

7. Studien über den Aufbau und die Gesteine Madeiras.

Von Herrn C. GAGEL in Berlin.

(Hierzu Tafel VII—XI und 29 Textfiguren.)

Inhalt.

	Seite
Vorwort	344
Literatur	347
1. Der Aufbau der Insel	348
2. Erosionserscheinungen	362
3. Alter der Insel	364
4. Schlacken, Aschen, Tuffe, Tuffite	367
5. Kurze Beschreibung der Tiefengesteine und ihrer Lagerungsverhältnisse	371
6. Vergleich der Essexite Madeiras mit denen von La Palma	396
7. Analysen der Tiefengesteine	399
8. Beschreibung und Analyse der Olivinfelsbomben	402
9. Ganggesteine	410
10. Allgemeine Schilderung der Ergußgesteine	417
11. Kurze Beschreibung der analysierten Typen und Analysen der Ergußgesteine	428
12. Diskussion der Analysenergebnisse und Vergleich mit verwandten Gesteinen benachbarter Gebiete	451
13. Absonderungsformen der Ergußgesteine	477
14. Gesteine von Porto Santo	480

Vorwort.

Im Sommer 1903 hatte ich Gelegenheit, praktisch bergmännischer Untersuchungen halber die Insel Madeira ziemlich genau kennen zu lernen und kreuz und quer zu durchstreifen.

Das wesentlichste wissenschaftliche Ergebnis meiner damaligen Beobachtungen schien mir der Nachweis zu sein, daß die vollkrystallinen Gesteine, die im Norden der Insel bei Porto da Cruz in sehr geringer Meereshöhe anstehen und die früher als „Hypersthenite“ beschrieben waren und für das alte Grundgebirge der Insel angesehen wurden, nicht die höchsten Spitzen eines älteren Grundgebirges sein könnten, sondern offenbar ganz junge Intrusionen innerhalb der jungvulkanischen Effusivgesteine waren.

Durch genauere mikroskopische Untersuchungen an meinem Material wies dann Herr FINCKH nach, daß diese vollkrystallinen Gesteine zur Familie der Essexite gehörten und die Tiefengesteine zu den in großer Verbreitung auf der Insel vorhandenen und durch einen wesentlichen Gehalt an alkalihaltigen Hornblenden ausgezeichneten Trachydoleriten und nephelinbasanitartigen Gesteinen darstellten.

Mit Hilfe eines Stipendiums der Karl-Ritter-Stiftung der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin war es mir dann vergönnt, im Jahre 1907 zum zweiten Male nach Madeira zu gehen und die sich aus meinen früheren Beobachtungen ergebenden Fragen zu untersuchen und zu verfolgen.

Endlich wurde mir infolge des mich zu lebhaftem Dank verpflichtenden Entgegenkommens von Herrn WALTHER in Halle a. S. die ziemlich reiche Sammlung von Madeiragesteinen zugänglich, die K. v. FRITSCH im Jahre 1862 bei seinen monatelangen Studien dort gesammelt hatte und die seit jener Zeit noch unausgepackt im Museum in Halle sich befanden; ebenso durfte ich die STÜBELSCHEN Sammlungen, die im Grassimuseum in Leipzig liegen, durchsehen und z. T. genauer studieren, wofür ich Herrn BERGT zu großem Dank verpflichtet bin.

Auf Grund dieses sehr reichen und umfassenden Materials, von dem eine sehr große Anzahl Analysen und weit über 250 Dünnschliffe vorliegen, sind die Bestimmungen über den petrographischen Charakter und die stoffliche Beschaffenheit der Gesteine dieses großen und einheitlich aufgebauten Vulkangebietes hergeleitet.

Die petrographische Bestimmung der Gesteine auf Grund mikroskopischer Untersuchung der Dünnschliffe, wesentlich an meinem 1903 gesammelten Material und an einem Teil der v. FRITSCHSchen und STÜBELSchen Sammlungen ist von Herrn L. FINCKH ausgeführt, dem ich dafür zu Dank verpflichtet bin.

Herr FINCKH hat zuerst den trachydoleritischen Charakter des größten Teils der gefundenen Erguß-Gesteine erkannt.

Der größere Teil meines Materials vom Jahre 1907 ist nicht mehr von Herrn FINCKH untersucht, sondern (ebenso wie ein sehr erheblicher Teil des v. FRITSCHSchen Materials) von mir selbständig auf Grund der zahlreichen Analysen und durch makroskopischen und mikroskopischen Vergleich mit den charakteristischen Gesteinen anderer Vulkangebiete, durch Vergleich mit den früher von Herrn FINCKH untersuchten Gesteinen Madeiras sowie durch Vergleich mit den entsprechenden, ebenfalls von Herrn FINCKH bestimmten Gesteinen aus der Caldera von La Palma bestimmt worden.

Da ich aus der Zeit, wo ich mit Herrn FINCKH noch zusammen an dem Madeiramaterial arbeitete, von diesem nur die Gesteinsdiagnosen: Essexit, Trachyt, Trachydolerit, Nephelinbasanit, Basalt usw. sowie ganz allgemein gehaltene Angaben über die Vorkommen von Orthoklas, Barkewikit, Katophorit, Arfvedsonit, Nephelin, Analcim in gewissen Gruppen der von ihm untersuchten Gesteine, aber nicht in bestimmten Handstücken oder Schliffen erhalten habe, ich andererseits durch gewisse Umstände, deren Diskussion an dieser Stelle sich erübrigt, genötigt war, die Schliffe nachher selbst durchzuarbeiten, ohne sie anderen Kollegen zeigen zu dürfen — nur drei der Schliffe haben auch Herr KÜHN und SCHEIBE noch durchgesehen —, so war ich bei dieser Untersuchung allein auf meine vor nunmehr 18—20 Jahren gesammelten Erfahrungen in der mikroskopischen Gesteinsuntersuchung¹⁾ angewiesen und es ist somit nicht unmöglich, daß mir deshalb bei der Bestimmung einzelner schwierigerer Mineralien ab und zu ein Irrtum untergelaufen ist.

Wenn diesen meinen eigenen petrographischen Bestimmungen — besonders den auf Grund der von mir allein mikroskopisch durchgearbeiteten Dünnschliffe erfolgten — also naturgemäß manche Mängel anhaften und ich infolge der mir seit so langer Zeit mangelnden Übung im Mikroskopieren nicht den wünschenswerten Grad von Sicherheit besitze, um seltene und schwierige Mineralien einwandfrei zu bestimmen, so glaube ich doch, daß für die in dieser Arbeit verfolgten Zwecke und für die darin erlangten Ergebnisse auch meine eigenen petrographischen Bestimmungen eine genügend zuverlässige Unterlage gewähren.

Naturgemäß würden bei exakterer Untersuchung meines letztmitgebrachten, sehr viel umfangreicheren Materials noch manche wichtige Details und weitergehende Schlüsse sich ergeben, die nun natürlich einer zukünftigen, genaueren Bearbeitung vorbehalten bleiben müssen.

Meinen Kollegen, den Herren KÜHN und SCHEIBE, bin ich für mannigfache Beratung und Unterstützung bei der Bestimmung der Gesteine durch Beschaffung von Vergleichsschliffen und

¹⁾ Es ist mir eine erwünschte Gelegenheit und angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem verehrten ehemaligen Kollegen Herrn Koch herzlichst zu danken für die Mühe und Geduld, mit der er sich vor 20 Jahren der Aufgabe unterzogen hat, mich als ganz jungen Geologen in die Methoden der petrographischen Untersuchung einzuführen und zwei Winter hindurch anzuleiten. Daß ich jetzt überhaupt in der Lage war, den letzten Teil meines Materials selbständig zu bearbeiten und zu bestimmen, verdanke ich allein seiner damaligen Unterweisung.

Literaturhinweisen zu ganz besonderem Dank verpflichtet, nicht minder Herrn BELOWSKI für seine freundliche Unterstützung meiner Arbeiten durch Hergabe von orientierten Vergleichsschliffen der wichtigsten für mich in Betracht kommenden Augit- und Amphibolmineralien: Ägirin, Arfvedsonit, Titanaugite, Barkewikit, Rhönit etc. und von Dünnschliffen verwandter Gesteine.

Die zahlreichen Analysen der Gesteine Madeiras, für deren Bewilligung ich dem Direktor der kgl. geol. Landesanstalt Herrn BEYNSCHLAG zu großem Dank verpflichtet bin, sind im Laboratorium der kgl. geol. L.-A. von den Herren KLÜSS und EYME ausgeführt und auch diesen Herren gebührt mein lebhafter Dank für ihr sehr weitgehendes Entgegenkommen gegen alle meine diesbezüglichen Wünsche, nicht minder endlich Herrn Prof. SCHEFFER für seine Bemühungen um die mikrographische Wiedergabe wichtiger Dünnschliffe.

Von einem Teil des v. FRITSCHSchen Materials lagen auch noch alte Bestimmungen vor, die v. FRITSCH selbst an Ort und Stelle mit der Lupe getroffen und mit sonstigen Angaben auf den Etiketten vermerkt hatte.

Literatur.

- | | |
|--------------------|--|
| CH. LYELL: | 1. On the Geology of some parts of Madeira Quart. Journ. X 1854 p. 325 ff. |
| | 2. Manual of Elementary Geology V 1855 p. 516 ff. |
| | 3. Principels of Geology X 1868, 2. Bd., Kap. XLI. |
| K. v. FRITSCH: | 4. Briefliche Mitteilung dieser Zeitschr. 1862 S. 544. |
| | 5. Reisebilder von den Canarischen Inseln. Petermanns Mitt. 1868, Erg.-Bd. V, S. 1—3 und Bd. 43 S. 544—550. |
| G. HARTUNG: | 6. Geologische Beschreibung der Inseln Madeira und Porto Santo. Leipzig 1864 (enthält auch die ganze ältere Literatur). |
| | 7. Betrachtungen über Erhebungskrater etc. Leipzig 1862. |
| A. STÜBEL: | 8. Cabo Girão und Camera de Lobos auf Madeira, Isis 1865 S. 332. |
| | 9. Briefliche Mitteilung. Neues Jahrb. 1863, S. 811. |
| | 10. Die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge. Leipzig 1903. |
| | 11. Reliefkarte von Madeira nebst Begleitworten (Nach dem Tode STÜBELS herausgegeben von W. BERGT). Leipzig 1910. |
| F. v. HOCHSTETTER: | 12. Madeira. Wien 1861. |
| COCHUIS: | 13. Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der wichtigsten vulkanischen Gesteine Madeiras und Porto Santos. Zeitschr. f. prakt. Chemie 1864, 93. Bd., S. 124—161. |

- C. GAGEL: 14. Geologische Beobachtungen auf Madeira. Diese Zeitsch. 1903. Dezembermonatsber. S. 117—121.
 15. Die Caldera von La Palma. Zeitschr. der Ges. für Erdkunde zu Berlin 1908, S. 168—250.
 16. Das Grundgebirge von La Palma. Diese Zeitsch. 1908, Bd. 60. S. 25—31.
 17. Beobachtungen über Zersetzungs- und Verwitterungserscheinungen an jungvulkanischen Gesteinen. Zentralblatt f. Min. usw. 1910, S. 225 bis 233 und 271—280.
 18. Die mittelatlantischen Vulkaninseln. Handbuch der regionalen Geologie, Bd. III, 10. Heft, Nr. 4.
- JOCKSIMOWITSCH: 19. Die zweite Mediterranstufe von Porto Santo und Selvagens. Diese Zeitschr. 1910, S. 43—96.

1. Der Aufbau der Insel.

G. HARTUNG, der in Gemeinschaft mit OSWALD HEER und dann besonders mit CHARLES LYELL jahrelang Madeira durchstreifte und studierte und wohl die genaueste Kenntnis der Insel besaß, gelangte auf Grund dieser Studien zu der Überzeugung, daß die Insel durch allmähliche Aufschüttung vulkanischer Massen über einer großen Anzahl kleiner Eruptionspunkte entstand, die auf zwei annähernd in der Längsaxe der Insel verlaufenden Linien („Spalten“) angeordnet wären. Von diesen Reihen von Eruptionspunkten ist die nördlichere bei weitem die bedeutendere gewesen, auf der die Eruptionen wesentlich umfangreicher und ergiebiger waren und auch sehr viel länger andauerten, als auf den Punkten der unbedeutenderen und wohl auch älteren südlicher Linie¹⁾.

HARTUNG stützte diese Anschauung auf eine große Anzahl von Querschnitten durch die Insel, die ja durch zahlreiche und ungemein tief eingeschnittene Täler ganz ausgezeichnet abgeschlossen ist und in allen diesen sehr tiefen Taleinschnitten zeigt, daß sie in ihrer Mitte im Gebiet der höchsten Höhen ganz wesentlich aus mehr oder minder lockeren Schlackenagglomeraten, aus Tuffen und Aschenschichten mit zahllosen, steilstehenden Gängen und verhältnismäßig wenig Lavabänken aufgebaut ist, daß dagegen nach N u. S, nach dem Rande zu, immer mehr die losen Auswurfsmassen zurücktreten und die im wesentlichen gleichsinnig mit der Oberflächenböschung der Insel gelagerten, d. h. nach dem Meere zu fallenden, festen Lavabänke ganz ungemein überwiegen.

¹⁾ Vergl. auch LYELL: Über die auf steil geneigter Unterlage erstarrten Laven usw. Diese Zeitschr. 1859, Bd. XI, S. 199 u. Manual of Geology V, p. 517. („Zwei mächtige Axen, deren südlichere von den 2000 Fuß mächtigen Massen der nördlichen Reihe begraben wurde.“)

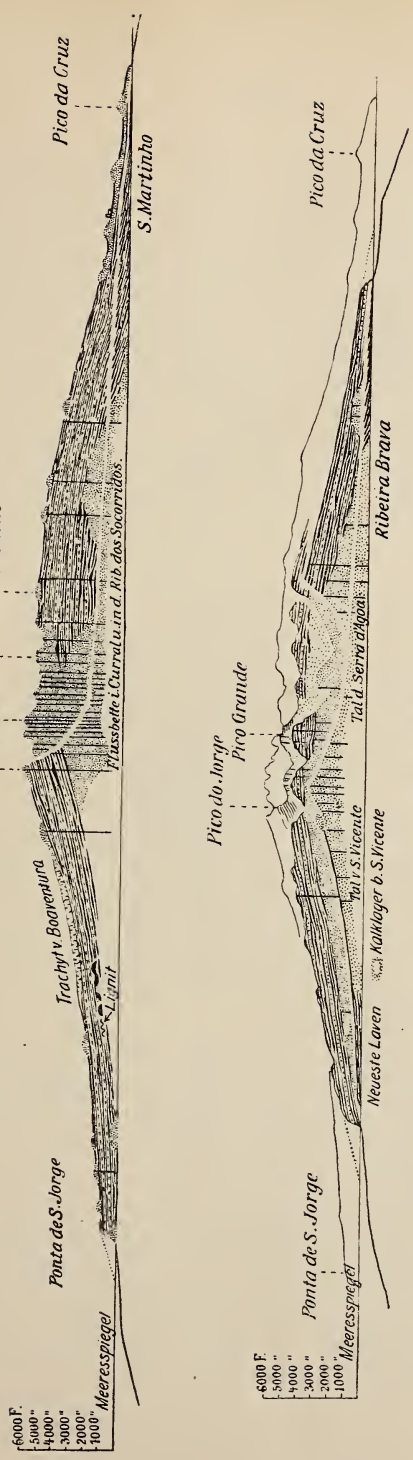


Fig. 1 und 2.

Zwei Durchschnitte durch Madeira (nach HARRUNG) annähernd von N nach S. Das Tal von Boaventura im ersten Durchschnitt ist identisch mit der Ribeira do Porco der Kartenskizze Seite 351. Punktirt sind die Aschen- und Schlackenmassen; die schwarzen Linien stellen die nach außen abfallenden Lavaströme dar.
 (Dieses und das nächste Klischee verdanke ich der Freundlichkeit der Carl Winterschen Buchhandlung in Heidelberg.)

Das Vorhandensein eines großen Hauptkraters wird geleugnet, das Auftreten einer großen Anzahl kleiner und kleinster Kraterberge und Kraterhöhlungen dagegen ausdrücklich festgestellt und ebenso darauf hingewiesen, daß auch in den tieferen, unter mächtigen späteren Auswurfsmassen begrabenen Lagen deutliche Spuren derartiger kleinerer Schlackenkrater vorhanden wären. Insbesondere wird ein ausführlicher Nachweis nach der Richtung hin versucht, daß die großen Täler der Insel und auch der Gran Curral nur durch Erosion des fließenden Wassers entstanden sein könnten, daß kein „Erhebungskrater“ vorhanden wäre.

Die sehr ausführlichen Darlegungen HARTUNGS, die heute z. T. etwas reichlich langatmig anmuten und größtenteils selbstverständlich erscheinen, müssen vor allem betrachtet werden unter dem Gesichtspunkte der Reaktion gegen die v. BUCHSche Theorie der „Erhebungskrater“ und sie müssen vor allem auch betrachtet werden als entstanden unter dem faszinierenden Einfluß der LYELLSchen Persönlichkeit, des Mannes, der im Gegensatz zu den Katastrophentheorien der älteren Schule auch im Vulkanismus nur die cumulierten Wirkungen kleiner und kleinster Vorgänge, wie sie täglich und überall zu beobachten wären, anerkennen und als Erklärung auch für die großartigsten geologischen Erscheinungen gelten lassen wollte, da er vulkanische Paroxysmen großen Stils nie beobachtet hatte.

Es war nur zu natürlich, daß diese Reaktion gegen die v. BUCHSche Theorie der Erhebungskrater über das Ziel hinaus schoß und nachdem im Verfolg dieser Gedanken ganz unzweideutige und große, ja großartige Wirkungen der Erosion des fließenden Wassers in verschiedenen der großen Täler und auch im Curral nachgewiesen waren, nun kurzerhand die Entstehung dieses ganzen gewaltigen Kesseltales des Curral nur auf Erosion zurückgeführt wurde.

Es konnte aber auch nicht fehlen, daß von anderen Beobachtern, die nicht so unter dem unmittelbaren und überwältigenden Eindruck von LYELLS Autorität standen, die schwachen Stellen dieser über das Ziel hinausschießenden, kritischen Argumentationen erkannt und dem unmittelbar und unzweideutig der ruhigen Beobachtung sich aufdrängenden Eindruck wieder Geltung verschafft wurde, daß der Gran Curral doch nicht ein Tal ganz ebenso wie die andern Täler der Insel, sondern etwas ganz besonderes wäre, daß diese ungeheure zirkusförmige Hohlform, die nur durch einen ganz schmalen Cañon mit dem Meere verbunden ist, doch wohl einen riesigen Krater — wenn auch keinen „Erhebungskrater“ — und das Haupteruptionszentrum der Insel darstelle. (Vgl. Tafel VIII, Fig. 1 und 2.)

Zu dieser Anschauung gelangte STÜBEL schon wieder anfangs der 60er Jahre des 19. Jahrhunderts und aus seinen Beobachtungen auf Madeira ist ganz wesentlich seine Theorie der monogenen Vulkane und der erschöpflichen peripherischen Herde hervorgegangen. Nach STÜBEL ist Madeira entstanden aus der Verschmelzung zweier gewaltiger monogener Vulkanbaue, des Pico-Ruivo-Massivs, dessen Eruptionspunkt („Caldera“) eben der Gran Curral sein sollte, und des Paul-da-Serra-Massivs westlich davon, dessen „Caldera“ durch nachquellende Lava völlig aufgefüllt wurde und daß sich im Westen daran die Reste eines gewaltigen, bei der Bildung des Paul-da-Serra-Massivs großenteils zerstörten (dritten) derartigen monogenen Vulkanbaues anlegten.

Auch hier schoß die Reaktion gegen die bekämpfte Anschauung wieder weit über das Ziel hinaus. Hatte HARTUNG gegenüber den vielen, sicher beobachteten kleinen Kratern und der allmählichen Aufschüttung von zahlreichen, kleinern Punkten aus die gewaltigen und großartigen Erscheinungen im Gran Curral übersehen und in ihrer Sonderstellung nicht gewürdigt, so vernachlässigte und übersah STÜBEL wieder angesichts der Großartigkeit des Curral die zahlreichen, schon von HARTUNG ausführlich gewürdigten kleineren Krater und die doch ziemlich zahlreichen, von der Haupteruptionsstelle ganz unabhängigen, nach Osten und Süden ausgerückten selbständigen Eruptionspunkte, die den hohen Hauptkamm der Insel so weit nach Osten bzw. Südosten verlängern und auch südlich des Hauptkamms nicht unerhebliche Hochflächen und Berge aufgebaut haben, die also mit STÜBELS Vorstellung von dem monogenen Hauptvulkan des Pico Ruivo-Massivs doch nicht gut zu vereinigen sind.

Nach dem, was ich bei zweimaligem Besuch der Insel gesehen habe, scheint mir die Wahrheit auch hier ziemlich in der Mitte zu liegen, allerdings mit größerer Annäherung an die Anschauungen LYELL-HARTUNGS.

Betrachtet man die zahlreichen Durchschnitte HARTUNGS, die sehr exakt beobachtet sind, und betrachtet man vor allem nicht nur den über dem Meere gelegenen Teil der Insel, sondern auch die durch die 200 Fadenlinie damit verbundenen Dezertas und deren untermeerischen flachen Verbindungsrücken, so erscheint mir die Vorstellung, daß diese offenbar zusammengehörige, sehr langgestreckte, aus einem über 2000 bis 4000 m tiefen Meere sich erhebende Gebirgsmasse aus der Verschmelzung von 2 bis 3 „monogenen“ Vulkanbauten entstanden sei, wohl nicht ohne sehr erheblichen Zwang aufrecht zu erhalten und die HARTUNGSsche Anschauung, daß sich

dieses langgestreckte Gebirge im wesentlichen über einem bzw. zwei parallelen, langgestreckten Spaltenzügen allmählig aufgebaut habe, erscheint ganz wesentlich wahrscheinlicher und einleuchtender, wenn man die offenbar richtige STÜBELSche Vorstellung damit verbindet, daß in der Umgebung des Curral — annähernd in der Mitte des Spaltenzuges — der bei weitem wichtigste und ausgiebigste Teil dieser Eruptionen sich abspielt hat.

Daß der Gran Curral jetzt nicht mehr in seiner ursprünglichen Form vorliegt, sondern durch nachträgliche Erosion sehr stark umgestaltet worden ist, wird ohne weiteres klar, wenn man erwägt, daß seine Randberge 1700—1860 m hoch sind und daß die Bachsohle mitten im Curral schon bis 520 m Meereshöhe eingesenkt ist, daß hier also auf 2—3 km Entfernung über 1200—1300 m Höhendifferenz vorliegen und daß die unmittelbaren Ränder des Curral ganz wesentlich aus losen Aschen, Tuffen und verhältnismäßig wenig verfestigten Schlackenmassen bestehen, in denen die festen Gang- und Deckengesteine stark zurücktreten.

Die diesbezüglichen Ausführungen HARTUNGS und seine tatsächlichen Beobachtungen bestehen also zum großen Teil zu Recht, sie erklären nur nicht die Grundanlage dieser gewaltigen, trichterförmigen Hohlform und die zweite Tatsache, daß nirgends sonst auf der Insel sich eine zweite in Größe, Form und Tiefe damit vergleichbare Vertiefung findet.

Denn schon die Serra d'Agoa — die wahrscheinlich ähnlicher Entstehung ist und ihre Anlage wohl ebenfalls einem nicht unerheblichen Kraterkessel verdankt — ist in ihrer Form trotz ähnlicher Längen- und Breitendimensionen schon sehr viel ähnlicher einem durch Flußerosion entstandenen Gebilde und ist nicht so tief und lange nicht so einheitlich wie der Curral. Die zwischen den einzelnen Quellbächen stehen gebliebenen Rücken sind in der Serra d'Agoa viel erheblicher als im Curral und die Erosion hat hier offenbar viel wesentlicher mitgewirkt und die ursprünglich ähnliche, aber sehr viel kleinere und flachere vulkanische Hohlform viel energischer umgestaltet als im Curral, bei dem in der Hauptsache nicht viel zu tun blieb.

Das Metade-Tal und das Tal des Ribeiro Secco aber, die ebenfalls an den Randbergen des Curral ihren Anfang nehmen, ähnlich tief und in dieselben Gesteinsmassen eingeschnitten sind, erscheinen dagegen als reine schmale Erosionstäler, ohne eine derartige kesselförmige Erweiterung und dasselbe ist im Westen mit dem Janellatal der Fall.

Wenn man im Inneren des Curral zwischen der Ribeira do Sidrão und der Rib. do Gato sowie am Pico Furão und besonders am Lombo grande bis hinauf zur Paßhöhe der Bocca dos Torrhinhas herumwandert und herumklettert, so findet man an allen diesen Stellen und bis auf die Höhe der Bocca ganz wesentlich rote Aschen, Tuffe und Schlacken verbreitet, meistens stark zersetzt, oft fein bis grobkörnig, oft aber auch mit großen Bomben durchsetzt bis agglomeratisch, und nur verhältnismäßig sehr wenig feste Lavabänke — diese fast nur in den höheren Partien — treten in diesen roten Aschen- und Schlackenmassen auf.

Dagegen werden der Boden und in noch größerem Maßstabe die Seiten dieser mächtigen Hohlform von einer großen Zahl steilstehender, oft mauerartig hervortretender Gänge durchsetzt, die z. B. am Pico de Gatos und auch am obersten Anfange der Ribeira di São Vicente sehr schön zu beobachten sind und z. T. von unten bis zur obersten Spitze senkrecht durchsetzen.

Die meisten dieser Gänge bestehen aus ganz dunklen „basaltischen“ bis basanitischen Gesteinen, einzelne dagegen auch aus sehr hellen, ziemlich sauren Trachyten und hellen Trachydoleriten. Das ganze Bild der Umgebung dieses gewaltigen Circus ist so, wie wir es vom Innern eines Vulkanschlotes erwarten dürfen.

Wandern wir nun von der Mitte des Curral nach Norden oder Süden, nach der Rib. di São Vicente oder dem Serradopaß bzw. nach der Ribeira dos Socorridos, so sehen wir, daß je mehr nach außen und nach oben, desto häufiger auch die Zahl der Lavabänke wird, die in die lockeren Auswurfsmassen eingeschaltet sind. In der Ribeira di São Vicente sieht man sehr deutlich, wie alle diese Lavabänke mit dem Tal flach nach N., also von dem Innern des Curral weg fallen¹⁾; an dem Serrado und dem noch darüber sich erhebenden Lombo Gordo sieht man ebenfalls, wie von unten nach oben eine große Menge im Querschnitt anscheinend horizontaler Lavabänke (zuerst mehr vereinzelt) zwischen den Tuff- und Schlackenmassen auftreten, nach oben hin aber immer mehr überwiegen und nur noch von verhältnismäßig dünnen Aschen- und Tuffschichten getrennt werden. Dieses Profil des Pico Serrado ist von mir von oben bis unten genau durchgeklopft und in seinen wichtigen Typen analysiert worden; es enthält annähernd alle charakteristischen und gut unterscheidbaren Gesteinstypen der Insel. Siehe die Analysen Seite 428 und das Diagramm (Fig. 22) Seite 454.

¹⁾ Vgl. STÜBEL, Lit. Nr. 10, Seite 8, Fig. 9.

Im Lombo Gordo macht das prachtvolle Profil der höchsten Curralwände von weiten schon mehr den Eindruck, als wenn es eins von besonders gut geschichteten Sedimentgesteinen, nicht von vulkanischen Ablagerungen ist, so dünn und regelmäßig folgen die gleichmäßig starken, parallelen Lava- und Tuffbänke



C. GAGEL phot.

Fig. 4.

Profil des Lombo Gordo neben der Eira di Serrado.
Im Vordergrund ein mächtiger ausgewitterter Trachydoleritgang.

übereinander, und in der Rib. dos Socorridos und (nach HARTUNG) noch schöner in der Ribeira brava sieht man ebenfalls, daß die Tuff- und Lavabänke ganz regelmäßig vom Zentrum des Curral aus weg — also hier nach Süden zu — fallen.

Die Erscheinung ist so großartig und regelmäßig, daß man sich bei ruhiger Beobachtung der Richtigkeit dieses Teiles der

STÜBELSchen Anschauung nicht wird verschließen können und zu der Überzeugung gelangen muß, daß hier in der unmittelbaren Umgebung des Curral in der Tat ein ganz gewaltiger, im großen und ganzen einheitlich entstandener Vulkanbau vorliegt, dessen Eruptionszentrum mitten im Curral gelegen



C. GAGEL phot.

Fig. 5.

Profil des Lombo Gordo über der Eira di Serrado.

hat und von dem die ergossenen Lavaströme nach außen, nach N. und S. zu abfließen, während die unmittelbare Umgebung des Eruptionsschlotes wesentlich aus den losen Auswurfsprodukten immer höher aufgebaut und von gangförmig eingepreßten Lavamassen durchsetzt wurde.

Irgend ein Anzeichen aber dafür, daß der Curral eine „Caldera“ gewesen wäre, d. h. nach STÜBEL ein Hohlraum, der

am Ende der Bildung des gewaltigen monogenen Vulkanbaus im wesentlichen durch Rücksinken der zuletzt gefördert — nicht überflossenen — Lavamassen in den Schlot oder durch Nachbrechen der unterhöhlten Schlotwände entstanden ist, ist beim besten Willen nicht zu finden; auch an den tiefsten Stellen am inneren Umfang des Curral z. B. unter dem Pico Sidrão sind in den Bachbetten sehr schön regelmäßig, ja z. T. anscheinend horizontal geschichtete Aschen- und Tuffmassen und z. B. unter dem Pico Grande mächtige horizontale Lavabänke aufgeschlossen, die nichts von Einsturz verraten.

Die im Jahre 1908 bei der Besprechung der Caldera von La Palma beiläufig von mir an die Calderatheorie STÜBELS gemachte Konzession, „daß man den Curral als einen riesigen Krater, meinerwegen auch als einen monogenen Vulkan „mit Einsturzkrater“, der dann allerdings durch Erosion noch wesentlich modifiziert ist, betrachten könne“¹⁾, möchte ich jetzt nach mehrjähriger genauerer Erwägung aller diesbezüglichen Tatsachen und besonders nach dem mir inzwischen bekannt gewordenen Vorkommen von Essexiten im Innern des Curral in bezug auf den „Einsturzkrater“ auch nicht mehr aufrecht erhalten.

Sowohl für das „Rücksinken“ der beim Schluß der „monogenen“ Vulkanbildung nicht überflossenen Lava in den Schlot als auch für Einstürze von irgendwie wesentlichem Umfang lassen sich m. E. nicht nur keinerlei zwingende Beiweise anführen, sondern im Gegenteil! alle beobachtbaren Tatsachen scheinen mir deutlichst gegen beide Annahmen zu sprechen.

Sowohl das Fehlen eines umfangreichen, zusammenhängenden, kompakten Lavakuchens im tiefsten Innern des Curral, wie das Auftreten schön horizontal geschichteter Tuff- und Aschenmassen mit eingeschalteten ungestörten Lavabänken und von mächtigen Schlackenmassen ebenfalls tief im Innern des Curral sowie vor allem endlich das Auftreten essexitischer Tiefengesteine im Curral sprechen auf das entschiedenste gegen die Bildung dieser gewaltigen Hohlform durch Einsturz oder „Rücksinken“ unmittelbar nach Bildung des monogenen Baues, sondern dafür, daß bis zum Schluß heftige explosive Vorgänge hier sich abgespielt haben, daß ganz tief im Innern dieses gewaltigen Schlotes das aufquellende Magma z. T. vollkrystallin also in aller Ruhe und Langsamkeit erstarrt ist und daß diese tiefsten Stellen des Schlotes mit den vollkrystallin erstarrten Massen erst später durch Erosion freigelegt sind.

¹⁾ Lit. Nr. 15, Seite 187 ff.

Ob die Ribeira dos Socorridos, die enge Schlucht, die den Curral mit dem Meere verbindet, nur durch Erosion entstanden ist, oder ob ihrer Anlage eine durch gewaltige vulkanische Paroxysmen gebildete Spalte zugrunde liegt, wage ich nicht zu entscheiden¹⁾. Ich möchte mich fast der letzteren Auffassung zuwenden, denn für eine nur durch „rückschreitende“ Erosion von einem Überlauf aus gebildete Schlucht ist sie m. E. fast zu gewaltig (Taf. VIII, Fig. 2).

Daß die Erosion dagegen an ihrer Ausgestaltung und Vertiefung ganz wesentlich mitgewirkt hat, ist unverkennbar. Z. T. sind die Uferwände noch jetzt so übersteil, daß noch immer erhebliche Bergstürze in ihnen entstehen (Taf. IX, Fig. 1) und wie gewaltig das fließende Wasser zeitweise in ihr arbeitet, beweisen die viele Meter großen Riesenblöcke, die im Bachbett heruntergerissen werden.

Über die Entstehung der Serra d'Agua, des gewaltigen Nachbartales des Curral, möchte ich kein abschließendes Urteil äußern, da ich sie nicht durchwandert, sondern nur von dem Wege von der Encumeada (Paß ins São Vicente-Tal) bis zu der Bocca dos Corregos, dem schmalen Grat, der sie vom Curral trennt, in sie hineingesehen habe; sie scheint mir ähnlicher Entstehung aber unter geringerer Beteiligung vulkanischer Faktoren (kleinerer Schlot) und unter sehr viel wesentlicherer Mitwirkung der Erosion gebildet zu sein.

Über den Paul da Serra habe ich kein eigenes Urteil, da ich ihn nicht durchwandert und seine Seitentäler z. T. unter sehr ungünstigen Umständen gesehen bzw. wegen Nebels eben größtenteils nicht gesehen habe; wiefern die STÜBELSche Ansicht, daß darunter ein zweiter monogener Vulkan von ähnlichem Bau wie die Umgebung des Curral läge, der zum Schluß bis oben mit aufquellender Lava aufgefüllt sei, begründet ist, vermag ich also nicht zu sagen.

Der Absturz des Paul da Serra zur Serra d'Agua zeigt jedenfalls eine ähnlich schöne „Schichtung“ von vielfachen horizontalen Lavabänken mit zwischenliegenden Tuff- und Aschenschichten wie der Lombo Gordo über dem Serrado-Sattel am Ausgang des Curral.

Das an seiner Westgrenze auftretende Janellatal ist nicht, wie die Täler von São Vicente, der Ribeira brava und der Ribeira dos Socorridos ein Quertal, sondern ein ausgesprochenes

¹⁾ Auch LYELL weist darauf hin, daß tektonische Bewegungen bei der Entstehung bzw. Ausbildung des „Curral“ wahrscheinlich mitgewirkt haben; er trennt die Rib. des Socorridos nicht vom eigentlichen Curral ab.

Längstal, das in der Haupterstreckung der Insel verläuft, das ganz wesentlich mit seiner Haupterstreckung in lockere Tuffe, Aschen und Schlacken eingeschnitten ist, von denen, nach HARTUNG, die oben aufgelagerten Lavabänke nach beiden Seiten des Tales — von diesem weg — fallen. Daß das Gebiet westlich des Janellatales wesentlich älter als die Umgebung des Curral bzw. die ganze übrige Insel ist, wie STÜBEL annimmt, ist mir aus dem Grunde wahrscheinlich, weil in diesem Gebiet die außerordentlich tiefgehende regionale Verwitterung zu beobachten ist, die die oberflächenbildenden Lavadecken vollständig — viele Meter tief — zersetzt hat, eine Erscheinung, die ich an andern Teilen der Insel nicht beobachtet habe.¹⁾ Daß dagegen dieser westlich vom Janellatale gelegene Teil nur der Rest eines ältesten, größtenteils zerstörten, riesigen monogenen Vulkanbaues sei, dessen Eruptionszentrum etwa bei Seisal gelegen habe, dafür habe ich keine Anhaltspunkte finden können, und dafür hat auch STÜBEL keinerlei Beweise oder Argumente angeführt, sodaß diese Hypothese bisher zum mindesten völlig unbewiesen ist; die HARTUNGschen Zeichnungen und Durchschnitte sprechen aber sehr dagegen! Daß ferner der ganze, langgestreckte Ostteil der Insel, den STÜBEL einheitlich als Pico-Ruivo-Massiv bezeichnet und auch noch als einheitlich monogenen Bau zu der „Caldera“ des Curral betrachtet, ein derartiger (monogener) Bau sei, das ist nicht nur völlig unbewiesen, sondern widerstreitet auch dem Augenschein und den schon von HARTUNG angeführten Beobachtungen und Argumenten.

Erstlich liegt die „Caldera“ dieses angeblich monogenen Baues ganz exzentrisch nach Westen gerückt, zweitens zeigt schon das mittlere und untere Metadetal auch nicht annähernd die entsprechend regelmäßig nach außen, also hier nach Osten, abfallende Lagerung der Lavabänke, wie z. B. das Tal von São Vicente und die Ribeira dos Socorridos und Rib. brava, drittens finden sich hier im Osten der Insel, wie schon HARTUNG hervorhebt, eine ganze Anzahl orographisch ziemlich selbstständiger Massive bzw. Hochflächen, die von der Hauptachse der Insel nach Süden herausgerückt sind und sich von ihr deutlich abheben, sodaß dieser Osten der Insel recht unregelmäßig gestaltet ist.

Endlich ist die — schon jetzt so nach Osten langgezogene — Insel ganz offenbar noch nicht an ihrer Ostspitze zu Ende, sondern erstreckt sich durch den flachen untermeerischen, aus mehr als 2000 m Tiefe aufsteigenden Rücken ununterbrochen

¹⁾ Vgl. Lit. Nr. 14 u. Nr. 17, Seite 14.

noch weit nach SO. bis über die Dezertas, und eine ganz geringe Hebung von weniger als 180 m würde hier einen sehr langgestreckten, schmalen Ausläufer an sie anschließen¹⁾). Der Augenschein lehrt hier, daß die Eruptionen, die diesen so langgestreckten, schmalen Ostteil der Insel und den anschließenden Rücken aufgebaut haben, auf sehr verschiedenen, in einer bzw. zwei parallelen Linien angeordneten Punkten neben- bzw. nacheinander stattgefunden haben.

Auch im Tal des Ribeiro Frio und im oberen Teil des Tales von Machico und der Ribeira de Sta Cruz finden sich ganz vorwiegend Aschen-, Tuffe- und Schlackenmassen mit verhältnismäßig nur wenig Lavabänken und steilstehenden Gängen, ähnlich wie es auch auf dem anderen Ende der Insel im Janellatale der Fall ist, und ebenso besteht die Punta São Lorenzo zum erheblichen Teil aus Tuffen und Schlacken mit steilstehenden Gängen (großes Bild, Tafel X), was auch nach HARTUNGS Angaben bei der großen Dezerta der Fall zu sein scheint.

Ebenso ist es evident, daß die überwiegende Anzahl der Gänge ganz im Innern, im Curral etc. auftritt, da wo die Haupt-Schlacken- und Aschenmassen vorhanden sind, daß diese Gänge nach der Küste zu auffallend abnehmen und erst im Cabo Girão und in der Klippe östlich von Funchal wieder in sehr großer Anzahl — mehrere hundert und ein neues Maximum bildend — erscheinen!

Das alles sind also schon Tatsachen, die sich mit der STÜBELSchen Hypothese von dem monogenen Pico-Ruivo-Massiv absolut nicht vereinigen lassen und die beweisen, daß dieser Ostteil der Insel eine sehr komplizierte und vielfältige Zusammensetzung hat.

Gerade ganz im Osten bei Caniçal und am Monte Piedade auf der Punta São Lorenzo sind von LYELL und HARTUNG die Reste eines erheblichen, jetzt großenteils zerstörten, selbständigen Schlackenkegels nachgewiesen, ebenso am Ausgange des Boaventuratales und die beiden sehr instruktiven Durchschnitte durch der Cabo Girão und östlich Funchal nach der Ponta do Oliveira, die HARTUNG gibt und die die Auffassung LYELLS darstellen, beweisen ebenfalls auf das deutlichste, daß die durch diese gewaltigen Aufschlüsse in ihrem Aufbau klar erkennbaren Teile der Insel absolut nicht „monogener“ Entstehung sein können, sondern aus je 4 durch sehr deutliche Diskordanzen getrennten, vulkanischen Komplexen aufgebaut sind.

¹⁾ Fig. 3, Seite 351.

Diese 4 Komplexe bei Funchal (z. T. auch im Cabo Girão, vgl. Tafel XI, Fig. 1) werden nach HARTUNGS Darstellung und Zeichnung meistens durch „weithinausreichende“, dünne, an ihrer oberen Fläche rotgebrannte Tuffschichten begrenzt. Nach der Zeichnung liegen diese „rotgebrannten“ Tuffschichten größtenteils aber garnicht unter Lavabänken, von denen sie rotgebrannt sein könnten, sondern unter frischen Tuffen, Aschen und Schlacken und das — im Verein mit sonstigen Beobachtungen, die ich an verschiedenen Stellen der Insel gemacht habe — läßt es mir als sicher erscheinen, daß diese in der unzugänglichen Klippe so auffallend hervortretenden, intensiv rotgefärbten Tuffschichten nicht „rotgebrannt“ sondern durch langanhaltende, intensive Rotlehmverwitterung so gefärbt sind und alte verwitterte Landoberflächen darstellen.¹⁾

Auch an verschiedenen andern Stellen der Insel habe ich intensiv verwitterte bzw. zersetzte, oft auffallend rote Gesteine tief unter der jetzigen Oberfläche und unter ganz frischen Gesteinen beobachtet, was es mir persönlich als erwiesen erscheinen läßt, daß die großen Eruptionsperioden, in denen dieser gewaltige Komplex vulkanischer Gesteine im Osten Madeiras angehäuft wurde, durch sehr lange Zeiträume von einander getrennt waren. (Vgl. hierzu die späteren Ausführungen über das Alter der Insel und die tertiären Fossilschichten!)

Diese Tatsachen scheinen mir ebenso wie die aus den rein orographischen Verhältnissen abgeleiteten Schlüsse auf das deutlichste gegen die Theorie der monogenen Entstehung des „Pico-Ruivo-Massivs“ d. h. des ganzen Ostteils der Insel zu sprechen und die HARTUNG-LYELLSche Auffassung zu bestätigen, daß der Aufbau auch dieses Teiles der Insel von zahlreichen, verschiedenen, zu sehr verschiedenen Zeiten in Tätigkeit gewesenen Eruptionspunkten aus erfolgt ist.

In welchem Altersverhältnis das Haupteruptionszentrum: der Curral und seine Umgebung zu dem von verschiedenen

¹⁾ C. GAGEL: Beobachtungen über Zersetzungs- und Verwitterungserscheinungen in jungvulkanischen Gesteinen Seite 14. LYELL (Manual V 1855, S. 516 u. 517 und diese Zeitschr. 1859, Band XI, Seite 158 sowie Quart Journ. 1854 X, S. 326) spricht diese roten Schichten ebenfalls als „red clay, laterite“ oder „ancient soils“ an, bez. spricht von „vielen roten Tonen und Tuffen, wobei zwischen den einzelnen Ausbrüchen Zeit genug verging, um die jedesmalige Kruste zu Ton zu zersetzen“ was ich lange nach Abschluß dieses Manuskripts bemerkte und was mir also eine wertvolle Bestätigung meiner ganz unabhängig erlangten Auffassung zu sein scheint. Hierfür ist auch wichtig die Bemerkung (Manual V, S. 518), daß in dem roten Ton bei Funchal unter dem Basalt fossilisierte Pflanzen-Reste und Wurzeln gefunden sind.

Eruptionspunkten aus aufgebauten Ostteil der Insel steht, vermag ich weder aus eigenen Beobachtungen zu sagen, noch kann ich Material zur Beurteilung dieser Frage in der bisherigen Literatur finden, das muß also bis auf weiteres eine offene Frage bleiben.

Daß zwischen dem Aufbau der Hauptmasse der Insel und den allerletzten Eruptionen bei Funchal, Porto Moniz und São Vicente, deren Lavaströme noch ganz frische Schlackenkrusten haben (vgl. Tafel XI, Fig. 1), ein ganz besonders langer Zwischenraum gelegen hat, daß diese allerjüngsten Eruptionen nur sehr kümmerliche Nachklänge der im wesentlichen schon lange abgeschlossenen und fast erloschenen vulkanischen Tätigkeit darstellen, soll nicht geleugnet werden. Das beweist aber nichts für die „monogene“ Entstehung dieser älteren Hauptmasse der Insel.

Kann also weder die ganze Insel noch im besonderen der Ostteil derselben als ein „monogener“ Vulkan im Sinne STÜBELS bezeichnet werden, so ergibt doch der Augenschein, daß die ganze langgestreckte Insel — geologisch gesprochen — (und auch petrographisch betrachtet) eine im wesentlichen einheitliche Bildung ist.

Nirgends auf Madeira findet sich in der Gesteinsausbildung und in den Lagerungsverhältnissen ein so enormer Hiatus wie er z. B. in der Caldera von La Palma zwischen dem alten, stark denudierten vulkanischen Grundgebirge und der „jungen“ Lavaformation auftritt. Die ganze Insel Madeira, soweit sie der Beobachtung zugänglich ist — und das sind immerhin vertikale Tiefen von über 1300 m — gehört zu der sogenannten jungen Vulkanformation der atlantischen Inseln, die ja weit in die ältere — vormiocäne — Tertiärzeit zurückreicht¹⁾.

Auf Madeira haben die Eruptionen dieser „jungen“ Vulkanformation erheblich früher aufgehört als auf den z. T. noch tätigen Canaren und Cap Verden; auch die jüngsten oben erwähnten Eruptionen bei Funchal und Porto Moniz fallen offenbar schon erheblich vor die historische Zeit und auch von den letzten Ausklängen des Vulkanismus, von Fumarolen, Moffetten und Säuerlingen ist auf Madeira nichts mehr zu spüren.

2. Erosionserscheinungen.

Dafür, daß die Erosion des fließenden Wassers für die Ausgestaltung der Täler Madeiras von ganz wesentlicher Bedeutung gewesen ist, hat schon HARTUNG die überzeugendsten Beweise

Vgl. Lit. Nr. 15, S. 240.

beigebracht, indem er auf die alten Talböden mit Schotterterrassen hinwies, die in 15 bis 50 m Höhe über den jetzigen Bachbetten in den verschiedenen Tälern zu finden sind.

Die HARTUNGSchen Beweise können leicht noch um ein erhebliches vermehrt werden, wenn man die Reste alter Talböden, die — ohne von wesentlichen Schottern bedeckt zu sein — sich rein durch die morphologischen Formen als solche kundtun, dazunimmt.

Solche Reste alter Talböden finden sich sehr schön ausgeprägt im unteren Janellatale, besonders schön im Tal von São Vicente, ferner im Tal von Campanaria und an andern Stellen.

Diese hochgelegenen Talböden und die HARTUNGSchen Schotterterrassen beweisen, daß in fast allen Gebieten der Insel die Erosion etappenweise vorwärts gegangen ist und daß mehrfach eine plötzliche Neubelebung der Erosion durch schnelle Tieferlegung der Erosionsbasis (Aufsteigen der Insel) stattgefunden hat. Auf dieselbe Ursache weisen auch die tiefen, ungewöhnlich engen und steilwandigen Cañons hin, die besonders im Norden der Insel vielfach vorkommen und in einem so auffallenden morphologischen Gegensatz zu der Erscheinung der meisten übrigen Täler stehen. Sie zeigen m. E., daß die Erosion hier zu schnell in die Tiefe gearbeitet hat, als daß zur Seitenerosion und Herstellung eines V-förmigen Querprofils Zeit geblieben wäre.

Bei manchen dieser Cañons mag die Enge und Steilheit dadurch bedingt oder mitbedingt sein, daß sie teilweise durch sehr widerstandsfähige, mächtige Lavadecken durchgeschnitten sind (Boaventuratal!); andere, so z. B. der mir als Rib. Grande bezeichnete Cañon, stehen aber nicht in solchen festen Lavabänken, sondern in Tuffen- und Schlackenmassen und z. B. in dem nicht einmal so besonders engen Cañon der Rib. dos Socorridos wird die unnatürliche Übersteilheit der Wände durch die noch jetzt stattfindenden Bergrutsche drastisch illustriert. (Taf. IX, Figur 1.)

Der Pico Serrado, an dem der Hauptweg in den Curral herunterführt und der das wundervolle (z. T. analysierte; vgl. Seite 428) Profil vulkanischer Bänke zeigt, führt seinen Namen „abgesägter Berg“ mit Recht wegen der glatten und fast senkrechten Wand, mit der hier an ihm, am Ausgang des eigentlichen Curral die Ribeira dos Socorridos beginnt und etwas östlich davon und über ihm steigt dann der senkrechte Lombo gordo noch weiter um einige hundert Meter höher hinauf. (Abb. S. 355 und 356, Taf. VIII, Fig. 1.)

Die Wasserfälle, die sowohl im Tal von São Vicente wie in mehreren anderen Tälern der Insel (Rabaçal-Risiko, Tal von Machico usw.) z. T. in beträchtlicher Höhe vorhanden sind, verdanken ihre Entstehung wohl wesentlich dem Auftreten besonders fester, widerstandsfähiger Lavabänke, die — innerhalb lockerer Tuff- und Schlackenmassen gelegen — der Erosion ganz ungewöhnliche Widerstände entgegensetzen.

Eine sehr merkwürdige und auffallende Erscheinung sind die halbkreisförmigen großen Nischen mit steilen, z. T. fast senkrechten Wänden und annähernd oder ganz flachem Boden, der hoch über dem Meeresspiegel liegt und z. T. nur durch eine ganz enge, spaltenförmige Schlucht mit dem Meere verbunden ist. Die auffälligste dieser merkwürdigen Nischen liegt wohl bei Arco de Calheta, eine ähnliche liegt bei Legoa (Punta do Sol), eine dritte sehr schöne bei Arco do São Jorge. Letztere hat wohl über 200 m hohe Steilwände; der Boden der Nische von Arco de Calheta liegt meiner Schätzung nach gegen 100 m über dem Meerespiegel.

Leider habe ich keine Photographie dieser rätselhaften Geländeformen, die in ihrer äußeren Erscheinung vielleicht am zutreffendsten mit ganz extrem ausgebildeten Karen zu vergleichen wären. Ich habe auch leider bei keiner derselben Gelegenheit gehabt, sie genauer zu studieren bzw. ihren Boden zu untersuchen. Die Nische von Arco de Calheta, die ich sehr schön vom Dampfer aus gesehen habe, ist vielleicht dadurch entstanden, daß mächtige, über einer kompakten, flach nach Süden fallenden Lavabank liegende Tuffmassen durch die Erosion schnell aus- bzw. abgeräumt sind und daß die Erosion dann in die unterliegende, feste, flache Lavabank nur den ganz engen Spalt hat hineinarbeiten können. Doch will ich diesen Erklärungsversuch nur mit aller Reserve ausgesprochen haben; der Augenschein kann aus der Entfernung, aus der ich die Lavabank zu sehen glaubte, auch getäuscht haben. Vielleicht haben bei der Entstehung dieser morphologisch so auffallenden Geländeformen auch die plötzlichen Verlegungen der Erosionsbasis mitgewirkt, auf die die vorher beschriebenen Tatsachen hinweisen; jedenfalls verdienten diese Formen m. E. ein genaueres Studium.

3. Alter der Insel.

Was nun das Alter der Insel betrifft, so muß dies sehr beträchtlich sein.

Im Norden der Insel im Tale von São Vicente liegt in über 400 m Meereshöhe, weit im Lande, wie mir schien schon

in bezw. auf einer alten Erosionsform, die marine miocäne Ablagerung, die nach MEYER EYMAR zur helvetischen Stufe gehört, nach ROTHPLETZ und JOKSIMOWITSCH vorsichtshalber aber nur als zur 2. Mediterranstufe gehörig bezeichnet werden sollte. Damals also lag die Insel mindestens 400—460 m tiefer als jetzt. Im Tale von São Jorge, ebenfalls im N., liegen in etwa 320 m Meereshöhe und etwa 300—350 m unter der Oberfläche Lignite und pflanzenführende Schichten, die wahrscheinlich diluvialen Alters sind und von mehr als 300 m mächtigen, höher liegenden Tuff- und Lavabänken überlagert werden. Zur Diluvialzeit hat die Insel also mindestens 100 m höher gelegen als im Miocän und über den diluvialen Braunkohlenschichten haben sich noch mehr als 300 m vulkanische Produkte abgelagert.

Was nun die Fundstelle der marinen Fossilien betrifft, so bin ich 1903 bei sehr schlechtem Wetter und beständigem Regen und Nebel an eine Stelle geführt, wo im Tuff sehr schlecht erhaltene, marine Bivalven vorhanden waren und wo mir zwei Exemplare von *Clypeaster portentosus* als dort gefunden gegeben wurden.

Diese Stelle lag ziemlich auf der Höhe eines rings isolierten Bergrückens und wurde im Hintergrund in einiger Entfernung von sehr erheblichen Höhen überragt.

Am Tage darauf wurde mir ebenfalls bei vielfältigem Nebel von der gegenüberliegenden Talseite aus die Fundstelle nochmals gezeigt und ich hatte wiederum die Empfindung, daß diese Fundstelle der letzte Rest eines größtenteils zerstörten Terrassenbodens sei.

Die Beschreibung, die HARTUNG von der Fundstelle der miocänen Fossilien gibt, stimmt nun mit meinen Erinnerungen garnicht überein, so daß es mir einigermaßen zweifelhaft ist, ob ich überhaupt dieselbe Stelle gesehen habe, die HARTUNG meint und beschreibt.

„Bevor das Tal ausgewaschen war, reichte die obere, hauptsächlich aus steinigen Laven bestehende Gesamtmasse bis zur gegenüberliegenden Seite und bedeckte die darunter anstehende Schicht, in welcher die tertiären untermeerischen Ablagerungen vorkommen“ sagt HARTUNG. Ob das tatsächlich Beobachtung oder nur ein Schluß ist, ist nicht ersichtlich. Ich habe — ohne genaue Erinnerung an diesen Hartungschens Bericht und damals noch ohne das Bewußtsein von der Wichtigkeit der Sache für die Entstehung und Geschichte der Insel — nicht genau verfolgt, ob sich die Fossilschicht jenseits der trennenden Schlucht in das Profil der hohen Talwand hinein fortsetzt

oder ob sie tatsächlich, wie es mir klar zu sein schien, nur auf dem Rücken, auf einem Rest eines alten Terrassenbodens lag.

LYELL drückt sich in seinen beiden Arbeiten über Madeira nicht eindeutig und klar über diese Sache aus. 1854 (Quarterly journal X. 1. p. 325. 326) sagt er ausdrücklich: some of the earlier igneous formations were submarine and are associated with deposits, containing corals and sea shells A long and complicated series of volcanic eruptions, for the most part subsequent in date to the above and which took place in the open air, built up the island. 1855 (Manual of elementary Geology V) p. 515. 516, sagt er kurzweg: Die älteste Formation ist submarin! und erwähnt, daß diese marinen Schichten „wohl gerundete“ Gerölle enthalten, während sonst immer das Vorkommen von abgerundeten Geröllen auf Madeira bestritten wird (Quarterly journal p. 326 u. 327). Lyell gibt aber auch hier keinerlei Beweise oder Argumente für seine Anschauung oder Behauptung, so daß es fast den Anschein hat, als ob er ebenfalls nur nach einem allgemeinen Eindruck und nicht nach exakter Untersuchung der Verhältnisse urteilt.

Ist meine, wie gesagt, nicht genau geprüfte, sondern auf einem allgemeinen Eindruck beruhende Annahme richtig, daß die fossile marine Ablagerung auf einem alten Terrassenboden in einer älteren Hohlform liegt und sich nicht unter die Lavabänke in die eigentliche Talwand fortsetzt, so wäre damit klar, daß das Tal von São Vicente schon in vormiocäner Zeit bis zu erheblicher Tiefe in die schon damals wesentlich fertige Insel erodiert gewesen, dann vom Meere überflutet worden ist und sich dann nach Ablagerung der miocänen Schichten wieder um über 460 m gehoben hat.

Ist die Annahme von HARTUNG bzw. LYELL richtig, daß die mächtigen Lavabänke der eigentlichen Talwand tatsächlich die marinen Ablagerungen bedecken bzw. bedeckt haben, so würde das heißen, daß zwar die 500 m Lavabänke usw., die darüber liegen, erst in postmiocäner Zeit abgelagert sind, daß aber nur die tieferen Teile der Insel bei São Vicente älter als mittelmioicän sind. Da nun aber die prachtvollen Aufschlüsse im Tal von São Vicente beweisen, daß dieser Teil der Insel mit den ganz regelmäßig vom Curral aus nach N, nach dem Meere zu fallenden Tuff- und Lavabänken im wesentlichen aus einem Guß — einheitlich und ununterbrochen — entstanden ist, so würde aus der LYELL-HARTUNGschen Annahme folgen, daß ein wesentlicher Teil aller dieser tieferen Tuffe, die hier zwischen bzw. unter den Lavabänken

liegen, submarin gebildet sein müßte und es wäre dann doch sehr merkwürdig, daß trotz der wundervollen Aufschlüsse und dem großen Mangel an Kalk, der die Eingeborenen zum äußersten Nachforschen anspornt, in dem ganzen großen Gebiet außer an dieser einzigen minimalen Stelle noch niemals das geringste Fossil oder sonst die geringste Ablagerung von Kalk in diesen angeblich submarin gebildeten Tuffen gefunden ist, und daß auch in den sonstigen zahllosen, prachtvollen Aufschlüssen der Ribeiras unterhalb der 400 m Kurve niemals ein sonstiges marines Fossil oder ein abgerolltes Gerölle gefunden ist.

Auf dem kleinen, lange nicht so gut aufgeschlossenen Porto Santo sind marine Ablagerungen (Ilheo Baixo) und Fossilien in großer Menge und Verbreitung in den Tuffen gefunden; daß sie auf Madeira sonst nicht gefunden sind, scheint mir also ziemlich sicher zu beweisen, daß sie in der Tat nicht vorhanden, daß die Tuffe Madeiras subaerisch nicht submarin gebildet sind. (Vgl. auch die Bemerkungen am Schluß, Seite 490.)

Diese Erwägungen machen es mir wahrscheinlich, daß mein unbefangener, wenn auch nicht exakt geprüfter Eindruck von meiner Fundstelle wohl das richtige getroffen hat, daß diese marinen Ablagerungen tatsächlich nur ein kleiner, der Erosion entgangener Rest sind, der auf einer alten Terrasse in dem schon vorhandenen Tal abgelagert ist und daß also die Hauptmasse der Insel mitsamt dem größeren Teil des Tales von São Vicente älter als miocän, subaerisch gebildet und erst zur Miocänzeit tief versenkt ist — grade so wie es mit dem Calderadom und dem Gran Barranco auf La Palma der Fall ist, in dem ebenfalls alte marine Ablagerungen liegen.

4. Schlacken, Tuffe, Aschen, Tuffite.

Die losen Ejektamente: Schlacken, Tuffe, Aschen kommen auf Madeira in großer Verbreitung vor und bilden nach HARTUNG mindestens die Hälfte des sichtbaren Teiles der Insel.

Die Verbreitung der — meistens roten — Schlackenmassen ist von HARTUNG ausführlich geschildert, und auch die alten begrabenen Schlackenkegel sind sorgfältig beschrieben und z. T. abgebildet, sodaß ich diesen Schilderungen nichts hinzufügen kann.

Die Tuffe — grob und feinkörnig mit mehr oder minder großen Bomben und eckigen Bruchstücken von zertrümmerten Gesteinen (vgl. Abb. Seite 379) — sind ebenfalls weit verbreitet und an den verschiedensten Stellen der Insel in gleicher Weise zu beobachten. Großenteils sind diese Tuffe mit den

Bomben und großen eckigen Bruchstücken völlig ungeschichtet und erhalten z. T. Trümmer von über $\frac{1}{2}$ m, ja von mehr als 1 m Durchmesser (Ribeira de Massapez, Nordküste bei Punta Delgado und São Vicente, Pracedes usw.)



C. GAGEL phot.

Fig. 6.

Grobe Breccientuffe in der Ribeira de Massapez.

Diese ungeschichteten Tuffe mit groben Trümmern sind meistens rot gefärbt — ob von Hause aus oder durch spätere Zersetzung, ist meistens nicht festzustellen.

Die feinkörnigeren Tuffe, die als größere Bestandteile nur Rapilli enthalten oder ganz gleichkörnig sind, seltener auch nur aus Rapilli bestehen, sind meistens dickbankig bis feingeschichtet und entweder rot oder braun oder besonders gelb gefärbt. Die auffallend roten Tuffe finden sich besonders häufig unmittelbar im Kontakt mit darüberliegenden Lavaströmen, und HARRUNG erklärt diese roten Tuffe dann meistens für durch Kontaktwirkung gebrannt. Diese Erklärung ist auch in vielen Fällen sicher richtig, und ich habe z. B. bei Funchal derartige Tuffe gesehen, die im Kontakt mit einer darübergelassenen Trachydoleritbank nicht nur rotgebrannt und verhärtet waren,

sondern sogar in dieser Frittungszone sehr auffälligstengelige Absonderung infolge der Hitzewirkung zeigten. (Tafel XI, Fig. 2.)

In andern Fällen ist es mir inzwischen aber doch zweifelhaft geworden, ob diese oft so weit aushaltenden, intensiv roten Tuffschichten unter den Lavaströmen ihre Farbe der Hitze verdanken, oder ob es nicht vielmehr — wie schon vorher ausgeführt — die intensive Rotlehmverwitterung ist, die in diesem Gebiet an lange an der Oberfläche befindlichen Gesteinen oft eintritt und die Gesteine dann ganz intensiv zersetzt und verfärbt. Manche dieser roten Tuffe sind nämlich ganz auffallend weich und mürbe und zersetzt, während die Lavabänke darüber ganz frisch sind, und andere derartige, ganz zersetzte, weiche, rote Tuffe liegen überhaupt nicht unter Lavabänken, sondern unter frischen Tuff- und Aschenschichten, bezw. an der Oberfläche, sodaß mir die Zersetzung und Rotfärbung nach meinen jetzigen Erfahrungen oft vor dem Überfließen der Lavaströme, bezw. vor der Überlagerung durch die frischen braunen Aschen eingetreten zu sein scheint.

Bei der Fülle der damals auf mich eindringenden neuen Eindrücke und Probleme habe ich diesen Erscheinungen leider nicht gleich die genügende kritische Aufmerksamkeit zugewandt, sondern die HARTUNGsche Erklärung beim Anfang meiner ersten Reise kurzerhand für richtig angesehen und also auch nicht genügend Material zur ausgiebigeren, analytischen Prüfung der Frage gesammelt.¹⁾

Weit verbreitet sind endlich die ganz feinkörnigen, wohlgeschichteten, bezw. ganz feingeschichteten Aschen, ebenfalls rot, gelb; bräunlich gefärbt; z. T. ganz weiß und abfärbend (kaolinisiert?).

Z. T. zeigen diese dünngeschichteten feinen Aschen einen sehr beträchtlichen Neigungswinkel, der meistens offenbar der Neigung der ursprünglichen Ablagerungsfläche entspricht; an einer Stelle bei Camera de Labos habe ich aber eine ausgesprochene Synklinale in derartigen feingeschichteten Aschen beobachtet.

In den feingeschichteten Tuffen am Ilheo bei Porto da Cruz unter der Decke der hellen trachydoiten Trachydolerite

¹⁾ Für die Richtigkeit meiner Ansicht, daß diese roten Tuffe z. T. wenigstens alte Verwitterungsböden sind, scheint mir auch die gleiche Anschauung LYELLS zu sprechen (Manual V, 1855, 516, 517), der sie direkt als „laterite“, red clay und „ancient soils“ bezeichnet, und die dort mitgeteilte Beobachtung von SMYTH (Seite 516), daß in diesen roten Tönen unter dem Basalt fossilisierte Reste von Pflanzen gefunden sind.

habe ich 2 Lagen von deutlichen Geröllen beobachtet, die bis Wallnußgröße erreichen, sodaß diese geschichteten Tuffe oder Tuffite irgendwie unter Mitwirkung des Wassers, bezw. wenigstens unter Wasser abgesetzt sein müssen. („a lacustrine deposit“ Lyell.) Aus diesen Tuffen oder Tuffiten am Ilheo



C. GAGEL phot.

Fig. 7.

Trachydoleritstrom mit schlackiger Unterseite auf sehr feinen, dünn geschichteten Aschentuffen (ohne Frittungserscheinungen).
Pontinha bei Funchal (am Hafen).

stammt auch ein abgerolltes Stück silifizierten Holzes, das ich von dem Pfarrer in Porto da Cruz erhielt und das sich nach der freundlichen Untersuchung von Herrn GOTHAN als *Cupressinoxylon* sp. und tertiären Alters erwies — nähere Bestimmungen waren wegen der schlechten Erhaltung nicht zu treffen.¹⁾ (Vgl. Tafel IX, Fig. 2.)

Es ist dieselbe Schichtenfolge, aus der von HARTUNG einige kümmerliche Blattreste von *Carex* und *Rubus fruticosus*

¹⁾ Die diluvialen, braunkohlenführenden Schichten im Tale von São Jorge sind schon seit langem der Beobachtung durch einen Berggrutsch entzogen!

angeführt sind, die sich von rezenten Formen nicht unterscheiden lassen.

Derartige unter Wasser abgesetzte Tuffe oder Tuffite mögen unter den ungemein feingeschichteten Tuffablagerungen der Insel vielleicht noch vorhanden sein, ich habe aber sonst keine augenfälligen Beweise dafür gefunden (Gerölllagen usw.) und LYELL bestreitet mit großer Entschiedenheit das Vorkommen von Geröllen in den Tuffen Madeiras, abgesehen von ganz vereinzelt Stellen! Ebenso wenig ist mir auf Madeira in diesen feingeschichteten Tufflagen jemals eine ähnliche regelmäßige Abstufung der Korngrößen von unten nach oben in den einzelnen Tuffbänken aufgefallen, wie sie in den Aschentuffen des westbaltischen Untereocän so deutlich zu beobachten ist; es scheint also, daß tatsächlich die überwiegende Mehrzahl der Tuffe Madeiras subaerisch abgesetzt ist.

5. Die Tiefengesteine und ihre Lagerungsverhältnisse.

Die vollkrystallinen bzw. grobkrystallinen (Tiefen-)Gesteine, deren Natur sich durch mikroskopische und chemische Analyse als Essexite, theralithähnliche Essexite und nephelin-syenitartige Gesteine, sowie als basische und ultrabasische Spaltungsprodukte („Randfacies“) derselben ergeben hat, treten an drei bzw. vier verschiedenen Stellen in der Umgebung von Porto da Cruz, ferner bei Fayal und im Innern des Grande Curral auf, unter Umständen, die es als völlig sicher und unbezweifelbar erscheinen lassen, daß diese voll- bzw. grobkrystallinen Gesteine nicht das alte Grundgebirge der Insel darstellen, wie man früher annahm, sondern daß es junge Intrusionen innerhalb der jungvulkanischen Ergußgesteine sind und daß sie tief unter der ursprünglichen Oberfläche in Form von Stöcken oder vielmehr Lakkolithen und Gängen innerhalb dieser jungen Ergußgesteine sich gebildet haben und deshalb vollkrystallin erstarrt sind.

Das größte und wichtigste Vorkommen an der „Soca“, im Oberlauf bzw. Anfang der Ribeira de Massapez besteht aus einem etwa 60 m hohen und 40—50 m breiten „Stock“ oder richtiger Lakkolithen, der mit einer großen prallen Wand und zahlreichen kleineren, unmittelbar daneben aus dem Abhang heraustretenden Klippen zutage tritt.

Sowohl die senkrechte Hauptwand, wie die großen und kleinen Klippen daneben fangen erst etwa 10 m über dem Bachbett an und ihre vollkrystallinen Gesteine sind im Bachbett selbst und neben diesem sicher nicht vorhanden.

Hier im Bachbett stehen direkt unter der prallen Hauptwand des „Essexits“ z. T. schön plattig abgesonderte, dunkel-grünlich-graue, z. T. etwas gefleckte, dichte Trachydoleritbänke an, z. T. mit einem ziemlich auffallenden seidenartigen Schimmer auf einzelnen Bruchflächen, mit u. d. M. erkennbarer, trachytoider Struktur



C. GAGEL phot.

Fig. 8.

Essexitlakkolith der Soka (Ribeira de Massapez),
unterlagert von kontaktmetamorphem Trachydolerit.

und größtenteils auffallend splitterig brechend. Dieses dichte, glänzende, splitterige Trachydoleritgestein tritt auch dicht neben den „Essexit“klippen — z. T. nur 1,5 m davon entfernt — überall zutage bis fast hinauf zur Paßhöhe, wenn auch der unmittelbare Kontakt der beiden so verschiedenen Gesteine nicht zu beobachten ist. Offenbar ist diese mächtige, lakkolithartige Masse des grobkristallinen, größtenteils ziemlich hellen,

z. T. aber auch recht dunkeln Tiefengesteins seitlich — von Norden her — zwischen die Trachydolerite eingedrungen und hat diese dabei hier ebenso kontakt metamorph verändert, wie es auch bei dem anderen Tiefengesteinsvorkommen in der Ribeira das Voltas der Fall ist, denn diese Umgebungsgesteine der Essexitlakkolithen sind ganz auffallend splitterig und zähe und in ihrem Habitus von den sonstigen Trachydoleriten deutlich abweichend und sie zeigen nach Herrn Dr. FINCKHS Angaben auch unter dem Mikroskop sehr deutliche Kontakterscheinungen (Glimmerneubildungen etc.). Oben auf der Höhe der Soka liegen über dem Essexitlakkolithen lose Blöcke von schwarzem, sehr feinkörnigem, olivinführendem Gestein im Verwitterungsschutt.

Dieser „Essexit“lakkolith ist nun nicht in seiner ganzen Masse einheitlich ausgebildet, sondern zeigt eine ziemlich wechselnde Zusammensetzung aus grobkörnigen und feinkörnigen, helleren und dunkleren Partien, was sich auch in den beiden Analysen ausdrückt. Die pralle, 60 m hohe Wand ist größtenteils unnahbar und unerkletterbar und nur von unten bzw. von der Seite zu betrachten. In etwa dreiviertel der Höhe, wo man von der Seite wieder stellenweise dicht an sie heran kann, ist das Gestein zu einem lockeren, grobkörnigen Grus zerfallen. Von dem Anstehenden sind deshalb im allgemeinen weder von der prallen Wand des Hauptlakkolithen, noch von den glatten, geschlossenen Klippen daneben brauchbare Handstücke loszuschlagen und die wechselnde Natur und die Verbandsverhältnisse der einzelnen Ausbildungen des Gesteins sind also in situ nicht genau festzustellen; ich habe nur ein gutes Handstück von der prallen Wand selbst losschlagen können.

Dagegen liegen unterhalb dieses Lakkolithen in dem ganzen Bachbett der Ribeira de Massapez überall größere oder kleinere Gerölle, die von diesem Lakkolithen stammen und an denen man die sehr verschiedenartig ausgebildeten grobkörnigen und mehr feinkörnigen, helleren und dunkleren, typisch essexitischen, pyroxenreichen und Nephelin- (Sodalith?) -syenitartigen Modifikationen des Gesteins genauer studieren kann.

Diese Gesteine des Sokalakkolithen zeigen grobenteils — nicht immer — eine mehr oder minder deutliche, z. T. eine ganz ausgesprochen und sehr schöne divergent-strahlige Struktur und erinnern zum erheblichen Teil in ihrem äußeren Ansehen sehr auffallend an gewisse schwedische (Aasby) Diabase, die als Diluvialgeschiebe im norddeutschen Flachland nicht selten sind, die allerdings eine wesentlich andere chemische Zusammensetzung haben. Sie ähneln vor allem aber in allen wesentlichen

Eigenschaften den Essexiten des Christianiagebietes, den Mustertypen aus der BROEGGERSCHEN Suite.

Andere Varietäten des Sokagesteins dagegen haben fast richtungslos gleichkörnige Struktur und zeigen mit bloßem Auge kaum etwas oder überhaupt nichts von der ausgesprochen tafelförmigen Ausbildung der Plagioklase, die in den meisten Varietäten des Gesteins auftritt.

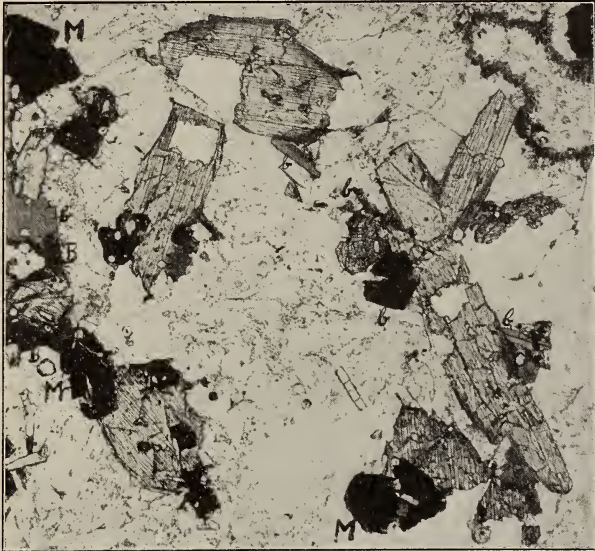
Meistens ist das Gestein ziemlich grobkörnig, es kommen aber auch recht feinkörnige Partien vor. Diese feinkörnigen Abänderungen sind im allgemeinen heller gefärbt als die grobkörnigen, in denen zwar die feldspatreicheren Ausbildungsarten nicht fehlen, die augit- und amphibolreicheren anscheinend aber doch vorwalten.

Diese Unterschiede zwischen den helleren feinkörnigeren und den dunkleren grobkörnigen Varietäten des Sokagesteins prägen sich auch in den Analysen aus. Die Analyse mit dem hohen Kieselsäuregehalt (A) ist von einem recht hellen, mittelkörnigen, stark miarolithischen Gesteinsstück, die mit dem niedrigen Kieselsäuregehalt (C) von einem grobkörnigen und etwas dunkleren Handstück, dem einzigen, das ich vom Anstehenden selbst losschlagen konnte. In den Geröllen des Bachbetts unterhalb des Lakkolithen habe ich noch erheblich grobkörnigere und ganz erheblich dunklere, feldspathärmere und sehr pyroxenreiche Typen beobachtet.

In dem Gestein der Analyse A sind die Feldspathe meistens dicktafelig ausgebildet und nur vereinzelt treten längere dünnere Plagioklasleisten auf; das Gestein der Analyse C dagegen zeigt eine ganz ausgeprägt divergentstrahlige Struktur mit zahlreichen, sich kreuzenden, langleistenförmigen Plagioklasen (siehe Taf. VII, Fig. 2). Das Gestein der Analyse A ist von Herrn FINCKH ursprünglich für einen Sodalithsyenit erklärt worden (diese Zeitschrift, 1903, Seite 119); nachdem aber durch die Analyse das völlige Fehlen jedes Chlorgehaltes in dem Handstück nachgewiesen ist, ist Herr FINCKH geneigt, das isotrope, zuerst als Sodalith gedeutete Mineral nun für Analcim (wahrscheinlich nach Nephelin) anzusprechen und das Gestein als Nephelin-Syenit zu bezeichnen. Außerdem fand Herr FINCKH in dem Gestein einen nicht unbeträchtlichen Orthoklasgehalt, der in den anderen Schliften nicht so hervortretend ist, und Biotit.

Bei der eigenen Durchsicht des Schliffes fand ich neben normalem, farblosem Diopsid auch nicht selten sehr zart gefärbte Augite, die z. T. kaum merklich, z. T. ganz deutlich hellviolett gefärbt sind, sehr unvollkommen auslöschen und nicht selten feine, hellgrüne Ränder mit deutlichem Pleochroismus zu

olivfarbig aufweisen. Diese grünen Ränder entwickeln sich meistens ganz allmählich und ohne scharfen Absatz aus dem ganz zart violett gefärbten Titanaugit. Diese Augite bilden z. T. sehr merkwürdige Durchkreuzungszwillinge und Rosetten und zeigen zum erheblichen Teil idiomorphe Begrenzung.



Mikrophotographie von Prof. SCHEFFER (Zeisswerk).

Fig. 9.

Essexit (Sodalithsyenit) von der Soka bei Porto da Cruz (Vergr. 29).
Gestein der Analyse A.

Der Schliff zeigt die fast farblosen Augite mit zart violetterm Schimmer, unvollkommener Auslöschung und schwach ausgebildeter Felderteilung und den ganz zart gefärbten grünen Rändern (im Bild dunkel), am Rande Barkewikit (B), dunkel, mit dem charakteristischen Winkel der Spaltrisse, darüber Biotit (b). Der Biotit (b) setzt sich auch in kurzen schmalen Leisten an die Augite an. Magnetit (M), Apatit in kleinen Durchschnitten und einer kleinen Säule. Der helle Grund wird gebildet von den nicht ganz frischen Feldspäten mit zonar angeordneten Einschlüssen isotroper Substanz und Zersetzungsprodukten.

Ein derartiger Augit zeigte einen doppelten, innen zart olivfarbigen, außen einen feinen grasgrünen Rand. In einem Falle war auch der grasgrüne Ägirin nicht als Rand, sondern als besonderer Krystall an einen andern Augit angesetzt und

ließ durch den Winkel der Spaltrisse sich unmittelbar als Ägirin erkennen. Z. T. sitzt der grasgrüne Ägirin auch als Verbindungsstück zwischen zwei farblosen Diopsiden.

Die Barkewikitischen Hornblenden dieses Schliffes zeigen einen sehr deutlichen Pleochroismus von dunkelbraun zu hellbraun. Arfvedsonit habe ich trotz aller Bemühung weder in diesem Schriff noch in einem sonstigen Schriff der Socagesteine finden können.

Äußerlich im Handstück ähnelt das Gestein am meisten dem Glimmeressexit von Trusop bei Husebyasen bei Acker (No. 9 der BRÖGGERschen Serie); es ist nur viel frischer und zeigt im Schriff nicht soviel Biotit als das norwegische Gestein.

Das zweite nachträglich analysierte und durch Schliffe untersuchte Handstück von dem Sokalakkolithen, das ich dort selbst an Ort und Stelle geschlagen und selbständig untersucht habe (Analyse C), zeigt sehr zart violettbräunlich gefärbte Titanaugite mit schöner Felderteilung, z. T. deutlich pleochroitisch, teilweise mit Andeutungen grünlicher Ränder, z. T. aber mit einem sehr deutlichen, feinen Rand von hellgrün zu intensivgrün pleochroitischem Ägirin. Außerdem enthält es große Magnetitkörner mit angesetztem Biotit, große Olivinkörner, lange Barkewikit- und lange Apatitsäulchen, sehr stark verzwilligte Plagioklasleisten mit divergent-strahliger Anordnung, etwas Orthoclas mit unregelmäßig fleckiger Auslöschung.

Die Analyse dieses Handstückes ergab einen sehr merklichen Chlorgehalt und in den Zwickeln zwischen den divergent-strahligen Plagioklasen findet sich nicht selten ein allerdings nicht krystallographisch begrenztes, isotropes Mineral, das nach dem Chlorgehalt der Analyse und seinen sonstigen Eigenschaften nun wohl wirklich Sodalith sein dürfte¹⁾.

Dies Handstück ist sehr ähnlich (nur feinkörniger) dem Essexit Nr. 2 der BRÖGGERschen Serie (von Berget unterhalb Sölvberget).

Die zartgrün bis intensiv grasgrün gefärbten Ränder der Augite und die selbständigen grünen Krystalle dieser „Essexite“ stimmen in allen beobachtbaren Eigenschaften so genau mit den Schulbeispielen der Ägirine im Berliner mineralogischen Institut und mit den Ägirinen der Teschenite, Theralite und der norwegischen ägirinführenden Gesteine überein, daß die Identität des Minerals nicht zweifelhaft sein kann.

¹⁾ Vgl. dazu J. E. HIBSCH: Über Sodalithaugitsyenit im böhmischen Mittelgebirge. TSCHERMACKS mineral-petrogr. Mitt., Band 21, 1902, Seite 759 (xenomorph-begrenzte Sodalithe).

Sehr auffallend ist es, daß, während in einigen dieser „Essexit“-Schliffe die Augite eine mehr oder minder vollständige idiomorphe Begrenzung zeigen, sie in andern Stellen der Schliffe sich in die freien Räume zwischen die Plagioklase einklemmen bzw. diese teilweise umwachsen, in andern Schliffen des Soka-gesteins sie sich aber im wesentlichen ohne eigene Begrenzung nur in die Zwickel zwischen die Plagioklase einklemmen. In einigen Schliffen des Soka-„Essexits“ hat Herr FINCKH auch noch Nephelin nachgewiesen.

In einem Essexitstück der STÜBELSchen Sammlung aus der Ribeira de Massapez fanden sich besonders viele und große, tiefbraune Barkewikite, sehr stark pleochroitisch (tiefbraun zu ganz hellbraun), mit schöner prismatischer Spaltbarkeit und größtenteils stark resorbiert, mit auffälligen Anhäufungen von Magnetit umgeben und z. T. von Augit umwachsen.

Der Schliff enthält auch sehr viel tiefbraunen, stark pleochroitischen Biotit, der z. T. nur schwer von Barkewikit (bei Schnitten mit annähernd gerader Auslöschung) zu unterscheiden ist, sehr oft mit reichlichem Magnetit zusammen liegt und z. T. ebenfalls von Augit umwachsen ist.

Ich kann mich beim Studium dieses Schliffes kaum des Eindrucks erwehren, ob diese mit so viel Magnetit zusammenliegenden und von Augit umwachsenen Biotite nicht im kausalen Zusammenhang mit den Resorptionserscheinungen an den großen Barkewikiten stehen, und sozusagen Umbildungs- (Umschmelzungs-)produkte desselben sind. (Vgl. die späteren Bemerkungen über Resorptionserscheinungen in Trachycleriten, Seite 434 und 436.)

Ein ganz grobkörniges und sehr helles, feldspatreiches Gerölle der Soka-„Essexits“ zeigt eine besonders schöne divergentstrahlige Struktur; viele dieser Essexite zeigen mehr oder minder deutlich die später noch öfter zu erwähnende eigentümliche „scherenartige“ Verwachsung der großen Plagioklastafeln, die auch so auffallend bei den Essexitporphyriten auftritt, derart, daß die großen Plagioklastafeln an einem Ende ganz dicht zusammenliegen, am andern Ende aber durch ganz schmale, zwischengeklemmte Keile anderer Mineralien (wesentlich von Augit) getrennt werden.

Unmittelbar unter der untersten seitlichen, kleineren Essexitklippe der Soca, steht ein grünlich-schwarzes, grob porphyrisch-kristallines, aber anscheinend vollkristallines Gestein an, das offenbar im engsten örtlichen und ursächlichen Zusammenhang mit dem „Essexit“ steht, zwischen diesem und den unterliegenden, eigentümlich seidenglänzenden, splittrigen Trachydoleriten liegt,

die sonst die Unterlage des „Essexits“ bilden, und das anscheinend nur ganz geringen Umfang und Ausdehnung hat. Dieses eigentümliche Gestein, das ganz sicher kein Ergußgestein und auch kein Ganggestein ist, sondern irgendwie zum „Essexit“ gehört, soll etwas später im Zusammenhang mit einem andern analogen Vorkommen in der Ribeira de Massapez besprochen werden.

Wahrscheinlich von einem Gerölle des Sokalakkolithen stammt auch die in ROSEBUSCH „Elementen“, Seite 433, No. 28 veröffentlichte Analyse des „Diabases“ von der „Ribeira de Massapez“ (Nr. I der Analysentabelle, Seite 399), was mir nach dem Analysenergebnis und meiner Kenntnis der örtlichen Verhältnisse am wahrscheinlichsten ist (vgl. die Bemerkung weiter unten Seite 380).

Auf die wesentlichen strukturellen Unterschiede in den verschiedenen Modifikationen der Essexite von Madeira (größtenteils idiomorphe und allotriomorphe Begrenzung der Pyroxene, richtungslos körnige und divergent-strahlige Struktur) bin ich leider erst ganz zum Schluß der Bearbeitung nach eingehendem Vergleich aller in Betracht kommenden Schiffe selbst und der Literatur¹⁾ aufmerksam geworden. Hätte ich die Schiffe schon vor der zweiten Reise 1907 durchgesehen gehabt, so hätte ich mich an Ort und Stelle noch eingehender bemüht, über die Verteilung der einzelnen Modifikationen in dem Gesteinskörper Klarheit zu gewinnen.

In dem Bachbett und in den Ufern unterhalb des Sokalakkolithen treten beim Talabwärtswandern dann zunächst überall die dunkel-grünlichgrauen, dichten, z. T. seidenglänzenden Trachydolerite auf, aber bald ohne den auffallend splittrigen Bruch, den sie dicht neben dem Essexitlakkolithen zeigen, und z. T. in sehr schöner, plattiger, steilstehender Absonderung; z. T. sind diese Platten der Trachydolerite auch noch in unregelmäßige Kugeln aufgelöst.

Weiter unterhalb treten dann streckenweise auch grünliche Mandelsteine auf, sowie grobe, feste Breccientuffe mit eckigen Trümmern bis zu $\frac{1}{2}$ m Durchmesser und Konglomerattuffe, mit sehr großen gerundeten, bis meterdicken und z. T. anscheinend abgerollten Trümmern. (Abbildung Seite 368 und 379.)

Noch weiter unterhalb treten in den plattig abgesonderten bzw. zerklüfteten, dunkelgrauen, dichten Trachydoleriten, deren Platten z. T. noch kugelige Absonderung zeigen, mehrfach bis 70 cm starke Gänge vollkristalliner, dunkler, z. T. sehr

¹⁾ ERDMANNSDÖRFFER: Die silurischen Diabase des Bruchbergackerguges. Jahrb. d. geol. L. A., 1908.

dunkler, ziemlich feldspatarmer Tiefengesteine auf, die ebenso wie die Trachydoleritplatten N 45° W streichen und die nur in die festen plattigen Gesteinen, nicht aber in die darüberliegenden Breccientuffe eingedrungen sind. Das sind offenbar



C. GAGEL phot.

Fig. 10.

Essexitgang (E) im Trachydolerit (T),
überlagert von groben Breccientuffen.
Ribeira de Massapez.

die von HARTUNG erwähnten Diabase und vielleicht?? das Gestein, dessen schon oben erwähnte Analyse in ROSENBUSCH „Elementen“, 1910, Seite 433, Nr. 28 mitgeteilt ist¹⁾.

¹⁾ Herrn WÜLFING, den ich um Zusendung des Belegstückes des analysierten „Diabases“ bat, teilte mir freundlichst mit, daß dieses Belegstück in Heidelberg nicht mehr zu finden sei, sodaß eine sichere Bestimmung durch Vergleichung nicht mehr möglich ist.

Das Gestein ähnelt sehr den mehr dunkeln Ausbildungsformen des Sokalakkolithen; es ist ziemlich grobkörnig und zeigt ganz unverkennbar bzw. besonders schön die divergentstrahlige Struktur mit bis über zentimeterlangen, z. T. ziemlich dicken, öfter aber auch ganz dünnen Plagioklastafeln, sehr viel Augit, etwas Amphibol und sehr reichlich Magnetit. Es hat einige Ähnlichkeit im Mineralbestand mit einem der später zu besprechenden dunkeln, grobkörnigen Essexite aus der Ribeira das Voltas, bei dem aber die divergentstrahlige Struktur erheblich weniger deutlich ist.

Sollte die ROSENBUSCHSche Analyse wirklich von einem dieser Vorkommen, die die einzig anstehenden in der Ribeira de Massapez unterhalb der Soka sind und nicht (wie oben vermutet) von einem losen Gerölle des Sokalakkolithen selbst stammen, das aus dem Bachbett der Ribeira de Massapez aufgegeben ist, so wäre der hohe Kieselsäuregehalt von 49,15 Proz. für dieses anscheinend sehr basische, dunkle Gestein höchst auffallend. Daß die ROSENBUSCHSche Analyse aber eventuell doch zu diesem gangartigen Vorkommen in der Ribeira de Massapez unterhalb der Soka gehören könnte, dafür würde vielleicht die Bezeichnung „Diabas“ sprechen; der Gestein von dem Seite 379 abgebildeten Gang ist wohl das bei weitem diabasähnlichste von allen mir aus der Ribeira de Massapez bekannten Gesteinen.

Auch hier zeigen die dünnen, sehr stark verzwilligten Plagioklastafeln z. T. sehr schön die schon erwähnte, eigentümliche „scherenartige“ Verwachsung, wie bei den Essexitporphyriten, die in der Nähe als Gerölle gefunden sind.

Auch in dem rechten Nebenbach der Ribeira de Massapez, der die Kuppe der Achada im Westen begrenzt, tritt in dem Bachbett selbst als flache Kuppe ein Tiefengestein auf, aber hier ein ganz dunkles, ultrabasisches, von mir im Felde als „peridotitähnlich“ bezeichnetes, aber noch etwas plagioklas-haltiges Gestein, das hier auf mehrere Meter Erstreckung aus der Tiefe zutage tritt, dessen Liegendes aber bei der geringen Tiefe des Aufschlusses nicht zu beobachten ist. Etwa 30 Meter unterhalb — bachabwärts — treten aber aus dem Böschungsschutt wieder ganz helle, feinkörnige Trachydolerite hervor.

Die sehr hellen trachytoiden Trachydolerite der Achada, die (nicht unmittelbar, sondern mehrere Meter darüber) über diesen dunklen, ultrabasischen, grobkristallinen Gesteinen zutage treten, sind in ihren untersten Platten ganz auffallend mürbe und weitgehend zersetzt und erst über diesen ganz

zersetzten Partien folgen mit ganz scharfer Grenze ganz helle, plattige, frische „Trachyte“ (trachytoide Trachydolerite!).

Daß dieses grob- und vollkrystalline, ultrabasische („peridotitartige“) Gestein in dem Nebental der Ribeira de Massapez ebenfalls nicht „altes Grundgebirge“, sondern eine ebensolche lakkolithartige Intrusion innerhalb der jungen Ergußgesteine ist wie die „Essexite“ an der Soka und in der Ribeira das Voltas, ist nach der ganzen Situation völlig sicher; dafür spricht außer dem Augenschein an Ort und Stelle und der Analogie mit den andern Vorkommen auch die relative Frische des Gesteins. Ein wirklich altes derartiges Gestein, das als denudierte ältere Grundlage unter den jungen, stark zersetzten Gesteinen läge, müßte doch noch viel stärker zersetzt sein und könnte keine unzersetzten Olivine mehr enthalten, wie es zum sehr großen Teil noch der Fall ist. Dagegen ist die starke Zersetzung der unmittelbaren Hangendschichten durch pneumatolytische Vorgänge bei der Intrusion dieses ultrabasischen Tiefengesteins sehr wohl verständlich.

Dieses ziemlich grobkörnige, schwarzgrüne, nicht ganz frische Gestein (Analyse E, Seite 399) besteht im wesentlichen aus größeren Körnern von schwarzem Augit und grünlichem Olivin. Unter dem Mikroskop sieht man zwischen diesen großen Augiten und Olivinen eine viel feinkörnigere, an Masse sehr zurücktretende Gesteinsmasse, die hauptsächlich aus recht kleinen Plagioklasen, unbestimmbaren Mineralkörnern, Zersetzungsprodukten (Calcit) sowie Erzkörnchen besteht.

Die Olivine sind zum erheblichen Teil noch ziemlich frisch und glänzend, z. T. aber schon deutlich angegriffen und serpentinisiert. Die Augite sind z. T. Diopside, z. T. scheinen sie mir nach dem schwach violetten, bzw. bräunlichen Ton und der unvollkommenen Auslöschung, sowie nach der allerdings meistens nur sehr schwach angedeuteten Sanduhrstruktur, z. T. aber recht schönen Felderteilung titanhaltige Augite zu sein.

Sie zeigen z. T. Andeutungen von Schalenbau und sind vom Rande her größtenteils sehr merkwürdig angefressen, resorbiert und angeschmolzen in einer meistens schmalen Zone, parallel der ursprünglichen (noch erkennbaren), jetzt ganz zackigen Begrenzung (vgl. Tafel VII, Fig. 1).

Wie aus einzelnen stehengebliebenen, nicht resorbierten Fetzen zu ersehen ist, muß diese umgeschmolzene Zone z. T. aber eine recht erhebliche Breite gehabt haben.

Ich habe eine derartige Erscheinung nur noch bei einem anderen Gestein Madeiras beobachtet; sie erinnert lebhaft an die von RINNE beschriebenen protogenen Augite der nordwest-

deutschen Basalte¹⁾, nur daß ich hier die von RINNE erwähnten Einschlüsse im Augit nur in minimalem Umfange gefunden habe (kleine Schnüre von Magnetitkörnchen an älteren Krystallgrenzen.

Dies Gestein steht insofern in einem bemerkenswerten Gegensatz zu den andern vollkrystallinen Gesteinen Madeiras, als die zwischen den großen Augiten und Olivinen liegenden Plagioklasleisten und Magnetitkörnchen sehr viel kleiner sind, sodaß das Ganze einen erheblich porphyrischen Eindruck macht. Indessen ist das Gestein, soweit ich es wenigstens bei der z. T. nicht unerheblichen Zersetzung erkennen kann, durchaus vollkrystallin (eine Glasbasis habe ich nicht finden können) und nach den Lagerungsverhältnissen ganz sicher eine lakkolithartige oder lagerartige Intrusion — ein Gang ist es gewiß nicht und eine Decke bezw. ein Strom auch nicht — so daß es mir immerhin am besten bei den Tiefengesteinen untergebracht erscheint. Ich möchte aus später (Seite 395) noch zu erörternden Gründen dies Gestein nicht in eine der bekannten Gesteinsarten hineinpressen, sondern ihm einen besonderen Namen geben und es Madeirit nennen.

Auf das andere, schon vorher erwähnte (S. 377) Gestein, das dieselbe Beschaffenheit und dieselbe merkwürdig angefressenen, bezw. angeschmolzenen Augite zeigt, bin ich leider erst ganz zum Schluß, nach Abschluß der Arbeit wieder aufmerksam geworden, da das betreffende Handstück verlegt, bezw. an unrichtiger Stelle aufbewahrt war.

Es ist wesentlich frischer, schwarz, bezw. grünlich-schwarz, porphyrisch (auf den ersten Blick grobkrystallin erscheinend), mit reichlich großen Augiten und Olivinen und einer dazwischenliegenden, an Volumen viel geringeren, feinkörnigen, schwarzen „Zwischenmasse“. (Siehe die Farbentafel VII, Fig. 1.)

Im Schlift zeigt dieses Gestein eine feinkörnige, aus polysynthetisch verzwilligten Plagioklasleisten und aus kleinen, z. T. deutlich violetten Augiten bestehende „Grundmasse“, in der einzelne, etwas größere Plagioklase stecken, reichlich Magnetit in Körnern, in unregelmäßig begrenzten Lappen und als feinen Staub, sowie allerlei Zersetzungsprodukte. Die etwas größeren Augite, die dazwischenliegen, sind zum erheblichen Teil resorbiert oder zersetzt und mit Wolken von Magnetitstaub umgeben bezw. erfüllt; ebenso finden sich solche Magnetitstaubanhäufungen um die etwas angegriffenen und serpentinierten Olivine. Auch sonst finden sich noch allerlei unbestimmbare Zersetzungsprodukte.

¹⁾ RINNE: Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiet der Weser. I. Jahrb. der pr. geol. L.-A. XIII 1892. S. 10—15, Tafel VI. Fig. 3.

In dieser fein- und gröberkörnigen „Grundmasse“ liegen nun dicht gedrängt große, fast frische, nur wenig vom Rande bezw. von Spalten aus serpentinierte Olivine, besonders große, farblose, diopsidartige Augite und große und mittlere, mehr oder minder deutlich violett bezw. bräunlich gefärbte Titanaugite, letztere meistens mit deutlichem Schalenbau (intensiver violettgefärbten Mänteln), und derartige (allerdings zarter gefärbte) schmale Mäntel finden sich auch bei einzelnen der großen, farblosen Augite.

Alle diese Augite zeigen eine z. T. ungewöhnlich schöne prismatische Spaltbarkeit und dieselben merkwürdig resorbierten bezw. umgeschmolzenen zackigen Ränder.

Der Gegensatz zwischen den ganz großen, angeschmolzenen diopsidartigen Augiten und den kleinen Augiten der Grundmasse ist hier nicht so ausgeprägt wie bei dem analysierten Madeirit, da besonders die Titanaugite ziemlich in allen Größen und Übergängen vorkommen.

Es ist besonders bei diesem Gestein ganz offensichtlich, daß die Resorption bezw. Umschmelzung der Augite erst begonnen hat, nachdem sich mehr oder minder dicke, violette, titanhaltige Ränder und Mäntel um die garnicht oder schwächer titanhaltigen Augite gebildet hatten und die zackige Zerrissenheit der Ränder ist hier noch viel erheblicher als bei dem zuerst beschriebenen Vorkommen des Madeirits.

Dies Gestein ist, wie schon erwähnt, ebenfalls an einer höchst auffallenden Stelle gefunden; es liegt an der Soka unter dem „Essexit“ und zwar nicht unter dem Hauptstock sondern unter der ersten, östlich davon und etwas höher über dem Bach herauskommenden, kleinen, isolierten Klippe desselben (vergl. die Abbildung Seite 372) und ich habe das Gestein damals an Ort und Stelle ohne weiteres für die ultrabasische Randfacies des Essexitlakkolithen gehalten. Ein unmittelbarer Zusammenhang mit dem „Essexit“ war allerdings nicht zu beobachten, da zwischen diesem schwarzen, grobkörnigen, porphyrischen Gestein und dem helleren gleichkörnigen Essexit noch einige Meter mit Abhangsschutt bedeckt sind; von dem den eigentlichen Essexitlakkolithen unterlagernden und so merkwürdig veränderten, ganz feinkörnigen, splittrigen Effusivgesteinen ist das Gestein räumlich und dem Aussehen nach durchaus getrennt und verschieden.

Es hat — soweit ich wenigstens feststellen konnte — eine räumlich ganz beschränkte Verbreitung nur unter den Klippen des „Essexits“; darunter im Bachbett steht schon das splittrige, feinkörnige Effusivgestein an, das auch die pralle Wand neben

dem Essexitlakkolithen größtenteils zusammensetzt; ein Gang oder ein größeres selbständiges Lager kann es nicht sein, sondern muß in irgend einer Kausalverknüpfung mit dem „Essexit“ stehen; wahrscheinlich als randliche Apophyse, wenn es nicht direkt die Randfacies ist.

Ich möchte es daher auch jetzt noch für die ultrabasische, porphyrisch ausgebildete Randfacies des Essexits halten, die an der Kontaktfläche besonders schnell erstarrte, oder vielleicht apophysenartig ausgestoßen wurde und daher so ungleichkörnig wurde, ohne allerdings diese Auffassung als die allein mögliche hinstellen zu wollen.

Es ist jedenfalls sicher, daß dieses Gestein eine höchst absonderliche Bildungsgeschichte gehabt hat und kurz vor der Erstarrung unter ganz abnorme Verhältnisse gekommen sein muß, wodurch diese so ungewöhnliche Resorbition und Umschmelzung der Augite bedingt ist. Ob man das Gestein definitiv bei den Tiefengesteinen belassen will, wohin ich es nach langem Zaudern aus den erwähnten geologisch-stratigraphischen Gründen gestellt habe, oder ob man es sonst anderswo im System einschachteln will, ist m. E. eine Frage von ganz sekundärer Bedeutung.

Für die Auffassung als direkte oder indirekte ultrabasische Randfacies des „Essexits“ spricht m. E. außer dem geologischen Befund auch der ganz ungewöhnlich große Gehalt an den großen protogenen Augiten mit den Resorbitions-, bezw. Umschmelzungserscheinungen und an großen, z. T. auch umgeschmolzenen Olivinen. — Ich kann mich, wie schon erwähnt (mit einer Ausnahme, vergl. S. 441), nicht erinnern, in einem anderen Effusivgestein Madeiras derartige protogene Augite gefunden zu haben.

In der Struktur hat das Gestein, wie ich aus einer eben erschienenen Arbeit von QUENSEL¹⁾ ersehe, unverkennbare Ähnlichkeit mit den Picritbasalten von Mas a fuera, die dort in Form von Gängen auftreten und in einer Grundmasse von Feldspatleisten und rosagefärbten Titanaugiten sehr große Einsprenglinge, aber nur von Olivin enthalten, während hier die größeren und kleineren Einsprenglinge von Augit denen des Olivins an Zahl mindestens gleichkommen, bzw. sie noch übertreffen. Dementsprechend zeigt die Analyse des Picritbasaltes fast doppelt so viel Magnesia und nur halb soviel Kalkgehalt, während die Übereinstimmung in den übrigen Bestandteilen eine sehr bemerkens-

¹⁾ QUENSEL: Die Geologie der Juan Fernandezinseln. Bull. geol. Inst. Upsala XI, 1912. Seite 286.

werte ist. Das entsprechende gilt auch von dem Picrite feldspatique von Papenoo Tahiti, den LACROIX¹⁾ beschrieben hat.

Während aber die Picritbasalte von Mas a fuera in Form von Gängen und Lagern auftreten, ist das, wie schon erwähnt, bei dem Madeirit nach meinen Beobachtungen nicht der Fall.

Die grünlichen, z. T. stark zersetzten Mandelsteine, die unterhalb dieser Stelle sowohl in dem Nebenbachtale wie in der Ribeira de Massapez auftreten, sind offenbar die „Diabasmandelsteine“ HARTUNGS; sie wechsellagern in beiden Tälern mehrfach mit den auffallend seidenglänzenden, dunkelgrünlich-grauen Trachydoleriten, wodurch schon allein ihre angebliche Natur als „altes Grundgebirge“ widerlegt wird.

Hier in dem Bachbett der Ribeira de Massapez weiter unterhalb findet man auch reichlich Gerölle der so auffallenden Essexitporphyrite; Gesteine, die, wie später auseinandergesetzt werden wird, schon aus rein mineralogischen Gründen offenbar in einem direkten genetischen Zusammenhang mit den essexitartigen Tiefengesteinen stehen müssen.

Es gelang leider nicht, in den z. T. dicht bewaldeten und schwer zugänglichen, z. T. gut kultivierten Talböschungen mit dem vielen Abhangschutt das Anstehende dieser so auffallenden Essexitporphyrite zu finden.

Eine weitere Stelle, an der die essexitartigen, vollkrystallinen Gesteine anstehen, liegt in dem Bachbett, das von dem Lamaceiraspaß herunterkommend östlich längs der nach Porto da Cruz ziehenden Straße verläuft.

Diese Stelle ist mir im Seminar zu Funchal, wo ich mich nach der Fundstelle der dort aufbewahrten Essexite erkundigte, ganz genau bezeichnet worden, so daß ich sie sofort fand, führt aber jetzt meistens den Namen Ribeira das Voltas, während v. FRITSCH die Fundstelle der von ihm untersuchten, vollkrystallinen Gesteine als Ribeira de Majade (Najade?) bzw. Majato bezeichnet. In dem von den Eingeborenen jetzt als Ribeira de Majade bezeichneten und mir gezeigten Tal sind aber bis ganz oben hinauf bis zur Rocha branca ganz sicher keine Tiefengesteine vorhanden; auch sind in Porto da Cruz und Funchal keine weiteren Fundstellen vollkrystalliner Gesteine bekannt und sowohl die v. FRITSCHSchen Handstücke wie auch seine Angabe „zwischen altem und neuem Portellaweg“ stimmen mit meinen eigenen Funden gut überein. Auf einer der v. FRITSCHSchen Etiketten steht allerdings „erstes Tal, das

¹⁾ LACROIX: Les roches alcalines de Tahiti. Bull. soc. geol. de France X, 1910. Seite 119.

den alten Portellaweg schneidet“, was auf meine Fundstelle nicht zutreffen würde, die nach dem von mir verfolgten Wege als zweites Tal zu bezeichnen wäre.

Es ist also immerhin nicht unmöglich, daß in einem der von mir nicht besuchten Seitentäler noch eine weitere Fundstelle verborgen ist, von der die v. FRITSCHSchen Handstücke stammen; sie muß dann aber — nach diesen Handstücken — jedenfalls dieselben Gesteine enthalten, wie die meinige, jetzt allein in der Gegend bekannte.

Diese meine Fundstelle in dem Tal, das fast allgemein jetzt als Ribeira das Voltas bezeichnet wird, das ich aber auch

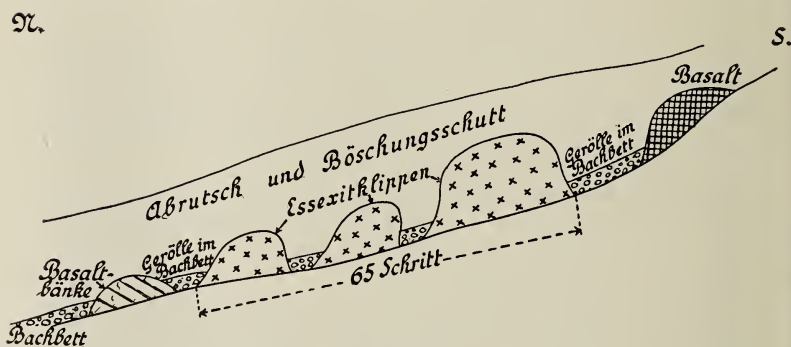


Fig. 11.

Lagerungsverhältnisse der Essexite in der Ribeira das Voltas.

Die „Basalte“ dieser Skizze haben sich bei mikroskopischer Untersuchung als Trachydolerite erwiesen!

Ribeira da Quedagorda habe nennen hören, findet man sehr leicht, wenn man von dem etwa halbwegs zwischen Porto da Cruz und dem Lamaceiraspaß an der Straße gelegenen einsamen Wirtshaus nach dem Bachbett herunterklettert und dann in dieser ziemlich steil, z. T. mit Stromschnellen herunterkommenden Runse bachaufwärts geht bzw. steigt. Man kommt dann zuerst an dunkle basaltoide Gesteinsbänke, die im Bach bzw. in den Ufern anstehen und offensichtlich in den Berg hinein und talaufwärts einfallen. Ganz wenige Meter oberhalb treten dann die prallen Klippen der Essexite aus dem Bachbett bzw. unmittelbar daneben aus der Böschung hervor und lassen sich 65 Schritt bachaufwärts verfolgen. Der Bach stürzt mehrfach in kleinen Schnellen darüber; die unmittelbare Umgebung der aus der westlichen Uferböschung hervortretenden Klippen ist mit Verwitterungs- und Abhangsschutt bedeckt, so daß der un-

mittelbare Kontakt der Essexite mit den jungvulkanischen Ergußgesteinen der Ufer nicht zu beobachten ist; weiter oberhalb stehen wieder dunkle, basaltähnliche Gesteine an; unmittelbar unter den Essexitklippen liegen im Bachbett soviel grobe Schotter, daß auch hier der Kontakt bzw. die untere Grenze nicht zu erkennen ist.

Nach der ganzen Situation ist es offensichtlich und unbezweifelbar, daß hier ein ebensolcher Lakkolith von Essexiten mitten in den jungen Effusivgesteinen liegt, wie an der Soca, wenn man hier auch nicht so annähernd senkrecht unter der Unterkante der Essexite die Lavabänke beobachten kann, wie an der Soca selbst. Auch hier zeigen die dunklen „basaltartigen“ Gesteine über und unter den Essexitklippen nach Herrn Dr. FINCKH deutlichste kontaktmetamorphe Einwirkungen (Glimmerneubildungen) und auch „Basaltmandelstein“-Gerölle aus diesem Bach, die zusammen mit Essexitgeröllen gesammelt wurden, zeigen derartige Kontakterscheinungen. Auch hier ist der Essexitlakkolith nicht ganz einheitlich ausgebildet und zeigt in den einzelnen Klippen verschiedene hellere und dunklere, gröbere und feinere Varietäten; in den losen Blöcken, die unterhalb der anstehenden Klippen im Bachbett als Gerölle liegen, kommen sogar noch andere, erheblich feinkörnigere und etwas hellere Modifikationen vor, die in den anstehenden Klippen nicht zu beobachten waren und jetzt unter dem Abhangsschutt oder den Bachalluvionen verborgen sein müssen. Oberhalb der obersten Klippe habe ich keine Essexitgerölle im Bach mehr beobachtet. (Siehe Lit. Nr. 14, Seite 118 u. 119. Vergl. hierüber auch die Schilderungen HARTUNGS in seinem Werk über Fuerteventura und Lanzarote, wo er die „Syenite“ Madeiras mehrfach erwähnt und bespricht.)

Da oberhalb der Essexitklippen in der Rib. das Voltas keine Essexitgerölle im Bach mehr gefunden sind, so ist auch meine früher geäußerte Vermutung, daß das lose gefundene, helle Stück (Analyse B) von weiter oberhalb stammen könnte, dahin zu berichtigen, daß es von demselben Ort, aber von einer Stelle zwischen den Klippen stammen muß, die jetzt von Abhangsschutt, bzw. von Alluvionen bedeckt ist.

Bemerkenswerter Weise zeigen die beiden Analysen der Essexite von der Rib. das Voltas ähnliche Unterschiede wie die beiden Analysen der Socagesteine; trotzdem gerade die analysierten Gesteinsproben äußerlich recht wenig Ähnlichkeit mit einander haben; es wurden bei der Auswahl der Analysen absichtlich möglichst verschiedenartig aussehende Proben ausgesucht.

Die divergentstrahlige Struktur ist bei diesen Gesteinen aus der Rib. das Voltas im allgemeinen lange nicht so deutlich, wie bei den Gesteinen der Soca ausgebildet, sondern beim Betrachten mit bloßem Auge eigentlich nur ganz schwach angedeutet durch die nicht gerade häufig in dem ziemlich grob- und richtungsloskörnigen Gestein auftretenden, dicktafeligen Plagioklase. Unter dem Mikroskop tritt die divergentstrahlige Anordnung der Plagioklase schon viel deutlicher hervor.

Nur das ziemlich feinkörnige helle, nach Herrn FINCKH so stark arfvedsonithaltige und barkewikithaltige Gestein B der Analysentafel Seite 399, das nur als Gerölle gefunden wurde, zeigt schon mit bloßem Auge, bzw. mit der Lupe sehr schön die zahllos sich kreuzenden, dünnen, langen, feinen Plagioklas tafeln und zeigt diese divergentstrahlige Struktur unter dem Mikroskop in schönster Ausbildung. Das Gestein weist auch einen Gehalt an Calcit auf, der mindestens zum erheblichen Teil sicher durch Zersetzung der Augite und Plagioklase entstanden ist, z. T. aber auch in den Zwickeln zwischen noch ganz frischen Plagioklasen und neben noch ganz frischen Augiten sitzt, ohne daß in der unmittelbaren Umgebung zersetzte Mineralien zu beobachten wären, aus deren Umwandlung er entstanden sein könnte.

Das Gestein ist auch reich an Pyrit, sehr reich an Apatit und zeigt merkwürdiger Weise auch einen Gehalt an freiem Quarz, sodaß es daraufhin zuerst von Herrn FINCKH als den Alkaligraniten nahestehend bezeichnet (Diese Zeitschrift 1903, S. 118), dann aber als Quarzessexit bzw. Orthoclassessexit angesprochen wurde.

Dies helle Gestein der Analyse B zeigt sehr viel Apatit, ziemlich viel Magnetit und etwas Biotit; auch hier haben die sehr zart gefärbten (Titan)augite z. T. einen sehr zarten, feinen, verfließenden grünlichen Rand (wie Abbildung S. 375, Fig. 9) von Aegirinaugit, der aber lange nicht so scharf und so schön grün ist, wie bei manchen Soca essexiten.

Die Barkewikite zeigen Pleochroismus von dunkelbraun zu olivbraun; in Schnitten parallel der C-Achse hellrötlichbraun zu hellgrünlich-gelblich; es sind z. T. ziemlich lange Säulen.

In diesem nur als Gerölle gefundenen, ganz hellen Quarzessexit kommt neben den auch in den andern Essexiten vorhandenen, schon erwähnten, wesentlichen Mineralien, Plagioklas, Orthoklas, Biotit, Barkewikit und spärlichem Augit (z. T. ganz zart rötlich gefärbt), Apatit und Magnetit auch in sehr geringen Mengen ein ziemlich tiefblau gefärbtes, stark pleochroitisches Mineral mit ausgezeichneter, paralleler Spaltbarkeit vor, das fast immer mit

Biotit, seltener mit barkewikitischer Hornblende verwachsen ist und sicher der von L. FINCKH erwähnte Arfvedsonit ist. Die seltenen Krystalle sind sehr klein und deshalb schwer genau zu bestimmen, ich habe dieses tiefblau bis intensiv grünblaue Mineral, dessen Pleochroismus in den vorhandenen Schnitten nach zart blaugrau wechselt, in keinem andern Schriff der Madeiragesteine gefunden.

Mit dem Arfvedsonit der Ganggesteine des Christiania-eruptivgebietes stimmt es nicht ganz genau überein, der Pleochroismus ist ein etwas anderer; doch ist an der Identität, bzw. an der Bestimmung als Arfvedsonit wohl nicht zu zweifeln.

Orthoklas ist in diesen Essexiten von der Ribeira das Voltas im allgemeinen ziemlich spärlich vorhanden.

Neben dem Magnetit kommt besonders in der Umgebung großer, ganz zersetzter, bzw. fast völlig umgewandelter Krystalle (von Diopsid?) öfter in größeren aber krystallographisch nicht scharf begrenzten Massen ein tief rotbraunes, fast undurchsichtiges Mineral vor, das anscheinend schief auslöscht und das ich nicht sicher bestimmen kann (Ilmenit?)

Das Gestein der Analyse D zeigt bei den stark verzwilligten Plagioklasen da, wo der Schnitt annähernd parallel der Zwillingsfläche verläuft, die Zwillingslamellen also sehr breit sind, daß diese Plagioklase einen ganz ausgezeichnet schaligen Aufbau besitzen. Die Barkewikite sind hier nur klein; hell- und dunkelbraun pleochroitisch in Schliffen quer zur C-Achse. Z. T. sind sie angewachsen an Magnetit, z. T. mit Augiten verwachsen. In Schliffen parallel der C-Achse ist der Pleochroismus zart rötlichbraun und zart grünlichgelb; außerdem enthält der Schriff Biotit, viel Magnetit, etwas Olivin.

In den anstehend gefundenen Essexiten in der Rib. das Voltas, die im Schriff z. T. eine ganz ausgezeichnet divergentstrahlige, z. T. eine annähernd richtungslos körnige Struktur zeigen, sind die Augite z. T. ohne oder ohne wesentliche eigene Begrenzung zwischen die sich kreuzenden breiten Plagioklastafeln zwischengeklemmt, z. T. zeigen sie deutlich idiomorphe Begrenzung und erstrecken ihre vorspringenden Ecken in die Plagioklastafeln hinein; einzelne der Augite zeigen einen ausgezeichnet zonaren Aufbau, andere mehr oder minder deutliche Felderteilung. Auch einzelne Plagioklase zeigen sehr schön den zonaren Aufbau, der sich stellenweise in ausgezeichneter Weise quer durch die verschiedenen polysynthetischen Zwillingslamellen verfolgen läßt.

Auch bei der Durchsicht dieser Schliffe aus der Rib. das Voltas fand ich, daß auch in diesen Essexiten die Augite

neben Diopsid zum erheblichen Teil Titanaugite sein müssen, nach dem allerdings sehr zarten, manchmal kaum angedeuteten, violetten Farbenton und der schönen Felderteilung sowie der unvollkommenen Auslöschung zu urteilen.

Soweit sich nach den bisher analysierten Handstücken und deren Schlifften urteilen läßt, scheinen die vorwiegend idiomorph begrenzten Augite in den mehr sauren Essexitvarietäten, die ohne wesentlich idiomorphe Begrenzung zwischen die Plagioklase eingeklemmten Augite vorwiegend in den basischen Ausbildungsformen aufzutreten, doch ist anscheinend der Unterschied kein prinzipieller und scharfer, und es finden sich Schliffe, an denen man nicht gut entscheiden kann, welche Ausbildung der Augite überwiegt.

Es mag nochmals besonders hervorgehoben werden, daß sowohl an der Soca wie in der Rib. das Voltas die Tiefengesteine dem Augenschein nach je einen einheitlichen Gesteinskörper bilden (besonders abgesetzte Gänge innerhalb des anstehenden „Essexits“ konnten jedenfalls nicht beobachtet werden) und daß diese beiden, chemisch ziemlich verschiedenen Ausbildungsformen des Gesteines in diesen anscheinend einheitlichen, räumlich ziemlich beschränkten Gesteinskörpern zusammen auftreten, wenn es auch wegen der Ungunst der Verhältnisse nicht genau anzugeben ist, wie die analysierten Proben zueinander gelegen haben.

Ferner liegen in der von FRITSCHSchen Sammlung Handstücke eines „Ganggesteines“ von der Cova da Roda bei Fayal in der Nähe von Porto da Cruz vor, welches „Ganggestein“ sich schon mit bloßem Auge als ein feinkörniges, sehr nephelinreiches Tiefengestein erkennen läßt und bei der mikroskopischen Untersuchung durch Herrn FINCKH sich als ein sehr nephelinreicher, theralithähnlicher Essexit erwies. Weitere Angaben über dieses Vorkommen liegen nicht vor; ich habe diese Stelle nicht mehr selbst aufsuchen können.

Endlich liegen in der von FRITSCHSchen Sammlung drei unverkennbare Essexithandstücke von dem Lombo dos Portaes im Gran Curral „unter dem Pico Sidrão“, über deren Lagerungsverhältnisse keine genaueren Angaben vorhanden sind, die aber vermutlich von einem Lagergang stammen.

Nach den andern mit „Lombo dos Portaes“ bezeichneten Handstücken von FRITSCHS, die aus ganz charakteristischen, unerkennbaren trachytoiden Trachydoleriten und alkalitrachytartigen Gesteinen bestehen, habe ich diese mir dem Namen noch unbekannte Stelle des Curral ebenfalls begangen und untersucht, und ich habe auch einen Teil meiner Handstücke

von dort nur von Steinmauern, nicht aus dem Anstehenden gewinnen können, das hier meistens mit zersetztem Tuff überschüttet und mit Kulturen bedeckt ist, aus denen nur vereinzelte, mächtigere, trachytartige Gänge hervortraten. Nach der ganzen Situation tief im Innern des Curral, des Hauptkraters der Insel, und rings umgeben von zersetzten, oft schön horizontal geschichteten Tuffen und mächtigen, stark zersetzten roten Schlackenmassen, aber doch noch hoch über der jetzigen Bachsohle, in der junge, horizontalgeschichtete Schlackenmassen, Tuffe und junge Eruptivgesteine anstehen, kann dieses Essexitvorkommen hier am Lombo dos Portaes ebenfalls nur intrusiv innerhalb der jung vulcanischen Gesteine auftreten!

Auch diese drei offenbar zusammengehörigen, mit derselben Nummer bezeichneten Handstücke stammen nicht von einem ganz einheitlich ausgebildeten Gesteinskörper, wenn sie auch im Habitus übereinstimmen und die verschiedenen Ausbildungsformen in einem Stück ineinander übergehen.

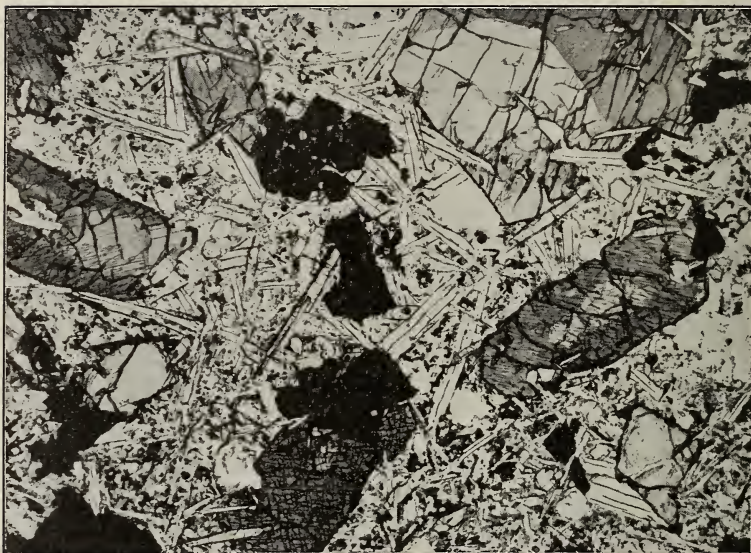
Das eine Handstück zeigt schon in sich ganz helle und recht dunkle, grob- und feinkörnige Partien, die schlierig (?) verteilt sind (vielleicht sind die grobkörnigen Partien ein dünner Gang innerhalb der feinkörnigen?) und eines der Stücke erwies sich als ungemein nephelinreich und theralithähnlich. Das Gestein enthält (ebenfalls nach Bestimmungen von Herrn FINCKH) verhältnismäßig viel Orthoklas, Biotit, Olivin, viel Apatit.

Soweit ich die Schliche durchgesehen habe, zeigen nicht nur die von FRITSCHSchen Proben der Essexite aus dem Curral, sondern auch einzelne der von mir aus der Ribeira de Massapez gesammelten Essexitgerölle besonders reichliche und schöne, intensiv violett gefärbte Titanaugite, z. T. mit prachtvoller Felderteilung.

Auch bei den Essexiten von Lombo dos Portaes geht bei einigen der Titanaugite die (in diesen Fällen zart violette) Farbe nach außen allmählich in einen zart olivfarbigen bis zart grünlichen Farbenton über; ja einzelne der intensiv violett gefärbten Titanaugite mit schöner Sanduhrstruktur zeigen auch die deutlich und scharf abgesetzten grünen Säume von Aegirin.

Diese Aegirinsäume zeigen einen Pleochroismus von oliv bis dunkelgrün; auch die tief violetten Titanaugite sind stark pleochroitisch und sie zeigen auch z. T. reichliche Zwillingbildung und wundervolle Anwachskegel. Z. T. sind diese Titanaugite außen intensiver violett gefärbt als innen, während bei den Titanaugiten mit den grünen Aegirin-Rändern die violette Farbe nach dem Rande zu zarter wird und z. T. ganz allmählich in die olivgrüne bis rein grüne des Aegirins übergeht.

Im äußeren Ansehen ist eines der Handstücke bis auf das feinere Korn sehr ähnlich dem pyroxenreichen Essexit vom Gipfel des Brandberget (Brandbu, Nr. 12 der BROEGGERSchen



Mikrophotographie von Prof. SCHEFFER (Zeisswerk).

Fig. 12.

Essexit vom Lombo dos Portaes, Gran Curral (Vergr. 17).

Die Photographie ist bei ausgeschaltetem Analysator aufgenommen, um die auch schon so sehr schöne und deutliche Felderteilung der Titanaugite zu zeigen. Die Zwillingsstreifen und z. T. auch die Grenzen der Plagioklase sind nach dem Bilde bei gekreuzten Nicols in die Photographie eingezeichnet. Sehr große, z. T. ganz zart violette, z. T. intensiv violette (am oberen Rande), z. T. bräunlich violette Titanaugite, größtenteils idiomorph begrenzt, aber z. T. auch Plagioklasleisten umwachsend. Magnetit, Olivin (rechts und links unter den Titanaugiten), viel Apatit, etwas Nephelin. Von den beiden langgestreckten Titanaugiten (rechts und links) mit der deutlichen Felderteilung ist der rechte ein Zwilling nach 100, beide enthalten ganz feine Zwillingslamellen nach 100.

Serie), dessen Schliff allerdings erheblich mehr Pyroxen, weniger Biotit und Apatit und keinen Aegirin enthält.

Auch ich selbst habe im Curral ein kleines, lose gefundenes Stück Essexit bekommen, das größtenteils feinkörnig, in der Mitte aber recht grobkörnig ist, und den von FRITSCHSchen Proben von Lombo dos Portaes sehr ähnelt, und ich habe auf

der Höhe des Serradosattels — ebenfalls lose — ein Stück Essexitporphyrit gesammelt, das offenbar nach seiner mineralogischen Ausbildung mit diesen Essexiten aus dem Innern des Curral direkt zusammen gehören muß. Auch in der STÜBELSchen Sammlung liegt ein Essexitporphyrit aus dem Curral.

Nach HARTUNG ist auch von REISS in der Rib. dos Socorridos als Gerölle ein voll- und grobkrystallines Gestein, bestehend aus „Krystallen von Labradorit, Augit und Olivin mit vielen kleinen Hohlräumen“ gefunden, das nach dieser Beschreibung nichts anderes sein kann als einer der stark mioolithischen Essexite.

Es ist danach also nicht daran zu zweifeln, daß auch tief im Innern des Curral Essexit in Form eines Ganges oder Intrusivlagers vorkommt und hier ebenso mit Essexitporphyriten vergesellschaftet ist, wie in der Ribeira de Massapez im Norden der Insel.

Endlich liegt in der STÜBELSchen Sammlung vom Pico dos Bodes das Liloas also ganz aus dem Westen der Insel (westlich vom Janellatal) ein Stück eines feinkörnigen aber typischen Essexits ohne nähere Angaben über die Lagerungsverhältnisse. Im Dünnschliff zeigt sich eine ausgezeichnet divergent-strahlige Anordnung der Plagioklase, farbloser Diopsid, und ganz zart bräunlich gefärbter Augit (ohne Felderteilung), der nur sehr selten idiomorph begrenzt ist. Wenig kleine Biotitblättchen und Magnetit sind ebenfalls vorhanden.

Es treten also — abgesehen vom Curral — in der Umgebung von Porto da Cruz in wenigen Kilometern Entfernung von einander unter denselben äußeren Umständen mitten in den trachydoleritischen und basaltischen Ergußgesteinen etwa 5—6 Vorkommen frischer, vollkrystalliner und meistens verhältnismäßig grobkörniger Gesteine auf mit über 52,5 Proz. bis zu 40 Proz. Kieselsäuregehalt, die allermeistens nachweisbar Intrusionen innerhalb dieser jungen Ergußgesteine bilden.

Diese Tiefengesteine bilden mineralogisch und chemisch eine ziemlich fortlaufende, ineinander übergehende Reihe von hellen nephelin(sodalith)syenitartigen Gesteinen, Essexiten, theralithartigen Essexiten zu „peridotitartigen“ aber noch deutlich plagioklashaltigen Gesteinen (Madeirit).

Diese essexitartigen Gesteine entsprechen in ihrer chemischen und mineralogischen Zusammensetzung durchaus den verschiedenen Ergußgesteinen: Trachydoleriten, nephelinbasanitartigen, tephritartigen und „basaltischen“ Gesteinen, innerhalb deren sie auftreten und die die ganz überwiegende Masse der Insel aufbauen und die ihrerseits nach der einen Seite in ganz

basische, limburgitartige Gesteine übergehen, andererseits aber auch mit mehr oder minder hellen trachytoiden Gesteine mit sodalithtrachyt- und mit alkalitrachytartigen Gesteinen von mehr als 65 Proz. SiO_2 vergesellschaftet sind.

Es ergibt sich also daraus der zwingende Schluß, daß diese essexitartigen Gesteine tatsächlich vollauskrystallisierte Massen — die Tiefengesteinsausbildung — desselben sehr spaltungsfähigen Magmas darstellen, aus dem die die ganze Insel aufbauenden Ergußgesteine stammen, daß keines dieser grobkristallinen Gesteine zu einem älteren „Grundgebirge“ gehört, daß wir aber unter den Ergußgesteinen eine Anzahl extremer Spaltungsprodukte dieses Magmas kennen, deren entsprechende Tiefengesteinsausbildungen noch nicht bekannt, bezw. noch nicht analysiert sind.

Die vollkrystallinen Gesteine Madeiras zeigen also sowohl nach ihrer chemischen Beschaffenheit (s. Analysen S. 399) wie nach ihrem Mineralbestand als auch nach ihren Strukturformen alle Eigenschaften der Essexite und deren pyroxenitischer Grenzformen wie sie von ROSENBUSCH in seinen „Elementen“ sowie in der mikroskopischen Physiographie der Gesteine (4. Auflage S. 391, 407) angeführt werden.

Sie weisen sowohl die richtungsloskörnige wie die unregelmäßigstrahlige wie die divergentstrahlige Struktur auf; sie stimmen inbezug auf den Mineralbestand und die Strukturformen insbesondere überein mit den Essexitischen Gesteinen (Essexit, Olivengabbrodiabas, Gabbroproterobas) des Christianiagebietes¹⁾ bei den auch in denselben bezw. in zusammengehörigen Gesteinskörpern ähnliche, nicht unwesentliche Änderungen des chemischen Bestandes und der Struktur von der eugranitischen zur diabasartigen stattfinden.

Ganz besonders auffallend — worauf hier schon hingewiesen werden mag — ist bei zwei der mitgeteilten Analysen E (u. G) der enorm hohe Magnesiumgehalt von über 13 bis fast 14 Proz. und bei fünfen C, D, E (G, H) der fast ebenso hohe Kalkgehalt von über 11 bis fast 14 Proz.

Zu vergleichen sind hier vor allem auch die ganz analogen Gesteine, die QUENSEL aus der patagonischen Kordillere beschreibt²⁾.

¹⁾ W. C. BROEGGER: The basic eruptive rocks of Gran Canaria. Quart. Journ. 1894, Bd. 50, S. 19. — Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der Südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite. Zeitschr. für Kryst. und Min. 1890, Bd. 16, S. 21. — Eine Sammlung der wichtigsten Typen der Eruptivgesteine des Christianiagebietes. Nyt Magasin Bd. 44, 1906, S. 113 ff.

²⁾ QUENSEL: Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillera. Bull. geol. Institut. Upsala XI, 1911.

Für das ultrabasische Tiefengestein aus der Rib. de Massapez habe ich bisher in der Literatur kein Analogon finden können; von den dunkelsten pyroxenitischen Abarten der Tiefengesteine aus der Caldera von La Palma unterscheidet es sich durch den sehr viel geringeren Tonerdegehalt, den ebenfalls sehr viel geringeren Gehalt an Alkalien und den mehr als $2\frac{1}{2}$ mal so hohen Magnesiagehalt.

Daß dies Gestein einen Übergang von den pyroxenitischen Essexiten (Essexitgabbros von Lacroix) zu den Peridotiten darstellt, ist nach dem Mineralbestand und der Analyse sicher, ich habe bisher aber keine auch nur halbwegs vergleichbare Analyse finden können, die bei etwa vergleichbaren anderen Komponenten einen so geringen Tonerde- und einen so hohen Kalkgehalt zeigte, weder unter den Pyroxeniten, noch unter den Peridotiten, noch unter den Pikriten.

Verhältnismäßig ähnlich in der Analyse sind noch gewisse Limburgite, die aber alle einen wesentlich höheren Gehalt an Alkalien und meistens auch an Tonerde aufweisen, bei ähnlichem Tonerdegehalt aber merklich weniger Kalk und Magnesia enthalten (ROSENBUSCH „Elemente“, Seite 472, Nr. 7, 1, 8, 4, 13). Auch in den von BRAUNS beschriebenen, devonischen essexitischen Gesteinen aus dem Lahn- und Dillgebiet findet sich nichts dergleichen, trotzdem hier als äußerste Glieder der Essexitreihe noch basischere Gesteine bekannt gemacht sind¹⁾.

Wie in einem folgenden Abschnitt gezeigt werden wird, zeigen auch die am meisten basischen Ergußgesteine Madeiras keine direkten Beziehungen zu diesem sonderbaren Tiefengestein.

Am ähnlichsten in der Analyse ist anscheinend noch der Gabbro essexitique von Papenoo (Tahiti)²⁾, doch zeigt auch diese Analyse des Gabbro essexitique (an völlig frischem Gestein angestellt) schon so einen wesentlich höheren Gehalt an Tonerde und einen merklich geringeren Kalkgehalt, was bei der Umrechnung auf die OSANNSchen Constanten sofort noch deutlicher in die Erscheinung tritt.

Ich möchte vorschlagen, dieses so sonderbare Gestein, das sich mit keinem der bisher beschriebenen Gesteinstypen wirklich in genaue Beziehungen setzen läßt, Madeirit zu nennen.

¹⁾ R. BRAUNS: Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der devonischen Eruptivgesteine im Gebiet der Lahn und Dill. Neues Jahrb. f. Min. Beilageband XXVII, 1909, S. 261 ff.

²⁾ LACROIX: Les roches alcalines de Tahiti Bull. soc. geol. de France 1910, S. 104.

6. Vergleich mit den Essexiten von La Palma.

Sowohl in Bezug auf die Lagerungsverhältnisse wie auch auf die chemisch mineralogische Beschaffenheit stimmen diese Madeira-Essexite sehr genau überein mit den Essexiten aus der Caldera von La Palma.

Auch dort fand ich 1907 bei meinen eingehenden Untersuchungen im tiefsten Grunde der Caldera diese großenteils recht grobkörnigen Tiefengesteine in Form von ziemlich mächtigen Gängen und von breiteren, aus dem Untergrund auftauchenden „Stöcken“. Ob es dort wirkliche Stöcke oder ähnlich wie in der Soca lakkolithartige Intrusionen sind, läßt sich in der

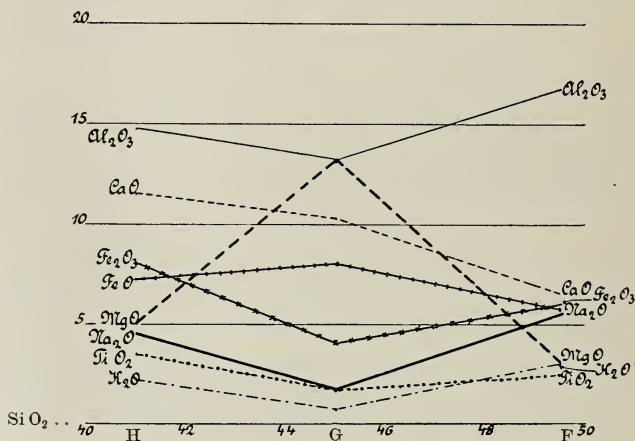


Fig. 13.

Variationsdiagramm der Tiefengesteine
aus der Caldera von La Palma (nach Gewichtsprozenten).

Caldera nicht feststellen, da die Aufschlüsse dort nicht tief genug herunter reichen. Auch in der Caldera zeigen diese Essexite alle möglichen Ausbildungsarten und Variationen: grobkörnig (Analyse H u. G Seite 399) und feinkörnig (Analyse F); richtungslos gleichkörnig ohne mit bloßem Auge erkennbare Andeutung von divergent strahliger Struktur (vorwaltender Typus z. B. Analyse H), ziemlich gleichkörnig mit nur wenigen und nicht großen tafelförmigen Feldspäten, sodaß daran leistenförmige Durchschnitte erst beim genauen Suchen zu finden sind (häufig vertreten, z. B. Analyse F u. H) und (seltener!) Gesteine mit sehr deutlicher bzw. ungemein schön ausgebildeter, divergent strahliger Struktur.

Es kommen in der Caldera ebenso recht helle, mittelfarbige (z. B. Analyse F u. G) und ziemlich bis sehr dunkelfarbige derartige Tiefengesteine vor (Analyse H), solche mit relativ hohen und solche mit auffallend niedrigem Kieselsäuregehalt (Analysen Seite 399).

Das Gestein der Analyse H aus dem Barranco del Agua agria mit nur 40,8 Proz. Kieselsäure stimmt aber in seinem äußeren Ansehen sehr viel mehr mit den grobkörnigen, sehr dunkeln, aber typischen Essexiten aus der Rib. das Voltas und aus der Ribeira de Massapez überein, die erheblich kieselsäurereicher sind, als mit dem ebenfalls nur 40,07 Proz. SiO_2 enthaltenden „Madeirit“ unter der Achada (Analyse E) was ja auch durch die sonstige Analyse (viel höherer Magnesiagehalt und viel geringerer Gehalt an Tonerde und Alkalien etc.) verständlich wird.

Im großen und ganzen betrachtet ist aber die Ähnlichkeit der Tiefengesteinsanalysen von Madeira und La Palma eine recht große, z. T. sogar eine auffallende.

Mineralogisch zeichnen sich die Calderaessexite (nach Herrn FINCKH) durch einen ganz wesentlich höheren Gehalt an Orthoclas aus (vgl. Lit. Nr. 15 Seite 237).

Bei den Tiefengesteinen aus der Caldera von La Palma tritt aber noch eine sehr auffällige Strukturform auf, die mir von den Tiefengesteinen Madeiras und sonstiger in Betracht kommender Lokalitäten nicht bekannt ist, nämlich eine durch sehr schön tafelförmige Ausbildung der Hornblenden und Augite bewirkte „divergentstrahlige“ und auch eine Parallelstruktur.

Es gibt unter den dunklen Tiefengesteinen der Caldera eine ganze Anzahl, in denen zentimeterlange bis mehrere Centimeter lange, dicktafelige bis ganz dünntafelige Amphibole und Pyroxene massenhaft auftreten, die sich z. T. unter allen möglichen Winkeln schneiden, bei anderen Vorkommen aber auch annähernd parallel zu einander liegen und zwischen denen dann die sehr viel kleineren Plagioclase und sonstigen Mineralien eine feinkörnige (aber durchaus körnige) Zwischenmasse bilden.

Es ist also das genaue Gegenstück zu der eigentlich divergentstrahligen Diabasstruktur, in der die Pyroxene ohne idiomorphe Begrenzung zwischen den Plagioclastafeln liegen (wie sie auf Madeira an der Soca z. T. auch auftritt), und schon bei den Essexiten von Madeira bahnt sich der Übergang zu dieser extremen, gegenteiligen Strukturform durch den immer größer und deutlicher werdenden Idiomorphismus der Pyroxene in bestimmten anderen Typen bzw. Handstücken schon deutlich an.

Diese Typen aus der Caldera mit der „umgekehrten Diabasstruktur“ sind ungemein auffallende und sehr schöne Gesteine, die (besonders geschliffen) prachtvoll aussehen und, wenn sie in größeren Mengen und leichter erreichbar vorkämen, ein wundervolles Dekorationsmaterial abgeben würden.

Diese Gesteine erinnern z. T. sehr lebhaft an die Beschreibung des „Diorits“ („Nadeldiorits“) von der Cap Verdeninsel São Vicente, die C. v. JOHN¹⁾ gegeben hat und den schon ROSENBUSCH als Essexit erkannt hat (Analyse II Seite 399).

Die Tiefengesteine der Caldera mit den so auffällig parallel gelagerten großen Amphibolen und Augiten müssen wohl unter einem sehr starken, ganz einseitigen Druck erstarrt sein, es ist der auffälligste, mir je zu Gesicht gekommene Strukturtypus.

Zusammen mit den alkaliärmsten und ungewöhnlich kalk- und magnesiareichen Ausbildungsarten der Essexite im Barranco del Almendrero amargo auf La Palma kommen nun aber zum Beweise, daß es sich auch hier tatsächlich nur um sehr kalkreiche Differentiationsprodukte eines typischen essexitischen Magmas handelt, viele sehr alkalireiche Ganggesteine vor. Sodalithgauteite und Maenaite (Analysen L u. M), deren eines (stark zersetzt) allerdings auch einen beträchtlich hohen Kalkgehalt aufweist! (vgl. das nähere darüber Literatur Nr. 15 Seite 232—238).

Bemerkungen zu der Analysentafel.

Die Analyse A ist die des kleinen „Essexit“stückes von der Soca, das ich 1903 von Herrn Pater SCHMITZ in Funchal aus der Sammlung des dortigen Seminars erhielt, ohne die Fundstelle gesehen zu haben, und das Herr FINCKH zuerst als „Sodalitsyenit“ diagnostizierte. (Diese Zeitschr. 1903, Seite 119.)

Die Analysen B u. D sind von den beiden, bei meiner ersten Reise nach Madeira gesammelten Handstücken der Essexite aus der Rib. das Voltas hergestellt; an D hat Herr FINCKH zuerst die Natur dieser Gesteine als Essexite festgestellt.

B ist die Analyse des Gesteins, das Herr FINCKH ursprünglich als den „Alkaligraniten nahestehend“ bezeichnete (diese Zeitschr. 1903, S. 119), später dann als Quarzessexit auffaßte.

Die beiden Analysen C u. E habe ich dann noch selbst von den bei meiner zweiten Reise aus dem Anstehenden an der Soca und in der Ribeira de Massapez (unter der Achada) geschlagenen Handstücken machen lassen.

¹⁾ C. v. JOHN: Chemische und petrographische Untersuchungen an Gesteinen von Angra Pequena, den Cap Verdischen Inseln usw. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1896. Band 46, Seite 276.

7. AnalySENTafel der Tiefgesteine Madeiras und verwandter Gesteine.

	A	B	C	D	E	I	F	G	H	II	III	IV	V	VI	VII
	Soca	Rib das Voltas	Soca	Rib. das Voltas	Rib. de Massapez	Rib. de Massapez	Barranco del Diablo	Barranco del Amargo	Barranco del Agua agria	Sao Vicente (Cap Verden)	Rongstock	Gr. Priesen (Sodalithsyenit)	Dignaes	Brandberg	Pape-noo (Tahiti)
SiO ₂	52,47	49,87	45,69	45,04	40,07	49,15	48,85	44,50	40,80	51,18	50,51	49,33	49,25	43,65	41,50
TiO ₂	1,57	2,60	1,30	3,67	2,35	0,83	2,30	1,72	3,44	2,40	0,95	0,81	1,41	4,00	4,78
Al ₂ O ₃	15,84	14,98	17,02	16,41	8,95	17,86	16,53	13,23	14,77	17,44	17,84	16,07	16,97	11,48	12,31
Fe ₂ O ₃	3,30	6,17	4,59	6,02	4,82	1,07	5,85	4,11	7,91	4,70	5,25	7,92	{ 15,21	6,32	5,20
FeO	8,42	4,40	8,52	7,30	7,81	10,77	5,68	7,76	7,33	4,15	4,46	2,41	{	8,00	8,46
											(5,9)	8,04	7,17	14,00	14,05
CaO	5,05	6,34	11,31	11,42	13,83	6,57	6,51	11,20	11,63	9,60	7,93	0,98	Spur	Spur	—
MnO	—	—	—	—	—	0,75	Spur	Spur	Spur	0,10	—	2,66	3,00	7,92	11,29
MgO	1,52	1,77	5,62	3,93	13,86	3,24	2,95	13,19	5,09	2,87	3,34	—	—	—	—
K ₂ O	2,52	2,04	1,07	0,93	0,56	2,99	2,91	0,74	2,14	0,44	3,49	3,42	2,01	1,51	0,48
Na ₂ O	7,03	5,08	3,21	3,09	1,34	5,49	5,49	1,69	4,38	5,84	(3,6 bis 6,15)	5,20	4,91	2,28	2,06
H ₂ O	1,91	1,66	0,76	1,41	2,45	1,21	1,48	1,36	1,05	1,46	0,74	2,27	0,30	1,00	0,50
P ₂ O ₅	0,14	0,74	0,57	0,47	0,35	0,99	0,83	0,22	0,88	0,79	1,11	0,61	0,76	Spur	0,06
SO ₃	—	0,25	—	—	—	—	0,24	Spur	Spur	—	—	Spur	—	—	—
Cl	fehlt sicher	Spur	0,04	—	—	Spur	—	—	—	—	—	Spur	—	—	—
CO ₂	—	3,22	—	0,36	3,78	Spur	—	0,36	0,05	—	0,43	1,21	—	—	—
S	0,09	0,76	0,08	0,13	0,04	Spur	0,21	0,10	0,18	—	—	—	—	—	—
Spec Gew. Analytiker	100,01 2,766 Klöss	99,88 2,772 Klöss	99,91 2,965 EYME	100,18 3,003 EYME	100,21 3,096 Klöss	100,22 2,790 —	99,83 2,786 EYME	100,18 3,072 EYME	99,65 3,065 EYME	100,97 — —	101,14 2,855 —	100,93 2,631 —	100,99 — —	100,16 — —	101,69 — —

I ist die Analyse des „Diabases“ aus der Rib. de Massapez, die ROSENBUSCH (Elemente III, S. 433) veröffentlicht hat, deren Belegstück aber nicht mehr in Heidelberg zu finden ist.

F, G, H sind Analysen von Essexiten, die ich 1907 in der Caldera von La Palma gesammelt habe, wo sie unter denselben Verhältnissen auftreten, wie in der Rib. de Massapez und Rib. das Voltas; die analysierten Stücke sind aus dem reichen Belegmaterial durch Herrn L. FINCKH ausgewählt.

Zum Vergleich mit diesen Analysen von Madeira und La Palma habe ich unter II die von C. v. JOHN veröffentlichte Analyse des Essexits von der Cap Verden-Insel São Vicente, unter III u. IV die des Essexits von Rongstock und des Sodalithsyenits von Gr. Priesen im böhmischen Mittelgebirge, unter V u. VI die des norwegischen Essexits und dessen pyroxenitischer Grenzform daneben gesetzt, deren dazugehörige Ergußgesteine (Essexitporphyrite und Essexitmelaphyre) so große Ähnlichkeit mit den Madeiragesteinen haben, endlich unter VII die Analyse des Gabbro essexitique von Papenoo (Tahiti) nach LACROIX (l. c. Bull. soc. geol. de France 1910, S. 104) als des Gesteins, das dem „peridotitähnlichen“ Tiefengestein — dem Madeirit — aus der Rib. de Massapez immerhin noch am nächsten zu stehen scheint.

Es wird später — nach Darstellung der Analysenergebnisse der Ergußgesteine — gezeigt werden, daß die Umrechnung der Tiefengesteinsanalysen auf die OSANNSchen Konstanten das merkwürdige Ergebnis liefert, daß diese Tiefengesteine chemisch-analytisch und nach dieser Osannschen Darstellungsmethode keine einheitliche Stellung einnehmen, sondern zur Hälfte auf die AF-Seite — die Alkaliseite — des Dreiecks fallen, zur anderen Hälfte aber ebenso ausgesprochen auf die CF-Seite, die Seite des Projektionsdreiecks fallen, wo ganz typische Kalkalkaligesteine ihren Ort haben, ein Ergebnis, das bei den bisher bekannten Analysen von Alkalitiefengesteinen nur in ganz verschwindendem Maße der Fall war. (ROSENBUSCH Elemente IV, Seite 238, Nr. 50, 70, 71). Vergleiche Analysendreieck Seite 464.

Demgegenüber muß schon jetzt und nochmals betont werden, daß von den auf die beiden verschiedenen Seiten des Projektionsdreiecks fallenden Analysen zweimal je zwei Analysen von geologisch anscheinend ganz einheitlichen Gesteinskörpern stammen (A. u. C., B. u. D.), daß die betreffenden Gesteine räumlich ganz beschränkte, anscheinend einheitliche Massen bilden, in denen eine grundsätzliche Trennung in zwei ihrem Wesen nach verschiedene Gruppen völlig ausgeschlossen erscheint, wenn es auch nach Lage der ungünstigen äußeren Ver-

hältnisse nicht möglich war, genau anzugeben, in welchem Lageverhältnisse die analysierten Handstücke zu einander lagen.

Daß diese beiden geologisch einheitlichen Massen der Tiefengesteine von der Soca und in der Ribeira das Voltas nach Mineralbestand und Struktur an verschiedenen Stellen gewisse sehr deutliche Unterschiede zeigen, ist ja schon hervorgehoben; es mag auch vielleicht sein, daß bei sehr genauem Studium und besseren Untersuchungsmöglichkeiten der betreffenden Gesteinskörper eine gesetzmäßige Verteilung dieser strukturell und chemisch so verschiedenartigen Differenzierungspunkte dieses Magmas sich ergeben wird. 1903—1907 waren die Aufschlüsse und Begehungsmöglichkeiten nicht günstig genug, um das festzustellen. An der Tatsache, daß diese Gesteine auf das innigste zusammen gehören, ist nach der ganzen Situation und der sehr geringen räumlichen Ausdehnung der beiden Vorkommen aber nicht zu zweifeln.

Daher ist es mir denn auch mehr wie zweifelhaft, ob man darin noch eigentlichen Essexit und „Sodalithsyenit“ trennen darf, oder ob es nicht viel natürlicher ist, den ganzen Komplex einheitlich als Essexit zu bezeichnen.

Auch bei den von ROSENBUSCH angeführten Beispielen von Alkalitiefengesteinen fallen ja der Essexit von Moltenborough (Nr. 50), der Alkalipyroxenit von Brandberg (Nr. 71) deutlich auf die CF-Seite des Projektionsdreiecks, ihre Zugehörigkeit zu den Alkaligesteinen ist auch nicht chemisch, sondern nur geologisch zu erweisen; die Entfernung im Analysenort von den geologisch dazugehörigen sonstigen Alkalitiefengesteinen ist aber nicht so auffällig wie hier bei den Madeiragesteinen.

Ob man die so ausgesprochen auf die CF-Seite des Projektionsdreiecks fallenden Gesteinsvarietäten nach ihrer chemischen Zusammensetzung noch zu den Essexiten s. st. rechnen soll, darüber will ich hier kein Urteil aussprechen — gerade das sicher chlor-(sodalith?)haltige Gestein steht am meisten rechts — nach dem Befunde im Felde sind sie m. E. nicht von den ächten Essexiten zu trennen, und der mineralogische Befund spricht m. E. ebenso deutlich für diese auch von Herrn FINCKH von jeher verfochtenen Auffassung.¹⁾

¹⁾ Nachdem diese Arbeit längst abgeschlossen und im Druck war, wurde ich durch Zufall darauf aufmerksam, daß Herr FINCKH sich schon vor Jahren an einer ganz ungewöhnlichen und nicht zu vermutenden Stelle über die Madeiraessexite geäußert hat, und zwar nicht unwesentlich anders, als hier angegeben.

In einer Protokollnotiz dieser Zeitschrift über ostthüringische (voigtländische) Diabase (1907, Band 49, Seite 23, Februar-

Auch von den analysierten Essexiten des nächstverwandten und nächstbenachbarten Eruptivgebietes, aus der Caldera von La Palma, die geologisch ebenso sicher zusammengehören, fällt die Analyse aus dem Barr. del Alamdrero amargo ganz offensichtlich weit auf die CF-Seite des Dreiecks (2,43 Proz. Alkalien, 11,2 Proz. Kalk, 13,12 Proz. Magnesia).

Ähnliche Erwägungen wie diese haben BROEGGER (l. c. S. 2) offenbar veranlaßt, seine gesamten Essexite, die er als Spaltungsprodukte eines sehr alkalireichen Magmas auffaßt, kurzerhand als Kalkalkaligesteine zu bezeichnen.

8. Olivinfelse.

Als exentremste, ultrabasische Spaltungsprodukte desselben Magmas, das die Essexite und Madeirite gebildet hat, treten dann noch in einem Tuff bei Porto Moniz größere und kleinere Bomben von annähernd reinem, vollkrystallin-miarolithisch struiertem Olivinfels auf, die zum größten Teil nur aus Olivinkörnern — in einzelnen Exemplaren daneben auch noch aus sehr zurücktretenden schwarzen Augitkrystallen — bestehen. Diese bis apfelgroßen Bomben liegen lose und rein in einem lockern, starkzersetzten, rötlich-gelblichen Tuff, z. T. sind sie eingewickelt in eine dünne (0,5—1 cm) Lage von schwarzem, sehr porösem, schlackigem, glasigen Feldspaltbasalt zum Beweis, daß sie wirklich als Bomben bei einer Eruption herausgeschleudert sind.

Diese Bomben von Olivinfels sind durchaus körnig und zeigen großenteils ein stark miarolithisches Gefüge. Schon mit bloßem Auge erkennt man, daß sie zum erheblichen Teil aus krystalligraphisch begrenzten, z. T. aus rundlichen Körnern von 1—3 mm Größe bestehen, die sich großenteils nur unvollkommen berühren und zwischen sich häufig erhebliche Zwischenräume lassen (teilweise deutlich zuckerkörnige Struktur).

Andere Bomben, bezw. andere Partien derselben Bomben bestehen aus einem ziemlich kompakten, grobkrystallinen Agregat, dessen einzelne Körner ziemlich dicht und ohne wesentliche

monatsbericht), also zu der Zeit, wo ich grade in Madeira war, hat Herr FINCKH angegeben, daß auf Madeira neben Essexiten auch alkaliarme, diabasartige Gesteine auftreten, und hat mit diesen die Feldspathbasalte Madeiras in Verbindung gebracht, was ich aus obigem Grunde bisher übersehen hatte.

Da aber Herr FINCKH später wieder alle diese Gesteine ohne Einschränkung als Essexite bezeichnet hat, so scheint er diesen Struktur- und chemischen Unterschieden doch keinen prinzipiellen Wert beizulegen.

Zwischenräume aneinanderstoßen. In der Farbe wechseln sie von hellgrünlichgelb bis ziemlich dunkelgelbgrün, ja fast schwarz und eigentümlich kupferrot und zeigen stets den sehr starken Glanz des Olivins.

An manchen Stellen sind die Körner auch schon ziemlich angegriffen und zersetzt und zeigen dann neben stark irrisierenden Partien größtenteils eine tombakfarbige Oberfläche. Teilweise haben sich zwischen den nicht mehr frischen, irrisierenden Körnern in den Hohlräumen bezw. an der Oberfläche der Körner Ausscheidungen von Eisenhydroxyd angesetzt.

In einzelnen dieser Bomben erkennt man zwischen den glänzenden Olivinkörnern, vereinzelt, etwas größere, mattschwarze Augitkörner.

Eine ganze Anzahl dieser Bomben zeigt, wie schon erwähnt, eine schwache Hülle von schwarzem, stark schlackigen, basaltartigen Gestein; bei einer Bombe wechselten in dieser Basalthülle grob- und feinporige Lagen miteinander ab; und zwischen den Olivinbomben liegen auch einzelne kleinere Bomben, die nur aus solchem basaltartigem Gestein bestehen.

Diese basaltisch-schlackige Hülle besteht aus einer sehr dichten, dunklen, erz- und glasreichen Grundmasse, in der zahllose kleine, z. T. sehr deutlich fluidal angeordnete Plagioklastäfelchen und größere Einsprenglinge von Olivin und Augit (Diopsid) auftreten; etwas Apatit ist auch darin enthalten.

U. d. Mikr. sieht man, daß einzelne Bomben nur oder fast nur aus Olivin bestehen; andere enthalten reichliche und z. T. recht große Pyroxene — viel mehr, als man nach der äußeren Betrachtung der z. T. mit fest anhaftenden Zersetzungsprodukten und Lavaresten bedeckten Bomben annehmen würde, sowie etwas Apatit, Magneteisen und Chromeisen (letzteres durch die Analyse sicher erwiesen!).

Die Pyroxene sind nach der sehr starken Licht- und Doppelbrechung, der meistens sehr erheblichen Auslöschungsschiefe und dem Auftreten der Absonderung nach der Querfläche größtenteils diallagartige Diopside. Daneben kommen aber auch in zwei der Schiffe mit völliger Sicherheit und gar nicht selten rhombische Pyroxene vor, die durch die gerade Auslöschung, die sehr geringe positive Doppelbrechung und den kaum angedeuteten Pleochroismus in ihrer Natur als Bronzit bestimmt sind.

Diese diallagartigen und rhombischen Pyroxene sehen im Schliff meistens farblos oder ganz zart bräunlich-grünlich gefärbt aus, haben ein sehr starkes Relief und zeigen oft recht deutlich die prismatische Spaltbarkeit, oft aber noch wesentlich deutlicher eine z. T. weitläufigere, z. T. sehr feine, dicht-

stehende Absonderung diagonal dazu, die bei den rhombischen Pyroxenen parallel der Ebene der optischen Achsen verläuft.

In den Durchschnitten, die diese sehr feine, fast faserige Absonderung zeigen (und gerade dazu auslöschen), sowie in den andern Durchschnitten mit weitläufiger stehenden Spaltrissen und gerader oder annähernd gerader Auslöschung sieht man z. T. schon bei schwacher Vergrößerung, daß diese Pyroxene eine Unmenge feiner und feinsten Einlagerungen parallel diesen Spaltrissen und Absonderungsflächen enthalten, die schräge auslöschen, also bei Dunkelstellung des Augites ganz hell aufleuchten. Es sind unter diesen z. T. sehr feinen Einlagerungen mindestens zwei verschiedene Substanzen, deren eine etwa eine Auslöschungsschiefe von $20\text{--}22^\circ$ hat, während die andere erst bei Drehung um etwa 45° auslöscht.

Ein Teil dieser Einlagerungen ist sehr langgestreckt und ungemein dünn, so daß sie nur als ganz feine, starkleuchtende Linien erscheinen, ein anderer Teil ist etwas dicker und viel kürzer, so daß sie bei sehr starker Vergrößerung schon als kleine kurze Täfelchen, bezw. kurze Leisten von sehr hoher Lichtbrechung, aber ohne lebhaft Interferenzfarben erscheinen.

Sehr viel seltener als diese mikrolithartigen Einlagerungen finden sich parallel zu dieser feinen Absonderung recht dünne langgestreckte Lamellen von sehr starker Doppelbrechung eingeschaltet, die etwa 45° Auslöschungsschiefe zeigen und zum Teil wohl nur eingeschaltete Zwillinglamellen von Augit sind, da die Stärke der Licht- und Doppelbrechung und die Interferenzfarben mit danebenliegenden Augitkörnern übereinstimmen, teilweise aber haben sie auch wesentlich geringere Lichtbrechung; sie sind, wenn auch ganz wesentlich größer als die ganz dünnen, haarfeinen Einlagerungen und als die kleinen, kurzen Täfelchen doch immerhin noch recht klein.

Diese Einlagerungen finden sich in einer großen Anzahl der Augite; sie setzen meistens nicht gleichmäßig durch den ganzen Krystall fort, sondern beginnen meist erst in einiger Entfernung vom Rande und sind oft bündelweise oder streifenweise angeordnet, während die dazwischenliegenden Partien und der Rand relativ oder ganz frei von solche feinsten Einlagerungen sind; am schönsten und reichlichsten finden sich die haarfeinen Einlagerungen mit etwa $20\text{--}25^\circ$ Auslöschungsschiefe zwischen den ganz dicht stehenden faserigen Absonderungsrissen.

Auch bei den schief zur Orthoaxe durchschnittenen Augiten, die beträchtlich schief auslöschen, finden sich häufiger solche Bündel feiner Einlagerungen parallel den Spaltrissen, aber auch solche, die etwa unter 60° zu den Spaltrissen verlaufen. Ein

ganz sonderbares Bild gewährten diese fremden Einlagerungen an einem Augit, der nur ziemlich unregelmäßige und undeutliche Spaltrisse zeigte, die ziemlich weitläufig und wenig ausdauernd sind, und der unter gekreuzten Nikols intensiv blaufärbt erscheint (vgl. Farbentafel VII, Fig. 4).

Hier verlaufen unter einem Winkel von etwa 45° zu diesen unregelmäßigen Spaltrissen schmale, eigentümlich braune Streifen, die ihrerseits eine feine unter etwa 30° gegen die Längsrichtung der Streifen verlaufende Querstreifung erkennen lassen. Diese langen braunen Streifen, die — um ein rohes Bild zu gebrauchen — ungefähr den Eindruck machen, als ob quer über den blauen Augit eine Anzahl brauner, gedrehter Schnüre gelegt wären, erstrecken sich nun ebenfalls nicht über

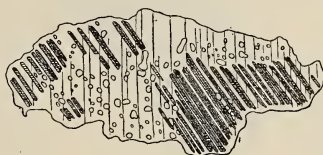


Fig. 14.

Augit mit Einlagerungen in der Olivinfelsbombe
(vgl. Tafel VII Fig. 4).

den ganzen Krystall, sondern beginnen meist erst in einer gewissen Entfernung vom Rande, setzen manchmal auf einige Ersteckung aus, um dann in der genauen Verlängerung wieder aufzutauchen.

Bei starker Vergrößerung unter gekreuzten Nikols sieht man, daß jeder dieser braunen Streifen aus zwei oder drei Reihen von langgestreckten, schmalen, abgerundeten Körperchen (ohne Ecken und Kanten und oft auch sonst etwas unregelmäßig begrenzt) besteht, die eben unter 30° zur Längsrichtung des braunen Streifens verlaufen und zwischen denen man bei gutem Licht noch häufig die blauschimmernde Augitsubstanz wie im Hauptkrystall leuchten sieht. Diese kleinen, länglichen, parallel liegenden Körperchen sind auch noch nicht einheitlich aufgebaut, wie man bei sehr starker Vergrößerung und sehr gutem Licht erkennt; sie enthalten noch sehr viel feinere, langgestreckte, stark lichtbrechende Einlagerungen — offenbar dieselben wie die vorher beschriebenen, haarfeinen Mikrolithen parallel der feinen Absonderung, — die bei Drehung um 30° — bei der Stellung der größten Dunkelheit des Augites — plötzlich hell aufleuchten. Bei abwechselndem schwachen

Heben und Senken des Mikroskops sieht man, wie das Bild dieser parallelen, länglichen Körperchen mit ihren feinen Einlagerungen ständig wechselt; letztere sind offenbar erheblich dünner als die Dicke des Schliffes und überlagern einander teilweise. In der Umgebung dieser braun erscheinenden, länglichen Körperchen findet sich im Augit noch ein ganz feiner, schwarzer Staub eingelagert, so daß das Bild dadurch noch undeutlicher wird.

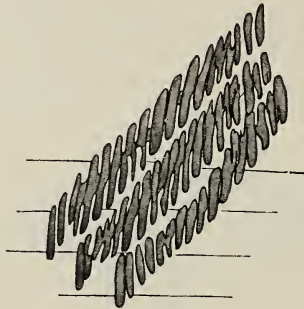


Fig. 15.

Starke Vergrößerung der braun erscheinenden Körperchen in dem Diallag der Olivinbombe. In diesen braun erscheinenden Körperchen leuchten bei weiterer Drehung die feinen, hellen Linien der stark doppelbrechenden fremden Einlagerungen auf.

In und zwischen diesen braunen Streifen liegen z. T. noch ganz kleine Olivinkörnchen verstreut, wie sie in reichlicher Menge und verschiedener Größe auch sonst noch in dem ganzen Augit eingeschlossen sind.

Eine einwandfreie Erklärung für diese sonderbare Erscheinung dieser braunen Streifen habe ich nicht finden können; es sieht fast so aus, als ob hier eine außerordentlich feine polysynthetische Zwillingsbildung vorliegt, etwa nach einem Gesetz, wie der in ROSENBUSCH (Mikrosk. Physiogr. der petrogr. wicht. Mineralien 1905, I, 2 Seite 206, Fig. 92) abgebildete Penetrationszwilling und daß parallel den Verwachsungsflächen dieser eingeschalteten feinen, kleinen Zwillingslamellen und in diesen selbst zahlreiche minimale Fremdkörper eingelagert sind — analog den mikrolithischen Einlagerungen parallel der Querfläche im Diallag und in den rhombischen Pyroxenen (ROSENBUSCH, l. c. S. 149). Bei besonders starkem (künstlichem) Licht und sehr starker Vergrößerung sieht man auch in der blauschimmernden Augitsubstanz zwischen den braunen Streifen eine

ganz feine, symmetrisch ebenfalls unter etwa 60° verlaufende Querstreifung, die auch von ganz kleinen Mikrolithen herzuführen scheint.

Der große Augit, der diese so sonderbare Streifung zeigt, umschließt außer dem schon vorher erwähnten kleinen und größeren Olivinkörnchen auch noch ganz kleine, meistens längliche, leistenförmige Einschlüsse von sehr hoher Lichtbrechung.

Außer den Augiten enthalten diese Olivinfelsbomben auch noch etwas Apatit, Magneteisen und z. T. Chromeisen.

Die Olivine selbst sind meist völlig frisch und zeigen nur selten längs den Spaltrissen Spuren der beginnenden Zersetzung in Gestalt von leichter Gelb- und Braunfärbung.

Die chemische Analyse der Olivinfelsbombe, in der der eben beschriebene, sonderbare Augit mit der braunen Streifung liegt, ergab folgendes Resultat:

SiO ₂ . . .	42,42%	70,67%	37,02%	s = 37,22 A = 0,92 C = 0 F = 61,14 n = 7,28
TiO ₂ . . .	0,30 -	0,37 -	0,20 -	
Al ₂ O ₃ . . .	1,32 -	1,29 -	0,67 -	
Fe ₂ O ₃ . . .	4,27 -	2,67 -	1,40 -	
Cr ₂ O ₃ . . .	0,40 -	0,26 -	0,14 -	
FeO . . .	6,96 -	9,67 -	5,06 -	
CaO . . .	1,19 -	2,12 -	1,11 -	
MgO . . .	40,80 -	102,00 -	53,43 -	
K ₂ O . . .	0,45 -	0,48 -	0,25 -	
Na ₂ O . . .	0,72 -	1,16 -	0,67 -	
H ₂ O . . .	0,70 -	3,89 -	—	
P ₂ O ₅ . . .	0,10 -	0,07 -	0,03 -	
S . . .	0,04 -	0,13 -	0,07 -	
	99,67%	194,78%	Molekular-	
Spez.-Gew.	3,255	Molekular-	prozente.	
Analytiker	KLÜSS	proportionen.		

Die Analyse ist wegen des völlig abnormen Verhältnisses von Alkalien und Tonerde nach der OSANNSCHEN Methode eigentlich überhaupt nicht zu berechnen — man wird diesen Olivinknollen ja auch wohl kaum die Würde eines Gesteins zubilligen können!

Dieses Resultat ist mit dem mikroskopischen Befund nicht leicht in Übereinstimmung zu bringen. Irgend ein feldspaltartiges Mineral oder eine Glasbasis, eine natronhaltige Hornblende oder ein Aegirin sind in dem Schliff mit positiver Sicherheit nicht vorhanden; es ist nur der eingehend beschriebene Diopsid mit der gröberen und der sehr feinen Absonderung, Olivin, Magnetit und Chromit, sowie ab und zu etwas Apatit, in dem Schliff sowie in den Schliffen anderer Bomben von demselben Fundort nachweisbar. Es ist also nur möglich, daß die Alkalien in den Olivinen oder in den mikrolithischen Einlagerungen stecken.

Nach den in HINTZES Handbuch der Mineralogie, 2. Band, mitgeteilten Olivinanalysen ist auch tatsächlich in einzelnen

derartigen Analysen ein geringer Gehalt an Alkalien gefunden, der im Forsterit von Vesuv bis 0,30 Na₂O und 0,40 K₂O betrug, im Olivin eines in Dalecarlien gefallenen Meteoriten 0,18 Na₂O und 0,16 K₂O und im Fayalit in Dillinger Schlacken sogar auf 0,85 K₂O stieg und in umgewandelten und zersetzten Olivinen sogar 0,92 K₂O und 1,39 Na₂O betrug. Es muß also angenommen werden, daß die Alkalien hier tatsächlich ebenfalls im Olivin stecken, ebenso wie ja auch in manchen Olivinen schon ein bis 1,24 % betragende Tonerdegehalt gefunden ist. Der wesentlichste Teil der Tonerde, des Kalks und ein Teil des Eisenoxyds steckt sicher in dem Pyroxen, etwas Eisenoxyd kommt auch auf den allerdings nicht gerade reichlichen Magnetitgehalt, das Chrom auf den sicher bei der Analyse nachgewiesenen Chromit; die Titansäure ist wohl auf Rechnung der stark lichtbrechenden kleinen Einlagerungen im Augit zu setzen.

Der hohe Gehalt an Alkalien, der dem Kalkgehalt gleichkommt, läßt darauf schließen, daß diese Olivinbomben aus einem tatsächlich sehr alkalireichen Magma sich differenziert haben.

Am ähnlichsten mit diesem Ergebnis ist von allen mir zugänglichen, diesbezüglichen Analysen noch die der Lherzoliths von Prades (ROSENBUSCH, Elemente III, Seite 216) sowie die eines Dunits vom Geißpfadpaß (ebenda), während die (allerdings berechnete, nicht untersuchte) Analyse der Olivinfelsknollen von Hawai schon ein wesentlich anderes Resultat aufweist ¹⁾.

Diese Analysen sehen folgendermaßen aus:

	Prades (Lherzolit)	Geißpfadpaß (Dunit)	Hawai (Olivinknolle)
SiO ₂ . .	42,00%	41,65%	43,40%
TiO ₂ . .	—	—	0,30 -
Al ₂ O ₃ . .	3,19 -	1,47 -	5,50 -
Fe ₂ O ₃ . .	2,81 -	2,03 -	1,50 -
FeO . .	4,41 -	6,49 -	8,80 -
CaO . .	3,30 -	1,72 -	7,40 -
MgO . .	40,40 -	42,26 -	32,80 -
K ₂ O . .	0,29 -	—	—
Na ₂ O . .	1,20 -	—	0,30 -
H ₂ O . .	1,66 -	3,82 -	—
	100,16%	99,44%	

Diese Olivinfelsbomben sind also wohl am besten als lherzolith-artiges Gestein zu bezeichnen.

In einem der durch v. FRITSCH gesammelten Handstücke, einem grauen Trachydolerit von Os Anjos ist neben zahlreichen

¹⁾ DALY: Magmatik Differentiation in Hawai, Journ. of Geology XIX, 1911 pag. 302).

eingesprenkten Krystallen von Olivin und Augit ein etwa wallnußgroßer, unregelmäßig und unscharf begrenzter Einschluß von Olivinfels enthalten, zum Zeichen, daß diese Olivinfelsbrocken wirklich basische Ausscheidungen der Magmen sind, die zu den Trachydoleriten usw. erstarrten; auf dem Etikett des Gesteins steht noch der Vermerk: „mit großen Olivinkugeln“!

Diese Olivinfelsbomben von Porto Moniz beanspruchen aber m. E. noch ein besonderes Interesse dadurch, daß sie die einzigen mir bekannten Gesteine Madeiras sind, die rhombische Pyroxene enthalten.

Soviel ich ersehen kann, ist in der ganzen Literatur über die Canaren, Madeira und die Cap Verden nirgends ein rhombischer Pyroxen erwähnt, und BECK hebt in seiner Diskussion der die atlantische und pacifische Gesteinssippe bezeichnenden Kriterien ganz besonders das Fehlen der rhombischen Pyroxene in den Gesteinen der atlantischen Sippe hervor, das viel bezeichnender wäre als die Menge der Alkalien.

Selbst in den Olivinfelsbomben der Cap Verden sind nach DÖLTER¹⁾ nur gemeine, tonerdehaltige Augite gefunden, trotzdem dort recht kalkreiche und alkaliarme Gesteine in großer Verbreitung vorhanden sind.

Nur in seinem Aufsatz über die vulkanischen Gesteine der Insel Selvagem grande²⁾ erwähnt FINCKH, daß die dort neben den Phonolithen und Nepheliniten vorkommenden Basalte und Limburgite große Enstatitkrystalle enthalten, ohne indes weitere Schlüsse und Bemerkungen an diese außerordentlich auffallende Tatsache zu knüpfen.

Die sicher — wenn auch als ganz minimale Ausnahme — festgestellte Tatsache des Auftretens dieser rhombischen Pyroxene in den Olivinfelsbomben einer Gesteinsserie, die ganz sicher zur foyaitisch-theralitischen Reihe — zur atlantischen Sippe — gehört, ist also meines Erachtens besonders bemerkenswert; sie verwischt die letzte scharfe Grenze zu den „Kalkalkali“-Gesteinen, zur pacifischen Sippe.

Soweit ich die Literatur kenne, hat nur noch BROEGGER in zwei Gesteinen des Christianiagebietes rhombische Pyroxene innerhalb einer „Alkaligesteinsreihe“ nachgewiesen: im Bronzitkersantit von Hooland und in der bronzitführenden Facies des Essexites von Tofttholmen³⁾.

¹⁾ Die Vulkane der Cap Verden und ihre Produkte, Seite 147.

²⁾ Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1911, Beilageband 31, Seite 419—420.

³⁾ W. C. BROEGGER: Die Eruptivgesteine des Christianiagebietes. III. Das Gangefolge des Laurdalits. Christiania 1898 S. 74 und S. 84.

9. Ganggesteine.

Ganggesteine habe ich auf Madeira vorwiegend im Gran Curral beobachtet, von wo auch die beiden analysierten Proben stammen (Analysen J. und K. S. 415), und wo am Pico de Gatos diese Gänge ganz besonders schön ausgebildet und z. T. mauerartig ausgewittert, mehrere 100 m hoch sich verfolgen lassen.

Bei weitem die Mehrzahl dieser Gänge am Pico de Gatos, an der Eucumeada de São Vicente und sonst auf der Insel sind graue bis dunkelgraue, anscheinend trachydoleritische und sehr dunkle, basaltähnliche Gesteine, die nach dem Augenschein und z. T. nach den mikroskopischen Untersuchungen von Herrn FINCKH mit den Ergußgesteinen gut übereinstimmen (vgl. die Bemerkungen über den Zusammenhang von Gängen und Decken. Diese Zeitschr. 1903, S. 120, Abbildung!).

Mikroskopisch sind leider nur sehr wenige dieser Ganggesteine untersucht, die sich meistens als trachytoide Trachydolerite, als typische Trachydolerite und als olivinführende basaltähnliche, ganz dichte Gesteine erwiesen.

Typische, ausgesprochen melanocrate Ganggesteine (Camp-tonite), wie sie z. B. in der Caldera von La Palma auftreten, sind mir auf Madeira nicht aufgefallen, noch liegen darüber Angaben von Herrn FINCKH über seine Untersuchungen von Schlfen vor. Doch sind, wie gesagt, bisher nur die wenigsten Ganggesteinsstücke mikroskopisch untersucht.

Die Gänge in der Umgebung des Curral sind im allgemeinen nicht sehr mächtig, wenige dezimeter- bis meterstark, über 2 m stark sind wohl keine der mir zu Gesicht gekommenen Gänge gewesen, abgesehen von einem bei Porto Moniz, der 4—5 m dick sein mochte.

Einzelne der Gänge im Curral oder in dessen Umgebung sind schön säulenförmig bzw. griffelig abgesondert, andere zeigen eine Absonderung in dünne, steilstehende, parallel den Salbändern angeordnete Platten, ja an einzelnen dieser Gänge im Curral war sogar eine sehr schön kugelige Absonderung zu beobachten (vgl. diese Zeitschr. 1908, Band 60, Monatsbericht Seite 25, Abb. 4).

Als ganz besonders auffällig ist mir die bei drei verschiedenen mächtigen Gängen beobachtete Tatsache erschienen, die im Curral in den Tuffen unter dem Pico Sidrão und am Pico Furão aufsetzten und mauerartig aus der Umgebung ausgewittert sind, daß diese grauen bis hellgrauen Ganggesteine zahlreiche mit Zeolithen erfüllte Blasenräume aufweisen.

Die dunkeln basaltähnlichen Ganggesteine im Curral bzw. am Pico de Gatos zeigen meistens reichliche, wenn auch kleine Olivineinsprenglinge; der längste, bis zum Gipfel des Pico de Gatos durchsetzende Gang zeigte ebenfalls zahlreiche kleine, hier mit Brauneisen erfüllte Poren.

Ein anderer mächtiger Gang am Pico de Gatos zeigte eine ganz besonders auffallende Ausbildung; z. T. ist es ein fast schwarzes, sehr feinkörniges, geflecktes, seidenglänzendes Gestein mit zahlreichen kleinen Olivineinsprenglingen, das fast dasselbe Aussehen und dieselbe Verwitterungsrinde zeigt, wie gewisse „Kinnediabase“, die als Geschiebe im norddeutschen Flachland nicht selten vorkommen; zum andern Teil ist dieser Gang als Mandelstein ausgebildet, dessen Mandelräume mit Zeolithen erfüllt sind.

Da ich an den senkrechten mauerartigen Gang selbst nicht nahe genug herankommen konnte, sondern nur die abgewitterten Stücke untersuchen konnte, die unter ihm auf der Abhangsböschung eine lange Halde bildeten, so kann ich nicht sagen, wie die kompakte und die Mandelsteinausbildung im Gangkörper verteilt sind.

Auch in den Breccientuffen der Ribeira de Massapez setzen einzelne mandelsteinartig ausgebildete Gänge auf.

Schön mauerartig ausgewitterte Gänge sind auch zahlreich in der Rib. de São Vicente, bei Camacha, Machico, an der Nordküste bei Porto Moniz und bei der Punta di São Lorenzo zu beobachten, ebenso im Janellatale, im Tal des Ribeiro Secco und bei Caniçal.

Am Lombo Grande im Curral wurde ein ziemlich mächtiger Gang eines ganz zersetzten roten Gesteins beobachtet mit sehr schöner kugelig Absonderung; ferner sah ich derartige kugelige Absonderungsformen in einem dunkeln, basaltähnlichen Ganggestein bei Porto Moniz auf der sogenannten Cobrada, welches Ganggestein daneben auch noch plattige Absonderung aufweist.

Die beiden am genauesten untersuchten und obenein analysierten Ganggesteine im Curral (Analysen J. und K.) zeigen folgende Beschaffenheit. Das Gestein der Analyse J. ist von Herrn FINCKH als Trachyt bestimmt; es ist ein sehr hellgraues, sehr feinkörniges Gestein, das sich rau und sandig anfühlt und nur ganz vereinzelt eingesprengte kleine glasige Feldspäte erkennen läßt. Unter der Lupe erscheint es weiß mit ganz feiner schwarzer Bestäubung und mit ganz vereinzelt, sehr kleinen, schwarzen Amphibolen. Nach der Analyse stimmt

es recht gut mit gewissen Alkalitrachyten vom Drachenfelstypus überein, auch die Analyse des Domits zeigt m. E. eine bemerkenswerte Ähnlichkeit, ebenso wie der Beschreibung nach die letzteren Gesteine im Aussehen gut übereinstimmen müssen. Unter dem Mikroskop sieht man in einer sehr feinkörnigen Grundmasse zahlreiche kleine, meist tafelförmige Feldspätchen schwimmen, die eine nur undeutliche, stellenweise kaum erkennbare fluidale Anordnung zeigen, sowie größere vereinzelt Feldspateinsprenglinge, die z. T. schön zonar aufgebaut sind und sehr eigentümliche Zwillingsbildungen aufweisen mit senkrecht aufeinander stehenden Zwillingslamellen (nicht etwa Mikroklin!), endlich lange, dunkelolivfarbige Hornblenden von sehr geringem Pleochroismus, die sehr auffällig aus dem übrigen farblosen Schriff hervortreten. Sie sind z. T. stark resorbiert und mit Wolken von feinem Magnetitstaub erfüllt, ja stellenweise deuten nur noch die langen schmalen Wolken von feinem Magnetitstaub die Lage der ehemaligen, ganz resorbierten Amphibole an.

Das zweite Ganggestein aus dem Curral (Analyse K) ist hellbräunlich-grau, sehr feinkörnig, rauh, mit zahlreich eingesprengten kleinen Sanidinen, Plagioklasen, schwarzen Hornblendesäulchen und Augiten.

Die kleinen, unter der Lupe gut erkennbaren Feldspatäpfelchen der Grundmasse sind zum beträchtlichen Teil parallel gelagert, so daß das Gestein stellenweise ziemlich glänzende Bruchflächen aufweist.

Es hat eine etwas rötlich, z. T. sogar ziemlich intensiv bräunlich-rötlich gefärbte Verwitterungsrinde, in den Poren z. T. Ausscheidungen von Eisenoxydhydrat und weist einen deutlichen Tongeruch auf.

Soweit ich es nach meiner Kenntnis der in Betracht kommenden Gesteine und nach den Beschreibungen von HIBSCH¹⁾ beurteilen kann, scheint mir das Gestein ein typischer Gauteit zu sein; die Analyse paßt sehr gut zu dieser Diagnose, und der Schriff stimmt in allen wesentlichen Einzelheiten mit dem Gauteit von Jacuben im böhmischen Mittelgebirge überein.

Im dem ganz ähnlich aufgebauten La Palma sind zusammen mit den Essexiten und Trachydoleriten ebenfalls Gauteite und Maenaite beobachtet worden, deren Analysen und äußeres Aussehen von diesem Gestein allerdings wesentlich abweichen.

¹⁾ J. E. HIBSCH: Die salischen Gesteine der Ganggefölschaft des Essexits im böhmischen Mittelgebirge. TSCHERMACKS Miner. petrogr. Mitt. XXIV, 1905, Seite 299 ff.

Die Feldspateinsprenglinge in dieser Gauteit aus dem Curral sind z. T. ausgezeichnet zonar aufgebaut und weisen oft recht fleckige Auslöschung auf.

Neben sehr stark pleochroitischen Hornblenden (dunkelolivbraun zu hellolivgrünlich) mit Andeutungen zonaren Aufbaus sind hellgrünliche, kaum pleochroitische Augite vorhanden, die ich für Ägirinaugite halten möchte; etwas Nephelin ist ebenfalls vorhanden.

Ein in der äußeren Erscheinung ziemlich abweichendes Gestein von Lombo dos Portaes im Curral aus der v. FRIRSCHSchen Sammlung ist von Herrn FINCKH als Kalkbostonit bestimmt worden.

Es ist ein im Gesamteindruck ausgesprochen graues bis bläulichgraues, ziemlich helles, lange nicht so feinkörniges Gestein wie das vorige, und erscheint bei Lupenbetrachtung (eigentlich schon bei genauem Zusehen mit bloßem Auge) weiß und schwarz gesprenkelt, zeigt sehr stark glänzende Bruchflächen und unter dem Mikroskop eine ganz ausgesprochene, schön fluidale Anordnung der Feldspäte. Im übrigen ist der Schriff dem des vorigen, von mir als Gauteit bestimmten Ganggesteins nicht unähnlich, nur sind die Amphibole darin erheblich kleiner, seltener und nicht so stark pleochroitisch.

Ein anderer Gang vom Pico de Gatos besteht aus typischem grauen Trachydolerit, der unter dem Mikroskop eine sehr schöne Fluidalstruktur aufweist. Die Feldspäte sind z. T. ausgezeichnet zonar aufgebaut und zeigen oft fleckige Auslöschung; kleinere Einsprenglinge von Diopsid und (selten) Olivin sind vorhanden.

Ein anderes, ganz dunkles, fast dichtes Ganggestein vom Pico de Gatos weist ebenfalls eine ganz wundervolle Fluidalstruktur auf, wie sie in den ganz hellgrauen, trachytoiden Trachydoleriten nicht schöner ausgebildet ist (vgl. S. 432).

Endlich habe ich noch das Gestein eines mächtigen Ganges vom Pico de Gatos näher untersucht. Es ist ein grauer, schön plattiger, typischer Trachydolerit, spaltet besonders leicht parallel den Salbändern, ist recht feinkörnig und eintönig grau. Mit der Lupe sieht man deutlich die kleinen, parallel gelagerten Plagioclase, die den merkwürdigen Glanz des Gesteins bedingen, dazwischen wenige punktförmige schwarze Gemengteile und ganz vereinzelt Einsprenglinge von glasigem Feldspat und Amphibol. Unter dem Mikroskop sieht man ausgezeichnet zonar aufgebaute Feldspäte mit reichlichen Einschlüssen feiner, schwarzer, opaker Substanz, Augite mit relativ schwacher Doppelbrechung aber schöner Felderteilung (z. T. ausgezeichnet schönen Anwachskegeln), relativ viel Apatit und zahlreiche,

fast völlig resorbierte Hornblenden mit dickem Mantel von Magnetitstaub, bzw. nur noch Wolken von Magnetitstaub an der Stelle der völlig resorbierten Amphibole. An einer Stelle ist die Lage eines solchen völlig resorbierten Amphibolkrystals durch ein langes schmales Aggregat von kleinen Augiten und kleinen gut ausgebildeten Magnetitkrystallen (nicht durch die Wolke von Magnetitstaub) bezeichnet.

Ein fast schwarzes, sehr feinkörniges Ganggestein von Pico de Gatos, von Herrn FINCKH als „Essexitbasalt“ bezeichnet, läßt mit der Lupe nur ganz vereinzelt sehr kleine Olivine und punktförmige, schwarze und farblose Gemengteile erkennen. Unter dem Mikroskop zeigt es eine sehr schöne fluidale Anordnung der kleinen zierlichen Plagioklasleisten und kleine Augitsäulchen in der Grundmasse, daneben eingesprengt einzelne größere und ganz große Augite, die z. T. von kleinen schwarzen Einschlüssen wimmeln, sowie von Olivin, der stellenweise auf das sonderbarste korrodiert bzw. resorbiert ist (lange schlauch- und keulenförmige Einstülpungen in den frischen Olivin), z. T. auch von innenher serpentinisiert ist. Das Gestein zeigt sehr schön die dünne graue Verwitterungsrinde wie die canarischen Tephrite.

Ein anderes graues bzw. hellgraues, feinkörniges Ganggestein von Pico de Gatos zeigt sehr deutlich die fluidale Anordnung der kleinen Plagioklasleistchen und dazwischen ganz kleine Augitsäulchen und kleine Erzkörnchen. Eingesprengt finden sich größere einheitliche oder nur einfach verzwilligte Feldspäte (nur ganz ausnahmsweise ein polysynthetisch aufgebauter), oft mit merkwürdig wolkigfleckiger Auslöschung und z. T. mit sehr schönem Schalenbau, ferner größere Augite mit ausgezeichneter prismatischer Spaltbarkeit (z. T. Zwillinge nach 100) und Wolken von Magnetitstaub, die nach den Erfahrungen bei anderen Schliffen sicher die Stellen größerer, völlig resorbierter Amphibole bezeichnen (vgl. S. 434—436).

Auch ein von v. FRITSCH am Osthang des Ribeiro frio gesammeltes Ganggestein, sehr dunkel, stark porphyrisch ausgebildet, zeigt die auffallende Erscheinung der mit Zeolithen ausgefüllten Blasenräume; es ist sehr feinkörnig und zeigt schon mit bloßem Auge deutliche bzw. große Einsprenglinge von Plagioklas, Olivin und Augit. Ein Schliff davon ist mir nicht zu Gesicht gekommen.

Unter den alten 1864 von COCHIUS publizierten Analysen von Madeiragesteinen befinden sich zwei, die als von Ganggesteinen herrührend bezeichnet sind, es ist dies die Analyse VII: (Cochius): trachydoleritischer Gang von Rabaçal, feinkörnig, licht-

grau, mit viel Olivin sowie die Analyse V: trachydoleritisches Ganggestein aus dem Westen von Porto Santo, hellgrau, sehr feinkörnig mit Einsprenglingen von Sanidin und Augit. (Vgl. auch die Analysentabelle Seite 417.) Nähere Beschreibungen fehlen leider; das letzte Gestein muß etwa dem Gestein von der Achada und vom Ihleo entsprechen (siehe Analysentafel Seite 428 und Seite 431).

Es ist nach dieser Beschreibung also sicher, daß erstens als Ganggesteine auf Madeira eine ganze Anzahl Gesteine vorkommen, die auf das genaueste den Gesteinen der deckenförmigen Ergüsse entsprechen, womit meine früheren, damals etwas bezweifelten Angaben über den Zusammenhang zwischen Gängen und Decken auf Madeira erwiesen sind (diese Zeitschr. 1903, Seite 118 und Diskussion), ferner daß außerdem hier auch noch die spezifischen, leukokraten Ganggesteine der Alkaligesteinsippe vorhanden sind, wie sie auch sonst als Ganggefugschaft des Essexits auftreten.

	J	K	L	M	1	2	3	4	5
	Curral Tra-chyt	Curral Gauteit	Barr. del Almen-drero amargo	Barr. del Almen-drero amargo	Kel-berg Eifel	Domit	Ziegenberg bei Nestersitz	Maena	Königs-bachtal bei Rongstock
SiO ₂	65,43	57,67	48,23	51,38	65,01	66,70	55,8	56,50	47,52
TiO ₂	0,19	0,40	1,90	1,45	—	0,40	1,07	0,85	Spur
Al ₂ O ₃	17,20	19,17	18,41	15,91	18,27	16,60	17,65	18,14	18,06
Fe ₂ O ₃	1,57	4,55	3,27	3,17	0,84	2,33	4,61	3,12	4,90
FeO	1,06	0,99	5,00	4,03	0,83	0,87	0,85	2,86	4,06
MnO	Spur	—	Spur	—	—	—	0,56	—	1,26
CaO	2,14	3,94	6,43	3,60	1,50	1,48	4,50	3,38	5,36
MgO	0,36	1,22	1,92	2,14	0,80	1,08	1,19	1,22	1,11
K ₂ O	3,78	3,35	3,16	3,33	4,34	4,60	3,61	1,60	4,60
Na ₂ O	6,14	6,84	7,77	6,07	6,79	5,80	4,63	5,28	6,92
H ₂ O	1,82	1,77	3,05	2,42	1,74	—	2,53	1,26	1,54
P ₂ O ₅	0,16	0,34	0,47	0,42	—	0,06	0,59	—	0,32
CO ₂	—	—	0,41	6,08	—	—	0,14	5,11	4,85
S	0,04	0,06	0,12	0,28SO ₃	—	—	0,12Cl	—	Spur Cl
Spez.-Gew.	99,94	100,30	100,14	100,38	100,12	99,92	99,43	99,32	100,50
Analysierer	2,504	2,607	2,670	2,705	—	—	2,434	—	2,494
	EYME	EYME	Klüss	Klüss	—	—	—	—	—

Bemerkungen zu der Analysentafel der Ganggesteine.

Die beiden Analysen J und K sind von den Gesteinen der mächtigen Gänge im Gran Curral hergestellt, die unter dem Sidrão aufsetzen, am oder in der Nähe des bei den Essexiten erwähnten Lombo dos

Portaes, wo v. FRITSCH seine Essexite gefunden hat. Die Analyse J ist von Herrn FINCKH, die Analyse K von mir selbst ausgesucht und veranlaßt. J ist von Herrn FINCKH als Trachyt, K von mir selbst als Gauteit bestimmt. Die Analysen L und M sind gemacht von zwei Ganggesteinen, die ich 1907 in der Caldera von La Palma im Barranco del Almendrero amargo ebenfalls in nächster räumlicher Verbindung mit Essexiten gefunden habe, und die von Herrn FINCKH als Sodalithgauteit und als Maenait bestimmt worden und zur Analyse ausgesucht sind. L ist ein ganz frisches, dunkelgrünlich graues, porphyrisches Gestein mit großen, glänzenden, parallel gelagerten Feldspat tafeln —

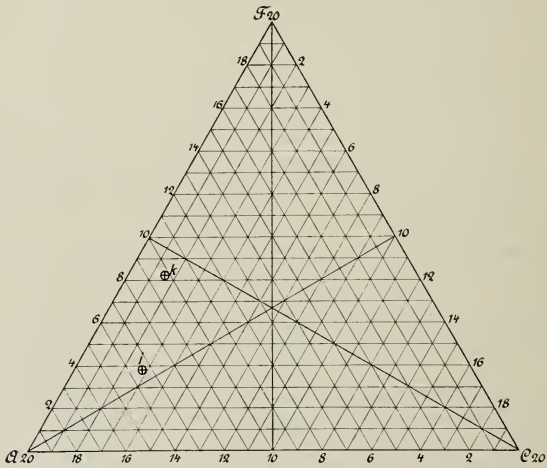


Fig. 16.

Projektion der Ganggesteine Madeiras.

im Querbruch als parallele Leisten erscheinend — und zahlreichen langen Hornblendesäulchen sowie kleinen schwarzen Augiten. M ist ein feinkörniger, hellbräunlicher, stark zersetzter Maenait, in dem nur einzelne größere, stark zersetzte (epidotisierte) Feldspäte zu erkennen sind.

Die Analysen 1—5 sind als Vergleich daneben gesetzt; sie stammen von den petrographisch bzw. chemisch mir am ähnlichsten und vergleichbarsten erscheinenden Gesteinen:

1. ist ein Alkali (Drachenfels-) trachyt von Kelberg aus der Eifel,
2. der Domit vom Puy de Dome,
3. der Gauteit vom Ziegenberg bei Nestersitz,
4. der Maenait von Maena im Christianiagebiet,
5. der Sodalithporphyr aus dem Königsbachtal bei Rongstock.

Zu vergleichen sind hierzu noch die beiden unvollkommenen Analysen der Ganggesteine Madeira von Cochius.

	Porto Santo (Westen) V	Rabaçal VI
SiO ₂	56,49	56,40
Al ₂ O ₃	22,08	21,47
Fe ₂ O ₃ } FeO }	5,11	12,46
CaO.	5,49	2,39
MgO	3,00	1,82
K ₂ O	2,06	Spur
Na ₂ O	5,77	5,46
H ₂ O	1,89	3,35
Spez. Gew.	2,43	2,92

Ergußgesteine.

Nach HARTUNG bilden die Asche, Tuffe und Schlackenmassen Madeiras etwa die Hälfte der am Aufbau der Insel beteiligten Gesteine und halten so den kompakten Lavaströmen und Gängen etwa das Gleichgewicht, mit der näheren Angabe, daß die lockeren Auswurfsprodukte im Innern der Insel weit überwiegen, in den Randpartien dagegen gegenüber den geflossenen Effusivgesteinen zurücktreten.

Diese Ergußgesteine schildert HARTUNG vorwiegend als aus „Basalt“ bestehend, mehr zurücktretend als „Grausteine“, Trachydolerite und Trachyte, und hebt hervor, daß alle diese Gesteine ohne scharfe Grenzen ineinander übergehen, sowie auch, daß irgendeine Gesetzmäßigkeit in der räumlichen und zeitlichen Verteilung dieser Ergußgesteine nicht zu erkennen sei.

Ich kann diese Angaben von HARTUNG nur bestätigen, mit der Einschränkung, daß die echten Trachydolerite in der modernen Fassung des Begriffes inklusive der nephelinbasanitartigen Gesteine weit zu überwiegen scheinen, und daß die ganz dunkeln basaltoiden Gesteine ihnen gegenüber doch wesentlich zurücktreten, wenn sie auch immerhin in weit erheblicherer Verbreitung vorkommen als die trachytoiden Trachydolerite oder gar die echten Alkalitrachyte, welche letztern ich auf Madeira nur einmal als Ganggestein, als Ergußgestein garnicht beobachtet habe und die ich in letzterer Erscheinungsart nur aus den kleinen Handstücken v. FRITSCHS kenne.

Alle diese Gesteine bilden nun nach ihrem äußeren Aussehen und in ihrer feineren mineralogischen Zusammensetzung eine fortlaufende Reihe mit allen denkbaren Übergängen und Verknüpfungen, so daß es in vielen Fällen nicht ohne erheblichen Zwang oder überhaupt nicht möglich ist, sie mit Sicherheit und

ohne Rest in eine der großen Rubriken: Trachydolerit, Nephelinbasanit, Trachyt, Basalt unterzubringen, sondern noch allerlei näher bestimmende bzw. einschränkende Zusätze machen muß, und es wird dann vielfach Sache der persönlichen Auffassung bleiben, auf welchen der mineralogischen Componenten oder auf welche Gruppe derselben man bei der Benennung und systematischen Unterbringung besonders Wert legen soll. Bei der Beurteilung der systematischen Stellung aller dieser Gesteine wird man aber doch davon ausgehen müssen, daß die ganz überwiegende Masse der Tiefengesteine Madeiras, wie vorhin ausgeführt, nach ihrem mineralogischen Bestande und ihrer chemischen Zusammensetzung mit echten und typischen Essexiten und deren basischen Randfaciesbildungen übereinstimmen — nur für den „Madeirit“ aus der Ribeira de Massapez ist noch kein genaues Analogon bekannt —, daß die verschiedenen Essexitvarietäten Madeiras geologisch einheitliche Körper bilden und die überraschendsten Übereinstimmungen mit denen des böhmischen Mittelgebirges, des Christianiagebietes und mit den von mir auf La Palma gesammelten Essexiten zeigen, und daß die Madeirensen Ergußgesteine, die mit diesen Tiefengesteinen ganz unzweifelhaft zusammengehören, in der ganz überwiegenden Mehrzahl durch die Führung ganz charakteristischer Mineralien bzw. Mineralkombinationen, die für die „Alkaligesteine“ als bezeichnend angegeben werden (Barkewikitische Hornblenden, Nephelin, Titanagite, z. T. auch Alkalipyroxene), ausgezeichnet sind.

Da nun die Ergußgesteine Madeiras, wie schon mehrfach ausgeführt, geologisch unter sich und mit den Tiefengesteinen eine durchaus einheitliche und zusammenhängende, fortlaufend gebildete Reihe darstellen, ohne einen großen, einschneidenden Hiatus, wie er zwischen Grundgebirge und „jungvulkanischer“ Formation auf La Palma auftritt (Literatur Nr. 15, Seite 222ff und Nr. 16, Seite 25—31), so wird man diese ganzen, äußerlich und z. T. auch chemisch so sehr verschiedenartigen Gesteine Madeiras auch als Ergußformen desselben Magmas auffassen müssen, das allerdings besonders spaltungsfähig gewesen zu sein scheint, und die systematische Stellung auch der abweichendsten Typen dieses einheitlichen Vulkangebiets nach dieser Tatsache beurteilen müssen.

Ganz ebenso wie in mineralogisch-petrographisch-geologischer Hinsicht bilden nämlich diese Madeirensen Ergußgesteine, wie später gezeigt werden wird, auch in chemischer Beziehung eine fortlaufende, lückenlose Reihe mit allen nur denkbaren Übergängen und Verknüpfungen bzw. Verschränkungen, wenn auch die extremsten Glieder sowohl in ihrem mineralogischen Bestand

wie in ihrer chemischen Zusammensetzung auf den ersten Blick kaum noch Ähnlichkeiten und Beziehungen aufzuweisen scheinen.

Während die typischen Trachydolerite von heller bzw. sehr hellgrauer bis dunkelgrauer Farbe und mit den charakteristischen Strukturformen Kieselsäuregehalte von 48 bis etwa 42 Proz., z. T. aber auch bis fast 53 Proz., ja über 55 Proz. SiO_2 aufweisen, enthalten die basaltoiden, fast schwarzen, olivinreichen Typen 42 bis fast 45 Proz. SiO_2 und die trachytoiden Trachydolerite rund 52 Proz. Kieselsäure (nach den alten COCHIUSSchen Analysen aber auch bis 61,5 Proz.) und das trachytische Ganggestein aus dem Curral enthält sogar über 65 Proz. SiO_2 .

Auffallend ist dabei besonders, daß die hellgrauen bzw. ganz hellgrauen Trachydolerite mit dem charakteristischen Seidenglanz doch nur höchstens 47,7 Proz., z. T. aber noch nicht ganz 42 Proz. SiO_2 enthalten, also ganz erheblich weniger sauer sind als einzelne der ganz dunkeln bzw. fast schwarzen Trachydolerite und der basaltoiden Typen, was ebenso auch aus den alten von COCHIU 1864 veröffentlichten Analysen hervorgeht, wo rund 54 Proz. SiO_2 Gehalt noch für ein ganz dunkles Gestein angegeben wird.

Auffallend ist sowohl bei manchen typisch trachydoleritischen Gesteinen wie bei vielen der dunkeln basaltoiden Gesteine die sehr merkwürdig rauhe, feinporöse Beschaffenheit, die für HARTUNG einen wesentlichen Grund zur Abtrennung seiner Trachydolerite gebildet zu haben scheint.

Bemerkenswert ist ferner bei vielen der dunkeln basaltoiden Gesteine, wie auch bei vielen der dunkleren trachydoleritischen Gesteine die ganz merkwürdig helle, aschgraue, z. T. fast weiße Verwitterungsrinde, eine Erscheinung, die auch v. FRITSCH an den tephritischen Gesteinen der Canaren besonders hervorhebt.

Wie nun schon HARTUNG mehrfach betont hat, ist tatsächlich irgend eine Gesetzmäßigkeit in der räumlichen Verteilung oder in der zeitlichen Aufeinanderfolge dieser z. T. so sehr verschiedenen, z. T. auch so sehr ähnlichen bzw. übereinstimmenden Gesteine nicht zu erkennen.

In dem mächtigen, sehr gut aufgeschlossenen Profil des Gran Curral am Serrado wechseln vom tiefsten Grunde bis zur höchsten Höhe ganz dunkle basaltoide und helle bzw. ganz helle trachydoleritische Gesteine, sehr kieselsäurereiche und sehr basische Gesteine ganz regellos und mehrfach miteinander ab.

Ebenso sind dunkle basaltoide und mehr oder minder hellgraue trachydoleritische Gesteine sowohl im Norden wie im Süden, im Osten wie im Westen an der Oberfläche überall und wie es scheint ziemlich gleichmäßig verbreitet.

Während im Norden bei Porto da Cruz und im Boaventuratale die ganz hellen trachytoiden Trachydolerite und Alkali-trachyte obenauf liegen bzw. in den Erosionsformen der älteren mehr basischen Gesteine liegen und tief im Grunde der Ribeira de Massapez und bei Porto da Cruz selbst als älteste Unterlage „limburgitartige“ Gesteine auftreten, sind andererseits auch ganz tief im Grunde des Curral sehr kieselsäurereiche Trachydolerite aufgeschlossen und die anscheinend überhaupt jüngsten Ergüsse der Insel bei Porto Moniz, São Vicente und Funchal sind wieder ganz dunkle, olivinreiche, basaltische Gesteine.

Auch bei den zahlreichen Gängen im Curral, bei denen natürlich eine Altersbeziehung zu einander garnicht und zu den ergossenen Deckengesteinen nur in beschränktem Maße nachzuweisen ist, wechseln räumlich basaltoide, trachydoleritische und ganz helle trachytische Gesteine stark und ganz unregelmäßig miteinander ab.

Ganz tief im Grunde des Curral finden sich trachytische Gänge mit über 65 Proz. SiO_2 , die anscheinend nicht hoch hinaufgedrungen sind, während nördlich davon im Pico de Gatos die bis zur höchsten Spitze mauerartig hinaufsetzenden Gänge teils aus dunkelgrauen trachydoleritischen, teils aus fast schwarzen olivinreichen Gesteinen bestehen und noch weiter nördlich im Boaventuratale (Rib. do Porco) die „Trachyt“ströme — ganz helle trachytoide Trachydolerite und Sodalithtrachyte — wieder als dort jüngste Ergüsse obenauf liegen.

Aus allen diesen Ausführungen über die Verbreitung und die Zusammenhänge der einzelnen Gesteine ergibt sich also mit Gewißheit, daß dieses ungeheure Vulkangebiet von 62 (bzw. inklusive der Dezertas über 100) klm Länge, 23 klm Breite und etwa 1800 m Höhe über dem Meeresspiegel, das etwa 790 Quadratkilometer Oberfläche hat und sich aus einem 3000 bis 4500 m tiefen Meere erhebt, im großen und ganzen betrachtet ein einheitliches Vulkangebilde ist, entstanden aus einem einheitlichen aber offenbar ganz ungewöhnlich spaltungsfähigen Magma essexitischer Natur.

Unter den typischen und am weitesten verbreiteten Trachydoleriten, die ohne weiteres als solche erkennbar sind und schon in ihrem äußeren Habitus unverkennbar mit den Trachydoleriten La Palmas übereinstimmen, sind zwei Abarten zu unterscheiden.

Das sind erstens die grauen, ungemein fein- und gleichkörnigen, fast dichten Gesteine mit dem so auffallenden seidenartigen Schimmer auf einzelnen Bruchflächen, der durch die

parallele Anordnung der minimalen, oft kaum noch mit der Lupe erkennbaren Feldspattäfelchen bedingt ist. (Sehr ähnliche Gesteine sind als Basanite von v. FRITSCH von den Canarischen Inseln beschrieben.)

Zweitens sind es die eigentümlich fleckigen bzw. gesprenkelten Gesteine, die meistens ebenfalls keine erkennbaren Einsprenglinge enthalten bzw. nur mit ganz kleinen Olivineinsprenglingen versehen sind und in der ungemein feinkörnigen bis dichten Gesteinsmasse die minimalen hellen und dunklen Komponenten nicht gleichmäßig verteilt zeigen, sondern die dunkleren (besonders das Eisenerz) in pfefferkorn- bis linsengroßen Flecken und kleinen Schlieren konzentriert enthalten, zwischen denen die meistens schmälere, an hellen Bestandteilen reichen und an dunkeln, besonders an Erzen, sehr viel ärmeren Partien „maschen“artig eingeschoben sind.

Auch diese Trachydolerite zeigen großenteils — nicht immer — einen ausgesprochenen, auf der parallelen Anordnung der Feldspattäfelchen beruhenden Seidenschimmer; die Sonderung in helle und dunkle Flecke kann soweit gehen, daß eine Art kleinflaserige Struktur entsteht, in der die breit linsenförmigen dunklen Partien oder Schlieren durch wellig verlaufende, ganz feine, fast weiße und fast nur aus parallelen Feldspattäfelchen bestehende Streifen voneinander getrennt werden, so daß das Gestein im Querbruch eine verblüffende Ähnlichkeit mit alter Kiefernborke hat (abgesehen von der mehr grauen statt der braunen Grundfarbe), und daß diese Gesteine, die nach diesen unregelmäßig wellig runzelig verlaufenden, feinen, weißen Streifen besonders leicht spalten, dann einerseits ganz helle, schwach dunkelgesprenkelte und andererseits (senkrecht dazu) ganz dunkle, nur fein hellgestreifte Bruchflächen zeigen.

Eine fernere Abart dieser gefleckten dunklen Gesteine mit einem wenn auch nicht sehr auffallenden so doch immerhin deutlich erkennbaren Seidenglanz ähnelt äußerlich sehr, z. T. ganz auffallend den sogenannten Kinnediabasen, die als schwedische Diluvialgeschiebe im norddeutschen Flachland stellenweise nicht selten und wohl jedem norddeutschen Diluvialgeologen bekannt sind; im Dünnschliff diese Gesteine zu vergleichen habe ich bisher noch nicht Gelegenheit gehabt, jedenfalls gibt aber diese Ähnlichkeit einen ganz guten Anhaltspunkt, um sich ohne lange Beschreibung über den allgemeinen Charakter dieser Gesteine eine Vorstellung zu machen.

Auch die hellgrauen, ganz gleichmäßig gefärbten trachytoiden Trachydolerite und z. T. die ganz hellen, fast weißen trachytischen Gesteine zeigen jenen eigentümlichen starken

Glanz auf bestimmten Bruchflächen, der durch die feinschuppig-parallele Anordnung der Plagioklase bedingt ist. (Vgl. Seite 432.)

Der ganz hellgraue trachytoide Trachydolerit am Acal bei Porto da Cruz zeigt in der gleichkörnigen Masse z. T. faustgroße, basische, schwarze Schlieren, sowie z. T. völlig zersetzte derartige Schlieren von weinroter Farbe; dasselbe Gestein zeigt an der Abelheira sehr schöne säulenförmige Absonderung (Abelheira = Bienenwabe) und in den obersten zersetzten Partien über der säulig abgesonderten Hauptmasse kugelige Absonderungsformen, deren Kugeln auf den Begrenzungsflächen und z. T. auch im Innern merkwürdige Imprägnationen mit chalcedonartiger Substanz aufweisen.

Einen fernerer, besonders auffälligen aber nur ziemlich selten vorhandenen Typus der Trachydolerite, der die genetischen Zusammenhänge dieser Gesteine mit den Essexiten schon bei einfacher Betrachtung mit bloßem Auge bzw. mit der Lupe erkennen läßt, bilden die essexitporphyritartigen Gesteine.

Der auffallendste dieser Essexitporphyrite fand sich als Gerölle in der Ribeira de Massapez und enthält in einer dunkelgrauen, fast schwarzen, dichten Grundmasse neben zahlreich eingesprengten kleinen Olivinen, sehr zahlreiche, parallel gelagerte, ungemein dünntafelige, ziemlich große, farblose und stark verzwilligte Plagioklase, so daß einzelne Bruchflächen mit lauter spiegelnden Spaltflächen der Feldspat tafeln großenteils bedeckt sind und ganz hell und glänzend erscheinen. Es ist im Prinzip dieselbe Struktur wie bei den vorher erwähnten schlierigen, grauen, fein weißgestreiften Trachydoleriten, nur daß hier nicht zahllose minimale Plagioklase dichtschuppig zusammen- und übereinanderliegen, sondern einzelne große Plagioklastafeln parallel dicht nebeneinander auf einer Fläche liegen.

Bei der Mehrzahl der Essexitporphyrite liegen aber diese so auffälligen großen, stark verzwilligten, wasserklaren, dünntafeligen Plagioklase nicht parallel zueinander, sondern unregelmäßig verteilt in der annähernd dichten, dunkelgrauen (einmal stark porösen, rötlichen) Grundmasse, öfter ebenfalls zusammen mit zahlreichen kleinen Olivineinsprenglingen, und diese unregelmäßig kreuz und quer gelagerten, oft auch ganz schwach divergentstrahlig angeordneten Plagioklastäfelchen (so daß dann nur ganz dünne Keile von „Grundmasse“ dazwischen liegen) ergeben dann in den Querbrüchen sehr auffällige, lange leistenförmige bzw. scherenartig gestaltete Querschnitte, die das Gestein ganz unverkennbar machen.

Diese Gesteine stimmen genau überein mit den Essexitporphyriten von La Palma und haben sehr große Ähnlichkeit mit

gewissen Essexitporphyriten des Christianiagebietes, wenn auch nicht gerade mit den Typen der BRÖGGERschen Muster-Suite, und diese so auffälligen, stark verzwillingten, wasserklaren, oft schwach divergentstrahlig angeordneten Plagioklastafeln bilden auch einen besonders charakteristischen Bestandteil mehrerer Essexitvorkommen Madeiras, besonders an der Soca, so daß hier der genetische Zusammenhang der Tiefen- und Ergußgesteine sozusagen mit Händen zu greifen ist. Diese Essexitporphyrite wurden beobachtet in der Ribeira de Massapez, in der Ribeira brava und im Curral, besonders schön oben auf der Eira di Serrado; sehr ähnliche Gesteine wurden auch in der Ribeira de Machico und an der Penha d'Agua beobachtet.

Ein sehr ähnliches Gestein, bei dem die Grundmasse nicht ganz so feinkörnig und dunkel ist wie bei den übrigen Essexitporphyriten und bei dem die zahlreich eingesprengten, großen Plagioklase nicht vereinzelt liegen und die ausgesprochene Leistenform haben, sondern meistens unregelmäßige und z. T. recht sonderbar gestaltete Aggregate bilden, liegt aus der Ribeira de Majade vor; es ist im Prinzip dasselbe Gestein, nur daß sich eben die großen Plagioklastafeln schon meistens mehr zusammengeballt haben.

Sehr auffällig sind ferner gewisse nicht seltene Gesteine, die mit den Essexitmelaphyren von La Palma und des Christianagebietes die größte Ähnlichkeit bzw. anscheinend völlige Übereinstimmung zeigen und die ebenfalls gewisse Beziehungen zu den Essexitporphyriten und zu den typischen Trachydoleriten aufweisen.

Einer der Essexitporphyrite aus der Ribeira de Massapez, der, wenn auch von den andern schon etwas abweichend, noch ganz unverkennbar ist, zeigt in der dunkelgrauen, hier stark porösen Grundmasse neben den charakteristischen Plagioklastafeln und den kleinen Olivineinsprenglingen schon garnicht selten kleine schwarze Augiteinsprenglinge; ein ähnliches aber noch augitreichereres Gestein wurde von v. FRITSCH an der Penha d'Agua gesammelt.

Bei den typischen Essexitmelaphyren und den diesen nahestehenden Gesteinen treten nun die großen Plagioklastafeln völlig zurück, und in der oft porösen, sehr feinkörnigen Grundmasse finden sich nur Einsprenglinge von ganz kleinen (bis 5 mm großen) Plagioklasen, bzw. Plagioklase, die so klein sind, daß man sie kaum noch als Einsprenglinge bezeichnen kann, und die auch nicht mehr die so auffallenden, leistenförmigen Querschnitte zeigen. Dagegen nehmen die Olivine und Augite sowohl an Zahl wie an Größe ganz auffallend zu und es entstehen dann, besonders wenn die Olivine etwas zersetzt sind

und irisieren, ganz merkwürdig bunte Gesteine, die durch die Größe ihrer bunten oder dunklen, bis 10 mm im Durchmesser haltenden Einsprenglinge in einem bemerkenswerten Gegensatz zu der bei weitem größten Mehrzahl der Madeirensen Effusivgesteine stehen.

Ab und zu enthalten diese so auffälligen Gesteine schon mit der Lupe erkennbaren Nephelin; im Dünnschliff zeigen sie fast alle Nephelingealt. Soweit ich die Schriffe durchgesehen habe, enthalten gerade diese Essexitmelaphyre auffallend viele und schöne Titanaugite sowie Augite mit einer z. T. höchst auffälligen Farbenstaffelung, die völlig anders aussieht als die gewöhnlich beobachtbare Felderteilung der Auswachskegel. (Abbildung Tafel VII, Fig. 3), ferner barkewikitische Hornblenden, und Olivine, die großenteils mit einem breiten, leuchtend tiefbraunen Umwandlungsrand umgeben bzw. fast völlig in solche leuchtendbraune Substanz umgewandelt sind.

Auch diese Essexitmelaphyre zeigen nach der andern Seite unverkennbare Beziehungen zu manchen Trachydoleriten, indem die Grundmasse bei manchen Varietäten nicht gleichmäßig und einheitlich ausgebildet ist, sondern wie bei manchen dieser Trachydolerite eine deutliche Sonderung und Fleckenbildung von heller und dunkler gefärbten Partien aufweist, stellenweise auch eine gewisse parallele Anordnung der Plagioklase erkennen läßt.

Diese Essexitmelaphyre sind, wenn auch nicht gerade häufig, an den verschiedenen Stellen der Insel gefunden, auch in der v. FRITSCHSchen Sammlung vorhanden.

An der Penha d'Agua fand ich ein sehr feinkörniges, bräunlichgraues Gestein, das in der feinkörnigen Grundmasse zahllose 2—3 mm große Einsprenglinge von Nephelin und etwas zersetzten Olivinen enthält, vereinzelt auch kleine schwarze Augite; es steht den Essexitmelaphyren ebenfalls sehr nahe.

Über die chemischen Verwandtschaftsverhältnisse der Essexitporphyrite und Essexitmelaphyre vergleiche man die zitierten Arbeiten von BRÜGGER, QUENSEL und BRAUNS.

Noch seltener sind die hellen, feinkörnigen Dolerite, deren einzelne Mineralbestandteile man alle ohne weiteres unterscheiden kann bzw. mit der Lupe deutlich erkennen kann; sie kommen aber ebenfalls an den verschiedensten Teilen der Insel vor.

Sieht man von diesen bisher beschriebenen, doch relativ oder überhaupt recht seltenen Gesteinen ab, deren krystallisierte Bestandteile man mit bloßem Auge erkennen kann oder die gar bis 5 ja 10 mm große Phenokrysten enthalten, so ist die ganz überwiegende Mehrzahl der übrigen Gesteine ganz ungemein

feinkörnig und enthält entweder überhaupt keine Einsprenglinge oder nur ganz kleine Olivine und seltener Augite, ganz selten auch einmal minimale Hornblendensäulchen. Auch die ganz dunkeln, sehr fein- und gleichkörnigen Gesteine zeigen öfters den auffallenden typischen Seidenglanz der grauen Trachydolerite.

Erkennbare Plagioklaseinsprenglinge von 1 bis höchstens 2 mm Größe sind ebenfalls schon sehr selten; meistens kann man die Feldspätchen gerade noch bei schärfster Lupenvergrößerung erkennen, während die gefärbten Gemengteile auch dann oft nur noch punktförmig erscheinen. Das gilt sowohl von den meisten grauen bis dunkelgrauen Trachydoleriten, bei denen oft der charakteristische Seidenschimmer die Feldspäte mehr ahnen als erkennen läßt, als auch von den ganz dunklen, basaltoiden Typen.

Die ganz dunkeln, basaltoiden, olivinreichen Gesteine der Insel, mit einem Gehalt von 42 bis fast 45 Proz. SiO_2 , sind allesamt ungemein feinkörnig bis dicht, nur z. T. mit etwas größeren Olivinkörnern; beim Verwittern bleichen sie oft erheblich aus. Es sind z. T. ziemlich feldspatreiche und meistens etwas nephelinhaltige Gesteine und sie sind, wenn auch nicht sehr häufig, ebenfalls über die ganze Insel verbreitet.

Als extremste Glieder nach dieser Richtung hin stellen sich limburgitähnliche Gesteine ein, die vereinzelt, aber ebenfalls an recht verschiedenen Stellen der Insel gefunden sind.

Nicht ganz so feinkörnig als die meisten typischen Trachydolerite und die basaltoiden Gesteine sind die ganz hellen trachytoiden Trachydolerite und die trachytischen Gesteine, in deren auf einzelnen Bruchflächen stark glänzender Grundmasse man die schuppig angeordneten kleinen Feldspattäfelchen meistens mit der Lupe ganz gut erkennen kann, und die auch nicht gerade spärlich kleinere Sanidineinsprenglinge und seltener solche von kleinen Plagioklasen, noch seltener Amphibolsäulchen und ganz kleine Augite enthalten.

Die trachytoiden Trachydolerite sind oft sehr mürbe und sandig anzufühlen, die trachytischen Gesteine sind etwas fester, beide Typen oft bemerkenswert rauh.

In der v. FRITSCHSchen Sammlung liegt ein Handstück von von einem ganz typischen Sodalithtrachyt, wahrscheinlich aus dem Boaventuratal (von Herrn FINCKH bestimmt!)

Von Herrn Pater SCHMITZ habe ich auf meine Bitte aus dem Boaventuratale ein ganz ähnliches (wenn nicht gleiches) Gestein in einer kleinen Probe enthalten, das dort einen größeren Strom bildet (schon von HARTUNG erwähnt und abgebildet!)

Ebenfalls aus dem Boaventuratale und von einem dieser Trachytströme stammt ein mir von Herrn Pater SCHMITZ übergebenes Handstück, das sehr auffällig dem trachytoiden Trachydolerit vom Acal bei Porto da Cruz ähnelt und auch wie dieser die eigentümlich zersetzten, weinroten, basischen Schlieren zeigt (Seite 422 und 432).

Sowohl die trachytoiden Trachydolerite wie die trachytartigen Gesteine enthalten ganz ungemein wenig gefärbte Gemengteile, die oft nur in Form einer feinen, schwarzen Bestäubung auf den farblosen Feldspäten erscheinen.



Nach Photog. von C. GAGEL.

Fig. 16.

Quell(?)kuppe der Achada bei Porto da Cruz
im äußersten Hintergrunde der Pico de Gatos
(Randberge des Curral).

Diese trachytoiden Trachydolerite bilden an der Achada bei Porto da Cruz anscheinend eine erhebliche Quellkuppe; es ist aber nicht ganz sicher, ob diese Kuppe noch in der ursprünglichen Form vorhanden ist oder ob sie nicht durch Erosion bzw. Denudation aus einem sehr viel größeren Erguß herausmodelliert ist, dessen sonstige Überreste in der Quebrada, in der Abelheira, im Acal und auf dem Ilheo vorliegen.

Daß die etwa 60 Meter mächtigen, hellen, trachytoiden Gesteine der Abelheira, des Acal und die sehr viel schwächeren des Ilheo ursprünglich einen einheitlichen Strom gebildet haben, ist augenscheinlich; für die Achada ist auch HARTUNG geneigt die Entstehung als besondere Quellkuppe anzunehmen. Chemisch

steht die Analyse des Gesteins vom Ilheo dem von der Achada näher als dem der Abelheira, das nach COCHIUS (Seite 451) 61,57 Proz. SiO_2 aufweist. Das Gestein der Abelheira zeigt im Dünnschliff zwischen den kleinen Feldspatleistchen kleine Titanaugite von ungewöhnlich schöner Sanduhrstruktur.

Ein im Habitus völlig übereinstimmendes, nur noch helleres und saureres Gestein mit über 65 Proz. SiO_2 ist, wie schon erwähnt, in Form eines mächtigen Ganges von mir im Innern des Curral aufgefunden, tief unter dem Pico Sidrão, scheint aber hier nicht bis zur Oberfläche emporgedrungen und effusiv geworden zu sein.

Sehr ähnliche, wenn auch nicht übereinstimmende Gesteine hat auch v. FRITSCH gesammelt an der Piedra branca (daher der Name = Weißer Fels) bei Porto da Cruz und hat sie als domitartige Gesteine bezeichnet.

Nach HARTUNGS (und MÜGGES) Angaben und Beschreibungen kommen sehr ähnliche Gesteine offenbar auch auf den Azoren vor. Hervorgehoben muß noch werden, daß nicht nur die hellgrauen und grauen Ergußgesteine, sondern auch eine ganze Anzahl dunkle bis fast schwarze Ganggesteine eine ganz ausgezeichnete fluidale Anordnung der kleinen Feldspatäpfelchen aufweisen und daß auch bei vielen recht dunklen Ergußgesteinen mehr oder minder deutlich solche fluidale Strukturen in die Erscheinung treten.

Bemerkungen zu der Analysentafel der Ergußgesteine.

Das Material für die Analysen c, e, f, m, n, o, p, r, s ist von Herrn FINCKH aus den Gesteinen von meiner ersten Reise nach Madeira ausgesucht, die übrigen Analysen sind von mir selbst veranlaßt, die dazu gehörigen Schliche größtenteils erst auf meine Veranlassung hergestellt und auch diese Gesteine zum größten Teil von mir allein untersucht worden; insbesondere sind die Schliche von dem zusammenhängenden Profil der Ergußgesteine am Pico Serrado von Herrn Dr. FINCKH, der diese wichtigste Serie garnicht näher beachtet hatte, nicht untersucht worden, sondern erst von mir bestimmt.

Die Reihenfolge der Ergußgesteine im Curral ist von unten nach oben folgende: p, h, a, g, u, t, o, k. (Vgl. das Diagramm S. 454.)

Zwischen h und a liegen noch ganz dunkle, fast schwarze, olivin- und augithaltige, dünnplattige, klingende Gesteine, etwa vom Typus der Analysen o und r.

Zwischen a und g liegen noch dunkelbraungraue, fast schwarze, olivinhaltige bzw. sehr olivinreiche Gesteine und hellbräunlich graue, etwas fleckige, typische Trachydolerite, entsprechend den Gesteinen der Analysen, m, o und p.

Zwischen g und u liegen noch sehr feinkörnige, dunkelgraue, olivinreiche und anscheinend auch olivinfreie bzw. sehr olivinarme Gesteine.

Analysen der Erguß.

	Serrado 10	Rib. de Mas-sapez	Porto da Cruz		Ribeiro frio	Punta do Sol	Serrado 6	Serrado 12	Punta Delgado	Curral Lombo Grande
	a	b	Achada c	Ilheo d	e	f	g	h	i	k
SiO ₂	55,54	52,75	52,40	51,78	47,70	46,44	46,08	44,86	44,50	44,40
TiO ₂	0,71	0,94	1,60	1,05	2,54	2,90	2,73	2,52	2,61	2,77
Al ₂ O ₃	18,20	18,29	19,27	18,68	17,32	16,30	17,39	16,18	13,85	15,40
Fe ₂ O ₃	5,92	4,68	4,56	6,42	5,43	4,82	10,95	7,22	3,47	5,20
FcO	1,14	4,33	3,57	2,77	4,71	7,07	2,56	7,10	9,02	7,81
CaO	5,64	7,39	6,68	6,04	7,98	10,03	8,87	9,95	10,06	9,92
MgO	1,32	2,15	2,03	1,86	3,62	4,92	2,66	5,34	11,00	7,23
K ₂ O	2,30	2,29	2,03	2,34	2,45	1,44	1,38	1,39	0,92	1,19
Na ₂ O	6,44	5,66	5,50	5,53	4,21	3,82	3,72	3,78	2,70	2,83
H ₂ O	2,35	0,75	1,82	2,78	3,08	1,40	2,37	0,85	0,71	2,15
S	0,06	0,05	0,10	0,04	0,04	0,08	0,02	0,06	0,07	0,04
P ₂ O ₅	0,56	0,71	0,52	0,71	0,99	0,82	1,11	0,92	0,84	0,77
			Spur Mangan							
Summa	100,18	99,98	100,12	100,00	100,05	100,04	99,84	100,17	99,75	99,71
Spez. Gew.	2,628	2,770	2,798	2,698	2,673	2,906	2,809	2,939	3,034	2,931
Farbe	hell-grau	grau gefleckt	ganz hell-grau	hell-grau	ganz hell-grau	dunkel-grau schwach gefleckt	bräunlich grau	schwarz	grau porphyrisch	dunkel-grau
Analytiker	EYME	EYME	KLÜSS	EYME	EYME	EYME	EYME	KLÜSS	KLÜSS	KLÜSS

Analysen von Gesteinen Teneriffas.

La Palma

	Trachydolerite		Basanit	Te-phrit	Basalte				Limburgit
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	57,76	56,9	52,46	51,76	49,73	44,64	42,77	41,49	40,22
TiO ₂	—	—	—	—	0,38	—	3,08	3,50	nicht bestimmt
Al ₂ O ₃	17,56	20,41	14,25	16,64	22,84	16,55	15,80	16,27	14,41
Fe ₂ O ₃	4,64	4,46	14,47	14,06	6,10	7,53	3,34	3,08	17,42 (incl. TiO ₂)
FeO	2,09				5,98	7,52	10,85	8,57	2,36
MnO	0,82	—	—	—	—	—	0,18	0,45	—
CaO	5,46	2,13	9,87	8,15	9,00	11,25	9,77	11,70	11,53
MgO	2,76	0,83	4,16	3,21	3,91	9,52	9,04	8,97	7,29
K ₂ O	1,42	6,30	0,68	1,31	1,04	1,34	1,65	1,24	1,90
Na ₂ O	6,82	5,78	3,90	4,98	1,89	2,47	3,49	3,26	3,94
H ₂ O	—	1,30	—	—	—	—	0,27	0,31	—
	Fuente Agria +0,30Cl	San Lorenzo	Los Mallorquines	Chajarra	Gara-chico	Gui-mar	Oberhalb Mercedes	Oberhalb Esperanza	

Nr. 1-6 nach v. FRITSCH und REISS: Tenerife. — Nr. 7 und 8 nach PREISWERK: Beitrag zur Kenntnis der Eruptivgesteine von Tenerife. Verh. Naturforsch. Ges. Basel, XXI. 1910, Seite 221. — Nr. 9 nach VAN WERNECKE: Neues Jahrbuch 1879 Seite 485. (Das Gestein enthält sehr viel Titanagut.)

gesteine Madeiras.

Ribeira de Mas-sapez	Rabaçal	Ribeiro frio	Curral Bocca dos Corregos	Gran Curral ganz tief unten	Chapanna	Canical	Canical	Serrado I	Serrado II	Calheta
l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
43,85	43,79	43,30	42,71	42,40	42,39	42,37	42,19	41,96	41,72	41,43
2,53	2,82	2,83	3,38	3,68	2,61	3,21	3,15	2,16	3,41	2,67
12,94	13,73	14,07	14,62	14,19	15,77	13,29	13,80	15,85	11,47	13,18
2,70	3,37	5,53	3,12	6,14	5,89	3,79	5,52	7,64	4,04	6,95
10,51	10,20	7,17	9,34	7,69	8,66	10,24	8,87	7,24	10,58	7,31
9,49	10,54	10,87	10,68	11,08	9,40	11,17	11,39	9,54	10,82	10,74
11,90	9,46	9,62	8,91	9,02	7,44	10,76	8,55	8,45	12,55	11,91
1,06	1,25	1,12	1,55	1,43	1,24	1,17	1,21	1,17	1,22	0,93
2,42	2,71	2,41	3,11	2,50	2,05	2,94	2,50	2,05	2,28	1,60
1,69	1,66	2,52	1,55	1,37	3,55	0,56	1,91	3,07	1,11	2,15
0,05	0,04	0,10	0,09	0,06	Spur	0,09	0,12	0,02	0,04	0,05
0,61	0,67	0,65	0,74	0,67	0,78	0,57	0,72	0,88	0,66	0,66

99,75	100,24	100,19	99,90	100,23	99,78	100,16	99,85	100,03	99,90	99,65
3,006 dunkel- grau porphy- risch KLÜSS	3,022 dunkel- grau gefleckt EYME	2,997 fast schwarz EYME	3,027 dunkel- grau EYME	3,033 grau gefleckt EYME	2,967 grau „gefleckt“ EYME	3,098 sehr dunkel- grau KLÜSS	3,010 dunkel- grau EYMF	2,902 hell- grau EYME	3,079 sehr dunkel- grau EYME	3,043 grau EYME

Analysen der Dolerite, Basalte und Limburgite der Cap-verdeninsel São Vicente (St. Vincente).

	Dolerite		Feld- spat- basalt	Lim- burgit	Tephrit	Pyro- xenit	Basa- nit
	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	42,58	43,76	42,08	42,72	43,07	40,95	43,09
TiO ₂	0,94	2,32	2,26	3,10	—	—	—
Al ₂ O ₃	9,58	10,90	16,04	16,46	16,11	24,19	17,45
Fe ₂ O ₃	4,78	3,49	5,93	5,74	} 15,42 }	} 9,51 }	} 18,99 }
FeO	10,22	9,82	8,75	5,53			
MnO	0,25	0,32	0,32	0,26	—	—	—
CaO	11,54	13,80	12,66	11,20	10,87	10,99	9,76
MgO	16,97	12,76	6,95	6,27	5,71	5,11	4,63
K ₂ O	0,54	0,31	0,93	0,66	2,67	1,89	1,81
Na ₂ O	2,01	2,21	1,88	2,94	4,49	5,69	5,02
Glühverlust	1,04	1,00	2,76	3,23	2,97	1,62	0,33
P ₂ O ₅	0,41	0,51	0,34	0,91	—	—	—
	101,05	101,20	100,90	101,20	101,41	99,95	101,08

Nr. 1—4 nach C. v. JOHN: Chemische und petrographische Untersuchungen an Gesteinen von Angra pequena etc. Jahrbuch k. k. Reichsanstalt 1896, Band 46 S. 282 ff. — Nr. 5—7 nach DÖLTER: Die Vulkane der Cap-Verden und ihre Produkte. Graz 1888.

Von p bis t reicht das ganz einheitliche Profil der übereinander geschichteten Ergußgesteine am Serrado an der Stelle, wo der eigentliche Gran Curral in die Ribeira dos Socorridos übergeht, mit dem sehr häufigen Wechsel der verschiedenartigsten Gesteinsbänke, an das sich nach oben noch als Fortsetzung das ähnlich aufgebaute aber unerkletterbare Profil des Lombo Gordo direkt anschließt (Abb. S. 356), während die Analysen o und k aus höheren Teilen der Curralumwallung weiter im Westen und Norden entnommen sind.

Vergleiche auch die Darstellung der Analysenergebnisse der Curralgesteine in dem Diagramm Seite 454, worin auch noch vergleichsweise die Analysen der trachytischen Gesteine und trachytoiden Trachydolerite eingetragen sind, die etwa den noch jüngeren Ergüssen im Boaventuratale auf der Nordseite des Curral entsprechen könnten.

Kurze Beschreibung der analysierten Gesteine.*)

Analyse: a) = Nr. 10 des zusammenhängenden Serradoprofils, (die Eruptivgesteinsbänke bzw. Bankgruppen sind von oben her, von der Eira di Serrado aus, nummeriert worden!) tief unten am Serrado: Trachydolerit. Das Gestein bildet eine mächtige, säulenförmig abgesonderte Bank; es ist ein hellgraues, sehr feinkörniges, rauhes Gestein. Unter der Lupe erkennbar sind sehr kleine Plagioklase, punktförmige dunkle Gemengteile, sehr selten ganz kleine Olivine sowie langgestreckte, ganz feine Hohlräume, z. T. mit konzentrisch schalig traubiger Ausfüllung von Eisenoxydhydrat. Der Schliff zeigt prachtvolle Fluidalstruktur der Plagioklastäfelchen, sehr wenig Eisenerz und sehr stark pleochroitische, stark doppelbrechende Amphibole (Barkewikit?).

b) Ribeira de Massapez (Südhang unter der Achada) grauer, gefleckter Trachydolerit, sehr fein- und gleichkörnig ohne erkennbare Einsprenglinge. Unter der Lupe ganz

*) Anm.: Hier soll, ebenso wie früher bei den Tiefen- und Ganggesteinen, keine erschöpfende petrographische Beschreibung der Gesteine gegeben werden, sondern nur das mineralogische Detail angegeben werden, das mir für die Diagnose oder für den Vergleich mit anderen schon bekannten Gesteinen von Wichtigkeit zu sein schien, und ich möchte hier nochmals auf die diesbezüglichen Bemerkungen in der Einleitung Seite 346 hinweisen über den Gang und die besonderen, nicht in der Sache liegenden Schwierigkeiten bei diesen Untersuchungen.

Die Ausfüllung der noch bestehenden Lücken und die Durcharbeitung der bisher nicht berücksichtigten Schliffe behalte ich mir für später vor, wenn ich etwas mehr Muße für diese außerdienstlichen Arbeiten erübrigen kann. In den nächsten Jahren ist das leider nicht zu erhoffen, weshalb ich diesen Teil, so unvollkommen er sein mag, doch jetzt vorläufig abschließen möchte. Die Fragezeichen hinter einzelnen Diagnosen von L. FINCKH bedeuten, daß Herr FINCKH selbst die Diagnose nicht mit voller Sicherheit ausgesprochen, bzw. mehrere Diagnosen auf eine Etikette geschrieben hat.

kleine, sehr vereinzelte Augite und ganz feine helle Plagioklase erkennbar, die streifen- und schlierenförmig zwischen den zusammengehäuften, schwarzen, punktförmigen Bestandteilen liegen. Im Dünnschliff zeigen die Feldspateinsprenglinge sehr schönen zonaren Aufbau und z. T. fleckige Auslöschung; die kleinen Plagioklase sind langleistenförmig ausgebildet mit undeutlich fluidaler Anordnung. Neben farblosem Diopsid finden sich grünlich durchsichtige, ganz schwach pleochroistische Augite (etwas ägirinhaltig?).

c) Achada (bei Porto da Cruz) Trachytoider Trachydolerit (L. FINCKH) hellgraues, sehr feinkörniges Gestein mit ausgeprägtem Seidenschimmer und ganz vereinzelt eingesprengten, sehr kleinen, glasigen Feldspäten. Unter der Lupe sind sehr deutlich die kleinen, parallel gelagerten Plagioklastäfelchen zu erkennen und zahlreiche punktförmige, schwarze Gemengteile (Bestäubung!). Im Dünnschliff zeigt sich eine wundervolle Fluidalstruktur; kleine Barkewikite sind mehrfach beobachtet.



C. GAGEL phot.

Fig. 18.

Plattig-kugelig abgesonderte Decke des Ilheo bei Porto da Cruz.

d) Ilheo bei Porto da Cruz. Trachytoider Trachydolerit (L. FINCKH) hellgrau, sehr fein- und gleichkörnig, ohne

Phenokrysten, unter der Lupe nur ganz selten sehr kleine Plagioklase zu erkennen. Das Gestein bildet die Decke des Ilheo (Taf. IX, Fig. 2). Im Dünnschliff fand ich stark resorbierte, dunkelgrünliche Amphibole mit ganz verschwommenen, zerfressenen Rändern und viel Neubildung von Magnetitstaub, sodaß die Krystalle sehr wenig durchsichtig sind.

Die wahrscheinlich zusammengehörigen Gesteine c und d ebenso wie die sicher mit dem Ilheo zusammengehörigen Gesteine vom Acal und der Abelheira (Analyse von COCHUIS Seite 451) (vgl. auch Seite 426) zeichnen sich durch den sehr auffälligen Seidenglanz aus und die z. T. sehr schönen Absonderungsformen.

Die Decke des Ilheo (vgl. Tafel IX, Fig. 2) besteht aus dichtgedrängten, steilstehenden, O—W streichenden Platten, die ihrerseits wieder in lauter einzelne, z. T. deutlich schalig abgesonderte Kugeln aufgelöst sind.

Das Gestein zeigt höchst auffällige, zwischen allen Platten und Kugeln auftretende, bis zentimeterstarke, sehr eisenschüssige Verwitterungsrinden. Diese eisenschüssigen Verwitterungsrinden zeigen z. T. deutliche Anklänge an die eigentümliche faserig-maschige Struktur der typischen Trachydolerite (Seite 421) was bei dem frischen, glänzenden Gestein nicht zu beobachten ist. Nach den Beschreibungen MÜGGES¹⁾ (HARTUNGS) müssen diese Gesteine im Habitus sehr gewissen domitartigen Gesteinen der Azoren ähneln. In den Schliffen der zugehörigen Gesteine von der Abelheira finden sich schöne Barkewikite, kleine Augite mit sehr merkwürdigen Wachstumsformen und wieder die Feldspateinsprenglinge mit ausgezeichnet zonarem Aufbau und z. T. fleckiger Auslöschung.

e) Ribeiro frio (An der Station) Trachydolerit (Nephelinbasanit?) (L. FINCKH). Hellgraues, sehr feinkörniges, sehr schön säulenförmig abgesondertes Gestein mit sehr auffälligem Seidenglanz auf einzelnen Bruchflächen und ohne erkennbare Einsprenglinge aber mit kleinen, mit Zeolithen erfüllten Mandelräumen.

Unter der Lupe sind nur die kleinen, völlig parallelliegenden Plagioklastäfelchen, die senkrecht zu den Säulenflächen angeordnet sind, und punktförmige dunkle Gemengteile erkennbar. Im Dünnschliff zeigt sich etwas Olivin und Nephelin. Die kleinen Augite der Grundmassen lassen z. T. eine sehr zart violettbräunliche Färbung erkennen, sowie stellenweise

¹⁾ MÜGGE: Petrogr. Untersuchungen an Gesteinen von den Azoren. Neues Jahrb. 1883, II, Seite 194.

deutliche Felderteilung (Titanaugite). Außerdem finden sich leuchtend braune, pleochroitische, kleine Hornblenden und reichlich sehr zierliche Magnetitskelette (ROSENBUSCH: Mikrosk. Phys., Tafel VI, Fig. 2).

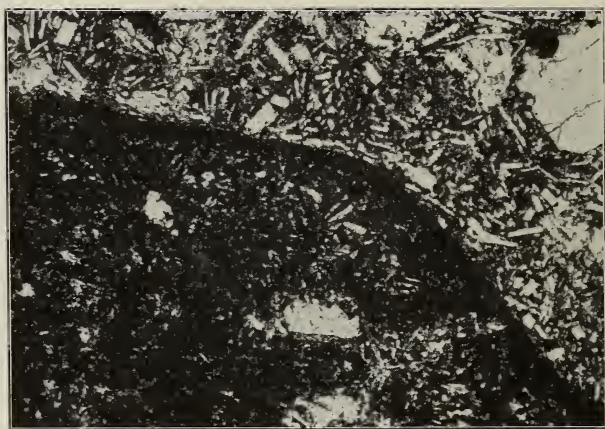
Die zart violettbräunlichen bis zart nelkenbraunen, kleinen Augite sind z. T. deutlich pleochroitisch und sehr stark doppelbrechend, sie zeigen ziemlich oft sehr sonderbare Wachstumsformen. Die kleinen Amphibolsäulchen zeigen einen Pleochroismus von gelbbraun zu grünlich-gelb. Die Plagioklase sind sehr klein und zierlich und nur wenig verzwilligt. Magnetitkörner sind neben den zierlichen Skeletten ebenfalls vorhanden.

f) Zwischen Punta do Sol und Maddalena do Mar; Trachydolerit (Nephelintephrit?) (L. FINCKH). Dunkelgraues, schwach geflecktes Gestein, sehr fein- und gleichkörnig, ohne erkennbare Einsprenglinge, mit deutlichem Seidenschimmer auf den Bruchflächen. Unter der Lupe sind zwischen den überwiegenden, sehr kleinen, schwarzen Gemengteilen die kleinen farblosen Plagioklastäfelchen noch gerade zu erkennen. Im Dünnschliff sieht man viele kleine Augite mit Andeutungen von Felderteilung; die seltenen größeren Pyroxene sind innen erfüllt von einer Wolke von Magnetitstaub, die nur durch einen schmalen reinen Augitsaum umschlossen wird.

g) Nr. 6 des Serrado profils, mitten am Pico Serrado; Trachydolerit. Ist ein bräunlich-graues, sehr fein- und gleichkörniges, stellenweise schwach geflecktes Gestein. Unter der Lupe sieht man eine sehr feinkörnige dunkle Grundmasse, mit sehr kleinen, hellen, glänzenden Plagioklastäfelchen und sehr kleinen, kaum erkennbaren Olivinen. Im Dünnschliff zeigen die kleinen Tafeln und Leisten der Plagioklase undeutlich parallele Anordnung, dazwischen liegen kleine, tief braunrote Amphibolsäulchen und sehr kleine, eigentümlich bräunlich gefärbte Augite (Titanaugite?). Die tiefbraune, stark pleochroitische Hornblende zeigt z. T. sehr auffällige Wachstumsformen, ähnlich wie sie ROSENBUSCH (Mikrosk. Physiographie, Taf. VI, Fig. 1) vom Olivin abbildet. Fein verteiltes Eisenerz ist reichlich vorhanden.

h) Nr. 12 des Serrado profils, ganz unten am Fuße des Pico Serrado. Sehr feinkörniges, schwarzes bzw. dunkelbläulich graues Gestein mit spärlich eingesprengten, sehr kleinen Olivinen und ganz vereinzelt sehr kleinen Augiten. Unter der Lupe sehr feine, vereinzelt, glänzende Plagioklase noch gerade zu erkennen. Das Gestein zeigt eine dünne graue Verwitterungsrinde, wie die Canarischen Tephrite, und ist

völlig frisch. Im Dünnschliff erscheinen Einsprenglinge von fast farblosem Diopsid, die z. T. Andeutungen zonaren Aufbaues aufweisen. Die Feldspateinsprenglinge sind zum erheblichen Teil dicht mit ganz feinen, staubförmigen schwarzen Massen durchsetzt. Ein Teil der großen Amphiboleinsprenglinge ist sehr merkwürdig resorbiert bzw. zersetzt und umgewandelt in kleine lange, ganz dunkelbraune, eigentümlich fiederig oder strahlig angeordnete Krystalle und in schwarzen Magnetitstaub.



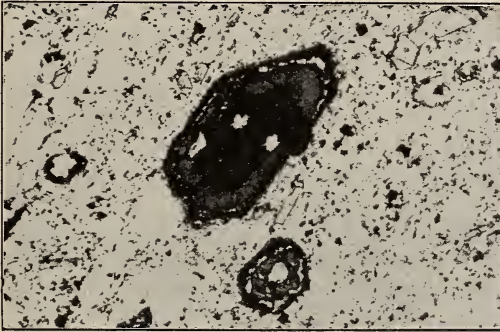
Mikrophot. Prof. SCHEFFER (Zeiss Werk).

Fig. 19.

Trachydolerit vom Pico Serrado (Nr. 12 des Profils, Analyse h) (Vergr. 50). Kleiner Teil eines sehr großen, völlig resorbierten Amphibols, der völlig in Magnetitstaub und fiederig angeordnete kleine Rhönitkrystalle umgewandelt ist. Der äußere Mantel besteht nur aus Magnetitstaub.

Dieser Magnetitstaub ist ganz fein verteilt und z. T. wolkig konzentriert und bezeichnet durch eine besonders dichte schmälere oder breitere wolkig-mantelartige Anhäufung die Grenze des ehemaligen, jetzt völlig resorbierten Amphibolkrystalls. Die kleinen, ganz dunkelbraunen, deutlich pleochroitischen Neubildungen, die strahlig fiederig und größtenteils unter Winkeln von 60° zusammengeschossen sind, entsprechen in jeder Hinsicht den von SOMMERLAD und van WERWEKE beschriebenen und abgebildeten Resorptionsneubildungen der Amphibole aus den Hornblendebasalten der Rhön und La Palma's und dürften nach den Darstellungen von SÖLLNER ebenfalls als

Rhönit aufzufassen sein¹⁾, stimmen auch gut mit den mir von Herrn SCHNEIDERHÖN freundlichst gezeigten Rhöniten des Berliner mineralog. Instituts überein. Solche mehr oder minder vollständig resorbierten Hornblenden mit dem dichten Mantel von schwarzem Magnetitstaub finden sich auch noch in manchen anderen dunkelgrauen Trachydoleriten. Öfter findet sich innerhalb dieses Mantels von schwarzem Magnetitstaub eine tiefbraune sehr stark pleochroitische Zone



Mikrophot. Prof. SCHEFFER (Zeiss Werk).

Fig. 20.

Trachydolerit („Hornblendebasalt“) aus der Rib. brava (Vergr. 29) mit z. T. resorbierten Hornblenden mit schaligem Bau (innen ganz dunkelbraun, außen gelb bis orangefarbig). Resorptionsmantel von Magnetitstaub mit vereinzelt kleinen rotbraunen Körnchen (Rhönit?)

Der Mantel von Magnetitstaub greift bei dem großen Krystall apophysenartig nach innen ein.

um einen inneren Kern von hellbrauner und sehr viel schwächer pleochroitischer Hornblende. Manchmal liegt der Magnetitstaubmantel direkt auf der tief dunkelbraunen, stark pleochroitischen (Umwandlungs?-) Zone, manchmal liegt zwischen beiden noch eine fast farblose, schmale Zwischenzone. Oft ist der Magnetitstaubmantel sehr dick und umschließt nur ganz in der Mitte noch etwas von der tiefbraunen, stark pleochroitischen Hornblende, ja in manchen Fällen ist die Resorption so voll-

¹⁾ SOMMERLAD: Über hornblendeführende Basaltgesteine. Neues Jahrbuch 1882. Beilageband II, Seite 150, Taf. III, Fig. 3–7.

van WERWEKE: Neues Jahrbuch 1879, S. 481 und 825.

SÖLLNER: Über Rhönit. Neues Jahrbuch f. Min. Beilageband 24, 1907. Seite 339 ff.

ständig, daß nur eine Magnetitwolke mit den verschwommenen Umrißlinien des ehemaligen Amphibolkrystals übrig geblieben ist, wie es ähnlich schon früher von den resorbierten, dunkelolivfarbigen Amphibolen des Trachyts aus dem Curral beschrieben wurde (Seite 412).

Einmal beobachtete ich in einem ähnlichen Gestein aus der Ribeira brava, daß die Magnetitstaub-Zone tiefe Einstülpungen vom Rande nach dem Zentrum des Krystals bildete, und daß die Umwandlung (?) der Hornblende von diesen Einstülpungen aus innen vor sich gegangen ist, sodaß diesmal die tiefbraune Hornblende (-Neubildung?) im Innern des Krystals auftritt und von einer schmalen Zone hellerer, schwächer pleochroitischer Amphibolsubstanz unregelmäßig mantelförmig umgeben ist. (Seite 435, Fig. 20.) Es wäre allerdings auch nicht unmöglich, daß die tiefbraune, sehr stark pleochroitische Hornblende, die bald außen unter dem Magnetitstaubmantel, bald innen im Krystal an den Endigungen der Einstülpungen dieser Magnetitstaubzone auftritt und von der helleren Amphibolsubstanz teils umgeben wird, teils diese umschließt, in keinem ursächlichen Zusammenhang mit diesen Resorptionsbildungen steht, sondern einfach einen ursprünglichen Schalenbau darstellt, wobei nur die Schalen bzw. Kerne, die aus der tiefbraunen Amphibolsubstanz bestehen, besonders widerstandsfähig gegen die Resorptionserscheinungen gewesen sind, während die hellbraunen Schalen schneller und vollständiger resorbiert wurden. Vgl. S. 444.

Z. T. erkennt man bei sehr gutem Licht in diesen Magnetitstaubmänteln um die resorbierten Amphibole noch sehr kleine, fast undurchsichtige, aber stellenweise rotbraun durchscheinende Körnchen, die aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls Rhönit sind.

i) Essexitmelaphyr (L. FINCKH). Punta Delgado am Wege nach São Vicente. Ist ein rauhes, etwas poröschlackiges Gestein, grau, mit zahlreichen 4—6 mm großen, schwarzen Augiteinsprenglingen und vielen kleinen, glänzenden Olivinkörnern sowie ganz vereinzelt, kleinen Plagioklasen. Die Grundmasse ist sehr feinkörnig und läßt unter der Lupe nur sehr wenige, ganz kleine Plagioklase und punktförmige schwarze Gemengteile erkennen. Im Dünnschliff zeigt das Gestein große, sehr zart gefärbte Titan(?)augite mit ausgezeichneter aber höchst ungewöhnlich ausgebildeter Farbenstaffelung (Taf. VII, Fig. 3), sehr starker Doppelbrechung und ganz unvollkommener Auslöschung. Die Feldspäte zeigen z. T. ausgezeichnet zonaren Aufbau und fleckige Auslöschung sowie z. T. reichliche

Glaseinschlüsse. Außerdem enthält das Gestein viel Apatit, sehr viel Olivin und Magnetit und etwas Nephelin (Tafel VII, Fig. 3). Das Gestein hat eine mehr hellgraue und mehr poröse Grundmasse und einen größeren Olivinegehalt als die Essexit-melaphyre von Holmestrand (Nr. 38 der BRÖGGERschen Serie), ist diesen aber im Habitus sehr ähnlich.

k) Lombo grande, ganz oben im Curral. Dicke Decke, schön plattig abgesondert. Das Gestein ist ein weit verbreiteter Typus; dunkelgrau, dicht, mit bräunlichgrauer Verwitterungsrinde und ganz vereinzelt eingesprengten, kleinen Olivinen. Unter der Lupe erkennt man punktförmige, schwarze und farblose Gemengteile, sowie minimale, leistenförmige Plagioklase und ganz kleine Olivine; in der Verwitterungsrinde treten die kleinen, weißen Feldspätchen deutlicher hervor. Im Dünnschliff zeigt das Gestein eine schöne Fluidalstruktur und unterscheidet sich sonst nicht von dem mikroskopischen Bilde der typischen Trachydolerite.

l) Ribeira de Massapez; Essexitporphyr (L. FINCKH). Das Gestein ist dunkelgrau mit sehr feinkörniger, fast schwarzer Grundmasse und zahlreichen feinen, wasserklaren, bis 8 mm langen Plagioklastafeln, die das Gestein nach allen Richtungen hin durchsetzen. Z. T. sind diese sehr stark polysynthetisch verzwilligten Plagioklastafeln deutlich divergent strahlig, stellenweise sozusagen „scherenartig“ mit einander verwachsen, so daß sie nur durch ganz dünne Keile der „Grundmasse“ von einander getrennt sind und an einem Ende sich ganz berühren. In die Grundmasse sind noch schwarze Augite und zahlreiche, meist kleinere Olivine eingesprengt. In der ganz feinkörnigen Grundmasse erkennt man allenfalls noch ganz feine, kleine Magnetitpünktchen und sehr kleine Plagioklase.

Im Dünnschliff zeigt das Gestein außer größeren Diopsid-einsprenglingen sehr zahlreiche, meist kleine Augite, die ich nach der zarten aber deutlich violetten Farbe und den Andeutungen von Sanduhrstruktur und sonstiger Felderteilung für Titanaugite ansprechen möchte; diese kleinen Titanaugite sind es, die sich so oft als ganz feine Keile zwischen die Plagioklastafeln schieben.

m) Rabaçal; gefleckter Trachydolerit (Nephelinbasanit?) (L. FINCKH). Ist ein dunkelgraues, schön säulenförmig abgesondertes, besonders charakteristisches Gestein mit helleren Flecken, sehr fein- und gleichkörnig, ohne erkennbare Einsprenglinge. Unter der Lupe sieht man sehr kleine, dunkle Gemengteile gruppenweise zusammengeballt, dazwischen sehr kleine weiße bzw. farblose Plagioklase „maschig“ angeordnet; sehr

kleine Olivine sind noch erkennbar. Im Dünnschliff sieht man in der Grundmasse viele kleine, sehr zart violett bräunlich bis zart nelkenbraun gefärbte Augite; die größeren Olivine zeigen z. T. feine, leuchtend gelbe Ränder (Iddingsit?) und z. T. sehr unregelmäßige Wachstumserscheinungen. Die Plagioklasleistchen der Grundmasse sind sehr klein und zierlich; im Schliff ist die mit bloßem Auge unverkennbare „maschige“ Struktur nicht zu bemerken.

n) Ribeira frio; (Feldspatbasalt) Basanit? (FINCKH). Ist ein fast schwarzes, sehr fein- und gleichkörniges Gestein mit nicht grade spärlichen, kleinen Olivineinsprenglingen und kleinen schwarzen Augiten. Im Dünnschliff sehr olivinreich und arm an Nephelin. Auf einzelnen Bruchflächen zeigt sich ein deutlicher Seidenschimmer. Als einziger größerer Einsprengling war ein 5 mm langes Amphibolnadelchen zu erkennen. Im Dünnschliff zeigt es neben größeren Diopsideinsprenglingen zahlreiche, zart nelkenbraun gefärbte, kleine Augite mit Andeutungen von Felderteilung, z. T. sogar mit schöner Sanduhrstruktur und mit sehr unvollkommener Auslöschung, die z. T. ganz zart grüne oder grünliche Ränder aufweisen; auch kommen ganz kleine isolierte, derartig grüne Ägirinaugite vor. Die Plagioklase sind größtenteils schön fluidal angeordnet.

o) Bocca dos Corregos oben im Curral unter dem Absturz der Rocha alta; Basalt, Nephelinbasanit? (FINCKH). Ist ein dünnplattiges unter dem Hammer schön klingendes Gestein (weit verbreiteter Typus), dunkelgrau mit heller, bräunlich grauer Verwitterungsrinde, sehr feinkörnig mit vereinzelt eingesprengten, kleineren Olivinen. U. d. Lupe sehr kleine, farblose und schwarze Gemengteile sowie ganz kleine Olivine gerade noch erkennbar. Der Schliff zeigt nichts besonders bemerkenswertes: undeutlich fluidale Anordnung der sehr zierlichen Plagioklastäfelchen, viele, sehr zart bräunlich gefärbte, kleine Augite, größere farblose Diopside und relativ große und krystallographisch schön begrenzte Magnetitkrystalle; Olivine mit sonderbaren Wachstumsformen.

p) Gran Curral ganz tief im Grunde unterhalb Nossa Senhora; typischer gefleckter Trachydolerit (FINCKH). Graues, dunkel schlierig-geflecktes, feinkörniges, etwas rauhes, schlackig poröses Gestein mit nicht sehr zahlreich eingesprengten Olivinen. U. d. Lupe sind sehr kleine helle und dunkle Gemengteile, sehr kleine aber reichliche Olivine und ganz kleine Amphibolnadelchen zu unterscheiden.

Die dunklen Flecke sind schlierig zwischen den dünnen, flachen, parallel angeordneten, helleren Partien verteilt; ist ein sehr weit verbreiteter Typus. Der Schliff zeigt in einer sehr

feinkörnigen Grundmasse undeutlich fluidal angeordnete, zierliche Plagioklasleisten, sehr viel staubförmigen Magnetit, z. T. wolkig zusammengeballt (resorbierte und völlig verschwundene ehemalige Einsprenglinge), größere farblose und kleinere zartgefärbte Augite, Olivine etc.

q) Bei der Chapanna (NO Funchal) zwischen 850 bis 1000 m Meereshöhe gesammelt. Dies ist ein graues, feinkörniges, feingeflecktes Gestein, das auf verschiedenen Bruchflächen bzw. beim Drehen und Wenden auf derselben Bruchfläche bald ganz hell, bald recht dunkel erscheint. Mit bloßem Auge sind nur ganz kleine, sehr spärliche Olivine zu erkennen. Unter der Lupe sieht man sehr feinkörnige, farblose und schwarze Gemengteile zu unregelmäßigen Flecken zusammengeballt. Die ganz kleinen Plagioklase bilden dabei größtenteils flache Streifen zwischen den dunklen Flecken, was das wechselnde Aussehen beim Drehen des Handstückes bedingt.

Im Dünnschliff beobachtete ich in der sehr feinkörnigen Grundmasse kleine Augite z. T. mit Sanduhrstruktur und Olivine mit tiefbraunem bezw. gelbbraunem, glänzenden Rand; die ganz kleinen Olivine sind z. T. völlig in solche leuchtend orange gelbe Substanz umgewandelt, wie die Ränder der größeren Einsprenglinge und außen oft viel intensiver braungelb wie innen.

Diese auch in sonstigen Gesteinen Madeiras öfter vorkommenden Ränder und Umwandlungen des Olivins (und zwar immer von Olivinen, die merkwürdig geringe Interferenzfarben zeigten) möchte ich nach den ausführlichen Darlegungen QUENSELS¹⁾, die größtenteils auch auf die Erscheinungen der Madeiragesteine zutreffen, für Iddingsit ansprechen.

r) Caniçal; (Bachgerölle) limburgitähnlicher Basalt, Nephelinbasanit (?) (FINCKH) sehr dunkelgraues, schwach heller geflecktes Gestein, sehr feinkörnig und mit reichlich eingesprengten bis zentimetergroßen Olivinen und schwarzen Augiten. Unter der Lupe nur punktförmige schwarze und helle Gemengteile grade noch erkennbar sowie ganz vereinzelt sehr kleine Plagioklase. Im Dünnschliff, der sonst nichts bemerkenswertes aufweist, finden sich kleine Augite mit Felderteilung (Sanduhrstruktur) und unvollkommener Auslöschung, die ich trotz der fehlenden Farbe für Titanaugite ansprechen möchte.

s) Caniçal; Trachydolerit, Übergang zu den Limburgiten (Basanit?) (FINCKH). Vom Rande eines der merkwürdigen Ringe ganz zersetzten Gesteins, die früher aus-

¹⁾ QUENSEL: Die Geologie der Juan Fernandez-Inseln. Bull. geol. Inst. Upsala XI. 1912, Seite 260–262.

fürlich beschrieben sind. (Diese Zeitschrift 1903, Seite 120, Literatur Nr. 17, Seite 225—235). Es ist ein dunkelgraues, rauhes, sehr feinkörniges Gestein mit brauner Verwitterungsrinde und zahlreich eingesprengten, meist kleinen, z. T. aber bis zentimetergroßen Olivinen und mehr vereinzelt mit größeren, schwarzen Augiten. Unter der Lupe nur punktförmige dunkle Gemengteile und sehr vereinzelt ganz kleine Plagioklase zu erkennen. Das Gestein ist durch Zersetzung z. T. erheblich heller geworden, wobei die kleinen Plagioklase dann viel deutlicher hervortreten. Im Dünnschliff deutlich fluidal angeordnete Feldspatleistchen, Olivine mit Iddingsitrand, zart bräunlich bis zart violett gefärbte kleine Augite, größere farblose Diopside, viel Magnetitstaub, z. T. wolkig zusammengeballt.

t) Nr. 1 des Serradoprofils! ganz oben auf der Eira di Serrado, Trachydolerit. Das Gestein bildet eine 5—10 m mächtige Bank, ist hellgrau, sehr fein- und gleichkörnig, fast dicht und stellt einen sehr weit verbreiteten Typus dar. Unter der Lupe sind die hellen Plagioklase und die punktförmigen dunklen Gemengteile gerade noch erkennbar, mit ganz vereinzelt eingesprengten, meistens sehr kleinen Olivinen, ferner mit 1 bis 2 mm großen Pyritwürfeln und kleinen mit Eisenhydroxyd erfüllten Hohlräumen (leicht bräunliche Fleckung des Gesteins). Im Dünnschliff ist eine ausgezeichnete Parallelstruktur der Plagioklastäfelchen zu beobachten.

u) Nr. 2 des Serradoprofils, oben am Pico Serrado, bildet eine 1 m mächtige Bank; dunkler Trachydolerit; es ist ein dünnplattiges bzw. sehr dünnplattiges Gestein, unter dem Hammer hell klingend — ein weit verbreiteter Typus, sehr dunkelgrau mit heller Verwitterungsrinde (wie bei den Canarischen Tephriten), feinkörnig mit sehr zahlreich eingesprengten kleinen und einzelnen größeren Olivinen. Unter der Lupe sind nur sehr wenig und sehr kleine hellere Bestandteile, sehr kleine Plagioklasnadelchen in der dunkeln glänzenden Grundmasse zu erkennen; in der Verwitterungsrinde treten die Plagioklase sehr viel deutlicher hervor. Der Schliff zeigt nichts besonders bemerkenswertes. Ein im äußeren Ansehen und im Schliff ganz übereinstimmendes Gestein aus dem Innern des Curral ist von FINKH als Nephelinbasanit bezeichnet.

v) Oberhalb Calheta; basaltoider Trachydolerit (Nephelinbasanit? FINKH), bildete den faustgroßen Kern einer großen Kugel, von der zahlreiche Zwiebelschalen heruntergeschlagen wurden. Es ist ein graues, fein- und ziemlich gleichkörniges Gestein mit ganz vereinzelt größeren Olivinen. Unter der Lupe dunkelgrau und weiß gefleckt mit sehr kleinen

weißen Plagioklastäfelchen und ganz selten sehr kleinen schwarzen Augiten, sowie ganz kleinen Olivinen; im Schliff nichts besonders bemerkenswertes.

Kurze Beschreibung einiger wichtiger aber nicht analysierter Handstücke.

Ein Essexitporphyrit, der in der Rib. de Massapez als Gerölle gefunden wurde, zeigt in einer ziemlich feinkörnigen, fast schwarzen Grundmasse eingesprengt nur die zahlreich sich kreuzenden, feinen, farblosen Plagioklasleisten und sehr kleine Olivine.

Im Dünnschliff sind die Plagioklastafeln lange nicht so stark verzwillingt wie gewöhnlich bei den Essexitporphyriten. Die Grundmasse besteht aus zahllosen, sehr feinen Plagioklasleistchen und kleinen Augitsäulchen, die z. T. fast farblos, z. T. etwas bräunlich bis zart nelkenbraun, z. T. deutlich bis intensiv violett gefärbt sind. Auch die großen farblosen Augiteinsprenglinge zeigen z. T. einen schmalen aber deutlich violetten Rand. Der Magnetit bildet größtenteils sehr zierliche, feine Skelette.

Ein anderer sehr charakteristisch ausgebildeter Essexitporphyrit liegt in der v. FRITSCHSchen Sammlung von Punta do Sol. Es ist ein sehr schlackiges, schaumig poröses Gestein mit sehr feinkörniger bis dichter, dunkelgraubrauner Grundmasse mit ganz vereinzelt eingesprengten Olivinen und zahlreichen, stark verzwillingten, größtenteils schwach divergentstrahlig („scherenförmig“) angeordneten Plagioklastafeln.

Einen besonders schönen Essexitporphyrit sammelte K. v. FRITSCH am Westfuße der Penha d'Aguaia. Es ist ein graues, sehr feinkörniges Gestein, das neben den porphyrisch eingesprengten großen, wasserklaren, stark verzwillingten Plagioklastafeln sehr viel Olivineinsprenglinge enthält, daneben solche von Augit und Magnetit — ein Schliff liegt leider nicht vor.

Ein Essexitporphyrit der SRÜBELSchen Sammlung von der Penha d'Aguaia zeigt im Dünnschliff das übliche Bild, daneben aber einige große, fast farblose Augite mit sehr unregelmäßiger Felderteilung und einem schmalen, ganz zart bräunlichen bis zart violetten Rand, der z. T. erheblich angeschmolzen und resorbiert ist (protogener Augit vgl. S. 382). Zwischen dem farblosen Augit und dem zart violett gefärbten angeschmolzenen Rand liegen minimale, zonar angeordnete Glaseinschlüsse.

Ein rotbraunes, von Herrn FINCKH als Nephelinbasanit (?) bezeichnetes Gestein, das als Gerölle in der Ribeira brava gefunden ist, möchte ich ebenfalls trotz etwas abweichender

Ausbildung als Essexitporphyrit ansprechen. Es ist ein rotbraunes, stark schlackig poröses Gestein, offenbar nicht mehr frisch (pneumatolytisch zersetzt?), mit feinkörniger Grundmasse, in die zahllose, sich nach allen Richtungen kreuzende, feine Plagioklasleisten und größere z. T. zu den charakteristischen Aggregaten zusammengeballte Plagioklastafeln eingesprengt sind — der Habitus der Essexitporphyrite ist m. E. unverkennbar. Ganz vereinzelt erkennt man unter der Lupe noch kleine schwarze Augite.

Im Dünnschliff zeigt sich das unverkennbare Bild der Essexitporphyrite, mit den großen polysynthetisch verzwilligten, divergentstrahligen Plagioklastafeln und einzelnen höchst sonderbar mit einander verwachsenen und sich kreuzenden, ganz ausgezeichnet schalig aufgebauten, größeren Plagioklasen, die schön wolkig-fleckig auslöschten.

Die kleinen Augite zwischen den Plagioklasleisten sind alle eigentümlich leuchtend gelb verfärbt (durch pneumatolytische Einwirkungen verändert?), wie ich es nur noch in einem Schliff von Porto Santo gesehen zu haben mich erinnere. Die Olivine sind größtenteils in leuchtend braunen, deutlich pleochroitischen Iddingsit umgewandelt, daneben kommt aber in großen Krystallen ein mindestens sehr ähnliches, tiefbraunes Umwandlungsprodukt vor, das mir nach der Form der Umrisse nicht auf ehemalige Olivine beziehbar scheint und so merkwürdig felderförmig auslöscht, als wenn es eine nicht ganz vollständige Umwandlung nach verzwilligten Krystallen (von Augit?) wäre. Diese braunen Pseudomorphosen zeigen besonders schöne, dichte Spaltbarkeit, stellenweise anscheinend sogar sich kreuzende Spaltrisse, doch ist es bei diesem tiefgefärbten, kaum durchscheinenden Umwandlungsprodukt schwer etwas genaueres festzustellen, und es wäre immerhin möglich, daß es sich auch hier nur um ein tiefgefärbtes Iddingsitaggregat nach Olivin handelt, der nur sehr sonderbare Wachstumsformen oder Zwillingsbildungen gehabt hat. Die spärlichen größeren, farblosen, nicht gelb verfärbten Augite zeigen leichte Andeutung von Felderteilung.

Ein graues, rauhes, feinkörniges, essexitmelaphyrähnliches Gestein, das als Bachgerölle bei Caniçal gefunden wurde und eingesprengt kleine schwarze Augite und kleinere und größere, meist stark zersetzte Olivine enthält, zeigt unter dem Mikroskop die Umwandlung des Olivins in Iddingsit oder eine sehr ähnliche Substanz in ganz ausgezeichneter Weise.

Manche der großen Olivine zeigen den sehr breiten, leuchtend gelbbraunen bis braunen Rand; andere, kleinere, sind ganz oder nahezu völlig in diese leuchtend orangefarbige bis gelbbraune,

ja rotbraune, deutlich pleochroitische Substanz umgewandelt, die z. T. ganz ausgezeichnet eine parallele, dichtstehende Spaltbarkeit erkennen läßt, (wo sie vorhanden ist, immer quer zur Längserstreckung des ehemaligen Olivinkrystals). In vielen Fällen fehlt diese Spaltbarkeit aber völlig, und zwar besonders in den am meisten braunrot gefärbten Umwandlungsprodukten.

Die Plagioklasleistchen zeigen öfter Andeutungen von fluidaler Anordnung; die kleineren Augite sind zart bräunlich gefärbt und zeigen z. T. undeutliche Felderteilung.

Ein langgestreckter Olivin war innen völlig in leuchtend rotbraunem Iddingsit umgewandelt, zeigte aber außen einen unregelmäßig zersetzten Mantel von nur gelblich gefärbter, aber ebenso wie der leuchtend rotbraune Iddingsit auslöschender Substanz, die auch nicht die schönen parallelen Spaltrisse quer zur Längserstreckung erkennen läßt.

In dem Schriff eines feinkörnigen, grauen Essexitmelaphyrs aus der Ribeira brava zeigen die Augite einen ganz ungewöhnlich schönen schaligen Aufbau und sehr ausgezeichnete Felderteilung mit unvollkommener Auslöschung und sehr feiner Spaltbarkeit, sind aber ziemlich farblos. Die Plagioklase sind ebenfalls schön zonar gebaut und enthalten z. T. sehr reichlich Glaseinschlüsse sowie solche von feiner, fast undurchsichtig schwarzer Substanz.

In einem anderen grauen, gröberen und mehr porphyrisch ausgebildeten Essexitmelaphyr aus der Ribeira brava mit schwarzen Augiten, bunt angelaufenen Olivinen und Zeolithmandeln finden sich im Schriff ebenfalls wieder die breiten, leuchtend orangefarbig bis braunen Iddingsitränder um die Olivine, sehr große farblose Augite und eine deutlich fluidale Anordnung der kleinen zierlichen Plagioklasleisten.

Ein ziemlich grobkörniger, sehr poröschlackiger Essexitmelaphyr aus der Ribeira de São Vicente zeigt recht große Einsprenglinge von schwarzem Augit und bunt angelaufenem Olivin. Im Schriff sind die sehr großen Augite farblos, sehr stark doppelbrechend, z. T. mit einer sonderbaren Farbenstufelung (sehr unvollkommener und unregelmäßiger Auslöschung) und ungewöhnlich vollkommenen, dichtstehenden Spaltrissen. Die Olivine, die im Handstück ziemlich zersetzt aussehen, sind im Schriff merkwürdigerweise fast frisch, mit nur ganz geringen Umwandlungsspuren, während sie in einem andern, aus demselben Tal stammenden grauen, viel frischer aussehenden Essexitmelaphyr wieder zum erheblichen Teil durch und durch in leuchtend orangefarbigem Iddingsit verwandelt sind. Dieser Schriff enthält auch neben annähernd farblosen Diopsiden und

ganz zart bräunlich gefärbten Titanaugiten mit schönen Anwachskegeln einen ganz zart grünlich gefärbten Augit, der ganz schwach pleochroitisch ist (beim Drehen farblos wird).

Ein dritter Essexitmelaphyr aus derselben Gegend zeigt sehr große, ganz frische Olivine mit einem schmalen oder breiteren, scharf abgesetzten, leuchtend orangefarbigem Iddingsitrand, der sich auch um die inneren Ausbuchtungen der tief korrodierten Olivine herumzieht, und mehr oder minder dichte, z. T. pechschwarze, ganz undurchsichtige Wolken von Magnetitstaub, die offensichtlich nach ihrer Form die Stelle völlig resorbierter Krystalle eines anderen Minerals einnehmen.

An einer einzigen Stelle war innerhalb einer solchen pechschwarzen Magnetitstaubwolke noch ein Rest eines stark pleochroitischen Minerals (dunkelbraun zu hellgraubraun) mit dichtstehenden Spaltrissen zu erkennen, sodaß auch diese Magnetitstaubwolken für Reste von resorbierten Amphibolen anzusehen sind. Auch in diesem Schliff zeigen die Titanaugite z. T. ganz unregelmäßige Felderteilung, z. T. schöne Anwachspyramiden und einer zeigte sogar ausgezeichnet schaligen Bau um den unregelmäßig gefelderten Kern.

Auch ein grauer, sehr schlackiger Essexitmelaphyr von Punto do Sol zeigt die schönen Iddingsitränder und Streifen (von Spaltrissen aus) am Olivin und zahlreiche, sehr kleine, ganz zart bräunlich gefärbte Augite mit unvollkommener Auslöschung.

Über die von Herrn FINCKH angegebene Führung von Katothoriten in vielen Gesteinen Madeiras wage ich nach meiner mangelhaften Übung im Mikroskopieren nichts auszusagen.

Ein sehr dunkles feinkörniges Gestein aus dem Rib. Secco bei Fayal zeigt unter der Lupe nur schwarze und farblose, sehr feine Bestandteile und sehr kleine kreuz- und querliegende Plagioklasleistchen.

Im Dünnschliff sieht man sehr zahlreiche, kleinere und größere, undeutlich fluidal angeordnete Plagioklasleisten, dazwischen größere Olivinkörner (z. T. schon erheblich serpentiniert) und kleinere und größere Augite, z. T. mit ausgezeichneter Sanduhrstruktur; sie sind fast farblos, bzw. teilweise sehr zart bräunlich gefärbt; Nephelin ist in dem Schliff nicht zu finden. Der Schliff zeigt ein nicht grade gewöhnliches Strukturbild und weicht von denen der meisten andren Effusivgesteine durch die viel erheblichere allgemeine Größe der Plagioklasleisten ab, die einen scharfen Gegensatz zwischen „Grundmassen“ = Feldspäten und Einsprenglingen nicht erkennen lassen. Magnetit ist, wie in den meisten Madeirensen Gesteinen, ziemlich reichlich vorhanden.

Ein Gestein aus der Ribeira brava, für das Herr FINCKH eine offenbar auf einen Lapsus calami oder ein sonstiges Versehen zurückzuführende Diagnose gegeben hat, das ich daher ursprünglich garnicht beachtet hatte und deshalb leider nicht habe analysieren lassen, ist im äußeren Aussehen grau (ziemlich hell), etwas porös, sehr feinkörnig, so daß in der Grundmasse nichts weiter zu erkennen ist, und zeigt eingesprengt kleinere, stark polysynthetisch verzwilligte Plagioklase, kleine Amphibolsäulchen (schwarz) und kleine schwarze Augite, vereinzelt auch kleine Olivine. Im Dünnschliff sieht man in der sehr feinkörnigen Grundmasse zahllose kleine Plagioklasleisten und die großen, sehr stark verzwilligten Plagioklaseinsprenglinge, letztere größtenteils mit sehr reichlichen Glaseinschlüssen erfüllt, die besonders im Innern in großen Massen auftreten, während die äußerste Zone frei von ihnen zu sein pflegt. In einzelnen derartigen Einsprenglingen wurde aber auch beobachtet, daß sie innen ganz frei von solchen Glaseinschlüssen sind und nur nach dem Rande zu in ein oder zwei feinen Zonen sie angehäuft enthalten. Diese Glaseinschlüsse machen oft weit über $\frac{1}{4}$ der Masse des Feldspats aus.

Ferner finden sich reichlich Einsprenglinge von Augit, die oft sehr merkwürdig und mehrfach verzwilligt bzw. verwachsen sind und z. T. mehr oder minder undeutlich ausgebildete Felderteilung mit unvollkommener Auslöschung aufweisen sowie z. T. sehr schönen Schalenbau; teilweise zeigen sie eine ganz zart grünliche Farbe und Andeutungen von Pleochroismus.

Vor allem aber enthält der Schliff sehr reichlich große Amphibole, deren auffällige Resorptionserscheinungen schon früher (Seite 436) beschrieben wurden, mit sehr starkem Pleochroismus von tief rotbraun zu braungelb (orangefarbig) zu zart grünlich gelb. Ein Teil dieser Amphibole zeigt einen ganz ausgezeichneten Schalenbau, und zwar sitzt in diesem Schliffe die intensiv rotbraun gefärbte Partie im Zentrum und die äußern Schalen sind — wo sie noch nicht resorbiert sind — viel weniger pleochroitisch. Zum sehr erheblichen Teil sind diese Amphibole völlig resorbiert, und man sieht nur die kleinen Wolken von Magnetitstaub oder Magnetitkörnern an ihrer Stelle, kann aber in demselben Schliff alle Übergänge bis zu schmalen Magnetitkränzen um noch relativ wenig angegriffene Amphibole verfolgen. Daß in diesen Resorptionshöfen z. T. die ganz kleinen, tief rotbraunen, von mir für Rhönit gehaltenen Körnchen auftreten, ist ebenfalls schon früher erwähnt. Von den anderen dunklen Madeiragesteinen weicht dies Gestein durch den so reichlichen Gehalt tiefgefärbter Hornblenden sehr deutlich ab;

es gehört vielleicht in die Gruppe der von WERWEKE auch von den Canaren (La Palma) beschriebenen Hornblendebasalte.¹⁾

Ein weiteres, von Herrn FINCKH als Nephelinbasanit oder Hornblendebasalt bezeichnetes Gestein habe ich am Ribeiro frio gesammelt, dicht bei der Station. Es ist ein dunkelgraues, feinkörniges Gestein mit kleinen Zeolithmandeln und sehr auffallender, heller Verwitterungsrinde, in dem man mit der Lupe nur kleine, stark verzwilligte Plagioklase, kleine Olivine und schwarze Augite erkennt, letztere bis 3—4 mm groß; als Ausnahme liegt im Handstück eine über 2 ctm lange, schwarze Hornblende mit ausgezeichneter Spaltbarkeit. Im Schliff sieht man, daß besonders die großen Plagioklase ziemlich reichliche Glaseinschlüsse

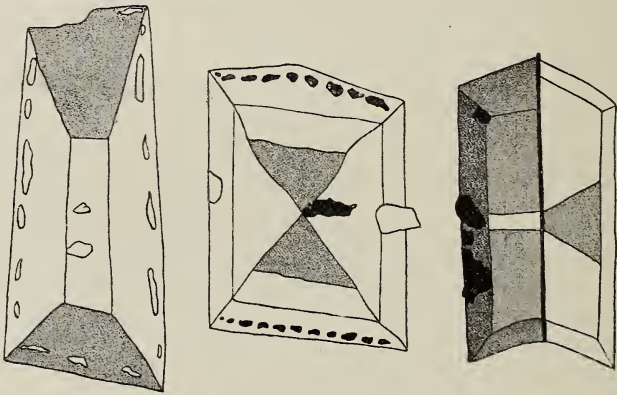


Fig. 21.

Drei Titanaugite aus Hornblendebasalt.

enthalten. Die nahezu farblosen Augite zeigen mehr oder minder deutliche Felderteilung, z. T. ganz ungewöhnlich schöne, geometrisch regelmäßige Sanduhrstruktur und oft Andeutungen von Schalenbau, zum mindesten einen etwas dunkleren Rand; mehrfach umschließen sie nicht ganz kleine, sehr schön krystallographisch begrenzte Olivine. Nur selten zeigen sie einen leicht bräunlichen oder kaum angedeuteten, violetten Farbenton; ziemlich häufig sind Zwillinge nach 100. Magnetit ist reichlich vorhanden in ziemlich großen Körnern.

Von Amphibolen ist in dem Schliff nichts vorhanden als eine der charakteristischen Resorptionswolken, die aus allerlei

¹⁾ VAN WERWEKE: Beitrag zur Kenntnis der Gesteine der Insel Palma. Neues Jahrbuch f. Min. 1879, S. 815—831.

ROSENBUSCH: Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine II 2. S. 1361.

Umwandlungsprodukten, kleinen Augiten und ganz kleinen Magnetitkörnern (nicht Magnetitstaub) bestehen; der Magnetit ist besonders um den Rand des ehemaligen Krystalls in einem ganz dicken Saum angehäuft, sodaß die Form des völlig aufgesogenen Hornblendekrystalls noch recht gut erkennbar ist. Wenn aber nicht der große Hornblendeinsprengling im Handstück vorhanden wäre und man aus anderen Schliften den allmählichen Fortgang des Resorptionsprozesses der Hornblenden bis zur vollständigen Aufsaugung hätte erkennen können, würde niemand in diesem Schriff ehemalige Hornblende vermuten.

In diesem Schriff ist auch ein kleines Biotitblättchen¹⁾ in dem Resorptionshof zu beobachten. Die Olivine sind z. T. merkwürdig langgestreckt und scheinen z. T. auch magmatisch korrodiert zu sein.

Die Lavabomben, die z. T. zusammen mit den früher beschriebenen Olivinfelsknollen ausgeworfen in dem Tuff bei Porto Moniz liegen, teils sogar noch mit den Olivinfelsknollen einheitliche Stücke bilden und diese Olivinknollen umranden, bestehen aus einem sehr schlackig-porösen Basalt, der eine, meistens durch viel staubförmiges Magneteisenerz dunkelgefärbte, sehr feinkörnige Grundmasse mit reichlicher Glasbasis enthält. In dieser Grundmasse liegen massenhaft kleine Plagioklasleistchen, ganz kleine Augite, größere Magnetitkörner und größere oder kleinere Olivine, die z. T. in der sonderbarsten Weise angeschmolzen und resorbiert sind und ganz abenteuerliche Formen mit bogig konkaver Begrenzung aufweisen. Daneben kommen aber auch, besonders unter den kleineren Exemplaren, Krystalle mit ganz ausgezeichnet scharfer Begrenzung vor und größere, die auf einer Seite angeschmolzen, auf der andern Seite ganz geradlinig scharf begrenzt sind.

Die gut begrenzten Krystalle enthalten öfter feine Einschlüsse von Magnetit; bei den angeschmolzenen größeren Olivinen scheinen die Magnetitkörner nur an den Einschmelzungsrändern vorhanden zu sein.

Einen stark angeschmolzenen und auch schon stark zersetzten größeren Einschluß mit sehr unvollkommener felderförmiger Auslöschung möchte ich nach der schräge zu den Spaltrissen verlaufenden Auslöschung für einen nicht ganz resorbierten, protogenen Augit halten — er ähnelt jedenfalls sehr den pro-

¹⁾ Biotit ist in den Ergußgesteinen Madeiras nur äußerst selten zu beobachten, z. B. in den dunklen Gesteinen unter dem Essexit in der Rib. das Voltas, wo er von Herrn FІНСКІІ als Kontaktneubildung aufgefaßt wird.

togenen Augiten der Madeirite (Seite 382). In diesem Schliiff zeigt auch die Knolle von eingeschlossenem Olivinfels an der Grenzfläche zu der Basalthülle eine schmalere oder breitere verschlackte Anmelzungszone, z. T. mit eingelagerten kleinen Magnetiten; die Bombe besteht im übrigen nur aus zucker-körnigem Olivin mit etwas Magnetit.

Ein Schliiff einer anderen derartigen Basaltbombe enthält außer denselben stark resorbierten und einigen obenein völlig verschlackten Olivinen mit zonenförmig eingelagerten Magnetit-körnern auch noch ganz auffallende, durch ungewöhnlich viel Magnetit sehr dunkel erscheinende, wolkenartige Stellen, die ich nach den Erfahrungen an anderen Madeiragesteinen für die Stellen völlig resorbierter und verschwundener großer (Amphibol?-) Mineralien halten möchte (vergl. Seite 434); einige kleinere dieser dunklen Wolken lassen sogar noch ganz gut die Andeutungen der ehemaligen Krystallumrisse erkennen, andere sind ganz verschwommen und umhüllen Feldspaltleistchen, kleine Olivine, Augite und Glasmasse.

Der Schliiff einer dritten derartigen Bombe zeigt zwei völlig verschiedene, aber ganz allmählich ein inander verfließende Ausbildungen.

Die eine Hälfte besteht aus einer ganz außerordentlich dunkeln, kaum durchsichtigen Grundmasse (durch sehr viel Erz verdunkelt), in der die zahllosen kleinen Plagioklasleistchen, Augite und die (z. T. in Iddingsit von leuchtend orangegelber Farbe mit schönen dichten Spaltrissen umgewandelten) Olivine liegen. Die andere Hälfte zeigt dieselben Mineralien in merklich geringerer Zahl in einer ganz hellen, gelblichen, durchscheinenden Glasmasse ohne jedes Eisenerz, die, stellenweise von Spalten aus, sehr auffallend citronengelb verfärbt und zersetzt ist und unter gekreuzten Nicols lange nicht so vollkommen dunkel erscheint, als die helle frische Glasbasis. Von angeschmolzenen, größtenteils resorbierten Olivinen sind in diesem Schliiff nur zwei kleinere zu finden, die an der Grenze der fast schwarzen gegen die helle, durchsichtige Zone liegen.

Ein vierter Schliiff einer Basaltbombe von demselben Fundort zeigt eine durch viel Magnetitstaub dunkelgefärbte Grundmasse — aber lange nicht so undurchsichtig wie bei dem vorigen Schliiff — mit den zahlreichen, hier z. T. deutlich fluidal angeordneten Feldspäten, kleinen Augiten und größeren Olivinen. Auch hier ist die Magnetitstaubanhäufung nicht gleichmäßig, sondern zeigt wolkig-schlierig verteilte, dunklere Partien.

In dieser so beschaffenen Hauptmasse schwimmen rundliche, ganz helle, gelbliche, unregelmäßig begrenzte Glasmassen, die z. T.

scharf begrenzt sind, z. T. ganz allmählich in die übrige Basaltmasse verfließen. Diese hellen Glasmassen enthalten z. T. überhaupt keine anderen Einschlüsse als feine, wasserklare, mikrolithische Krystalle und Krystallskelette (anscheinend von Plagioklasen, vergl. RINNE l. c. Tafel VII, Fig. 2); dann treten immer häufiger Magnetitstaub, Plagioklase und Augite auf, und zwar z. T. in derartigen Glasschlieren, die noch ringsum scharf begrenzt sind, bis schließlich die ganze Glasschliere ganz allmählich in den normalen Basalt verfließt, ohne daß eine Grenze zu finden wäre. Es ist aus der Betrachtung des Schliffes ganz offensichtlich, daß diese Glasmassen von dem Basaltmagma von irgendwoher aufgenommen oder aus ihm früher plötzlich erstarrt und dann allmählich wieder resorbiert worden sind — man findet alle Übergänge von kleinen, ganz farblosen, einschlußfreien, scharf begrenzten Glasmassen zu solchen, die ganz allmählich in den Basalt verfließen, sodaß beim besten Willen die Grenze nicht mehr zu finden ist, und zwar finden sich diese Übergänge z. T. bei denselben (großen) Glasschlieren, die auf einer Seite ganz scharf begrenzt sind, an der andern Seite ohne Grenze im Basalt verschwinden.

An einer Stelle war zu beobachten, wie ein Ausläufer einer derartigen, noch recht scharf begrenzten Glasschliere von einem kristallographisch recht scharf begrenzten Olivineinsprengling umwachsen war — der Olivin hat sich also offenbar z. T. erst später gebildet, nachdem diese Glasmasse schon von dem Basaltmagma wieder aufgenommen war. Die Olivineinsprenglinge dieses Schliffes sind — mit einer Ausnahme — kristallographisch völlig scharf begrenzt, wenn auch z. T. einzelne kleine, schlauchartige Einstülpungen vorhanden sind; es ist aber dies dann ein völlig anderes Bild als bei den großen angeschmolzenen, protogenen Olivinen der anderen, vorher beschriebenen Schliffe. Nur einer dieser großen Olivine in diesem Schliff ist nicht wesentlich von Krystallflächen, sondern an mehreren Seiten unregelmäßig begrenzt, meistens auch ohne Einschmelzungserscheinungen und mit völlig scharfem Rand, und nur zwei oder drei andere, sonst scharf kristallographisch begrenzte Olivine verfließen ebenfalls an kleineren Stellen allmählich in die angrenzende Basaltmasse (Resorptionsstellen). Die kristallographisch so gut ausgebildeten Olivine umschließen stellenweise kleinere Schlieren der Grundmasse des Basalts, mit kleinen Augiten, Plagioklasen und Magnetitkörnchen, z. T. ziemlich reichlich kleine, schöne Magnetitkrystalle, und ich habe aus dem Studium dieses Schliffes nur den Schluß ziehen können, daß hier in dieser Bombe die Olivine nicht protogen sondern

erst sehr spät gebildet sind, nach Resorption und Umschmelzung der aufgenommenen Glasmassen und nachdem aus dem Basalt schon ein Teil der kleinen Augite und Plagioklase auskrystallisiert war, die von den scharf begrenzten Olivinen unwachsen sind. Diese Bombe muß jedenfalls ein sehr wechselvolles Schicksal durchgemacht haben.

Besonders die vorher erwähnten größeren Olivine, die z. T. Krystallflächenbegrenzung, z. T. Resorptionserscheinungen aufweisen, beweisen m. E., daß die Olivine zwar relativ spät ausgeschieden sind, daß das Magma aber denn doch noch die Fähigkeit gehabt haben muß, die eben gebildeten Krystalle auch wieder anzugreifen.

Der Schliff enthält stellenweise noch vereinzelte kleine Körnchen eines leuchtend rotbraunen Minerals, das ich nicht bestimmen kann.

Ein vierter Schliff einer derartigen Bombe zeigt im wesentlichen dasselbe Bild, eine sehr dunkle Grundmasse mit zahlreichen kleinen Plagioklasleisten, Augiten und scharf begrenzten Olivineinsprenglingen; den Rand der großen Olivinbombe, der mit im Schliff liegt, ist aber wieder sehr angeschmolzen und verschlackt; im übrigen zeigt die Olivinfelsknolle nur zucker-körnige, ganz frische Olivine und wenig Magnetit.

Der letzte derartige Schliff zeigt wieder eine ganz dunkle Grundmasse, in der die zahlreichen kleinen Plagioklasleisten, kleinen Augite und größeren scharf begrenzten Olivine liegen; hier ist auch ein größerer Augiteinsprengling mit schönen Spalt-rissen, Andeutungen von Felderteilung und Schalenbau beobachtet. Die Grenze der eingeschlossenen Olivinfelsknolle ist auch hier zum erheblichen Teil verschlackt und angeschmolzen, und von dieser Grenze aus erstrecken sich in die zuckerkörnige, aus Olivin und Pyroxen bestehende Knolle größere Parteen von Glasmasse, die besonders an der Grenze von Basalt und Olivin-fels etwas matt, trübe und mit kleinsten dunklen Einschlüssen erfüllt sind.

Ein völlig schwarzes, sehr porös schlackiges, sehr feinkörniges Gestein mit eingesprengten Olivinen bildet den jüngsten Lavastrom, der sich bei Porto Moniz weit ins Meer ergossen hat und noch seine rauhe Schlackenkruste aufweist. Das Gestein ist von Herrn FINCKH ohne weiteren Zusatz als Basalt bezeichnet. Es enthält in einer sehr feinkörnigen Grundmasse zahllose, sehr feine, z. T. deutlich fluidal angeordnete Plagioklasleistchen, kleine Augite und, zahlreich eingesprengt darin größere Olivine, die z. T. auffallend geringe Interferenzfarben zeigen, aber durch die sehr charakteristischen Krystallumrisse und die ganz un-

vollkommene Spaltbarkeit doch unverkennbar sind. Magnetit ist sehr reichlich vorhanden, meistens in sehr kleinen Körnern. Die Olivine zeigen z. T. schmale, pechschwarze Ränder, von denen sich auf feinen Rissen diese schwarze (Magnetit-) Substanz z. T. wolkigfiederig ins Innere erstreckt; eine Erscheinung, die ich sonst nur noch an einem Schriff gesehen zu haben mich erinnere, nämlich in einem ebenfalls sehr schlackig porösen, rotbraunen „Basalt“ (FINCKH) von Calheta an der Südküste.

Im Dünnschliff zeigen die Augite stellenweise deutliche Felderteilung. Die größeren Olivine zeigen z. T. sehr sonderbare Wachstumsformen und meistens einen leuchtend orange-farbenen bez. hellbraunen, glänzenden, kaum pleochroitischen Rand (Iddingsit).

Dies sind die Analysen und Beschreibungen der wichtigsten, deutlich unterscheidbaren Effusivgesteinstypen Madeiras. Es fehlen von bemerkenswerten Typen eigentlich nur die von Herrn FINCKH angegebenen Limburgite; ich selbst habe in den von mir durchgesehenen Schriffen keine feldspathfreien, echten Limburgite finden können.

Analysentafel der Analysen von COCHIUS.

	„Trachyte“				„Trachydolerite“			„Basalte“		
	I P. S. Pico do Facho	II P. S. Pico do Baixo	III P. S. Pico do Castello	IV Abel- heira	V Porto Santo Westen	VI Raba- çal	VII Abel- heira	VIII Arre- bentão	IX Camin- ho nuovo	X Rib. de São Jorge
SiO ₂	69,30	66,99	64,65	61,57	56,49	56,40	54,07	53,88	46,26	44,01
Al ₂ O ₃	18,19	16,20	19,24	16,96	22,08	21,47	13,65	19,83	20,40	21,81
Fe ₂ O ₃	4,00	3,95	5,18	9,65	5,11	12,46	17,17	9,42	12,83	14,60
FeO										
CaO	2,01	0,77	4,22	4,05	5,49	2,39	4,99	5,13	9,89	9,93
MgO	0,52	1,91	0,90	0,80	3,00	1,82	0,26	3,55	6,09	5,12
K ₂ O	Spur	2,78	2,53	3,32	2,06	Spur	4,27	Spur	Spur	0,57
Na ₂ O	5,98	7,40	3,28	3,65	5,77	5,46	5,59	8,19	4,53	3,96
H ₂ O (Glüh- verlust)	0,52	2,60	0,90	2,79	1,89	3,35	1,17	0,66	0,96	3,00
Spez. G.	2,62	2,89	2,505	2,57 ganz hellgrau fast weiß C. G.	2,43	2,92	2,57	2,88	2,97	3,041
						Gänge- steine	dunkel- grau C. G.			

Von den besonders charakteristischen, gefleckten, grauen bez. hellgrauen Gesteinen sind mehrere Analysen von möglichst verschiedenen Teilen der Insel ausgewählt, um jede

Zufälligkeit lokaler Beschaffenheit möglichst auszuschalten, sodaß diese Analysen wohl ein zutreffendes Bild der Madeirensen Effusivgesteine geben dürften. Zum Vergleich sind noch die alten Analysen von COCHUIS beigefügt, die fast alle auffällig mehr Kieselsäure ergeben haben, allerdings ohne Bestimmung der Titansäure und des Eisenoxyds und auch sonst sehr unvollkommen ausgeführt sind.

So stammen meine Analysen c und d von Gesteinen, die mit dem der COCHIUSschen Analyse IV geologisch eng verknüpft sind bez. direkt zusammen gehören (S. 426), und das Gestein der Analyse VII ähnelt äußerlich sehr den Gesteinen meiner Analysen f, h, k und m.

Meine Analysen der Madeiragesteine halten sich alle innerhalb der Grenzen der Trachydoleritanalysen, die in ROSENBUSCHS Elementen IV Seite 432—434 angeführt sind.

Auffällig ist bei ihnen erstlich der fast durchgehend ungewöhnlich hohe Titansäuregehalt, zweitens, daß ein sehr großer Teil dieser Gesteine ganz erheblich kieselsäurereicher ist als die allermeisten echten Basalte, vor allem aber, daß auch unter den grauen bzw. ganz hellgrauen Gesteinen auch solche von nur rund 42 Proz. Kieselsäure vorkommen, während andererseits ganz dunkle bzw. schwarze Gesteine 45 bis über 46 Proz. SiO_2 enthalten, nach dem Cochiusschen Analysen sogar 54 Proz. (Säulen-trachydolerit an der Abelheira, welches Gestein ich aus eigener Anschauung kenne.)

Es ist im höchsten Maße auffallend, daß zwei im äußeren Aussehen so wenig unterscheidbare Gesteine wie die der Analysen a und t (Nr. 10 und 1 des Serradoprofils) so grundverschieden stoffliche Zusammensetzung haben und 13,5 Proz. Differenz im Kieselsäuregehalt zeigen, während so ganz und gar verschieden aussehende Gesteine wie die der Analysen t und u (Nr. 1 und 2 des Serradoprofils) eine anscheinend fast übereinstimmende Analyse ergeben haben. Erst bei der Umrechnung auf wasserfreie Molekularprocente treten hier die chemischen Unterschiede: der merklich geringere Gehalt an Tonerde und der erheblich höhere Gehalt an Magnesia bei dem dunkleren Gestein, deutlicher hervor.

Auch im Schriff ist der Unterschied dieser Gesteine nicht so auffällig, daß mir damit das grundverschiedene äußere Aussehen restlos erklärt erschiene. Das dunklere Gestein (u) enthält ersichtlich mehr Augite und Olivine als das helle Gestein (t), und dieses letzte zeigt dafür eine ausgezeichnet trachytoide Struktur, die bei jenem fehlt. Es könnte mithin beinahe scheinen, als ob dieser Strukturunterschied das bestimmende für das

äußere Aussehen ist, da nach den Schlifften alle hellgrauen Gesteine Madeiras diese schöne bzw. ausgezeichnete Fluidalstruktur aufweisen. Andererseits habe ich aber auch einige ganz dunkle Gang- und Ergußgesteine gefunden, die ebenfalls diese schöne Fluidalstruktur und den schönen Seidenschimmer zeigen, sodaß dieser Erklärungsversuch auch nicht ausreicht.

Die sehr hellen Gesteine Madeiras mit rund 42 Proz. SiO_2 , ja auch noch das mit 47,7 Proz. (e), sind jedenfalls etwas ganz ungewöhnlich auffallendes und merkwürdiges und ich kann eine einwandfreie Erklärung für die bei dem hohen bzw. sehr hohen Eisen- und Magnesiumgehalt und dem derartig geringen Kieselsäuregehalt so auffallend helle Färbung nicht ausfindig machen.

Um noch eine möglichst übersichtliche Darstellung zu geben, wie der Charakter der Ergußgesteine auf Madeira sich in der Zeitfolge geändert hat, gebe ich nochmals eine Zusammenstellung der Analysen von den Gesteinen des Curral und dessen Umgebung in der natürlichen Reihenfolge (nicht wie vorher nach der Acidität geordnet) in Form eines Variationsdiagramms, nach der HARCKERSCHEN Methode.

Es ist hieraus meines Erachtens unzweideutig ersichtlich, daß irgend ein gesetzmäßiger Zusammenhang der Ergußfolge in bezug auf saure und mehr basische Gesteine nicht vorhanden ist, sondern daß die Differentiation des Magmas zu den verschiedenen Ergußgesteinen nach Gesetzen erfolgt ist, die uns vorläufig noch ganz unbekannt sind.

Auf „limburgitartige“ und) recht basische Gesteine folgen ziemlich saure, dann wieder basische bzw. sehr basische im mannigfachen Wechsel bis nach Schluß der Haupteruptions-epoche die ganz sauren Trachyte und trachytoiden Trachydolerite des Boaventuratales und bei Porto da Cruz folgen, während ganz zum Schluß als allerletzte Ergüsse auf der Insel (Porto Moniz, Funchal) wieder ganz dunkle „limburgitartige“ Gesteine auftreten (von denen keine Analyse vorliegt).

Die vorstehenden und diesbezüglichen in früheren Kapiteln niedergelegten Beobachtungen und Ausführungen über die Folge der Eruptivgesteine Madeiras waren seit einem Jahr — in etwas weniger präziser Form schon seit mehreren Jahren niedergeschrieben, als ich auf den zweiten Teil der großen Arbeit von BRÖGGER über die Eruptivgesteine des Christianiagebietes (Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol, Christiania 1895) durch die Freundlichkeit meines Kollegen KÜHN aufmerksam gemacht wurde und zu meiner Überraschung darin fand, daß diese von mir auf Madeira beobachtete Reihenfolge

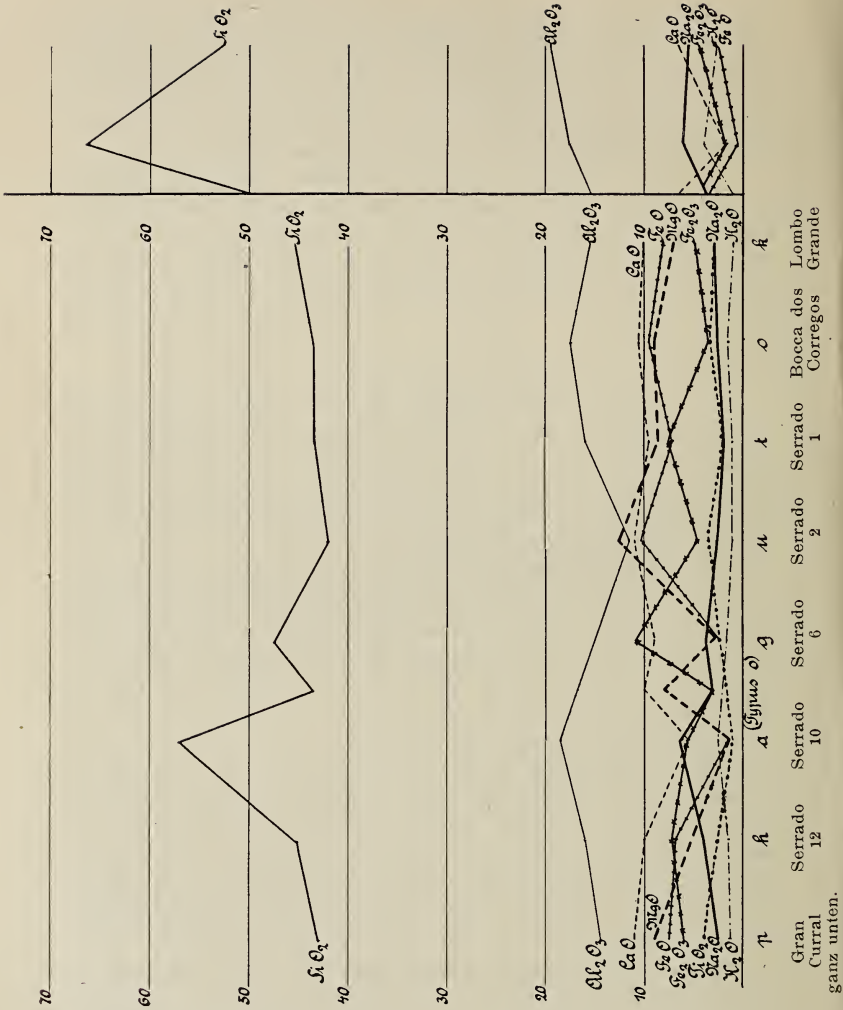


Fig. 22.

Variationsdiagramm der Ergußgesteine im Gran Curral nach ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge und Gewichtsprozenten.

Ganz rechts die Analysen der Trachyte u. trachytoiden Trachydolerite im Boaventuratale (jünger als die Ergüsse des Curral!)

(Diese Analysen stammen von Gesteinen, die nach der mikroskopischen Untersuchung diesen jüngsten Strömen im Norden des Curral sehr ähnlich sind.)

(Die Kurve von Al₂O₃ ist bei o und g etwas verzeichnet; bei o 3 mm zu hoch, bei g 3 mm zu niedrig!)

in der chemischen Beschaffenheit der Ergußgesteine, in die ich nach meinem beschränkten dortigen Beobachtungsfeld kein System hineinbringen konnte, in so verblüffender Weise der von BRÖGGER festgestellten und auch theoretisch begründeten Reihenfolge der Tiefengesteinsbildung entspricht (l. c. S. 164 und vor allen 175).

„Die Reihenfolge basisch, weniger basisch, sauer scheint in der Tat bei den Tiefengesteinen so häufig wiederzukehren, daß wir diese Reihenfolge als eine normale ansehen müssen; der plötzliche Sprung zurück nach basisch ist bei vielen Vorkommen bekannt, scheint aber eben so häufig zu fehlen.“

Daß bei der Eruption der Ganggesteine und Ergußgesteine als der zum großen Teil zu einander komplementären Differentiationsprodukte der Tiefengesteine öfter Abweichungen von der Reihenfolge der Tiefengesteinsbildung eintreten und ein häufigerer Wechsel von basischen und sauren Typen eintreten muß, hat BRÖGGER (l. c. Seite 177—178) mit überzeugenden Gründen dargetan.

Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet fügt sich die ganz objektiv und unvoreingenommen festgestellte Eruptionsfolge auf Madeira überraschend gut in die von BRÖGGER als notwendig erkannte Reihenfolge der Tiefengesteinsdifferentiation und dürfte als eine erfreuliche Bestätigung der BRÖGGERschen Ausführungen zu betrachten sein — meine früheren Ausführungen darüber habe ich ganz absichtlich nicht gestrichen, um auch andren die unbefangene Prüfung meines Gedankenganges und der Berechtigung meiner Beziehungen auf die BRÖGGERschen Ausführungen zu gewähren. —

Madeira erfüllt, wie mir scheint und wie schon mehrfach betont ist, völlig die Anforderungen, die BRÖGGER zur einwandfreien Feststellung der Differentiationsfolge für wichtig erklärt: die örtliche und zeitliche Einheitlichkeit — letztere im geologischen Sinne verstanden — als in einer geologischen Epoche (hier im Tertiär-Diluvium) gebildet.

Endlich füge ich noch die Tabellen mit den auf Molekularproportionen und in Molekularprozenten ungerechneten Analysen der Madeirensen Tiefen-, Gang- und Ergußgesteine bei, mit den danach berechneten Osannschen Konstanten und der Projektion der Analysenorte im OSANNschen Dreieck.

Analysestafel der Tiefgesteine Madeiras
nach Molekularproportionen und Molekularprozenten nebst den OSANNSCHEN Konstanten.

	A. Soca Spez. Gew. 2,766		B. Rib. das Voltas Spez. Gew. 2,772		C. Soca Spez. Gew. 2,965		D. Rib. das Voltas Spez. Gew. 3,003		E. Rib. de Massapez Spez. Gew. 3,096	
SiO ₂	87,45	59,93	83,12	59,35	76,15	51,54	75,07	51,36	66,78	43,16
TiO ₂	1,96	1,34	3,25	2,32	1,62	1,10	4,59	3,14	2,94	1,90
Al ₂ O ₃	15,53	10,64	14,69	10,49	16,69	11,30	16,09	11,01	8,77	5,66
Fe ₂ O ₃	2,06	1,41	3,86	2,75	2,87	1,95	3,76	2,57	3,01	1,95
FeO	11,69	8,01	6,11	4,36	11,83	8,01	10,14	7,00	10,85	7,01
CaO	9,02	6,18	11,32	8,08	20,20	13,68	20,39	13,95	24,70	15,96
MgO	3,80	2,60	4,42	3,15	14,05	9,50	9,82	6,72	34,65	22,40
K ₂ O	2,68	1,83	2,17	1,55	1,14	0,77	0,99	0,67	0,59	0,38
Na ₂ O	11,34	7,77	8,19	5,85	5,18	3,55	4,98	3,41	2,16	1,40
H ₂ O	10,78	—	9,22	—	4,22	—	7,83	—	13,61	—
P ₂ O ₅	0,10	0,07	0,52	0,37	0,40	0,27	0,33	0,23	0,25	0,17
S	0,28	0,19	2,37	1,55	0,28	0,19	—	—	0,02	—
SO ₃	—	—	0,37	—	Cl 0,11	0,08	0,36	—	—	—
CO ₂	—	—	7,32	—	—	—	0,82	—	8,57	—
	156,69	—	156,87	—	153,74	—	155,17	—	176,92	—
	s = 62,27	n = 8,10	s = 61,67	n = 7,91	s = 52,64	n = 8,17	s = 54,50	n = 8,36	s = 45,06	n = 7,86
	A = 9,60	a = 6,97	A = 7,40	a = 5,81	A = 4,32	a = 2,32	A = 4,08	a = 2,36	A = 1,78	a = 0,72
	C = 1,04	c = 0,78	C = 3,09	c = 2,42	C = 6,98	c = 3,74	C = 6,93	c = 4,07	C = 3,88	c = 1,38
	F = 17,02	f = 12,25	F = 14,98	f = 11,77	F = 25,97	f = 13,93	F = 23,05	f = 13,57	F = 43,25	f = 17,70
	Rib. de Massapez I									
	Rongstock III									
	Dignaes V									
	Brandberg VI (Pyroxenitisch)									
	Papenoo Tahiti VII Gabbro essentique									
	s = 57,14	n = 7,8	s = 57,17	n = 7,3	s = 55,75	n = 6,6	s = 49,09	n = 7,0	s = 46,20	n = 8,7
	A = 7,33	a = 4,5	A = 8,0	a = 5,5	A = 6,69	a = 4,0	A = 3,55	a = 1,50	A = 2,36	a = 1,0
	C = 4,04	c = 2,5	C = 3,42	c = 2,0	C = 4,37	c = 2,5	C = 3,79	c = 1,75	C = 5,09	c = 2,25
	F = 20,12	f = 13,0	F = 19,56	f = 12,5	F = 21,77	f = 13,5	F = 36,63	f = 16,75	F = 39,00	f = 16,75

I, III, V, VI, VII beziehen sich auf die Vergleichsanalysen der Analysestafel Seite 399.
I, III, V nach ROSENBUSCH, VI u. VII entnommen aus QUENSSEL a. a. O., S. 75.

Analysentafel der Tiefengesteine La Palmas
nach Molekularproportionen und Molekularprozenten nebst den OSANN'SCHEN Konstanten.

	F. Barr. del Diablo Spez. Gew. 2,786		G. Barr. del Almen- drero amargo Spez. Gew. 3,072		H. Barr. del agua agria Spez. Gew. 3,065	
SiO ₂	81,42	56,39	74,17	46,30	68,00	47,29
TiO ₂	2,87	1,92	2,15	1,33	4,30	2,94
Al ₂ O ₃	16,21	11,24	12,97	8,09	14,48	9,85
Fe ₂ O ₃	3,66	2,54	2,57	1,60	4,94	3,38
FeO	7,88	5,32	10,78	6,73	10,18	6,98
CaO	11,62	8,05	20,00	12,48	20,77	14,17
MgO	7,37	5,11	32,97	20,53	12,72	8,70
K ₂ O	3,10	2,22	0,79	0,49	2,28	1,56
Na ₂ O	8,85	6,14	2,73	1,71	7,06	4,84
H ₂ O	8,22	—	7,56	—	5,83	—
P ₂ O ₅	0,58	0,42	0,75	0,47	0,62	0,44
S	0,65	0,45	0,31	0,19	0,56	0,38
SO ₃	0,30	—	Spur	—	Spur	—
CO ₂	—	—	0,82	—	0,11	—
	152,73	—	168,57	—	151,85	—
s	58,31	n = 7,34	s = 47,63	n = 7,77	s = 50,23	n = 7,56
A	8,36	a = 5,55	A = 2,20	a = 1,01	A = 6,40	a = 3,25
C	2,88	c = 1,91	C = 5,89	c = 2,71	C = 3,43	c = 1,74
F	18,88	f = 12,53	F = 35,34	f = 16,28	F = 29,46	f = 15,01

Analysestafel der Ganggesteine Madeiras und La Palmas
nach Molekularproportionen und Molekularprozenten nebst den OSANN'schen Konstanten.

	J. Curral (Trachyt) Spez. Gew. 2,504	K. Curral (Gauteit) Spez. Gew. 2,607	L. Caldera Sodalithgauteit	M. Caldera Maenait
SiO ₂	109,03	96,12	80,38	85,63
TiO ₂	0,24	0,50	2,37	1,81
Al ₂ O ₃	16,86	18,79	18,05	15,60
Fe ₂ O ₃	0,98	2,84	2,04	1,98
FeO	1,47	1,37	6,94	5,60
CaO	3,82	7,04	11,48	6,43
MgO	0,90	3,05	4,80	5,55
K ₂ O	4,02	3,56	3,56	3,36
Na ₂ O	9,90	11,03	12,53	9,79
H ₂ O	10,11	9,83	16,94	13,44
P ₂ O ₅	0,11	0,24	0,33	0,30
S	0,06	0,18	0,37	—
SO ₃	—	—	0,51	0,35
CO ₂	—	—	—	13,82
	157,50	154,55	160,10	163,66
	s = 74,14 A = 9,44 C = 2,90 F = 2,79	s = 66,74 A = 10,08 C = 1,76 F = 7,91	s = 57,99 A = 11,13 C = 1,53 F = 15,77	s = 64,32 A = 9,80 C = 1,66 F = 12,36
	n = 6,90 a = 13,26 c = 2,81 f = 3,93	n = 7,60 a = 10,20 c = 1,78 f = 8,02	n = 7,88 a = 7,88 c = 1,07 f = 11,09	n = 7,35 a = 8,23 c = 1,40 f = 10,38
	Trachyt Kelberg s = 72,86 A = 10,47 C = 1,57 F = 3,06 nach OSANN.	Gauteit Mählörzen s = 62,19 A = 9,79 C = 2,60 F = 12,93 nach ROSENBUSCH.		

Analysestafel der Ergußgestein Madeiras
nach Molekularproportionen und Molekularprozenten nebst den O_{SANN}schen Konstanten.

	a) Serrado 10 Spez. Gew. 2,628	b) Rib. de Massapez Spez. Gew. 2,770	c) Achada Spez. Gew. 2,798	d) Ilheo Spez. Gew. 2,698	e) Rib. frio (gran) Spez. Gew. 2,673	f) Punta do Sol Spez. Gew. 2,906
SiO ₂	92,57	87,92	87,33	86,30	79,50	77,40
TiO ₂	0,89	1,17	2,00	1,31	3,17	3,62
Al ₂ O ₃	17,84	17,93	18,89	13,15	16,98	15,98
Fe ₂ O ₃	3,70	2,92	2,85	4,01	3,39	3,01
	1,58	1,10	1,90	2,88	6,54	2,02
	3,42	5,81	5,13	5,35	6,70	8,42
CaO	10,07	13,20	4,96	3,85	4,57	9,82
	7,10	8,99	7,55	10,79	14,25	17,91
MgO	3,30	5,37	5,07	4,65	9,05	12,30
		3,66	3,50	3,29	6,32	8,35
K ₂ O	2,45	2,44	2,16	2,49	2,61	1,53
Na ₂ O	10,39	9,13	8,87	8,92	6,79	6,16
H ₂ O	13,06	4,17	10,11	15,44	17,11	7,78
S	0,04	0,16	0,32	0,13	0,13	0,28
P ₂ O ₅	0,39	0,50	0,37	0,50	0,70	0,58
	0,26	0,36	0,25	0,36	0,47	0,42
	156,28	150,92	154,86	156,70	160,22	156,37
	s = 65,25	s = 60,72	s = 61,64	s = 61,99	s = 57,76	s = 54,52
	n = 8,19	n = 7,89	n = 7,11	n = 7,82	n = 7,22	n = 8,00
	a = 8,27	a = 7,88	a = 6,94	a = 8,18	a = 6,56	a = 5,17
	c = 3,12	c = 4,33	c = 3,56	c = 4,97	c = 5,30	c = 3,28
	f = 8,61	f = 14,13	f = 10,82	f = 11,42	f = 17,67	f = 13,68
Vergleichsanalysen-						
typen nach O _{SANN} .						
	Kolmer Scheibe:					Chajorra Basanit
	s = 61,9	n = 6,3				s = 56,7
	A = 7,86	a = 6				A = 6,19
	C = 4,14	c = 3				C = 4,53
	F = 13,80	f = 11				F = 21,85

Analyseentafel der Ergußgesteine Madeiras
nach Molekularproportionen und Molekularprozenten nebst den Osannschen Konstanten.

	g) Serrado 6 Spez. Gew. 2,809	h) Serrado 12 Spez. Gew. 2,939	i) Ponta Delgado (Essexitmelaphyr) Spez. Gew. 3,034	k) Lombo grande Spez. Gew. 2,931	l) Rib. de Massapez (Essexitporphyrit) Spez. Gew. 3,006
SiO ₂	76,80	74,77	74,17	74,00	73,08
TiO ₂	55,47	3,15	2,56	3,46	3,16
Al ₂ O ₃	3,41	2,13	1,63	2,32	2,00
Fe ₂ O ₃	17,05	15,86	13,58	15,10	12,69
FeO	6,84	4,51	2,17	3,25	1,69
CaO	2,57	3,05	1,38	2,18	1,07
MgO	7,02	6,67	8,00	7,28	9,27
	15,84	12,03	11,46	10,85	14,60
	4,80	9,04	17,96	17,71	16,95
	1,06	1,48	0,98	1,26	29,75
K ₂ O	4,33	6,10	4,35	4,56	1,13
Na ₂ O	—	4,72	2,76	3,06	0,72
H ₂ O	—	—	3,94	—	3,90
S	0,05	0,15	0,17	0,15	9,39
P ₂ O ₅	0,53	0,43	0,40	0,54	—
	151,61	152,44	160,58	160,89	166,92
	s = 57,93 A = 5,39 C = 6,92 F = 16,34	n = 8,05 a = 2,88 c = 3,13 f = 13,99	s = 48,85 A = 3,38 C = 5,28 F = 32,85	n = 8,17 a = 1,62 c = 2,54 f = 15,84	n = 7,85 a = 2,15 c = 3,44 f = 14,41
	„Andesitbasalt“ Shasto Co.	Dobranka Nephelin- tephrit	Nephelinbasanit der Stellerskuppe	Nephelinbasanit Sebbel	
	s = 58,79 A = 4,88 C = 7,01 F = 17,4	n = 9 a = 3,5 c = 4,5 f = 12	s = 46,76 A = 5,23 C = 4,19 F = 34,19	n = 6,8 a = 2,5 c = 3,00 f = 14,5	s = 48,39 A = 3,19 C = 4,86 F = 35,00

	m) Rabaçal Spez. Gew. 3,022	n) Rib. frio (schwarz) Spez. Gew. 2,997	o) Bocca dos Corregos Spez. Gew. 3,027	p) Gran Curral Spez. Gew. 3,033	q) Chapanna Spez. Gew. 2,967
SiO ₂	72,98	72,17	71,18	70,67	70,65
TiO ₂	3,52	3,54	4,22	4,60	3,26
Al ₂ O ₃	13,46	13,79	14,33	13,91	15,46
Fe ₂ O ₃	2,11	3,46	1,95	3,84	3,68
FeO	14,17	9,96	12,97	10,68	12,03
CaO	18,82	19,41	19,07	19,79	16,79
MgO	23,65	24,05	22,27	22,55	18,60
K ₂ O	1,33	1,19	1,65	1,52	1,32
Na ₂ O	4,37	3,89	5,02	4,03	3,31
H ₂ O	9,22	14,00	8,61	7,61	19,72
S	0,12	0,31	0,27	0,21	—
P ₂ O ₅	0,47	0,46	0,53	0,47	0,55
	164,22	166,23	162,07	159,88	165,37
	s = 49,35 n = 7,55 A = 3,68 a = 1,78 C = 5,00 c = 2,42 F = 32,68 f = 15,80	s = 49,72 n = 7,88 A = 3,30 a = 1,64 C = 5,72 c = 2,82 F = 31,41 f = 15,54	s = 49,05 n = 7,53 A = 4,25 a = 2,10 C = 5,08 c = 2,50 F = 31,11 f = 15,38	s = 48,70 n = 7,24 A = 3,63 a = 1,84 C = 5,50 c = 2,75 F = 30,79 f = 15,41	s = 50,75 n = 7,16 A = 3,17 a = 1,67 C = 7,44 c = 3,13 F = 27,39 f = 15,20
	Römbild Nephelinbasanit s = 51,15 n = 7,3 A = 4,33 a = 2 C = 4,15 c = 2 F = 31,63 f = 16	Stellerskuppe Nephelinbasanit s = 46,76 n = 7,3 A = 4,19 a = 2 C = 5,23 c = 2,5 F = 34,19 f = 15,5	Rosberg Nephelinbasit s = 45 n = 6,9 A = 4,33 a = 2 C = 5,09 c = 2 F = 35,56 f = 16	Nephelinbasanit Stellerskuppe s = 46,76 n = 7,3 A = 4,19 a = 2 C = 5,23 c = 2,5 F = 34,19 f = 15,5	

Analysentafel der Ergußgesteine Madeiras
nach Molekularproportionen und Molekularprozenten nebst den OSANNschen Konstanten.

	r) Canical Spez. Gew. 3,098	s) Canical Spez. Gew. 3,010	t) Serrado 1 Spez. Gew. 2,902	u) Serrado 2 Spez. Gew. 3,079	v) Calheta Spez. Gew. 3,043
SiO ₂	70,62	70,32	69,93	69,53	69,05
TiO ₂	4,01	3,94	2,70	4,26	3,34
Al ₂ O ₃	13,03	13,53	15,54	11,25	12,92
Fe ₂ O ₃	2,37	3,45	4,74	2,52	4,34
FcO	6,40	4,27	3,24	1,57	2,83
CaO	19,95	12,32	10,06	14,69	10,51
MgO	26,90	20,34	17,04	19,32	19,18
		21,37	21,12	31,37	29,77
K ₂ O	1,24	1,29	1,24	1,30	0,99
Na ₂ O	4,74	4,03	3,31	3,68	2,58
H ₂ O	3,11	10,61	17,06	6,17	11,94
S	0,27	0,32	0,06	0,12	0,15
P ₂ O ₅	0,40	0,51	0,62	0,46	0,31
	153,04	162,03	163,42	164,67	164,87
	s = 49,75 n = 7,92	s = 48,90 u = 7,57	s = 49,61 n = 7,38	s = 46,62 n = 7,39	s = 47,32 n = 7,29
	A = 3,99 a = 1,94	A = 3,50 a = 1,75	A = 3,06 a = 1,57	A = 3,14 a = 1,38	A = 2,33 a = 1,07
	C = 4,69 c = 2,29	C = 5,39 c = 2,68	C = 7,56 c = 3,88	C = 3,96 c = 1,73	C = 6,11 c = 2,81
	F = 32,23 f = 15,77	F = 31,23 f = 15,57	F = 28,29 f = 14,55	F = 38,56 f = 16,89	F = 35,01 f = 16,12
	Hundskopf		Hornblendebasalt	Nephelinbasanit von	
	Nephelinbasanit		Kork Creek	Ciruella	
	s = 50,77 n = 7,8	s = 49,3 n = 7,8	s = 49,3 n = 7,8	s = 45,17 n = 8,8	
	A = 4,52 a = 2	A = 2,89 a = 1,5	A = 2,89 a = 1,5	A = 3,43 a = 1,5	
	C = 3,69 c = 2	C = 8,55 c = 4,5	C = 8,55 c = 4,5	C = 4,04 c = 1,5	
	F = 32,49 f = 16	F = 26,36 f = 14	F = 26,36 f = 14	F = 39,46 f = 16	
	Tetschen		Hornblendebasalt		
	Plagioklasbasalt		Sparbrod		
	s = 46,81 n = 7,5	s = 46,43 n = 7,3	s = 46,43 n = 7,3		
	A = 3,94 a = 2	A = 3,84 a = 1,5	A = 3,84 a = 1,5		
	C = 4,98 c = 2	C = 3,80 c = 1,5	C = 3,80 c = 1,5		
	F = 34,93 f = 16	F = 39,35 f = 17	F = 39,35 f = 17		

Bemerkungen zu den Analysentafeln nach Molekularprozenten.

Bei der Umrechnung auf Molekularprozente sind außer dem Wasser bei den Gesteinen, die nicht ganz frisch waren, auch die Zersetzungsprodukte SO_3 und CO_2 bei der Berechnung einfach fortgelassen, da sie in den ursprünglichen Gesteinen sicher nicht vorhanden waren, sondern erst durch die Zersetzung von Schwefelkies und durch die Atmosphärien hineingekommen sind, und da die Metalloxyde, die an diese beiden Säuren gebunden sind, sicher nicht von außen zugeführt sind, sondern aus dem Gestein selbst stammen.

Es ist ja natürlich sehr mißlich, solche unfrischen Gesteine auf die OSANNSchen Konstanten umzurechnen, da aber die bei der Zersetzung der Gesteine entstandene Kieselsäure wahrscheinlich ebenso in dem Gestein geblieben ist und in den Zersetzungsprodukten steckt, wie die an SO_3 und CO_2 gebundenen Oxyde, so ist der Fehler wahrscheinlich am geringsten, wenn man die zugeführten CO_2 und SO_3 einfach vernachlässigt.

Die ausgerückte Zahl in der Kolumne der Molekularprozente ist der für die OSANNSchen Konstanten auf FeO umgerechnete Gesamteisengehalt.

Bemerkt muß noch werden, daß der bei einer ganzen Anzahl Gesteine vorhandene relativ bis absolut hohe Wassergehalt, nach dem Befunde der Schliffe nicht auf beginnender Zersetzung beruhen kann, sondern den ganz frischen Gesteinen eigentümlich sein muß; nur bei verhältnismäßig wenigen (grauen) Gesteinen ist er wohl zum erheblicheren Teile auf Rechnung beginnender Zersetzung zu stellen.

Betrachten wir nun diese auf die OSANNSchen Konstanten umgerechneten Analysenergebnisse und ihre Orte im Projektionsdreieck, so ist zunächst auffallend, — wie z. T. schon früher angeführt — daß sowohl die Tiefengesteine wie die Ergußgesteine keine einheitliche Stellung darin einnehmen, sondern z. T. auf die AF-Seite, die Seite der Alkaligesteine, z. T. auf die CF-Seite, den Ort der Kalkalkaligesteine, fallen; nur die Ganggesteine liegen ganz ausgesprochen auf der AF-Seite. (Vergl. Seite 416.)

Während aber die Tiefengesteine noch zu gleichen Teilen auf die beiden Seiten des Dreiecks verteilt sind, wobei zu bemerken ist, daß von beiden Hauptfundstellen Soca und Ribeira das Voltas je eine Analyse auf die AF-Seite, die andere auf die CF-Seite fällt, liegen von den Ergußgesteinen schon 12 ganz ausgesprochen auf der CF-Seite, 4 ziemlich auf der Mittellinie,

aber schon nach der CF-Seite herausgerückt, und nur 5 auf der AF-Seite, der Stelle der Trachydolerite.

Wenn man nun die alten kieselsäurereicheren, aber unvollkommenen, ungenauen und nicht gut berechenbaren Analysen von COCHIUS (Seite 451) ebenfalls als für die AF-Seite hinzu-

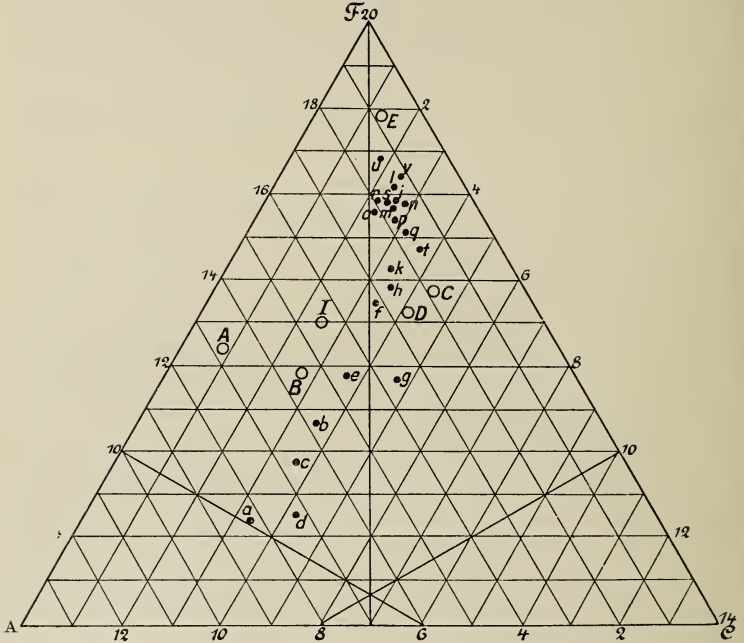


Fig. 23.

Projektion der Tiefen- und Ergußgesteine Madeiras.

○ A—E u. I Tiefengesteine, • a—u Ergußgesteine.

(Der nicht für die Projektion nötige untere Teil des Dreiecks ist aus Raumgründen fortgelassen! Die Projektionen von C und d sind durch ein Versehen beim Umzeichnen um je einen Strich verschoben.)

rechnet, so bleibt doch immer noch die Tatsache bestehen, daß bei weitem die Mehrzahl der Analysen ihren Ort nicht an der Stelle der typischen Trachydolerite, sondern mehr an der Stelle von Kalkalkaligesteinen hat, wo sonst schon Basalttypen stehen.

Daß die auf verschiedenen Seiten des Projektionsdreiecks liegenden Tiefengesteinsanalysen von der Soca und Ribeira das Voltas aus je einem, anscheinend völlig einheitlichen Gesteinskörper stammen, erscheint, wie schon früher erwähnt, ebenso

sicher wie die Tatsache, daß alle Tiefengesteine und Ergußgesteine geologisch zusammengehören und einen geologisch untrennbaren, einheitlichen Komplex bilden, der weder im Raum noch in der Zeitfolge einen trennenden Schnitt erkennen läßt.

Unter diejenigen Typen, für die ich in der mir bekannten Literatur vergleichbare Angaben finden konnte, habe ich diese heruntergesetzt; man ersieht daraus, daß eine ganze Anzahl dieser Madeirensen Ergußgesteine mehr oder minder gut mit OSANNSchen Typen übereinstimmt, aber nicht nur mit Trachydoleriten, Nephelinbasalten und Basaniten, Nephelintephriten, sondern auch mit einzelnen Plagioklasbasalten.

Für einige Analysen (v, q, l, c, d) ist es mir aber überhaupt nicht gelungen, vergleichbare Typen zu finden; bei einigen anderen (s, t, m, f) sind die Vergleiche auch nur sehr bedingt anwendbar, und diese überhaupt nicht oder nur schwer vergleichbaren sind (mit Ausnahme von c und d) eben alles solche, die sich durch einen abnorm geringen Alkali- und sehr hohen Kalkgehalt auszeichnen.

Die Analysen bilden aber chemisch so offensichtlich eine fortlaufende einheitliche Reihe, daß danach irgendeine grundlegende Unterscheidung, Trennung und Scheidung wie Alkaligesteine und Kalkalkaligesteine in dieser Reihe ebensowenig stattfinden kann, wie nach der geologischen Untersuchung an Ort und Stelle eine Scheidung zwischen grundsätzlich verschiedenen Gesteinen zu finden ist. Die mikroskopisch-petrographische Untersuchung (z. T. schon von Herrn FINCKH) hat bei vielen, bzw. der ganz überwiegenden Mehrzahl der Gesteine, den Mineralbestand ergeben, der für Produkte essexitischer Magmen — also für ganz typische Alkaligesteine — für charakteristisch angesehen wird, nämlich die Führung von alkalihaltigen Amphibolen und Barkewikiten, und — wie ich dann selbst festgestellt habe — auch von alkalihaltigen Pyroxenen (vergl. auch besonders noch die späteren Beschreibungen von Gesteinen des geologisch zu Madeira gehörigen Porto Santo!), von Nephelin, von Tintanaugiten und von Rhönit, und bei der geringen Anzahl Gesteine, in denen nicht wenigstens eins dieser Mineralien nachgewiesen ist — titanhaltige Augite sind wohl überall vorhanden — fragt es sich noch, ob das nicht an Zufälligkeiten des betreffenden Schliffs liegt, was meines Erachtens besonders vom Nephelin gilt. Wenn trotzdem bei einer so erheblichen Anzahl der Analysen der Projektionsort aus dem Gebiet der typischen Alkaligesteine herausfällt, was bei den bisher publizierten Gesteinen der essexitischen Magmen nur in ganz geringem Maße der Fall war (vergl. ROSENBUSCH: Elemente, IV, Seite 238 und 442),

so ist das ein schlagender Beweis dafür, was schon ROSENBUSCH hervorgehoben hat (a. a. S. Seite 441), „daß die chemische Zusammensetzung der Gesteine nicht in allen Fällen ein zuverlässiges Unterscheidungsmerkmal bietet“, bzw. dafür, daß die jetzige Interpretation und Darstellung der Analysenergebnisse nicht in allen Fällen die Verwandtschaftsverhältnisse richtig zur Darstellung bringt, oder aber dafür, daß die scharfe Trennung und grundsätzliche Unterscheidung in Alkali- und Kalkalkali-, in alkaline und subalkaline Gesteine, die doch nun einmal eine chemische Unterscheidung ist, eben nicht überall durchzuführen ist, daß es Gebiete und Gesteinsserien gibt, in denen diese beiden Reihen ineinander verlaufen, deren Gesteine nicht chemisch sondern nur nach ihrem Mineralbestand und nach ihrem geologischen Verband in eine der beiden großen Sippen einzuordnen sind, die im allgemeinen eine so grundsätzlich verschiedene Verteilung auf der Erde erkennen lassen, was ja schon BECKE¹⁾ seit langem mit überzeugenden Gründen verfochten hat.

Wenn man nach BECKE (a. a. O. Seite 229—230 und 242) nicht den größeren oder geringeren Gehalt an Alkalien, sondern den an rhombischen Pyroxenen einerseits, an Alkalipyroxenen, Titanaugiten und Nephelin andererseits als das wesentliche Kriterium für die Unterscheidung der beiden großen Gesteins Sippen betrachtet, so kann es nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, daß wir es auf Madeira mit einer Gesteinsserie der rein atlantischen Serie zu tun haben. Die minimale Ausnahme der Olivinfelsbomben mit rhombischen Pyroxenen soll noch später diskutiert werden.

Daß die auf Madeira auftretenden Tiefengesteine nach Mineralbestand und Struktur Essexite sind, bzw. auch in ihren am meisten basischen Ausbildungsformen mit typischen Essexiten aufs innigste zusammengehören und geologisch von diesen nicht zu trennen sind, ist schon mehrfach betont und auseinandergesetzt — wie man diese basischen und ultrabasischen Differentiationsprodukte des Essexitmagmas nennen will, ist ein Ding für sich und ändert nichts an der Sache, daß typische und echte Essexite das charakteristische und wesentliche sind! —

Ähnlich liegt die Sache mit den Ergußgesteinen. Daß die überwiegende Anzahl derselben nach äußerem Aussehen und Mineralbestand echte Trachydolerite sind, ist nach den früher

¹⁾ BECKE: Die Eruptivgesteine des böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Anden. Tschermacks mineral.-petrogr. Mitt., 1903, 22. Band, Seite 209 ff.

gegebenen Beschreibungen und den Ausführungen über die charakteristischen Amphibol-, Augit- und Nephelin-Mineralien sicher; trotzdem liegen die Analysenorte zum erheblicheren Teil auf der CF-Seite, wo sonst die Stelle der Basalte ist.

Aber auch bei den von ROSENBUSCH mitgeteilten Beispielen von Trachydoleritanalysen liegen in bezug auf den sehr geringen Alkaliengehalt eine kleine Zahl außerhalb der chemischen Grenzen, die ROSENBUSCH selbst für die Trachydolerite annimmt (Analysen 48, 50, 52, 53), und fallen schon auf die Basaltseite bzw. in die Mitte des Projektionsdreiecks, während von den analysierten Madeiragesteinen gerade die mit dem geringsten Alkaligehalt größtenteils wegen ihres so abweichenden Aussehens und ihres Mineralbestandes meines Erachtens nicht zu den Basalten gerechnet werden können.

Die grauen Trachydolerite von Calheta, Serrado 1 und Serrado 6, von der Chapanna (Analysen v, t, q, g), die Essexit-melaphyre und Essexitporphyrite, die gefleckten Gesteine vom Typus der Analyse m (Rabaçal) sind ganz gewiß keine Basalte oder zu den Basalten gehörige Gesteine, trotzdem ihre Analysenorte sehr viel näher den Stellen typischer Basalte, ja direkt am Analysenort von „Basalten“ stehen; das ist nach äußerer Erscheinung und Mineralbestand evident und bedarf weiter keiner Erörterung; auch die vorhandenen chemischen Vergleichstypen sind z. T. schon von ROSENBUSCH als trachydoleritische Gesteine erkannt worden.

Daß die schön plattigen und klingenden Gesteine vom Typus der Analysen u und o, und die Gesteine, die den mehr oder minder deutlichen Seidenschimmer auf den Bruchflächen zeigen und die ganz helle Verwitterungsrinde aufweisen, nicht zu den echten Basalten gehören, ist mir — auch schon nach dem Nephelingealt — ebenso einleuchtend.

Höchstens könnte man die Frage erörtern, ob man die schwarzen oder ganz dunklen, feinkörnigen, mehr oder minder reichlich olivinhaltigen Gesteine vom Typus der Analysen n und h nicht als Basalte bezeichnen könnte, aber gerade diese enthalten in einzelnen Schliften Rhönit und, wenn auch wenig, Nephelin. Der Nephelingealt dieser Gesteine ist oft so gering und so schwer festzustellen, daß auch Herr FINCKU ziemlich oft die Diagnose nur mit einem (?) hingeschrieben hat, und die Gesteine der Analysen o und n will Herr FINCKU neuerdings auch als Basalte auffassen — auf Grund welcher Erwägungen ist mir nicht bekannt, wahrscheinlich aber wegen dieses nur minimalen oft nur unsicher nachzuweisenden Nephelingealts. Unter den nicht analysierten und nicht genauer beschriebenen Typen

sind einige, die Herr FINCKH ohne weiteren Zusatz als Feldspatbasalt bzw. Essexitbasalt bezeichnet hat; aber besonders bei den letzteren kann ich irgendeinen durchgreifenden Strukturunterschied oder einen solchen im Mineralbestand gegenüber sicheren Trachydoleriten nicht finden, ebenfalls abgesehen von dem schwer oder garnicht zu findenden Nephelin und dem auffallend reichlichen Magnetitgehalt bei oft sehr schlackig poröser Struktur; jedenfalls liegen alle diese Gesteine in Schichtverband bzw. in Wechsellagerung mit sicheren Trachydoleriten und ich bin garnicht sicher, ob das Fehlen des Nephelins in einzelnen Schliften nicht nur ein zufälliges ist.

Sieht man den geologischen Verband mit Trachydoleriten und den Ganggesteinen der Alkalimagmen als sicheres Kriterium dafür an, daß ein basaltähnliches Gestein nicht zu den echten Basalten zu rechnen ist, so ist keines der Madeiragesteine als Basalt anzusprechen.

Von den basischen, dunklen Ergußgesteinen des böhmischen Mittelgebirges, die ebenfalls zusammen mit trachydoleritischen Gesteinen und mit Essexiten vorkommen, und die von HIBSCH¹⁾ ohne weiteres als Feldspatbasalte bezeichnet werden, unterscheiden sich diese dunklen basaltähnlichsten Gesteine Madeiras bei annähernd gleichem Kieselsäure- und Kalkgehalt hauptsächlich durch den 2 bis 3 Proz. geringeren Gehalt an Tonerde und Alkalien, sowie durch einen entsprechend höheren Magnesiagehalt. Die Schriffe habe ich leider bisher nicht Gelegenheit gehabt zu vergleichen.

Von den durch Herrn FINCKH als „den Limburgiten nahestehend“ bezeichneten Gesteinen liegen nur die beiden Analysen r und s vor — sie enthalten übrigens garnicht so wenig Feldspat — und worauf Herr FINCKH zum Schluß bei dieser Diagnose besonderen Wert gelegt hat, nachdem er diese Gesteine früher ebenfalls als Trachydolerite bezeichnet hatte (Lit. Nr. 17, S. 228), vermag ich nicht zu sagen.

Von einer ganzen Anzahl äußerlich sehr basaltähnlich aussehender Gesteine liegen bisher noch nicht einmal Schriffe vor. Nehmen wir aber selbst an, daß die wenigen Gesteine, in deren Schliften kein Nephelin oder sonstige typische Trachydoleritminerale gefunden sind, wirklich nichts derartiges enthalten, so sind diese doch gegenüber den Gesteinen, die wegen Mineralbestand und äußeren Aussehens ganz sicher keine Basalte sind, ganz unvergleichlich in der Minderzahl.

¹⁾ J. E. HIBSCH: Geologischer Aufbau des böhmischen Mittelgebirges. Führer zum intern. Geologenkongreß, Wien 1903, II, Seite 37.

Daß auf Madeira aber doch Gesteine vorkommen, die typischen Basalten zum mindesten sehr nahestehen und die ich nicht davon unterscheiden kann, während sie von den trachydoleritischen Gesteinen deutlich unterschieden sind, zeigen meines Erachtens hinreichend deutlich die Beschreibungen der Basaltbomben, die bei Porto Moniz zusammen mit den Olivinfelsbomben auftreten und den z. T. sehr reichlichen Glasgehalt zeigen. Von diesen sowie von den sonstigen basaltähnlichen Gesteinen liegen aber keine Analysen vor, und in der Beurteilung der Schiffe und Strukturverhältnisse habe ich nicht genügende Übung und Erfahrung, um in petrographisch-mineralogischer Hinsicht meine Meinung zu äußern über eine Frage, deren Lösung ein Meister wie ROSENBUSCH¹⁾ als die zurzeit wohl wichtigste Aufgabe in der Erforschung der Eruptivgesteine bezeichnet.

In diesem Zusammenhang möchte ich nochmals besonders auf die zahlreichen Beispiele für resorbierte barkewititische Hornblenden hinweisen, an denen man diesen Resorptionsprozeß in allen Stadien verfolgen kann, von Amphibolen, die nur am Rande angefressen, zu solchen, die schon mit einer dicken Magnetitstaubwolke erfüllt bzw. mit einer solchen umgeben sind, zu einem weiteren Stadium, bei dem man innerhalb der Magnetitstaubwolke nur noch minimale Reste des ursprünglichen Amphibols erkennt, bis dann reine Magnetitwolken mit mehr oder minder verfließenden Grenzen und immer größerer Durchsichtigkeit daraus werden, bei deren letzten Stadien man ohne Kenntnis der übrigen Zwischenglieder nie auf den Gedanken kommen würde, daß an Stelle dieser formlosen, lichten Wolke einmal ein Amphibol im Gestein gesessen hat; die also beweisen, daß sicher im Gestein vorhanden gewesene Beweise für die Trachydoleritnatur des Gesteins unter Umständen völlig verschwinden können.

Es erscheint mir nach allen diesen Ausführungen erwiesen, daß Madeira ein Gebiet ist, dessen Gesteine, wenn auch sicher zur atlantischen Sippe — zur foyaitisch-theralitischen Reihe — gehörig, sich doch nicht restlos und ohne großen Zwang als „Alkali“gesteine bezeichnen lassen, ähnlich wie es das böhmische Mittelgebirge ist (BECKE a. a. O.), ein Gebiet, in dem zwar typische und unbezweifelbare Alkaligesteine auftreten, daneben und vorwiegend aber auch solche, die nicht nur deutliche Übergänge und Zwischenglieder zu sehr kalkreichen Gesteinen

¹⁾ ROSENBUSCH: Mikrosk. Physiographie der massigen Gesteine. 1908, II, Seite 1159.

bilden, sondern zum erheblichen Teil viel alkaliärmer und kalkreicher sind als typische Kalkalkaligesteine.

Eine völlige Ausnahme machen aber die in jeder Beziehung aus dem Rahmen der andern Gesteine herausfallenden Olivinbomben, mit ihrem minimalen Tonerde-(und Kalk-)gehalt, der (molekularprozentisch) kleiner ist als der auch schon minimale Alkaligehalt, und mit dem Gehalt an rhombischen Pyroxenen. Es ist dies, wie schon erwähnt, das einzige Gestein Madeiras in dem rhombische Pyroxenen nachgewiesen sind, das also nicht bloß chemisch aus der Reihe der „Alkaligesteine“, aus der atlantischen Sippe, herausfällt (vergl. BECKE a. a. O. Seite 229) und das sicher doch zu den übrigen Gesteinen dazu gehört, das also beweist, daß unter besonderen Bedingungen sich mitten in einer „Alkaligesteinsprovinz“, mitten im Gebiet der ganz sichern atlantischen Gesteine, auch Gesteine mit diesen

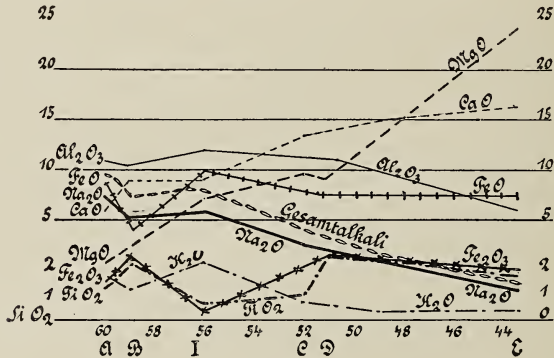


Fig. 24.

Variationsdiagramm der Tiefengesteine Madeiras nach Molekularprozenten.

Mineralien bilden können, die sonst nur in den Gesteinen der Kalkalkalireihe, der pacifischen Sippe, gefunden werden, daß also auch in mineralogischer Hinsicht der Schnitt zwischen den beiden Sippen nicht völlig scharf und trennend ist und auch hierin Übergänge sich finden.

Zeichnet man von den Analysenergebnissen die Variationsdiagramme (nach wasserfreien Molekularprozenten) mit den SiO₂ Prozenten als Abscissen und den andern Elementen als Ordinaten¹⁾, so tritt die Zusammengehörigkeit des ganzen Gesteinskomplexes und die Gesetzmäßigkeit in den Beziehungen

¹⁾ A. HARKER: The natural history of igneous rocks, London 1909, Seite 118 ff. und IDINGS: Bull. phil. soc. Washington 1892, Seite 89 ff.

und Verhältnissen der einzelnen Elemente darin aufs deutlichste in die Erscheinung.

Bei den Tiefengesteinen, bei denen nur ziemlich wenige Analysen vorliegen, sind die Verhältnisse am übersichtlichsten. Alkalien, Tonerde und merkwürdigerweise auch das Eisenoxydul ändern sich in völlig analoger Weise, das Eisenoxydul allerdings in viel schärferer, extremerer Kurve; Kalk, Magnesia und Titansäure ändern sich in umgekehrter Weise wie die Alkalien, Tonerde und Eisenoxydul, die Magnesia ebenfalls in sehr viel steilerem Aufstieg als der Kalk. Die Eisenoxydkurve verläuft in eigentümlich komplementärer Weise zu der Oxydulkurve; analog mit ihr verläuft die Titansäurekurve; die Gesetzmäßigkeit im Abfall der Gesamtalkalien mit dem der Kieselsäure ist in die Augen springend, ebenso wie die genau umgekehrte Änderung im Verhalten der Alkalien und der alkalischen Erden zueinander.

Bei den sehr viel zahlreicheren Ergußgesteinen sind die Verhältnisse nicht ganz so einfach und nicht so ohne weiteres zu übersehen. Daß im großen ganzen die Alkalien und die Tonerde in gleichem Maße abfallen wie die Kieselsäure, ist nicht zu verkennen, wenn auch bei 4 Gesteinen [Rib. de Massapez (b), Rabaçal (m), Caniçal (s) und Serrado II (u)] ein z. T. sehr plötzliches Ansteigen der Alkalien mit fallendem Kieselsäuregehalt stattfindet, dem allerdings nur in 2 Fällen (m und s) auch ein Ansteigen der Tonerde entspricht, während bei b und u ein ebenso plötzliches und schwer erklärliches Abfallen der Tonerde bei steigendem Alkaligehalt eintritt, dem allerdings ein ebenso rapides Ansteigen des CaO-Gehaltes bei b entspricht. Umgekehrt tritt bei g ein ganz rapides Fallen der Alkalien (sowie von MgO und FeO) ein, dem ein ebenso rapides und schwer erklärliches Ansteigen der Thonerde (sowie von Kalk und Eisenoxyd) entspricht. Daß Kalk, Magnesia und z. T. auch das Eisenoxydul im großen ganzen betrachtet sich im umgekehrten Sinne ändern wie die Alkalien und die Tonerde ist ebenso unverkennbar¹⁾, ebenso daß diese Kurven von MgO, CaO und FeO viel schärfer geknickt sind als die der andern Basen. Auch bei den Ergußgesteinen verlaufen die Kurven von Fe₂O₃ und FeO komplementär zueinander.

Sehr auffällig tritt auch der großenteils komplementäre („antipathetische“) Verlauf der Kurven von CaO und MgO hierbei in die Erscheinung, trotzdem beide — im großen und ganzen betrachtet — sich umgekehrt ändern wie die Tonerde.

¹⁾ LACROIX: a. a. O. Seite 120.

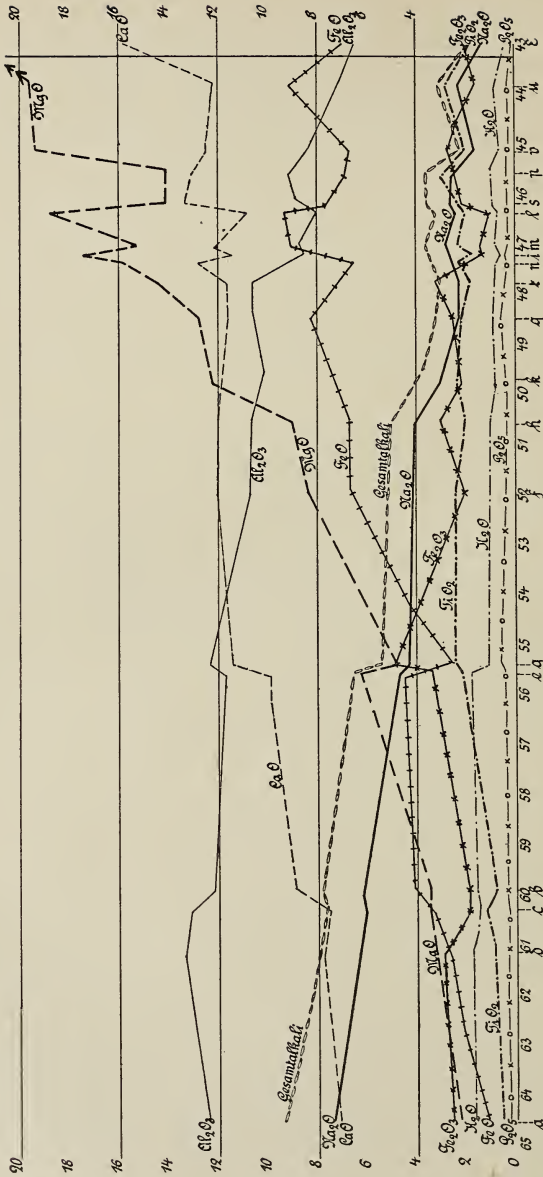


Fig. 25.

Variationsdiagramm der Ergußgesteine Madeiras a—u (und des Madeirits E) nach Molekularprozenten.

Die Ursachen bzw. den mineralogischen Ausdruck für einige besonders extreme und ganz aus der allgemeinen Richtung herausfallende Knicke in den Kurven der Tonerde, Magnesia, des Kalks und der Eisenverbindungen zu finden, muß späterer genauerer mikroskopischer Untersuchung der betreffenden Gesteine vorbehalten bleiben.

Nur an einer Stelle (zwischen n und i) verlaufen die Kurven von Kali und Natron nicht parallel, sondern machen entgegengesetzte Ausbiegungen.

Die auffallendsten Knicke in den Kurven liegen unverkennbar ganz auf der basischen Seite, in dem Gebiet, in dem eben der Kalk- und Magnesiagehalt besonders hoch ist und die im allgemeinen bei Alkaligesteinen vorhandenen Maße erheblich übersteigt.

Ganz zum Schluß ist an dieses Diagramm der Ergußsteine noch die Analyse des Madeirits angefügt als des extremsten Spaltungsproduktes dieses Magmas, über dessen systematische Stellung Zweifel bestehen könnten.

Es erscheint mir auch aus dieser Betrachtung der Analysen hervorzugehen, daß auf die basischen Glieder dieses sicher einheitlichen Eruptivgebietes die Bezeichnung „Alkali“-gesteine nicht ohne Einschränkung anwendbar ist, daß hier offenbar Zwischenglieder zu Kalkalkaligesteinen vorliegen, Differentiationsprodukte, die mit entsprechenden Kalkalkaligesteinen chemisch sehr große Ähnlichkeit haben, bzw. z. T. noch erheblich mehr Kalk und Magnesia enthalten als solche.

Auch die Tatsache, daß die in fast allen Alkaligesteinsgebieten auftretenden mehr sauren Gruppen der Phonolithe und hauynführenden Gesteine, die z. B. auch auf den Selvagens, den Canaren und den Cap Verden schon reichlich vertreten sind, auf Madeira völlig fehlen, läßt auf besondere Verhältnisse in der Zusammensetzung bzw. bei der Differenzierung des speisenden Magmas schließen.

Daß der ganze Gesteinskomplex Madeiras aber doch einem alkalireichen, foyaitisch-thermalitischen Magma entstammt und nur auf eine ungewöhnlich hochgradige und weitgehende Differenzierung eines solchen hinweist, scheint mir nicht nur durch die intrusiven typischen Essexite und deren Ganggefölschaft von alkalitrachytischen und gauteitartigen Gesteinen erwiesen, sondern vor allem auch durch die Tatsache, daß sehr viel später als die ganz basischen, alkaliarmen, aber kalk- und magnesiareichen analysierten Ergußgesteine der Haupteruptionsperiode der Insel wieder ganz saure und alkalireiche trachytoide Gesteine und Sodalithtrachyte im Norden der Insel, vor allem

im Boaventuratale und bei Porto da Cruz, empordrängen — ja auf dem benachbarten Porto Santo spielen diese ganz hellen, sauren, alkalireichen Gesteine sogar eine besonders hervorragende Rolle und hier finden sich auch, wie später gezeigt werden wird, sogar tinguaitische, nephelinhaltige Ganggesteine von merkwürdig fettigem Glanz. Es tritt also auch hier die Tatsache hervor, auf die schon HARKER (a. a. O. Seite 103) aufmerksam gemacht hat, daß Gesteine von subalkaliner chemischer Zusammensetzung (Kalkalkaligesteine) sehr wohl gelegentlich aus einem alkalireichen (atlantischen) Magma sich differenzieren können und umgekehrt.

Hierzu wären als umgekehrte Fälle die diesbezüglichen Ausführungen von M. WEBER¹⁾, R. A. DALY²⁾ und QUENSEL³⁾ zu vergleichen, die alle drei übereinstimmend festgestellt haben, daß in Gebieten mitten im Stillen Ozean bzw. am Rande desselben, mitten zwischen ganz typischen Kalkalkaligesteinen der pacifischen Sippe plötzlich unzweifelhafte reine Alkaligesteine auftreten: Alkalitrachyte, Trachydolerite, Essexite, Keratophyre, Basanite etc., ebenso wie ja auch LACROIX⁴⁾ ganz typische Alkaligesteine, und zwar sowohl Tiefengesteine: Nephelinsyenit, Nephelinmonzonit, Nephelingsabbro, Essexitgabbro, wie Ganggesteine (Tinguaitite), wie alkalische Ergußgesteine zusammen mit Basalten sowie Limburgiten und Pikriten von sehr geringem Alkaligehalt und sehr hohem Kalk- und Magnesiagehalt von Tahiti beschreibt.

Diese „Basalte“, Limburgite und Pikrite, in deren Verbreitungsgebiet auf Tahiti jene Alkalitiefengesteine, Tinguaitite, Camptonite, Phonolithe und Hauynophyre etc. vorkommen, werden von LACROIX kurzerhand auch als „Alkaligesteine“ bezeichnet (a. a. O. Seite 124), trotz ihres sehr geringen Gehaltes an Alkalien (3,22 bis 1,84 Proz.) und ihres sehr hohen Gehaltes an Kalk (10,14 bis 11,5 Proz.) und Magnesia (10,8 bis 23,4 Proz.), offenbar aber nur deshalb, weil sie mit jenen sicheren Alkaligesteinen zusammen vorkommen und mit dem einen Tiefengestein, dem Essexitgabbro unverkennbare chemische Beziehungen haben;

¹⁾ M. WEBER: Zur Petrographie der Samoainseln, Abh. bayr. Akad. 1909, XXIV, Nr. 2.

²⁾ DALY: Magmatic differentiation in Hawaii, Journ. of Geology, XIX, Nr. 4.

³⁾ QUENSEL: Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillere, Bull. geolog. Inst., Upsala, XI. 1911. — Die Geologie der Juan Fernandez-Inseln, ebenda XI. 1912.

⁴⁾ LACROIX: Roches alcalines de Tahiti, Bull. soc. geol. de France, 1910 X.

sie ähneln in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr gewissen Madeiragesteinen.

Im Gegensatz zu der von DAHY auf Hawai und von QUENSEL auf der Juan Fernandez-Gruppe festgestellten „gravitative Differentiation“ mit ihrer Verteilung basischer und mehr saurer, kalkreicher und mehr alkalireicher Typen nach der absoluten Höhe des Gebirges, die auch BRAUNS (a. a. O.) im paläozoischen Lahn- und Dillgebiet wenigstens für möglich hält, muß aber nochmals betont werden, daß hier auf Madeira die verschiedenen Typen regellos in Zeit und Raum miteinander wechsellagern, und daß offenbar ganz basische, kalkreiche Gesteine wieder stellenweise und ganz offenbar als jüngste posthume Produkte der dortigen vulkanischen Tätigkeit auftreten, nachdem annähernd am Schluß der Hauptbildungszeit der Insel bzw. schon nach dem Abschlusse derselben die mächtigen kalkarmen, trachytoiden Trachydolerite und Alkalitrachyte im Norden der Insel in sehr verschiedenen Höhenlagen sich ergossen haben.

Zum Vergleich mit diesen Analysen der Madeirensen Ergußgesteine habe ich eine Anzahl Analysen von Trachydoleriten, Basaniten, Tephriten und Basalten Teneriffas beigefügt (S. 428), als dem nächsten und sehr ähnlich aufgebauten Vulkangebiet, die nach den Beschreibungen von v. FRITSCH, REISS und PREISWERK, sowie nach meiner eigenen Kenntnis der Gesteine von einem Besuch Teneriffas den Gesteinen Madeiras z. T. ganz außerordentlich ähnlich sind.

Diese Gesteine Teneriffas treten in so enger und vielfacher Verknüpfung mit echten Phonoliten, Alkalitrachyten (Sodalithtrachyt), Trachyandesiten usw. auf, daß ihre Herkunft aus einem einheitlichen foyaitisch-thermalitischen Magma und ihre Zugehörigkeit zu den Alkaligesteinen, d. h. zur foyaitisch-thermalitischen Reihe, in Anbetracht dessen, daß sie alle zusammen ebenfalls eine geologische Einheit bilden und chemisch sich in eine fortlaufende Reihe mit jenen Gesteinen einordnen lassen, für sehr wahrscheinlich gehalten wird (vergl. PREISWERK a. a. O. Seite 221), ja daß danach von PREISWERK bezweifelt wird, ob auf Teneriffa überhaupt Gesteine der Kalkalkalreihe vorhanden sind. Von Teneriffa selbst sind ja keine Tiefengesteine bekannt, von dem benachbarten La Palma, das denselben Bau und größtenteils dieselben Ergußgesteine aufweist, liegen die zugehörigen Tiefengesteine in Gestalt typischer Essexite vor, wie Seite 396 u. 399 dargetan ist.

Der Hauptunterschied Madeiras von Teneriffa und La Palma ist sicher der, daß auf Madeira überhaupt keine Phonolithe oder

phonolith ähnlichen¹⁾ sowie hauynführenden Gesteine vorkommen, während Trachydolerite und basanit- bzw. tephritartige Gesteine auf beiden Inseln in z. T. überraschender Übereinstimmung auftreten und ebenso die Sodalithtrachyte auf beiden Inseln vertreten sind (wenn auch auf Madeira sehr selten). Jedoch scheinen nach den v. FRITSCHSchen Analysen auf Teneriffa die Gesteine mit höheren Kieselsäuregehalten ganz wesentlich vorzuwiegen gegenüber den mehr basischen Gesteinen, während auf Madeira anscheinend das umgekehrte der Fall ist.

Auf den halbwegs zwischen Teneriffa und Madeira gelegenen Selvagensinseln treten Phonolithe und Nephelinite in ganz überwiegender Überzahl auf und basaltische und limburgitische Gesteine treten ganz zurück²⁾. Analysen von diesen Gesteinen liegen leider nicht vor.

Auf dem dann nächstgelegenen atlantischen Vulkangebiet, den Azoren, treten nach den vorhandenen Analysen und Beschreibungen sowohl Trachydolerite (olivinführende Amphibolandesite) wie „Basalte“ auf, die alle wesentlich kieselsäurereicher sind als die entsprechenden Madeiragesteine, und durch ihren meistens recht hohen Gehalt an Alkalien, sowie durch ihre Vergesellschaftung mit domitartigen Gesteinen und mit Ägirintrachyten ebenfalls ihre Beziehungen zu einem foyaitisch-theralitischen Magma verraten.

Ebenso sind von den Cap Verden in großer Verbreitung Phonolithe, Tephrite, Nephelinbasanite, Nephelinite und Leucitite, ebenso aber auch sehr olivinreiche Basalte, Feldspatbasalte und Limburgite bekannt, sowie die dazu gehörigen Tiefengesteine, Essexite, Nephelinsyenite usw., daneben auch Diorite, Hornblendegranit, Gabbros, Augitsyenite, „Diabase“, Pyroxenite und Peridotite, von welchen letzteren aber leider nur verhältnismäßig wenige moderne Beschreibungen und wenige Analysen vorliegen.

Jedenfalls geht aus diesen Angaben hervor, daß dort ganz typische Alkaligesteine, sowohl Tiefengesteine wie Ergußgesteine, in sehr großer Verbreitung vorhanden sind und, daß diese Gesteine (deren Kieselsäuregehalte ausgesprochenenmaßen erheblich geringer sind als bei den entsprechenden Gesteinen der Canaren) mit den Gesteinen Madeiras große Ähnlichkeit haben müssen³⁾.

¹⁾ Vergl. jedoch dazu die Beschreibung des stark nephelinführenden tinguaít-ähnlichen Gesteins von Porto Santo, S. 487.

²⁾ Vergl. C. GAGEL: Beitrag zur Kenntnis der Insel Selvagem grande. N. Jahrb. f. Min., Beilagebd., 1911.

³⁾ Vergl. C. GAGEL: Die Mittelatlantischen Vulkaninseln. Handb. der regionalen Geologie, VII. 10, wo die ganze Literatur über die Cap Verden zusammengestellt ist.

Unter den basaltischen Ergußgesteinen der Inseln des Grünen Vorgebirges, die C. v. JOHN¹⁾ bekannt gemacht hat, sind einige, die nach der mineralogischen Beschreibung und den Analysen große Ähnlichkeit mit den Gesteinen Madeiras haben müssen (vgl. Analysen Seite 429). So vermute ich, daß der Seite 284 beschriebene und analysierte „Dolerit“ mit den Titanaugiten etwas sehr ähnliches wie die Essexitmelaphyre Madeiras darstellt. Der auffallend hohe Titansäuregehalt, der hohe bzw. sehr hohe Gehalt an Kalk und Magnesia und der geringe Gehalt an Alkalien, sowie der geringe Kieselsäuregehalt läßt die Analysen dieser Gesteine sehr wohl mit einigen der am meisten basischen Ergußgesteine Madeiras vergleichen. Nimmt man dazu, daß der zusammen mit diesen „Basalten“ auftretende „Diorit“ (Seite 287) schon von ROSENBUSCH als Essexit erkannt ist und nach v. JOHNS Beschreibung („körniges Gemenge von Feldspat und langen schwarzen Hornblendesäulen, „Nadeldiorit“; unter dem Mikroskop Hornblende von tiefbrauner Farbe mit starkem Pleochroismus“) sehr große Ähnlichkeit mit den amphibolreichen Essexiten La Palmas hat, daß ferner ein anderes der von DÖLTER beschriebenen Tiefengesteine von São Vicente von ROSENBUSCH (Elemente, 3. Aufl., Seite 205, Nr. 21) ebenfalls schon als Theralith erkannt ist, so ist es danach sehr wahrscheinlich, daß mindestens auf São Vicente dieselben Verhältnisse vorhanden sind wie auf Madeira, und daß diese „Dolerite“, Basalte, Limburgite und „Pyroxenite“ auch dort die kalkreichen Differentiationsprodukte essexitisch-theralitischer Magmen sind, sowie daß auch dort bei genauerer Untersuchung sich die übrigen „Diorite“, Gabbros usw. als essexitische Gesteine herausstellen werden.

Absonderungsformen der Gesteine.

Sehr in die Augen fallend sind auf Madeira die weit verbreiteten und z. T. ungemein schön ausgebildeten Absonderungsformen der Ergußgesteine, die auch schon von HARTUNG gebührend hervorgehoben sind.

Die säulenförmige Absonderung tritt sowohl bei den basaltoiden wie bei den typischen, wie bei den trachytoiden Trachydoleriten auf, in allen möglichen Dimensionen bis hinab zur griffeligstengligen Absonderung, die z. T. öfters in dünnen

¹⁾ C. v. JOHN: Chemische und petrographische Untersuchungen an Gesteinen von Angra Pequena, der Cap Verdeschen Insel, São Vicente usw. Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt, Band 46, 1896, Seite 282—287.

Gängen beobachtet wurde; sie scheint aber besonders bei den dunklen Gesteinen verbreitet zu sein. An manchen Stellen sieht man sehr schön mehrere derartig säulenförmig abgesonderte Lavaströme übereinander.

Nicht selten kann man auch beobachten, daß bei sehr mächtigen Eruptivkörpern, die obere Partie säulenförmig, die untere plattig (parallel der Unterlage) abgesondert ist (was ebenfalls schon von HARTUNG angeführt ist), so besonders an der Achada und der Abelheira.

Bei Funchal an der Pontinha sieht man, wie der mächtige, unregelmäßig säulig abgesonderte Lavastrom, der auf den ganz feingeschichteten Aschen liegt, an seiner Unterkante eine ganz kompakte, zu unterst ungemein schlackige Ausbildung zeigt. (Seite 370, Fig. 7.)

Die dünnplattige Absonderung scheint sich besonders bei den dunklen olivinhaltigen und nephelinführenden Gesteinen zu finden, sowohl bei Deckengüssen wie bei Gängen (immer parallel den Begrenzungsflächen!) Wie schon früher erwähnt, zeichnen sich diese sehr dünnplattigen Gesteine oft dadurch aus, daß sie beim Anschlagen einen hellen, klingenden Ton geben. Auch diese dünnplattige Absonderung geht stellenweise in eine griffelige über, so am Serradino, an der Rocha alta, Penha d'Agua usw.

Am Lombo grande im Norden des Gran Curral habe ich eine mächtige Lavabank mit sehr auffallender Ausbildung beobachtet; in den unteren Teilen war das fast schwarze, ziemlich feinkörnige, olivinreiche Gestein kompakt und sehr schön dünn- und ebenplattig ausgebildet, in der oberen Hälfte hatte die hier klotzige Bank Mandelsteinstruktur und zeigte in der feinkörnigen Gesteins-Masse zwischen den Zeolithmandeln die deutliche Trachydoleritfleckung.

Am Ilheo bei Porto da Cruz ist die obenauffliegende, etwa 10 m mächtige Decke von „Trachyt“ (trachydoidem Trachydolerit) (Analyse auf Seite 428) größtenteils in ganz steilstehende, O—W streichende Platten aufgelöst, die ihrerseits in lauter konzentrisch-schalig abgesonderte Kugeln zerfallen (Abbildung S. 431); sonst habe ich solche steilstehende Plattenabsonderung nur an Gängen beobachtet. (Encumeada de São Vicente, Rocha alta, Camacha, an den Rabaçalhäusern etc.)

Am auffälligsten ist mir auf Madeira aber die ungemein weit verbreitete, kugelig-schalige Absonderung erschienen, die ich in guter Ausbildung im wesentlichen, bezw. vorwiegend bei grauen, bezw. hellgrauen Deckengesteinen beobachtet habe; seltener bei dunklen Ganggesteinen.

Die einzelnen Kugeln wechseln in ihren Dimensionen von Faust- bis Kopfgröße, ja bis zu 50—60 ctm Durchmesser; HARTUNG gibt sogar 5 Fuß Durchmesser an. Die Dicke der Schalen wechselt von weniger als 1 ctm bis zu 5—6 ctm; meistens kann man auch von den ganz großen Kugeln mit ganz leichten Hammerschlägen die einzelnen Zwiebelschalen glatt herunter-schlagen bis zu dem faust- bis zweifaustgroßen Kern.

Dabei sind die dünnen Schalen meistens durchgehend stark angewittert, die dickeren Schalen oft nur an den beiden Begrenzungsflächen, während sie in der Mitte noch frisch (bezw. erheblich frischer) sind. In der inneren Struktur der Gesteine scheint diese sphärisch schalige Absonderung nicht begründet

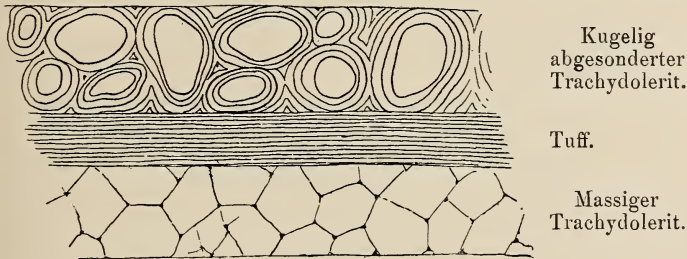


Fig. 26.
Am Poizohaus.

zu sein — in einem Falle wenigstens zeigten drei senkrecht zu einander orientierte Dünnschliffe derselben Schale keinerlei Verschiedenheit in der Anordnung der mineralogischen Bestandteile; — sie findet sich besonders oft bei den typischen Trachydoleriten, jedoch, wenn auch selten und wohl weniger schön, auch bei dunkleren, basaltähnlichen Gesteinen, die dann allerdings dabei erheblich ausbleichen und meistens nur im Kern der innersten Kugel noch die ursprünglich dunklere Farbe erkennen lassen.

Meistens scheint diese kugelig-schalige Absonderung an den Oberflächen bildenden Ergüssen vorzukommen, doch habe ich später selbst solche kugelig abgesonderten Ströme im Profil, erheblich unter der Oberfläche und unter frischen Lavadecken beobachtet, und auch HARTUNG führt derartige Beispiele an, vor allem aber auch aus einer Anzahl Gänge.

Z. T. ist die kugelig schalige Absonderung eine sehr unregelmäßige, indem die Hauptmasse der Decke aus großen bis ganz großen Kugeln besteht, deren Zwickel noch durch kleine (faustgroße) Kugeln ausgefüllt werden.

Am merkwürdigsten erschienen mir die schön schalig abgesonderten Kugeln mit den rostigen Grenzflächen der Schalen in den steilstehenden Platten der trachytoiden Trachydolerits auf dem Ilheo bei Porto du Cruz (Abbildung Seite 431).

Die kugeligschalige Absonderung des frischen Gesteins der festen, erhabenen Ringe, die die Kreise ganz zersetzten Gesteins bei Caniçal umgeben, ist von mir schon an anderer Stelle genauer beschrieben. (Geol. Beobachtungen auf Madeira. Diese Zeitschrift 1904.)

Es scheint also, als ob es sich bei all diesen merkwürdigen kugeligschaligen Absonderungen im wesentlichen um einen Zersetzungs- und Verwitterungsvorgang handelt, wenn auch der Zusammenhang noch nicht völlig aufgeklärt ist.

Vor allem ist es mir noch nicht klar, woher die Zersetzung und Verwitterung bei diesem Phänomen denn immer so sprunghaft arbeitet, da das Innere, besonders der dickeren Schalen, immer wesentlich frischer ist als die beiden Grenzflächen; warum ferner die Dimensionen der Kugeln in derselben Lavadecke oft so sehr verschieden sind, warum endlich die allerintensivst verwitterten und zersetzten Gesteine, die schon völlig kaolinisiert sind, wieder gar keine derartige Absonderung zeigen, trotzdem es nachweislich z. T. genau dieselben Trachydolerite gewesen sind wie die in geringer örtlicher Entfernung kugeligschalig zersetzten Gesteine (Calheta, Caniçal!), warum endlich diese kugeligschalige Absonderung, z. T. im Profil, unter ganz frischen Lavadecken auftritt.

Am Lombo Grande im Curral und auf der Cobrada do Porto Moniz habe ich solche sehr auffällige, kugelige Absonderung sogar in steilstehenden Gängen eines stark zersetzten roten Gesteins, bezw. eines anscheinend frischen, ganz dunklen Gesteins beobachtet!

Porto Santo.

Die Insel Porto Santo habe ich nicht selbst besucht, sondern verdanke nur der Freundlichkeit des Herrn AD. CÉSAR DE NORONHA in Funchal eine Anzahl Gesteinsproben von dort.

HARTUNG hebt hervor, daß Madeira dadurch in einem bemerkenswerten Gegensatz zu Porto Santo steht, daß auf Madeira die losen Tuffe, Aschen und Schlacken reichlich die Hälfte des am Aufbau der Insel beteiligten Materials ausmachen, auf Porto Santo dagegen mehr als $\frac{3}{4}$ der Insel zusammensetzen, ferner daß auf Porto Santo die in großer Verbreitung vorhandenen marinen Schichten zwar auch beträchtlich (etwa 300 m) hoch

gehoben, aber nur von verhältnismäßig wenig jüngeren Eruptivgesteinen, hauptsächlich von Trachyten bedeckt sind.

Endlich ergibt sich aus mehreren Stellen bei HARTUNG, daß die trachytischen Gesteine auf Porto Santo eine wesentlich größere Verbreitung haben müssen als auf Madeira.

Die von COCHUIS 1864 publizierten Analysen beweisen außerdem, daß die „Trachyte“ von Porto Santo noch erheblich saurer sind als die Madeiras; COCHUIS gibt 67—69 Proz. SiO_2 an (allerdings inklusive der nicht bestimmten Titansäure).

Die Trachyte scheinen auf Porto Santo tatsächlich die jüngsten Ergüsse zu sein; endlich hebt HARTUNG hervor, daß die Gänge trachytischer und trachydoleritischer Gesteine auf Porto Santo großenteils besonders stark zersetzt sind, im Gegensatz zu den frischen basaltischen Gesteinsgängen.

Unter den mir von Herrn DE NORONHA übersandten Gesteinen Porto Santos herrschen nun die ganz hellen trachytoiden Trachydolerite und Trachyte durchaus vor.

Z. T. haben diese Gesteine eine ungewöhliche Ähnlichkeit mit den entsprechenden Gesteinen Madeiras; es kommen hier aber noch mehr fast weiße Gesteine vor, die fast nur aus Feldspäten mit kaum sichtbarer Bestäubung durch dunkle Bestandteile bestehen.

Ein Teil dieser ganz hellen trachytischen Gesteine ist auffallend dünn- und ebenplattig abgesondert, mit reichlichen Mangandendriten auf den Absonderungsfächen.

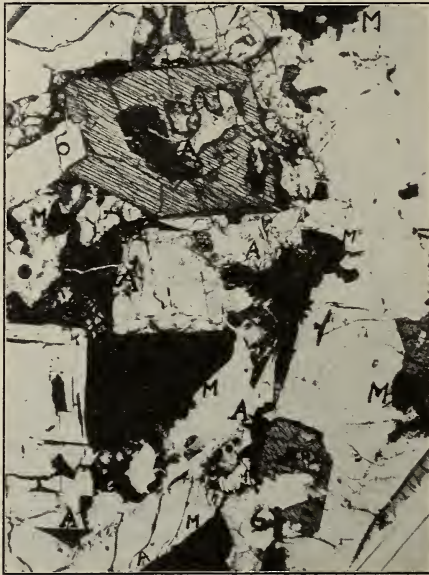
Es liegen aber auch Proben von typischen Trachydoleriten wie auf Madeira vor, und ebenfalls solche von dunklen basaltoiden Gesteinen.

Neu sind einige Handstücke besonders schöner, grobkrySTALLINER und z. T. ungewöhnlich stark miarolithischer Essexite (von Herrn Dr. FINCKH als solche bestimmt), die Herr DE NORONHA als Gerölle in der Ribeira de Cimbral gesammelt hat; sie stimmen im Aussehen und Mineralbestand völlig mit den Madeira-Essexiten überein. Wo und unter welchen Umständen das Anstehende vorhanden ist, ist nicht bekannt.

Der Essexit aus der Rib. de Zimbral zeigt, wie ich bei Durchsicht der Schriffe festgestellt habe, große schöne Titanaugite, z. T. mit Felderteilung, teilweise von zart violetter Farbe, die nach außen manchmal ganz allmählich grünlich werden, z. T. auch scharf abgesetzte Mäntel von dunkelgrünem Aegirin enthalten. Der Aegirin zeigt Pleochroismus von dunkelgrün, ja fast blaugrün, zu hellgrasgrün zu olivfarbig.

Diese Aegirinmäntel umgeben die großen Augite nicht nur außen, sondern umkleiden auch innen die Hohlräume bzw. die

zelligen Wachstumsformen dieser Augite; die Spaltrisse der Augite setzen glatt durch die grünen Ägirinmäntel durch. Z. T. sind diese Aegirine, die nur sehr geringe Auslöschungsschiefe zeigen,



Mikrophot. Prof. SCHEFFER (Zeiss Werk).

Fig. 27.

Essexit von der Ribeira de Zimbral Porto Santo (Vergr. 18).

Großenteils idiomorph begrenzte Augite mit grünen Mänteln und angesetzten Krystallen von Ägirin (A). Der Ägirin (im Bilde dunkel bis schwarz) umkleidet bei dem großen oberen Augit vor allem auch die Innenränder des so sonderbar gewachsenen hohlen Krystalls und hebt sich bei den anderen Krystallen kaum von dem Magnetit (M) ab.

Der Rest des Schliffes besteht außer einigen nicht näher bestimmbar Zeretzungsprodukten aus verschiedenen z. T. schalig gebauten Feldspäten von grobkrySTALLINER, richtungslos körniger Struktur; außerhalb des abgebildeten Teiles des Schliffes findet sich Mikroklin mit sehr schöner Gitterstruktur, Olivin, sowie mit Ägirin regelmäßig verwachsene Amphibole.

verwachsen mit dunkelbrauner, stark pleochroitischer Hornblende.

Außerdem enthält das Gestein viel Magnetit, Apatit, Olivin etwas Biotit. Die Augite sind (in einem Schliff) z. T. in ein leuchtend rotbraunes Mineral und in Magnetit umgewandelt.

Dieses an den dünnsten Stellen des Schliffes leuchtend rotbraune, sonst völlig undurchsichtige Mineral, das größtenteils ersichtlich durch Umwandlung von großen diopsidartigen Augiten entstanden ist und z. T. noch nicht resorbierte Portionen solcher Diopside umschließt, zeigt im allgemeinen keine kristallographische Begrenzung, sondern bildet unregelmäßige Fetzen und Körner; an einzelnen Stellen bildet es aber auch isolierte ziemlich gut begrenzte Krystalle, die ich nach der geringen Auslöschungsschiefe, der Farbe der dünnsten Stellen und den charakteristischen unsymmetrischen Umrissen mit allem Vorbehalt für Rhönit halten möchte.

Sowohl diese isolierten (?) Rhönitkrystalle wie die unregelmäßigen rotbraunen Massen in der Umgebung der größtenteils resorbierten Diopside umschließen auffallend viel kleine Apatite.

Die übrigen Gesteine Porto Santos habe ich selbst und allein untersucht und bestimmt, so gut ich es nach dem mir zugänglichen Vergleichsmaterial vermochte.

Aus dem „Innern“ ohne nähere Ortsangabe stammt ein graues, porphyrisches, mittelkörniges Gestein, das aus einer ziemlich feinkörnigen grauen Grundmasse und zahlreich eingesprengten, bis 5 mm großen (z. T. schalig aufgebauten) Sanidinen und ebenso großen dünnen Amphibolsäulen besteht. Unter dem Mikroskop sieht man, daß diese Amphibole größtenteils stark resorbiert sind, unter reichlicher Magnetitneubildung, mit ganz zerfressener Begrenzung; sie sind ziemlich stark pleochroitisch hell olivfarbig zu tiefolivbraun und zeigen z. T. auch ausgezeichneten Schalenbau mit tiefer gefärbtem Kern und z. T. zonar angeordneten, kleinen, dunklen Einschlüssen. Auch einzelne Augite sind im Schriff erkennbar. Die Feldspateinsprenglinge zeigen fast alle sehr schönen Schalenbau, mit nicht grade häufigen, sehr feinen, eingeschalteten Zwillingslamellen und Gitterstruktur (Mikroclin?) und oft reichliche Einschlüsse sehr zersetzter, halbdurchsichtiger Substanz.

Das Gestein ähnelt sehr — bis auf die mehr bräunliche Farbe — einem gauteitartigen Ganggestein, das ich einst im böhmischen Mittelgebirge aus einem mächtigen Gang an der Katzenkoppe bei Gr. Priesen gesammelt habe, von dem leider aber kein Schriff vorliegt.

Ebenfalls aus dem „Innern“, aus dem „tiefliegenden Teil“ Porto Santos, stammt ein graues, etwas rauhes, feinkörniges Gestein, das eingesprengt zahlreiche zierliche, 3—5 mm lange Amphibolsäulchen enthält und unter der Lupe nur noch vereinzelte meist stark zerfressene Sanidineinsprenglinge erkennen läßt. Unter dem Mikroskop erkennt man in der sehr feinkörnigen Grundmasse mit ausgezeichnet trachytoider Struktur ebenfalls die nicht sehr stark pleochroitischen Amphibole, ganz

hellgelblich-oliv zu etwas dunkler bräunlich-oliv bzw. grünlich-oliv, öfter mit Andeutung von Schalenbau, und die ausgezeichnet schalig gebauten größeren Sanidineinsprenglinge, deren innere Kerne und Schalen völlig abgerundete Kanten und Ecken aufweisen. Z. T. enthalten diese größeren Feldspateinsprenglinge vereinzelte oder zahlreichere sehr feine Zwillinglamellen und stellenweise ziemlich reichlich Glaseinschlüsse.



Fig. 28.

Sanidin mit Schalenbau, Zwillinglamellen und Glaseinschluß.

Ebenfalls „aus dem Innern“ der Insel stammt ein dunkelgrauges, ziemlich poröses, sehr feinkörniges Gestein, das mit der Lupe nur vereinzelte, ganz kleine Einsprenglinge von Olivin und Augit erkennen läßt. Unter dem Mikroskop fand sich eine aus zahlreichen kleinen, idiomorph begrenzten, sehr zart bräunlich gefärbten Augiten, die z. T. schöne Sanduhrstruktur zeigen und aus wenigen, sehr kleinen Plagioklasen bestehende Grundmasse, die ziemlich viel kleine Magnetitkörner enthält. Die Plagioklase füllen die Räume zwischen den kleinen Augiten aus. Eingesprengt sind auch größere farblose Diopside und zahlreiche Olivine mit leuchtend orangegelbem bzw. gelbbraunem Rand (Iddingsit) und einzelne größere Magnetitkörner. Auch die ganz zart bräunlich gefärbten Augite treten z. T. in größeren Einsprenglingen auf.

Ebenfalls „aus dem Innern“ der Insel stammt ein sehr dunkles, etwas schlackiges, mittelkörniges bis ziemlich feinkörniges Gestein, das eingesprengt reichlich Olivin und größere schwarze Augite enthält.

Unter dem Mikroskop zeigt das Gestein zahlreiche kleine, stark verzwilligte, schön divergentstrahlig angeordnete Plagioklasleisten, dazwischen in wirrer Anordnung reichliche, zart bräunlich gefärbte, kleine Augitsäulen und Körner, z. T. mit deutlicher Felderteilung, sowie zahlreiche, meistens etwas größere aber auch kleine Olivine, die mehr oder minder vollständig in eine leuchtend orangegelbe bis braungelbe z. T. überhaupt nicht auslöschende Substanz umgewandelt sind; woraus dieses orange-

farbige nicht auslöschende Aggregat bestehen kann, darüber bin ich nicht ganz ins klare gekommen; wahrscheinlich ist es Iddingsit mit eigenartiger Aggregatpolarisation.

Von der Serra da Feteira stammt ein trachytartiges, etwas rau poröses, sehr helles, fast reinweißes, ausgezeichnet plattiges Gestein mit schönen Mangandendriten auf den plattigen Spaltflächen und Spaltrissen. Unter der Lupe zeigt es eine gleichmäßig feinkörnige, farblose Grundmasse mit einzelnen kleinen Sanidinsprenglingen. Unter dem Mikroskop zeigt es eine Grundmasse aus sehr kleinen, wenig oder garnicht verzwilligten Feldspatleistchen mit deutlicher Fluidalstruktur und Einsprenglinge von größeren, teilweise stark verzwilligten Feldspäten; ganz vereinzelt sind kleine, sehr stark pleochroitische Amphibole (hell oliv zu ganz dunkelbraun) eingesprengt. Die größeren Sanidinsprenglinge zeigen z. T. schönen Schalenbau und z. T. sehr fleckig-wolkige Auslöschung; von derartigen Gesteinen sind wohl die „Trachytanalysen“ von Cochius gemacht, mit den sehr hohen Kieselsäuregehalten.

Ebenfalls aus dem Innern ohne nähere Ortsangabe stammt ein porphyrisch struirtes graues Gestein mit feinkörniger Grundmasse und kleineren und größeren Einsprenglingen von schwarzen, stark resorbierten anscheinenden Hornblenden (Spaltbarkeit und Krystallbegrenzung ist nicht zu erkennen).

Unter dem Mikroskop erkennt man eine sehr feinkörnige aus kleinen Plagioklasen, Augiten und kleinen Magnetitkörnern bestehende Grundmasse mit kleinen und größeren Einsprenglingen von wenig oder garnicht verzwilligten Feldspäten, die z. T. sehr schöne zonare Struktur (Schalenbau und zonar angeordnete Einschlüsse) und fleckige Auslöschung zeigen; außerdem finden sich kleinere und größere Einsprenglinge von olivbrauner, wenig pleochroitischer Hornblende, z. T. mehr oder weniger resorbiert und mit einem Hof von Magnetitstaub umgeben. Die größeren (Amphibol?-) Einsprenglinge sind aus dem Schriff völlig herausgeschliffen; ihr Platz wird umgeben von ziemlich dichten Kränzen einer leuchtend rotbraunen Substanz, die in Form regelloser Körner und Fetzen vorkommt und auch sonst an vereinzelt Stellen auftritt, meistens ohne erkennbare krystallographische Begrenzung zu zeigen. Nach Analogie mit den anderen, früher beschriebenen Resorptionserscheinungen möchte man an Rhönit denken, doch sind diese rotbraunen Körner dafür auffallend gut durchscheinend bzw. durchsichtig, selbst in Anbetracht des ungewöhnlich dünnen Schliffes; bei einzelnen langgestreckten derartigen Körperchen scheint die Auslöschung gegen die Längsrichtung etwa 15° zu betragen.

Vom Gipfel des Pico d' Anna Ferreira stammt ein hellgraues sehr gleich- und feinkörniges Gestein, das auch mit der Lupe nur einen zentimeterlangen Plagioklas mit starker Zwillingsstreifung, einzelne kleine Feldspatleistchen und punktförmige schwarze Gemengteile erkennen läßt.

Unter dem Mikroskop sieht man zahlreiche, deutlich fluidal angeordnete kleine Feldspatleistchen, dazwischen ganz kleine Augite und wenig Magnetit, sowie etwas größere Feldspat tafeln mit ganz ausgezeichnet schaligem Bau, zonar angeordneten Glaseinschlüssen und oft schön fleckig-wolkiger Auslöschung. Der innere Kern derartig schalig aufgebauter Feldspäte zeigt öfter nicht geradlinig kristallographische Begrenzung, sondern stark abgerundete Ecken und Kanten, und die Ränder ganz zarte, vereinzelte Zwillingslamellen. Das Gestein ähnelt im Aussehen frappant (im Schliff ziemlich) dem Gestein von Ribeiro frio (Analyse e) bis auf die hier fehlenden Nepheline und die zahlreicheren, größeren Feldspäte.

Von der Serra da Ferreira NO vom Dorf stammt ein ganz hellgraues, feinkörniges, stark poröses Gestein, das mit bloßem Auge bzw. mit der Lupe nur vereinzelte kleinere Sanidineinsprenglinge und zahlreiche braune kleine Punkte (zersetzte farbige Bestandteile) sowie langgestreckte, braun ausgekleidete Hohlräume erkennen läßt, in denen offenbar ein ganz zersetztes säulenförmiges (Amphibol?) Mineral gesessen hat. Unter dem Mikroskop erweist sich das Gestein sehr frisch und zeigt in einer deutlich fluidal angeordneten, feinkörnigen Grundmasse größere Einsprenglinge von Alkalifeldspäten, die z. T. nach der sehr feinen Gitterstruktur Mikroklin sein dürften, teilweise anscheinend ohne jede Zwillingsbildung sind, z. T. auch mehr oder minder zahlreich eingeschaltete Zwillingslamellen enthalten. Einige dieser Feldspateinsprenglinge zeigen sehr schönen Schalenbau, Glaseinschlüsse und vereinzelt auch sehr sonderbare und verzwickte Zwillingsbildungen, die ich nicht einwandfrei deuten kann (Roc-tourné-Zwilling mit einer Komplikation? Seite 487) Amphibole, Augite und sonstige farbige Gemengteile sind im Schliff nicht vorhanden bis auf minimale Magnetitkörnchen. An einzelnen Stellen treten in den Handstücken sehr merkwürdige, konzentrisch angeordnete Kugeln und Ringe auf, die anscheinend durch sekundäre Manganausscheidungen gefärbt sind. Das Gestein ist offenbar ein Trachyt (Alkalitrachyt).

Aus dem Valle do Touro östlich vom Dorf stammt ein sehr feinkörniges, bräunlich-graues, auf einzelnen Bruchflächen etwas glänzendes Gestein, das unter der Lupe nur vereinzelte kleine anscheinende Sanidine sowie feine sekundäre Ausscheidungen

von Roteisenerz erkennen läßt. Unter dem Mikroskop zeigt das Gestein eine sehr feinkörnige Feldspatgrundmasse mit undeutlicher Fluidalstruktur, mit ganz vereinzelt kleinen Magnetitkörnern und etwas sekundärem Eisenerz, ganz vereinzelt größere Feldspateinsprenglinge mit einzelnen Zwillinglamellen, sowie einzelne langgestreckte Hohlräume, die anscheinend ehemaligen Amphibolsäulchen entsprechen. Im Schliff und (abgesehen von der bräunlichen Farbe) auch im Aussehen ähnelt das Gestein ziemlich dem analysierten Gang-Trachyt aus dem Gran Curral, bis auf die in diesem Schliff nicht beobachtbaren Amphibole, vielleicht ist es als ein bostonitartiges Ganggestein aufzufassen.

Vom Pico do Castello endlich stammt ein ziemlich fein- und gleichkörniges Gestein, dünnplattig und zum Teil fast

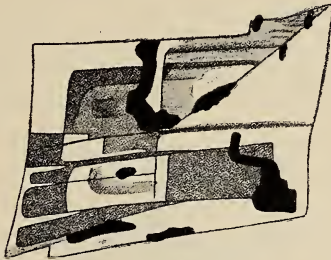


Fig. 29.

Roc-tourné-Zwilling mit Komplikation im rechten oberen Felde(?) und Glaseinschlüssen. (Seite 486!)

schieferig, leicht grünlichgrau gefärbt und mit starkem eigentümlichen Fettglanz auf den „schiefrigen“ Spaltflächen, das unter der Lupe nur vereinzelt kleine Feldspattäfelchen zeigt und punktförmige dunkelgefärbte Gemengteile sowie vereinzelt, ganz kleine Augitsäulchen erkennen läßt.

Das Gestein weicht schon im äußeren Ansehen sehr von allen sonstigen Madeiragesteinen ab durch den auffälligen, an Phonolithe erinnernden Fettglanz. Im Dünnschliff sieht das Gestein völlig anders aus als alle sonstigen Madeiragesteine; es enthält polysynthetisch verzwilligte Plagioklase nur in ganz zurücktretender Menge, dagegen anscheinend ziemlich viel Nephelin, was schon aus dem auffallenden Fettglanz zu schließen ist, sowie Alkalifeldspäte, über deren genauere Beschaffenheit ich mangels genügender Praxis in der mikroskopischen Mineralbestimmung keine bestimmte Meinung äußern möchte. Der Schliff ähnelt im strukturellen Habitus und in der Art der

darin auftretenden Ägirinaugite ziemlich stark gewissen norwegischen Lindöiten (Nr. 161 a der BRÖGGERSCHEN Serie von Vens-töp); er enthält aber keinen Quarz, dafür aber, soweit ich beurteilen kann, recht reichlich Nephelin. Nach der Ätzung mit Salzsäure bildeten sich zahlreiche Kochsalzwürfel und die geätzte Stelle nahm sehr intensive Färbung an. Die Augite sind nicht reine Aegirine sondern ganz vorwiegend Aegirin-Augite, und sind sehr reichlich vorhanden.

Diese grünlichen Ägirinaugite sind deutlich pleochroitisch und zeigen in manchen Exemplaren eine sehr schöne z. T. schon bei ausgeschaltetem Analysator erkennbare Sanduhrstruktur. Die Farben sind sehr zart und schwer zu beschreiben: ganz zart olivgrün und ganz zart bläulichgrau; besonders bei letzter Stellung ist die Sanduhrstruktur schon sehr schön zu erkennen. Die Auslöschung ist eine sehr unvollkommene.

Unter gekreuzten Nicols bei etwa $20-24^{\circ}$ Drehung gegen die Längsachse des Krystalls zeigt sich folgendes Bild; bei 32° bis 36° Drehung ist das erreichbare Maximum der Auslöschung.



Fig. 30.

Ägirinaugit mit Sanduhrstruktur und Säumen von intensiv grünem Ägirin.

An den beiden Endigungen zeigt der Krystall ganz schmale, viel intensiver grün gefärbte Säume mit erheblich stärkerer Doppelbrechung, die reiner Aegirin zu sein scheinen; ganz selten finden sich auch isolierte, ganz kleine, intensiv grün gefärbte Aegirine.

Die Aegirine bzw. aegirinhaltigen Augite kommen z. T. in Form ziemlich großer, langer Säulen, vor allem aber sehr zahlreich als kleine Säulchen im Schliff vor, der dadurch sein charakteristisches Aussehen erhält.

Außerdem findet sich in dem Schliff eine eigentümlich lederbraune, ziemlich stark pleochroitische Hornblende.

Das Gestein ist also wohl sicher als ein tinguaitartiges Ganggestein zu bezeichnen; eine genauere Bestimmung vermag ich aus Mangel an Vergleichsmaterial nicht auszuführen. Die Tinguaiter der ROSENBUSCHSCHEN Musterserie sind viel feinkörniger. Die Wichtigkeit dieses Gesteinstypus für die Auffassung der

Madeirensen Eruptivgesteine bedarf keiner weiteren Erörterung. Es ist — abgesehen von einem theralithartigen Essexit (S. 390) — das einzige, schon durch sein äußeres Aussehen den starken Nephelinge halt verratende Gestein, das mir von dort zu Gesicht gekommen ist — leider liegen keine Angaben über die Lagerungsverhältnisse vor. (Vergl. auch Seite 424.)

Herr FINCKH, dem ich vor vier Jahren das gesamte Material von Porto Santo gegeben hatte, mit der Bitte um Bestimmung für meine Arbeit über die mittelatlantischen Vulkaninseln, hat darin außer dem Essexit „nichts besonders bemerkenswertes“ gefunden, so daß ich hier bei den Bestimmungen dieser so ganz aus dem Rahmen der anderen Madeira-Gesteine herausfallenden Typen ganz auf meine eigenen geringen Erfahrungen angewiesen war.

Es ist nach diesem Befund jedenfalls sehr bedauerlich, daß über diese Gesteine Porto Santos so gar keine weiteren Angaben über Lagerungsverhältnisse usw. vorliegen; auch von den früheren Autoren über Madeira ist Porto Santo immer sehr stiefmütterlich behandelt worden.

Neu ist ferner ein grobkörniges, anscheinend nur aus dunkelrotem Olivin und schwarzem Augit bestehendes Gestein, aus dem Val Touro, von dem ebenfalls keine näheren Angaben vorliegen, und leider auch kein Schliff gemacht ist. Es ist anscheinend eine besonders augitreiche Olivinfelsbombe ähnlich den auf S. 405 beschriebenen von Porto Moniz.

Neu ist auch ein ungewöhnlich schlackig-poröses, bimsteinartiges, braunes Gestein vom Pico do Facho.

„An der Küste“ auf einer gehobenen Strandterrasse liegen auf Porto Santo vielfältig Gerölle eines ganz hellen Bimsteins, der anstehend auf der Insel offenbar nicht vorhanden ist, und von dem Herr DE NORONHA deshalb vermutet, daß er mit einer Meeresströmung von den Canaren dorthin getrieben sei.

Ferner hat Herr DE NORONHA Proben von ziemlich groben Tuffen eingesandt, deren Klüfte mit schön ausgebildetem Faserkalk erfüllt sind, und ein grobes Konglomerat dunkler, basaltischer Gerölle, die durch konzentrischschaligen und zugleich radialstrahlig angeordneten Kalk verkittet und deren Zwischenräume durch solchen strahligen Kalk ausgefüllt sind.

Aus dem Val Touro liegt ein Gerölle eines dichten gelben, stark umkrystallisierten, marinen Kalkes vor, das aus helleren, gelblichen und dunkleren, braunen Partien besteht. Die dunkleren Schlieren brausen mit konzentrierter Salzsäure nur schwach und zögernd und enthalten einen nicht unbeträchtlichen Phosphoritgehalt.

Endlich hat Herr DE NORONHA noch eine Probe von erdig mulmigem Pyrolusit eingesandt, ohne weitere Angaben über die Art des Vorkommens. Dieses Manganerz ist vor Jahren eine zeitlang Gegenstand bergmännischer Gewinnung durch eine englische Firma gewesen, bis der Betrieb wegen mangelnder Rentabilität eingestellt wurde.

Diese Untersuchung der Gesteine Porto Santos, wenn sie auch sehr fragmentarisch ist und alle Angaben über Lagerungsverhältnisse fehlen, ergänzt und bestätigt doch in sehr erfreulicher Weise die auf Madeira gewonnenen Resultate.

Aus dem starken Vorwalten der ganz hellen, sauren Gesteine, die auf Madeira im wesentlichen erst sehr spät im Laufe



Fig. 31.

Ilheo Baixo
(Fundort der marinen Miocän-
fossilien).

Porto Santo.

der Geschichte der Insel auftreten, aus der viel geringeren Höhe und dem anscheinenden Mangel der so ungemein großartigen und intensiv ausgearbeiteten Erosionsformen wie sie auf Madeira sich finden, darf man vielleicht schließen, daß Porto Santo der Hauptsache nach nicht unerheblich jünger als Madeira ist.

Aus dem Vorkommen ganz ausgeprägter Tafelberge mit horizontaler Oberfläche, bzw. ganz flachen, gut erhaltenen Terrassen (Ilheo baixo!), auf denen die Schichten mit den Miocänfossilien liegen und die bei der Vorbeifahrt an Porto Santo so besonders auffällig und im starken Kontrast zu den spitzen zackigen Formen des vulkanischen Gebietes Porto Santos und Madeiras in die Erscheinung treten, darf man vielleicht schließen, daß die letzten Hebungen, die diese schönen marinen Terrassen in die Höhe gebracht haben, auf Porto Santo verhältnismäßig spät eingetreten sind und darf darin vielleicht auch ein weiteres Argument für die früher (S. 366) verfochtene Ansicht über die Lagerungsverhältnisse der Miocänschichten bei São Vicente erblicken.

Schluß.

Ich bin mir wohl bewußt, daß diesen vorstehend veröffentlichten Studien ein recht fragmentarischer Charakter anhaftet und daß viele der darin behandelten Fragen wohl eine genauere Durcharbeitung und Behandlung verdient hätten, ebenso daß die Beschreibung der Gesteine vom mineralogischen Standpunkt aus viel zu wünschen übrig läßt. Da ich aber in absehbarer Zeit die genügende Muße zu einer abschließenden und einwandfreien Bearbeitung dieser schönen Serie voraussichtlich nicht werde erübrigen können, so möchte ich jetzt nach neun Jahren Studiums diese vorläufigen Resultate doch dem Urteil der Fachgenossen unterbreiten, in der Hoffnung daß ich später vielleicht doch noch das bisher versäumte nachholen kann. Von einer sehr beträchtlichen und anscheinend auch noch recht interessanten Gesteinsserie Madeiras liegen bisher noch nicht einmal die Schiffe vor, von einigen bisher gar nicht oder nur sehr flüchtig untersuchten Ganggesteinen wären meines Erachtens Analysen sehr wünschenswert, z. B. von dem tinguaitischen Gestein Porto Santos, und würden wohl wichtige Resultate ergeben; auch für die Frage der Abgrenzung der trachydoleritischen von den basaltischen Gesteinen scheinen mir die Madeirensen Ergußgesteine bei genauere Studium wichtige Ergebnisse liefern zu können.

Besonders bedaure ich, daß ich bei meiner ersten Reise nach Madeira noch gar keine, und bei meiner zweiten nur erst recht geringe speziell petrographische Erfahrungen über jungvulkanische Gesteine hatte (ich kannte bis dahin nur die krystallinen Geschiebe des norddeutschen Flachlandes etwas näher) und so bei der Fülle des auf mich eindringenden neuen Beobachtungsmaterials vieles nicht genügend beachtet habe, dessen Mangel mir nachher bei der Ausarbeitung der Resultate sehr verdrießlich war; vielleicht ist aber auch die dadurch bedingte völlig objektive und unbeeinflusste Beobachtung in mancher Beziehung wieder von Vorteil gewesen, da ich so nicht nach bestimmten, vorher feststehenden Gesichtspunkten, sondern danach gesammelt und beobachtet habe, was mir auffällig und unterscheidbar erschien, und ich so wohl keinen Typus der vorhandenen Gesteine wegen des Suchens nach bestimmten anderen übersehen habe.

Erklärung zu Tafel VII.

Lumière-Mikrophotographien von Herrn Prof. SCHEFFER (Zeisswerk!).

- Fig. 1. Madeirit von der Soca (unter der ersten Essexitklippe). (Vergr. 23). Protogene Augite mit sehr titanhaltigen Mänteln und stark resorbierten Rändern; Olivin, z. T. serpentinisiert; kleine Plagioklase, Magnetit und kleine Augite zweiter Generation sowie allerlei Zersetzungsprodukte.
- Fig. 2. Essexit, Ribeira de Massapez (als Gerölle gefunden), sehr ähnlich der analysierten Probe der Analyse D. Divergent strahlige Plagioklase; Augite (z. T. Titanaugite) in den Zwickeln, ohne irgend welche idiomorphe Begrenzung. (Das analysierte Handstück vom Anstehenden enthält außerdem auch einige idiomorphe Augite).
- Fig. 3. Essexitmelaephyr, Punta Delgado, Gestein der Analyse i. Große Titan(?)augite mit eigentümlicher Farbenstaffelung, Olivin, kleine Augite, Magnetit, Plagioklas. Der große helle Augit oben zeigt bei Drehung dieselbe Farbenstaffelung wie der untere.
(Diese eigentümliche Farbenstaffelung findet sich auch bei den Titan(?)augiten gewisser Essexite der Soca).
- Fig. 4. Olivinfelsbombe, Porto Moniz. Analysiertes Exemplar (S. 405). Olivin, Diallag: (blau, mit einfachen Spaltrissen und schiefer Auslöschung, sowie mit den fremden Einlagerungen), Rhombische Augite: hellgrau, mit gerader Auslöschung und unter 30° zu den Spaltrissen verlaufenden feinen, fremden Einlagerungen, sowie mit sehr undeutlicher prismatischer Spaltbarkeit und diagonal dazu verlaufender Auslöschung.
-

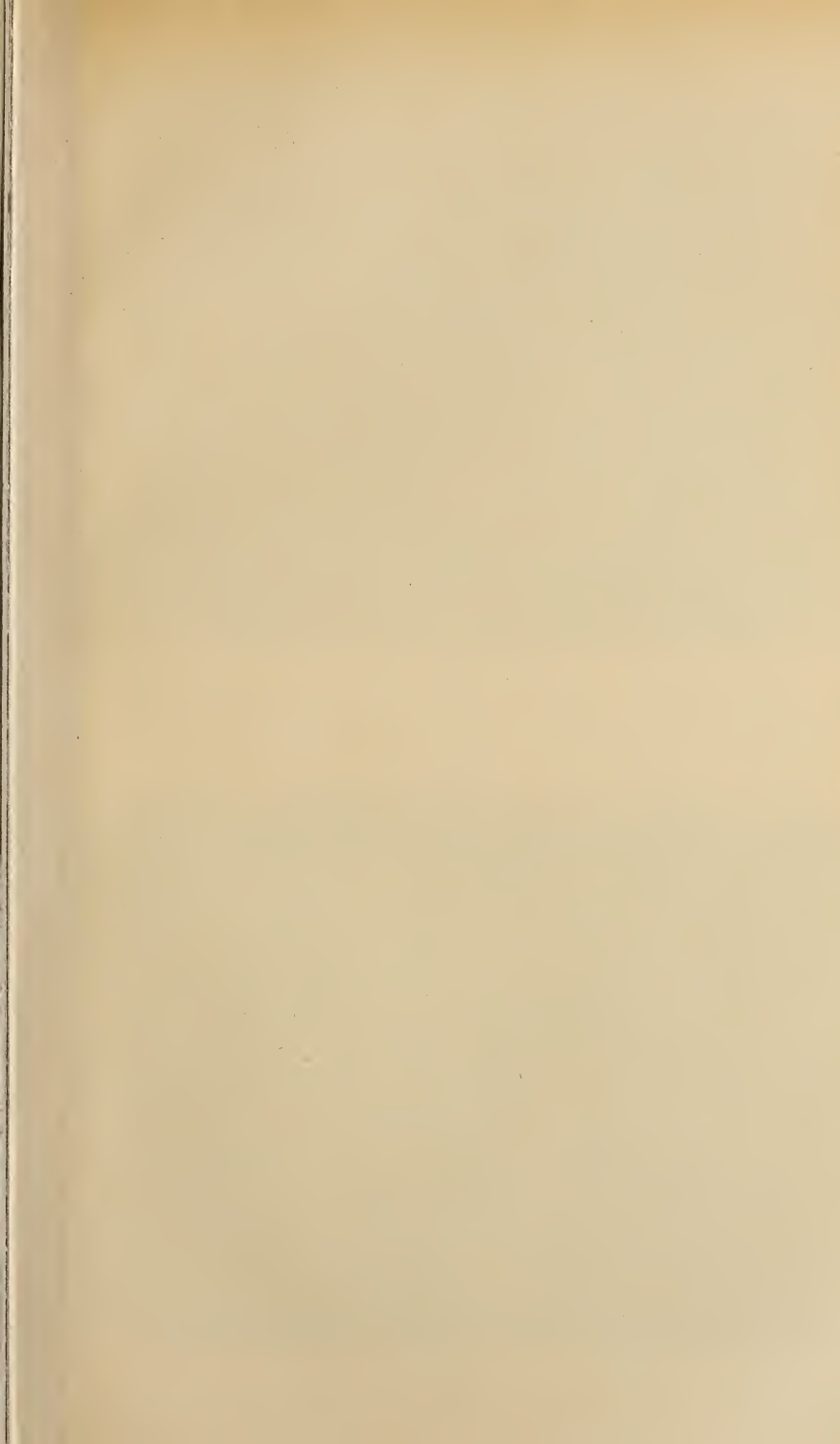




Fig. 1.



Fig. 2.

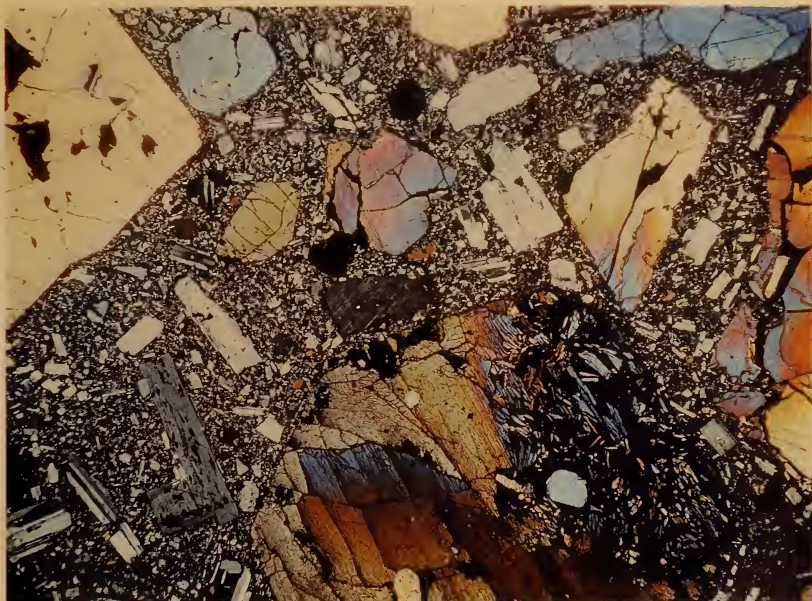


Fig. 3.

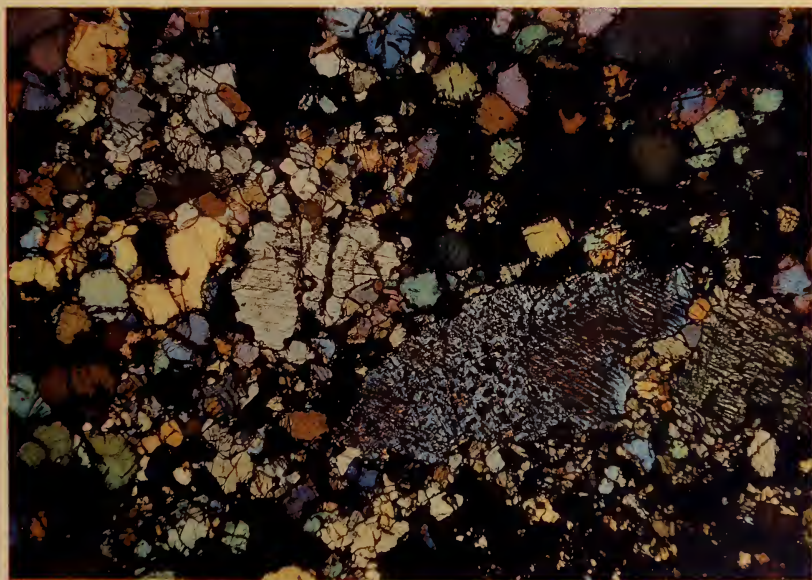


Fig. 4.



C. GAGEL phot.

Fig. 1.

Gran Curral vom Pico Serrado aus gesehen, ganz rechts der Lombo Gordo, im Hintergrunde der Lombo grande, links der Pico grande.



C. GAGEL phot.

Fig. 2.

Ribeira dos Socorridos (Mündungsschlucht des Gran Curral) vom Pico Serrado aus gesehen.



Fig. 1. C. GAGEL phot.
Bergsturz in der übersteilen Wand der Ribeira dos Socorridos.

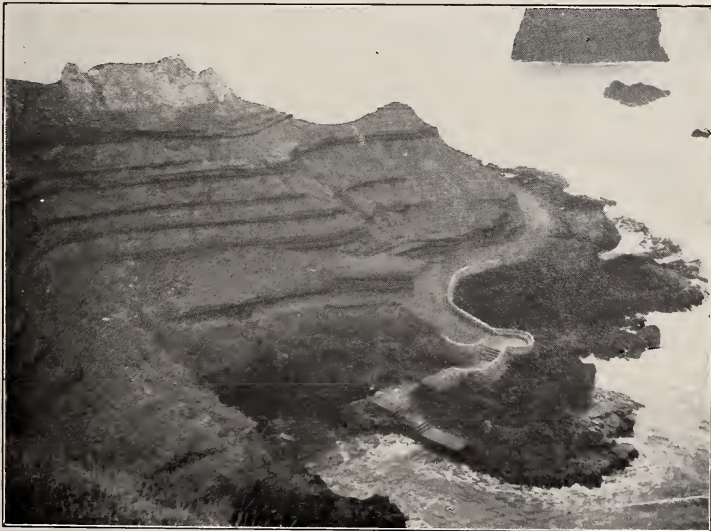


Fig. 2. C. GAGEL phot.
Ilheo bei Porta da Cruz.
Feingeschichtete Tuffe und Tuffite mit Pflanzenresten und Geröllen; überlagert von einer Decke trachytoiden Trachydolerits, unterlagert von schwarzen limburgit-ähnlichen Trachydoleriten.



Nordseite der Punta di São Lorenzo.
Ausgewitterte Gänge, in groben Tuffen aufsetzend



Fig. 1.

Jüngster, ins Meer geflossener Lavastrom bei Camera de Lobos (noch mit Schlackenkruste), Brandungskehle! Im Hintergrund das Cabo Girão.



C. GAGEL phot.

Fig. 2.

Durch einen Lavastrom rotgebrannte Tuffschicht mit stengeliger Absonderung westlich von Funchal (Praya formosa).