Petrographische Untersuchungen an Gesteinen von den Azoren.

Von

O. Mügge in Hamburg.

Seitdem L. v. Buch (Physik. Beschreibung der Canarischen Inseln, 1825) die Aufmerksamkeit der Geologen auf die Inselgruppen an der Westküste des afrikanischen Continentes lenkte, sind diese vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Lyell, v. Fritsch, Reiss und Hartung haben ihren geologischen Bau ausführlich geschildert und in grossen Zügen eine Charakteristik der dort anstehenden Felsarten gegeben. Eingehende, mit den heutigen Methoden durchgeführte Special-Untersuchungen der Gesteine von Sauer, van Wervecke, Möhl, Dölter u. a. sind ihnen gefolgt, es fehlen solche aber bisher für die Azoren; ich unternahm daher auf Veranlassung von Hrn. Prof. Rosenbusch die Untersuchung einer grösseren Suite von Gesteinen, welche, im mineralogisch-geologischen Institut der Universität Heidelberg befindlich, von Reiss und Hartung auf den Azoren gesammelt sind. Die folgenden Mittheilungen beziehen sich auf etwa 240 Handstücke jung-vulkanischer massiger Gesteine dieser Sammlung, welche von den Inseln S. Miguel und Fayal jenes Archipels stammen, und deren Beschreibung der z. Th. grossen Ähnlichkeit der Gesteine halber zusammen gegeben werden soll.

Über das Alter der Gesteine liegen genauere Angaben nicht vor; nach Hartung sind sie wahrscheinlich jünger als die Gesteine der Canarien und von Madeira, für einige Ablagerungen wurde durch Fossilien (welche von Santa Maria stammten) ein ober-miocänes Alter nachgewiesen, im Ganzen gehören die Bil-

ungen der Jetztzeit an. Hartung unterscheidet nach dem Alter vier Gruppen: Gesteine, welche durch die Ausbrüche der letzten vier Jahrhunderte entstanden (seit Entdeckung des Archipels), ferner sehr viel zahlreichere Lavamassen, welche nicht viel früher entstanden sein können, dann ältere Ablagerungen, deren Bildung auf einer vielleicht sehr alten Grundlage bis in die neueste Zeit fortdauerte und deren Oberfläche daher nicht von Einschnitten zerrissen ist, endlich solche ältere Ablagerungen, welche bereits von tiefen Schluchten durchsetzt sind. Von Fayal ist aus historischer Zeit nur ein Ausbruch vom Jahre 1672 an der Westspitze der Insel bei Capello bekannt, während auf S. Miguel seit Entdeckung des Archipels 10 Erdbeben und Ausbrüche stattfanden. Durch einen der ältesten, im Jahre 1652, wurde der Krater der Lagoa do Fogo ausgeblasen.

Da auch nach Hartung's Angaben zwischen älteren und jüngeren Laven weder nach der petrographischen Beschaffenheit, noch nach der Art des Auftretens und der Structur, noch nach anderen Merkmalen ein durchgreifender Unterschied festzustellen ist, und die Entstehung der ältesten bekannten Laven denselben Ursachen zuzuschreiben ist, welche noch heute in Wirksamkeit sind, so waren für die Gruppirung der Gesteine lediglich die petrographischen Verhältnisse massgebend; selbst für die Zusammenfassung in kleinere Untergruppen konnte das Vorkommen kaum Anhaltspunkte bieten, weil nur in ganz seltenen Fällen Lavamassen derselben Art ein ganzes Gebirge zusammensetzen, vielmehr gerade für S. Miguel ein häufiger Wechsel verschiedenartiger Laven an demselben topographischen Körper charakteristisch ist. Dies rührt nach Hartung (p. 319) daher, dass Ausbrüche basaltischer, trachytischer und trachydoleritischer Laven allerdings jedesmal eine längere Zeit andauerten, periodenweise sich folgten, aber nicht an zusammenhängenden Punkten abgelagert wurden und daher durch spätere, petrographisch abweichende Lavenergüsse an derselben und zwischenliegenden Stellen getrennt wurden. Dagegen waren z. B. die Lavamassen, welche seit Entdeckung des Archipels auf S. Jorge, Pico und Fayal ergossen wurden, einander ausserordentlich ähnlich; ebenso sind manche Lavamassen von S. Miguel und Fayal geradezu miteinander zu verwechseln, und wenn man hier auch nicht nachweisen kann, dass sie der gleichen

Periode vulkanischer Thätigkeit angehören, empfiehlt es sich doch, sie zusammen zu betrachten.

Da Nephelin-, Leucit-führende und feldspathfreie Gesteine durchaus fehlen, so erscheinen als Hauptgruppen, welche nach der Anzahl der Handstücke etwa gleichmässig vertreten sind, trachytische, andesitische und basaltische Laven sammt ihren grobkörnigen Ausscheidungen und zugehörigen Gläsern. Als

Trachytische Gesteine

sind im Folgenden der gewöhnlichen Definition gemäss sämmtliche Sanidin-führende (dabei Nephelin- und Leucit-freie) Gesteine vereinigt. Sie verrathen nach Hartung Neigung, in der Nähe ihrer Ausbruchspunkte zu gewaltigen, unförmlichen Massen zu erkalten, und erscheinen daher vorherrschend in Kuppen und Lagern. Oberflächliche Schlackenbildung ist bei ihnen recht selten, säulenförmige Absonderung fehlt durchaus, dagegen kommt zuweilen senkrechte Zerklüftung vor; sie überlagern meist die von ihm als trachydoleritisch und basaltisch bezeichneten Laven. Es lassen sich unter ihnen je nach dem Überwiegen des orthotomen oder klinotomen Feldspathes und der Menge der daneben auftretenden Bisilicate zunächst zwei Gruppen, diejenige der typischen und der andesitischen Trachyte unterscheiden, welch' letztere z. Th. Olivin führen; das beigemengte Bisilicat ist in ihnen bald Hornblende, bald Augit, daneben auch Glimmer, meistens alle drei nebeneinander; ihnen gegenüber steht eine Gruppe, welche als Bisilicat wesentlich nur Pyroxen enthält und die ich der Natur desselben wegen als Akmit-Trachyte bezeichne *.

Die erste Gruppe, welche den normaltrachytischen Laven Bunsen's am nächsten steht, aber nach ihrem Kieselsäuregehalt diese Stufe nicht ganz erreicht, zerfällt, wesentlich nach Structurunterschieden, weiter in die reinkörnigen Sanadinite und Domite,

---

* Hartung (p. 91) unterscheidet zunächst Orthoklas- und Oligoklas-Trachyte; unter den ersteren ausser den Sanidiniten sechs Gruppen; diese fallen z. Th. mit den hier als Akmit-Trachyten, Domiten und Trachyt-Pechstein bezeichneten Gruppen zusammen, die übrigen gehören, soweit sich dies aus der makroskopischen Beschreibung erkennen lässt, zu den echten Trachyten von lavenartigem Habitus und z. Th. auch wohl zu den andesitischen Trachyten und Amphibol-Andesiten. Übrigens lagen mir von einigen der bei Hartung erwähnten Vorkommnisse Handstücke nicht vor.

die Trachyte κατ' ἐξοχήν von lavenartigem Habitus, und die Trachyt-Pechsteine; die letzteren stellen z. Th. wohl gleichzeitig die glasige oder glasreiche Entwicklungsform der andesitischen Trachyte dar, während es zweifelhafter bleiben muss, ob sie auch die glasigen Vertreter der Akmit-Trachyte in sich schliessen.

Unter den körnigen Trachyten bilden die als Sanidinite bezeichneten Gesteine eine nach ihrem Auftreten wie nach ihrem makroskopischen und mikroskopischen Habitus gleich scharf begrenzte Gruppe. Sie stammen sämmtlich aus der Lagoa do Fogo auf S. Miguel, wo sie nach Hartung bei dem heftigen Ausbruch des Jahres 1563 ausgeworfen wurden und bombenartige, an der Aussenseite glatt abgerundete Massen von mehreren Zoll bis 1 Fuss Durchmesser bilden. Sie ähneln, wie auch schon Hartung hervorhebt, ausserordentlich den Lesesteinen des Laacher See's: porzellanartiger, selten ganz glasig und frisch aussehender Sanidin, dessen Individuen durchschnittlich 5 mm gross sind, bildet mit mehr oder weniger Hornblende ein grobkörniges und dabei oft sehr bröckliges Appregat, in dessen kleinen Hohlräumen wenig Glimmer, Quarz, Titanit, Eisenkies, seltener Pyrrhit und Azorit aufgewachsen sind. Die Spaltbarkeit des Sanidins ist makroskopisch wie mikroskopiseh meist recht deutlich, die Umrisse öfters etwas rundlich; einfache Zwillingsstreifung kommt nie vor, wohl aber häufiger eine mikroklinartige Structur mit gekreuzten Lamellen auf o P (001) und sehr feinen, ungefähr parallel c eingelagerten Schnüren mit etwas abweichender optischer Orientirung auf ∞P̆∞ (010); ebenso findet sich wohl eine zahnartige Verwachsung verschiedener Individuen an ihren Grenzen, indem zahlreiche gleichzeitig auslöschende Zotten des einen Krystalls in den andern hineinwachsen. Karlsbader Zwillinge wurden nur spärlich beobachtet. Trotz des porzellanartigen Aussehens, welches sehr an die Feldspathe von Elba und Baveno erinnert, ist die Substanz noch völlig unverändert; u. d. M. erkennt man vielmehr, dass ausserordentlich zahlreiche, meist parallel der Spaltbarkeit gelagerte und oft nach dieser Richtung gestreckte Einschlüsse, wahrscheinlich von Glas, das trübe Aussehen veranlassen. Die Hornblende tritt dem Sanidin gegenüber meist sehr zurück, verschwindet zuweilen fast ganz. Sie bildet dunkelgrüne oder schwarze, scharf begrenzte Prismen,

ungefähr von derselben Grösse wie der Sanidin und den gewöhnlichen Formen ∞P (110), ∞P$\bar{\infty}$ (010), oP (001), P (11$\bar{1}$); im Schliff wird sie schwer durchsichtig mit tiefgrünlichen, auch wohl etwas bläulichen und braunen Farben; Spaltblättchen gaben eine Auslöschungsschiefe von 20° ca. und geringen Pleochroismus bei sehr starker Absorption beider Strahlen; parallel $\bar{b}$ findet zuweilen fast völlige Absorption statt. Grüner, nicht pleochroitischer Augit tritt nur selten neben Hornblende auf, und nie in bedeutender Menge, häufiger, aber auch stets nur spärlich, sind schmale Blättchen von Biotit.

Unter den aufgewachsenen accessorischen Mineralien ist am häufigsten Titanit in zierlichen, lebhaft rothen bis gelben Kryställchen, z. Th. Durchkreuzungszwillingen; seine Farbe ist so lebhaft, dass man ihn mit dem feuerrothen, in kleinen Oktaëdern krystallisirten Pyrrhit verwechseln kann, wenn die Formen undeutlich ausgebildet sind. Das als Azorit bekannte Mineral wurde nur einmal in undeutlichen Formen beobachtet. Als secundärer Gemengtheil muss hier auch der Quarz betrachtet werden, er ist ganz wasserhell, z. Th. gut krystallisirt in den Formen ∞R ϰ (10$\bar{1}$0) R ϰ (10$\bar{1}$1) — R ϰ (01$\bar{1}$1) und führt, wie u. d. M. zu erkennen, zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, z. Th. von der Form des Wirthes mit Libelle und kubischen isotropen Kryställchen, welche sich beim Erwärmen nicht merklich verkleinern; ebenso sind Gaseinschlüsse von der Form des Wirthes recht häufig und gross.

In ihrem gesammten Habitus erinnern diese Gesteine ausserordentlich an die Syenite, deren mineralogisches Äquivalent sie ja auch sind; da sie hier, wie auch am Laacher See nur als Auswürflinge oder als Einschlüsse in Laven auftreten, darf man sie vielleicht als Reste eines Trachytes betrachten, der sich in einem besonderen Entwicklungsstadium befand; dieser Ansicht scheint sich auch Hartung zuzuneigen, wenn er p. 183 sagt: „wenn man sieht, dass der Pico das Camarinhas Aggregate ausschleuderte, welche wesentlich aus Anorthit und Hornblende bestanden, während er einen Strom ergoss, dessen dichte, schwarzgraue, echt basaltische Lava neben Augit und Olivin glasigen Feldspath enthält, so scheint doch in diesem Falle die Anwesenheit der zahlreichen Sanidin-Gesteinsbomben und die

ungeheuren Massen von Bimstein darauf hinzuweisen, dass der Strom wahrscheinlich ebenso wie der ganze Ausbruch ein trachytisches Gepräge tragen dürfte."

Etwas weiter verbreitet als die Sanidinite sind Trachyte von Domit-artigem Habitus; sie setzen auf Fayal den an der Südküste gelegenen Felsen von Castello branco zusammen, auf S. Miguel bilden sie im Thale von Furnas „Dom-förmige, anscheinend in einem Gusse entstandene" Kuppen, und diesen sehr ähnliche Massen finden sich auch an der Lagoa do Fogo und am Pico das Camarinhas. Es sind hellgraue, zuweilen etwas röthliche, äusserst mürbe Gesteine, feinkörnig, sandig anzufühlen und zwischen den Fingern zerreiblich, ohne jede Zähigkeit und Festigkeit. Oft ist eine merkliche Schieferung vorhanden und die Ablösungsflächen zeigen dann einen schwachen Perlmutterglanz, welcher vermuthlich von annähernd parallel gelagerten Feldspathleistchen herrührt. Im Ganzen ähneln sie den Andesiten vom Aranyer Berge, den Trachyten vom Mte. Tabor auf Ischia und manchen Auvergner Gesteinen; Hartung, der sie ebenfalls zu einer Gruppe vereinigt, und den Feldspath mit G. Rose für Oligoklas hielt, vergleicht sie namentlich denjenigen vom Puy de Cliersou. Von Gemengtheilen sind mit blossem Auge höchstens Feldspath in schmalen Leisten zu erkennen, der sich zuweilen auch etwas porphyrisch abhebt; sonst bemerkt man in der feinkörnigen Grundmasse nur zahlreiche dunklere, unbestimmbare Pünktchen, die das Gestein wie bestäubt erscheinen lassen. Schlackige Ausbildung und Fluidalstructur fehlen durchaus.

Die spärlichen Sanidineinsprenglinge sind z. Th. tafelartig nach $\infty P \bar{\infty}$ (010), z. Th. säulenförmig nach à entwickelt, sie gehen u. d. M. durch alle Zwischengrössen in die Feldspathleisten der Grundmasse über, welch meist wenig scharf begrenzt sind und, wie auch die grösseren Krystalle, vielfach eine undulöse Auslöschung, namentlich auf oP (001) erkennen lassen. Die Trennung nach dem spec. Gew. ergab, dass mindestens $\frac{2}{3}$ des ganzen Gesteines aus Sanidin bestehe, während Plagioklas, nach dem spec. Gew. ungefähr Oligoklas, in allen Gesteinen nur sehr spärlich vorhanden ist. Die Feldspathe sind namentlich am Rande oft ganz undurchsichtig von Glas und mit fein vertheiltem Magnetit gemengter Grundmasse. Grössere

Augite sind ebenfalls recht spärlich, ihr Kern ist meistens graugrün, der Rand hellgelb bis goldgelb. Dieser Wechsel der Farbe, wie auch die z. Th. grossen Verschiedenheiten in der Auslöschung bei scheinbar einheitlichen Individuen hängen vermuthlich mit dem verschiedenen Eisengehalt und der Oxydationsstufe desselben zusammen. Der Pleochroismus ist unbedeutend, nur merklich in der Randzone parallel $mP\overset{\perp}{\infty}$ (h o $\bar{l}$); parallel $\bar{b}$ schmutzig braungelb, senkrecht dazu etwas heller gelb. Ihre häufige Vergesellschaftung mit Erzen und die Gruppirung kleinerer Kryställchen lässt zuweilen auf die Entstehung derselben aus Hornblende oder Glimmer schliessen, wie denn auch wahre Pseudomorphosen von Augit-Magnetit-Aggregaten mit erhaltenen Resten von Hornblende und Glimmer daneben in geringerer Menge vorkommen. Ausser diesem Augit erscheint aber in diesen Gesteinen noch ein zweiter Pyroxen, welcher anscheinend für die Gruppe der Domite charakteristisch ist. Er bildet goldgelbe, zuweilen durch Infiltration von Eisenoxyden im innern etwas schmutzig rostbraune, meist scharf begrenzte Kryställchen, die (im Mittel 0,08 mm lang und 0,04 mm breit) nie die Dimensionen von Einsprenglingen erreichen und durch das ganze Gestein ziemlich gleichmässig verbreitet sind. Ihre Menge ist indessen gegenüber der Masse von Feldspath ziemlich gering, und da sie ausserdem mit den übrigen Gesteinsgemengtheilen noch lockerer zusammenzuhängen scheinen als jene unter einander, so sind sie im Schliff schlecht zu untersuchen. Dagegen gelang es, durch die Trennung nach dem spec. Gew. und nachheriges Ausziehen mit dem Magneten ein stark angereichertes Pulver zu erhalten, das namentlich zu optischen Untersuchungen geeignet war. Die Kryställchen sind kurz-säulenförmig, mit Streifung und zuweilen ganz deutlichen Spaltrissen parallel der Längsrichtung; am Ende von zwei domatischen Flächen begrenzt, welchen anscheinend ebenfalls eine Spaltbarkeit parallel geht; selten treten dazu noch zwei steilere Endflächen. Die Auslöschungsschiefe, gemessen zur Längsrichtung, war sehr gering, überstieg jedenfalls nicht 2°, der Pleochroismus ist nicht bedeutend, parallel der Längsrichtung schön goldgelb, mit schwachem Stich ins Grünliche, senkrecht dazu etwas dunkler, bräunlicher. Die Trace der optischen Axen läuft ungefähr parallel der

Längsrichtung, der Axenwinkel ist anscheinend ziemlich klein bei sehr starker Dispersion der Axen. Das Pulver (welches noch mit Eisenerzen und Pseudobrookit gemengt war) wurde von Schwefelsäure gar nicht, von Salzsäure jedenfalls nicht viel angegriffen. Eine sichere Bestimmung ist nach diesen Eigenschaften zwar nicht möglich, indessen stimmen alle, wie auch der Habitus und das Vorkommen überein mit dem zuerst von Koch (Tschermak, T. M. P. M. 1878. p. 77 u. 344) aus dem Andesit des Aranyer Berges, dann von v. Lasaulx (Z. f. Kryst. III. p. 289 u. 293) vom Riveau grand im Mt. Dore und von Biancavilla am Etna beschriebenen Szabóit. Es ist diese Deutung um so wahrscheinlicher, als an einem Handstücke von Castello branco auf Fayal auch ein anderes, zuerst von Koch (l. c.) aus dem erwähnten Gesteine und kürzlich von Lewis (das. VII. 1883. p. 181) von Jumilla beschriebenes Mineral, der Pseudobrookit, sich findet. Dieser bildet rechteckige Täfelchen ungefähr von denselben Dimensionen wie der Szabóit, nur einmal wurde eine Abstumpfung des Rechteckes durch ein Doma beobachtet, dessen Kanten zu oP (001) ca. 60° geneigt waren. Die Farbe ist sehr tief braunroth im durchfallenden, rothbraun mit metallischem Glanze im reflectirten Lichte, dickere Täfelchen sind überhaupt nicht mehr durchsichtig. Die Auslöschung erfolgt parallel der Längsrichtung, die durch eine ziemlich grobe Streifung sehr markirt ist, der Pleochroismus ist gering, parallel der Längsrichtung fast völlige Absorption, senkrecht dazu dunkel braunroth; Austritt von optischen Axen wurde nicht beobachtet. Das mit Szabóit gemengte Pulver gab mit Phosphorsalz in der Reductionsflamme eine in der Hitze gelbe Perle, welche beim Erkalten braunroth mit einem Stich ins Violette wurde und von analog hergestellten Perlen Eisenoxyd-haltigen Rutils nicht zu unterscheiden war; eben so liess sich mittelst $H_2 O_2$ Titan nachweisen; von Salzsäure, und leichter noch von Schwefelsäure, wurde das Mineral vollständig aufgelöst.

Auch dieses Mineral ist mit den übrigen Gemengtheilen anscheinend nur locker verbunden, und obwohl es, wie der Szabóit, ganz gleichmässig durch das Gestein verbreitet ist, scheinen doch die Verhältnisse, unter welchen beide hier auftreten, ausserordentlich ähnlich denen, unter welchen sie von

Koch und v. Lasaulx angetroffen wurden. Mikroskopisch sehr ähnliche goldgelbe Augite führen auch manche andere, ebenfalls Domit-ähnliche Trachyte, z. B. von Ischia, indessen unterscheiden sich diese vom Szabóit sofort durch die grosse Auslöschungsschiefe in der Säulenzone. Die goldgelben Ränder der grösseren Augit-Einsprenglinge der beschriebenen Gesteine sind vielleicht der Substanz nach identisch mit den kleinen goldgelben Augiten, welche in der Grundmasse auftreten, und beide wären dann erst in dem letzten Stadium der Gesteinsbildung entstanden, vielleicht unter dem Einfluss von Fumarolen-Thätigkeit.

In ganz untergeordneter Weise betheiligen sich an der Zusammensetzung der Domite noch Magnetit und Eisenglanz, beide in sehr geringer Menge, wenig Apatit mit dem gewöhnlichen Pleochroismus und Flüssigkeitseinschlüssen in Negativformen des Krystalls, und eine farblose bis hellgelbe Glasmasse, die von zahlreichen, äusserst feinen Feldspath-Nädelchen und Augit-Mikrolithen durchschwärmt wird und braune bis schwarze Trichite enthält, deren Aufbau aus Globuliten zuweilen gut zu beobachten ist. Fluidal-Structur ist in der Gruppirung der Feldspathleisten nur undeutlich ausgeprägt, häufiger ist eine Neigung zu bündelförmiger oder sternförmig-strahliger Anordnung.

Als Einschlüsse erscheinen in diesen Gesteinen zuweilen Brocken von etwas röthlicherer Färbung und festerer Structur, von welchen Hartung es unentschieden lässt, ob sie mit der Hauptmasse identisch sind und nur in Folge etwas verschiedener Abkühlung ein anderes Aussehen annahmen, oder ob sie als Auswürflinge in die glühende Lava hineingeschleudert und mit dieser verschmolzen wurden. In der Nähe dieser Einschlüsse scheint eine Anhäufung des Szabóit nicht stattzufinden, auch sie selbst enthalten ihn nicht und unterscheiden sich von der übrigen Gesteinsmasse ausserdem durch eine grössere Menge von Augit und Hornblende, und breitere, auch schärfer begrenzte Leisten von Feldspath. Danach scheint es in der That, als wenn nicht Ausscheidungen, sondern Einschlüsse eines fremden Gesteines vorliegen, die in den Trachyten des Aranyer Berges nach Koch in einem ursächlichen Zusammenhang mit dem Auftreten des Szabóit stehen, während hier wegen der Seltenheit

jener Einschlüsse und der allgemeinen Verbreitung des Szabóit eine solche Beziehung nicht angenommen werden kann.

Während echte Trachyte von lavenartigem Habitus auf Fayal ganz zu fehlen scheinen, sind solche von S. Miguel von zahlreichen Punkten bekannt; so aus der Lagoa do Fogo, wo sie massenhaft entwickelt sind, trachydoleritische Laven überlagern und im allgemeinen von den letzteren und den mit Tuffen abwechselnden Lavamassen (Piperno-ähnliche Trachytpechsteine) durch grössere Steilheit der Abhänge unterschieden sind; ferner in dem Thale von Furnas, der Caldeira Grande, Sete Cidades, dem Pico do Ferro und verschiedenen Punkten der Süd-Küste. Sie gehören nicht ausschliesslich einer bestimmten Periode der vulkanischen Thätigkeit an, wechseln vielmehr mehrfach mit den von Hartung als trachydoleritisch und basaltisch bezeichneten Laven ab, so dass sie bald den untersten, bald den obersten Horizont der Aufschlüsse bilden. Es sind etwas lockere Gesteine von helleren und dunkleren grauen Farben, geringem spec. Gew., etwas porös mit undeutlich fluidaler Anordnung der kleinen Hohlräume. Eine schiefrig-blättrige Absonderung mit Email-artigem Glanze auf der Schieferungsfläche kommt auch hier vor, zuweilen deutlicher als bei den Domit-artigen Trachyten. Makroskopisch erkennt man von Gemengtheilen zahlreiche, z. Th. recht grosse Sanidine, vielfach Karlsbader Zwillinge, daneben Glimmerblättchen und unbestimmbare schwarze Körnchen. Beginnende Zersetzung macht sich zuweilen durch einfiltrirtes oder ausgeschiedenes Eisenoxyd, Bleichung des Glimmers und porcellanartige Färbung des Feldspathes bemerklich; stärker verändert, durch heisse Dämpfe, sind zwei Vorkommnisse von der Caldeira velha und den heissen Quellen von Furnas. Die Zersetzung ist anscheinend nur einige Millimeter tief in das Gestein eingedrungen und hat ein weisses, Kaolin-artiges Product geliefert; indessen ergab die mikroskopische Untersuchung, dass trotz der noch ganz frischen Feldspath-Einsprenglinge die Grundmasse des ganzen Gesteins weitgehende Umwandlungen erfahren hat.

Die Menge der eingesprengten Sanidine ist meistens recht gross, namentlich, wenn sie knäuelartig in kleinen Drusenräumen angehäuft sind. Die zuweilen reichlich vorhandenen Einschlüsse von Grundmasse sind gern parallel der Spaltbarkeit nach $\infty P\bar{\infty}$

(010) angeordnet und auch ausserhalb des Krystalls oft nach dieser Richtung angelagert, etwa wie Eisenfeil-Späne am Magneten sich mit ihrer Längsrichtung der Axe desselben parallel zu stellen streben. Die Feldspathsubstanz ist auch in anscheinend ganz frischen Gesteinen zuweilen durch eine hyaline, farblose bis gelbliche Masse verdrängt, deren Natur zu bestimmen indessen wegen ihrer geringen Menge nicht anging. Einsprenglinge von Plagioklas und hellgrünem, kaum merklich pleochroitischem Augit verschwinden der Menge nach fast gegenüber dem Sanidin, ebenso Hornblende und Aggregate von Augit-Magnetit, welche sie meist verdrängt haben. Etwas reichlicher ist Biotit vorhanden, seinen optischen Eigenschaften nach ein Meroxen mit sehr wechselndem Axenwinkel (bis zu 40° ca.) und geringen Absorptionsunterschieden der in oP (001) schwingenden Strahlen ($\grave{a} > \bar{b}$). Er ist zuweilen völlig gebleicht, oder es ist an seine Stelle eine amorphe, anscheinend mit dem oben erwähnten Zersetzungsproduct der Feldspathe identische Substanz getreten, in welcher noch wenige Magnetit-Körnchen liegen. Eine Verdrängung seiner Substanz durch Augit-Magnetit-Aggregate ist sehr gewöhnlich, zuweilen lässt sich dann erkennen, dass die $\grave{c}$-Axe des Augites der Spaltungsebene des Glimmers parallel liegt. Ein seltener Gast ist endlich noch der Apatit, der die bekannte Mikrostructur und Pleochroismus zuweilen nur im Kern, nicht auch am Rande zeigt. Als Gemengtheile der Grundmasse erscheinen neben Feldspath nur Augit und Erze. Der erste wiegt auch hier über die Bisilicate ausserordentlich vor, seine schmalen Leisten bilden ein weitmaschiges Netz, sind oft etwas sternförmig gruppirt oder zu Bündeln geordnet, lassen aber meistens dabei eine deutliche Fluidalstructur des Ganzen erkennen. Die Augite sind zuweilen fast wasserklar, nie tiefer gefärbt, z. Th. mehr in schlecht begrenzten Körnern, z. Th. als sehr feine, spiessige Mikrolithe entwickelt, die dann alle andern Gemengtheile durchsetzen. Eine ganz untergeordnete Rolle spielen die Erze, meist Magnetit, zuweilen aber auch Eisenglanz und Titaneisen, dessen Zersetzung zu Leukoxen anscheinend oft einer schaligen Zusammensetzung nach R $\varkappa$ $(10\bar{1}1)$ folgt; in basischen Schnitten wechseln dann schwarze, unter 60° sich kreuzende Erzstreifen mit den hellen, Leukoxen-reichen Partien ab; durch

dieses mikroskopische Bild scheint J. Kühn in seiner Untersuchung über Pyrenäische Ophite (Inaug.-Diss. Leipzig, Berlin 1881) zu der auffallenden Annahme veranlasst zu sein, das Titaneisen sei ursprünglich parallel den Spaltungsflächen der Hornblende abgelagert. Glas ist nur selten in grösserer Menge vorhanden, oft, vielleicht nur wegen seiner hellen Farbe, gar nicht nachzuweisen; es enthält zuweilen kleine schwarze Stäbchen und Körnchen, welche bald grad-, bald krummlinig aneinander gereiht sind und sich gern an die Feldspathleistchen der Grundmasse der Längsrichtung derselben parallel ansetzen.

In den durch heisse Dämpfe veränderten, sehr wahrscheinlich hierher gehörigen Gesteinen von der Caldeira velha und dem Thale von Furnas scheint die Zersetzung hauptsächlich die Pyroxene der Grundmasse und ihr Glas betroffen zu haben, da beide fast vollständig verschwunden sind. Zwischen den anscheinend unveränderten Feldspathleisten und in die Spalten und Risse derselben eindringend liegen sehr zahlreiche kleine polyëdrische Körnchen, welche man vielfach ohne Zwang als Rhomboëderchen von ca. 90° Kantenwinkel deuten kann, mit starker Doppelbrechung und durchaus einheitlicher Auslöschung, die indessen wegen der Kleinheit der Körnchen nicht mit Sicherheit auf die Umrisse bezogen werden konnte. Eine Isolirung mittelst Trennung nach dem spec. Gew. gelang deshalb auch nicht, indessen wurde ein angereichertes Pulver erhalten, das von Schwefelsäure in der Wärme angegriffen wurde, während der wässerige Auszug der geglühten Substanz Reaction auf Schwefelsäure, Thonerde und Kali, schwach auch auf Eisen gab. Danach würde dieses Zersetzungsproduct Alunit sein, welcher ja unter ähnlichen Verhältnissen bereits vielfach angetroffen wurde und seine Entstehung wohl Exhalationen von Schwefeldioxyd verdankt, nicht aber, wie Mich. Kispatic (Tschermak's M. u. P. M. 1881. p. 134) für einen Theil seiner anscheinend sehr ähnlichen Gesteine vom Gleichenberg anzunehmen geneigt ist, seine Schwefelsäure aus ursprünglich im Gestein reichlich vorhandenem Schwefelkies bezog. Auch Hartung erwähnt den Alunit mehrfach als in der Nähe der heissen Quellen von Furnas mit Hyalith, Kieselsinter und Schwefel zusammen vorkommend.

Bevor ich zur Besprechung derjenigen Massen übergehe, die

als glasige oder glasreiche Ausbildungsformen der bisher beschriebenen Gesteine erscheinen, ist es zweckmässig, die nur wenig zahlreiche Gruppe von Gesteinen zu betrachten, die in der Einleitung als andesitische Trachyte den vorigen gegenüber gestellt wurden, und deren glasige Vertreter ohne ausführliche chemische Untersuchungen von jenen der ersten Gruppe nicht zu trennen sind. Von Gesteinen der Insel Fayal, wo trachytische Laven überhaupt selten sind, gehören hierher nur ein Vorkommniss von Flamengos und eines vom Boden der Caldeira; die hauptsächlichsten Vorkommnisse von S. Miguel sind die Schlucht der Lagoa do Fogo, verschiedene Punkte des Thales von Furnas, des Gebirges von Sete Cidades, von Povoaçao und Salto da Ribeirinha. Ein bestimmter geologischer Horizont lässt sich für sie so wenig wie für die echten Trachyte nachweisen, mit welchen sie übrigens nach ihrem makroskopischen wie mikroskopischen Habitus durch Zwischenglieder so verbunden sind, dass scharf durchgreifende Unterschiede sich nicht angeben lassen. Mit den echt trachytischen Laven theilen diese von Hartung meist als Trachydolerite bezeichneten Gesteine das lavenartige, z. Th., namentlich bei den Olivin-führenden Gliedern, recht schlackige Aussehen; die Farbe ist aber durchgehends dunkler, das spec. Gew. höher; es wurde an einem ziemlich dunkeln, Olivin-führenden Gesteine zu 2,71 bestimmt. Im Ganzen sind sie auch zäher und fester als die Trachyte, indessen ist der makroskopische Habitus wenig charakteristisch und constant, und es treten z. B. unter den Andesiten Gesteine auf, welche von manchen dieser Gruppe zugezählten nicht zu unterscheiden sind; da in solchen Fällen auch das mikroskopische Bild oft ein recht ähnliches war, und geologische Gesichtspunkte zur Entscheidung der Frage nicht herangezogen werden konnten, so blieb nichts übrig, als die Trennung etwas schematisch je nach dem Fehlen oder Vorhandensein des Sanidins durchzuführen. Überhaupt muss es als besonders charakteristisch für die Gesteine der Azoren betrachtet werden, dass dieser Übergang von trachytischen in andesitische und basaltische Gesteine sich ausserordentlich allmählig und zwar sowohl durch Olivin-freie wie durch Olivin-führende Trachyte und Andesite vollzieht, so dass wir hier nach dem Olivingehalt auch zwei Gruppen unterscheiden können.

In den Olivin-freien Gesteinen erkennt man in der dichten, perlgrauen bis dunkelgrauen Grundmasse mehr oder weniger zahlreiche Einsprenglinge von Feldspath, daneben Biotit, seltner und meist spärlicher auch Hornblende. Dass der grössere Theil der Feldspatheinsprenglinge in der That Sanidin sei, liess sich durch Messung des Spaltwinkels (die erhaltenen Werthe schwankten zwischen 89° 21′—90° 52½′, lagen meist aber sehr nahe an 90°) der 3—5 mm grossen einfachen Krystalle und der Neigung oP : $\underline{oP}$ (001 : $\underline{001}$) (117° 41′) an Karlsbader Zwillingen hinreichend sicher feststellen; es stimmt damit das spec. Gew. (2,57) und die Auslöschungsschiefen auf oP (001) und $\infty P\bar{\infty}$ (010) (5—11°). Seine Formen sind die gewöhnlichen, das Aussehen meist glasig, selten trüb. U. d. M. ist er von dem spärlicher vorhandenen Plagioklas ziemlich gut durch seine oft rundlichen Umrisse, die schwächere Doppelbrechung und die zuweilen ausserordentlich vollkommene Spaltbarkeit zu unterscheiden. Letztere bewirkt mitunter geradezu einen Zerfall grösserer Durchschnitte in lauter kleine, sehr scharf begrenzte rhombische Stückchen, die so fremdartig erscheinen, dass erst exacte Untersuchung über ihre Natur Aufschluss giebt. Der Axenwinkel ist zuweilen auffallend klein (20° ca.), eine mikroklinartige Structur recht häufig, bemerkenswerthe Einschlüsse fehlen. Einsprenglinge von Biotit erscheinen hier gegenüber den typischen Trachyten merklich reichlicher; sie gehören nach der Lage der optischen Axen, deren Winkel ziemlich stark schwankt, und den grellen, feuerrothen bis goldgelben Farben dem Meroxen, Var. Rubellan an. Auch Hornblende mit dem bekannten Magnetit-Rand* und oft jedenfalls sehr geringer Auslöschungsschiefe reichert sich hier etwas an, während hellgrüne Augit-Einsprenglinge wie früher selten sind, zuweilen ganz fehlen. In der Grundmasse überwiegt Feldspath in schmalen Leisten, die ein weitmaschiges Netz mit undeutlicher Fluidal-Structur bilden. An seine Stelle, z. Th. auch die Maschen des Netzes ausfüllend, ist in einem Gestein von Flamengos auf Fayal eine farblose bis röthliche, anscheinend

* Ob diese Randbildungen wirklich aus Magnetit bestehen, erscheint nach den Untersuchungen von Becker (dies. Jahrb. 1883. II. p. 1—13) zweifelhaft; sie wären daher hier und im Folgenden vielleicht richtiger als Opacit-Rand zu bezeichnen.

hyaline und durchaus Opal-ähnliche Masse getreten, die von Salzsäure und Schwefelsäure nur entfärbt, aber nicht weiter angegriffen wird; das spec. Gew. ist ca. 2,35. Die zwischen dem Feldspath eingeklemmten Körner von Augit sind grünlich bis gelblich, seine spiessigen, oft gegabelten Mikrolithe fast farblos. Von Erzen erscheinen sowohl Magnetit wie Eisenglanz (letzterer nur in hexagonalen durchscheinenden Blättchen), beide reichlicher als in den echten Trachytlaven. Hellgelbliches Glas betheiligt sich selten an der Zusammensetzung der Grundmasse, von accessorischen Mineralien wurde ausser Apatit auch Titanit in Körnern beobachtet, endlich auch kleine rundliche Einschlüsse oder Ausscheidungen eines an Bisilicaten und Erzen etwas reicheren Gesteines.

Olivinhaltige Trachyte sind bisher nur an wenigen Punkten aufgefunden; die mir durch Autopsie bekannt gewordenen Vorkommnisse vom Arso-Strom auf Ischia, von der Auvergne (Puy de Sarcouy und Val de l'Enfer, Mt. Dore) und des Laacher Sees sind weniger dunkel gefärbt, und scheinen auch nach der Menge der eingesprengten Sanidine etwas saurere Glieder der Trachytreihe zu sein als die vorliegenden Gesteine, denen sich die Auvergner Vorkommnisse noch am meisten nähern. Nach Hartung kommen Laven, welche neben Sanidin auch Olivin enthalten, sehr häufig auf den Azoren vor, so am Pico escuro, der Lagoa do Congro, ö. vom Thale von Povoaçao, und zahlreichen anderen Punkten auf S. Miguel; indessen scheinen darunter auch zahlreiche andesitische Laven begriffen zu sein, deren Plagioklas wegen der mangelhaften Untersuchungsmethoden für Sanidin gehalten wurde; mit Sicherheit gehören aber hierher Gesteine aus der Schlucht Fogo und der Lagoa do Fogo, dem Thale von Furnas und einige andere. Als Einsprenglinge erkennt man in ihnen mit blossem Auge Feldspathe, die gern concretionär gehäuft sind, dann Augit und Olivin, die letzteren in recht wechselnden Mengen; zuweilen fast so reichlich wie Feldspath, zuweilen nur verschwindend wenig; endlich schwarze Leisten, die nach der mikroskopischen Untersuchung Pseudomorphosen von Augit-Magnetit nach Hornblende oder Glimmer vorstellen. Die porphyrische Structur ist meistens recht ausgeprägt, namentlich gegenüber den Olivin-freien Gesteinen. Die Sanidine zeigen

u. d. M. einige Verhältnisse, welche von denen der gewöhnlichen Trachyte merklich abweichen. Zunächst fallen zahlreiche, sehr zierlich parallel den Spaltrissen eingelagerte, dunkle, Augit-, Glimmer- und Erz-reiche Einschlüsse der Grundmasse auf, die entweder den ganzen Krystall gleichmässig durchsetzen, und nur am Rande eine schmale, Einschluss-freie Zone übrig lassen, oder umgekehrt nur eine schmale Randzone erfüllen. Dies Verhältniss deutet entschieden auf zwei Wachsthumsperioden hin, von denen die letztere nur kurze Zeit dauerte, und ist um so auffallender, als die Contouren der Sanidine nicht entfernt Krystall-Flächen entsprechen, sondern äusserst unregelmässig verlaufen. Dabei dringen grössere Partien der Grundmasse oft buchtenartig in die Krystallmasse ein, und scheinbar einheitliche Individuen geben sich zwischen gekreuzten Nicols als mehrere, unregelmässig verwachsene Individuen zu erkennen, ähnlich wie der sog. polysynthetische Quarz der Granite. Alle diese Umstände scheinen darauf hinzuweisen, dass der Sanidin vor der Festwerdung des Gesteines vielfachen Angriffen ausgesetzt war, was wohl mit der verhältnissmässig basischen Natur des ihn umgebenden Magmas zusammenhing. Eine Mikroklinstructur mit sehr feinen gekreuzten Lamellen, deren Auslöschungsrichtung nicht mehr ermittelt werden konnte, ist neben ganz ungestreiften Durchschnitten sehr häufig, und man könnte argwöhnen, dass die Feldspathe trotz des Spaltwinkels von 90° überhaupt kein Kalifeldspath, sondern Plagioklas von der Art desjenigen vom Mt. Gibele oder der Rhombenporphyre wäre, wenn nicht das spec. Gew. (2,573) und die z. Th. genau zu bestimmende Auslöschungsschiefe auf oP (001) und $\infty P\bar{\infty}$ (010) mit den übrigen Eigenschaften im Einklang ständen. Die Krystalle sind anscheinend etwas lockerer als die übrigen Gemengtheile mit der Grundmasse verbunden, woher es wohl kommt, dass die Spaltbarkeit sich im Schliff oft durch ausserordentlich zahlreiche und scharfe Risse bemerklich macht; indessen ist doch die Annahme ausgeschlossen, dass die Sanidine hier etwa nur als aus trachytischen Gesteinen mitgerissene Einschlüsse fungirten. Plagioklas ist in den meisten Fällen ebenfalls als Einsprengling vorhanden, die Auslöschungen von 1—2° auf oP (001) weisen auf Oligoklas. Die eingesprengten Bisilicate, Augit und Hornblende erscheinen in wechselnden

Mengen; ersterer in gelbgrünen und graugrünen, recht blassen Farben, bald in gut begrenzten Krystallen mit zonarem Bau, bald anscheinend angeschmolzen und fetzenartig; der Grösse nach geht er ganz allmählich in die kleineren Kryställchen der Grundmasse über. Hornblende und Glimmer sind nur spärlich vorhanden, von Magnetit umgeben, oder ganz in Magnetit-Augit-Aggregate umgewandelt. Olivin in z. Th. angeschmolzenen Kryställchen und unregelmässigen Körnern fehlt als Einsprengling zuweilen; da wo er erscheint, zeigt er die gewöhnlichen Eigenschaften, und ist meist völlig frisch, selten führt er schwarze Erze, die auf Spalten kapillar eingedrungen sind, oder Glaseinschlüsse. Die Grundmasse besteht ganz wesentlich aus Feldspath in schlecht begrenzten Leisten, die nach ihren Auslöschungsschiefen nicht sehr basisch sein können; daneben aus Augit in reichlicher Menge und Erzen. Unter den letzteren erscheinen neben Magnetit und grösseren Leisten von Eisenglanz auch zierliche, graubraun durchscheinende Täfelchen von hexagonalen Umrissen oder in Wachsthumsformen derselben Symmetrie, die aber, obwohl sie auch bei schiefer Lage nie Doppelbrechung zeigen, auch wohl dem Eisenglanz, nicht dem Pleonast zuzurechnen sind, da gleich aussehende quadratische Durchschnitte nicht beobachtet wurden. Von dem ebenfalls, aber nur einmal in merklicher Menge in der Grundmasse auftretenden Biotit unterscheiden sie sich durch das Fehlen jedes Pleochroismus, die vollkommen glatte Oberfläche und die regelmässigen Umrisse. In zahlreichen Fällen und auch in grösserer Menge betheiligt sich dagegen der Olivin an der Zusammensetzung der Grundmasse; es sind stets ziemlich lange und schmale Leisten mit starker Doppelbrechung und paralleler Auslöschung. Die durch Eisenoxyd mehr oder weniger, z. Th. recht tief roth bis rothbraun gefärbten Kryställchen zeigen einen merklichen Pleochroismus, und zwar ist die Absorption, senkrecht zur Längsrichtung stärker als parallel derselben, dadurch lässt er sich sehr bequem von Glimmer und Augit unterscheiden. Er tritt namentlich auch in den charakteristischen, doppelt gegabelten Wachsthumsformen auf, die in Längsschnitten sehr regelmässig an beiden Enden, in Querschnitten in der Mitte einen Glaseinschluss führen; seine Olivinnatur konnte übrigens auch durch Ätzen mit Salzsäure festgestellt

werden. Alle diese Gemengtheile sind in einer mehr oder minder reichlich vorhandenen braunen, z. Th. völlig structurlosen, z. Th. von Mikrolithen unbestimmbarer Natur und faserigen und körnigen Theilchen erfüllten Glasmasse eingebettet; sie fehlt ganz nur in einem Gestein, demselben, dessen Grundmasse durch Biotitgehalt ausgezeichnet ist.

Trachytische Gläser sind anscheinend nur auf S. Miguel, hier aber in grossen Massen verbreitet. Nach ihrer Structur kann man sie in zwei Gruppen zerlegen, welche auch, abgesehen von den anscheinend ganz unregelmässig vertheilten Bimsteinen, verschiedenen Ausbruchsgebieten angehören. Die erste Abtheilung, charakterisirt durch ein structurloses, hellgelbes bis dunkelbraunes Glas ist namentlich in der Nähe der Caldeira das Sete Cidades am Westende der Insel sehr verbreitet, und setzt dort wesentlich den obern Rand des Kraters zusammen; die durch das Vorherrschen sehr dunkler, mikrofelsitischer Glasmasse ausgezeichnete zweite Abtheilung tritt an drei, geologisch wie topographisch scharf getrennten Punkten in der Mitte und im Osten der Insel auf: in dem älteren Theil der Insel, im Thal von Povoaçao, wo sie von Tuffen überlagert werden, bilden sie bis 80′ mächtige Schichten, die nur unregelmässige Fugen und Absonderung in roh säulenförmige Pfeiler von unbestimmten Umrissen zeigen; sie entstammen Laven, die sich in mehreren Zwischenräumen über den Boden des Thales ausbreiteten und seine Sohle nicht unbeträchtlich erhöhten. Ähnlich sind die z. Th. durch heisse Dämpfe zersetzten Gesteine aus dem Thale von Furnas und die mächtig entwickelten, oft erhärteten Tuff- und Agglomerat-Massen gleichenden Gesteine der Lagoa do Fogo. Endlich treten diese Gesteine mehrfach als Auswürflinge auf. In beiden Gruppen, namentlich aber der ersten, entstehen durch allmähliche Zunahme der krystallinen Ausscheidungen Zwischenglieder zu den glasreichen Trachyten (wie sie denn Hartung auch als graue, braune und rothe Trachyte bezeichnet), ebenso bilden sich durch den Wechsel von Schlieren structurloser und mikrofelsitischer Glasmasse Übergänge aus einer Gruppe in die andere.

Das makroskopische Aussehen ist in beiden Gruppen recht ähnlich und trotz vielfachen Wechsels im Ganzen charakteristisch. Es sind graue und braune, recht dunkle Gesteine, porös bis

schlackig, selten compact, von geringer Festigkeit und niedrigem spec. Gew.; Einsprenglinge von Sanidin sind stets und meist reichlich vorhanden, dabei bis zu 12 mm gross und gern in Drusen gehäuft, seltener undeutlich fluidal geordnet; weit weniger auffallend sind kleine, z. Th. regelmässig hexagonal begrenzte Blättchen von dunklem Glimmer, ganz selten dunkelgrüner in Drusen aufgewachsener Augit. Diese liegen in einer Grundmasse von sehr wechselndem Aussehen; bald besteht sie nur aus Sammet-schwarzem, compactem Obsidian-Glas, das an den Kanten bräunlich durchscheint, bald, namentlich bei Gesteinen der zweiten Abtheilung, aus sehr ähnlich aussehenden Massen, deren feine Körnelung auf Entglasung hinweist und die erst in dünnen Schliffen mit tiefbrauner Farbe durchsichtig werden; sie ist auch bedeutend schwerer zersprengbar und liefert nicht die glattmuschligen Bruchstücke des Obsidians, sondern unregelmässig eckige Körner. Solche homogen aussehende Gesteine sind indessen überhaupt selten; meist wechseln vielmehr mit den beschriebenen Partien andere, Schlieren-artig auftretende und mit den ersten anscheinend nur locker verbundene; sie sind zugleich heller grau oder rothbraun und sehr porös bis Bimstein-artig. Ein regelmässiger Wechsel in der Aufeinanderfolge dieser verschiedenartigen Grundmasse ist nicht zu beobachten, vielmehr keilen sich die Streifen ganz unregelmässig aus, nur laufen die Grenzen einander ungefähr parallel und entsprechen in ihrer Richtung zugleich der fluidalen Structur, die in den porösen Schichten ausgedrückt ist. Die eingesprengten Sanidine und Glimmerblättchen setzen über die Grenzen der Schlieren ungestört fort, auch in der Menge derselben ist kein Unterschied in den verschiedenartigen Grundmasse-Schichten zu bemerken. Im Ganzen ähneln die Gesteine, wie auch Hartung mehrfach hervorhebt, dem Piperno von Pianura bei Neapel, einem Gestein, dem nach Rosenbusch (Mikr. Phys. II, p. 229) auch die von Fritsch und Reiss (Geologische Beschreibung der Insel Tenerife) als Eutaxite bezeichneten Gesteine nahe stehen. Die genannten Forscher unterschieden zwei Arten von Eutaxit, je nachdem nämlich die charakteristische Structur durch Ausscheidung und theilweise Entglasung oder durch das Einschmelzen fremder Gesteinsbruchstücke bedingt war. Nach der mikroskopischen Unter-

suchung, welche ähnliche Unterschiede der Structur der Grundmasse nachwies, wie sie von andern sauren Gesteinen bekannt sind, gehören die vorliegenden Gesteine der ersten Gruppe an; Bruchstücke fremder Gesteine (z. B. Sanadinit häufig, Domit, Akmittrachyt und verschlackte Basalte) kommen allerdings recht häufig vor, indessen kaum so massenhaft, dass der Habitus der Gesteine dadurch ein anderer würde; ein Einfluss dieser Einschlüsse auf die Structur des umgebenden Gesteins liess sich weder makroskopisch noch mikroskopisch nachweisen.

Die Art und Menge der Einsprenglinge scheint von der Natur der Grundmasse ziemlich unabhängig zu sein und deren Beschreibung kann daher für beide Gesteinsgruppen zusammengefasst werden. Die zuweilen als Einsprenglinge allein vorhandenen Sanidine sind meist tafelartig nach $\infty P\bar{\infty}$ (010) entwickelt, häufig in Zwillingen nach $\infty P\frac{1}{\infty}$ mit ganz unregelmässig verlaufender Verwachsungsebene. Mikroklin-artige Structur wurde nicht beobachtet, häufig aber ein auffallend kleiner Axenwinkel (bis zu 10° herunter). Interessanter ist der allerdings nur spärlich vorhandene Glimmer, der sich von demjenigen der Trachyte zunächst dadurch unterscheidet, dass eine Umsetzung seiner Masse in Augit-Magnetit-Appregate eigentlich nie vorkommt, ebenso sind Magnetit-Einschlüsse und Umrandungen ganz selten; es deutet dies, übereinstimmend mit der grossen Menge von Glas darauf hin, dass diese Gesteine in einem früheren Entwicklungsstadium fest geworden sind als die Trachyte. Andere krystallographische Umgrenzungselemente als oP (001) fehlen gewöhnlich; die Enden sind oft zerfranst, die Blättchen zuweilen gebogen. Die Axenebene wurde stets parallel $\infty P\bar{\infty}$ (010) gefunden, der Axenwinkel, auch bei Blättchen desselben Handstückes sehr schwankend, von nahe 0°, so dass sich die Lage der Axenebene nicht mehr bestimmen liess, bis ca. 40°, Dispersion stets $\varrho < v$; der Glimmer ist also ein Meroxen, den aber in sehr vielen Fällen eine merkliche, namentlich an Zwillingen nach oP (001) auffallende Abweichung der einen Elasticitätsaxe von der normalen zu oP (001) auszeichnet; sie wurde in 8

* Sehr ähnlich nach Vorkommen und Ausbildung scheinen auch gewisse Trachyte von den Ponza-Inseln (S. Stephano) zu sein. (J. Roth, Sitzgsber. Berl. Ak. 1882. p. 622. Dies. Jahrb. 1883. I. p. 247.)

verschiedenen Fällen zu 2—4° nach jeder Seite gemessen und macht sich in Zwillingsdurchschnitten, welche ziemlich senkrecht zu oP (001) liegen, schon bei einfachem Polarisator bemerklich. Der Pleochroismus ist bei Blättchen mit grossem Axenwinkel auch in oP (001) merklich, es ist $\bar{b} > \grave{a} > \acute{c}$. Als älteste Ausscheidung enthält er keine Einschlüsse der andern Gemengtheile, zuweilen kommen aber, vielleicht von Glasmasse erfüllte, Hohlräume von hexagonalen Umrissen vor. Zersetzungserscheinungen, die zunächst eine Bleichung des Glimmers verursachen, wurden nur ganz selten beobachtet, sie sind wahrscheinlich durch saure Dämpfe veranlasst. Von Bisilicaten erscheinen allerdings sowohl Augit wie Hornblende, spielen aber der Menge nach eine ganz untergeordnete Rolle. Der Augit in z. Th. grünen, z. Th. mehr gelben Krystallen bildet die gewöhnlichen Zwillinge nach $\infty P\bar{\infty}$ (100) und führt zuweilen Glaseinschlüsse; die Hornblende ist noch spärlicher.

Die Structur der Grundmasse ist eine sehr wechselnde und interessante. Bei jenen Gesteinen, wo eine structurlose Glasmasse weit überwiegt, oder allein vorhanden ist, sind die krystallinen Ausscheidungen meist ziemlich reichlich vorhanden. Feldspathmikrolithe, die an ihren Enden vielfach gegabelt, oder in einer Menge kleiner Fransen aufgelöst sind, überwiegen der Menge nach ganz ausserordentlich alle anderen; sie sind z. Th. ähnlich wie die Feldspathleisten der Trachytgrundmasse nur zu Bündeln gruppirt oder roh radial geordnet; gehen aber ganz allmählich, indem die Fasern immer feiner und zahlreicher werden, in wahre Sphärolithe über, deren Feldspathnatur nicht mehr exact nachgewiesen werden kann. Je deutlicher krystallin und grösser die einzelnen Mikrolithe entwickelt sind, um so heller pflegt die Glasmasse zu sein, so dass wahre Sphärolithe mit deutlichem Interferenzkreuz zwischen gekreuzten Nicols nur in dunkelbraunem Glase erscheinen, in welchem dann auch die krystallinen Ausscheidungen weniger zahlreich sind als in den helleren Theilen. Die Sphärolithe selbst erscheinen hier in der Regel tiefer braun als die Glasmasse, indem die zwischen den einzelnen Feldspathfasern liegende Glasmasse hier von zahlreichen schwarzen oder tiefbraunen Stäbchen ganz erfüllt ist. Nach aussen sind sie zuweilen von einer Zone heller braunen Glases

umgeben und legen sich gern kranzförmig um die grossen Feldspatheinsprenglinge herum, ihre Bildung ist also vielleicht von diesen veranlasst, entweder indem diese bei der Festwerdung des Glasflusses störend einwirkten, und sich ausscheidenden Krystalltheilchen einen festen Ansatzpunkt boten, oder vielleicht auch dadurch, dass das Glas in der Nähe derselben durch theilweise Auflösung von Feldspathsubstanz eine abweichende chemische Zusammensetzung erhielt, deren Ausgleichung durch die rasche Erstarrung des ganzen verhindert wurde. Das Glas ist in der Regel völlig isotrop und structurlos, nur bei dunkleren Farben treten öfter Globulite und Trichite auf. Eine roh perlitische Absonderung findet sich selten, dagegen ist die Fluidalstructur, die zuweilen eine schwache Aufhellung zwischen gekreuzten Nicols bewirkt, wenn ihre Richtung schief zur Schwingungsebene des Lichtes liegt, durch das Abwechseln heller und dunkler Streifen oder in der hellen Glasmasse durch Form und Anordnung der Gasbläschen meist stark ausgeprägt, und bewirkt zusammen mit den wasserklaren Sanidin-Durchschnitten und den dunkelbraunen Sphärolithen ein prächtiges mikroskopisches Bild, das aber an Mannichfaltigkeit noch zunimmt in den Gesteinen, deren Glasmasse vorwiegend mikrofelsitisch ausgebildet ist.

Gut begrenzte Mikrolithe von Feldspath sind hier nur selten reichlicher vorhanden; statt ihrer treten um so mehr Sphärolithe auf; sie setzen zuweilen fast die ganze Grundmasse zusammen und erreichen einen Durchmesser bis zu 6 mm, so dass sie dann auch makroskopisch als braunschwarze Kügelchen zu erkennen sind. Der Aufbau aus einzelnen Fasern, die nicht parallel auslöschen, ist auch hier meist recht gut zu erkennen; an Stelle der regelmässig concentrischen Anordnung tritt aber nicht selten eine unregelmässig verworren strahlige, namentlich in der Mitte grösserer Sphärolithe, deren Fasern auch vielfach gekrümmt sind. Am regelmässigsten sind die frei in der mikrofelsitischen Glasmasse liegenden entwickelt, während sie da, wo ganze Schlieren des Gesteins aus ihnen bestehen, oft statt eines Winkels von 360° nur einen rechten oder halben rechten Winkel ausfüllen; ihre Mittelpunkte sind dann oft in der Richtung der Fluidalstructur aneinander gereiht, während die Richtung der (nur einen kleinen Winkel erfüllenden) Fasern darauf senkrecht

steht*; in der Mitte und an beiden Seiten solcher Sphärolithschlieren verläuft dann auch wohl ein heller gelber Glasstreif ohne Mikrofelsit-Structur. Es entsprechen diese Schlieren, auch makroskopisch nach der helleren Farbe, den an Feldspath-Mikrolithen reichen Gesteinsbändern der ersten Abtheilung, während die makroskopisch sehr viel dunkleren und homogener erscheinenden Streifen mikrofelsitischen Glases mit wenig Sphärolithen eine durch andere Erstarrungsverhältnisse hervorgerufene Erscheinungsform der Obsidianschnüre der ersten Abtheilung vorstellen; nur ist die Schlierenbildung bei den letzteren weit weniger ausgeprägt als bei den mikrofelsitführenden. Der Mikrofelsit dieser Gesteine ist in der Regel noch dunkler als die Sphärolithe, graubraun bis rothbraun, oft auch in dünnen Schliffen kaum durchsichtig werdend. Er bedingt durch sein Eindringen zwischen die Fäserchen der Sphärolithe in der ersten Abtheilung die dunklere Färbung derselben gegenüber der dort nicht mikrofelsitischen und helleren Glasmasse, während hier wo die Glasmasse im Ganzen mikrofelsitisch entwickelt ist, natürlich die Sphärolithe heller erscheinen. Die Fluidalstructur ist auch hier sehr schön zu beobachten und wird durch die Anordnung derselben schwarzen und braunen, bald gerad- bald krummlinigen Stäbchen bewirkt, die in ihrer massenhaften Anhäufung und Verfilzung die geringe Durchsichtigkeit der Präparate veranlassen und den Mikrofelsit überhaupt zusammensetzen. An ganz wenigen Stellen zerfiel die dort sehr helle Glasmasse in unregelmässig polyëdrisch begrenzte Felder, von welchen jedes schwach doppeltbrechend war und nahezu einheitlich auslöschte; eine Faserstructur war allerdings nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen, indessen lagen sie stets in der Nähe gröber faseriger Sphärolithe und scheinen auch in diese überzugehen; andererseits fanden sich zuweilen rundliche helle Flecke mit deutlicher Faserstructur, aber ohne merkliche oder mit nur sehr schwacher Doppelbrechung, sie scheinen Anfängen von Sphärolithen zu entsprechen. Daneben erscheinen endlich in der Grundmasse noch feine Körnchen, welche sich z. Th. Linien-förmig aneinander-

* Diese Ausbildung scheint also ganz ähnlich der, welche Harada (dies. Jahrb. II. Beil.-Bd. 1882. p. 31—32) von den rothen Porphyren des Luganer See's beschreibt.

setzen und bei reichlicherem Auftreten der Grundmasse ein fein gekörneltes oder bestäubtes Aussehen geben.

Gegenüber der Menge der Glasmasse, der Feldspath-Mikrolithe und Sphärolithe kommen die wenigen, bald grünen, bald gelblichen Augit-Mikrolithe der Grundmasse kaum in Betracht, ebenso sind Eisenerze, hier Magnetit, und accessorische Gemengtheile, von welchen nur Titanit beobachtet wurde, nur in verschwindender Menge vorhanden. Für die Entscheidung der Frage, ob die beschriebenen Gläser nur der ersten Gruppe der Trachyte entsprechen, oder auch den andesitischen Trachyten und den gleich zu besprechenden Akmit-Trachyten, konnte die blosse mikroskopische Untersuchung bei der unbedeutenden Rolle, welche die pyroxenischen Gemengtheile in den Gläsern spielen, keine Anhaltspunkte bieten.

Die Bimsteine, die sich der ersten Abtheilung der Gläser anschliessen, sind namentlich in der Nähe der Lagoa do Fogo, wo sie bei dem Ausbruche von 1563 in ungeheuren Massen ausgeblasen wurden, und in der Nähe von Sete Cidades verbreitet. Die gelblichweisse Grundmasse, die sich u. d. M. als ein sehr blasiges, ganz wasserhelles und structurloses Glas darstellt, enthält ausser mehr oder weniger Feldspathmikrolithen, nur wenige Einsprenglinge von Sanidin mit Glas- und Gas-Einschlüssen und ganz spärlich Biotit und grünen Augit. Sonst gleichen sie durchaus den bekannten Vorkommnissen.

Unter den von Reiss und Hartung als trachytisch bezeichneten Laven erscheinen endlich noch Gesteine, welche zu den echten Trachyten und Phonolithen anscheinend eine ähnliche Stellung einnehmen, wie die von Bücking (Jahrb. d. K. Pr. Geolog. Landesanstalt f. 1880, p. 149—189. Dies. Jahrb. 1882. I. p. -239-) als Tephritoid und Basanitoid bezeichneten zu den Andesiten und Feldspathbasalten einerseits, zu den Tephriten und Basaniten andererseits. Auf S. Miguel sind derartige Gesteine in der Umgebung von Sete Cidades, in der Lagoa do Fogo, dem Thal von Furnas und der Lagoa do Congro ziemlich verbreitet; über ihr Auftreten ist indessen nichts näheres anzugeben, da Hartung diese, durch ihren Habitus meist nicht sehr ausgezeichnete Gruppe anscheinend nicht von den übrigen Trachyten S. Miguel's unterschieden hat; z. Th. sind sie als Auswürflinge bezeichnet. Sie sind aber ihrer Zusammensetzung nach

identisch mit den von Hartung (p. 92 unter 7) erwähnten und von ihm als eine eigenartige, den Phonolithen nahe stehende Gruppe erkannten Trachyten von Terceira; dort sind sie noch typischer und anscheinend auch massenhafter entwickelt als auf S. Miguel, bilden mächtige, oberflächlich gelagerte Ströme und gehören den älteren Gebirgsgliedern an. Auf Fayal scheinen sie ganz zu fehlen; es liegt allerdings ein Handstück von dort vor, welches aber von einer Kirche entnommen wurde und also wahrscheinlich von einer benachbarten Insel stammt, wo solche Gesteine ebenfalls verbreitet sind, z. Th. sogar (auf S. Miguel beim Dorfe Furnas) Steinbruchbetrieb in ihnen stattfindet. Es sind perlgraue bis dunkelgraue, oft etwas grünliche Gesteine, in welchen sandige Partien mit etwas compacteren abwechseln und dadurch oft eine plattige Absonderung mit perlmutterartigem Glanz auf der Schieferungsfläche bedingen. Eine schlackige Ausbildung fehlt durchaus, dagegen bemerkt man wohl feine Poren, die aber selten eine fluidale Anordnung erkennen lassen. Einige sind durch SO_2-Dämpfe oberflächlich gebleicht, und in eine weisse pulverige Masse verwandelt, indessen ist die Zersetzung nie weit in das Innere fortgeschritten. Von Gemengtheilen bemerkt man Sanidin, z. Th. in wohl ausgebildeten Krystallen und Zwillingen der gewöhnlichen Combination, oft mit Eisenoxydhydrat imprägnirt und wenig gleichmässig vertheilt. Hornblende findet sich nur selten; zahlreiche schwarze und grünlich-schwarze Pünktchen gehören dem Augit an, entziehen sich aber der makroskopischen Bestimmung, wie denn überhaupt die dem Gesteine eigenthümlichen Gemengtheile und Structurverhältnisse erst im Dünnschliff hervortreten. Hier erkennt man, dass Feldspath alle anderen Gemengtheile bei weitem überwiegt, und dass die grossen Einsprenglinge durch alle Zwischenstufen mit den Leisten der Grundmasse verbunden sind. Einschlüsse sind darin recht selten, zuweilen etwas Augit, zuweilen Glas- und Gasporen, dagegen selten Erze, die in den typischen Trachyten so reichlich als Einschlüsse auftraten. Auffallend sind die grossen Differenzen der Auslöschungsschiefen, die auch kleinere Krystalle in verschiedenen Theilen zeigen; sie steigen bis auf 15° und machen es wahrscheinlich, dass ein Theil der ungestreiften Durchschnitte dem Plagioklas angehören, der auch

als Einsprengling u. d. M., wenn auch nicht in grosser Menge erscheint und nach dem spec. Gew. und Auslöschungsschiefen Oligoklas ist. Die Hauptmasse des Feldspathes besteht aber nach den Ergebnissen der Trennung mittelst Thoulet'scher Lösung und Prüfung des isolirten Pulvers nach der Methode von Bořicky, wobei sich die Abwesenheit von Ca ergab, aus einem natronreichen Orthoklas. Einsprenglinge von graugrünem, kaum merkbar pleochroitischem Augit sind allerdings weit spärlicher als diejenigen des Feldspathes, treten aber doch nicht so zurück, wie in den echten Trachyten. Sie bilden zuweilen Zwillinge nach $\infty P\bar{\infty}$ (100), aber mit unregelmässiger Zusammensetzungsfläche. Ganz selten sind dagegen Einsprenglinge von Hornblende, und dann stets fast ganz durch Magnetit verdrängt, ebenso auch der Biotit (z. Th. jedenfalls Meroxen); da wo er irgend reichlicher auftritt, nähern sich die Gesteine auch in der Structur den früher beschriebenen trachytischen Gesteinen. Während dort nämlich durch sternförmig-strahlige Anordnung der Feldspathleisten der Grundmasse eine Tendenz zur Sphärolithbildung sich geltend machte, gleichzeitig mit den gut bestimmbaren Feldspathindividuen äusserst winzige, in ihren Dimensionen den Sphärolithfasern sich nähernde Mikrolithe erschienen und Glasmasse fast stets in merklicher Menge vorhanden war, fehlt die letztere hier ganz, und die Feldspathe der Grundmasse, die unter eine gewisse Grösse nicht herabsinken, erscheinen dicht an einander gedrängt mit deutlicher Fluidalstructur, zwischen sich nur schmale keilförmige Räume für die pyroxenischen Gemengtheile frei lassend. Da, wo die Feldspathe quer zur Längsrichtung getroffen sind, erscheint der Pyroxen gern kranzförmig um die rechteckigen Durchschnitte geordnet, so dass die Gesteine in ihrer Structur sich durchaus den Phonolithen nähern; ebenso aber auch nach der Natur des Pyroxens der Grundmasse.

Die letzteren erscheinen auch hier in erheblich grösserer Menge als in den übrigen Trachyten, und zwar sind es fast stets zweierlei. Wenig auffallend und nur spärlich vorhanden sind blassgrüne bis gelblichgrüne Kryställchen und Körner, die durchaus den grösseren Einsprenglingen ähneln und auch der Grösse nach nicht scharf von diesen zu trennen sind; ihm gehören wahrscheinlich auch äusserst feine spitzige, oft gegabelte

Mikrolithe an. Der andere Pyroxen macht sich zuerst durch seine Farben bemerklich. Einige der ganz unregelmässig contourirten fetzenartigen Durchschnitte erscheinen tiefgrün mit kaum merklichem Pleochroismus, andere dagegen graugelb, graubraun bis kaffeebraun, noch andere dunkelrothbraun bis ganz undurchsichtig; diese letzteren beiden sind zugleich auffallend pleochroitisch, so dass gelbe und braune Farben in blaue bis blauviolette übergehen; ebenso erscheinen Theile, die anscheinend demselben Individuum angehören, in der einen Stellung verschiedenfarbig, z. B. der eine gelb, der andere blau, in der andern dagegen beide gleichmässig braun. Wenn schon durch diese grosse Mannichfaltigkeit der Farben die Bestimmung des Minerals sehr erschwert wird, so wird sie fast unmöglich durch das starke Schwanken der Auslöschungsrichtung in scheinbar einheitlichen Durchschnitten und durch das Fehlen jeglicher krystallographischer Umrisse. Die Conturen sind allerdings oft ganz geradlinig, aber nur bedingt durch die enganliegenden Feldspathleisten; auch bemerkt man bald, dass durch mehrere Feldspathleisten im Schliff ganz getrennt erscheinende Theile zuweilen einheitlich auslöschen und also eine Art Durchwachsung von Feldspath- und Augit-Individuen vorliegt. Wegen dieser häufigen Unterbrechung der im allgemeinen auch nur kleinen Individuen durch Feldspathmasse, sind auch Spaltungsrisse schwer zu verfolgen; es liess sich kaum mit Sicherheit feststellen, ob sie einer oder mehreren Spaltungsebenen entsprechen. Die nähere Untersuchung, namentlich der optischen Eigenschaften, musste vielmehr am Gesteinspulver vorgenommen werden, welches vorher durch wiederholtes Trennen nach der Thoulet'schen Methode stark angereichert war, aber wegen der Feinkörnigkeit und starken Verwachsung der Grundmasse-Gemengtheile nicht so rein erhalten werden konnte, dass es zur chemischen Analyse hätte dienen können. An diesem Pulver liessen sich nach den optischen Eigenschaften drei, unter einander häufig verwachsene, Pyroxene unterscheiden: ein grüner mit geringer Auslöschungsschiefe (0^0—8^0, gemessen zur Längsrichtung) und geringem Pleochroismus (parallel der Längsrichtung etwas dunkler grün und mit stärkerem Stich ins bläuliche als senkrecht dazu); ein gelbbrauner, dessen Auslöschungsschiefe zwischen 0^0—18^0 schwankte,

im Mittel und in den meisten Fällen ca. 14° betrug; der Pleochroismus ist ausserordentlich stark: parallel ziemlich hellgelb, senkrecht braungelb, viel dunkler; endlich ein rothbrauner Pyroxen, dessen Elasticitätsaxen 20°—30° von der Längsrichtung abweichen, und der weniger durch verschiedene Farben als durch die starke Absorption des der Längsrichtung parallel schwingenden Strahles auffällt. Bei dem letzten war die Bestimmung der Lage der Elasticitätsaxen wegen der tiefen Färbung und scheinbar schwacher Doppelbrechung schwieriger und nicht so genau zu bestimmen als bei dem zweiten und ersten, bei welch' letzterem auch undulöse Auslöschung und Verwachsung ungleich gefärbter Theile am seltensten auftrat. An den ersten beiden Pyroxenen wurde in zwei Fällen die Lage der optischen Axen-Ebene als ungefähr parallel der Längsrichtung bestimmt; eine optische Axe war nicht weit ausserhalb des Gesichtsfeldes; bei den tiefbraunen scheint eine optische Axe mit starker Dispersion nicht sehr schief zu den Blättchen zu stehen, die Lage der Axenebene liess sich aber nicht sicher feststellen. Die Blättchen des Gesteinspulvers waren seitlich anscheinend von Spaltflächen begrenzt, die mit der Längsrichtung zusammenfielen; eine zweite Spaltbarkeit geht nach den ziemlich gleichartigen optischen Eigenschaften der Blättchen und ihrer ebenen Oberfläche zu schliessen der letzteren parallel. Die angeführten, sehr auffallenden Eigenschaften sind zur exacten Bestimmung des Minerals allerdings nicht ausreichend, weisen aber doch auf das Natron- und Eisen-reiche Glied der Pyroxen-Gruppe, den Akmit, hin, der sich in optischer Beziehung nach den Angaben von Tschermak (Min. Mitth. 1871 p. 33), Rosenbusch (Mikr. Phys. I. p. 303 ff.) und Becke (Tschermak, Min. Mitth. 1878. p. 514) ähnlich verhält. Damit stimmen auch die chemischen Eigenschaften überein. Die Körnchen schmelzen in der Bunsen'schen Flamme leicht unter starker Na-Färbung und geben ein schwarzes, im Dünnschliff dunkelbraunes Glas, das auch dieselben Magnetit-Wachsthumsformen erkennen lässt, die man in Glasperlen des geschmolzenen chemisch identischen Arfvedsonites erhält. Die sehr seltenen Krystallumrisse lassen sich ebenfalls ungezwungen auf einen Pyroxen deuten. Dass die eben beschriebenen Blättchen dreierlei Art drei Spaltungsebenen gleicher Krystalle entsprechen,

ist bei der vielfachen Abstufung der Farben und gleichzeitigem Auftreten derselben an einem Blättchen wenig wahrscheinlich; die Farbenunterschiede und das starke Schwanken der Auslöschungsschiefen scheinen vielmehr mit der verschiedenen Oxydationsstufe des Eisens in diesem Mineral zusammenzuhängen, so, dass die grünen Krystalle eine grössere Menge des durch frühere und auch die letzten chemischen Untersuchungen Dölter's nachgewiesenen Eisenoxydulsilicates enthalten, die braunen ganz vorwiegend Eisenoxydsilicat.

Die Menge der Erze in der Grundmasse ist stets eine recht geringe; der Eisengehalt des Magmas scheint eben vorwiegend in dem Eisen-haltigen Pyroxen fixirt zu sein; neben Magnetit und Eisenglanzer scheint auch Titaneisen, oft vergesellschaftet mit Titanit. Ein seltener, aber doch allgemein verbreiteter Gemengtheil ist endlich noch der Olivin in runden Körnchen mit undeutlichen Spaltrissen, welchen die Auslöschung parallel geht, während die Axenebene senkrecht darauf steht. Ausser durch seine Habitus-Merkmale liess er sich durch sein Verhalten gegen Salzsäure bestimmen.

In dem von Fayal stammenden Handstücke wurden spärlich Erbsen- bis Bohnen-grosse Einschlüsse eines etwas dunkleren Gesteines beobachtet, das nach der mikroskopischen Untersuchung aus einem Gemenge von vorwaltendem Orthoklas in ziemlich breiten Leisten, graugrünem Augit, Hornblende und Magnetit besteht; ausserdem Olivin etwas reichlicher als das Hauptgestein führt und endlich ausgezeichnet ist durch das sporadische Auftreten eines Hypersthen-artigen Minerals. Die z. Th. in kleinen mikroskopischen Hohlräumen aufgewachsenen oder doch mit der übrigen Gesteinsmasse nur locker verbundenen Kryställchen sind säulenförmig, am einen Ende anscheinend durch eine Grad-Endfläche, am andern durch ein flaches Domenpaar begrenzt und zeigen in Querschnitten, die anscheinend demselben Mineral, möglicherweise aber auch der Hornblende zugehören, ziemlich vollkommene Spaltbarkeit nach zwei ziemlich genau unter 90° geneigten Richtungen und Pleochroismus zwischen hellgelb mit Stich ins grünliche und tombakbraune. Die Auslöschung ist parallel der Längsrichtung, die Farben sind schmutzig grünlichgelb, zuweilen mit Stich ins violette parallel der Längsrichtung, tief tombakbraun senkrecht dazu. Parallel der Längsrichtung

wechseln hellere und dunklere Farben streifenweise, im reflectirten Lichte bemerkt man einen lebhaften, etwas metallischen Glanz. Weitere Bestimmungen konnten bei den wenigen vorhandenen Durchschnitten nicht ausgeführt werden; die meisten Eigenschaften, namentlich auch das Vorkommen (aber nicht die Absorptionsunterschiede) stimmen zwar für Hypersthen, indessen könnte man nach dem Habitus und den angeführten Merkmalen (abgesehen von den zweifelhaften Querschnitten), namentlich auch wegen der auffallenden Verschiedenheit der oberen und unteren Säulenbegrenzung mit noch grösserem Rechte an Turmalin denken, der bisher aus vulkanischen Gesteinen nicht bekannt ist.

Über die chemische Zusammensetzung der bisher beschriebenen Gesteine geben vier bei Hartung p. 37 (vergl. auch J. Roth, die Gesteinsanalysen in tab. Übers. 1861, p. 18, Nr. 14—16, p. 33, Nr. 16) aufgeführte Analysen Aufschluss; da es bei dem vielfachen Wechsel verschiedener trachytischer Laven an derselben Localität und ihrer makroskopischen Ähnlichkeit nicht möglich war, die untersuchten Vorkommnisse aus der Beschreibung Hartung's wiederzuerkennen, so konnten sie zur Charakteristik der hier unterschiedenen Gruppen zwar nicht verwandt werden, bestätigen aber doch die Zugehörigkeit der Gesteine zur Trachytfamilie. Für die letzte Gruppe der trachytischen Gesteine musste nach der mikroskopischen Untersuchung ein etwas höherer Na-Gehalt und ein geringerer an Ca und Mg gegenüber den übrigen Trachyten charakteristisch sein, es ist daher möglich, dass die bei Hartung mit X und XII bezeichneten Analysen (letztere von einem Gestein von Terceira, wo Akmit-Trachyte sehr verbreitet sind, deren makroskopischer Habitus indessen mit der Beschreibung Hartung's nicht besonders gut übereinstimmt,) Akmit-Trachyten entsprechen. Nephelin, Leucit oder ein Mineral der Hauyn-Gruppe waren in den fraglichen Gesteinen durchaus nicht, weder mikroskopisch noch chemisch, durch Behandeln des Gesteinspulvers oder der Schliffe mit Salzsäure nachzuweisen; trotzdem sind sie nach ihrer Structur und der Natur ihres Pyroxens ähnlich wie die Hauyn-führenden Trachyte des Laacher See's und andere als Zwischenglieder zwischen Trachyten und Phonolithen aufzufassen, nur vermitteln sie die Verbindung beider Gesteinsgruppen in ganz anderer Weise.

Andesitische Gesteine.

Andesitische Gesteine sind auf S. Miguel sowohl wie auf Fayal, das fast ausschliesslich aus ihnen besteht, ausserordentlich verbreitet und in einer Weise entwickelt, welche von den typischen Vorkommnissen einigermassen abweicht. Das was diese Gesteine vor allem auszeichnet, ist der häufige Olivingehalt, durch welchen sie sowohl mit den basischsten Gliedern der Trachytgruppe wie mit den Basalten so innig verknüpft sind, dass namentlich nach der Seite der letzteren hin eine Grenze oft nicht aufzufinden ist. Hartung (p. 34) äussert sich über die Stellung dieser von ihm und Reiss meist als trachydoleritisch bezeichneten Gesteine folgendermassen: „Mag man jene Abänderungen mit grauer dichter oder feinkörniger basaltischer Grundmasse und mit Einmengungen, die neben vorherrschendem Augit und Olivin aus Feldspath bestehen, immerhin basaltische oder andesitische Laven nennen, mag man auf der andern Seite die trachytischen, durch das Vorkommen von Augit und Olivin ausgezeichneten Abänderungen als trachytische Laven bezeichnen, so bleibt immer doch eine Anzahl eigenthümlicher Mittelglieder übrig, die sich den oben genannten anschliessen, und die, unter welcher Bezeichnung man sie auch immerhin aufführt, entschieden die Kluft ausfüllen, welche jene beiden Endglieder von einander trennt.“ An dieser Auffassung haben auch die mikroskopischen und Einzeluntersuchungen nichts geändert, sie haben im Gegentheil die Anzahl der Zwischenglieder zwischen Trachyten und Basalten noch dadurch vermehrt, dass manche als Trachyte bezeichneten Gesteine wegen mangelnden Sanidingehaltes den Andesiten zugesellt werden mussten, und zugleich die Aufstellung der den Übergang noch mehr vermittelnden Gruppe der Olivintrachyte nöthig wurde. Der Name Trachydolerite, welcher etwa Gesteine mit gleichzeitigem Sanidin- und Olivingehalt bezeichnen könnte (dem Hartung [p. 319] aber selbst keine specifische Bedeutung beilegt), wurde deshalb nicht beibehalten, weil Hartung und Reiss darunter sowohl Sanidin- wie nur Plagioklas-führende Gesteine zusammengefasst haben, und neben Gesteinen mit mehr oder weniger Olivin auch ganz Olivin-freie vorkommen, die aber sonst makroskopisch wie mikroskopisch ausserordentlich ähnlich

sind. Es ist deshalb auch im Folgenden von einer getrennten Beschreibung der Olivin-haltigen und Olivin-freien Gesteine abgesehen, dagegen die Trennung in Hornblende- und Glimmer-Andesite einerseits, Augit-Andesite andererseits trotz des oft sehr geringen Hornblende- und Glimmergehaltes der ersteren durchgeführt, weil diese in ihrer Structur und anscheinend auch nach ihrer Basicität den Basalten weniger nahe stehen als die nur Augit-führenden Glieder. In der ersten, durch sehr viel zahlreichere Vorkommnisse vertretenen Gruppe liess sich ausserdem eine Gliederung in grobkörnige, feinkörnige und porphyrische nach Analogie der echten Trachyte recht wohl vornehmen. Ob dieser Gruppirung auch das geologische Verhalten entspricht, ist, mit Ausnahme der ersten Gruppe, nicht sicher zu sagen; Hartung unterscheidet feinkörnige, den Grausteinen vergleichbare Laven von den porphyrisch ausgebildeten; die ersteren sollen im allgemeinen jünger sein als die letzteren (es gehören dahin z. B. die jüngsten, auf Faial 1672 geflossenen Laven). Auch innerhalb dieser beiden Abtheilungen versucht Hartung eine Trennung in zahlreiche, wenig scharf charakterisirte Untergruppen, die aber nach seinem eigenen Urtheil durchaus in einander übergehen. Sonst ist das geologische Auftreten ihrer Mittelstellung zwischen Trachyten und Basalten entsprechend: bald bilden sie dünne Lagen oder kleine Ströme, bald mächtige, lagerartige Massen, die am Pico de Joao Ramos z. B. nach Hartung auf einem Abhang von 10—11° Neigung erstarrt sind. Bimsteinbildung kommt nach Hartung vor, aber nirgend Obsidiankrusten.

Die grobkörnigen Amphibol-Andesite stammen sämmtlich von dem Ausbruchskegel des Pico das Camarinhas, am Westabhange des Gebirges von Sete Cidades auf S. Miguel, und erscheinen z. Th. als Auswürflinge, z. Th. als Kopf- bis Faust-grosse Einschlüsse in einer basaltischen, sehr verschlackten Lava. Es ist ihnen nach Structur und Zusammensetzung unter den Andesiten dieselbe Stellung zuzuweisen wie den Sanidiniten unter den Trachyten. Das makroskopische Aussehen ist ein sehr gleichmässiges: es sind rothbraune, sehr grobkörnige und daher oft so bröcklige Gesteine, dass Dünnschliffe nicht herzustellen sind; von Gemengtheilen erkennt man Plagioklas

und Hornblende, zuweilen auch Glimmer und Apatit schon mit blossem Auge, alle sind stark von Eisenoxyd durchdrängt. Die Hornblende häuft sich gern etwas an und macht in manchen Gesteinen wohl mehr als die Hälfte des Ganzen aus. Einige, z. Th. als Auswürflinge bezeichneten Stücke haben eine glatte Rinde, andere führen Einschlüsse eines basaltischen, an Olivin und Augit reichen Gesteines, das mit dem umschliessenden Dolerit wohl identisch sein dürfte.

U. d. M. erscheint der Feldspath in unregelmässig begrenzten, vielfach gelappten Durchschnitten, nie mit scharfen Krystallconturen. Die an Spaltungsblättchen ermittelten Auslöschungsschiefen schwanken auf oP (001) zwischen 2—10°, auf ∞P$\breve{\infty}$ (010) zwischen 10—20°, entsprechen also den Mischungsgliedern von Oligoklas bis Labrador; ebenso liegt das spec. Gewicht zwischen 2,65—2,68. G. Rose (Hartung l. c. p. 194) bestimmte den Feldspath auf Grund seines chemischen Verhaltens als Anorthit, so dass Hartung deshalb geneigt ist, diese Gesteine als Ausscheidungen des umschliessenden Dolerites aufzufassen; indessen ergaben von mir angestellte chemische Prüfungen, dass das feine Pulver von Salzsäure wohl angegriffen, aber nicht völlig gelöst wird, entsprechend den optischen Eigenschaften und dem spec. Gewicht. Als Einschlüsse beherbergt der Feldspath Glimmerblättchen von rundlichen Umrissen. Auch die Hornblende, die als Bisilicat zuweilen allein erscheint, ist fast nie in Krystallen ausgebildet. Sie wird fast stets von einem Kranze von Eisenerzen, dem wahrscheinlich auch unter sich und der Spaltbarkeit parallel eingelagerte schwarze Stäbchen zuzurechnen sind, umgeben, und hat entsprechend ihren sehr dunklen braunrothen Farben eine sehr geringe Auslöschungsschiefe (F. Becke, Die Gneissformation des Niederösterreichischen Waldviertels in Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. 1881 und Tschermak, das. 1872), so dass es in Durchschnitten parallel $\overset{|}{c}$ bei der meist sehr vollkommenen Spaltbarkeit oft schwer ist, sie vom Glimmer zu unterscheiden. Spaltblättchen ergaben eine Abweichung der Elasticitätsaxe von der Spaltrichtung von 1—2°; die Farben schwanken zwischen braunroth für den nahezu parallel der Spaltrichtung schwingenden Strahl und rothgelb, viel heller, für den dazu senkrecht schwingenden. Das älteste Produkt der Ausscheidung

scheint nach den oft sehr scharfen Umrissen der Glimmer zu sein; er ist zweiter Art, mit einem Axenwinkel von 20—30°, $\varrho < v$, also Meroxen. Schnitte schief zu oP (001) lassen häufig, wenn die Spaltbarkeit zum Hauptschnitt des Polarisators senkrecht steht, eine Zusammensetzung aus zwei Theilen erkennen, von welchen der eine z. B. braunroth, der andere braungelb erscheint, während die Grenzlinie und die Auslöschung beider Theile der Spaltbarkeit parallel geht. Da zugleich Spaltungsblättchen ergaben, dass der parallel der Axenebene schwingende Strahl weit stärker als der senkrecht dazu schwingende absorbirt wird, so liegen wahrscheinlich Zwillinge nach ∞P (110) vor. Ähnliches beobachtet man auch in anderen Gesteinen nicht selten und macht also eine Erkennung der so gewöhnlichen Zwillingsbildung des Glimmers nach ∞P (110) auch da möglich, wo die Elasticitätsaxen von der normalen auf oP (001) nicht merklich abweichen. Einlagerungen von Eisenerzen kommen auch hier sehr häufig vor; zu ihnen gesellt sich dann meist auch Augit, oft mit seiner c-Axe der Spaltbarkeit des Mutterminerals parallel gelagert. Als selbstständiger Gemengtheil ist der Augit seltner und dann meist ungleichmässig vertheilt; auch seine Umrisse sind stets rundlich-lappig; ausser den älteren Gemengtheilen führt er als Einschlüsse, deren Form nicht selten der des Wirthes gleicht, Flüssigkeitseinschlüsse mit Libelle. In beträchtlicher Menge und stets am besten krystallographisch begrenzt erscheint zuweilen noch Apatit mit der gewöhnlichen Mikrostructur und merklichem Pleochroismus; er ist zuweilen schon am Handstück zu erkennen. Die Menge der Erze ist vielleicht geringer als sie im Schliff erscheint, da sie zum grossen Theil in dünnen Häutchen und Imprägnationen zwischen den übrigen Gemengtheilen liegen. Die sehr gleichmässige Grösse der einzelnen Gemengtheile, und das Fehlen jeder Glasmasse und Grundmasse bedingt für diese Gesteine eine der dioritischen sehr ähnliche Structur.

Die den Domiten in der Structur entsprechenden dichten Amphibolandesite sind nach den vorliegenden zahlreichen Handstücken auf Fayal namentlich in der Umgebung der Caldeira, auf S. Miguel im Thale von Furnas, an den Abhängen von Sete Cidades und der Lagoa do Fogo verbreitet. Diejenigen

von Fayal führen sämmtlich, wenn auch nur spärlich, Olivin; da wo dieser als Einsprengling fehlt, ist makroskopisch ein Unterschied zwischen Olivin-führenden und Olivin-freien Gesteinen nicht zu bemerken. Mit blossem Auge erkennt man ausser Olivin und schwarzen unbestimmbaren Leistchen und Pünktchen höchstens einige Feldspathleistchen und Glimmerblättchen; die Farbe ist graubraun bis schwärzlich, das Gefüge compact, etwas Sandstein-artig, seltener durch grössere Blasenräume, deren Wand dann wohl von einem feinen Schmelz überzogen ist, Laven-ähnlich. Der Bruch ist uneben, aber nicht so splittrig wie bei den dichten Basalten, einige haben nach Hartung im Grossen säulenförmige Absonderung. Diejenigen von der Lagoa das Furnas sind durch heisse Dämpfe z. Th. zersetzt, oberflächlich in eine weisse, Kaolin-ähnliche Masse verwandelt, während durch die Wirkung der gewöhnlichen Verwitterung in kleinen Hohlräumen zuweilen Carbonate ausgeschieden sind.

Trotz der anscheinend ganz dichten Structur treten alle Gemengtheile meist mikroporphyrisch auf, gehen dann aber durch alle Übergänge bis zu den winzigen Dimensionen der Gemengtheile der Grundmasse herunter. Am häufigsten erscheint so der Glimmer, dessen grössere eingewachsenen Individuen aber ganz jenen der Trachyte gleichen, während kleine auf der Wand von Blasenräumen aufgewachsene Kryställchen durch ihre Form und Zwillingsbildung interessant sind. Die sie beherbergenden Gesteine stammen von Salto pregado, Grota de Padre Reys, Lagoa das Furnas auf S. Miguel; nach Hartung (p. 175) kommen sie aber auch in den Olivin-führenden trachytischen Gesteinen der Lagoa do Congro, im Thale von Sete Cidades und der Lagoa do Fogo vor. Die aufgewachsenen Blättchen sind z. Th. so dünn, dass sie u. d. M. völlig farblos erscheinen, obwohl andere, schon sehr dünne, kaum durchscheinen. Es ist ein Meroxen mit kleinem Axenwinkel (ca. 10°) und geringem Pleochroismus auf oP (001) (parallel $\infty P\bar{\infty}$ (010) braungelb, ziemlich hell, z. Th. mit Stich ins grünliche, senkrecht dazu rothbraun, dunkler). Die stets sehr scharfen Conturen der Blättchen entsprechen den Flächen $\infty P\bar{\infty}$ (010) $mP\bar{3}$ ($m . 3m . \bar{3}$) mP ($m . m . \bar{1}$) und $mP\bar{\infty}$ ($m . 0 . \bar{1}$); das Klinopinakoid und die Orthodomen wiegen aber oft so vor, dass die Blättchen als Rechtecke erscheinen, und an die annähernd hexagonale

Symmetrie nichts mehr erinnern würde, wenn nicht gleichzeitig zahlreiche Blättchen sich so auf einander legten, dass, wie aus der optischen Orientirung überstehender Theile der Blättchen hervorgeht, ihre Klinoaxen Winkel von 60°, 120° und 180° mit einander bilden, also vielfache Zwillingsbildung nach ∞P (110) eintritt. Dass die Klinoaxen im letzteren Fall nicht parallel liegen, wird dadurch sehr wahrscheinlich, dass die meist nur auf einer Seite gross auftretenden Flächen $mP\overset{\perp}{\infty}$ ($m . 0 . \bar{1}$) dann einander gegenüberliegen, ebenso die am andern Ende derselben Axe mit einander combinirenden Flächen mP ($m . m . \bar{1}$) und $mP\overset{\perp}{3}$ ($m . 3m . \bar{3}$). In ganz kleinen Blättchen, die in der Grösse die allerdings weit zahlreicheren Augit-Mikrolithe nicht übertreffen, erscheint der Biotit auch in der Grundmasse, hier fehlen ihm aber die die grösseren Individuen eigentlich stets umgebenden Magnetit-Ränder, so dass er auch dadurch als der zweiten Generation angehörig gekennzeichnet ist. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen, nur weit spärlicher findet sich auch die Hornblende, sowohl mikroporphyrisch wie in der Grundmasse, im letzteren Fall scheint sie wenigstens durch die geringe Schiefe der Auslöschung und den Pleochroismus hinreichend sicher bestimmt. Nach den braunen bis feuerrothen Farben gehört sie den eisenreichen Varietäten an; zuweilen durchkreuzen sich zwei Individuen vollkommen, ohne dass die Spaltungsebenen zusammenfallen, indessen konnte nicht ermittelt werden, ob und welche regelmässige Verwachsung vorlag. Der Olivin ist namentlich in den Gesteinen von Fayal als Einsprengling vorhanden und dann in rundlichen Körnern; meist aber bildet er einen der Menge nach gegenüber Augit und Feldspath allerdings sehr zurücktretenden Gemengtheil der Grundmasse und ist dann an seinen characteristischen Wachsthumsformen mit Glaseinschlüssen, dem hohen Brechungsexponenten und der starken Doppelbrechung leicht zu erkennen und liess sich durch die Lage der Elasticitätsaxen, den Pleochroismus (parallel der Längsrichtung hell gelb, senkrecht dazu dunkler) und in einigen Fällen durch Ätzen mit Salzsäure exact nachweisen. Er scheint in diesen Fällen wie übrigens auch zuweilen bei den Trachyten aus Hornblende und Glimmer durch Umschmelzen hervorgegangen zu sein, da er gern in den characteristischen Magnetit-Augit-Aggregaten derselben liegt; seine Bildung bezeichnet daher vielleicht den Anfang einer zweiten

Periode der Gesteinsbildung, deren erste durch die Ausscheidung der grösseren Glimmer- und Hornblende-Individuen characterisirt ist. Als Produkt der ersten und zweiten Periode würde dagegen der Feldspath anzusehen sein, da er sowohl in grösseren Individuen wie auch in kleinen, schlecht begrenzten Leisten in der Grundmasse auftritt und wegen seiner Fähigkeit, zahlreiche, gegen basische und saure Glasflüsse verschieden empfindliche Mischungen zu bilden, worauf auch die häufige Zonarstructur und undulöse Auslöschung hinweisen, nicht so leicht wie Glimmer und Hornblende Umschmelzungen unterliegt. Nach den übereinstimmenden Resultaten dreier spec. Gew.-Bestimmungen (die Auslöschung liess sich nur selten exact bestimmen) scheint er nicht basischer als Oligoklas zu sein, z. Th. sogar noch Albit-reicheren Mischungen anzugehören. Die Zwillingslamellen setzen zuweilen parallel einer annähernd geraden Linie scharf ab und erscheinen wie gegen einander verworfen, dabei sind sie oft so fein, dass die Auslöschungsschiefen nicht mehr zu bestimmen waren. Der jüngste Gemengtheil scheint nach seinen unregelmässigen Begrenzungen seiner nachweislich oft secundären Entstehung aus Glimmer und Hornblende, der Augit zu sein; er erscheint auch als mikroskopischer Einsprengling am seltensten, während seine feinen spiessigen Mikrolithe vielfach die Feldspathleisten durchsetzen und sich also wohl z. Th. gleichzeitig mit diesen ausschieden. Er hat die gewöhnlichen hellgraugrünen, blassen Farben ohne merklichen Pleochroismus. Die Menge der Erze, Magnetit, Eisenglanz und nach den Leukoxen-ähnlichen Zersetzungsproducten auch wohl Titaneisen, ist nicht unbedeutend; es finden sich ausser den rothbraunen und graubraunen Täfelchen von hexagonalen Umrissen, die auf Eisenglanz gedeutet wurden, auch graubraune, isotrope, aber quadratisch begrenzte, vermuthlich Spinell. Selten ist Apatit und ein gelbes isotropes, nicht näher bestimmbares Zersetzungsproduct. Die Structur der Feldspathleisten ist eine deutlich fluidale, Glasmasse fehlt indessen in den meisten Fällen ganz. Dieser Umstand, wie auch der Biotit- und Amphibol-Gehalt der Grundmasse weisen darauf hin, dass die Abkühlung des Schmelzflusses sehr langsam erfolgte, so dass das Magma, vielleicht auch nach Massgabe veränderten Druckes Zeit fand, verschiedene Entwicklungsphasen zu durchlaufen und die Pro-

ducte der ersten derselben, Glimmer und Hornblende, vollständiger wieder aufzulösen als in den jetzt zu besprechenden porphyrisch ausgebildeten und glasreicheren Gliedern derselben Gesteins-Reihe.

Typische Vertreter derselben sind die Vorkommnisse vom Pico das Camarinhas und dem Pico do Fogo auf S. Miguel, Castello branco und der Caldeira auf Fayal; sie sind z. Th. als Auswürflinge bezeichnet, z. Th. kleinen Ausbruchskegeln, sog. parasitischen Kegeln entnommen und scheinen grössere Lavamassen nicht zu bilden. Ihre Farbe ist meist eine sehr dunkle, braunroth oder grauschwarz bis völlig schwarz, zuweilen mit Pechsteinartigem Glanze; die Structur ist schlackig bis Bimstein-artig, deutlich fluidal, weniger durch die Anordnung der Einsprenglinge als der Blasen und Poren der Grundmasse. Dabei sind sie nicht so zähe und splittrig wie die Basalte, sondern geben dem Hammer beim Schlagen etwas nach, so dass zu Präparaten geeignete Stückchen schwer zu erhalten sind. Von Einsprenglingen, deren Menge ziemlich stark wechselt, erscheinen am beständigsten und meist auch am reichlichsten Feldspath und Augit, weniger Hornblende, Glimmer und Olivin. Als Einschlüsse wurden, namentlich in den Gesteinen vom Pico das Camarinhas, aber auch in anderen, mehrfach die oben besprochenen Concretionen von Feldspath und Hornblende desselben Fundortes beobachtet, es ist daher möglich, dass die vorliegenden Gesteine z. Th. aus einer Umschmelzung jener grobkörnigen Massen hervorgegangen sind, zumal beide von Hartung als Auswürflinge bezeichnet sind.

Die Einsprenglinge von Feldspath gehören durchweg dem Plagioklas an, der aber nach seinem spec. Gewicht und Auslöschungsschiefen zwischen recht weiten Grenzen, Oligoklas bis nahe Bytownit schwankt. Characteristisch sind für die vielfachen Zwillinge meist ziemlich breite Lamellen und zackige Enden, welche anscheinend von dem ungleichen Wachsthum der einzelnen Individuen herrühren, jedenfalls beim Orthoklas weit seltener sind als bei den Plagioklasen. An Einschlüssen erscheinen neben den gewöhnlichen von erzreicher Grundmasse auch Hornblende und Apatit. Die Feldspathe sind in einigen Gesteinen in eine weisse, makroskopisch Kaolin-ähnliche Masse zersetzt, die beim Schleifen meist verloren geht; in einem Falle, wo sie besonders

reichlich vorhanden war (von Ribeirinha auf Fayal) und wahre Pseudomorphosen nach Feldspath bildete, war sie auch im Schliff zu untersuchen und erschien als eine hyaline, sehr Opal-ähnliche Masse, die chemische Zusammensetzung, an ca. 0,1 gr. ziemlich reiner, durch Trennung nach dem spec. Gew. (< 2,545) gewonnener Substanz durchgeführt, ergab indessen die Zusammensetzung unter I; demnach ist das Zersetzungsproduct einigermassen

	I.	II.
H_2O	31,37	24,44
SiO_2	31,37	40,73
Al_2O_3 + Spuren Fe_2O_3 . .	35,78	34,83
CaO	2,94	—
MgO	Spur	—
Sa.	101,46	100

ähnlich dem Halloysit, welchem die Zusammensetzung unter II zukommen soll; der höhere Wassergehalt ist vielleicht durch mechanisch aufgenommenes Wasser zu erklären. Die Hornblende erscheint meist nur in den Glas-reicheren Gesteinen in grösserer Menge und gut erhaltenen Krystallen bis zu 10^{mm} Länge, während sie in den mehr krystallin entwickelten oft ganz unregelmässige, durch Anschmelzung bewirkte Formen hat, auch von starken Augit-Magnetit-Rändern umgeben ist, oder nur Aggregate dieser Art zurückgelassen hat. Ihre Formen sind die gewöhnlichen: ∞P (110) $\infty P\bar{\infty}$ (010) oP (001) P ($11\bar{1}$), Zwillingsbildung ist nicht gerade häufig, und erfolgt zuweilen so, dass die beiden Hauptspaltungsflächen nicht zusammenfallen, sondern recht unvollkommene, zu ∞P (110) geneigte Spaltungsrisse beiden Individuen gemeinsam sind. Die Farben sind meist recht dunkel, der Pleochroismus aber nicht besonders stark (parallel $\infty P\bar{\infty}$ (010) hellgelb bis weingelb, senkrecht dazu feuerroth). Die Auslöschungsschiefen schwanken auf Spaltblättchen zwischen 0^0—3^0. Interessant sind die in manchen Gesteinen häufigen Glaseinschlüsse, welche auf ganz analoge Wachsthumsformen schliessen lassen, wie sie vom Olivin bekannt sind; Querschnitte haben nur einen, die Mitte ausfüllenden Glaseinschluss, während in Längsschnitten zwei oder drei parallel der Längsrichtung gestreckte erscheinen, die aber, entsprechend der monoklinen Symmetrie nicht so symmetrisch vertheilt sind wie beim Olivin; daneben finden sich

auch wohl schwarze, Tafel-artige oder Strich-förmige Interpositionen, bald parallel der Spaltbarkeit, bald geneigt dazu gelagert, stets aber parallel untereinander. Nach ihren Dimensionen sinkt die Hornblende zwar bis zur Grösse der Gemengtheile der Grundmasse herab, ist aber doch kaum als Gemengtheil derselben zu betrachten, da sie sich an der Fluidalstructur auch dann nicht betheiligt, eher störend wie grössere Einsprenglinge auftritt. Der eingesprengte Glimmer, ein Meroxen, ist spärlicher als Hornblende und zuweilen durch eine merkliche Auslöschungsschiefe ausgezeichnet. Sehr ungleichmässig ist der Augit verbreitet, bald fehlt er als Einsprengling ganz, bald erscheint er reichlicher als Hornblende in Körnern, Krystallen und unregelmässig begrenzten Fragmenten; die Farben sind graugrün bis bräunlich und gelblich, der Pleochroismus nur merklich in Schnitten parallel $mP\overset{\llcorner}{\infty}$ ($m \,.\, 0 \,.\, \bar{1}$), parallel $\bar{b}$ grasgrün bis Olivin-grün, senkrecht dazu hellgelblich. Einschlüsse von Glas- und Grundmasse sind sehr gewöhnlich, aber wenig characteristisch. Eine Trennung dieser Gruppe in Olivin-haltige und Olivin-freie Gesteine wäre allerdings durchzuführen gewesen, erschien aber wenig zweckmässig, da der Olivingehalt zuweilen nur ein sehr geringer ist, und merkliche Änderungen der Structur und der übrigen Zusammensetzung durch sein Eintreten nicht bedingt werden. Ausser in grösseren, auch makroskopisch sichtbaren Körnern erscheint er namentlich auch als Gemengtheil der Grundmasse und dann stets in Krystallen oder Wachsthumsformen, deren schon öfter geschilderte Umrisse und Glaseinschlüsse dann stets für ihn characteristisch sind; die Umrisse der Glaseinschlüsse deuten dabei zuweilen auf Krystallflächen hin, von welchen in der äusseren Begrenzung nichts mehr zu erkennen ist. Die Färbung durch Eisenoxyde und der dadurch bedingte Pleochroismus sind zuweilen ausserordentlich stark, auch oft nicht gleichmässig, sondern am Rande stärker als in der Mitte; indessen ist eine Verwechslung mit Hornblende oder Glimmer durch seine Lage nicht möglich; auch konnte in einigen Fällen durch chemische Reaction der Nachweis seiner Olivinnatur gegeben werden. In der Glasmasse eines vom Pico do Fogo (auf S. Miguel) stammenden, sehr schlackigen Gesteines wurden auch mehrfache Durchkreuzungen zweier Kryställchen bemerkt, die nach den genannten Eigenschaften ebenfalls für Olivin gehalten

werden müssen, natürlich liess sich aber nicht entscheiden, ob eine regelmässige Verwachsung vorlag; immerhin würde auch eine regellose Aggregation bei ihrer grossen Seltenheit hemerkenswerth sein. Die Umrisse dieser kleinen Kryställchen der Grundmasse erscheinen öfter wie angeschmolzen, so dass sie zusammen mit dem in unregelmässigen Schüppchen vorhandenen Glimmer wohl zu den ältesten Gemengtheilen derselben gehören; wenigstens lassen die, übrigens stark überwiegenden Augit-Mikrolithe, -Kryställchen und -Wachsthumsformen mit Keil-förmigen Einschlüssen von anderer optischer Orientirung oder Glas-Einschlüssen, eben so wie die Feldspathleisten nie etwas ähnliches erkennen. Erze, und zwar sowohl Magnetit wie Eisenglanz sind stets reichlich vorhanden, während die Menge der Glasmasse sehr wechselt von feinen, zwischen die andern Gemengtheile eingeklemmten Häutchen bis zum Überwiegen über die krystallinen Ausscheidungen der Grundmasse; meistens hellgelb oder braungelb, wird sie in einigen Gesteinen kaum durchsichtig; abgesehen von hier und dort eingestreuten Globuliten und gerad- und krummlinigen Trichiten erscheint sie völlig structurlos.

Als Augitandesite sind im Folgenden der kleine Rest andesitischer Gesteine zusammengefasst, welche sich durch das vollständige Fehlen von Glimmer und Hornblende auszeichnen und andererseits den Basalten wegen des geringen oder fehlenden Olivingehaltes und des Vorherrschens eines nicht sehr basischen Feldspathes als Einsprenglingen nicht zugesellt werden konnten. Sie sind nur auf S. Miguel, namentlich am äusseren Abhange des Gebirgsdomes von Sete Cidades, wo sie z. Th. mächtige Ströme bilden, in der Nähe des Thales von Furnas und in der Lagoa do Fogo verbreitet. Die Gesteine sind ziemlich dunkel grau, meist zähe und von basaltischem Aussehen; sonst aber wechselt der Habitus ziemlich stark, da porphyrische Gesteine mit mehr oder weniger zahlreichen Einsprenglingen von Augit und Feldspath, compacte dichte und Bimstein-artige wegen ihres sonst gleichartigen Characters sich nicht wohl getrennt beschreiben liessen. Die Feldspatheinsprenglinge entsprechen, soweit sie eine Bestimmung der Auslöschungsschiefe und des spec. Gew. gestatteten, Mischungen von Andesin bis Labrador, indessen scheinen sie in einigen Fällen, wo vorgeschrittene Zersetzung eine genaue

Untersuchung leider nicht zuliess, noch basischeren Mischungen anzugehören. Sie sind gut krystallisirt und zeigen u. d. M. keine bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten. Ebenso wenig der der Menge nach meist zurücktretende braungrüne Augit und farblose Olivin, beide in der Regel ebenfalls auskrystallisirt. Die Grundmasse ist wegen der massenhaft und meist in feiner Vertheilung ausgeschiedenen Erze meist sehr dunkel gefärbt, in einigen rothbraunen, sehr schlackigen Gesteinen selbst in dünnen Schliffen nicht durchsichtig zu machen. Sie enthält ausser Augit-Mikrolithen und Olivin-Kryställchen und -Wachsthumsformen ganz vorwiegend Feldspathleistchen, deren Enden oft zerfranst oder zierlich gegabelt sind mit bald gerad- bald krummlinigen Zacken und Einschlüssen, die in Form und Anordnung oft denen des Olivins ähneln. Die meist sehr dunkle Glasmasse ist zuweilen globulitisch gekörnelt oder von schwarzen Stäbchen erfüllt, die wohl vor allem die dunkle Färbung bez. völlige Undurchsichtigkeit hervorrufen. Die fluidale Structur gelangt makroskopisch durch die Anordnung der Blasenräume, mikroskopisch durch das Abwechseln Erz-ärmerer und -reicherer (vielleicht nur feinkörnigerer) Streifen zum Ausdruck.

In Betreff der chemischen Zusammensetzung der andesitischen Gesteine muss auf die bei Hartung p. 97 (J. Roth l. c. p. 18, Nro. 17, 18, 19) angeführten Analysen (VI, IX, XI) und deren Discussion verwiesen werden. Die dort analysirten, als trachydoleritisch bezeichneten Gesteine, entsprechen, soweit aus der Beschreibung ersichtlich ist, vorwiegend feinkörnigen Olivin-führenden Amphibol-Andesiten, konnten indessen mit den einzelnen mir vorliegenden Vorkommnissen nicht identificirt werden, ebenso lässt sich aus der Beschreibung nicht mit Sicherheit entnehmen, zu welcher der hier unterschiedenen Gruppen sie zu stellen wären.

Basaltische Gesteine.

Unter den Basalten sind im Folgenden in einiger Analogie mit den Trachyten drei Gruppen unterschieden, von welchen die erste, die andesitischen Basalte, das letzte der zahlreichen Zwischenglieder zwischen Trachyten und Basalten vorstellt, während die zweite typische Vertreter dieser Familie von verschiedenen Ausbildungsformen umfasst; dazu gesellt sich aber noch eine

dritte, die ähnlich den Akmit-Trachyten eine durch abweichende Zusammensetzung und Structur ausgezeichnete Parallel-Reihe der typischen Glieder vorstellt. Sie ist gegenüber den letzteren durch ausserordentlich zahlreiche Einsprenglinge von Feldspath ausgezeichnet, der nach der näheren Untersuchung zum Bytownit oder Anorthit gehört, und es ist deshalb diese Gruppe im Folgenden als Anorthitbasalt bezeichnet. Übergänge zwischen der ersten und zweiten Gruppe sind natürlich sehr zahlreich; weniger solche zwischen der zweiten und dritten, die nur durch wenige Plagioklas als Einsprengling führende Dolerite vermittelt werden. Es scheint vielmehr, als wenn diese Gruppe aus den Andesiten sich dadurch entwickelt, dass an Stelle des Oligoklas, Andesins und Labradors immer basischere Feldspathmischungen treten, während die Augit-Menge kaum grösser wird, auch der Olivin nur in einigen gleichzeitig zunimmt, in andern nicht reichlicher als in den Olivin-führenden Andesiten erscheint, so dass vielleicht sogar eine Trennung dieser Anorthitgesteine in Olivin-führende und Olivinfreie oder -arme, ähnlich wie bei den Gabbro's möglich wäre.

Hartung (p. 91) stellt die Anorthitgesteine zu den Trachydoleriten und unterscheidet im übrigen unter den basaltischen Gesteinen grobkörnige, an Einsprenglingen reiche, feinkörnige, an Einsprenglingen arme und eben solche mit körnig-eckiger Structur; die letzteren sind am seltensten; unter dem mir vorliegenden Material fanden sich nur zwei Handstücke der letzten Art, welche aber im übrigen durchaus mit den dichten Basalten übereinstimmten. Alle sind den Trachyten gegenüber characterisirt durch ihre Neigung, sich in dünnen Lagen auszubreiten; da wo sie in grösseren Lagern oder Strömen erscheinen, sind sie meist aufgestaut, entweder wegen mangelnden Gefälls oder durch Hindernisse. Oberflächlich sind sie oft schlackig ausgebildet und zeigen unter allen Azorischen Gesteinen am ehesten Neigung zu Säulen-förmiger Absonderung. In den Basaltströmen liegen auch die von Hartung (p. 185) beschriebenen sog. unterirdischen Gallerien, Tunnel-artige von Laven gebildete Räume, von deren Decke die Lava in Stalaktiten herabhängt. Structur und mineralogische Zusammensetzung weicht hier in einigen Fällen sehr von der des umgebenden Gesteines ab; ich hoffe über diese merkwürdigen Bildungen später näheres berichten zu können.

Die Andesitischen Basalte, gegenüber den Olivinführenden Andesiten nur durch relative Merkmale, das Zurücktreten des Feldspathes, namentlich der Einsprenglinge und grösseren Gehalt an Olivin charakterisirt, sind durch eine grosse Reihe von Handstücken vertreten, welche namentlich den Abhängen der Caldeira das Sete Cidades und dem Thale von Furnas auf S. Miguel, dem Mte. Guimado und der Caldeira auf Fayal entstammen. Der Habitus ist im Ganzen basaltisch; Einsprenglinge von Olivin und Feldspath sind nur selten, die Grundmasse erscheint ganz homogen, in einigen sogar pechglänzend; neben ganz compacten, splittrig und muschlig brechenden Massen kommen auch deutlich Laven-artige vor, die durch Form und Anordnung der oft langgestreckten Blasenräume schöne Fluidalstructur zeigen. Einige von ihnen sind als Ströme bezeichnet, und bilden zuweilen Lagen von nur 1—1½′ Dicke; andere bilden ziemlich mächtige Gänge. Regelmässige Absonderung ist ziemlich selten, zuweilen grob schiefrig-blättrig.

Eine porphyrische Structur tritt auch u. d. M. nicht hervor; einzelne grössere Plagioklase, nach dem optischen Verhalten Labrador, erscheinen wegen der allmäligen Übergänge in der Grösse nur als etwas grösser ausgebildete Leisten der Grundmasse; zonare Structur und Einschlüsse (Magnetit in octaëdrischen Wachsthumsformen) sind selten; die Begrenzung der Leisten ist wenig scharf und sie sinken bei dem Fehlen erheblicher Mengen von Glasmasse nicht leicht unter eine gewisse Grösse herab, während der Augit alle Grössen, von den seltenen Einsprenglings-artigen bis zu den zahlreichen feinen Mikrolithen durchläuft. Seine bald mehr gelben, bald mehr grünlichen Kryställchen und Körner stehen der Menge nach hinter dem Feldspath zurück und häufen sich gern mit Magnetit zu kleinen Klümpchen. Der Olivin fehlt diesen Gesteinen auch als mikroskopischer Einsprengling nur selten; die meist scharf begrenzten Krystalle zeigen dann parallel den Spaltungsrissen den Anfang der bekannten Zersetzung unter Ausscheidung von Eisenoxydhydraten; häufiger sind aber die kleinen, oft pleochroitischen Kryställchen und Wachsthumsformen der Grundmasse, die hier auch an der Fluidalstructur, wie die übrigen Gemengtheile der Grundmasse theilnehmen. Höchst selten, und nie in grösserer

Menge erscheint noch Glimmer als Einsprengling und in der Grundmasse in unregelmässigen Fetzen, meist ganz durchdrungen von Eisenerzen, die, wenn auch nicht der Art, so doch der Menge nach, ebenfalls einen Unterschied gegenüber den Andesiten bedingen. Glasmasse, z. Th. globulitisch gekörnelt, konnte nur in ganz wenigen Fällen mit Sicherheit erkannt werden. Als Einschlüsse finden sich spärlich, oft nur mikroskopische Brocken eines ähnlichen basaltischen Gesteins, in dessen Nähe das Korn der Grundmasse merklich feiner wird und das Ganze, wegen des in kleineren Körnchen vertheilten Magnetites auch etwas dunkler aussieht.

In der Gruppe der typischen Basalte sind im folgenden drei, auch makroskopisch wohl charakterisirte Gruppen unterschieden: die dichten, feinkörnigen Anamesite, die porphyrischen Dolerite und die glasigen oder glasreichen Basalte. Die Zusammenfassung dieser makroskopisch sehr unähnlichen Gesteine zu einer Gruppe der typischen Basalte, rechtfertigt sich indessen, abgesehen von der gleichartigen mineralogischen Zusammensetzung, auch dadurch, dass jede von ihnen auf der einen Seite in die andesitischen Basalte, auf der andern in durchaus Limburgit-ähnliche Gesteine von denselben Structurunterschieden ausläuft.

Gesteine der ersten Art sind namentlich auf S. Miguel in der Nähe von Ponta delgada sehr verbreitet; andere Fundorte sind der Krater der Serra Gorda, die Lagoa do Congro und einige Abhänge von Sete Cidades; von Fayal liegen Handstücke vor von den äussersten West- und Ost-Spitzen der Insel (Ponta comprida und Horta). Von Einsprenglingen sind Augit und Feldspath nur recht selten, Olivin dagegen häufiger zu bemerken; sie liegen in einer stets sehr dunklen, bald ganz compacten, bald blasenreichen Grundmasse von meist splittrigem Bruch; eine kokkolithische Structur, stets mit Anfängen von Zersetzung verbunden, ist recht selten, ebenso eine plattige Absonderung, die eigentlich nur an besonders dichten, oft Pechstein-artig glänzenden Gesteinen auftritt. Von Zersetzungsproducten wurden Zeolithe unbestimmbarer Natur ganz spärlich beobachtet, ihr Fehlen ist vielmehr, auch nach Hartung, characteristisch für die Azorischen Basalte; auf Blasenräumen sind zuweilen Eisenglanz-Täfelchen aufgewachsen. Von Einschlüssen erscheinen nur

selten grobkörnige Concretionen von Feldspath, Augit und Olivin, vielleicht den Sanidiniten und grobkörnigen Amphibol-Andesiten vergleichbar.

Da wo der Feldspath in diesen Gesteinen mikroporphyrisch erscheint, ist er, namentlich in manchen Geseinen von Fayal z. Th. recht basischer Natur, hat dann oft einen optisch stark abweichenden Kern, und vermittelt so Übergänge zu den Anorthitbasalten; indessen sind solche Fälle im Ganzen selten, und im Allgemeinen überwiegt die in der Grundmasse ausgeschiedene Menge von Feldspathleisten ganz bedeutend die mikroskopischen Einsprenglinge. Die etwas häufiger mikroporphyrisch hervortretenden Augite sind nur selten in normalen, wohl ausgebildeten Krystallen vorhanden, entweder zeigen seine Durchschnitte bei ziemlich scharfer Begrenzung einen auffallend starken, durch die zuerst gebildeten gegabelten Krystallgerippe bedingten zonaren Aufbau, wo dann die zuletzt entstandenen, an beiden Enden der $\overset{|}{c}$-Axe gelegenen Keil-förmigen Partien sich von der Hauptmasse in der Farbe (z. B. braun-violett gegen blassgrün) und in der Auslöschungsschiefe stark unterscheiden (bis zu 10°), oder aber, sie haben ganz unregelmässige Umrisse, welche vielleicht durch Anschmelzung entstanden sind, vielleicht aber auch unfertigen Krystallen entsprechen. Die Farben sind hellgrün bis bräunlichviolett, der Pleochroismus ganz unbedeutend; Zwillinge und und Viellinge nach $\infty P \overset{|}{\infty}$ (100) kommen häufig vor. Die Individuen der Grundmasse sind von diesen mikroskopischen Einsprenglingen nicht scharf zu trennen und bedingen durch ihre Anordnung zwei meist wohl zu unterscheidende Structurformen der Grundmasse. In einigen Fällen bilden sie ziemlich scharf begrenzte Kryställchen und Mikrolithe, die von den Feldspathleisten ziemlich unabhängig erscheinen und unter einander in der Grösse merklich differiren; in andern erscheinen sie in kleinen unregelmässig geformten Körnchen, oft zu Klümpchen gehäuft, welche die Zwischenräume zwischen den Feldspathleisten weit vollständiger ausfüllen, als die schärfer begrenzten Mikrolithe, und die in ihren Dimensionen untereinander ziemlich übereinstimmen. Diese blosse Anhäufung zu Klümpchen geht aber mitunter anscheinend in eine wahre Verbindung derselben zu einheitlichen Individuen über, die dann im Gegensatz zu den

mikroporphyrisch hervortretenden von zahlreichen Feldspathleisten durchschnitten werden und als einheitliche Gebilde daher erst zwischen gekreuzten Nicols an der Auslöschung zu erkennen sind. Hand in Hand geht damit meistens eine noch vollständiger krystalline Ausbildung der Grundmasse als im ersten Falle und ein Zurücktreten der regellos zerstreuten Magnetit-Körner, die wegen der Feinheit der Vertheilung dort eine geringere Durchsichtigkeit der Schliffe verursachen, gegenüber den grösseren Leisten und Tafeln von Eisenglanz, die ebenfalls untereinander oft parallel gelagert sind und die bekannten Noten-ähnlichen Gruppirungen liefern. Im Ganzen wird man in den Gesteinen letzter Art die Dolérites à structure ophitique Michel-Lévy's und Fouqué's (Synthèse des minéraux et des roches, p. 73) wiedererkennen, während die ersteren ihren Basaltes labradoriques (l. c. p. 61) entsprechen würden. Dass auch hier Übergänge zwischen beiden Structurformen vorkommen, unterliegt keinem Zweifel; diese sind aber natürlich nicht als Zwischenglieder zwischen Anamesit und Dolerit aufzufassen, vielmehr erscheinen auch bei den letzteren beide Structurformen, nur sind die Unterschiede dort weniger auffallend, weil das mikroskopische Bild wegen der geringeren Menge der Grundmasse nicht so sehr wechselt. Bemerkenswerth ist aber, dass bei den andesitischen Gesteinen eine der ophitischen zu vergleichende Structur nicht beobachtet wurde; nach den Versuchen von Michel-Lévy und Fouqué ist anzunehmen, dass dies in der geringeren Basicität der Feldspathe andesitischer Gesteine begründet ist.

Der Olivin erscheint auch in diesen dichten Gesteinen vorwiegend als Einsprengling, z. Th. in Körnern, z. Th. in Krystallen mit mehr oder weniger abgerundeten Kanten; die Spaltrisse sind meist ausserordentlich scharf und werden durch die auf ihnen ausgeschiedenen Eisenoxydhydrate noch mehr markirt. Die Individuen der Grundmasse sind fast stets gegabelte Wachsthumsformen mit Glaseinschlüssen; ausser den letzteren beherbergt der Olivin aber noch zahlreiche andere Gäste: von Erzen Magnetit, Picotit und Eisenglanz; letzterer in Leisten, die auch in getrennt erscheinenden (in Wirklichkeit wohl ober- oder unterhalb des Schliffes ursprünglich zusammenhängenden) Einschlüssen ihre Parallelität bewahren; ferner Feldspath und end-

lich braunrothe, doppelt brechende Kryställchen mit merklichem Pleochroismus; parallel der Längsrichtung braun mit Stich ins grünliche, senkrecht dazu braunroth, etwas heller; der Längsrichtung laufen anscheinend Spaltrisse parallel, die Endbegrenzung könnte zwei flachen Domen entsprechen. Ob die Auslöschung der Längsrichtung genau parallel geht, konnte nicht mit Sicherheit ermittelt werden; Structur, Brechungsexponenten und Stärke der Dopelbrechung und des Pleochroismus sprechen gegen Apatit, man könnte an Hypersthen, Biotit oder Hornblende denken; eine Entscheidung war nicht möglich. Von accessorischen Gemengtheilen findet sich Biotit ganz selten und stets in ganz untergeordneter Menge; häufiger Apatit; secundär etwas Leukoxen, Chlorit, Serpentin. Die Menge der Erze, neben Eisenglanz, Titaneisen und Magnetit in octaëdrischen Wachsthumsformen auch in geringer Menge Picotit, ist stets eine ganz bedeutende; Glasmasse ist dagegen nie in erheblicher Menge vorhanden.

Die von der vorigen makroskopisch sehr abweichende Gruppe der Dolerite ist auf Fayal nur durch ein Handstück vom Abhang der Caldeira, auf S. Miguel dagegen durch 10 verschiedene Fundorte vertreten; besonders typische Vorkommnisse sind diejenigen vom Pico das Camarinhas, welche zahlreiche Olivinknauer, ausserdem die früher beschriebenen grobkörnigen Aggregate von Hornblende und Feldspath enthalten. Alle sind characterisirt durch grosse und zahlreiche Einsprenglinge von Augit und Olivin, denen sich Feldspathe nur selten zugesellen. Der tiefgrüne bis schwarze Augit erreicht eine Länge bis zu 15 mm, er zeigt die gewöhnlichen Formen, oft bei deutlicher Spaltbarkeit nach ∞P (110) zahlreiche Hohlräume und Einschlüsse von Grundmasse. Der Olivin ist meist noch reichlicher, seine grüngelben Körner sind aber nicht ganz so gross wie die Augite; auf Spaltflächen ist der Glanz häufig Hyalosiderit-artig. An Zersetzungsproducten wurden Aragonit und nicht bestimmbare Zeolithe bemerkt; die Gesteine zerbröckeln wegen ihrer Grobkörnigkeit ausserordentlich leicht; eine regelmässige Absonderung wurde von mir nicht beobachtet; nach Hartung zeigt der Dolerit von Porto Formoso im Grossen eine Absonderung in eckige Körner oder Kugeln von schaligem Bau, wobei die Kugeln einen Durchmesser von mehreren Fussen erreichen.

Wo der Plagioklas als Einsprengling erscheint, ist er meist recht basisch; Spaltblättchen ergaben Schiefen zwischen 20° und 30° auf oP (001) und oft war im convergenten Licht eine optische Axe am Rande des Gesichtsfeldes sichtbar. Gekreuzte Lamellen und zonarer Bau sind sehr gewöhnlich, ebenso Einschlüsse von Grundmasse, oft so reichlich, und von so unregelmässiger Begrenzung, dass die Feldspathsubstanz zwischen gekreuzten Nicols nur wie ein Gewirr durcheinander geschlungener Bänder hervorleuchtet. Der Augit häuft sich gern zu kleinen Knäueln an, neben gut begrenzten Krystallen erscheinen auch die schon früher erwähnten ganz bizarr gestalteten Durchschnitte und Wachsthumsformen. Auch anscheinend unregelmässige Durchkreuzung mehrerer Individuen und Zwillingslamellen nach $\infty P\bar{\infty}$ (100), die oft in der Mitte des Krystalls auskeilen, sind häufig, zuweilen ist auch Absonderung nach $\infty P\dot{\infty}$ (010) wahrzunehmen. Die meist blassgrünen Individuen mit geringem Pleochroismus (parallel $\infty P\dot{\infty}$ (010) grünlich, senkrecht dazu bräunlich) sind sehr gewöhnlich von einem ziemlich schmalen aber durchaus continuirlichen braunen Rande umgeben, der auch optisch etwas anders orientirt ist, und selbst da erscheint, wo die Grundmasse Einschlüsse bildet, oder in tiefen Buchten in den Krystall eindringt; aber auch zonarer Aufbau des ganzen Krystalls mit ganz regelmässig einander umgebenden Zonen kommt vor, dabei kann man zuweilen bemerken, dass das Wachsthum anscheinend von einem oder mehreren eingeschlossenen Erzkörnchen ausging. An Interpositionen sind die Augite recht reich: Gemengtheile der Grundmasse, parallel gelagerte Hohlräume mit 4 Zipfeln und von den Umrissen des Krystalls, Glaseinschlüsse, Apatitkrystalle und, was in genetischer Hinsicht bemerkenswerth, auch Olivin in rundlichen Körnern; ferner braungelbe, parallel der Längsrichtung auslöschende Kryställchen, die in einem Hohlraume des Wirthes aufgewachsen sind, und ihre Längsaxe, der anscheinend eine Spaltungsrichtung parallel geht, der des Wirthes parallel gestellt haben. Die Farbe dieser Einschlüsse ist parallel der Längsrichtung etwas tiefer braun als senkrecht dazu, die Doppelbrechung stark; als Endflächen sind zuweilen zwei flach gegen einander geneigte zu erkennen, die Auslöschung erfolgt parallel der Längsrichtung, es

liegen also wahrscheinlich mit den auf p. 236 aus den Anamesiten beschriebenen identische Einschlüsse vor. Endlich finden sich im Augit zuweilen noch schwarze strichförmige, unter einander parallel gelagerte Interpositionen, wahrscheinlich Erze, für welche aber eine regelmässige Einlagerung im Wirthe nicht zu erkennen war.

Der Olivin erscheint bald in scharf begrenzten Krystallen, die sich am Ende in zahlreiche conforme Spitzen auflösen, bald in Krystallfragmenten, welche auf einer Seite noch Krystallbegrenzung, auf der andern durch Auflösung entstandene, ganz unregelmässige Umrisse zeigen. Sonst gleicht er ganz denjenigen der Anamesite. Ebenso sind die accessorischen Mineralien, Structur und Gemengtheile der Grundmasse durchaus mit denjenigen der Gesteine der vorigen Abtheilung identisch.

Als Ausscheidungen finden sich in den Doleriten häufig die sog. Olivinbomben, namentlich in den Gesteinen aus der Nähe des Pico das Camarinhas. Die sehr bröckligen Massen haben meist eine dünne glatte Rinde, welche das Ganze kaum zusammenhält. Neben Olivin findet sich zuweilen etwas Augit, Bronzit und Erze; im Schliff zeigen die Olivine stets unregelmässige Begrenzung und zahllose Einschlüsse mit Libelle, die aber nie beweglich befunden wurde, und welche also wohl Glas sind.

Glasreiche Basalte scheinen auf den Azoren nicht eben häufig zu sein: von S. Miguel liegen Handstücke von drei Fundorten vor: Auswürflinge vom Pico Carvao und der Serra Gorda und Stücke von einer Lava bei Mosteiros; die zugehörigen Gesteine von Fayal sind sämmtlich Auswürflinge des Mte. Guimado bei Horta. Diesem Vorkommen entsprechend ist der Habitus der von Schlacken, die durch Zunahme der Blasenräume geradezu Bimstein-artig werden. Eingesprengt, meist nur in unbedeutender Menge kommen Augit und Olivin vor, ganz selten Feldspath. Der Olivin spielt die Hauptrolle, er erscheint stets in scharf begrenzten, oder nur auf einer Seite angeschmolzenen Krystallen, nie in Körnern. In der Form und der Anordnung gleicht er so ausserordentlich dem von Cohen (dieses Jahrbuch 1880, II. p. 32) besprochenen und abgebildeten, dass eine weitere Beschreibung unnöthig ist; ausser Glas beherbergt er noch grünliche als Picotit zu deutende Kryställchen und Gemengtheile der Grundmasse, namentlich Augit. Die grossen hellgrünen Ein-

sprenglinge von Augit sind ebenfalls durch ihre Begrenzung und Einschlüsse von einigem Interesse. Verhältnissmässig selten sind einfache, wohl gebildete Krystalle, häufiger enden die Individuen in zahlreiche einander ähnliche und in paralleler Stellung befindliche Krystallspitzen, wie solche Sommerlad z. B. aus den Hornblendebasalten für die Hornblende beschreibt. (Dieses Jahrbuch Beil.-Bd. II. p. 139.) Sie sind auch hier wahrscheinlich das Product einer Umkrystallisation der Randzone des Augites, da vielfach offenbar angeschmolzene Krystalle von ganz unregelmässigen Formen vorkommen; ebenso erscheint die äussere Randzone, gut krystallisirt oder in die erwähnten Spitzen dismembrirt, oft anders gefärbt, meist braun um einen grünlichen Kern mit rundlichen Formen. Die Einschlüsse bestehen z. Th. aus Erzkörnchen, zuweilen ziemlich regelmässig parallel ∞P (110) gelagert, häufiger aus dunkler Glasmasse mit Bläschen, deren Menge zuweilen so überhand nimmt, dass man mehrere durch schmale Glasstreifen getrennte Kryställchen vor sich zu haben glaubt. In der Grundmasse überwiegt Olivin und namentlich Augit öfters so sehr die gegabelten und zerfransten Feldspathleistchen, dass die Gesteine ganz Limburgit-artig werden. Das Glas ist stets recht dunkel, gelb oder braun, zuweilen globulitisch gekörnelt, von Salzsäure wird es nicht angegriffen. In einigen Gesteinen gelang es nicht, die Grundmasse durchsichtig zu machen; die zwischen den Augit-, Olivin- und Feldspathmikrolithen eingeklemmte Masse erscheint dann im reflectirten Lichte rothbraun und verdankt ihre tiefe Färbung wahrscheinlich Eisenerzen, die in äusserst feiner Vertheilung ausgeschieden sind. Die Erze sind die gewöhnlichen, ihre Menge ganz bedeutend; kleine, braunroth durchscheinende octaëdrische Wachsthumsformen sind wahrscheinlich als Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Magnetit zu deuten (Martit), da sich in ihrer Nähe rothe Eisenerze zuweilen Flecken- oder Band-artig anhäufen, also wohl einfiltrirt sind.

Die durch zahlreiche Einsprenglinge eines basischen Feldspathes ausgezeichneten Basalte sind auf S. Miguel nur in geringer Menge verbreitet; die vorliegenden Handstücke stammen von der Lagoa azul in Sete Cidades, der Ribeira grande, aus der Umgebung von Ponta delgada und der Lagoa do Fogo; sie sind als Lagen, nur eines als Auswürfling bezeichnet. Es ist

indessen möglich, dass die Zahl der Vorkommnisse noch durch einige andere, jetzt zu den Olivin-Andesiten und Doleriten gestellte vermehrt werden könnte; immerhin würden dann aber diese Gesteine, die eine nähere Untersuchung des Feldspathes nicht gestatteten, an der Grenze zu jenen Gesteinen stehen. Die zahlreichsten und typischsten Vertreter liefert indessen Fayal, wo sie in mächtigen Strömen im Thal von Praya, bei Pim Bay, der Caldeira, in der Schlucht oberhalb Flamengos und namentlich in der Nähe von Horta anstehen. Hartung begreift sie mit unter den durch zahlreiche Einmengungen ausgezeichneten trachydoleritischen Gesteinen, welche gegenüber den feinkörnigen Laven derselben Abtheilung durchweg die älteren Theile der Insel zusammensetzen. Sie sind nach ihm früher für Leucit-Gesteine gehalten, bis G. Rose die zahlreichen Einsprenglinge als Feldspath, seiner Untersuchung nach Labrador, erkannte.

Das makroskopische Aussehen ist bei allen sehr ähnlich; in einer dichten grauschwarzen bis schwarzen, und zuweilen etwas Pechstein-artig glänzenden Grundmasse liegen Einsprenglinge von Feldspath, weit weniger solche von Augit und Olivin. Die Menge der ersteren häuft sich zuweilen so ausserordentlich an, dass, wie Hartung wiederholt bemerkt, die Grundmasse „nur wie ein Kitt erscheint, der die Feldspathe zusammenhält"; im Ganzen spielt also Feldspath hier dieselbe Rolle wie Augit und Olivin in den Doleriten. Er ist übrigens ganz selten glasig frisch, meist vielmehr trüb und bröcklig, dabei öfters von Poren und Einschlüssen der Grundmasse so durchsetzt, dass der Kern ganz schwarz erscheint, und Spaltungsblättchen schwer zu erhalten sind. Auch sonst bieten die oft schlackigen Gesteine, zumal bei ihrer durch die vielen Einsprenglinge bewirkten geringen Festigkeit, der mikroskopischen Untersuchung einige Schwierigkeiten.

Der Plagioklas wurde sowohl in Spaltblättchen wie im Schliff eingehend optisch untersucht; die Auslöschungsschiefen schwanken auf oP (001) zwischen 15° und 39°, auf $\infty P\breve{\infty}$ (010) zwischen — 21° und — 40°; da zuweilen durch die Spaltbarkeit nach ∞P, (110) eine Orientirung der Blättchen ermöglicht wurde, liess sich feststellen, dass die Trace der optischen Axenebene gegenüber den Umrissen und der Sinn der Dispersion mit den von Schuster (Tschermak, M. P. M. 1880, p. 202) angegebenen

Daten übereinstimmt. Der Mittelpunkt einer Axe, bei dickeren Blättchen von 1 oder 2 Ringen umgeben, erscheint im convergenten Licht zwischen Rand und Mitte des Gesichtsfeldes. Im Schliff schwanken die Auslöschungsschiefen bei symmetrisch auslöschenden Zwillingen zwischen 16° und 40°, indessen waren die Beobachtungen hier weniger sicher auszuführen, da zonare Structur ausserordentlich häufig vorkommt und also bei ungleicher chemischer Zusammensetzung der rechts und links liegenden Hälften nicht entschieden werden kann, ob der Schnitt senkrecht $\infty P\breve{\infty}$ (010) liegt. Im Übrigen fehlen Zwillingslamellen, gerade wie bei den basischen Feldspathen der Gabbro's zuweilen ganz, sonst sind sie recht breit. Die verschiedenen Zonen sind so angeordnet, dass die basischsten den Kern des Krystalls bilden, der dann durch zahlreiche Bänder in die Randpartien übergeht, deren Auslöschungsschiefe bis zu 15° von derjenigen des Kerns abweicht; seltener tritt nur eine optisch abweichende Zone auf. Die Umrisse sind in der Regel ganz scharf krystallographisch, höchstens durch die häufige Gruppirung der Individuen zu Knäueln gestört. Einschlüsse von meistens recht erzreichen Theilen der Grundmasse sind überaus häufig; sie folgen in ihrer Form gern derjenigen des Wirthes und in ihrer Anordnung seinen Anwachsstreifen. Zuweilen umschliesst der Feldspath auch Olivin und braune pleochroitische Körnchen und äusserst feine, pinselartig gruppirte Härchen derselben Farbe, die aber anscheinend recht schief auslöschen und innig mit Erzen und Augit vergesellschaftet sind. Als Zersetzungsproduct tritt in ihm zuweilen eine farblose isotrope Masse auf; sie hat geringes specifisches Gewicht ($<$ 2,4), wird von Salzsäure nur schwach angegriffen und ihre Lösung reagirt auf Al, Ca und Mg; eine nähere Untersuchung war nicht möglich. Da wo zahlreiche Einschlüsse von Grundmasse vorhanden sind, welche die Zersetzung offenbar begünstigen, scheint sie zu Saussurit-ähnlichen Gemengen von Feldspath und grünlichen, unbestimmbaren Körperchen zu führen; indessen ist die Feldspathsubstanz trotz ihres trüben Aussehens im Ganzen noch recht frisch. Die Trennung der Feldspathe mittelst Thoulet'scher Lösung ergab für einen kleinen Theil ein spec.-Gew. $>$ 2,720, für die Hauptmasse 2,672—2,690 (Bytownit), ein kleiner Rest fiel zwischen 2,650

und 2,672; er entspricht möglicherweise den saureren Feldspathleisten der Grundmasse. Von Salzsäure wird das dem Bytownit entsprechende Pulver merklich angegriffen.

Die Menge der eingesprengten Augite ist nicht bedeutend, ja, in den typischen Vertretern der Gruppe von Fayal gesellt sich der Olivin meist in viel erheblicherer Menge (als Einsprengling) dem Feldspath zu. In diesem Verhältniss liegt ein merklicher Unterschied gegenüber den Olivin-führenden Augitandesiten, wo in den überhaupt porphyrischen Gesteinen zahlreiche Augit-Einsprenglinge den Mikrolithen der Grundmasse gegenüber stehen. Wo der Augit auftritt, weicht er in seinen Eigenschaften nicht wesentlich von demjenigen der Dolerite ab, dasselbe gilt vom Olivin. Die grösseren Krystalle und Körner des letzteren sind meist auf Spalten von Eisenoxydhydraten durchzogen, z. Th. auch schon etwas in Serpentin und Carbonate zersetzt, so dass er dann beim Schleifen leicht ausbröckelt und seine Menge im Schliff geringer erscheint als am Handstück. Die seine Stelle einnehmenden Carbonate, vorwiegend Eisenspath, sind zuweilen schön sphärolithisch struirt und geben dann auch wohl bei nicht genauer Einstellung auf die Oberfläche des Schliffes das Bertrand'sche Interferenz-Kreuz mit Ringen (Bull. Soc. Min. de France. 1882. p. 76). In der Grundmasse findet sich der Olivin vorwiegend in Wachsthumsformen mit Glaseinschlüssen etc. und merklichem Pleochroismus. An accessorischen Gemengtheilen sind diese Gesteine, wie die Basalte überhaupt, ausserordentlich arm; einmal wurde Hornblende, ganz von Eisenerzen durchtränkt, beobachtet, etwas häufiger Apatit. In der Grundmasse überwiegen Feldspathleisten ebenfalls; nach den Auslöschungsschiefen (nur im Schliff zu beobachten) scheint er auch hier ziemlich basisch zu sein; sie steigen in Zwillingsindividuen mit symmetrischer Auslöschung bis auf 30° nach jeder Seite, und wenn auch diese Methode der Bestimmung grosse Fehlerquellen hat, so ist doch zu bedenken, dass man danach einen Feldspath eher zu sauer als zu basisch finden wird. Die Menge der Augite ist in der Grundmasse sehr beträchtlich, z. Th. der des Feldspathes gleich, in seinen Eigenschaften ähnelt er durchaus denen der Dolerite, auch wurde öfters Neigung zur Bildung der Structur ophitique beobachtet. Erze erscheinen in keinem der bisher be-

schriebenen Gesteine in solcher Menge wie hier, und zwar sowohl Magnetit wie Eisenglanz. Glasmasse wurde ausser als Einschluss in Olivin, wo sie auch wohl gekörnelt ist, kaum beobachtet, entzieht sich übrigens wegen der reichlich vorhandenen und fein vertheilten Erze leicht der Wahrnehmung.

Die chemische Zusammensetzung der basaltischen Gesteine ergiebt sich aus den bei Hartung (p. 97) aufgeführten Analysen I—V. (J. Roth, l. c. p. 43, No. 36, 37, p. 47, No. 35, 36, 37.) Nach der Beschreibung würden II, III und IV Doleriten entsprechen, mit welchen die Analyse I eines Anamesits fast übereinstimmt. V würde nach dem beschriebenen Habitus in die Gruppe der andesitischen Basalte gehören und damit stimmt eine von mir ausgeführte Kieselsäure-Bestimmung von einem dieser Gruppe zugehörigen Gestein von der inneren Wand des Kraterthales von Sete Cidades, die 51,69 % SiO_2 ergab. Die Kieselsäurebestimmung eines Anamesites von der Klippe bei Relva aus der Umgebung von Ponta delgada ergab 46,09 %, während Hartung für ein vielleicht derselben Localität entnommenes Gestein (I) 49,7 aufführt. Im Ganzen würde also danach der Kieselsäuregehalt der Basalte zwischen 46—50 % schwanken. Für die Anorthitbasalte ergab sich der Kieselsäuregehalt eines an Feldspatheinsprenglingen weniger reichen Gesteines von der Lagoa do Fogo auf S. Miguel, das sich schon den Doleriten nähert, 45,45 %; diese Gesteine würden also die basischsten Glieder jener Gruppe bilden.

Nach dem Vorstehenden ergiebt sich für die Gesteine von Fayal und S. Miguel die folgende Gliederung:

I. Trachytische Gesteine.

1. Typische Trachyte mit vorherrschendem orthotomem Feldspath.

a) körnig:	Sanidinite, grobkörnig, ohne Grundmasse und Glas; von Bisilicaten Hornblende vorherrschend. Structur syenitisch. Domite, feinkörnig, von Bisilicaten namentlich Augit und Szaboit.
b) porphyrisch:	Einsprenglinge von Sanidin, weniger Hornblende, Augit und Glimmer neben glashaltiger Grundmasse.

c) glasig: Trachytpechsteine mit structurlosem und mikrofelsitischem Glas, meist eutaxitisch entwickelt.

2. Andesitische Trachyte; Orthoklas gegenüber Oligoklas zurücktretend; mit Augit, Hornblende und Glimmer; mit und ohne Olivin.

3. Akmit-Trachyte, mit natronreichem Orthoklas, von Bisilicaten neben gewöhnlichem Augit fast nur Akmit; wenig Erze, z. Th. Olivin; Structur phonolitisch.

II. Andesitische Gesteine (meist Olivin-führend).

1. Amphibol- und Glimmer-Andesite.

a) körnig: grobkörnige Andesite des Pico das Camarinhas; Hornblende vorherrschend; daneben Glimmer und Augit. Olivin fehlt. Structur dioritisch.
feinkörnig: viel Augit neben Hornblende und Glimmer; die letzten beiden ebenfalls in der Grundmasse; z. Th. mit Olivin.

b) porphyrische und glasreiche: Plagioklas, Hornblende, Augit, wenig Glimmer als Einsprengling. Biotit und Hornblende fehlen in der Grundmasse; Olivin z. Th.

2. Augit-Andesite: ohne Hornblende und Glimmer.

III. Basaltische Gesteine.

1. Andesitische Basalte. Als Einsprenglinge Olivin neben Plagioklas; Hornblende und Glimmer fehlen, Erze reichlich.

2. Typische Basalte, übergehend in Limburgite; neben den Basaltes labradoriques auch Dolérites à structure ophitique. Augit und Olivin herrschend.

feinkörnig: Anamesite.

porphyrisch: Dolerite, Augit und Olivin fast allein als Einsprenglinge.

glasige oder glasreiche Basalte.

3. Anorthit-Basalte, porphyrisch durch Anorthit, bez. Bytownit; Augit zurücktretend, sehr viel Erze.

Hamburg, im April 1883.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: 1883_2

Autor(en)/Author(s): Mügge Johannes Otto Conrad

Artikel/Article: Petrographische Untersuchungen an Gesteinen von den Azoren 189-244