

# SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAK'S

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

# MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

F. BECKE. ÜBER ALBORANIT UND SANTORINIT UND DIE  
GRENZEN DER ANDESITFAMILIE.

Tschermak's Mineralog. und petrographische Mittheilungen.  
Bd. XIX, 3. Heft.

---

WIEN,

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

# XI. Ueber Alboranit und Santorinit und die Grenzen der Andesitfamilie.

Von F. Becke.

(Mit 3 Textfiguren.)

In dem vorangehenden Artikel <sup>1)</sup> hat Herr Loewinson-Lessing gegen die Aufstellung zweier extremen Varietäten des Hypersthen-Andesit, die ich als natronreichen und natronarmen Hypersthen-Andesit (Santorinit und Alboranit) unterschieden hatte <sup>2)</sup>, Einwendungen erhoben. Herr Loewinson-Lessing findet die neu eingeführten Bezeichnungen überflüssig, weil die Santorinite Hypersthen-Dacite <sup>3)</sup>, die Alboranite olivinfreie Hypersthen-Augit-Basalte seien.

Zunächst könnte ich meiner Befriedigung darüber Ausdruck geben, dass Herr Loewinson-Lessing insoferne mit mir übereinstimmt, dass weder die Santorinlaven noch die Gesteine der Insel Alboran mit normalen Hypersthen-Andesiten übereinstimmen, zu denen sie bisher gerechnet wurden, sondern dass beide nach entgegengesetzten Seiten von dem normalen Typus abweichen. Nur geht Herr Loewinson-Lessing noch einen Schritt weiter, und während ich die beiden Gruppen als extreme Varietäten innerhalb des Hypersthen-Andesit *Rosenbusch* belassen wollte, wünscht Herr Loewinson-Lessing sie aus dieser Familie ganz hinauszweisen.

Wir sind also in gar keinem sachlichen Gegensatz in der Auffassung dieser Gesteine. Was uns trennt, ist nur die Art und Weise, wie wir zwischen Andesit und Dacit einerseits, zwischen Andesit und Feldspathbasalt andererseits die Grenze ziehen.

Nur in einem Punkte ist vielleicht die Andeutung einer sachlichen Differenz zu bemerken und diese betrifft den Kieselsäure-

---

<sup>1)</sup> Kritische Beiträge zur Systematik der Eruptivgesteine II. Diese Mitth. XIX, pag. 169.

<sup>2)</sup> Der Hypersthen-Andesit der Insel Alboran. Diese Mitth. XVIII, pag. 525.

<sup>3)</sup> Man müsste wohl sagen: quarzfreie Hypersthen-Dacite.

überschuss in der Grundmasse der Alboranite. Herr Loewinson-Lessing scheint diesen Kieselsäureüberschuss in Zweifel zu ziehen, indem er meine Art der Berechnung durch Analysen der isolirten Gemengtheile controlirt wünscht. Ich fühle nun sehr gut, dass man gegen meine Berechnung vieles einwenden kann, und bilde mir auch durchaus nicht ein, die Zusammensetzung der Basis exact durch Rechnung ermittelt zu haben. Mir ist wohlbekannt, dass es aus physikalisch-chemischen Gründen ganz undenkbar ist, dass die Basis frei von *Ca*, *Fe*, *Mg* wäre. Ich sehe in meiner Berechnung nichts mehr als eine rohe Annäherung, wie sie auf Grund der optischen Untersuchung der Gemengtheile und auf Grund der Erfahrung, dass sich bei mittleren Gesteinen Alkali-Thonerde-Silicate und Kieselsäure in der Basis anreichern, versucht werden konnte.

Was aber den im Gestein vorhandenen Kieselsäureüberschuss anlangt, so ist derselbe von meiner Art der Berechnung völlig unabhängig. Erstens zeigt ein Vergleich der Atomzahlen, dass mehr *Si* vorhanden ist, als die Basen des Gesteins, wenn man sie zu den *Si*-reichsten Verbindungen gruppirt, zu binden vermögen. *Na* und *K* können nicht mehr als 3 *Si* binden, *Ca* im Maximum 2 *Si* (im Anorthit), *Fe* und *Mg* im Maximum 1 *Si* (im Pyroxen). Berechnet man unter dieser Voraussetzung die *Si*-Mengen, welche die Basen zu binden vermögen, so erhält man folgende Zahlen:

	<i>Si</i> berechnet	<i>Si</i> factisch vorhanden
I (Alboran)	. 56·2	49·4
II (Alboran)	52·1	51·4
III (Alboran)	51·2	51·2
13 (Pilis)	. 41·7	52·0

Nur in I übersteigt die so berechnete *Si*-Menge die factisch vorhandene, in II und III kommt sie der vorhandenen gleich, in 13 bleibt sie sogar stark dahinter zurück.

Nun ist aber ein grosser Theil des *Fe* als Magnetit vorhanden, bindet also kein *Si*; ein grosser Theil des *Ca* steckt im Augit, wo auf ein *Ca* nur ein *Si* statt 2 *Si* wie im Anorthit kommen. Es muss also unter allen Umständen wenigstens in II, III und 13 ein beträchtlicher Ueberschuss von *Si* vorhanden sein.

Dass das Gestein von Alboran überschüssige Kieselsäure in irgend einer Form enthält, ergibt sich auch aus dem Quarzgehalt

in einigen gröber krystallinen Grundmassen, aus der häufig vorkommenden Verkieselung, endlich aus dem Mangel der Zeolithe, welche in Si-ärmeren Lapillituffen (ich erinnere nur an die so nahe liegenden Columbretes-Inseln) so reichlich vorhanden zu sein pflegen.

Ich habe daher keinen Grund, an der Richtigkeit meiner Angabe zu zweifeln, dass in der Grundmasse der Alborangesteine ein Ueberschuss von Kieselsäure steckt.

Herr Loewinson-Lessing ist der Meinung, dass die chemische Zusammensetzung der Santorinite und Alboranite ihre Einreihung bei den Daciten und Feldspathbasalten verlangt. Die chemische Zusammensetzung charakterisirt er<sup>1)</sup> durch eine allgemeine Formel, welche das moleculare Verhältnis der  $R_2O$ - und  $RO$ -Basen zu den  $R_2O_3$ -Basen und zur Kieselsäure darstellt. Die allgemeine Formel der Dacite, Andesite etc. wird gewonnen, indem aus den speciellen Formeln einer Reihe typischer Vertreter das Mittel gezogen wird. Indem Herr Loewinson-Lessing die von ihm berechneten Formeln der Santorinit- und Alboranit-Analysen mit seinen mittleren Formeln der Andesite, Dacite und Basalte vergleicht, findet er, dass sie den letzteren näher kommen als den Andesiten.

Gegen diesen Vorgang lässt sich manches einwenden: Warschau liegt näher an Wien als an St. Petersburg. Trotzdem wird man nicht behaupten können, dass Warschau zu Oesterreich gehöre. Gewiss kann das Mittelnehmen aus typischen Analysen einer Gesteinsart eine Vorstellung von der typischen Zusammensetzung derselben geben. Aber die Abgrenzung gegen benachbarte Typen kann so nicht gefunden werden. Das Mittelnehmen kann die Hauptstadt des Reiches fixiren. Die Grenzen müssen durch den Localaugensein an der Grenze selbst festgelegt werden. Die Einzelfälle müssen studirt werden. Die mittlere Zusammensetzung der Dacite, Andesite und Basalte acceptire ich so, wie sie von Loewinson-Lessing festgestellt wurde. Die Frage, die jetzt zu lösen ist, lautet:

Wie weit kann sich die chemische Zusammensetzung eines Gesteins von seinem typischen Mittelwert entfernen, ohne dass die generelle mineralogische Zusammensetzung eine Aenderung erfährt?

Diese Aufgabe aber hätte meines Erachtens eine Classification der Gesteine auf chemischer Grundlage zu lösen. Sie soll hier keines-

<sup>1)</sup> Studien über die Eruptivgesteine; C. R. de la VII. Session du Congrès Géologique International. St. Petersburg 1898.

wegs in ihrem ganzen Umfang durchgeführt werden. Im Gegentheil will ich mich streng an den vorliegenden Einzelfall halten und zu zeigen versuchen, in welcher Weise die Familie der Hypersthen-Andesite *Rosenbusch* sich von den Nachbarfamilien Dacit und Basalt abgrenzen lässt, so zwar, dass die chemische Abgrenzung Hand in Hand geht mit der mineralogischen Zusammensetzung. Ich hoffe auch zeigen zu können, dass die hier entwickelte Abgrenzung eine rationelle ist, dass sich die Unterschiede der mineralogischen Zusammensetzung durch die chemische Differenz begründen lassen.

Die Discussion wird beschränkt auf die angeführten Familien. Ausgeschlossen sind insbesondere die Hornblende- und Biotit-Andesite, ferner auch die Quarzbasalte, deren Mineralbestand durch einfaches AnskrySTALLISIREN eines gegebenen Magmas nicht erklärt werden kann, und bei deren Bildung besondere Vorgänge mitgewirkt haben.

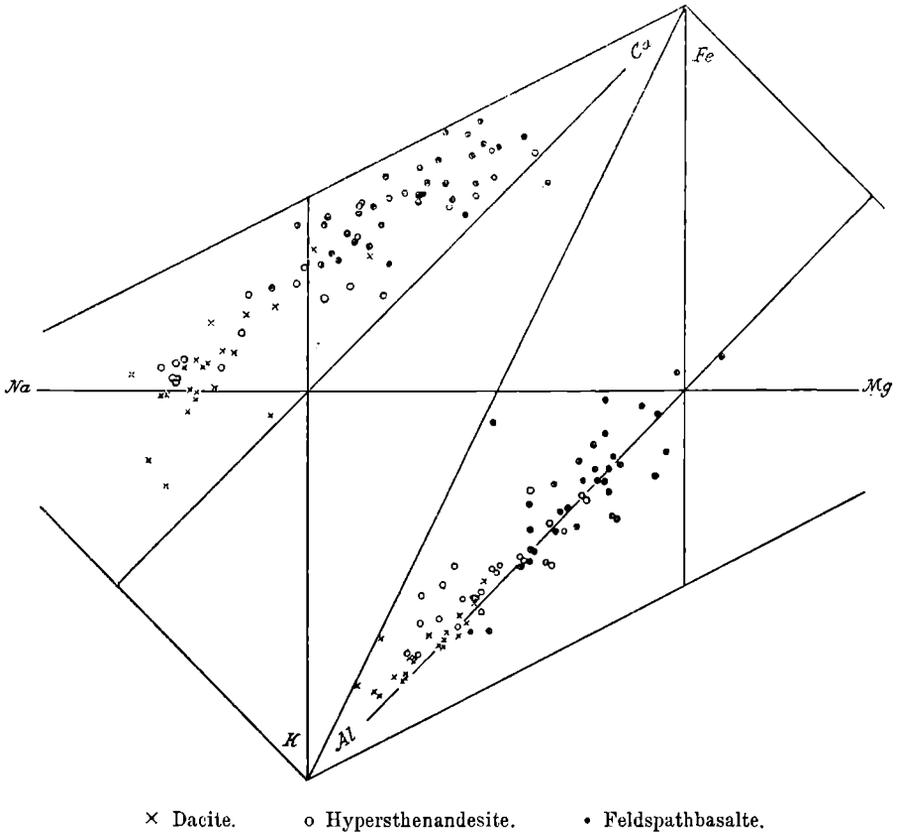
Das Verzeichnis der benützten Analysen ist im Anhang angeführt; es beansprucht keineswegs auch nur annähernde Vollständigkeit, doch dürften die gewählten Beispiele die Variationsbreite der Typen genügend zur Anschauung bringen. Zu einer Auswahl war ich schon durch die Rücksicht auf die Darstellbarkeit in den Figuren genöthigt.

Die gewählte graphische Darstellung <sup>1)</sup> bringt durch einen Punkt im Dreieck das Verhältniß der „Feldspathbasen“  $Ca : Na : K$

<sup>1)</sup> Da meiner Darstellung der Vorwurf gemacht wurde, dass sehr viel Rechnung erforderlich sei, so möchte ich darauf aufmerksam machen, dass es keineswegs nöthig ist, die ganze Reihe von Rechnungsoperationen durchzuführen, wie sie *Rosenbusch* in seiner bekannten Arbeit angestellt hat. Zur Bestimmung des Analysenortes braucht man nichts als die Molecularzahlen, welche eigentlich jeder, der eine Gesteinsanalyse publicirt, mitberechnen sollte. Man erhält sie durch Division der Procentzahl durch das Moleculargewicht des betreffenden Oxyds. Aus diesen Molecularzahlen erhält man leicht die relativen Atomzahlen; bei jenen Oxyden, welche ein Metallatom enthalten, ist die Atomzahl der Molecularzahl gleich ( $SiO_2$ ,  $FeO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$  etc.), bei den anderen Oxyden mit zwei Metallatomen ( $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ) ist die Atomzahl gleich der Molecularzahl multiplicirt mit zwei. Statt dieser doppelten Operation kann man natürlich bequemer durch das halbe Moleculargewicht dividiren. Noch besser ist es, mit dem reciproken Wert des betreffenden Divisors zu multipliciren. Letzteres empfiehlt sich namentlich dann, wenn man die genaueren Atomgewichtszahlen benützen will, welche unter der Autorität der deutschen chemischen Gesellschaft jüngst von *Carl Seubert* herausgegeben wurden. Mit diesen relativen Atomzahlen, die nicht erst auf die Summe 100 umgerechnet zu werden brauchen, kann man sofort die Analysenörter

zum Ausdruck; die Stellung des Punktes (Analysenort) ist durch zwei rechtwinklige Coordinaten:  $n = \frac{Na - Ca}{Ca + Na + K}$   $l = \frac{K - Ca}{Ca + Na + K}$  gegeben. Ein zweites Dreieck bringt das Verhältniß der Elemente

Fig. 1.

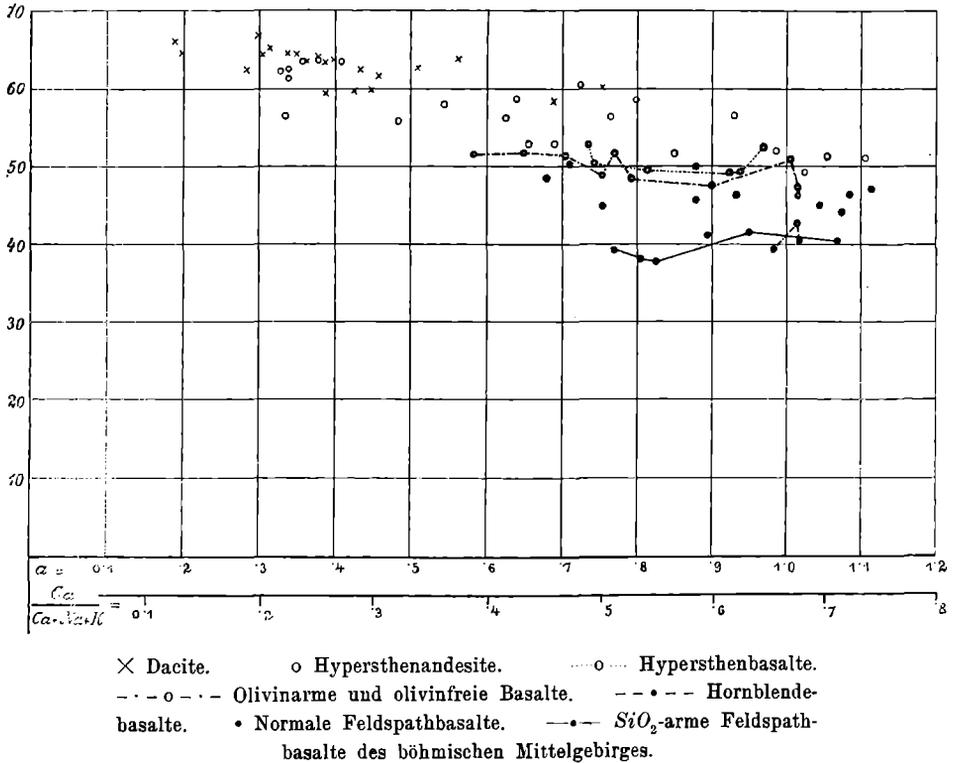


*Al, Fe, Mg* zur Anschauung; die rechtwinkligen Coordinaten sind:

berechnen. Zur Anfertigung des Verticalbildes habe ich allerdings die procentischen Atomzahlen benützt. Es liesse sich aber das Verticalbild auch mit den direct ermittelten Atomzahlen construiren, und würde, abgesehen von den kleinen Fehlern, die durch Vernachlässigung von Wasser, Phosphorsäure, Titansäure etc. entstehen, auch zu vergleichbaren Resultaten führen müssen. Die Menge der erforderlichen Rechnungen ist also kaum grösser, als sie beispielsweise die Michel Lévy'schen Diagramme erfordern.

$f = \frac{Al - Fe}{Al + Fe + Mg}$ ,  $m = \frac{Al - Mg}{Al + Fe + Mg}$ . Dacite, Andesite und Basalte unterscheiden sich zunächst (vergl. Fig. 1) durch die Stellung, welche ihre Analysenörter im  $Ca-Na-K$ -Dreieck einnehmen. Der Schwerpunkt der Analysenörter von Dacit liegt in dem Feld  $Na > K > Ca$ , der der Basalte im Feld  $Ca > Na > K$ , der der Andesite ungefähr

Fig. 2.



auf der Linie  $Ca = Na > K$ . Jedoch ist die Zerstreung der Analysenörter derart, dass sich die von den Analysenörtern der Dacite und Andesite eingenommenen Felder grossentheils überlagern. Ebenso überdecken sich die Felder des Andesites und des Feldspathbasaltes grossentheils. Dasselbe gilt bezüglich der Analysenörter in dem Dreieck  $Al-Fe-Mg$ . Hier ist insbesondere die Zerstreung der Feldspath-

basalte ausserordentlich gross. Dass hinsichtlich dieser Stoffe die Basalte ausserordentlichen Schwankungen unterliegen, ist bekannt.

Aus der Construction des Analysenortes im Dreieckfeld ergibt sich also noch keine scharfe Abgrenzung der drei Gesteinsfamilien, und ein an bestimmter Stelle auftretender Analysenort kann sowohl einen Dacit als einen Andesit, unter Umständen gar auch einen Basalt bedeuten.

Anders gestaltet sich die Sache, wenn nun die *Si*-Ordinate im Verticalbild mit in Betracht gezogen wird.

Als Abscisse wird im Verticalbild die an der Diagonallinie des *Ca-Na-K*-Dreiecks abzulesende Grösse *a* (Abstand des Analysenortes von der Basis, der *Na-K*-Linie des Dreiecks) in irgend einem Masstab aufgetragen. Die Abscisse *a* ist proportional dem Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K)$ , und zwar ist  $a = \frac{3}{2} \times Ca : (Ca + Na + K)$ .

Als Ordinate wird die procentische Atomzahl des *Si* nach Rosenbusch aufgetragen. Dies ist in Fig. 2 geschehen. Von der Auftragung der Ordinaten für *Al*, *Mg*, *Fe* wurde abgesehen.

Man bemerkt, dass die *Si*-Ordinate jeder Gesteinsfamilie mit zunehmendem Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K)$  sinkt, dass aber im grossen und ganzen die *Si*-Ordinaten der Dacite, Andesite und Basalte sich deutlicher sondern als die Analysenörter im Dreiecksfeld, dass in den überlagernden Theilen das *Si*-Niveau der Dacite über dem der Andesite, das der Andesite über dem der Basalte liegt.

Die wesentlichen Züge dieses Verhaltens lassen sich schematisch so darstellen, wie dies in Fig. 3 geschehen ist.<sup>1)</sup>

Der Inhalt der graphischen Darstellung lässt sich in Worten ungefähr so wiedergeben:

**Dacite.** Mineralogische Zusammensetzung: Einsprenglinge von Quarz, Plagioklas (untergeordnet Sanidin), in geringer Menge Biotit oder Hornblende oder Pyroxen. Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K)$  0·1—0·5. *Si*-Atomzahl mit steigendem *Ca*-Verhältnis sinkend von 66—60.

**Hypersthen - Andesite.** Einsprenglinge von Plagioklas, Hypersthen, Augit. Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K)$  0·2—0·75. *Si*-Atom-

---

<sup>1)</sup> Nebenbei sei bemerkt, dass ein ganz ähnliches Bild entsteht, wenn man die Tephrite, Feldspathbasalte und Nephelinbasalte des böhmischen Mittelgebirges nach ihrem *Si*-Niveau einträgt.

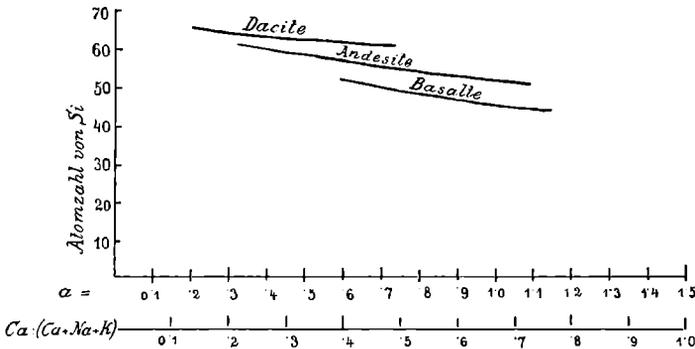
zahl sinkend von 62—50. Zerfällt in die 3 Gruppen: Santorinit, normaler Hypersthen-Andesit, Alboranit.

Feldspath-Basalt: Einsprenglinge Plagioklas, Augit, Olivin. Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K) = 0.4-0.8$ . Si-Atomzahl sinkend von 51—44.

Es ist von vorneherein klar, dass diese Anordnung nicht in aller Strenge gelten kann. Die Si-Ordinaten fallen nicht in eine Linie, sondern erfüllen einen mehr oder weniger breiten Streifen, und die Ränder der Streifen für die einzelnen Gesteinsfamilien greifen zum Theil übereinander. Dies liegt in der Natur der Sache.

Erstens ist die gewählte Darstellung nicht fähig, alle chemischen Verschiedenheiten zur Geltung zu bringen. Im dreidimensionalen

Fig. 3.



Raum können wir höchstens die Verhältnisse von 4 Elementen abbilden. In den Gesteinen wären aber die Variationen von 7 Elementen gleichzeitig zu berücksichtigen. Die gewählte graphische Darstellung bildet bloß das Verhältnis der Elemente  $Ca, Na, K, Si$  zueinander ab. Auch das Verhältnis der anderen Elemente:  $Al, Fe, Mg$  zueinander und zu den früher genannten wird für die Bildung der mineralogischen Unterschied charakterisirenden Minerale: Quarz oder Olivin von Einfluss sein.<sup>1)</sup> Es stehen aber wohl noch nicht so viele

<sup>1)</sup> Sollte nicht das häufige Vorkommen von Hypersthenbasalten, d. i. Olivin-führenden Hypersthenandesiten in den Andesitgebieten Amerikas mit dem Ueberwiegen der molecularen Mengen von  $Mg$  über die  $Fe$ -Menge zusammenhängen, welches für dieses Gebiet charakteristisch zu sein scheint.

brauchbare Analysen zur Verfügung, um diese Einflüsse eliminieren zu können.

Aber abgesehen von dieser Unvollkommenheit des chemischen Bildes ist es bei den allmählichen Uebergängen aus einer Gesteinsfamilie in die andere, welche uns überall in der Natur entgegen treten, ein Postulat, dass zwischen den charakteristischen Streifen Zwischenzonen existiren, wo das Auftreten des charakteristischen Minerals (z. B. Quarz beim Uebergang von Andesit und Dacit, Olivin beim Uebergang von Andesit zu Basalt) chemisch bereits möglich, die wirkliche Ausscheidung aber von günstigen Umständen abhängig ist. Bei jeder Art der graphischen oder zahlenmässigen Darstellung müssen solche Uebergangszonen vorkommen. Classificirt man nach dem Mineralbestand, so ist man nicht imstande, die Typen chemisch ganz scharf zu sondern. Macht man willkürlich scharfe Grenzen nach der chemischen Zusammensetzung, so muss man in dieselbe Gruppe verschiedene Mineralcombinationen aufnehmen. Aus diesen Schwierigkeiten kommt man also keinesfalls heraus, man mag von der chemischen oder der mineralogischen Zusammensetzung ausgehen.

Eine rationelle Classification wird dann noch andere Merkmale heranzuziehen haben: die Structur, den Habitus, vor allem auch, und dies möchte ich besonders betonen, den geologischen Verband eines Gesteins.

Das in der Figur 3 dargestellte Verhältnis der  $Si$ -Ordinaten lässt sich allerdings durch den Vergleich typischer Mittelwerte nicht erfassen, und die Formeln von Loewinson-Lessing können es schon deshalb nicht zum Ausdruck bringen, weil bei ihnen  $R_2O$  und  $RO$  zusammengefasst sind. Gerade die hier graphisch dargestellten Verhältnisse scheinen mir aber durchaus verständlich zu sein. Die graphische Darstellung zeigt, dass dieselbe generelle Mineralcombination bestehen bleibt bei einem ziemlich starken Schwanken der relativen Mengenverhältnisse von Calcium und den Alkalien, wobei mit zunehmenden Alkalien auch der  $Si$ -Gehalt ansteigt.

Dass mit zunehmendem Ersatz des  $Ca$  durch Alkalien der  $Si$ -Gehalt zunehmen kann, ohne dass deshalb Quarz oder ein anderes  $Si$ -Mineral sich bilden muss, geht daraus hervor, dass der Ersatz des  $Ca$  im Anorthit durch die äquivalente  $Na$ -Menge eine Bindung von 6  $Si$  statt der früheren 2  $Si$  zur Folge hat. Erst das Ansteigen

des  $Si$  über das durch jenes Verhältnis gegebene Niveau hinaus würde das Verhältnis des  $Si$  zu den übrigen Basen in einem solchen Masse ändern, dass Quarzausscheidung möglich würde.

Ebenso könnte — wenn wir wieder vom normalen Andesit ausgehen — das  $Si$  beträchtlich abnehmen, wenn gleichzeitig der Ersatz der Alkalien durch die äquivalente  $Ca$ -Menge vorgenommen wird, ohne dass hiedurch das Verhältnis von  $Si$  zu  $Mg$  und  $Fe$  in merklicher Weise alterirt wird. Erst bei noch weiterer Herabminderung wird einem Theil der Verbindungen  $R_2 Si O_3$ ,  $Si O_2$  entzogen und damit die Bildung von  $R_2 Si O_4$ , die Olivinbildung, ermöglicht.

Im Einzelnen wäre anknüpfend an die Fig. 2 folgendes zu bemerken:

### Santorinit und Dacit.

Ausser den schon in der Alboranit-Arbeit angeführten Analysen vom Krakatau-Bimsstein wurden noch zwei Analysen von Aschen angeführt. Man sieht, dass das Mittel aller Santorinit-Analysen betreffs des  $Si$ -Gehaltes merklich unter dem der an gleicher Abscisse befindlichen Dacite bleibt. Die Uebergangszone ist hier allerdings ziemlich breit; einzelne als saurer Pyroxen-Andesit bezeichnete Gesteine haben ebenso hohes  $Si$ -Niveau wie die Dacite; so namentlich der Bimsstein von Krakatau. Dieser scheint fast völlig mit der Analyse der glasigen Substanz der Krakatau-Asche übereinzustimmen. Die älteren Andesite des Krakatau haben sogar noch höhere  $SiO_2$ -Zahlen, führen aber reichlich Tridymit.

Andrerseits sind einige Dacit-Analysen eingetragen, deren  $Si$ -Niveau bis zu dem der Santorinlaven herabsteigt. Diese sind jedoch augenscheinlich keine typischen Dacite, sondern Uebergangsformen. Es gehören hieher:

$a = 0.392$   $Si = 59.5$  Chiles „Quarz äusserst wenig“ nach Küch.  
 $a = 0.425$   $Si = 59.7$  Hügel von Pergamon, ein quarzfreier Biotit-Dacit nach Rosenbusch's Gesteinslehre. Dieses Gestein weicht auch im Dreieckfeld von den typischen Daciten stark ab durch das relativ stärkere Hervortreten des  $K$ . Sollte der ausschliessliche Biotitgehalt nicht damit in Verbindung stehen?

$a = 0.449$   $Si = 60.0$  Tajumbina, Columbien, nach Küch gleichzeitig Quarz und Olivin? führend, jedenfalls quarzarm und den Uebergang zum Andesit darstellend.

Diese niedrigen  $Si$ -Ordinaten sprechen also nicht gegen ein höheres  $Si$ -Niveau bei den typischen Daciten.

### Alboranit und Feldspathbasalt.

Die graphische Darstellung lässt folgendes deutlich erkennen: Das mittlere  $Si$ -Niveau der zu den Andesiten gerechneten Alboranite liegt merklich höher als das der Basalte im allgemeinen. Den Alboraniten zunächst kommen dann die Hypersthenbasalte und olivinfreien bis olivinarmen Basalte, welche die Uebergangszonen bezeichnen.

Bedenken könnte nur erregen der Hypersthenbasalt von M. Thielson ( $a = 0.968$ ,  $Si = 52.5$ ), der erste, für den dieser Name von Diller eingeführt wurde. Abgesehen davon, dass in solchen Zusammenstellungen aus mehrfach erörterten Gründen Ausnahmen wohl zu erwarten und zu ertragen sind, ist gerade auf diese Analyse kein so grosses Gewicht zu legen. Clarke bemerkt zu derselben (AR. 230): „These analyses were made early in the history of the laboratory and are by no means complete.“

Man kann daher wohl nicht zugeben, dass die Alboranite mit den Hypersthenbasalten chemisch identisch seien. Es ist vielmehr ein angebarer chemischer Unterschied vorhanden. Wenn der Unterschied im  $Si$ -Gehalt auch nicht gross ist, so genügt er doch, um jene Grenze zu überschreiten, jenseits welcher die Olivinbildung nicht mehr möglich ist.

Ausser dem Fehlen des Olivins besitzen nun die Gesteine von Alboran noch eine ganze Reihe von Merkmalen, welche ihre natürliche Verwandtschaft mit den Andesiten bekunden; sonst hätte sie wohl ein so erfahrener Beobachter wie Osann nicht bei den Andesiten eingereiht. Wichtig erscheint mir da das Auftreten eines diopsidähnlichen Augites, die ausgeprägt porphyrische Structur mit zuweilen ausgeprägt hyalopilitischer Grundmasse. Endlich, aber nicht zuletzt, auch die geologische Zugehörigkeit zu einem typischen Andesit-Dacitgebiet (Cabo de Gata).

In der Uebergangszone selbst, wo chemisch die Bildung von Olivin möglich, das thatsächliche Auftreten von günstigen Umständen abhängig ist, lässt uns die Chemie bei der Abgrenzung in Stich. Es wäre nun auch hier gefehlt, wenn man auf die Gegenwart des Olivin allein classificatorischen Wert legen wollte. Man muss wohl bei der Ziehung der Grenze auf alle Merkmale Bedacht nehmen. Von diesem Gesichtspunkte würde ich kein Bedenken tragen, selbst manche der Olivin führenden Glieder der Uebergangszone als olivinführende Hypersthen-Andesite und Augit-Andesite noch der Andesitfamilie anzugliedern, wenn sie die oben angeführten Merkmale zeigen. Viele Hypersthenbasalte der amerikanischen Andesitgebiete scheinen diesen Bedingungen zu entsprechen. Ich weise diesbezüglich auf eine Bemerkung des Altmeisters Zirkel.<sup>1)</sup>

Gewiss ist es dagegen berechtigt, Gesteine der Uebergangszone als olivinfreie Basalte zu classificiren, wenn sie Basaltstructur haben, und in Basaltgebieten auftreten.

---

Herr Loewinson-Lessing beruft sich auf den von 42 Petrographen auf dem internationalen Geologencongress zu St. Petersburg ausgesprochenen Wunsch, es möchten die umfassenden Gesteinsnamen, welche auf geologischen Karten gebraucht werden, präziser defnirt werden. Stellen wir uns vor, es würde eine geologische Uebersichtskarte der Südostküste Spaniens gemacht. Herr Loewinson-Lessing würde die Insel Alboran mit der Basaltfarbe bezeichnen wie die Insel Señorita (Columbretes). Ich würde Alboran dieselbe Farbe geben wie dem Andesitgebiet des Cabo de Gata. Welche von diesen Darstellungen würde wohl die richtigere sein?

Die hier durchgeführte Discussion ist weit davon entfernt, den Gegenstand zu erschöpfen. Nur auf einige Punkte sei noch anhangsweise hingewiesen.

In der Fig. 2 treten durch ihr besonders tiefes Si-Niveau hervor die Feldspathbasalte aus dem böhmischen Mittelgebirge. Diese Basalte sind reich an Augit; der Feldspath krystallisirt infolgedessen später als Augit aus und zeigt häufig die poikilitische Structur des „Gethürmser Typus“. Diese Gesteine zeigen auch unverkennbare

---

<sup>1)</sup> Petrographic. II, pag. 29.

Uebergänge zu Nephelinbasalten, mit denen sie zusammen vorkommen, und die ein noch tieferes *Si*-Niveau bei gleicher Abscisse einnehmen.

Besonders interessant scheinen mir auch die von den französischen Forschern beschriebenen Andesite aus der Auvergne und dem Mont-Dore. Sie sind in die Figuren nicht eingetragen. Bei niedriger Abscisse haben sie ein *Si*-Niveau, welches in der Verlängerung der Basaltcurve nach links unter dem *Si*-Niveau der eingetragenen Hypersthen-Andesite liegt. Auch bei diesen Andesiten findet sich ein Olivinegehalt, der aber erst bei der Krystallisation der Grundmasse entstand. Solche Andesite haben sicher keine Basis mit überschüssiger Kieselsäure, wie sie den meisten Andesiten eignet. Sie verlangen eine Sonderstellung und sollten von den Andesiten der echten Andesit-Dacitgebiete strenger unterschieden werden. Ueberhaupt sollte man bei der Classification der Eruptivgesteine zunächst die einzelnen Eruptivgebiete strenger sondern und nicht erwarten, dass das Schema, das für ein Gebiet passt, auf andere ohne weiteres anwendbar ist.

## Verzeichnis der dargestellten Analysen.

### Abkürzungen:

- A. R.: Clarke and Hillebrand, *Analyses of Rocks and Analytical Methods*. U. S. Geol. Survey, 1880—1896. Bull. U. S. Geol. Survey, Nr. 148. Washington 1897.
- Küch: W. Reiss und A. Stübel: *Geologische Studien in der Republik Colombia*. I. Petrographie: 1. Die vulkanischen Gesteine. Bearbeitet von Richard Küch. 1892.
- Knapp: Die doleritischen Gesteine des Frauenberges bei Schlüchtern in Hessen. Inaugural-Dissertation, Würzburg 1880.
- Rinne: F. Rinne, Ueber norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. — *Jahrb. d. Kgl. preuss. geol. Landesanstalt für 1892*.
- Hibsch: Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt I, Tetschen. Diese Mitth. 1896, XV, 201. Blatt III, Bensen. Diese Mitth. 1898, XVI, I.

### I. Dacite.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
1.	0.192	66.0	Mc Clellan Peak, American Flat Road, Eureka District. Nevada A. R. 188. B. Mehr Plagioklas als Orthoklas, mehr Biotit, weniger Hornblende, wenig Quarz.
2.	0.202	64.7	Lassen Peak A. R. 193. A. Hornblende, Biotit, Plagioklas, Quarz, wenig Pyroxen, Magnetit, Apatit, glasige Basis.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
3.	0.285	62.4	Castillo de la Nueva Guatemala, Central-Amerika. Hypersthen-Dacit nach Rosenbusch's Gesteinslehre. 286. Nr. 3.
4.	0.302	66.7	Dacit, Guaitara, K. ü. ch. 187. Perlitische graue Grundmasse vorwaltend. Andesin, Sanidin, dunkelgrüner Amphibol, Quarz.
5.	0.305	64.4	Sepulchre Mountain. A. R. 12. I. Plagioklas, Hornblende, Biotit, Quarz.
6.	0.317	65.1	Streaked Dacite. Falls of South Fork of Bear Creek, Shasta County A. R. 194. J. Plagioklas, Sanidin, Amphibol, Quarz, Magnetit, etwas Pyroxen.
7.	0.340	64.5	Hyalodacit Lassen Peak. Amer. Journ. 1883, XXVI, 232.
8.	0.346	64.2	West base of Lassen Peak. Kleine Einsprenglinge von Plagioklas und Hornblende mit wenig Quarz in rothgrauer Grundmasse. A. R. 193. D.
9.	0.350	64.4	East end of Chaos, N. W. base of Lassen Peak. Feldspath, Quarz, Biotit und Hornblende in Bimstein-Glas. A. R. 194. F.
10.	0.366	63.8	Azufral de Tuquerres. Quarz, Amphibol, weniger Biotit in krystalliner Grundmasse. K. ü. ch. 159. XXII.
11.	0.381	64.0	Hondon, Chiles. Einsprenglinge von Pyroxen (vorw. rhombisch), Amphibol, Plagioklas, selten Biotit, Quarz. K. ü. ch. 179. XIX.
12.	0.389	63.4	Garbanzal, Cabo de Gata. Osann. Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft, 1891, LXIII. Der <i>Al</i> -Gehalt dieses Gesteins ist ungewöhnlich hoch, der Gehalt an <i>Mg</i> ausserordentlich niedrig. Die ganze Zusammensetzung ungewöhnlich.
13.	0.392	59.5	Chiles, Columbia. Glasige Basis mit Einsprenglingen von Amphibol, Pyroxen, Andesin, Quarz äusserst wenig. K. ü. ch. 172. Augenscheinlich ein Uebergangsglied zum Andesit; hierauf deutet auch die Stellung im Dreieck <i>Al-Fe-Mg</i> .
14.	0.399	63.6	Azufral de Tuquerres. Glasreich mit Einsprenglingen von Biotit, Amphibol, Quarz, Andesin und Sanidin. K. ü. ch. 155.
15.	0.425	59.7	Biotit-Dacit ohne Quarz. Hügel von Pergamon. Rosenbusch, Gesteinslehre, pag. 286, Nr. 8. Das stärkere Hervortreten von <i>K</i> scheint dieses Gestein aus der Reihe der anderen Dacite zu verweisen; er prägt sich wohl auch im Biotitgehalt aus.
16.	0.435	62.5	Electric Peak; Plagioklas, Hornblende, Biotit, Quarz. A. R. 121.
17.	0.449	60.0	Tajumbina, Nevaditischer Dacit. Feldspath, Amphibol, Biotit, Pyroxen, Quarz mit Augit, Kränzen, Olivin?; nach K. ü. ch. Uebergangsgestein zum Andesit. K. ü. ch. 125.
18.	0.460	61.6	Cumbal, Einsprenglinge rhombischer Pyroxen, Andesin, Hornblende (vereinzelt), Quarz. Grundmasse mit kl. Quarzdihexaëdern. K. ü. ch. 167.
19.	0.514	62.8	Nagy-Sebes b. Sebesvar. Quarz, Plagioklas, wenig Hornblende, mehr Biotit, selten Augit. Doelter, Min. Mitth. 1873, 93.
20.	0.565	64.0	Reddish Dacite, Lassen Peak. A. R. 193. Mineralogisch gleich dem Gestein Nr. 2 <i>a</i> = 0.202 oben.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
21.	0·689	58·5	Dacit, Zuckerhut Nagyag NW, Siebenbürgen. Quarz, Feldspath, Hornblende, Biotit, Augit in hyalopillit. Grundmasse. Doelter, Min. Mitth. 1873, 79.
22.	0·755	60·2	Dacit, nördlicher Theil der Sierra del Cabo. Osann, Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft. 1891, LXIII.

## II. Hypersthen - Andesite.

### a) Natronreiche (Santorinite).

1.	0·333	62·2	Asche der Krakatau-Eruption, Buitenzorg, 26. August 1883 gesammelt. N. Jb. f. Min. 1886, I, 286.
2.	0·334	56·6	Asche vom 11. August 1883, Krakatau, oberste Lage. N. Jb. f. Min. 1886, I, 286.
3.	0·338	62·5	Lava von Georgios I, Santorin 1866. Hauer, Verhdl. der Geol. R. A. 1866, 69.
4.	0·339	61·4	Lava von Maionisi, Santorin 1866. Pechsteinartig. Ebenda 191.
5.	0·360	63·5	Hypersthen-Andesit-Obsidian. Aeltere Eruption, Thera, Santorin. Ebenda 79.
6.	0·375	63·9	Hypersthen-Andesit-Bimstein. Krakatau. N. Jb. f. Min. 1886, I, 286.

### b) Normale.

7.	0·411	63·5	West summit of Crater Peak. Shasta Cy. A. R. 197. V.
8.	0·485	56·1	Vulcan von Pasto, Lava von 1869. K ü c h. 141.
9.	0·545	58·1	Mt. Shasta, Californien. A. Hague and J. P. Iddings. Amer. Journ. 26, 222.
10.	0·625	56·3	Azufra de Tuquerres, Columbia. K ü c h. 151.
11.	0·640	58·9	Burney Butte, Shasta Cy. A. R. 195. L.
12.	0·654	53·0	Vulcan v. Pasto, Purgatorio. K ü c h. 139.
13.	0·692	53·0	Buffalo Peak. Amer. Journ. 1883, 25, 142.
14.	0·725	60·7	Vulcan Singalang, Sumatra. N. Jb. f. Min., 1885, Bd. III, 302. Das Hervortreten des <i>K</i> scheint dieses Gestein in eine andere Serie zu verweisen, ähnlich wie den „Dacit“ von Pergamon.
15.	0·763	56·7	Pilis, Szigeth hegyszég, Zempliner Comitát, Ungarn. Földtani Közlöny. 1891, XXI, 265.
16.	0·802	58·9	St. Egydi, Steiermark. Min. Mitth. 1872, 255.
17.	0·852	51·8	Butte-Mountain, Plumas Cy., Californien. A. R. 195. K.

### c) Natronarme (Alboranite).

18.	0·930	56·7	Gyetva, Ungarn. Roth, Tab. 1869; CXXVI. Wymietal.
19.	0·986	52·0	Pilis, Zempliner Comitát, Ungarn. Földtani Közlöny. 1891, XXI, 265.
20.	1·024	49·4	Alboran I.
21.	1·053	51·4	Alboran II.
22.	1·107	51·1	Alboran III.

} Diese Mitth., XVIII.

### III. Feldspathbasalte.

#### A. Hypersthenbasalt.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
1.	1·734	53·0	Crater Lake, „Typical Basalt containing a considerable amount of Hypersthene“ (Diller). A. R. 231.
2.	0·745	50·5	„Andesit-Basalt“, Delta, Shasta County, Californien. Viel Plagioklas, wenig Hypersthen in einer Grundmasse wesentlich aus Feldspath, Pyroxen, Magnetit und eine Spur Olivin. A. R. 190.
3.	0·814	49·7	Crater Peak, Shasta County, Californien. „Trace of olivine.“ A. R. 200.
4.	0·905	49·9	Mount Ingalls, Plumas Cy., Californien. „Dolerite.“ Plagioklas, Augit, Hypersthen, Magnetit, einige wenige Olivine. A. R. 203.
5.	0·927	49·3	Mount Ingalls, Plumas Cy., Californien. „Dolerite.“ Aehnlich dem Nr. 4 $a = 0·905$ , fast olivinfrei. A. R. 203.
6.	0·940	49·6	Basalt, Summit of Richmond Mt., Eureka. Enthält Augit, weniger Hypersthen, Feldspath, Magnetit, accessorisch Olivin und Quarz. A. R. 189.
7.	0·968	52·5	Mount Thielsen. A. R. 230. Diller's Hypersthenbasalt. Zu der Analyse bemerkt Clarke: „These analyses were made early in the history of the laboratory and are by no means complete.“

#### B. Olivinfreie und olivinarme Feldspathbasalte.

8.	0·585	51·7	Forstort Kehreiche b. Gottsbühren im Reinhardswalde. Olivinfrei. Rinne, Norddeutsche Basalte. Der geringe Gehalt an <i>Mg</i> ist sehr auffallend.
9.	0·651	51·9	Ziegenhals bei Wohnsfeld, Vogelsberg. Sommerlad. Ref. N. Jb. f. Min. 1883, II, 372.
10.	0·706	51·3	Dolerit, Meissner, Hessen. Moesta. Zirkel, Petrographie. II, 901, Nr. II.
11.	0·755	49·1	Cone at south base of Burney Butte, Shasta Cy. Plagioklas, Augit und einige Olivine. A. R. 200.
12.	0·772	51·9	Breitfirst, Frauenberg, zw. Heubach und Sparhof. F. Knapp.
13.	0·797	48·8	Olivinarmer bis olivinfreier Basalt, Dietesheim, Unt. Mainthal. Hornstein, Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft. 1867. Ref. N. Jb. f. Min. 1868, 210.
14.	0·902	47·9	Olivinfreier Basalt. Bockenheim. Hornstein, Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft. 1867. Ref. N. Jb. f. Min. 1868, 210.
15.	1·041	51·0	Olivinfreier Dolerit, Taufstein am Frauenberg, Breitfirst. F. Knapp.
16.	1·047	47·6	Summit of Inskip Crater, Lassen Peak, „With a few phenocrysts of olivine“. A. R. 200.

#### C. Normale Feldspathbasalte.

17.	0·679	48·8	Rio grande Cañon. Iddings. Bull. U. S. Geol. Survey. 1890, Nr. 66.
18.	0·712	50·3	Staufenberg bei Wiershausen, unfern Münden. Rinne.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
19.	0·757	45·0	Señorita, Columbretes. Diese Mitth. 1896, XVI. 308.
20.	0·770	39·6	Glasreicher Plagioklasbasalt, Scharfenstein-Tunnel sö. v. Bensen, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
21.	0·806	38·2	Glasreicher Plagioklasbasalt, Paudlersberg bei Günthersdorf, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
22.	0·825	38·1	Poikilitischer Plagioklasbasalt, Steinwand b. Tetschen, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
23.	0·878	50·2	Basalt Reichshofen, Elsass. Linck, Die Basalte des Elsass-Strassburg 1887. Ref. N. Jb. f. Min. 1888, I, 235.
24.	0·879	45·9	Plagioklasbasalt, Schwarzenfels, Rhön. Knapp, Dissert. Würzburg 1880. Ref. N. Jb. f. Min. 1881, II, 382.
25.	0·893	41·2	Basalte ophitique Croix Morand. Michel-Lévy, Mont D'ore. 829.
26.	0·935	46·4	Aetna-Lava, Eruption von 1865. Mitte des Ausbruchs. Roth, Tab. 1869, 128.
27.	0·950	41·6	Poikilitischer Plagioklasbasalt. NO.-Kante der Steinwand bei Tetschen, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
28.	0·016	46·4	Basalt Ovivak, Disko, Grönland. Rosenbusch, Gesteinslehre.
29.	1·046	45·0	Basalt Fingalshöhle, Staffa. Roth, Tab. 1861, 43.
30.	1·069	40·5	Plagioklasbasalt Warkotsch, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
31.	1·075	44·2	Paine's Creek, Lassen Peak. Typischer Basalt mit viel Olivin. A. R. 200 L.
32.	1·083	46·3	Basalt ophitique sous la Banne d'Ordeuche, Mont D'ore. Comptes rendus. 1889, Nr. 18.
33.	1·116	47·3	Basaltlava Hekla Thorsjä. Rosenbusch's, Gesteinslehre.

#### D. Hornblendebasalt.

34.	0·986	39·6	Sparbrod. Sommerlad. N. Jb. f. Min. 1882, II.
35.	1·016	42·8	Cork Creek, Lassen Peak. A. R. 200. P.
36.	1·017	40·7	Todtenköpfchen. Sommerlad. N. Jb. f. Min. 1882, II.

Die folgenden Tabellen geben die zur Construction der Figuren dienenden Zahlen, jene unter *n*, *k*, *f* und *m* sind mit 1000 multiplicirt.

#### Dacit.

Nr.	Fundort	<i>a</i>	<i>Si</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>f</i>	<i>m</i>
1.	Mc. Clellan Peak . . . . .	0·192	66·0	+380	+235	780	824
2.	Lassen Peak . . . . .	0·202	64·7	+418	+177	663	638
3.	Guatemala . . . . .	0·285	62·4	+473	-- 42	725	742
4.	Guaitara . . . . .	0·302	66·7	+388	+ 8	785	806
5.	Sepulchre Mt. . . . .	0·305	64·4	+380	+ 10	740	740
6.	Bear Creek . . . . .	0·317	65·1	+318	+ 48	762	870
7.	Lassen Peak . . . . .	0·340	64·5	+300	+ 20	747	747

Nr.	Fundort	<i>a</i>	<i>Si</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>f</i>	<i>m</i>
8.	Lassen Peak . . . . .	0.346	64.2	+307	+ 2	702	718
9.	Chaos . . . . .	0.350	64.4	+302	— 3	694	718
10.	Azufral d. Tuq. . . . .	0.366	63.8	+328	— 60	688	734
11.	Houdon . . . . .	0.381	64.0	+250	— 12	621	625
12.	Garbanzal . . . . .	0.389	63.4	+300	— 78	636	805
13.	Chiles . . . . .	0.392	59.5	+280	— 63	554	558
14.	Azufral de Tuq. . . . .	0.399	63.6	+273	— 72	735	772
15.	Pergamon . . . . .	0.425	59.7	+ 95	+ 55	637	637
16.	Electric Peak . . . . .	0.435	62.5	+230	—100	595	578
17.	Tajumbina . . . . .	0.449	66.0	+203	—101	527	546
18.	Cumbal . . . . .	0.460	61.6	+257	—177	577	604
19.	Nagy-Sebes . . . . .	0.510	62.7	+167	—200	630	683
20.	Lassen Peak . . . . .	0.565	64.0	+ 92	—221	663	653
21.	Zuckerhut . . . . .	0.689	58.5	— 11	—367	626	604
22.	Sierra del Cabo . . . . .	0.755	60.2	—156	—354	490	529

**Hypersthenandesit.**

Santorinite (natronreiche Hypersthenandesite).

1.	Asche Buitenzorg . . . . .	0.333	62.2	+351	— 17	593	652
2.	Krakatau . . . . .	0.334	56.6	+361	— 29	538	593
3.	Georgios . . . . .	0.338	62.5	+351	— 26	445	610
4.	Maionisi . . . . .	0.339	61.4	+386	— 64	501	641
5.	Thera . . . . .	0.360	63.5	+346	— 67	533	703
6.	Krakatau . . . . .	0.375	63.9	+327	— 77	681	744

Normale Hypersthenandesite.

7.	Crater Peak . . . . .	0.411	63.5	+234	— 56	685	716
8.	Pasto . . . . .	0.485	56.1	+177	—146	467	501
9.	Shasta . . . . .	0.545	58.1	+160	—250	608	597
10.	Azufral de Tuq. . . . .	0.625	56.3	+ 32	—281	427	439
11.	Burney Butte . . . . .	0.640	58.9	— 36	—640	542	556
12.	Pasto . . . . .	0.654	53.0	+ 10	—319	449	488
13.	Buffalo Peak . . . . .	0.692	53.0	—111	—272	342	358
14.	Singalang . . . . .	0.725	60.7	—199	—251	518	540
15.	Pilis . . . . .	0.763	56.7	—128	—397	596	691
16.	St. Egydi . . . . .	0.802	58.9	—131	—473	465	505
17.	Butte Mt. . . . .	0.852	51.8	—207	—498	451	351

Alboranite (natronarme Hypersthenandesite).

18.	Gyetva . . . . .	0.930	56.7	—375	—485	574	539
19.	Pilis . . . . .	0.986	52.0	—437	—534	443	426
20.	Alboran I . . . . .	1.024	49.4	—488	—560	273	273
21.	„ II . . . . .	1.053	51.4	—485	—621	261	408
22.	„ III . . . . .	1.107	51.1	—597	—617	278	255

**Feldspathbasalte.**

Nr.	Fundort	$\alpha$	$Si$	$n$	$k$	$f$	$m$
Hypersthenbasalt.							
1.	Crater Lake . . . . .	0·734	53·0	— 36	—433	616	572
2.	Delta . . . . .	0·745	50·5	— 45	—445	454	427
3.	Crater Peak . . . . .	0·814	49·7	—142	—486	409	396
4.	Mt. Ingalls . . . . .	0·905	49·9	—300	—511	438	368
5.	Mt. Ingalls . . . . .	0·927	49·3	—312	—542	347	291
6.	Richmond Mt. . . . .	0·940	49·6	—384	—496	363	319
7.	Mt. Thielson . . . . .	0·968	52·5	—337	—599	407	412

**Olivinfreier Feldspathbasalt.**

8.	Kehreiche . . . . .	0·585	51·7	+103	—272	79	511
9.	Ziegenhals . . . . .	0·651	51·9	+ 34	—426	195	241
10.	Meissner . . . . .	0·706	51·3	— 77	—335	58	69
11.	Burney Butte . . . . .	0·755	49·1	—117	—392	362	337
12.	Breitfirst . . . . .	0·772	51·9	—212	—333	139	237
13.	Dietesheim . . . . .	0·797	48·8	—133	—461	306	333
14.	Bockenheim . . . . .	0·902	47·9	—297	—507	198	196
15.	Taufstein . . . . .	1·041	51·0	—440	—641	183	276
16.	Inskip Crater . . . . .	1·047	47·6	—418	—675	325	180

**Normaler Feldspathbasalt.**

17.	Rio grande Cañon . . . . .	0·679	48·8	— 29	—330	440	410
18.	Staufenberg . . . . .	0·712	50·3	— 61	—364	239	348
19.	Señorita . . . . .	0·757	45·6	—104	—411	303	307
20.	Scharfenstein . . . . .	0·770	39·6	—163	—377	232	272
21.	Paudlerberg . . . . .	0·806	38·2	—187	—425	228	226
22.	Steinwand . . . . .	0·825	38·1	—172	—477	221	83
23.	Reichshofen . . . . .	0·878	50·2	—252	—505	234	207
24.	Schwarzenfels . . . . .	0·879	45·9	—198	—561	40	108
25.	Croix Morand . . . . .	0·893	41·2	—290	—496	621	516
26.	Aetna-Lava . . . . .	0·935	46·4	—290	—579	292	408
27.	Steinwand . . . . .	0·950	41·6	—359	—541	163	51
28.	Ovifak . . . . .	1·016	46·4	—359	—672	23	205
29.	Fingalshöhle . . . . .	1·046	45·0	—457	—635	165	187
30.	Warkotsch . . . . .	1·069	40·5	—505	—633	191	168
31.	Paines Creek . . . . .	1·075	44·2	—452	—699	325	192
32.	Banne d'Ordenche . . . . .	1·083	46·3	—630	—536	358	408
33.	Hekla . . . . .	1·116	47·3	—574	—659	113	212

**Hornblendebasalt.**

34.	Sparbrod . . . . .	0·986	39·6	—407	—564	49	— 17
35.	Cork Creek . . . . .	1·016	42·8	—426	—606	265	203
36.	Todtenköpfchen . . . . .	1·017	40·7	—426	—608	— 87	— 97



basalte ausserordentlich gross. Dass hinsichtlich dieser Stoffe die Basalte ausserordentlichen Schwankungen unterliegen, ist bekannt.

Aus der Construction des Analysenortes im Dreieckfeld ergibt sich also noch keine scharfe Abgrenzung der drei Gesteinsfamilien, und ein an bestimmter Stelle auftretender Analysenort kann sowohl einen Dacit als einen Andesit, unter Umständen gar auch einen Basalt bedeuten.

Anders gestaltet sich die Sache, wenn nun die *Si*-Ordinate im Verticalbild mit in Betracht gezogen wird.

Als Abscisse wird im Verticalbild die an der Diagonallinie des *Ca-Na-K*-Dreiecks abzulesende Grösse *a* (Abstand des Analysenortes von der Basis, der *Na-K*-Linie des Dreiecks) in irgend einem Masstab aufgetragen. Die Abscisse *a* ist proportional dem Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K)$ , und zwar ist  $a = \frac{3}{2} \times Ca : (Ca + Na + K)$ .

Als Ordinate wird die procentische Atomzahl des *Si* nach Rosenbusch aufgetragen. Dies ist in Fig. 2 geschehen. Von der Auftragung der Ordinaten für *Al*, *Mg*, *Fe* wurde abgesehen.

Man bemerkt, dass die *Si*-Ordinate jeder Gesteinsfamilie mit zunehmendem Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K)$  sinkt, dass aber im grossen und ganzen die *Si*-Ordinaten der Dacite, Andesite und Basalte sich deutlicher sondern als die Analysenörter im Dreiecksfeld, dass in den überlagernden Theilen das *Si*-Niveau der Dacite über dem der Andesite, das der Andesite über dem der Basalte liegt.

Die wesentlichen Züge dieses Verhaltens lassen sich schematisch so darstellen, wie dies in Fig. 3 geschehen ist.<sup>1)</sup>

Der Inhalt der graphischen Darstellung lässt sich in Worten ungefähr so wiedergeben:

**Dacite.** Mineralogische Zusammensetzung: Einsprenglinge von Quarz, Plagioklas (untergeordnet Sanidin), in geringer Menge Biotit oder Hornblende oder Pyroxen. Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K)$  0·1—0·5. *Si*-Atomzahl mit steigendem *Ca*-Verhältnis sinkend von 66—60.

**Hypersthen-Andesite.** Einsprenglinge von Plagioklas, Hypersthen, Augit. Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K)$  0·2—0·75. *Si*-Atom-

---

<sup>1)</sup> Nebenbei sei bemerkt, dass ein ganz ähnliches Bild entsteht, wenn man die Tephrite, Feldspathbasalte und Nephelinbasalte des böhmischen Mittelgebirges nach ihrem *Si*-Niveau einträgt.

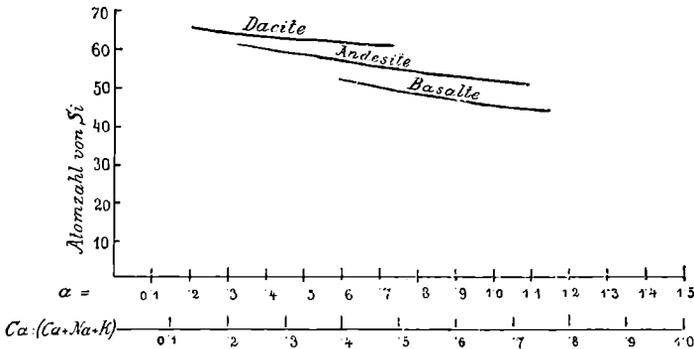
zahl sinkend von 62—50. Zerfällt in die 3 Gruppen: Santorinit, normaler Hypersthen-Andesit, Alboranit.

Feldspath-Basalt: Einsprenglinge Plagioklas, Augit, Olivin. Verhältnis  $Ca : (Ca + Na + K) = 0.4-0.8$ . Si-Atomzahl sinkend von 51—44.

Es ist von vorneherein klar, dass diese Anordnung nicht in aller Strenge gelten kann. Die Si-Ordinaten fallen nicht in eine Linie, sondern erfüllen einen mehr oder weniger breiten Streifen, und die Ränder der Streifen für die einzelnen Gesteinsfamilien greifen zum Theil übereinander. Dies liegt in der Natur der Sache.

Erstens ist die gewählte Darstellung nicht fähig, alle chemischen Verschiedenheiten zur Geltung zu bringen. Im dreidimensionalen

Fig. 3.



Raum können wir höchstens die Verhältnisse von 4 Elementen abbilden. In den Gesteinen wären aber die Variationen von 7 Elementen gleichzeitig zu berücksichtigen. Die gewählte graphische Darstellung bildet bloß das Verhältnis der Elemente  $Ca$ ,  $Na$ ,  $K$ ,  $Si$  zueinander ab. Auch das Verhältnis der anderen Elemente:  $Al$ ,  $Fe$ ,  $Mg$  zueinander und zu den früher genannten wird für die Bildung der mineralogischen Unterschied charakterisirenden Minerale: Quarz oder Olivin von Einfluss sein.<sup>1)</sup> Es stehen aber wohl noch nicht so viele

<sup>1)</sup> Sollte nicht das häufige Vorkommen von Hypersthenbasalten, d. i. Olivin-führenden Hypersthenandesiten in den Andesitgebieten Amerikas mit dem Ueberwiegen der molecularen Mengen von  $Mg$  über die  $Fe$ -Menge zusammenhängen, welches für dieses Gebiet charakteristisch zu sein scheint.

brauchbare Analysen zur Verfügung, um diese Einflüsse eliminieren zu können.

Aber abgesehen von dieser Unvollkommenheit des chemischen Bildes ist es bei den allmählichen Uebergängen aus einer Gesteinsfamilie in die andere, welche uns überall in der Natur entgegen treten, ein Postulat, dass zwischen den charakteristischen Streifen Zwischenzonen existieren, wo das Auftreten des charakteristischen Minerals (z. B. Quarz beim Uebergang von Andesit und Dacit, Olivin beim Uebergang von Andesit zu Basalt) chemisch bereits möglich, die wirkliche Ausscheidung aber von günstigen Umständen abhängig ist. Bei jeder Art der graphischen oder zahlenmässigen Darstellung müssen solche Uebergangszonen vorkommen. Classificirt man nach dem Mineralbestand, so ist man nicht imstande, die Typen chemisch ganz scharf zu sondern. Macht man willkürlich scharfe Grenzen nach der chemischen Zusammensetzung, so muss man in dieselbe Gruppe verschiedene Mineralcombinationen aufnehmen. Aus diesen Schwierigkeiten kommt man also keinesfalls heraus, man mag von der chemischen oder der mineralogischen Zusammensetzung ausgehen.

Eine rationelle Classification wird dann noch andere Merkmale heranzuziehen haben: die Structur, den Habitus, vor allem auch, und dies möchte ich besonders betonen, den geologischen Verband eines Gesteins.

Das in der Figur 3 dargestellte Verhältnis der *Si*-Ordinaten lässt sich allerdings durch den Vergleich typischer Mittelwerte nicht erfassen, und die Formeln von Loewinson-Lessing können es schon deshalb nicht zum Ausdruck bringen, weil bei ihnen  $R_2O$  und  $RO$  zusammengefasst sind. Gerade die hier graphisch dargestellten Verhältnisse scheinen mir aber durchaus verständlich zu sein. Die graphische Darstellung zeigt, dass dieselbe generelle Mineralcombination bestehen bleibt bei einem ziemlich starken Schwanken der relativen Mengenverhältnisse von Calcium und den Alkalien, wobei mit zunehmenden Alkalien auch der *Si*-Gehalt ansteigt.

Dass mit zunehmendem Ersatz des *Ca* durch Alkalien der *Si*-Gehalt zunehmen kann, ohne dass deshalb Quarz oder ein anderes *Si*-Mineral sich bilden muss, geht daraus hervor, dass der Ersatz des *Ca* im Anorthit durch die äquivalente *Na*-Menge eine Bindung von 6 *Si* statt der früheren 2 *Si* zur Folge hat. Erst das Ansteigen

des  $Si$  über das durch jenes Verhältnis gegebene Niveau hinaus würde das Verhältnis des  $Si$  zu den übrigen Basen in einem solchen Masse ändern, dass Quarzausscheidung möglich würde.

Ebenso könnte — wenn wir wieder vom normalen Andesit ausgehen — das  $Si$  beträchtlich abnehmen, wenn gleichzeitig der Ersatz der Alkalien durch die äquivalente  $Ca$ -Menge vorgenommen wird, ohne dass hiedurch das Verhältnis von  $Si$  zu  $Mg$  und  $Fe$  in merklicher Weise alterirt wird. Erst bei noch weiterer Herabminderung wird einem Theil der Verbindungen  $R Si O_3$   $Si O_2$  entzogen und damit die Bildung von  $R_2 Si O_1$ , die Olivinbildung, ermöglicht.

Im Einzelnen wäre anknüpfend an die Fig. 2 folgendes zu bemerken:

### Santorinit und Dacit.

Ausser den schon in der Alboranit-Arbeit angeführten Analysen vom Krakatau-Bimsstein wurden noch zwei Analysen von Aschen angeführt. Man sieht, dass das Mittel aller Santorinit-Analysen betreffs des  $Si$ -Gehaltes merklich unter dem der an gleicher Abscisse befindlichen Dacite bleibt. Die Uebergangszone ist hier allerdings ziemlich breit; einzelne als saurer Pyroxen-Andesit bezeichnete Gesteine haben ebenso hohes  $Si$ -Niveau wie die Dacite; so namentlich der Bimsstein von Krakatau. Dieser scheint fast völlig mit der Analyse der glasigen Substanz der Krakatau-Asche übereinzustimmen. Die älteren Andesite des Krakatau haben sogar noch höhere  $SiO_2$ -Zahlen, führen aber reichlich Tridymit.

Andrerseits sind einige Dacit-Analysen eingetragen, deren  $Si$ -Niveau bis zu dem der Santorinlaven herabsteigt. Diese sind jedoch augenscheinlich keine typischen Dacite, sondern Uebergangsformen. Es gehören hieher:

$a = 0.392$   $Si = 59.5$  Chiles „Quarz äusserst wenig“ nach Küch.  
 $a = 0.425$   $Si = 59.7$  Hügel von Pergamon, ein quarzfreier Biotit-Dacit nach Rosenbusch's Gesteinslehre. Dieses Gestein weicht auch im Dreieckfeld von den typischen Daciten stark ab durch das relativ stärkere Hervortreten des  $K$ . Sollte der ausschliessliche Biotitgehalt nicht damit in Verbindung stehen?

$a = 0.449$   $Si = 60.0$  Tajumbina, Columbien, nach Küch gleichzeitig Quarz und Olivin? führend, jedenfalls quarzarm und den Uebergang zum Andesit darstellend.

Diese niedrigen  $Si$ -Ordinaten sprechen also nicht gegen ein höheres  $Si$ -Niveau bei den typischen Daciten.

### Alboranit und Feldspathbasalt.

Die graphische Darstellung lässt folgendes deutlich erkennen: Das mittlere  $Si$ -Niveau der zu den Andesiten gerechneten Alboranite liegt merklich höher als das der Basalte im allgemeinen. Den Alboraniten zunächst kommen dann die Hypersthenbasalte und olivinfreien bis olivinarmen Basalte, welche die Uebergangszone bezeichnen.

Bedenken könnte nur erregen der Hypersthenbasalt von M. Thielson ( $a = 0.968$ ,  $Si = 52.5$ ), der erste, für den dieser Name von Diller eingeführt wurde. Abgesehen davon, dass in solchen Zusammenstellungen aus mehrfach erörterten Gründen Ausnahmen wohl zu erwarten und zu ertragen sind, ist gerade auf diese Analyse kein zu grosses Gewicht zu legen. Clarke bemerkt zu derselben (AR. 230): „These analyses were made early in the history of the laboratory and are by no means complete.“

Man kann daher wohl nicht zugeben, dass die Alboranite mit den Hypersthenbasalten chemisch identisch seien. Es ist vielmehr ein angebbarer chemischer Unterschied vorhanden. Wenn der Unterschied im  $Si$ -Gehalt auch nicht gross ist, so genügt er doch, um jene Grenze zu überschreiten, jenseits welcher die Olivinbildung nicht mehr möglich ist.

Ausser dem Fehlen des Olivins besitzen nun die Gesteine von Alboran noch eine ganze Reihe von Merkmalen, welche ihre natürliche Verwandtschaft mit den Andesiten bekunden; sonst hätte sie wohl ein so erfahrener Beobachter wie Osann nicht bei den Andesiten eingereiht. Wichtig erscheint mir da das Auftreten eines diopsidähnlichen Augites, die ausgeprägt porphyrische Structur mit zuweilen ausgeprägt hyalopilitischer Grundmasse. Endlich, aber nicht zuletzt, auch die geologische Zugehörigkeit zu einem typischen Andesit-Dacitgebiet (Cabo de Gata).

In der Uebergangszone selbst, wo chemisch die Bildung von Olivin möglich, das thatsächliche Auftreten von günstigen Umständen abhängig ist, lässt uns die Chemie bei der Abgrenzung in Stich. Es wäre nun auch hier gefehlt, wenn man auf die Gegenwart des Olivin allein classificatorischen Wert legen wollte. Man muss wohl bei der Ziehung der Grenze auf alle Merkmale Bedacht nehmen. Von diesem Gesichtspunkte würde ich kein Bedenken tragen, selbst manche der Olivin führenden Glieder der Uebergangszone als olivinführende Hypersthen-Andesite und Augit-Andesite noch der Andesitfamilie anzugliedern, wenn sie die oben angeführten Merkmale zeigen. Viele Hypersthenbasalte der amerikanischen Andesitgebiete scheinen diesen Bedingungen zu entsprechen. Ich weise diesbezüglich auf eine Bemerkung des Altmeisters Zirkel.<sup>1)</sup>

Gewiss ist es dagegen berechtigt, Gesteine der Uebergangszone als olivinfreie Basalte zu classificiren, wenn sie Basaltstructur haben, und in Basaltgebieten auftreten.

---

Herr Loewinson-Lessing beruft sich auf den von 42 Petrographen auf dem internationalen Geologengcongress zu St. Petersburg ausgesprochenen Wunsch, es möchten die umfassenden Gesteinsnamen, welche auf geologischen Karten gebraucht werden, präciser defnirt werden. Stellen wir uns vor, es würde eine geologische Uebersichtskarte der Südostküste Spaniens gemacht. Herr Loewinson-Lessing würde die Insel Alboran mit der Basaltfarbe bezeichnen wie die Insel Señorita (Columbretes). Ich würde Alboran dieselbe Farbe geben wie dem Andesitgebiet des Cabo de Gata. Welche von diesen Darstellungen würde wohl die richtigere sein?

Die hier durchgeführte Discussion ist weit davon entfernt, den Gegenstand zu erschöpfen. Nur auf einige Punkte sei noch anhangsweise hingewiesen.

In der Fig. 2 treten durch ihr besonders tiefes *Si*-Niveau hervor die Feldspathbasalte aus dem böhmischen Mittelgebirge. Diese Basalte sind reich an Augit; der Feldspath krystallisirt infolgedessen später als Augit aus und zeigt häufig die poikilitische Structur des „Gethürmser Typus“. Diese Gesteine zeigen auch unverkennbare

---

<sup>1)</sup> Petrographie. II, pag. 29.

Uebergänge zu Nephelinbasalten, mit denen sie zusammen vorkommen, und die ein noch tieferes *Si*-Niveau bei gleicher Abscisse einnehmen.

Besonders interessant scheinen mir auch die von den französischen Forschern beschriebenen Andesite aus der Auvergne und dem Mont-Dore. Sie sind in die Figuren nicht eingetragen. Bei niedriger Abscisse haben sie ein *Si*-Niveau, welches in der Verlängerung der Basaltcurve nach links unter dem *Si*-Niveau der eingetragenen Hypersthen-Andesite liegt. Auch bei diesen Andesiten findet sich ein Olivinegehalt, der aber erst bei der Krystallisation der Grundmasse entstand. Solche Andesite haben sicher keine Basis mit überschüssiger Kieselsäure, wie sie den meisten Andesiten eignet. Sie verlangen eine Sonderstellung und sollten von den Andesiten der echten Andesit-Dacitgebiete strenger unterschieden werden. Ueberhaupt sollte man bei der Classification der Eruptivgesteine zunächst die einzelnen Eruptivgebiete strenger sondern und nicht erwarten, dass das Schema, das für ein Gebiet passt, auf andere ohne weiteres anwendbar ist.

## Verzeichnis der dargestellten Analysen.

### Abkürzungen:

- A. R.: Clarke and Hillebrand, *Analyses of Rocks and Analytical Methods*. U. S. Geol. Survey, 1880—1896. Bull. U. S. Geol. Survey, Nr. 148. Washington 1897.
- Küch: W. Reiss und A. Stübel: *Geologische Studien in der Republik Colombia*. I. Petrographie: 1. Die vulkanischen Gesteine. Bearbeitet von Richard Küch. 1892.
- Knapp: *Die doleritischen Gesteine des Frauenberges bei Schlüchtern in Hessen*. Inaugural-Dissertation, Würzburg 1880.
- Rinne: F. Rinne, *Ueber norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda*. — *Jahrb. d. Kgl. preuss. geol. Landesanstalt für 1892*.
- Hibsch: *Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des böhmischen Mittelgebirges*. Blatt I, Tetschen. *Diese Mitth.* 1896, XV, 201. Blatt III, Bensen. *Diese Mitth.* 1898, XVI, I.

### I. Dacite.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
1.	0.192	66.0	Mc Clellan Peak, American Flat Road, Eureka District. Nevada A. R. 188. B. Mehr Plagioklas als Orthoklas, mehr Biotit, weniger Hornblende, wenig Quarz.
2.	0.202	64.7	Lassen Peak A. R. 193. A. Hornblende, Biotit, Plagioklas, Quarz, wenig Pyroxen, Magnetit, Apatit, glasische Basis.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
3.	0·285	62·4	Castillo de la Nueva Guatemala, Central-Amerika. Hypersthen-Dacit nach Rosenbusch's Gesteinslehre. 286. Nr. 3.
4.	0·302	66·7	Dacit, Guaitara, K ü c h. 187. Perlitische graue Grundmasse vorwaltend. Andesin, Sanidin, dunkelgrüner Amphibol, Quarz.
5.	0·305	64·4	Sepulchre Mountain. A. R. 12. I. Plagioklas, Hornblende, Biotit, Quarz.
6.	0·317	65·1	Streaked Dacite. Falls of South Fork of Bear Creek, Shasta County A. R. 194. J. Plagioklas, Sanidin, Amphibol, Quarz, Magnetit, etwas Pyroxen.
7.	0·340	64·5	Hyalodacit Lassen Peak. Amer. Journ. 1883, XXVI, 232.
8.	0·346	64·2	West base of Lassen Peak. Kleine Einsprenglinge von Plagioklas und Hornblende mit wenig Quarz in rothgrauer Grundmasse. A. R. 193. D.
9.	0·350	64·4	East end of Chaos, N. W. base of Lassen Peak. Feldspath, Quarz, Biotit und Hornblende in Bimstein-Glas. A. R. 194. F.
10.	0·366	63·8	Azufral de Tuquerres. Quarz, Amphibol, weniger Biotit in krystalliner Grundmasse. K ü c h 159. XXII.
11.	0·381	64·0	Hondon, Chiles. Einsprenglinge von Pyroxen (vorw. rhombisch), Amphibol, Plagioklas, selten Biotit, Quarz. K ü c h. 179. XIX.
12.	0·389	63·4	Garbanzal, Cabo de Gata. Osann. Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft, 1891, LXIII. Der <i>Al</i> -Gehalt dieses Gesteins ist ungewöhnlich hoch, der Gehalt an <i>Mg</i> ausserordentlich niedrig. Die ganze Zusammensetzung ungewöhnlich.
13.	0·392	59·5	Chiles, Columbia. Glasige Basis mit Einsprenglingen von Amphibol, Pyroxen, Andesin, Quarz äusserst wenig. K ü c h. 172. Augenscheinlich ein Uebergangsglied zum Andesit; hierauf deutet auch die Stellung im Dreieck <i>Al-Fe-Mg</i> .
14.	0·399	63·6	Azufral de Tuquerres. Glasreich mit Einsprenglingen von Biotit, Amphibol, Quarz, Andesin und Sanidin. K ü c h. 155.
15.	0·425	59·7	Biotit-Dacit ohne Quarz. Hügel von Pergamon. Rosenbusch, Gesteinslehre, pag. 286, Nr. 8. Das stärkere Hervortreten von <i>K</i> scheint dieses Gestein aus der Reihe der anderen Dacite zu verweisen; er prägt sich wohl auch im Biotitgehalt aus.
16.	0·435	62·5	Electric Peak; Plagioklas, Hornblende, Biotit, Quarz. A. R. 121.
17.	0·449	60·0	Tajumbina, Nevaditischer Dacit. Feldspath, Amphibol, Biotit, Pyroxen, Quarz mit Augit, Kränzen, Olivin?; nach K ü c h Uebergangsgestein zum Andesit. K ü c h. 125.
18.	0·460	61·6	Cumbal, Einsprenglinge rhombischer Pyroxen, Andesin, Hornblende (vereinzelt), Quarz. Grundmasse mit kl. Quarzdihexäedern. K ü c h. 167.
19.	0·514	62·8	Nagy-Sebes b. Sebesvar. Quarz, Plagioklas, wenig Hornblende, mehr Biotit, selten Augit. Doelter, Min. Mitth. 1873, 93.
20.	0·565	64·0	Reddish Dacite, Lassen Peak. A. R. 193. Mineralogisch gleich dem Gestein Nr. 2 <i>a</i> = 0·202 oben.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
21.	0·689	58·5	Dacit, Zuckerhut Nagyag NW, Siebenbürgen. Quarz, Feldspath, Hornblende, Biotit, Augit in hyalopilit. Grundmasse. Doelter, Min. Mitth. 1873, 79.
22.	0·755	60·2	Dacit, nördlicher Theil der Sierra del Cabo. Osann, Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft. 1891, LXIII.

## II. Hypersthen - Andesite.

### a) Natronreiche (Santorinite).

1.	0·333	62·2	Asche der Krakatau-Eruption, Buitenzorg, 26. August 1883 gesammelt. N. Jb. f. Min. 1886, I, 286.
2.	0·334	56·6	Asche vom 11. August 1883, Krakatau, oberste Lage. N. Jb. f. Min. 1886, I, 286.
3.	0·338	62·5	Lava von Georgios I, Santorin 1866. Hauer, Verhdl. der Geol. R. A. 1866, 68.
4.	0·339	61·4	Lava von Maionisi, Santorin 1866. Pechsteinartig. Ebenda 191.
5.	0·360	63·5	Hypersthen-Andesit-Obsidian. Aeltere Eruption, Thera, Santorin. Ebenda 79.
6.	0·375	63·9	Hypersthen-Andesit-Bimstein. Krakatau. N. Jb. f. Min. 1886, I, 286.

### b) Normale.

7.	0·411	63·5	West summit of Crater Peak. Shasta Cy. A. R. 197. V.
8.	0·485	56·1	Vulcan von Pasto, Lava von 1869. K ü c h. 141.
9.	0·545	58·1	Mt. Shasta, Californien. A. Hague and J. P. Iddings. Amer. Journ. 26, 222.
10.	0·625	56·3	Azufra de Tuquerres, Columbia. K ü c h. 151.
11.	0·640	58·9	Burney Butte, Shasta Cy. A. R. 195. L.
12.	0·654	53·0	Vulcan v. Pasto, Purgatorio. K ü c h. 139.
13.	0·692	53·0	Buffalo Peak. Amer. Journ. 1883, 25, 142.
14.	0·725	60·7	Vulcan Singalang, Sumatra. N. Jb. f. Min., 1885, Bd. III, 302. Das Hervortreten des <i>K</i> scheint dieses Gestein in eine andere Serie zu verweisen, ähnlich wie den „Dacit“ von Pergamon.
15.	0·763	56·7	Pilis, Szigeth hegyszég, Zempliner Comitát, Ungarn. Földtani Közlöny. 1891, XXI, 265.
16.	0·802	58·9	St. Egydi, Steiermark. Min. Mitth. 1872, 255.
17.	0·852	51·8	Butte-Mountain, Plumas Cy., Californien. A. R. 195. K.

### c) Natronarme (Alboranite).

18.	0·930	56·7	Gyetva, Ungarn. Roth, Tab. 1869; CX XVI. Wymietal.
19.	0·986	52·0	Pilis, Zempliner Comitát, Ungarn. Földtani Közlöny. 1891, XXI, 265.
20.	1·024	49·4	Alboran I.
21.	1·053	51·4	Alboran II.
22.	1·107	51·1	Alboran III.

} Diese Mitth., XVIII.

### III. Feldspathbasalte.

#### A. Hypersthenbasalt.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
1.	1·734	53·0	Crater Lake, „Typical Basalt containing a considerable amount of Hypersthene“ (Diller). A. R. 231.
2.	0·745	50·5	„Andesit-Basalt“, Delta, Shasta County, Californien. Viel Plagioklas, wenig Hypersthen in einer Grundmasse wesentlich aus Feldspath, Pyroxen, Magnetit und eine Spur Olivin. A. R. 190.
3.	0·814	49·7	Crater Peak, Shasta County, Californien. „Trace of olivine.“ A. R. 200.
4.	0·905	49·9	Mount Ingalls, Plumas Cy., Californien. „Dolerite.“ Plagioklas, Augit, Hypersthen, Magnetit, einige wenige Olivine. A. R. 203.
5.	0·927	49·3	Mount Ingalls, Plumas Cy., Californien. „Dolerite.“ Aehnlich dem Nr. 4 $a = 0·905$ , fast olivinfrei. A. R. 203.
6.	0·940	49·6	Basalt, Summit of Richmond Mt., Eureka. Enthält Augit, weniger Hypersthen, Feldspath, Magnetit, accessorisch Olivin und Quarz. A. R. 189.
7.	0·968	52·5	Mount Thielsen. A. R. 230. Diller's Hypersthenbasalt. Zu der Analyse bemerkt Clarke: „These analyses were made early in the history of the laboratory and are by no means complete.“

#### B. Olivinfreie und olivinarme Feldspathbasalte.

8.	0·585	51·7	Forstort Kehreiche b. Gottsbühren im Reinhardswalde. Olivinfrei. Rinne, Norddeutsche Basalte. Der geringe Gehalt an <i>Mg</i> ist sehr auffallend.
9.	0·651	51·9	Ziegenhals bei Wohnsfeld, Vogelsberg. Sommerlad. Ref. N. Jb. f. Min. 1883, II, 372.
10.	0·706	51·3	Dolerit, Meissner, Hessen. Moesta. Zirkel, Petrographie. II, 901, Nr. II.
11.	0·755	49·1	Cone at south base of Burney Butte, Shasta Cy. Plagioklas, Augit und einige Olivine. A. R. 200.
12.	0·772	51·9	Breitfirst, Frauenberg, zw. Heubach und Sparhof. F. Knapp.
13.	0·797	48·8	Olivinarmer bis olivinfreier Basalt, Dietesheim, Unt. Mainthal. Hornstein, Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft. 1867. Ref. N. Jb. f. Min. 1868, 210.
14.	0·902	47·9	Olivinfreier Basalt. Bockenheim. Hornstein, Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft. 1867. Ref. N. Jb. f. Min. 1868, 210.
15.	1·041	51·0	Olivinfreier Dolerit, Taufstein am Frauenberg, Breitfirst. F. Knapp.
16.	1·047	47·6	Summit of Inskip Crater, Lassen Peak, „With a few phenocrysts of olivine“. A. R. 200.

#### C. Normale Feldspathbasalte.

17.	0·679	48·8	Rio grande Cañon. Iddings. Bull. U. S. Geol. Survey. 1890, Nr. 66.
18.	0·712	50·3	Staufenberg bei Wiershausen, unfern Münden. Rinne.

Nr.	<i>a</i>	<i>Si</i>	
19.	0·757	45·0	Señorita, Columbretes. Diese Mitth. 1896, XVI. 308.
20.	0·770	39·6	Glasreicher Plagioklasbasalt, Scharfenstein-Tunnel sö. v. Bensen, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
21.	0·806	38·2	Glasreicher Plagioklasbasalt, Paudlersberg bei Günthersdorf, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
22.	0·825	38·1	Poikilitischer Plagioklasbasalt, Steinwand b. Tetschen, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
23.	0·878	50·2	Basalt Reichshofen, Elsass. Linck, Die Basalte des Elsass-Strassburg 1887. Ref. N. Jb. f. Min. 1888, I, 235.
24.	0·879	45·9	Plagioklasbasalt, Schwarzenfels, Rhön. Knapp, Dissert. Würzburg 1880. Ref. N. Jb. f. Min. 1881, II, 382.
25.	0·893	41·2	Basalte ophitique Croix Morand. Michel-Lévy, Mont D'ore. 829.
26.	0·935	46·4	Aetna-Lava, Eruption von 1865. Mitte des Ausbruchs. Roth, Tab. 1869, 128.
27.	0·950	41·6	Poikilitischer Plagioklasbasalt. NO.-Kante der Steinwand bei Tetschen, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
28.	0·016	46·4	Basalt Ovisak, Disko, Grönland. Rosenbusch, Gesteinslehre.
29.	1·046	45·0	Basalt Fingalshöhle, Staffa. Roth, Tab. 1861, 43.
30.	1·069	40·5	Plagioklasbasalt Warkotsch, böhm. Mittelgebirge. Hibs ch.
31.	1·075	44·2	Paine's Creek, Lassen Peak. Typischer Basalt mit viel Olivin. A. R. 200 L.
32.	1·083	46·3	Basalt ophitique sous la Banne d'Ordeuche, Mont D'ore. Comptes rendus. 1889, Nr. 18.
33.	1·116	47·3	Basaltlava Hekla Thorsjá. Rosenbusch's, Gesteinslehre.

#### D. Hornblendebasalt.

34.	0·986	39·6	Sparbrod. Sommerlad. N. Jb. f. Min. 1882, II.
35.	1·016	42·8	Cork Creek, Lassen Peak. A. R. 200. P.
36.	1·017	40·7	Todtenköpfchen. Sommerlad. N. Jb. f. Min. 1882, II.

Die folgenden Tabellen geben die zur Construction der Figuren dienenden Zahlen, jene unter *n*, *k*, *f* und *m* sind mit 1000 multiplicirt.

#### Dacit.

Nr.	Fundort	<i>a</i>	<i>Si</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>f</i>	<i>m</i>
1.	Mc. Clellan Peak . . . . .	0·192	66·0	+380	+235	780	824
2.	Lassen Peak . . . . .	0·202	64·7	+418	+177	663	638
3.	Guatemala . . . . .	0·285	62·4	+473	-- 42	725	742
4.	Guaitara . . . . .	0·302	66·7	+388	+ 8	785	806
5.	Sepulchre Mt. . . . .	0·305	64·4	+380	+ 10	740	740
6.	Bear Creek . . . . .	0·317	65·1	+318	+ 48	762	870
7.	Lassen Peak . . . . .	0·340	64·5	+300	+ 20	747	747

Nr.	Fundort	<i>a</i>	<i>Si</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>f</i>	<i>m</i>
8.	Lassen Peak . . . . .	0.346	64.2	+307	+ 2	702	718
9.	Chaos . . . . .	0.350	64.4	+302	— 3	694	718
10.	Azufral d. Tuq. . . . .	0.366	63.8	+328	— 60	688	734
11.	Houdon . . . . .	0.381	64.0	+250	— 12	621	625
12.	Garbanzal . . . . .	0.389	63.4	+300	— 78	636	805
13.	Chiles . . . . .	0.392	59.5	+280	— 63	554	558
14.	Azufral de Tuq. . . . .	0.399	63.6	+273	— 72	735	772
15.	Pergamon . . . . .	0.425	59.7	+ 95	+ 55	637	637
16.	Electric Peak . . . . .	0.435	62.5	+230	—100	595	578
17.	Tajumbina . . . . .	0.449	66.0	+203	—101	527	546
18.	Cumbal . . . . .	0.460	61.6	+257	—177	577	604
19.	Nagy-Sebes . . . . .	0.510	62.7	+167	—200	630	683
20.	Lassen Peak . . . . .	0.565	64.0	+ 92	—221	663	653
21.	Zuckerhut . . . . .	0.689	58.5	— 11	—367	626	604
22.	Sierra del Cabo . . . . .	0.755	60.2	—156	—354	490	529

**Hypersthenandesit.**

Santorinite (natronreiche Hypersthenandesite).

1.	Asche Buitenzorg . . . . .	0.333	62.2	+351	— 17	593	652
2.	Krakatau . . . . .	0.334	56.6	+361	— 29	538	593
3.	Georgios . . . . .	0.338	62.5	+351	— 26	445	610
4.	Maionisi . . . . .	0.339	61.4	+386	— 64	501	641
5.	Thera . . . . .	0.360	63.5	+346	— 67	533	703
6.	Krakatau . . . . .	0.375	63.9	+327	— 77	681	744

Normale Hypersthenandesite.

7.	Crater Peak . . . . .	0.411	63.5	+234	— 56	685	716
8.	Pasto . . . . .	0.485	56.1	+177	—146	467	501
9.	Shasta . . . . .	0.545	58.1	+160	—250	608	597
10.	Azufral de Tuq. . . . .	0.625	56.3	+ 32	—281	427	439
11.	Burney Butte . . . . .	0.640	58.9	— 36	—640	542	556
12.	Pasto . . . . .	0.654	53.0	+ 10	—319	449	488
13.	Buffalo Peak . . . . .	0.692	53.0	—111	—272	342	358
14.	Singalang . . . . .	0.725	60.7	—199	—251	518	540
15.	Pilis . . . . .	0.763	56.7	—128	—397	596	691
16.	St. Egydi . . . . .	0.802	58.9	—131	—473	465	505
17.	Butte Mt. . . . .	0.852	51.8	—207	—498	451	351

Alboranite (natronarme Hypersthenandesite).

18.	Gyetva . . . . .	0.930	56.7	—375	—485	574	539
19.	Pilis . . . . .	0.986	52.0	—437	—534	443	426
20.	Alboran I . . . . .	1.024	49.4	—488	—560	273	273
21.	„ II . . . . .	1.053	51.4	—485	—621	261	408
22.	„ III . . . . .	1.107	51.1	—597	—617	278	255

## Feldspathbasalte.

Nr.	Fundort	<i>a</i>	<i>Si</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>f</i>	<i>m</i>
Hypersthenbasalt.							
1.	Crater Lake . . . . .	0·734	53·0	— 36	—433	616	572
2.	Delta . . . . .	0·745	50·5	— 45	—445	454	427
3.	Crater Peak . . . . .	0·814	49·7	—142	—486	409	396
4.	Mt. Ingalls . . . . .	0·905	49·9	—300	—511	438	368
5.	Mt. Ingalls . . . . .	0·927	49·3	—312	—542	347	291
6.	Richmond Mt. . . . .	0·940	49·6	—384	—496	363	319
7.	Mt. Thielson . . . . .	0·968	52·5	—337	—599	407	412
Olivinfreier Feldspathbasalt.							
8.	Kehreiche . . . . .	0·585	51·7	+103	—272	79	511
9.	Ziegenhals . . . . .	0·651	51·9	+ 34	—426	195	241
10.	Meissner . . . . .	0·706	51·3	— 77	—335	58	69
11.	Burney Butte . . . . .	0·755	49·1	—117	—392	362	337
12.	Breitfirst . . . . .	0·772	51·9	—212	—333	139	237
13.	Dietsheim . . . . .	0·797	48·8	—133	—461	306	333
14.	Bockenheim . . . . .	0·902	47·9	—297	—507	198	196
15.	Taufstein . . . . .	1·041	51·0	—440	—641	183	276
16.	Inskip Crater . . . . .	1·047	47·6	—418	—675	325	180
Normaler Feldspathbasalt.							
17.	Rio grande Cañon . . .	0·679	48·8	— 29	—330	440	410
18.	Staufenberg . . . . .	0·712	50·3	— 61	—364	239	348
19.	Señorita . . . . .	0·757	45·6	—104	—411	303	307
20.	Scharfenstein . . . . .	0·770	39·6	—163	—377	232	272
21.	Paudlerberg . . . . .	0·806	38·2	—187	—425	228	226
22.	Steinwand . . . . .	0·825	38·1	—172	—477	221	83
23.	Reichshofen . . . . .	0·878	50·2	—252	—505	234	207
24.	Schwarzenfels . . . . .	0·879	45·9	—198	—561	40	108
25.	Croix Morand . . . . .	0·893	41·2	—290	—496	621	516
26.	Aetna-Lava . . . . .	0·935	46·4	—290	—579	292	408
27.	Steinwand . . . . .	0·950	41·6	—359	—541	163	51
28.	Ovifak . . . . .	1·016	46·4	—359	—672	23	205
29.	Fingalshöhle . . . . .	1·046	45·0	—457	—635	165	187
30.	Warkotsch . . . . .	1·069	40·5	—505	—633	191	168
31.	Paines Creek . . . . .	1·075	44·2	—452	—699	325	192
32.	Banne d'Ordenche . . .	1·083	46·3	—630	—536	358	408
33.	Hekla . . . . .	1·116	47·3	—574	—659	113	212
Hornblendebasalt.							
34.	Sparbrod . . . . .	0·986	39·6	—407	—564	49	— 17
35.	Cork Creek . . . . .	1·016	42·8	—426	—606	265	203
36.	Todtenköpfchen . . . .	1·017	40·7	—426	—608	— 87	— 97