Trockenlegung die lockeren Materialien mehr und mehr durch den abfließenden Regen der Südwestküste zugeführt wurden. Die Ausräumung ist hier, wie auf Curaçao, noch stets in gleichem Sinne im Fortgange begriffen.

Bei der Erhaltung des Hooibergs in seiner jetzigen, alle anderen Parteen des Dioritmassivs überragenden Höhe hat neben dem Schutze von Korallenkalk (nach der Abtragung des Letzteren) wohl auch die Zusammensetzung seines Gesteines, in dem Hornblende und Augit so sehr vorherrschen, eine bedeutende Rolle gespielt, während die Erosion dem Berge seine eigenthümliche, an einen Vulkan erinnernde Form verlieh. Sie ist leicht verständlich, wenn man erwägt, dass sich seitlich von dem Gipfel Einschartungen im Korallenriffe befunden haben mögen, während sowohl an der Seeseite als im Innern des Eilands die Brandung ihn bestürmte.

Ausräumungen werden selbstredend auf allen drei Eilanden durch Abtragung des Inneren und Transport des Materiales in die See stattfinden, aber nur in Ost-Curaçao, einem Theile von West-Curaçao und auf Aruba kann der Effekt in Folge der starken Auflockerung der Formationen und ihrer weit vorgeschrittenen Zersetzung ein so grossartiger sein, dass das Binnenland kesselartig ausgetieft wird.

Jungquartäre Bildungen.

Durch die Fortdauer der negativen Strandverschiebung sind in einer kaum verflassenen Zeit Muschelbänke und junge Riffkalke trockengelegt worden, welche von den oben behandelten, älteren quartären Bildungen getrennt werden müssen.

DIE MUSCHELBÄNKE bilden lockere, erdige und sandige Ablagerungen, welche durch einen grossen Reichthum an Conchylien und Resten von anderen Meeresorganismen ausgezeichnet sind, unter die sich stellenweise eingeschwemmte Landschnecken gemengt haben, vor allem *Pupa uva*. Am Fusse des Forts Nassau, wo am Wege zum Gipfel eine derartige Muschelbank als Hangendes der älteren Riffkalke wenige Meter über dem Niveau des Meeres ansteht, finden sich die Gehäuse der genannten Landschnecke besonders zahlreich vertreten.

Eine zweite Muschelbank lagert bei Beekenburg, etwa 2 m über dem Meeresspiegel, theils vor theils unter den überhängenden Kalkfelsen der Quartärformation, und da sie den Raum zwischen Letzteren und dem das Liegende bildenden Diabase ausfüllt, so erweckt dies anfangs die irrthümliche Vorstellung, als wäre die Muschelbank bei Beekenburg älter als der Korallenkalk, dessen Blöcke auf sie herabgestürzt scheinen. Es ist eine alte Strandbildung, welche ausser zahlreichen Schalenbruchstücken von Muscheln und Steingeröllen einen grossen Reichthum gut erhaltener Conchylien birgt, vor allem *Ostrea frons* und *Chama macrophylla*.

Eine dritte Muschelbank befindet sich bei Veeris, östlich von der Piscaderosbai, auf Curaçao, ¹⁾ und äquivalente Schichten stehen auch am Innenrande der spanischen Lagune auf Aruba an, an beiden Orten wiederum in einem nur wenige Meter über dem Meeresspiegel gelegenen Niveau.

In allen diesen Ablagerungen kommen, wie von vornherein zu erwarten war und aus der hier folgenden Tabelle ersichtlich ist, nur Reste von Organismen vor, welche noch heute das westindische Meer bewohnen.

Petrefakte aus quartären Ablagerungen, bestimmt von M. M. Schepman.

Bemerkung: In der folgenden Tabelle bedeuten die Buchstaben die verschiedenen Fundorte. Es befinden sich darunter von Curaçao: B = Beekenburg, B' = Brievengat, F = Fuik, H = Hato, J = Klein St. Joris, S' = Spanischer Hafen, S'' = Savonet, N = Fort Nassau, P = Priesterberg, V = Veeris, W = Willemstadt, W' = West-

1) Diesen Ort habe ich nicht selbst besucht. Ich empfang die darauf bezüglichen Mittheilungen und die unten angeführten, organischen Reste von meinem Reisebegleiter Herrn Molengraaff.

punt; von *Aruba*: S = Spanische Lagune, P' = Serro Plät, B'' = Pan Blanco, D = Daimarie; von *Bonaire*: G = Serro Grandi, F' = Fontein.

	<i>In gehobenen Muschelbänken.</i>	<i>In den jüngsten Kalkbänken.</i>	<i>In älteren quartär- ren Schichten.</i>
<i>Ostrea frons</i> Lin.	B.		
<i>Ostrea folium</i> Lin.	B.		
<i>Spondylus Americanus</i> Lam.	. . V.		
<i>Spondylus spec. (?)</i>			W.
<i>Lima tenera</i> Chemn. (?)	. . V.		
<i>Lima scabra</i> Born.	B.	B'.	
<i>Pecten nodosus</i> Lin. (?)			F.
<i>Pecten spec.</i>			G. H.
<i>Modiola spec.</i>		S (?).	
<i>Arca Deshayesii</i> Hanley	B. N. V.		
<i>Arca (Barbatia) candida</i> Chemn. (?)	B. N. V.		
<i>Arca umbonata</i> Lam.	B. N. V. S.	J.	
<i>Chama macrophylla</i> Chemn.	B. N. V. S.	J. . .	W.
<i>Lucina Antillarum</i> Rve.	B. . V. S.		
<i>Lucina chrysostoma</i> Phil.	. N. V. .		
<i>Lucina tigerina</i> Lin.	. N. . .	B'. F. S'.	D.
<i>Lucina pensylvanica</i> Lin.		B'. F. S.	
<i>Lucina serrata</i> d' Orb. (?)		F.	
<i>Cardium serratum</i> Lin.	. . . S.	S.	
<i>Cardium muricatum</i> Lin.	. . V.		
<i>Cardium medium</i> Lin.		S. S'.	
<i>Cardium spec.</i>		. . F. .	S''.
<i>Venus cancellata</i> Lam.	B. N. V. .	. . . S.	W.
<i>Venus Listeri</i> Gray (?)	. N. . .	S.	
<i>Cytherea (Caryatis) albida</i> Gmel.	. N. . .	S.	
<i>Tellina fausta</i> Donovan.	. . V.		
<i>Tellina interrupta</i> Wood		B'. . . .	D.
<i>Tellina spec.</i>	. . V. .	S.	
<i>Amphidesma reticulata</i> Sow.	. . V.		
<i>Mactra spec. (?)</i>	. . V.		
<i>Corbula spec.</i>	. . V. .	S (?).	
<i>Fissurella larva</i> Rve. (?)	. . V.		
<i>Trochus (Livona) pica</i> Lin.	B. . . .	. . . S'.	D. P'. S''.
<i>Natica (Pollinices) caribaea</i> Phil. (?)		S'.	
<i>Modulus modulus</i> Lin.	B.		

Cyclostoma (Tudora) megachile Pot.				
et Mich. ¹⁾	. . . V.			
Cerithium spec.	. . . V.			
Strombus gigas Lin.	B. N. . .	B'. . S. .	B". H. W. W'. F'.	
Strombus pugilis Lin.	. . . S.			
Triton Antillarum d'Orb.	B.			
Latirus spec.		. . . S' (?).		F (?).
Pyrula melongena L. ²⁾	. . . S.	S.		
Pyrula spec.		S' (?).		
Murex calcitrapa Lam.	B.			P.
Murex aff. bellus Rve.		F.		
Voluta musica Lin.	. . . S.			
Oliva reticularis Lam.				P'.
Bulla media Phil.	B.	F. S.		
Pupa uva Lin.	. N.			S'.
Echinometra subangularis Leske ³⁾				S".

JÜNGSTE RIFFKALKE. Gleichzeitig mit den erwähnten Muschelbänken wurden Riffkalke trockengelegt, welche noch heute fortwachsenden Korallenbauten an der Südwestküste der drei Inseln unmittelbar die Hand reichen und schon hiedurch genügend als Bildungen einer kaum verflossenen Zeit charakterisirt sind. Die aufgefundenen, organischen Reste — sieh die 2^{te} Spalte der obigen Tabelle — stehen mit dieser Annahme ebenfalls in vollem Einklange.

Auf Curaçao stehen solche Riffkalke im Untergrunde der Stadt an, in der Fortsetzung des die Küste begleitenden Wallriffs, ferner am Innenrande des Schottegats, woselbst auch die kleinen Inseln hauptsächlich aus diesen Bildungen bestehen. Am spanischen Wasser stellen die jüngst gehobenen Riffe eine niedrige, das Ufer umsäumende Bank dar, welche den auf geneigtem Untergrunde angesiedelten, älteren quartären Kalken und Conglomeraten vorgegelagert ist. Gleiche

1) Beide in der Liste angeführten Landschnecken finden sich auch in einer bis 6 m mächtigen, recenten Süßwasserablagerung, welche bei St. Jan auf Curaçao im Hangenden von Diabas auftritt. Ueber ihr Vorkommen in anderen, jungen Bildungen der Inseln vgl. oben pag. 17, 21, u. 100. Eine dritte, auf Curaçao lebende Landschnecke, *Bulinus elongatus* Bolten, habe ich fossil nicht angetroffen. Sie ist in der heutigen Zeit weit seltener als die beiden anderen Arten, und dürfte sich daraus auch ihr Fehlen unter den Petrefakten erklären.

2) Diese Art ist auch in den älteren quartären Kalken überall häufig, fehlt aber in der letzten Spalte der Tabelle, weil sie in meiner Sammlung aus diesen Ablagerungen nicht vertreten ist.

3) Dies Fossil ist nach der Bestimmung von Dr. J. Loric hier angeführt, während seine übrigen Bestimmungen von quartären Petrefakten der Eilande (Sammlgn. des Geolog. R. Mus. in Leiden, Ser. II, Bd. 1) durch diejenigen von Schepman ersetzt wurden.

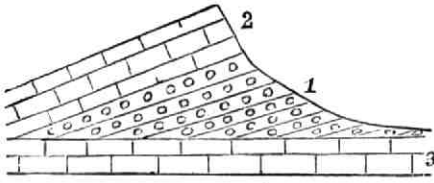


FIG. 35. AM SPANISCHEN WASSER.

1. Quartäre Conglomerate. — 2. Aeltere quartäre Kalke. — 3. Jüngste Riffkalke.

Seinpost ein aus den Verwitterungsprodukten des Diabases gebildetes Alluvium, ein alter, gleichzeitig mit den in Rede stehenden Korallenbauten trockengelegter Meeresboden.

Auf Aruba und Bonaire ist der Verband der jüngst gehobenen Riffkalke mit den noch lebenden Korallen ein gleich enger, ihre Ausdehnung eine bedeutendere als auf Curaçao, und dies wiederum in Uebereinstimmung mit der grossen Verbreitung von Flachbauten im heutigen Meere längs den Südwestküsten dieser Eilande. Klein Bonaire und die langen Wallriffe bei Aruba legen Zeugnis hiefür ab, und an der Küste der letzterwähnten Insel lässt sich eine scharfe Grenze zwischen den kaum vom Wasser bedeckten, fortwachsenden Bauten und dem Ufer überhaupt nicht ziehen.

Für das allmähliche Anwachsen des Landes liefert der Strand östlich von der spanischen Lagune auf Aruba ein hübsches Beispiel, denn hier bilden die jungen

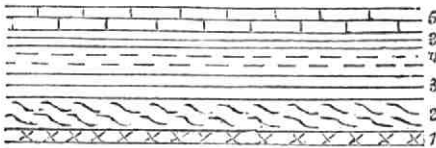


FIG. 36. AM STRANDE VON ARUBA.

1. Wallriff. — 2. Meer. — 3. Jüngste Riffkalke. — 4. Sumpfiger Boden. — 5. Aeltere quartäre Kalke.

weiterer Trockenlegung der Insel vermuthlich abermals ein Streifen von sumpfigem Boden und von Riffkalk sich dem jetzigen Strande anfügen würde.

Meist sind die Riffkalke horizontal gelagert, hie und da bilden sie aber auch kleine Bodenschwellen, so vor allem auf Aruba bei der spanischen Lagune und bei Ponton, ferner auf Bonaire in der Umgegend von Kralendijk. Diese Lagerungsform ist, wie die entsprechende der altquartären Kalke, als eine ursprüngliche zu betrachten und die Hügelbildung als eine Folge der Abformung desjenigen Reliefs

1) Durch Kalk incrustirte Wurzeln und Blätter der Mangrove geben bisweilen auch zur Bildung schöner Kalktuffe Veranlassung, wie ich solche von Curaçao erhalten habe.

Schichten schliessen sich auch seewärts an den Fuss des Tafelbergs an und dehnen sich von hier längs des Strandes bis zum Water van Ostpunt aus; denn alle ausserhalb der älteren Quartärformation gelegenen Bildungen dieses Küstentheiles sind jugendliche Riffkalke. Innerhalb der genannten Formation fehlen sie, und an ihre Stelle tritt südlich vom Ost-

Riffkalke an einer Stelle einen dem Ufer parallelen und durch sumpfiges Terrain von anderen Kalken geschiedenen, niedrigen Wall, während an der Küste Mangrove und weiter auswärts, durch einen schmalen Wasserstreifen getrennt, das Wallriff folgen. Die Vegetation leistet der Versumpfung Vorschub¹⁾, so dass bei

welches dem unterlagernden Gebirge vor Ansiedlung der Korallen eigen war, zu erklären.

Die Scheidung der jüngsten Riffkalke von den als ältere Quartärformation zusammengefassten Bildungen ist mit grosser Schwierigkeit verbunden und lässt sich genau genommen überhaupt nicht scharf durchführen, denn so eng wie die Verknüpfung der bei positiver und bei negativer Strandverschiebung entstandenen älteren Korallenbauten ist¹⁾, so eng sind wiederum die jüngsten Kalke mit den bereits weiter landeinwärts gerückten und länger trockengelegten Riffen verbunden, die ich zum älteren Quartär gezogen habe, weil sie mit ihm ein organisches, durch keinerlei Unterbrechung im Wachsthum gestörtes Ganzes formen.

Trotz dieser engen Verknüpfung sämtlicher Korallenbauten der Inseln scheint es aber doch von vornherein unzweckmässig, sie alle in Eine Gruppe zusammenzufassen, da man in diesem Falle zu keiner Scheidung der noch fortbauenden Riffe von den älteren Kalken gelangen würde und sonach die Quartärbildungen, welche landeinwärts in mehr als 200 m Höhe über dem Meeresspiegel lagern, mit den lebenden Polypen vereinigen müsste. Wir haben es mit zwei relativ sehr verschiedenen Extremen zu thun, welche durch allmähliche Uebergänge verbunden sind, so dass eine Scheidung erforderlich wird, die indessen der Natur der Sache nach eine einigermaassen künstliche sein muss.

Mir schien es am zweckmässigsten, bei der vorzunehmenden Trennung von den noch bestehenden recenten Riffen und den kaum gehobenen Fortsetzungen derselben längs der Küsten auszugehen und, von diesen Bildungen aus landeinwärts fortschreitend, mit ihnen alle Kalke zu vereinigen, welche annähernd in dem gleichen Niveau gelegen sind und noch keine bedeutende Metamorphose aufweisen. Ich gelangte auf diese Weise zur Abtrennung niedriger Uferstreifen von dem älteren Quartär, und die angenommene Formationsgrenze erhielt an manchen Orten auch durch das Lagerungsverhältniss der als jüngste Riffkalke bezeichneten Bildungen eine gewisse Deutlichkeit. So sind diese auf Curaçao nicht selten in ähnlicher Weise von dem die Hügel bedeckenden älteren Quartär geschieden, wie dies bereits für das Spanische Wasser beschrieben wurde, während sie auf Aruba vielerorts landeinwärts unter die Verwitterungsprodukte des Quarzdiorits, auf Bonaire unter diejenigen der Kreideformation wegsinken und schon dadurch von den die Höhen bedeckenden älteren Kalken geschieden sind.

An manchen Orten ist aber die Trennung überhaupt nicht ohne Willkürlichkeit vorzunehmen, da der Uebergang von Riffkalken mit deutlicher Korallenstruktur

1) Vgl. pag. 83.

in Kalkstein so allmählig erfolgt, dass beim Fehlen anderer Handhaben jede Sicherheit schwindet. Palaeontologische Merkmale sind nicht zu verwerthen, da ausgestorbene Formen weder der Einen noch der Anderen Ablagerung zukommen und die etwaige Verschiedenheit der aufgefundenen, lebenden Arten beider Kalkbildungen — sieh die Tabelle — bedeutungslos ist. Denn schon die gleichzeitigen Riffkalke zeigen grosse Faciesunterschiede in Bezug auf die Fauna, die sie an von einander entfernten Orten beherbergen und deren Grund in Lebensverhältnissen der Thiergruppen und Arten gelegen ist, die zu deuten einem flüchtigen Reisenden schwerlich möglich sein wird. Auch sind diejenigen Petrefakte der altquartären Kalke, welche allgemein in ihnen angetroffen werden, gleichzeitig in den jüngeren Riffkalcken und in den gehobenen Muschelbänken zahlreich vertreten: *Chama macrophylla*, *Lucina tigrina*, *Venus cancellata*, *Tellina interrupta*, *Trochus pica*, *Strombus gigas*, *Pyrula melongena*.

Dazu kommt noch, dass auf gehobenen Brandungsterrassen die älteren Kalke nicht selten durch cementirten Korallensand der jüngsten Zeit verhüllt sind, während frische, von den Wellen hergeführte Gehäuse von Mollusken und anderen Thieren in grosser Zahl umherliegen und die Richtigkeit des Urtheils erschweren, endlich die nicht zu unterschätzende Thatsache, dass zahlreiche Conchylien durch die früheren Bewohner der Inseln verschleppt sind und in ungemein grosser Menge noch stets durch Seevögel und vor allem durch Einsiedlerkrebse vom Strande auf die Höhe hinauf transportirt werden. So fand ich z. B. sogar auf der Höhe des Hieronimo auf Curaçao, also im Innern und mehr als 200 m über dem Meerespiegel, einen lebenden *Pagurus*, welcher eine *Nerita* mit sich herumtrug. Oberflächlich aufgelesene Conchylien müssen aus allen diesen Gründen mit grosser Vorsicht beurtheilt werden.

Die angenommene Formationsgrenze zwischen älterem Quartär und den jüngsten Bildungen beansprucht somit keineswegs einen hohen Grad von Genauigkeit; sie ist vielmehr wesentlich aus dem Bedürfnisse entstanden, die noch fortwachsenden Riffe von den älteren Kalcken zu scheiden. Ein solches Fortwachsen dürfte rings um den Inseln noch heute stattfinden, aber dort, wo ich die ältere Quartärformation bis an den Strand hinanreichend darstellte, scheinen die jüngeren Bildungen bei der Entwicklung der Brandungsterrassen völlig zerstört zu sein, so dass die relativ älteren Kalke wieder zu Tage traten und dadurch ein vollständiger Ring von gleichwerthigen, jüngsten Bauten längs den Küsten der Eilande fehlt. Indessen sind bezüglich dieses Punktes weitere Untersuchungen, zu deren Anstellung es mir an Zeit gebrach, sehr erwünscht.

DÜNEN. Die quarzreichen Gesteine von Aruba haben an der Nordküste dieser Insel

dem auf sie gerichteten Passate Material zur Bildung von Dünen geliefert. Namentlich an der Ostecke des Eilands haben diese Letzteren eine bedeutende Entwicklung erlangt; sie lehnen sich hier an das lothrecht zur Küste abfallende Kalkplateau, welches 15—20 m Höhe besitzt, indem sie fast bis zu dessen Gipfel emporreichen, während tiefer Sand auf der jüngst gehobenen Uferterrasse lagert, durch eine spärliche Vegetation von *Coccoloba uvifera* zurückgehalten.

Auch am Ausgange der Schluchten, welche vom Diabasgebirge zum Nordstrande hinabreichen, treten Dünen auf, zu denen vermuthlich zerstörte und durch den Regen seewärts geführte Gangmassen das Material geliefert haben. Sie schliessen mehrfach das Innere der kleinen Buchten daselbst ab und erreichen bei Fontein Haushöhe; ferner kommen sie an der Boca bei Daimarie,¹⁾ bei der Boca dos Playos und an anderen Orten vor, in unbedeutender Höhe auch am nördlichen Ufer der äussersten Nördwestecke von Aruba.

Am Strande von Bonaire scheinen sich ebenfalls Dünen von geringer Höhe zu befinden, vielleicht entstanden aus den Zerstörungsprodukten der cretaceischen Sandsteine; ich sah sie indessen nur an der Nordküste aus der Ferne. Auf Curaçao dagegen ist mir von diesen Bildungen nichts bekannt.

Schlussbetrachtungen über die Inseln.

Der östliche, von den Anden sich abzweigende Gebirgszug, welcher sich über Bogota, Pamplona und Merida nach Valencia hinzieht, nimmt bekanntlich von hieraus einen west-östlichen Verlauf und bildet die Küstencordillere von Venezuela. Sie erstreckt sich an der Südgrenze des caribischen Meeres bis zur nordöstlichen Ecke von Trinidad, nur unterbrochen bei Barcelona und durch die Strassen, welche den Golf von Paria mit genanntem Meere verbinden, die sogenannten Bocas.²⁾ Diese Küstencordillere ist vorherrschend aus archaischen und cretaceischen Sedimenten aufgebaut, welche beide complicirte Lagerungsverhältnisse und ein herrschendes Streichen von W nach O zeigen.³⁾

Suess hat ausserdem vor kurzem in seiner classischen Arbeit „das Antlitz der Erde“ dargelegt, dass überhaupt in Mittel-Amerika das Streichen des Grundgebirges nicht dem Verlaufe der langgestreckten Verbindung des nördlichen und des südlichen

1) Vgl. Theil I dieses Werkes, pag. 139.

2) Vgl. Theil I, pag. 104, Tab. VII, Fig. 2.

3) Humboldt. Reise in die Aequinoctial-Gegenden. V, pag. 567 ff. — G. P. Wall. On the Geology of a part of Venezuela and of Trinidad (Quart. Journ. Geolog. Soc. Vol. XVI, London 1860, pag. 460 ff.) — Karsten II. cc.

Continentes folgt, sondern quer auf dieselbe verläuft.¹⁾ Er zeigte ferner, dass die Cordillere der grossen Antillen nach demselben Typus gebaut sei wie die Küstencordillere von Venezuela; die ältesten versteinerungsführenden Schichten gehören auch in ihr der Kreideperiode an.

Die Inseln, deren Untersuchung uns im Obigen beschäftigt hat, weisen abermals in ihrem geologischen Bau eine sehr augenfällige Analogie zu der Cordillere des Festlandes auf. Sie sind Glieder einer Kette von Eilanden, die sich von West nach Ost erstreckt und deren ältestes, auf Aruba aufgeschlossenes Grundgebirge das gleiche Streichen zeigt. Diese älteste Formation wird von Grünschiefern und schiefrigen Amphiboliten gebildet, während auf Orchilla Gneissablagerungen bekannt sind, und es dürfte deswegen kaum einem Zweifel unterworfen sein, dass wir in jenen Gesteinen ebenfalls Glieder einer archaischen Schichtenreihe zu sehen haben, um so mehr als Hornblendeschiefer in der archaischen Formation des südamerikanischen Continentes eine weite Verbreitung besitzen²⁾ und solche Gesteine auch in der Küstencordillere von Venezuela mit Gneiss und Glimmerschiefer lagern³⁾. Ob auch die Grünschiefer daselbst vorkommen, lässt sich an der Hand der bestehenden Literatur nicht beurtheilen; doch ist es sehr wohl möglich, dass sie unter den als Thonschiefer beschriebenen Gesteinen von Venezuela stecken,⁴⁾ da auch die Schiefer von Aruba solchen äusserlich bisweilen zum Verwechseln ähnlich sehen.

Die Schiefer wurden von Diabasen durchbrochen, welche sich deckenförmig über die Schichtenköpfe der Sedimente ausbreiteten, so dass die Letzteren nur dort der Beobachtung zugänglich sind, wo tiefe Thaleinschnitte bis ins Liegende des Eruptivgesteins hinabreichen. Da solche Einschnitte in den Diabasen von Bonaire und Curaçao fast ganz vermisst werden, so erklärt sich aus diesem Umstande auch das Fehlen der Grünschiefer und Amphibolite unter den zu Tage ausgehenden Formationen auf den genannten beiden Inseln. Schichten, denen die Diabase eingelagert wären, sind unbekannt und ebenso — von dem beschränkten Vorkommen eines Diabasconglomerates auf Aruba abgesehen — Diabastuffe, die vielleicht ursprünglich im Hangenden der Decken entwickelt waren, aber bei der bedeutenden Abtragung, welche die Eilande später erfahren haben, leicht wieder zerstört werden konnten.

Auch im westlichen Abschnitte der Küstencordillere, im Süden des Sees von Valencia und der Villa de Cura treten Grünsteine, und unter ihnen Diabase, in

1) E. Suess. Das Antlitz der Erde. I, pag. 698 ff.

2) A. Stelzner. Beiträge zur Geologie u. Palaeontologie d. Argentinischen Republik. I, Geolog. Theil, pag. 21.

3) Humboldt l. c. pag. 570.

4) Humboldt l. c. pag. 573.

mächtiger Entwicklung auf, nach Humboldt¹⁾ sowohl wie nach Wall²⁾ den Sedimenten eingelagert. Es ist aber über diese Gesteine bis jetzt nur äusserst wenig bekannt, und Wall, welcher die grosse Schwierigkeit der Beurtheilung des Lagerungsverhältnisses hervorhebt, vermochte nicht einmal mit Sicherheit zu erkennen, wo in diesem Gebiete die Grenze zwischen der archaischen und der Kreideformation gelegen sei. Ein Theil der Grünsteine, und zwar gerade „varieties of the diabasic type“ ist indessen nach der Darstellung von Wall cretaceischen Sedimenten eingelagert und kann somit, wie ich auch für die Inseln annahm, die archaischen Ablagerungen durchbrochen haben.

Vielleicht lagerte auf den Eilanden das Eruptivgestein anfänglich in ähnlicher Weise wie in Britisch Guiana, wo nach Brown und Sawkins³⁾ Lager von Grünstein („chiefly diorite and diabase“) vorkommen, welche Sandsteinen in schwebender Lage eingeschaltet sind, sich über mehrere Längen- und Breitengrade ausdehnen und eine sehr ansehnliche Mächtigkeit besitzen. In wie weit die Diabase der Inseln von der Störung, welche die Kreideschichten daselbst später erlitten haben, mit betroffen sein mögen, lässt sich nicht beurtheilen.

Die Diabase der drei Inseln zeichnen sich durch gleiche petrographische Eigenschaften aus, umfassen aber im Uebrigen verschiedene Varietäten, von denen die körnige auf Bonaire, die dichte auf Aruba und Curaçao vorherrscht. Es liegen in den Lagerungsverhältnissen einzelne Andeutungen vor, welche auf verschiedene Diabaseruptionen schliessen lassen. Die nur auf Aruba vorkommenden Diabasconglomerate sind hier auf die Nachbarschaft der archaischen Sedimente beschränkt; sie enthalten unter ihren Fragmenten Variolite, welche eine endogene Contaktercheinung des Eruptivgesteins andeuten.

Die Diabase vermochten bei dem später erfolgten Untertauchen der Eilande der Zerstörung einen grösseren Widerstand entgegenzusetzen als die Schiefer, und die Trennung von Curaçao in eine östliche und eine westliche Hälfte, welche bereits vor der Ablagerung der Kreideformation stattgefunden haben muss, hat augenscheinlich ihren Grund in dem Fehlen des Eruptivgesteins im mittleren Inseltheile.

Nach den Diabasen erumpirten die Quarzdiorite Aruba's, ohne dass bei dem Mangel alles palaeontologischen Beweismateriales genau das Zeitalter anzugeben wäre, in das die Entstehung beider Eruptivgesteine fällt; nur die deckenförmige

1) Humboldt, briefliche Mittheilg. an Ewald (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. V. 1853, pag. 18).

2) l. c. pag. 465.

3) Ch. B. Brown and J. G. Sawkins. Reports on the phys. descript. and econom. geology of British Guiana. London 1875.

Ueberlagerung der Diabase durch die Diorite liess sich feststellen. Da indessen die Letzteren auch im Hangenden der Amphibolite auftreten und ihnen gegenüber eine ähnliche, schützende Rolle gespielt haben, wie die Diabase gegenüber den Grünschiefern, während Kreideablagerungen zwischen beiden Formationen gänzlich fehlen, so möchte ich daraus schliessen, dass auch die Quarzdiorite in einer vorcretaceischen Zeit erupirten, was bekanntlich ohnehin am meisten Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die Quarzdiorite enthalten als lokale Ausscheidungen Mineralcombinationen, welche petrographisch als Augitdiorit und Gabbro zu bezeichnen sind, eine geognostische Selbständigkeit aber nicht besitzen. Vielleicht sind die Diorite die Ursache einer Uralitisirung der Diabase und Diabaseconglomerate, welche nur auf Aruba und auch hier wiederum bisher nur in der Nähe des Contactes beider Eruptivgesteine beobachtet wurde.

Diabase sowohl wie Diorite sind auf Aruba von einem dichten Gangspaltennetze durchzogen, welches von goldführenden Quarziten angefüllt wurde, und da das Hauptstreichen der Gänge W—O ist, sonach mit demjenigen der Grünschiefer zusammenfällt, so liegt die Annahme nahe, dass das Aufreissen hauptsächlich in der Richtung der Schichtungsflächen des Grundgebirges erfolgte. Nun sind aber längs den Schichtungsflächen der Grünschiefer auch Dioritporphyre emporgedrungen, und es gewinnt deswegen einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit, dass die letztgenannten Eruptivgesteine die Ursache der Entstehung des Gangnetzes waren, dass die Aufbruchspalten zum Theil durch den injicirten Dioritporphyr, zum Theil später durch Quarz gefüllt wurden. Mit dieser Annahme steht im Einklange, dass Quarzgänge und Dioritporphyre eine deutliche Abhängigkeit von einander zeigen, indem beide auf das Diabas- und Dioritgebiet von Aruba in gleichem Sinne vertheilt sind, auf Curaçao eine höchst untergeordnete Rolle spielen und auf Bonaire fehlen.

Zur Kreidezeit waren die Eilande weit untergetaucht, wahrscheinlich ganz vom Meere bedeckt. Es bildeten sich cretaceische Ablagerungen, welche vorherrschend aus Kieselschiefer und Sandstein, untergeordnet aus Mergeln, Conglomeraten und Kalksteinen, darunter Rudistenkalk, bestehen. Diese Kreideschichten sind den oberen cretaceischen Ablagerungen des Festlandes von Südamerika und denen der grossen Antillen aequivalent; sie sind gleich Letzteren sehr gestört, scharf gefaltet und verworfen, und bedecken einen grossen Theil von Curaçao und Bonaire, während sie auf Aruba nicht mit völliger Sicherheit nachgewiesen werden konnten. Vermuthlich haben sie aber auch hier früher eine bedeutende Entwicklung gehabt und sind sie im quartären Zeitalter zum grössten Theile vom Meere abgetragen

worden. Auf den beiden anderen Inseln sind ebenfalls bedeutende Parteen der Kreideschichten zerstört und wurde in Folge dessen das Liegende, die Diabasformation, vielerorts wieder aufgeschlossen.

Im westlichen Bonaire bauen Glimmerporphyrite den höchsten Theil des Eilands auf, während sein Fuss von Tuffen gedeckt ist. Letztere sind mit gleichen petrographischen Eigenschaften auch auf Curaçao in sehr beschränkter Entwicklung bekannt; es fehlen aber Porphyrite auf dieser Insel, ebenso wie auf Aruba, gänzlich. Ihre Stellung ist eine sehr unsichere.

Tertiäre Sedimente fehlen durchaus. In quartärer Zeit erfolgte eine oscillatorische und zwar zunächst eine positive Strandverschiebung, welche mehr als 200 m, darauf wiederum eine negative, welche mindestens 218 m betragen haben muss. Während dieser Niveauveränderungen siedelten sich Korallen auf den von Geröllen der älteren Formationen gebildeten Trümmergesteinen an und überwucherten die Küstengebirge ganz und gar. Sie erwecken dadurch den Eindruck, als ob ihre Mächtigkeit gleich derjenigen der Gesamthöhe des genannten Gebirges wäre und täuschten in diesem Sinne sogar erfahrene Geologen, während in Wirklichkeit ihre Dicke eine relativ sehr geringe ist. Diese Korallenbauten liefern somit ein lehrreiches Beispiel für die Schwierigkeit, welche die Beurtheilung der Mächtigkeit von Riffen überhaupt bietet, denn wenn dieselbe schon bei trockengelegten Bauten zu Täuschungen Anlass giebt, um wie viel mehr muss dies bei noch stattfindender Meeresbedeckung der Fall sein! So lange ein Atoll im Innern noch mit Korallensand gefüllt ist, lässt sich die Mächtigkeit eines Riffes überhaupt nicht beurtheilen.¹⁾

Die Korallenkalke sind zum Theil unter dem Einflusse von Guanosalzen, für die namentlich Vogelexcremente das Material geliefert haben dürften, in Phosphorite umgewandelt worden. Ausserdem finden sich Phosphorite in Höhlen der quartären Kalke als metamorphosirte Sinterbildungen, hier durch einen von Landsäugethieren (Fledermäusen, Ratten und Kaninchen) producirten Guano entstanden. In beiden Fällen sind die Phosphate durch phosphoritische Kalke eng mit den reinen Kalksteinen verknüpft.

1) Ich theile in dieser Beziehung durchaus die Ansichten von Supan (Petermann's Mittheilungen, 32 Band. 1886. IV, pag. 39), wonach Tiefbohrungen allein Aufschluss über die Mächtigkeit der jetzigen Riffe geben können; aus dem Vertikalabstande, innerhalb dessen Grenzen an irgend einem Orte Korallenbauten vorkommen, lässt sich bezüglich ihrer Mächtigkeit gar keine Folgerung ableiten. Im Uebrigen habe ich von einer Vergleichung der auf den Inseln beobachteten Verhältnisse mit den Theorien, welche sich an die Mächtigkeit der Korallenbauten u. s. w. anknüpfen, abgesehen, da ich es aus nahe liegenden Gründen nicht für angezeigt hielt, meine Beobachtungen auf die oceanischen Inseln zu übertragen.

Bei Trockenlegung der quartären Riffe zog sich das Meer allmählig aus dem Innern der Inseln zurück; doch ist der Rückzug nicht vollständig erfolgt, denn die sogenannten Binnenwässer stellen abgeschnittene Meeresreste dar, welche sich bis in die Jetztzeit im Innern der quartären Riffe erhalten haben. Strandlinien von grosser Schärfe und Regelmässigkeit der Ausbildung deuten die allmähliche Trockenlegung der Inseln an.

Noch heute ist dieselbe im Fortgange begriffen, wie die in jüngster Zeit trockengelegten Riffe und Muschelbänke beweisen, welche ausserhalb der älteren Quartärformation sich befinden. In ihnen bildete sich eine Anzahl von Küstenlagunen, die durch Lage und Form leicht von den ersterwähnten Becken unterschieden werden können.

Die Erosion des Meeres hat ausser den gehobenen Uferlinien und Brandungsterrassen, welche Letztere zum Theil eine ganz bedeutende Ausdehnung erreichten, an der Nordküste von Aruba zahlreiche Kreisbuchten mit kleinem Radius und innerhalb des Gebietes der Quarzdiorite abenteuerliche Felsformen gebildet. Die Meeresbedeckung lockerte zugleich die Gesteine bis in grosse Tiefen auf und ermöglichte dadurch, dass nach der Trockenlegung der Inseln eine bedeutende Abtragung statt hatte, die sich auf Aruba und namentlich im östlichen Curaçao zu einer Ausräumung des Innern dieser Inseln gestaltete. Dieser Process dauert noch heute beständig fort. Auch an der Bildung des Goldseifengebirges auf Aruba nahm in einer kaum verflossenen Zeit das Meer einen bedeutenden Antheil.

Der jüngsten Zeit gehören endlich auch die Dünen von Aruba und Bonaire an.



Liste von Gesteinen,

welche von Herrn PROF. DR. J. H. KLOOS in Braunschweig untersucht und in den „Sammlungen des Geolog. Reichs-Museums in Leiden, Ser. II, Band 1“ beschrieben worden sind.

Ich habe im Folgenden alle von Kloos untersuchten Gesteine meiner Sammlung zusammengestellt, unter genauer Angabe des Fundorts. Die beigefügten Nummern beziehen sich auf die in Leiden bewahrten Objekte, während die Seitenzahl auf die betreffende Beschreibung l. c. hinweist.

I. CURAÇAO.

Diabase.

Dichter Diabas. Am Wege zwischen Savonet und Westpunt anstehend, Liegendes der Kieselschieferformation (64^b. pag. 72). — Am westlichen Fusse des St. Antoniebergs anstehend, am Wege, nordwestlich von Barber, südöstlich von St. Hieronimo (58). — Die Wände eines tiefen Brunnenlochs beim Wohnhause von St. Jan bildend (86. pag. 74). — In einem anderen Brunnen, etwa $\frac{1}{4}$ Wegstunde landeinwärts, nach NO zu, anstehend (55. pag. 74). — Bei Fontein, am Innenrande des Kalkgürtels der Nordküste anstehend (150). — Bei Plantersrust, westlich von der Stadt, am Wege nach Hato, anstehend. Liegendes der quartären Sande und Conglomerate (18, 19, 24. pag. 70). Hiezu gehören auch lose Bruchstücke von der Oberfläche aus den Pflanzungen daselbst (22. pag. 70). — In der Rooi Kibrahacha, am Fusse von Oost-Seinpost anstehend (165. pag. 72).

Kleinkörnige und dichte Diabase. Gerölle aus einem Wasserrisse in unmittelbarer Nähe des erwähnten, landeinwärts gelegenen Brunnens von St. Jan. (54^a, 54^b. pag. 74).

Kleinkörniger Diabas. Aus einem Brunnenloche bei Australia, am inneren Fusse des Priesterbergs, in 10 Meter Tiefe entnommen (23. pag. 73).

Körniger Diabas. Südöstlich von Klein Mal Pays, am Wege zur Stadt anstehend (43. pag. 75). — Niedrige Kuppe, nur wenig weiter westlich als das letztgenannte Gestein, südlich vom Wege. An dem Fusse der Kuppe steht Sandstein an (44^b. pag. 75).

Quarzdiabas, körnig. Am Wege von Savonet nach Westpunt anstehend; nahe bei dem Hause des Gutes. Lagert mit Rudistenkalken (66. pag. 75). — Südöstlich vom Christoffel unweit Paradera anstehend. Gestein der alten, zur Gewinnung von Kupfererzen angelegten Gruben (70, 71. pag. 76).

Diabasporphyrit. Niedrige Klippe, nördlich vom Hause von Savonet, zwischen Letzterem und der Küste. Lagert mit Rudistenkalken (81. pag. 76).

Porphyrtiger Diorit.

Steht ein wenig nordöstlich von Westpunt, an der Nordwestecke der Insel, an (65. pag. 77).

Kieselschiefer.

Vom höchsten Gipfel des St. Christoffels (74*, pag. 84). — Vom oberen, südöstlichen Abhange des St. Christoffels (73**., pag. 84) — Am Fusse des St. Christoffels anstehend (73. pag. 84). — Bei Savonet, unweit des dargestellten Profils (pag. 28 oben) anstehend (75, 75*, pag. 84). — Am Wege zwischen Savonet und Westpunt anstehend. Hangendes von Diabas (64^a, pag. 84). — Bei Brievengat, in unmittelbarer Nähe des Hauses anstehend (156^a, pag. 84).

Sandsteine.

Sandstein mit thonigem Bindemittel. Dünnpfattendes Gestein vom oberen Abhange des St. Christoffels (73^a, pag. 83). — Anstehend am östlichen Ufer der Salzpflanze von Hermanus (47. pag. 83). — In unmittelbarer Nähe des Hauses von Brievengat anstehend. (156^a, pag. 83). — — Sandstein mit kalkigem Bindemittel. Am südöstlichen Abhange des Groote Berg, in der Mitte der Insel, anstehend. (44*, 44**., pag. 81). — Am Fusse der Kuppe von körnigem Diabas, unweit Klein Mal Pays (vgl. oben) anstehend. (44^a, pag. 81). — Am Innenrande des Küstengebirges von Hato anstehend (31^a, pag. 81).

Mergel.

Schiefriger Mergel. Etwas östlich vom Hause von Hermanus, am Innenrande des Gebirges der Südküste anstehend (49. pag. 84).

Tutenmergel. Lagern mit den oben erwähnten Sandsteinen von Hato (30* u. 32. pag. 83).

Conglomerate.

Conglomerat, bestehend aus Bruchstücken von Kieselschiefer, Milchquarz und Diabas. Anstehend bei Engelenberg (52. pag. 83).

Dichter Diabas aus einem Conglomerate, anstehend am Innenrande des Gebirges der Nordküste, halbwegs Fontein—Sebastian (56. pag. 71).

Kalksteine.

Kalkstein mit abgerundeten Kieselschiefer-Bruchstücken. Gehört zu den Rudistenkalken von Savonet. Lose an der Oberfläche daselbst. (72. pag. 83).

Sandiger Kalkstein. Oestlich von St. Jan, nahe bei Engelenberg (52*, pag. 83).

Thoniger Kalkstein. Am Innenrande des Kalkgebirges von Hato anstehend. (31^a, pag. 83). — Anstehend bei Brievengat. Westlich vom Wege zum Strande (158. pag. 83).

Tuffe.

In dem oben erwähnten Wasserrisse (vgl. Diabase) bei St. Jan anstehend. (53, 57. pag. 87). — Aus einem Brunnen, südlich vom Hause von Brievengat, etwa 12 m tief entnommen (155. pag. 87).

Augitandesit? und Hypersthenandesit.

(Diese beiden Gesteine sind nicht von mir selbst gesammelt).

Augitandesit? Angeblich von Klein St. Joris, welches am Innenrande der St. Joris Bai im nordöstlichen Curaçao gelegen ist (pag 78).

Hypersthenandesit. Angeblich als Rollstein im Hafen von Curaçao gefunden (pag. 80).

II. ARUBA.

Gesteine aus dem Dioritmassiv.

Quarzdiorit, mittel- bis grobkörnig. Anstehend an der äussersten Nordwestecke der Insel (142) und südlich davon, etwas nördlich von Westpunt (141); ferner im Krystallberge (132), sowie südwestlich von Daimarie, auf dem Wege nach Oranjestadt zu, östlich von Ayo (124 u. 124*); ferner vom Abhange des Hooibergs (122*) und von losen Haufwerken bei St. Cruz (92), daselbst aber auch anstehend; anstehend ausserdem westlich vom Ariekok (121) und westlich vom S. Colorado (97), sowie an der Nordküste zwischen Colorado und Fontein (106). Als Geschiebe in der Schlucht hinter der Spanischen Lagune (96). — (pag. 16, 17 u. 28).

Quarzdiorit, feinkörnig. Anstehend im Hügel Wys, nördlich von Westpunt (144. pag. 16) und im Serro Colorado (104. pag. 23).

Quarzdiorit, porphyrtig. Geschiebe am Fusse des Matevidirie, am Nordstrande (130. pag. 39).

Quarzaugitdiorit. Am Wege nach St. Cruz, am Fusse des Hooibergs anstehend (147), ferner vom Gipfel des genannten Berges (122) und von seinem südöstlichen Abhange (122*) — (pag. 26 u. 27).

Quarzaugitdiorit, feinkörnig bis dicht. Südlich von Araschie (140) und ein wenig weiter nördlich von diesem Punkte, ebenfalls noch südlich von genannter Lokalität, nahe dem Strande (141) — (pag. 27).

Gabbro Klippe östlich von Buschiribana (130*), ferner bei dem Wohnhause von Buschiribana anstehend (133*) und in geringem Abstände nordwestlich davon, am Strande (135 u. 135*); endlich im Krystallberge (133). — (pag. 30 ff.)

Dioritporphyre.

Anstehend im Gebiete des Dioritmassivs, östlich von Alta Vista, nahe der Nordküste (146. pag. 40) und südöstlich vom Kalabass (136. pag. 41).

Gang im feinkörnigen Quarzdiorite (104) des Serro Colorado (105. pag. 42).

Anstehend im Diabasgebiete, bei Parabusté (115*) und an der Boca Welvaart (119) — (pag. 62 u. 63).

Lösen Blöcken an der Oberfläche des Diabasgebietes entnommen, bei Fontein (117^b) und bei Chetta (120^a) — (pag. 64 u. 63).

Mikroklinggranit.

Lösen Platten an der Oberfläche des Dioritmassivs entnommen, halbwegs zwischen St. Cruz und Belaschie (93*. pag. 43).

Diabase.

Diabas, anstehend südöstlich von Fontein, nahe dem Hause, am Strande (116 u. 107. pag. 48); ferner nordwestlich von diesem Orte, nördlich von der Schlucht, ebenfalls nahe dem Strande (117^a. pag. 52).

Uralitdiabas, den Gipfel des Jamanota bildend (110), anstehend ferner bei Miralamar (113) sowie bei Chetta (120^b u. 120^c); als Gerölle in einem Wasserrisse bei Miralamar (111) — (pag. 55).

Grünschiefer.

Anstehend in der Rooi Cachuntie (108) und am Fusse des Parabusté (115), ferner als Schotter in der Rooi, welche in die Spanische Lagune mündet. (96) — (pag. 45—47).

Schiefrige Amphibolgesteine.

Anstehend südöstlich von St. Lucie (125), als Liegendes des Quarzdiorits, und an der Nordküste, halbwegs zwischen Colorado und Fontein, ebenfalls als Liegendes des genannten Eruptivgesteins (106*). — (pag. 67 u. 68).

Mergelschiefer.

An der Boca dos Playos anstehend (118. pag. 48).

III. BONAIRE.

Diabase.

Feinkörniger Diabas, anstehend auf der Uferterrasse bei Fontein (176. pag. 90). — Kleinkörniger Diabas (Proterobas), anstehend daselbst, etwas weiter östlich (177. pag. 91). — Kleinkörniger Diabas, anstehend südwestlich von Rincon (180. pag. 93). — Diabas (Mandelstein), anstehend westlich von Goto (183. pag. 93). — Körniger Diabas, anstehend nordwestlich von Rincon (196. pag. 94).

Porphyrische Gesteine.

Diabasporphyr (?). Zwischen Brandaris und Serro Grandi anstehend (195^a. pag. 98).

Glimmerporphyr, südwestlich von Rincon anstehend (181. pag. 94), ferner vom Gipfel des Brandaris (185. pag. 94) und anstehend am Wege zwischen Brandaris und S. Grandi (195^b. pag. 96); als Gerölle am Fusse des S. Grandi (191. pag. 96).

Orthoklasporphyr, südwestlich von Rincon in der Nähe von Goto anstehend (182^a, pag. 97).

Tuffe.

Obsidiantuff, anstehend südwestlich von Rincon, in der Nähe von Goto (182^a. pag. 103 u. 107).

Tuffgestein, palagonitartig. Liegendes der quartären Kalke bei Slachtbai (197. pag. 102).

Tuffgestein. Zwischen Brandaris und S. Grandi anstehend (194. pag. 101.)

Kieselschiefer, Conglomerate, Sand- und Kalksteine.

Thoniger Sandstein, dünnplattig, anstehend nördlich von Kralendijk (168. pag. 100).

Kieselschiefer aus der Ebene von Rincon und anstehend am Wege zwischen Brandaris und S. Grandi (179 u. 193. pag. 104).

Zerreiblicher Kalkstein. Zwischen Kralendijk und Fontein anstehend. (186. pag. 101).

Conglomerat aus Porphybruchstücken, anstehend bei Rincon (178. pag. 100).

Conglomerat aus Diabasgeröllen, aus einer Höhle des S. Grandi (189. pag. 100).

Früher erschienen:

- MARTIN, K., Geologische Theorien der Jetztzeit mit einleitenden Bemerkungen aus der Vorgeschichte der Geologie, 1877 f 0.40
- Niederländische und Nordwestdeutsche Sedimentärgeschiebe, ihre Uebereinstimmung, gemeinschaftliche Herkunft und Petrefacten. 1878. (Mit 3 Taf.)
f 2.10
- Die Tertiärschichten auf Java. Nach den Entdeckungen von FR. JUNGHUHN. Paleontol. Theil, Allgemeiner Theil und Anhang. Mit Taf. Univalven, Bivalven, Crustaceen, Korallen, Foraminiferen. 1879—80. (Mit 26 lithogr. m. 2 fotogr. Taf. nebst geolog. kart.) f 25.70
- Wissenschaftliche Aufgaben, welche der geologischen Erforschung des Ind. Archipels gestellt sind. 1883 f 0.50
- West-Indische Skizzen. Reise-Erinnerungen 1887. (Mit 22 Taf. und 1 Karte) f 9.—
- Bericht über eine Reise nach Niederl. West-Indien und daraufgegründete Studien. Band I. (Land und Leute) 1887. (Mit 22 Taf.) pro 2 Bände f 20.—
- SAMMLUNGEN des geologischen Reichsmuseums in Leiden I: K. MARTIN und A. WICHMANN, Beiträge zur Geologie Ost-Asiens und Australiens. N°. 1—15.
à f 3.—
- II: K. MARTIN, Beiträge zur Geologie von Nied. West-Indien und angrenzender Gebiete. Bearb. von J. H. KLOOS, J. LORIE und M. M. SCHEPMAN. N°. 1 und 2. à f 3.—