ones old beforenden betonen, de sie de brysletinisische Structus aber in den

-verseyand sendy-marginary son at Australia to the total and the marginary no makes die Berechnung der quantitativen mineralogischen Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine, vornehmlich der Laven

von

W. Sartorius von Waltershausen.

Vorgelegt der königlichen Societät der Wissenschaften in der Sitzung vom 3. Mai 1862.

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine, namentlich die der Laven hat in neuerer Zeit, sowohl vom rein chemischen, wie vom mineralogischen Standpunkte aus ein besonderes Interesse in Anspruch genommen. Namentlich scheint das in dieser Richtung von Tage zu Tage wachsende Beobachtungsmaterial einer weitern Prüfung und Ueberarbeitung zu bedürfen, umso mehr da aus demselben verschiedene für die Geologie wichtige Folgerungen gezogen werden können.

Die krystallinischen Gesteine verschiedenen Alters, soweit sie aus feurigem Fluss hervorgegangen sind, müssen als die primitiven Gebilde der Erdrinde betrachtet werden und liefern das Baumaterial für die später entstandenen sedimentären und metamorphischen Schichten. Der Hauptsache nach bestehen sie aus wenigen Elementarkörpern, welche nach einfachen stöchiometrischen Formeln zu einer kleinen Zahl leicht erkennbarer Mineralkörper sich gruppiren.

Man hat seit Kurzem einen Fortschritt darin zu erblicken geglaubt, bei der Untersuchung der krystallinischen Gesteine die Individualität der ausgesonderten Mineralkörper ausser Acht zu lassen und statt dessen mit den sogenannten Pauschanalysen sich zu begnügen; eine Ansicht, mit welcher wir

uns nicht befreunden können, da sie die krystallinische Structur der in den Gebirgsarten auftretenden Mineralkörper und ihre stöchiometrische Zusammensetzung gänzlich unberücksichtigt lässt. Alle aus feurigem Fluss hervorgegangenen krystallinischen Gesteine bestehen in überwiegender Menge aus Kieselsäure und aus den beiden Basen, welche man mit R und R zu bezeichnen Es gruppiren sich unter R und R folgende isomorphe Körper:

| | Ř | R | |
|---------------------------|------|----------------|---------------------------------|
| | Äl | Ċa \ | |
| | Fe | Ċa Mg Na | |
| | Τ̈́i | Na | |
| | Ër | Ka | |
| | Min | Fe | |
| | | Mn | |
| | | Li | |
| | | Ni | |
| -West institutional rest- | | Ċo | unichtungen - oviteldingen uit. |

Für die Bildung der krystallinischen Gesteine sind die in Klammern eingeschlossenen Oxyde allein von Bedeutung, während die andern nur bei sorgfältiger chemischer Analyse mitunter in sehr kleinen Quantitäten nachzuweisen sind, jedoch in der Natur eine viel allgemeinere Verbreitung, als man es früher anzunehmen geneigt war, zu besitzen scheinen. Sie bekommen dadurch noch ein ganz besonderes Interesse für die Mineralogie, dass sie öfter nach der Zerstörung der ursprünglichen Gebirgsarten, in denen sie in geringer Menge vertheilt sind, zur Neubildung verschiedener sehr eigenthümlicher Mineralkörper Veranlassung geben.

Die Basen unter R und R erscheinen als Gemengtheile krystallinischer Gesteine in der Gestalt von Corund Al und Perikas (Mg Fe) äusserst selten, dagegen sind die Mineralien der Spinellgruppe Verbindungen beider Basen RR für die Structur mehrerer Gebirgsarten, zumal das octaëdrische Titanerz von hoher Bedeutung. Grünsteine, Diabase, Dolerite, Basalte und endlich die Laven enthalten dieses Mineral öfter bis zum Betrage von 10 Procent und mehr. Es erscheint meist in kleinen unregelmässigen Körnern und kleinen Octaëdern,

ÜB. D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL. ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 183 welche bei der Verwitterung der Gebirgsarten abgelöst und im Sande von Flüssen und Bächen wiedergefunden werden.

Die Kieselerde ist das wichtigste Element der krystallinischen Gesteine sie erscheint entweder in Quarzkörnern und Krystallen ausgesondert, oder mit R und R in der Gestalt von Silicaten nach bestimmten einfachen stöchiometrischen Proportionen verbunden; unter den letztern findet man in der bei weiten grössern Zahl der Fälle folgende 6, nämlich: Feldspath, Glimmer, Hornblende, Augit, Leuzit und Olivin.

Die Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine lässt sich daher im Grossen Ganzen auf die Verbindung von 7 Mineralkörpern zurückführen, da Augit und Hornblende als dimorphe Substanzen von chemischer Seite nur ein Mineral repräsentiren. In den vorliegenden Untersuchungen werden vorzugsweise Quarz, Magneteisenstein, Feldspath, Augit, Glimmer, Leuzit und Olivin berücksichtigt werden, obgleich unsere weiter unten vorzutragende Methode der Berechnung der Gesteinszusammensetzung sich mit geringen Modificationen auch auf andere Mineralkörper anwenden lässt.

Der Gang der praktischen Rechnung wird dadurch wesentlich erleichtert, dass in den krystallinischen Gesteinen die Gegenwart gewisser Mineralkörper, das Vorkommen anderer mit Bestimmtheit ausschliesst. So finden sich im Granit, Gneuss und Glimmerschiefer niemals Augit, Leuzit oder Olivin; Laven, Dolerite und Basalte enthalten keinen Quarz; manche Laven enthalten Leuzite in grosser Menge, während die meisten andern keine Spur davon zeigen; endlich findet man in den neuesten Gesteinen fast niemals Glimmer, während alle den Magneteisenstein in hervorragender Menge führen. Die Aufgabe die quantitative mineralogische Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine aus ihrer chemischen Gesammtanalyse zu ermitteln, oder das Verhältniss anzugeben, in welchem die verschiedenen Mineralkörper in jenen gemischt sind, ist bisjetzt soweit mir bekannt nicht streng wissenschaftlich behandelt worden. Man hat sich dieselbe entweder ganz fern gehalten, oder sich mit einer unzureichenden Approximation begnügt. In meinen Untersuchungen über die vulkanischen Gesteine von Sicilien und Island versuchte ich diese Aufgabe zuerst zu behandeln, die ich seitdem weiter ausgearbeitet und zu einem befriedigenden Abschluss gebracht zu haben glaube.

Wenn es sich um die exacte Gruppirung einer Gesteinsanalyse zu bestimmten Mineralkörpern handelt, so ist es einleuchtend, dass das Verhältniss von Eisenoxyd und Eisenoxydul nicht unberücksichtigt bleiben darf. Bei der etwas grössern Schwierigkeit der Analyse ist die Trennung dieser beiden Körper gewöhnlich vernachlässigt worden. Auch in meinen frühern Untersuchungen ist auf das Verhältniss von Fe und Fe nicht Rücksicht genommen worden und es wird hier das Versäumte nachgeholt werden.

Um die quantitative mineralogische Zusammensetzung eines krystallinischen Gesteins zu ermitteln, wird man mit einer qualitativen Prüfung der einzelnen Bestandtheile beginnen, welche in der Mehrzahl der Fälle keine wesentliche Schwierigkeit darbietet.

Die qualitative Prüfung wird in rein mineralogischer Weise, durch Bestimmung der Krystallformen, der Härte, des specifischen Gewichtes u. s. w., oder auch durch Hinzuziehung chemischer Hülfsmittel gewöhnlich mit voller Sicherheit ausgeführt werden können. Zur Erreichung dieses Zweckes hat man öfter mit gutem Erfolg sehr dünne, durchsichtige oder durchscheinende kleine Platten verschiedener Gebirgsarten für mikroskopische Untersuchung schleifen lassen. Wir machen darauf aufmerksam, dass dabei mit Umsicht verfahren werden muss, wenn man nicht auf Irrwege gerathen will, da theils die feinern Farbennuanzen der Mineralkörper im Mikroskop weniger deutlich hervortreten, theils die Formen der Krystalle aus perspectivischen Gründen verzerrt und mitunter sehr unkenntlich gemacht werden.

Für den weitern Verlauf unserer Untersuchungen ist ganz besonders hervorzuheben, dass die in den krystallinischen Gesteinen auftretenden Silicate in Folge der isomorphen Substitution der verschiedenen Basen eine unendliche Mannigfaltigkeit von Varietäten darbieten. Je nachdem der eine oder der andere Bestandtheil in R und R vorherrscht wird auch der Gehalt der Kieselerde dieser Mineralkörper gewissen, innerhalb bestimmter Grenzen liegenden Schwankungen unterworfen sein, und somit auch die hiervon abhängige Gesammtanalyse beeinflusst werden. Für ein und dieselbe Gebirgsformation z.B. für den Aetna, für Island u. s. w. pflegten in der Regel keine sehr merklichen Schwankungen in der isomorphen Substitution stattzufinden, so dass man ohne einen erheblichen Fehler in den nachfolgenden Rechnungen zu

ÜB. D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL. ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 185

begehen, für gewisse Localitäten die Zusammensetzung der hier in Frage stehenden Mineralkörper als constant betrachten kann. Uebrigens wird man durch quantitative Analysen der aus den zu untersuchenden Gebirgsarten entlehnten Mineralkörper leicht die Vertheilung der isomorphen Basen in ihnen ermitteln können. Weiter unten werden wir Gelegenheit haben auf diese Frage noch einmal zurückzukommen und sie dann näher zu beleuchten.

Es ist ferner für den Gang unserer Untersuchung nicht unwichtig, dass die vorhin unter R und R aufgeführten Basen an der Zusammensetzung einiger der hier in Frage kommenden Mineralkörper Theil nehmen, während sie bei der anderer ausgeschlossen sind. Man kann als Regel hinstellen dass Kali und Natron nur im Feldspath, Glimmer und Leuzit auftreten. Feldspath und Leuzit enthalten meist nur Spuren von Magnesia: Ferner findet man in unzersetztem Augit und Olivin nur Eisenoxydul kein Eisenoxyd. Das in den Gesammtanalysen beobachtete Eisenoxydul gehört dem Feldspath und Magneteisenstein an. Dieser Umstand erleichtert im hohen Grade die Lösung der vorliegenden Aufgabe, da es sich, wie wir gleich sehen werden, um die Aufstellung eines Systems linearer Gleichungen handelt, aus dem gewisse unbekannte Grössen durch Elimination zu bestimmen sind. Wenn jedoch einige der in den krystallinischen Gesteinen auftretenden Mineralkörper nicht eine etwas einfachere Zusammensetzung hätten, so würde das Geschäft der Elimination ein so mühevolles, dass ohne Zweifel vor der practischen Rechnung die meisten Mineralogen zurückschrecken würden.

Bevor wir zu der Aufstellung eines solchen Systemes linearer Gleichungen übergehen, ist es nothwendig über die chemische Zusammensetzung der hier in Frage kommenden Mineralkörper eine bestimmte Ansicht zu gewinnen.

1) Feldspath.

Die chemische Zusammensetzung dieses Minerals ist nach der von mir aufgestellten Theorie zu beurtheilen, nach welcher dasselbe aus zwei Endgliedern, einem kieselerdereichen und einem kieselerdeärmern besteht. Der Allgemeinheit wegen habe ich für die beiden Endglieder den Anorthit mit den Sauerstoffverhältnissen (1, 3, 4) und den Krablit mit den Sauerstoffverhältnis-Aa

Phys. Classe. X.

sen (1, 3, 24) gewählt. Die Analysen des Krablits rühren nicht von mir her und sind zuerst von Forchhammer, darauf von Genth ausgeführt; später hat man die Selbstständigkeit dieser Species bezweifelt und den Krablit für ein Gemisch von Orthoklas und Quarz erklärt. Fortgesetzte Untersuchungen mögen diese Frage entscheiden, doch ist zu bemerken, dass viele trachytische Gesteine keine Spur von ausgesondertem Quarz zeigen, während sie ihren Analysen zu Folge einen Kieselerde-Gehalt ergeben, der den des Orthoklas weit übersteigt. Es ist indess einleuchtend, dass die Existenz des Krablits sowohl für die Feldspath-Theorie, wie für die mineralogische Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine ohne alle Bedeutung ist, denn man kann begreiflicher Weise eben so gut den Anorthit und den Orthoklas als Endglieder der Reihe betrachten und die überschüssige Kieselsäure als freien Quarz in Rechnung bringen.b. of agel. by consent nied buby consent wour whill best rigot metalstas

Ebenso ist unsere Aufgabe von der genannten Feldspath-Theorie unabhängig, da wie für die Verhältnisszahl des Sauerstoffs von Si zu dem Sauerstoff von R, welche wir mit x bezeichnen, statt jedes irrationalen Werthes, der aus der Rechnung hervorgeht, die nächste ganze Zahl wählen können; obgleich so dem Systeme unseren Gleichungen nur in unvollständigerer Weise Genüge geleistet wird. Der Werth zweier Theorien ist nach der Methode der kleinsten Quadrate zu ermessen, diese aber entscheidet sowohl bei der Discussion der Feldspathanalysen als auch bei der Frage über die Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine im Vergleich mit ältern, zu Gunsten der hier aufgestellten Theorie.

Bezeichnet man mit s, p, q, k, l, m, n die Atomgewichte der Kieselsäure, der Thonerde, des Eisenoxyds, der Kalkerde, der Magnesia, des Natrons und Kalis, das Atomengewicht des Sauerstoffs = 1 gesetzt, mit λ und μ zwei Grössen, welche die isomorphe Vertheilung der Thonerde und des Eisenoxyds ausdrücken; mit α, ε, γ, δ, die Grössen, welche die isomorphe Vertheilung der Kalkerde, des Magnesia, des Natrons und des Kalis angeben; so ist alsdann $\lambda + \mu = 3$ und $\alpha + 6 + \gamma + \delta = 1$. Ferner bezeichne xM das Sauerstoffquantum der Kieselsäure des Feldspaths, und y, z sein zwei unbekannte Grössen, so wird eine Feldspathanalyse, in welcher die 7 nachfolgenden Bestandtheile auftreten durch folgende Gleichungen dargestellt:

Pinner Chare

ÜB. D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL. ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 187

Kieselsäure sxM = 12sy + 4szThonerde $p\lambda M = p\lambda y + p\lambda z$ Eisenoxyd $q\mu M = q\mu y + q\mu z$ Kalkerde $k\alpha M = k\alpha y + k\alpha z$ Magnesia lGM = lGy + lGz $m\gamma M = m\gamma y + m\gamma z$ Natron $n\delta M = n\delta y + n\delta z$ Kali

Aus diesen Gleichungen werden die wahrscheinlichsten Werthe von x und y nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt, mit welchen die Zusammensetzung der beiden Theile der Analyse leicht zu berechnen ist. burnden, Bri rintratin illumende, nach abrent ind mobiled

2) Augit.

- GOTE (117341 3 ELEM)

Die stöchiometrische Formel für Augit und Hornblende ist R5 Si2. Magnesia und Eisenoxydul sind unter R in sehr wechselndem Verhältniss substituirt. Neben den angegebene Bestandtheilen wird in der Regel in diesen Mineralkörpern eine grössere oder geringere Menge von Thonerde beobachtet, von der, den Erfahrungen zu Folge, drei Atome zwei Atome Kieselsäure vertreten-

In der Augitzusammensetzung drücken h und g die isomorphe Vertheilung der Kieselerde und der Thonerde aus. Nach dieser Voraussetzung gilt die Gleichung: head much an issued the Northwest will be with the state of the state

$$h + \frac{2}{3}g = 2$$

Bezeichnet man ferner mit p die Sauerstoffmenge der Kieselsäure, mit p' den Sauerstoffgehalt der Thonerde des Augits, so ist:

$$h = \frac{6p}{3p+2p}, \quad g = \frac{6p}{3p+2p}, \quad \text{and a limit to a maliant grown}$$

Durch die Grössen ε, θ, κ wird ferner das Verhältniss von Eisenoxydul, Kalk und Magnesia in der Augitzusammensetzung bezeichnet; es ist:

$$\varepsilon + \theta + \varkappa = 1$$

Unter der allgemeinen Formel des Augits sind zahllose Varietäten begriffen, in denen jedoch die Kieselsäure einen gewissen Grenzwerth nicht übersteigen kann. Dieser findet statt für g=0, $\varepsilon=0$, k=0; d. h. für reinen Magnesia - Augit, dessen procentische Zusammensetzung folgende ist:

Si² Mg³ Kieselerde 60,361 Magnesia 39,639

Der Kalk und Eisenoxydul-Olivin besitzen dagegen folgende Zusammensetzung:

State = Material agonining - a state Si² Ca³ Si2 Fe3 Kieselsäure 52,036 45,853 Kalkerde 47,962 54,147

Augite von so einfacher Zusammensetzung werden wohl niemals beobachtet; dagegen erscheinen Eisenoxydul, Kalk und Magnesia meist mit einander verbunden. Bei eintretender Thonerde, nach obiger Regel, wird der Kieselerdegehalt mitunter bis zu 48 Procent deprimirt.

- 3) Olivin. In diesem Mineral, dessen Formel Si R3 ist, wird die Vertheilung von Eisenoxydul und Magnesia durch η und ξ bezeichnet, und es ist $\eta + \xi = 1$. Magnesia herrscht in dieser Verbindung meistens vor, während das Eisenoxydul selten 15 Prozent zu übersteigen pflegt. Der Olivin ist von den ältern crystallinischen Gesteinen ausgeschlossen, bildet aber öfter in den neuern einen sehr hervorragenden Bestandtheil.
- 4) Leuzit. Die Formel desselben, welche unsern Rechnungen zu Grunde liegt ist: 3Al Si2 + Ka3 Si2. Der Sauerstoff der Säure zu dem beiden Basen, verhält sich daher wie 8: 3: 1.

Die meisten Leuzite enthalten nur Kali, selten kleine Mengen von Natron und Spuren von Kalkerde. Die Leuzite gehören zu den schon seltnern Gemengtheilen vulkanischer Gesteine und sind von vielen desselben gänzlich ausgeschlossen.

5) Glimmer. Bei der sehr complicirten Zusammensetzung dieses Minerals ist seine stöchiometrische Formel immer noch zweifelhaft. Für den monoklinen Glimmer wird gewöhnlich die Formel 6R Si + R5 Si2 *) angenommen. Bezeichnen wir mit e und o die isomorphe Vertheilung von Thonerde und Eisenoxyd, so ist $\varrho + \sigma = 6$. Ferner bezeichne τ , π , φ , ψ , ω die isomorphe fort, in dealer incher die innerties annas penas in merry research in the many

¹⁾ Oder die Kieselerde mit 2 Atomen Sauerstoff RSi + R2Si3. Siehe Rammelsberg Handbuch der Mineralchemie p. 661.

Substitution in R, so ist $\tau + \pi + \varphi + \psi + \omega = 1$, wo eine oder mehrere dieser Grössen = 0 werden können. Legt man andere Glimermformeln zu Grunde, so sind die nachfolgenden Gleichungen in entsprechender Weise ab-Anniyar in Amilian an and Amilian and Amilian and Amilian Amil zuändern.

6) Magneteisenstein hat die Zusammensetzung RR, wo unter R Eisenoxyd und Titanoxyd substituirt sind. Man reducirt nach den Atomengewichten letzteres beim Ansatz unserer Rechnung auf Eisenoxyd.

adlagshlaft inver Viener konnten in einem bryshultinischen diestein swei Feddspalhe neben einander erscholnen, wie dieses siels wieht selten in freundet.

Bezeichnen wir ferner mit t den Sauerstoffgehalt der freien nicht mit Basen verbundenen Kieselsäure, ferner mit A, B, C, D, E, F, G, H den Sauerstoffgehalt der ganzen Kieselsäure, der Thonerde, des Eisenoxyds, des Eisenoxyduls, des Kalks, der Magnesia, des Natrons und des Kalis, so erhält man für die 7 Mineralkörper, mit Einschluss des Quarzes, 8 lineare Bedingungsgleichungen, durch welche die aus ihnen bestehende Zusammensetzung eines krystallinischen Gesteines ausgedrückt wird.

(1) xM + hz + y + 8w + 6v = A $(2) \quad \lambda M + gz + \delta w + \varrho v = B$ $(3) \quad \mu M + ow + sv + 3f = C$ The property of f and f and f and f and f are f are f and f are f and f are f and f are f and f are f are f and f are f are f and f are f and f are f are f and f are f and f are f and f are f are f and f are f are f and f are f and f are f are f and f are f are f and f are f and f are f are f and f are f are f and f are f and f are f are f and f are f are f and f are f and f are f are f and f are f are f are f are f are f and f are f are f are f and f are f a $(5) \quad \alpha M + \theta z \qquad + \pi v \qquad + \pi v \qquad = E$ $-m = (6) + kz + \xi y + \xi y + \varphi v +$ -independent of the state of t $(8)_{101} \delta M_{102} = H_{101} + \chi w + \chi w + \omega v$

Aus diesen 8 Gleichungen sind durch Elimination 7 Unbekannte Grössen zu ermitteln; nämlich x, M, z, y, w, v, f. In der ersten verticalen Columne befinden sich die Sauerstoffmengen, welche die Feldspathzusammensetzung bedingen. Die 5 folgenden verticalen Columnen von z, y, w, v, f geben in ähnlicher Weise die partiellen Sauerstoffmengen für den Augit, Olivin, Leuzit, Glimmer und den Magneteisenstein. Ist in einem krystallinischen Gestein z. B. im Granit eine gewisse Quantität Quarz enthalten, so ist diese vom Feldspath nur durch Hinzuziehung einer neuen Bedingungsgleichung zu trennen,

welche den Werth von x unabhängig von der Gleichung (1) ermittelt; dann ist (x'-x) M=t, der Sauerstoffgehalt der überschüssigen oder freien, nicht an Basen gebundenen Kieselsäure. Der Werth von x ergibt sich aus der Analyse des in dem zu untersuchenden krystallinischen Gestein enthaltenen Feldspaths. Es ist nämlich $x = \frac{10a}{3b+c}$, wo a den Sauerstoff der Kieselerde, b den von R und c den von R bezeichnet. Ohne Zuziehung einer solchen Feldspathanalyse bleibt unsere Aufgabe unbestimmt.

Möglicher Weise können in einem krystallinischen Gestein zwei Feldspathe neben einander erscheinen, wie dieses sich nicht selten in Graniten findet. Auch dann kann die quantitative Gesteinszusammensetzung ermittelt werden, wenn der zweite Feldspath seiner Natur nach bekannt ist.

Die hier auseinander gesetzte Methode der Berechnung werden wir sowohl an fremden wie an einigen eigenen Analysen zeigen und die schliesslich gewonnenen Resultate mit einigen Bemerkungen begleiten.

Soeben ist eine in die vorliegenden Zwecke eingreifende Arbeit: "Die Gesteinsanalysen in tabellarischer Uebersicht und mit kritischen Erläuterungen von Justus Roth, Berlin 1861" erschienen, in der eine äusserst vollständige Uebersicht aller bekannten Gesammtanalysen krystallinischer Gesteine gegeben wird. Leider erscheint der grössere Theil jener Analysen für den hier eingeschlagenen Weg der Berechnung nicht brauchbar, da meist die Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul unberücksichtigt geblieben und auf die Vertheilung der isomorphen Bestandtheile in den verschiedenen hier in Frage kommenden Mineralkörpern nicht geachtet ist. Mit nicht viel grösserer Mühe hätten beide Mängel von den Chemikern vermieden werden können und es würde sich dann gelohnt haben über das so zusammengestellte Material umfangreiche Untersuchungen vorzunehmen. Wir benutzen jedoch aus diesen Tabellen ein Beispiel, um daran die Art und Weise unserer Berechnung zu zeigen, andere Beispiele mit vollständiger ausgeführten Analysen werden folgen.

interfector of the distribution of the contraction of the day of the day of the contraction of the contracti

Es werde zunächst ein Granit von Dalkey bei Dublin, auf seine quantitative mineralogische Zusammensetzung geprüft:

Die von Haughton ausgeführte Analyse gibt folgende Zahlen:

d making we remain an erich

das vandui endgestellte System, v

| -Me months Kie | selerde 70,38 | | | |
|----------------|---------------|-------------|-----------------|--|
| Tho | | adystus som | | |
| Eis | enoxyd 3,16 | | | |
| - Kal | k 2,84 | | andi eus anda s | |
| - Mag | gnesia 0,53 | | | |
| Nat | ron 3,13 | | | |
| Kali | 5,90 | | | |
| Wa | sser 1,16 | | | |
| | 99,74 | | | |

Die bei dieser, so wie bei den nachfolgenden Rechnungen gebrauchten Atomengewichte, 0 = 1 gesetzt: sind:

| Kieselerde | 5,72299 | Kalk . | 3,51651 |
|-------------|----------|----------|---------|
| Thonerde | 6,41800 | Magnesia | 2,50500 |
| Eisenoxyd | 10,01054 | Natron | 3,87170 |
| Titanoxyd | 9,03100 | Kali | 5,89300 |
| Eisenoxydul | 4,50527 | Wasser | 1,12480 |

Die wasserfreie auf 100 reducirte Analyse dieses Granits, ergibt:

| | | | Sauerstoff. |
|-----------|------------|--------|-------------|
| Junior in | Kieselerde | 71,40 | 37,43 |
| | Thonerde | 12,82 | 5,99 |
| | Eisenoxyd | 3,21 | 0,96 |
| | Kalk | 2,88 | 0,81 |
| | Magnesia | 0,54 | 0,21 |
| | Natron | 3,17 | 0,82 |
| | Kali | 5,98 | 1,02 |
| | | 100,00 | |
| | | | |

Nach dem vorhin Mitgetheilten ist es einleuchtend, dass aus dieser Gesammtanalyse nur unter gewissen doch sehr wahrscheinlichen Voraussetzungen die quantitative mineralogische Zusammensetzung ermittelt werden kann, da verschiedene zur Berechnung erforderliche Bedingungen fehlen. Der hier zu untersuchende Granit enthält, den Angaben zu folge nur Orthoklas von weisser Farbe, Quarz und Glimmer von weisser und schwarzer Farbe.

Die Voraussetzungen sind, dass der Feldspath wirklich nur Orthoklas

noldousaden me

mit dem Werthe x = 12 sei, dass der Glimmer der vorhin angegebenen stöchiometrischen Zusammensetzung entspreche.

Zufälliger Weise hat Houghton einen Glimmer, zwar nicht aus demselben Gestein aber aus der Nähe von Doublin untersucht und findet für denselben (Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie p. 657) folgende Zusamnoziny. mensetzung:

ENTROUGEN

mesngg.L

adas doch messinag radim mit esyluneine

die quantilitative minweinden Zusummense

verschiedene uur Berorbaumu erfordarbiche

a mademakenole dimensis simusta abmodaneralmu

Farho, Omsta mud Ghanner ven weisser un

This Vormesschmunnen sind, das der

MOTHER

Hall

| | | Sauerstoff. | 1102 |
|------------|--------|-------------|-------------------------|
| Kieselerde | 46,08 | 24,15 | |
| Thonerde | 33,30 | 15,57 | |
| Eisenoxyd | 5,08 | 1,52 | Die hei dieser so wie |
| Kalk | 1,46 | 0,42 | ann 1 - D nidainmannidi |
| Magnesia | 1,19 | 0,48 | |
| Natron | 1,52 | 0,39 | FILE OF STREETING |
| Kali | 11,37 | 1,93 | |
| | 100,00 | 50 (CA) | |

Diese Analyse ist wasserfrei auf 100 reducirt. Wollte man das im Granit enthaltene Wasser 1,16 mit in Rechnung bringen, so müsste dasselbe an Feldspath und Glimmer vertheilt, und dem gemäss eine neue Bedingungsgleichung hinzugefügt werden. Unter der angegebenen Voraussetzung, nimmt das vorhin aufgestellte System von Gleichungen folgende Gestalt an:

$$t + 12M + 8v = 37,42$$

$$\lambda M + 5,4666v = 5,99$$

$$(3 - \lambda)M + 0,5334v = 0,96$$

$$\alpha M + 0,1304v = 0,81$$

$$(1 - (\alpha + \alpha'))M + 0,1491v = 0,21$$

$$\alpha'M + 0,7205v = 1,84$$

Demselben leisten die Werthe Genüge:

$$t = 0,9210$$
 $M = 3,4035$
 $v = -0,5435$
 $\lambda = 2,6327$
 $\alpha = 0,2588$
 $\alpha' = 0,6558$

Da v einen negativen Werth erhält, so geht daraus hervor, dass ein Glimmer von der angegebenen Beschaffenheit überhaupt nicht in diesem Granit enthalten sein kann, wir werden daher mit einer andern Glimmerzusammensetzung unsern Zweck zu erreichen suchen.

Wir wählen dazu einen Magnesia-Glimmer ohngefähr der stöchiometrischen Formel: R³Si + RSi = 3R²Si + R²Si³ entsprechend, (Rammelsbergs Mineralchemie p. 668 u. 669) von Miask am Ural analysirt von F. v. Kobell.

Die auf 100 reducirte Analyse desselben gibt

| | Kieselerde | 41,928 |
|-----------------------|------------|---------|
| - 57-L 121-5- | Thonerde | 12,771 |
| | Eisenoxyd | 20,686 |
| -Housemania josta jai | Magnesia | 16,075 |
| | Kali | 8,540 |
| | | 100,000 |

Es folgen daraus die Constanten g = 0,4923 s = 0,5077 $\pi = 0,5729$ $\chi = 0,4271$ $\varrho + s = 1$ $\pi + \chi = 1$

Alsdann gelangt man zu den Gleichungen:

$$t + 12M + 2v = 37,42$$

$$\lambda M + 0,4923v = 6,72$$

$$\alpha M = 0,96$$

$$\alpha M = 0,81$$

$$\gamma M = 0,82$$

$$(r - (\alpha + \gamma))M + 0,4271v = 1,02$$

Aus denselben berechnet man:

$$\gamma=0,3687$$
 $\gamma=0,3732$
 $\lambda=2,6450$
 $M=2,1970$
 $v=0,3666$
 $v=0,3666$

_9994WVY - 3:00

geror iforepieto, um amena ino idramente

mineralogiachmi Liestemesmenim

+ 217.01

Ther mierandurante

Ms isi einiouchiend,

HOW TOWNS TOWN TOWNS TOWNS TOWNS

of other deschisinsten Our

7- Gleichnagen in might

wellebe but ther augmention

Disgunesia

BUFTIEF!

- ilad

TRESTITE LYMESE

biorest, in der Wahre des Heblin,

Aus diesen Gleichungen berechnet man die mineralogische Zusammensetzung des genannten Granits in folgender Weise:

| | Quarz. | Orthoklas. | Glimmer. | Berech. | Beob. | BeobBer. |
|-------------|----------------|-------------|-----------|----------|--------|----------|
| Kieselsäure | 19,712 + | 50,293 + | - 1,399 = | = 71,404 | 71,40 | 0,00 |
| Thonerde | ohingelähr-der | 12,430 + | - 0,387 = | 12,817 | 112,82 | 0,00 |
| Eisenoxyd | hend, (Emmne | 2,602 + | - 0,621 = | = 3,223 | 3,21 | 0,01 |
| Kalkerde | Maising and Er | 2,880 | B-Masille | = 2,880 | 2,88 | 0,00 |
| Magnesia | | dig nadloss | 0,540 = | 0,540 | 0,54 | 0,00 |
| Natron | | 3,174 | the sales | 3,174 | 3,17 | 0,00 |
| Kali | | 3,342 + | -0,923 = | 4,265 | 5,98 | 1,72 |
| | 19,712 + | 74,721 + | 3,870 = | 98,303 | 100,00 | |

Der hier untersuchte Granit von Dalkey bei Dublin ist also zusammengesetzt aus:

Quarz 19,712
Orthoklas 74,721
Glimmer 3,870
98,303

Es ist einleuchtend, dass die 6 unbekannten Grössen die Elemente der Rechnung den ersten 6 Gleichungen vollständig Genüge leisten, während bei der 7ten ein Fehler von 1,72 übrig bleibt. Man könnte indess nach der Methode der kleinsten Quadrate die Elemente in der Art bestimmen, dass allen 7 Gleichungen in möglichst bester Weise entsprochen würde; eine Arbeit, welche bei der angenommenen zweifelhaften Glimmerzusammensetzung kaum lohnen würde.

Wir wenden uns jetzt zu der Durchführung einiger anderer vollständigerer Beispiele, um daran die Brauchbarkeit unserer Methode der quantitativen mineralogischen Gesteinszusammensetzung zu zeigen.

5.

Zunächst wählen wir dazu die Lava der Thiorsá, in der Nähe des Hekla, welche rücksichtlich auf ihre Zusammensetzung von mir untersucht und berechnet wurde. Dieselbe zeigt eine dunkelgraue, kryptokrystallinische Grundmasse,

Trippe. Crimme. M.

ÜB. D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL. ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 195 in der gewöhnlich weisse und weissgelbliche, mehrere Millimeter lange und etwa ebenso breite Feldspath-Krystalle in ziemlicher Menge ausgesondert sind; neben denselben bemerkt man Körner eines gelbgrünen Olivins und andere

von etwas kleinern Dimensionen eines lauchgrünen Augits. Ferner ist in der Masse Magneteisenstein in kleinen Körnern vertheilt, welcher sich durch magnetische Anziehung leicht zu erkennen gibt.

Die nachfolgenden Analysen der verschiedenen Laven und Mineralkörper sind mit grosser Sorgfalt theils von Herrn Dr. Uhrlaub, jetzt in Heidelberg, früher in Göttingen, dem ich desshalb zum Danke verpflichtet bin, theils von mir ausgeführt worden.

Aus verschiedenen Gründen, welche nachher deutlicher hervortreten werden, habe ich es für zweckmässig gehalten die dunkelgraue Grundmasse, so wie die Gesammtmasse der Thiorsálava, welche letztere die ausgesonderten Mineralkörper mit enthält getrennt zu untersuchen.

Die verschiedenen von der Grundmasse ausgeführten Analysen geben folgendes Resultat:

| mucs reco | THE COLUMN | | | | | | |
|--|---|----------|-------------|-----------------|--------|-----------|--------------|
| | 1. | Kieselsä | ure. II. | Thonerde | . III. | Eisenoxyd | Gesammtbest. |
| Bestimm | mg 1 | 50,285 | 1 | 12,653 | 1 | 16,445 | |
| | 2 | 49,865 | 2 | 13,272 | 2 | 15,820 | |
| | 3 | 49,895 | 3 | 12,522 | 3 | 16,696 | |
| | 4 | 50,373 | | COOL COMMISSION | | | |
| Mittel | | 50,105 | - | 12,816 | | 16,320 | |
| Dinte | | 00,100 | | ATTENDANCE OF | | | |
| IV | . Titansäur | re. V. | Kalkerde. | VI. | Magnes | ia. | |
| 1 | 1,542 | 1 | 12,380 | 1 | 4,982 | | |
| 2 | 1,561 | = 2 | 12,580 | 2 | 5,130 | | |
| | Ector | 3 | 13,135 | 3 | 4,749 | SO BUE | |
| Mittel | 1,552 | | 12,698 | | 4,954 | Armain Vi | |
| minter | | | | 1588.0 | | | |
| The same of the sa | II. Natron. | 1 | VIII. Kali: | IX. | Wasser | | |
| 1.1 | 1,205 | 1 | 0,586 | 1 (|),187 | | |
| 2 | 1,143 | 2 | 0,569 | 2 | 0,294 | | |
| Mittel | 1.174 | | 0,577 | | 0,241 | | |
| TILITUCI | | | | | | Bb 2 | |
| | | | | | | | |

08 ,0

Das unter III beobachtete Eisenoxyd zerfällt in 2 Theile:

a in das Eisenoxyd in der ursprünglichen Verbindung = 8,010

b Eisenoxyd durch höhere Oxydation aus Fe entstanden = 8,310

Letzteres auf Oxydul reducirt gibt 7,480. Reducirt man ferner die unter IV beobachtete Titansäure auf Titanoxyd, so ergibt sich für die Grundmasse der Thiorsá-Lava unter I folgende Zusammensetzung, und unter II die wasserfreie auf 100 berechnete Verbindung in der Ti auf Fe reducirt ist.

| | dull little | A STATE OF THE PARTY | Berechn. Sauerst. |
|-------------|-------------|----------------------|-------------------|
| Kieselerde | 50,105 | 50,430 | A = 26,4355 |
| Thonerde | 12,816 | 12,899 | B = 6,0295 |
| Eisenoxyd | 8,010 | 9,613 | C = 2,8809 |
| Titanoxyd | 1,391 | | |
| Eisenoxydul | 7,480 | 7,529 | D = 1,6711 |
| Kalkerde | 12,698 | 12,780 | E = 3,6345 |
| Magnesia | 4,954 | 4,986 | F = 1,9905 |
| Natron | 1,174 | 1,182 | G = 0,3053 |
| Kali | 0,577 | 0,581 | H = 0,0986 |
| Wasser | 0,241 | | |
| | 99,446 | 100,000 | |

Die in der Grundmasse dieser Lava ausgesonderten Mineralkörper, welche von mir besonders analysirt sind, besitzen folgende Zusammensetzung:

1) Feldspath:

| Kieselerde | 44,540 | â0.E | |
|------------|---------|--------------|----------|
| Thonerde | 33,862 | Maria 2 | = 2,9353 |
| Eisenoxyd | 1,159 | asse u | = 0,0647 |
| Kalk | 18,787 | 0.66 S - C | = 0,9304 |
| Magnesia | 0,220 | 6 | = 0,0153 |
| Natron | 0,775 | 800331 | = 0,0349 |
| Kali | 0,657 | 8 | = 0,0194 |
| | 100,000 | | |

2) die quantitative Analyse des lauchgrünen Augits, welche zwar nur mit einer sehr geringen Quantität reinen Materials ausgeführt werden konnte, ergab folgende Zahlen:

windows with with administration

LANGURANTE - TOURS

1981,09 + abidares

| | | | DOCUMENT CALL MANDER | ARTERIO SALDO |
|-----------------|-------------|---------|----------------------|---------------|
| | Kieselerde | 49,171 | 49,460 | |
| sind aus-den -8 | Thonerde | 7,326 | 7,369 | |
| | Eisenoxydul | 9,227 | 9,280 | |
| | Kalk | 20,576 | 20,696 | |
| | Magnesia | 13,119 | 13,195 | |
| | Wasser | 0,681 | | |
| | | 100,000 | 100,000 | |

Aus dieser Analyse berechnet man mit Berücksichtigung von pag. 187 2008768,1 + 100 FE,01 + 250.1 folgende Zahlen:

$$h = 1,8373$$
 $g = 0,2441$
 $\epsilon = 0,1559$
 $\theta = 0,4454$
 $t = 0,3987$
 $t = 0,3987$

3) Die Analyse des ausgesonderten Olivins ergibt die Zusammensetzung: 0 = 80000 -

40,134 Kieselerde 15,106 Eisenoxydul 44,760 Magnesia 100,000

Aus diesen Zahlen findet man: n = 0,1297 $\xi = 0.8703$

potental ter kleimsten

0 = 8t600.0 ---

Für die Zusammensetzung der Grundmasse der Thiorsá-Lava erhält man alsdann mit Rücksicht auf die eben mitgetheilten Analysen 8 Gleichungen:

| | | mit gen. El. ber. B | Beob. Ber. |
|---|---------|---------------------------------------|------------|
| 1 | xM | +1,8373z + y = 26,436 26,397 - | - 0,039 |
| 2 | 2,9353M | +0,2441z = 6,030 6,037 - | - 0,007 |
| 3 | 0,0647M | +3f=2,881 2,865 + | - 0,016 |
| 4 | | 0,1559z + 0,8703y + f = 1,671 1,739 - | - 0,068 |
| 5 | 0,9304M | +0,4454z = 3,635 3,846 - | - 0,211 |
| 6 | 0,0153M | +0,3987z + 0,1297y = 1,991 2,118 - | - 0,127 |
| 7 | 0,0349M | 0,305 | - 0,248 |
| 8 | 0,0194M | = 0,099 0,031 + | - 0,068 |

Aus der Fortsetzung der Rechnung ergibt sich, dass für y sowohl aus der Gleichung 4, wie auch aus 6 ein negativer Werth hervorgeht und dass dieses Gestein daher keinen Olivin enthalten kann. Es sind also aus den 8 Gleichungen, die 4 Elemente x, M, z, f nach der Methode der kleinsten Quadrate zu bestimmen.

Setzen wir als genäherte Werthe:

$$x = 10,34$$
 $z = 5,25$ $M = 1,62$ $f = 0,92$

so gelangt man zunächst zu folgenden 8 Fehlergleichungen:

Aus diesen 8 Fehlergleichungen gehen nach der Methode der kleinsten Quadrate die hier berechneten 4 Normalgleichungen hervor:

8 - 30.00-00.00

ERGIDATE TRADEBUT G

THE HERETHON - 4

Aus denselben bestimmt man durch Elimination: To More Month Jim machala

$$dx = + 0.2867$$
 $dM = + 0.0219$
 $dz = - 0.3549$ $df = + 0.0031$

Die verbesserten Elemente sind:

Mit denselben findet man schliesslich zwischen Rechnung und Beobachtung folgende Uebereinstimmung: , 184-810,0 R

| | Feldspath. | Augit. | Magneteisenst. | | Ber. | Beob. | Beob. Ber. |
|----|------------|--------|----------------|---|--------|--------|------------|
| 1) | 17,447 + | 8,994 | | = | 26,441 | 26,436 | |
| 2) | 4,820 + | 1,195 | | = | 6,015 | | + 0,015 |
| 3) | 0,106 + | | 2,769 | = | 2,875 | | + 0,006 |
| 4) | | 0,763 | + 0,923 | - | 1,686 | | - 0,015 |
| 5) | 1,528 + | 2,180 | 84.b.0 | = | 3,708 | | - 0,073 |
| 6) | 0,025 + | 1,952 | | | 1,977 | 1.2 | - 0,014 |
| 7) | 0,057 | | | | 0,057 | | + 0,248 |
| 8) | 0,032 | | | | | | + 0,067 |

Aus diesen partiellen Sauerstoffmengen ergibt sich zunächst die Richtigkeit unserer Rechnung, sodann auch der Grad der Uebereinstimmung zwischen der Beobachtung und der Theorie.

-197

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Grundmasse der Lava der Thiorsá findet man aus den eben mitgetheilten Zahlen folgendermassen:

| | Feldspath. | | Augit. | Magneteisenstein Ber. | Beeb. | Beob. Ber. |
|-------------|------------|---|--------|-----------------------|---------|------------|
| Kieselerde | 33,285 | + | 17,157 | = 50,442 | 50,430 | - 0,012 |
| Thonerde | 10,310 | + | 2,556 | = 12,866 | 12,899 | + 0,033 |
| Eisenoxyd | 0,354 | | | 9,240 = 9,594 | 9,613 | + 0,029 |
| Eisenoxydul | | | 3,438 | 4,159 = 7,597 | 7,529 | - 0,068 |
| Kalkerde | 5,372 | + | 7,667 | = 13,039 | 12,780 | - 0,259 |
| Magnesia | 0,063 | + | 4,888 | = 4,951 | 4,986 | - 0,035 |
| Natron | 0,222 | | | = 0,222 | 1,182 | + 0,960 |
| Kali | 0,188 | | | 0,188 | 0,581 | + 0,393 |
| | 49,794 | | 35,706 | -13,399 = 98,899 | 100,000 | |

Die Grundmasse der Thiorsálava besteht also aus:

49,794 Feldspath Augit 35,706 Larva sind, wie bereiks Magneteisenstein 13,399 Augil and Olivin ausgesondert, Um das Verhaltnis 98,899, zu sebnander zu sebnassez

Der hier auftretende Feldspath besitzt folgende procentische Zusammensetzung: ware lubbrecht zabnaglol subiew dudiforgens vin der alfadt dogingty

in der last komogenen

bemorkt Kryslalle von Pelds

Book, Month, Mer.

800,0 -- BELES

610.0 4- 080.0

80000 -- IRRS

3-10,0 - 178,t

850.0 - 380.8 -

\$100 - 100,t

848.0 + 608.0

Recht Room Ber.

\$30.0 - OSLOG

880:0 + 098:51

898:W + 618.0

380.0 - 895.7

955.0

1-1/2-131

Divil diewold Tob buy and

To by zerone in

nonlevi

ilaid

| Kieselerde | 66,846 | | | | |
|------------|---------|-------|---------|-----|--|
| Thonerde | 20,705 | 80,8 | TELL TO | 11 | |
| Eisenoxyd | 0,711 | 1,190 | | | |
| Kalk | 10,789 | | | | |
| Magnesia | 0,126 | 0.78 | | | |
| Natron | 0,446 | | | | |
| Kali | 0,377 | | | (0) | |
| Tā0;0 = | 100,000 | | | | |

und ist daher am nächsten mit dem glasigen Feldspath oder Sanedin verwandt, in welchem jedoch statt Kali in hervorragender Menge Kalkerde vertreten ist. Dieser Feldspath kann nur eine Mischung zweier verschiedener Feldspathe sein und entspricht einer Verbindung von 10,029 Anorthit und 89,980 Orthoklas.

Die Grundmasse der Lava der Thiorsá enthält so:

| Orthoklas | 44,805 | 45,300 | |
|------------------|--------|---------|----------------------|
| Anorthit | 4,994 | 5,049 | |
| Augit | 35,706 | 36,101 | |
| Magneteisenstein | 13,399 | 13,550 | FB.GTWhiston |
| | 98,904 | 100,000 | GRADE BY THE BENEFIT |

Der hier auftretende Augit hat die vorhin angegebene Zusammensetzung; der Magneteisenstein dagegen enthält: #85, P - - 880.0 BIGDUTLES

| 0.880 | | Eisenoxyd | 58,225 |
|-------|-------------|-------------|---------|
| | | Titanoxyd | 10,834 |
| | 000,001 -86 | Eisenoxydul | 30,941 |
| | | | 100,000 |

6.

The Grandian seem thought avallaged Theorem 1 and assembliant of C

- stienebile-i

In der fast homogenen grauen Grundmasse dieser Lava sind, wie bereits bemerkt Krystalle von Feldspath, so wie Körner von Augit und Olivin ausgesondert. Um das Verhältniss beider zu einander zu ermitteln ist von der Gesammtmasse der Lava eine vollständige quantitative Analyse theils von Dr. Uhrlaub theils von mir ausgeführt, welche folgendes Resultat ergeben hat:

ÜB. D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL. ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 201

| | Kieselerde | . Thonerde. | Eisenoxyd. | Titansäure. | |
|--------|--------------------------|-----------------------|------------|-------------|---------|
| | 1 49,898 | 13,704 | 16,601 | 1,714 | |
| | 2 49,566 | 13,783 | 15,379 | 1,111 | |
| | 3 49,555 | 13,232 | 15,438 | 1,670 | |
| Mittel | 49,673 | 13,573 | 15,806 | 1,498 | |
| | Kalk. | Magnesia. | Natron. | Kali. | Wasser. |
| 1 | 11,875 | 5,952 | 1,567 | 1,195 | 0,108 |
| 2 | 12,777 | 5,109 | | | 0,201 |
| 3 | 12,453 | 5,527 | | | 0,165 |
| 4 | Territores In the latest | Oleganor infiltreez e | | | 0,114 |
| Mittel | 12,368 | 5,529 | 1,567 | 1,195 | 0,147 |

Nach der Analyse von Uhrlaub ist in der Lava 7,792 Eisenoxyd enthalten. Das gesammte Eisenoxyd beträgt:

| | Fe | beob. | = 15,806 |
|-------------|----|---------------|----------|
| | Ëе | in Verbindung | = 7,792 |
| Fe auf | řе | zu reduciren | = 8,014 |
| Berechnetes | Fe | | = 7,213 |

Reducirt man ferner die beobachtete Titansäure auf Titanoxyd, so findet man als definitives Resultat der ganzen Analyse folgendes:

| | | Kieselero | le 49,673 | | |
|-------------|-------|--------------|---|---------|----------------|
| 177 19 L | | Mieseleic | TAX COLUMN TO THE PARTY OF THE | | |
| | | Thonerde | 13,573 | | |
| Calcolina . | | Eisenoxy | 7,792 | | CONTROL NOTE A |
| | | Titanoxy | d 1,131 | | |
| | | Eisenoxy | dul 7,213 | | |
| | | Kalk | 12,368 | | |
| | | Magnesia | ALI RUG | | |
| | 0.883 | Natron | 1,567 | | |
| | GOI. | Kali | 1,195 | | |
| | | Wasser | 0,141 | | |
| | | estyloddid m | 100,182 | Kin Hwe | |

Die wasserfreie auf 100 reducirte Verbindung, in welcher für Titanoxyd resultifications and amorganism Eisenoxyd substituirt ist, gibt folgende Zahlen:

Phys. Classe. X.

801.0

105:0

DUL:U

Tildnishite.

1.12.1

1.670

Jeiggwinenia.

RUN, MA

Billia HD

200 200

EB, E

01.0

GERRIE 6

E78.11 -1

Physis Christer X.

- TIT, 21 - 2

| Kieselerde | 49,590 |
|-------------|---------|
| Thonerde | 13,551 |
| Eisenoxyd | 9,031 |
| Eisenoxydul | 7,202 |
| Kalkerde | 12,347 |
| Magnesia | 5,521 |
| Natron | 1,565 |
| Kali | 1,193 |
| | 100,000 |

Aus der in derselben Weise wie vorhin ausgeführten Rechnung ergibt sich folgendes Resultat:

Die nach der Methode der kleinsten Quadrate verbesserten Elemente sind:

$$x = 9,6725$$
 and hyzometical elements of and analysis $M = 1,7033$ and alone $x = 4,9522$ and analysis $y = 0,4099$ and analysis of any $x = 0,8557$

Mit denselben berechnet man die mineralogische Zusammensetzung der Gesammtmasse der Thiorsá-Lava, nämlich:

| | Feldspath. | Augit. | Olivin. | FeFe | 1 | Ber. | Beob. |
|-------------|------------|------------|----------|----------------|------|-------|---------|
| Kieselerde | 31,595 - | + 17,356 + | - 0,782 | | = 49 | 9,733 | 49,590 |
| Thonerde | 10,695 - | + 2,586 | COVER TO | BUSTONI | = 13 | | 13,551 |
| Eisenoxyd | 0,368 | | + | 8,566 | | * | 9,031 |
| Eisenoxydul | | 3,478 + | 0,539 + | | | 7,872 | 7,202 |
| Kalkerde | 5,573 | 7,756 | | THE BELLEVILLE | | 3,329 | 12,347 |
| Magnesia | 0,065 | 4,946 + | 0.894 | | | 5,905 | 5,521 |
| Natron | 0,230 | | Contract | | 4- | 0,230 | 1,565 |
| Kali | 0,195 | | | HOTH | | 0,195 | 1,193 |
| | | - 36,122 + | 22151 | 19 191 | 7 | | 100,000 |
| | | 00,.~~ | 7-10 | 12,72 | 9 | 0,419 | 100,000 |

Nachdem der hier auftretende Feldspath in Orthoklas und in Anorthit zerlegt ist, ergiht sich schliesslich folgende quantitative mineralogische Zusammensetzung der Gesammtmasse der Thiorsá-Lava:

ÜB. D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL. ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 203

nldgdmi)

Millroith

Mugil

Divin

STOTE WILL

| Orthoklas | 40,195 40,521 |
|------------------|----------------|
| Anorthit | 8,242 8,308 |
| Augit | 36,122 36,410 |
| Olivin | 2,215 2,233 |
| Magneteisenstein | 12,421 12,527 |
| | 99,195 100,000 |

Diese Lava besteht also aus ihrer scheinbar homogenen Grundmasse und aus den in ihr liegenden porphyrartig ausgesonderten Krystallen oder krystallinischen Körnern von Feldspath, Augit, Olivin und Magneteisenstein. Das Verhältniss der Grundmasse zum ausgesonderten Theil lässt sich leicht berechnen.

Man gelangt nämlich mit Berücksichtigung der Zusammensetzung der Grundmasse und der Gesammtmasse zu folgenden Gleichungen:

| | Gesammtmasse. Grundmasse. |
|-----------|----------------------------------|
| Orthoklas | |
| Anorthit | 8,309 = 5,049u + W |
| Augit | 36,410 = 36,101u + W |
| Olivin | 2,233 = W" and of C |
| Magneteis | senst. $12,527 = 13,550u + W'''$ |

Der ausgeschiedene Theil wird mit Wo, W, u. s. w bezeichnet.

In demselben muss das Verhältniss von Anorthit zu Orthoklas bekannt sein, welches nach der Analyse pag. 196 sich wie 1:11 verhält. Wir haben alsdann:

$$11W^0 = W$$

Alan mineble vormibun, duss die Grundannssa, welche den hanenelesen-Die weitere Rechaung ergibt:

-newhor onite nearsent news -

build geringers dimidilation

wie-das Lugsere Ansehou

stedons

$$W^0=0.348$$
 $W=3.831$ $W=3.831$ $W'=4.395$ $W'=4.395$ $W''=2.233$ $W''=2.233$ $W''=0.513$ $W'''=0.513$ $W'''=0.513$ $W'''=0.8868$

Aus diesen Zahlen findet man das Verhältniss der Grundmasse zum porphyrartig ausgesonderten Theil, nämlich:

kende Zusamendusekziteg, inoren

von Ordboudne beiggemische sind:

diesen Feldspalls is weilsen

| Gesammtmasse. Grundmasse. Ausgeschieden. | Gesammtmasse. Grundmasse. Ausgeschieden. | | | |
|--|--|--|--|--|
| Orthoklas $40,521 = 40,170 + 0,351$ | | | | |
| Anorthit 8,309 = 4,478 + 3,831 | | | | |
| Augit $36,410 = 32,015 + 4,395$ | | | | |
| Olivin $2,233 = 2,233$ | | | | |
| Magneteisenst. $12,527 = 12,014 + 0,513$ | | | | |
| 100,000 = 88,677 + 11,323 | | | | |

Die Grundmasse der Lava verhält sich daher zu dem porphyrartig ausgesonderten Theil wie 88,677: 11,323 oder nahe zu wie 8: 1.

Aus diesen Untersuchungen ergeben sich folgende Endresultate:

- 1) die Thiorsá-Lava enthält zwei verschiedene Feldspathe, Anorthit und Orthoklas, welche sich etwa im Verhältnis von 1:5, mit einander verbinden. Fast die Hälfte des erstern liegt in der Grundmasse in ausgesonderten Krystallen. Wir erblicken darin eine Analogie mit manchen ältern krystallinischen Gesteinen, z. B. mit den Finnländischen Rapakivigraniten, den Graniten vom Riesengebirge und Mont Blanc u. s. w.
- 2) Die Grundmasse ist frei von Olivin, der sich in Körnern ausgeschieden hat. Es ist dieses wohl mehr eine zufällige Erscheinung, da wir in dem folgenden Beispiel sehen werden, dass in der Grundmasse anderer Laven bedeutende Quantitäten von Olivin vorhanden sind.
- 3) Die Grundmasse enthält fast den ganzen Magneteisenstein und Orthoklas und etwa 4 des Augits.

Man möchte vermuthen, dass die Grundmasse, welche den Magneteisenstein und die kieselerdereichern Silicate enthält, früher als der phorphyrartig ausgesonderte Theil erstarrt sei.

Der ausgeschiedene Anorthit zeigt nach mehreren Analysen eine schwankende Zusammensetzung, indem ihm bald grössere, bald geringere Quantitäten von Orthoklas beigemischt sind; auch die Farbe, wie das äussere Ansehen dieses Feldspaths ist wechselnd; einige Krystalle desselben sind hell und durchsichtig, andere sind gelblich, noch andere milchweiss gefärbt. Ausser der bereits mitgetheilten führe ich noch zwei andere von Dr. Uhrlaub ausgeführte Analysen dieses Feldspathes an:

| Feldspath | milchweiss. | Feldspath durchsichtig |
|------------|-------------|------------------------|
| Kieselerde | 48,637 | 54,401 |
| Thonerde | 32,995 | 28,501 |
| Kalk | 18,234 | 16,197 |
| Magnesia | 0,210 | 0,225 |
| Wasser | 0,137 | 0,140 |
| | 100,213 | 99,467 |

7.

Wir lassen ferner ein zweites vollständiges Beispiel folgen, welches die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Lava von Odadahraun am Ufer des Scalfandeslich in Island zeigt. Diese Lava ist der vom Ufer der Thiorsá ausserordentlich ähnlich; in einer aschgrauen fast homogenen Grundmasse liegen weisse Feldspathskrystalle und Körner von lauchgrünem Augit und von gelblichgrünem Olivin. Die chemische Zusammensetzung der drei ausgesonderten Mineralkörper ist nach meinen Untersuchungen folgende:

| | Augit. | Olivin. | Feldspath. |
|-------------|---------|---------|------------|
| Kieselerde | 51,130 | 39,722 | 46,667 |
| Thonerde | 4,403 | | 33,448 |
| Eisenoxyd | | | 0,755 |
| Eisenoxydul | 4,490 | 11,816 | |
| Kalk | 23,746 | | 18,693 |
| Magnesia | 16,231 | 48,462 | 0,437 |
| | 100,000 | 100,000 | 100,000 |

Die aus diesen Analysen berechneten Constanten sind:

| $h = 1,9026$ $\eta = 0,1194$ | $\lambda = 2,9553$ |
|------------------------------|------------------------|
| $g = 0.1461$ $\xi = 0.8806$ | $\mu = 0.0447$ |
| $\varepsilon = 0.0700$ | $\alpha = 0,9700$ |
| $\theta = 0,4746$ | $\mathcal{E} = 0,0300$ |
| k = 0.4554 | |

Die Analyse der Grundmasse der Lava von Scalfandeslich, welche Herr Dr. Uhrlaub auszuführen die Güte hatte, besitzt folgende Zusammensetzung: all-III and the

Ricestlerds

Dexumes 2

| Kieselerde | 51,623 |
|-------------|---------|
| Thonerde | 16,163 |
| Eisenoxyd | 8,794 |
| Titanoxyd | 0,610 |
| Eisenoxydul | 3,700 |
| Kalkerde | 12,475 |
| Magnesia | 7,353 |
| Wasser | 0,061 |
| | 100,778 |

Es ist nicht unberücksichtigt zu lassen, dass die Trennung von Eisenoxyd und von Eisenoxydul, nur auf den in Chlorwasserstoff löslichen Theil der Lava sich bezieht, während das im Augit enthaltene Eisenoxydul erst nach dem Aufschliessen durch Alkalien in Lösung gebracht und schliesslich als Eisenoxyd bestimmt wird. Die in der eben mitgetheilten Analyse gefundene Menge von Eisenoxyd ist daher zu gross, die vom Oxydul zu klein; die nöthige Correction lässt sich jedoch folgendermassen leicht in Rechnung Bredglegalfills. bringen.

Mit Rücksicht auf die bereits angegebene Bezeichnung findet man aus den Gleichungen 2) und 5)

$$z = \frac{\lambda E - \alpha B}{\lambda \theta - \alpha g}$$

Substituirt man aus der eben angeführten Analyse die Werthe von Bund E, so findet man z = 2,5025.

Aus den Gleichungen:

$$0.0447M + 0.0700z + 3f = 2.636$$

 $0.8806y + f = 0.821$

ergeben sich die beiden für Eisenoxyd und Oxydul verbesserten, nämlich:

$$0.079.0 = 0.0447M + 3f = 2,4603$$

$$0,07000\frac{z}{3} + 0,8806y + f = 0,8794$$

Daraus ergibt sich das corrigirte Eisenoxyd = 8,210 das corrigirte Eisenoxydul = 3,962 THUNK HELPSHAMING WATER

ÜB. D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL. ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 207

Reducirt man endlich Titanoxyd auf Eisenoxyd, so gibt die obige Analyse der Grundmasse der Lava vom Scalfandeflioth folgende definitive Zahlen:

Beer Magnielleisuns

SimoundT.

| | 17: | | 2000 | - 888.71 | |
|--------------------------|--------------------------|---------|------|----------|----------------|
| | Kieselerde | 51,384 | | | |
| | Thonerde | 16,089 | | | Eisenousyd |
| -160,0 - BIRE - MRS. | Eisenoxyd | 8,845 | | | |
| | Eisenoxydul | 3,945 | | | |
| GG1,U-1- W1FF W1F1 | Kalk | 12,418 | | | |
| | Magnesia | 7,319 | | | |
| done difference contains | | 100,000 | | | |
| Den Gleichungen | Con the Republication of | | | | ofensuine with |

the court tereconnect ment areas

$$xM + hz + y = 26,937$$

 $xM + gz = 7,520$
 $\mu M + 3f = 2,650$
 $+ \varepsilon \frac{z}{3} + \eta y + f = 0,876$
 $\alpha M + \theta z = 3,531$
 $\varepsilon M + kz + \xi y = 2,890$

genügen nach der Methode der kleinsten Quadrate die definitiven Elemente:

$$x = 8,3766$$
 $M = 2,4179$
 $z = 2,5390$
 $y = 1,8518$
 $f = 0,8222$

Mit denselben ergibt sich zwischen Rechnung und Beobachtung folgende Uebereinstimmung:

| Beob. | Berechn. | Beob. Ber. |
|--------|----------|------------|
| 26,937 | 26,939 | - 0,002 |
| 7,520 | 7,517 | + 0,003 |
| 2,650 | 2,575 | + 0,075 |
| 0,876 | 1,102 | - 0,226 |
| 3,531 | 3,550 | - 0,019 |
| 2,890 | 3,860 | + 0,030 |

Schliesslich findet man aus den Elementen die quantitative mineralogische Zusammensetzung, nämlich:

Augit Olivin Magneteisenstein Ber. Beob. Beob. Ber. Feldspath Kieselerde 38,641 + 9,215 + 3,533 = 51,389 51,384 - 0,00515,288 + 0,793 = 16,081 16,089 + 0,008Thonerde 0,360 Eisenoxyd +8,232 = 8,592 8,845 + 0,253Eisenoxydul 0,197 + 0,996 + 3,703 = 4,896 3,945 - 0,9518,248 + 4,238 = 12,486 12,418 - 0,068Kalkerde 0,183 + 2,897 + 4,086= 7,166 7,319 +0,153Magnesia 62,720 + 17,340 + 8,615 + 11,935 = 100,610 100,000

Zerlegt man den Feldspath in Anorthit und Orthoklas, so ergibt sich die mineralogische Zusammensetzung der Grundmasse der Lava von Scalfandeflioth folgendermassen:

| Anorthit | 19,259 | 19,14 |
|------------------|---------|--------|
| Orthoklas | 43,461 | 43,20 |
| Augit | 17,340 | 17,24 |
| Olivin | 8,615 | 8,55 |
| Magneteisenstein | 11,935 | 11,87 |
| | 100,610 | 100,00 |

Beide hier vorkommenden Feldspathe enthalten nur Kalk und Spuren von Magnesia, aber keine Alkalien, ihre Zusammensetzung berechnet man also:

| | Anorthit | Orthoklas |
|------------|----------|-----------|
| Kieselerde | 43,384 | 69,684 |
| Thonerde | 35,948 | 19,248 |
| Eisenoxyd | 0,847 | 0,455 |
| Kalkerde | 19,395 | 10,385 |
| Magnesia | 0,426 | 0,228 |
| | 100,000 | 100,000 |

Mill demuebben orgi

L'elmercinslitemmung:

Der Magneteisenstein zeigt folgende Zusammensetzung:

63,70 Eisenoxyd 5,14 Titanoxyd 31,16 Eisenoxydul 100,00

signoferrough avilation our sib material 8. som sur tabalt dolle-cities?

Ganz in derselben Weise haben wir die quantitative mineralogische

ÜB, D. BERECHN, D. QUANTIT, MINERAL, ZUSAMMENS, D. KRYSTALL, GESTEINE. 209

Zusammensetzung der Gesammtmasse dieser Lava berechnet, deren Endresultat hier nur angeführt sein mag: 16.06 816.06 obasissi

Die Zusammensetzung der Gesammtmasse von Dr. Uhrlaub und von mir analysirt, gab folgendes Resultat:

| Table - | U. | SvW. | Mittel. | |
|-------------|---------|-----------|--------------------|--|
| Kieselerde | 51,416 | 49,616 | 50,516 | |
| Thonerde | 16,009 | 16,614 | 16,312 | |
| Eisenoxyd | 7,995 | 9,524 | 8,759 | |
| Titanoxyd | 0,388 | 0,388 | 711 0,338 HAY V BE | |
| Eisenoxydul | 3,442 | 4,004 | 3,723 | |
| Kalkerde | 13,258 | 13,263 | 13,260 | |
| Magnesia | 7,136 | 6,945 | 7,040 | |
| | 99,644 | = 100,354 | 99,998 | |
| | Y 28 28 | 58.00 | | |

Indem man die Rechnung wie vorhin durchführt, erhält man für die nach der Methode der kleinsten Quadrate verbesserten Elemente:

$$x = 7,9556$$

In the control of the

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Gesammtmasse der Lava vom Scalfandeflioth ergibt sich alsdann:

| -blad han Ron Anorthit | 21,549 | 21,60 |
|--------------------------------|--------|--------|
| Orthoklas | 39,712 | 39,82 |
| Augit | 20,391 | 20,45 |
| Olivin | 7,325 | 7,35 |
| Magneteisenstein | 10,755 | 10,78 |
| manobnadany mab anton dolly or | 99,732 | 100,00 |

Hatarial oing broughbure Analyse autsafinden; es unierliegt jeduch keinera Zwischen der beobachteten und der mit den Elementen berechneten Analyse findet man folgende Unterschiede: diverse dening should settle with

Phys. Classe. X.

Analyso der Gesmanl-

burechast

: Seis W ash

Theil des Alagmensiensteins val

spoth sind in beiden boven of

loù wittle gem -nuch-ek

stants made Indexagna stricts

du Berng auf den Offvin ist ve

misses alle Bestmanner dur illustuden

ausgesondertim Thoft oin wegnitiver W

Wenn ancen Alwin, dood-judenlanks positi

sich mit Bernok

Zusammensetzr

Mer nur and

wife annalysing,

mam mahn!

Phys. Charten J.

der diethouse der

4-00.133S

| | arechnel, derun | Beob. | Berechn. | Beob. Ber. |
|---------|-----------------|--------|----------|------------|
| | Kieselerde | 50,518 | 50,511 | + 0,007 |
| | Thonerde | 16,299 | 16,327 | - 0,026 |
| nov min | Eisenoxyd | 8,485 | 7,781 | + 0,704 |
| | Eisenoxydul | 4,032 | 5,079 | - 1,047 |
| | Kalk | 13,247 | 13,119 | + 0,128 |
| | Magnesia | 7,034 | 6,952 | + 0,082 |
| | | 99,614 | 99,769 | |

Das Verhältniss zur Grundmasse zum ausgeschiedenen Theil berechnet sich mit Berücksichtigung der Feldspath-Analyse pag. 205 in folgender Weise:

| - DMS: 64 | Gesammtm. | Grundm. A | lusgesch. |
|----------------|------------|-----------|-----------|
| Orthoklas | 39,82 = | = 38,72 + | 1,10 |
| Anorthit | 21,61 = | 17,21 + | 4,40 |
| Augit | 20,44 | 15,45 + | 5,00 |
| Olivin | don 7,35 = | 7,66 | 0,31 |
| Magneteisenst. | 10,78 = | = 10,64 + | 0,14 |
| | 100,00 | 89,68 | 10,94 |

Im Bezug auf den Olivin ist vermuthlich in der Analyse der Gesammtmasse die Bestimmung der Magnesia etwas zu gering ausgefallen, da für den ausgesonderten Theil ein negativer Werth gefunden wird; diese Grösse hätte wenn auch klein, doch jedenfalls positiv sein müssen.

Das Verhältniss der Grundmasse zum ausgesonderten Theil verhält sich bei dieser wie bei der Thiorsá-Lava nahezu wie 8: 1. Der bei weiten grösste Theil des Magneteisensteins ist in der Grundmasse enthalten. Augit und Feldspath sind in beiden Laven etwa in gleicher Weise ausgeschieden.

9. 65 E.T. 19. 65

Ich würde gern noch ein Beispiel der Berechnung eines Leuzitophyrgesteins angeführt haben, doch war es mir nicht möglich unter dem vorhandenen Material eine brauchbare Analyse aufzufinden; es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass nach geringer Modification unserer Gleichungen (siehe pag. 191) diese Aufgabe ebenso leicht wie die bereits mitgetheilten gelöst werden

könnte. Zum Schlusse dieser Untersuchungen mögen noch einige allgemeine Betrachtungen über die Berechnung der Gesteinsanalysen hier Platz finden.

Wir haben aus dem Vorhergehenden ersehen, mit Berücksichtigung der Zusammensetzung des Feldspaths aus Anorthit und Orthoklas, dass zur Bestimmung eines jeden Mineralkörpers eine unbekannte Grösse erforderlich ist.

Sind in einer unserer Aufgaben bei 7 Gleichungen 5 Mineralkörper zu bestimmen, so sind zwei überschüssige Gleichungen vorhanden, die zur wahrscheinlichsten Bestimmung der 5 Elemente nach der Methode der kleinsten Quadrate hinzugezogen werden können.

Findet man wegen der längern Rechnung Bedenken die Methode der kleinsten Quadrate in Anwendung zu bringen, so wird es nicht schwer halten sich Elemente zu verschaffen, welche nahezu genügen, und schlieslich nur sehr kleiner Correctionen bedürfen würden. Eine Rechnung dieser Art ist alsdann in einer bis zwei Stunden bequem auszuführen.

Doch ist es jedenfalls von grossem Interesse für die Beurtheilung des Grades der Zuverlässigkeit unserer Aufgabe möglichst viele Bedingungsgleichungen aufzustellen, denen Genüge geleistet werden muss. Mehrere allerdings noch näher zu prüfende Methoden werden dabei in Betracht kommen.

Zuerst können die verschiedenen Mineralkörper eines krystallinischen Gesteines, in bereits üblicher Weise in einen in Chlorwasserstoffsäure löslichen und unlöslichen Theil von einander getrennt und besonders analysirt werden, dabei ist jedoch Folgendes zu berücksichtigen:

In den Laven und in den neueren krystallinischen Gesteinen, welche wir soeben genauer betrachtet haben, werden Olivin, Leuzit, Sodalit und Magneteisenstein in der Wärme von mässig concentrirter Chlorwasserstoffsäure schon nach wenigen Stunden vollständig gelöst und zersetzt sein. Der Augit dagegen, wenn er sich nicht im Zustande der Verwitterung befindet, wird nach meinen Erfahrungen auch von concentrirter Säure selbst nach mehreren Tagen nicht im Geringsten angegriffen. Anders verhält es sich mit den Feldspathen von einem etwa 55 Procent übersteigenden Kieselerdegehalte. Diese werden nur langsam und sehr unvollständig zersetzt, je nachdem die Säure schwächer oder kräftiger ist, je nachdem sie längere oder kürzere Zeit einwirkt. Beide Theile, der lösliche wie der unlösliche werden daher Feldspath ent-

halten, der für jeden besonders in Rechnung zu bringen ist. In dem in Säure löslichen wird der Anorthit, im unlöslichen der Orthoklas vorherrschen, beide in entsprechender Weise summirt, werden den im zu untersuchenden krystallinischen Gestein befindlichen Feldspath repräsentiren.

Im löslichen Theil werden aus 7 Gleichungen 4 unbekannte nämlich x, M, y, f, im unlöslichen aus 7 Gleichungen 3 unbekannte Grössen, x, M, z, zu ermitteln sein. Fügt man ferner eine Gesammtanalyse beider Theile hinzu, so würden noch 7 neue Bedingungsgleichungen gewonnen, so dass aus 21 Gleichungen 7 unbekannte Grössen zu bestimmen wären. Eine zweite Methode besteht darin, f direct zu beobachten, indem über eine abgewogene Quantität feingeriebener Lava in einem zum Glühen erhitzten Porzellanrohr zuerst Wasserstoff, dann Sauerstoff geleitet und in beiden Versuchen die Gewichts-Abnahme und Zunahme ermittelt wird.

alsoluted in einer bis awei Singered harpen massain bronds.

Doch ist as jadehills von grossen bloresso im die Beurtheilung des

Es ist zunächst einleuchtend, dass von der Grösse der Cöfficienten μ , λ , α , ε für den Feldspath h, g, ε , θ , k, für den Augit; η , ξ für den Olivin u. s. w. die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Lava abhängt.

Betrachten wir einen einfachen Fall, z.B. die Zusammensetzung einer Lava, in welcher kein Olivin vorkömmt, so erhalten wir wie vorhin folgende 7 Gleichungen:

Ferner wie oben $h + \frac{2}{3}g = 2$ und $\varepsilon + \theta + k = 1$.

Ist die Zusammensetzung des Feldspaths durch λ , μ , α , ε geg eben, so kann man aus den 7 Gleichungen durch Elimination x, M, z, h, ε , θ und f bestimmen, d. h., die Zusammensetzung und Quantität des Augits und des Magneteisensteins ergeben sich durch die Rechnung. Die Grössen μ und ε

ÜB. D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 213 sind immer sehr klein öfter = 0 und können im Allgemeinen vernachlässigt werden. Die Kalkbestimmung des Feldspaths oder die Festsetzung der Grösse α wird daher ausser der Gesteinsanalyse für die quantitative mireralogische Zusammensetzung vollkommen genügen.

Sodann haben wir darauf aufmerksam zu machen, dass wenn einmal die Grössen A, B, C u. s. w. durch die Analyse gegeben sind, sowohl Augit wie Feldspath, welche Werthe auch für die Coefficienten h, g, ε , θ , k und a gewählt werden, gewisse Grenzen nicht überschreiten können. Die obere Grenze für den grössten Werth von x wird erreicht, wenn $\alpha = \xi = 0$ und daher M = K wird. Der Feldspath, welcher unter dieser Voraussetzung nur Natron und Kali enthält, bekömmt seiner Quantität nach den kleinsten, der Augit den grössten Werth.

Für diese obere Grenze gelten alsdann folgende Gleichungen:

$$R = \mu K + 3 (D + E + F) - C$$

$$x = \frac{3A - hR}{3K}, \quad z = \frac{R}{3}, \quad h + \frac{2}{3}g = 2, \quad g = 3(\frac{B - \lambda K}{R}),$$

$$\varepsilon = \frac{\mu K - 3D - C}{R}, \quad \theta = 3\frac{E}{R}, \quad k = 3\frac{F}{R}, \quad f = \frac{C}{3} - \mu \frac{K}{3}$$

Die untere Grenze in welcher x den kleinsten Werth erreicht, während die Quantität des Feldspaths am Grössten, die des Augits am Kleinsten wird, findet sich für h=2 und g=0.

Alsdann ergibt sich:
$$T = \lambda (D + E + F - f) - (\alpha + \beta)B$$
; ferner:
$$M = \frac{B}{\lambda}, \quad x = \frac{\lambda A - 2T}{B}, \quad z = \frac{T}{\lambda}, \quad \varepsilon = \frac{(D - f)}{T}\lambda \quad \theta = \frac{\lambda (E + K) - \alpha B}{T},$$

$$k = \lambda \frac{(F + K) - \beta B}{T}, \quad \text{und } f = \frac{C}{3} - \frac{\mu}{3\lambda} B$$

Die quentilative mineralogie in Affantamenschwing-herschnet min, was die-

Aus den beiden Gleichungen von f geht hervor, dass der Gehalt des Magneteisensteins einen nahezu constanten Werth annimmt, welches auch das Verhältniss vom Augit zu Feldspath sein mag.

-huive malanially mo

Nach der bereits mitgetheilten Analyse der Grundmasse der Thiorsá-Lava haben wir beispielsweise: riofact deb researc det brive a

edesigners an evaluation of
$$A \stackrel{!}{=} 26,436$$
 alors of the normal being a $B = 6,030$ and some solution and substantially solution $B = 6,030$ and solution and the solution of the solution of the solution $C = 10,2,881$ and the solution of the solution

Nulrium und den den der the mant beemer thundlen den der der Sodann ist $\lambda = 2,9353$, $\mu = 0,0647$, $\alpha = 0,9304$, $\zeta = 0,0153$.

Aus den eben angeführten Formeln berechnet man alsdann für jene beiden Grenzen folgende Zahlen: 祖士四年中国中国

daker M = M wird. Dur Teldspulle, welcher unier dieser Noraussetzung unr

Obere Grenze
$$x = 42,013$$
 $x = 8,5465$
 $M = 0,404$ $M = 2,0543$
 $x = 6,345$ $x = 4,4383$
 $x = 0$ $x = 0,9304$
 $x = 0,0153$
 $x = 0,7634$ $x = 0,1701$
 $x = 0,5729$ $x = 0,4794$
 $x = 0,9516$ $x = 0,9160$
 $x = 19,036$ $x = 13,028$

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung berechnet man aus diesen Zahlen für die obere Grenze folgendermassen: Aus den heiden Gleichwargen-von aucht hervor, dess der Gehalt des

Harmonite estate estate nather to work within white with the Harmon Harmon and the state of the Harmonite with the state of the

Verhiebliese vom Argell en Poldspell erin mage

Mit diesen Zahkan berechnet man die quantitative mineralogische Zusam-Die quantitative mineralogische Zusammensetzung wird alsdann:

Feldspath 36,578 est, or = Augit 49,420 Magneteisenstein 13,813 208,81 == 99,811 810.8 = 80E.8 +

Wieseler de

abramon F

brzzonneid

Es ist mehr als zweifelhaft, dass ein Feldspath wie der eben berechnete existire, nehmen wir dagegen in den Laven als äussersten Werth x=12statt x = 42,0 an, so wäre in der Verbindung, welche die obere Grenze bezeichnet, neben dem Orthoklas noch freier Quarz vorhanden und zwar in folgendem Verhältniss mit den drei übrigen Mineralkörpern verbunden:

655.7 = 681.4 + OFF.8 + Inbracomeia

Feldspull

Hinre brive tembre Quarz dec. 8 = 23,142 up oil propert erglan eib with Orthoklas muse 13,436 and man avdetilmen abasslel dois 49,420 Augit Magneteisenst. 13,813 99,811 Eisenexyd 0.443 - 9.170 = 9.613

Da indess in keiner unzersetzten Lava ausgeschiedener Quarz beobachtet wird, so folgt daraus, dass die für die obere Grenze berechneten Werthe von $h, g, \varepsilon, \theta, k$ nicht erreicht werden können.

Setzen wir für x = 12, so findet man durch Elimination aus obigen 7 Gleichungen (pag. 212) für die 7 Unbekannten folgende Werthe:

Daraus finden sich ferner:

$$816g$$
 = 0,3507 816,0 816,0 4 876,08

Mit diesen Zahlen berechnet man die quantitative mineralogische Zusam-Die quantitative mineralogische Zusammensetzung wird alsdannignustesnem

| A STATE OF THE PARTY OF T | | | | | | | | |
|--|------------|---------------|--------------|------------|-----------|----------|--------|-----------|
| | | Feldspath | 3.06 Au | igit. Mag | neteisens | tein. | | |
| | Kieselerde | 32,380 | + 18, | 049 | RUBE | = 5 | 50,429 | |
| | Thonerde | 8,883 | 4 | 019 salata | | = 1 | 12,902 | |
| | Eisenoxyd | 0,305 | B.EB. | + | 9,308 | = | 9,613 | |
| | Eisenoxydi | ıl | + 3 | ,340 + | 4,189 | = | 7,529 | |
| edunete | Kalkuda | ob siv 3,478 | + 9 | ,229 | | | 12,707 | |
| 21 = 1 | Magnesia | BIBTER 0,054 | + 14 | ,988 | | = | 5,042 | wishire, |
| Grenze . | Natron oib | 1,189 | e e biendu u | | BYLBYY 1 | = | 1,182 | |
| -fii may | Kalim meh | ned toy 0,581 | lreier (| as moch. | DiodiriO | (Tage is | 0,581 | exciennet |
| | :nebnudan: | 46,86 | 3 + 39 | ,625 + | 13,497 | | 99,985 | mohnagle |
| | | | | | | | | |

Für die untere Grenze, die durch x = 8,5465 bezeichnet wird ergibt sich folgende quantitative mineralogische Zusammensetzung:

| | Feldspath. | Augit. | Magneteisenstein | |
|-------------------------|---------------|---------------|------------------------|--------|
| Kieselerde | 32,384 | + 18,045 | regions = | 50,429 |
| Thonerde | 12,899 | | | 12,899 |
| Eisenoxyd | 0,443 | | + 9,170 = | 9,613 |
| Eisenoxydul | DESCRIPTION F | + 3,402 | + 4,127 = | 7,529 |
| malk Kalk | 5,694 | + 7,087 | with the second second | 12,781 |
| Magnesia | 0,078 | + 4,908 | anna Idainanna Ida | 4,986 |
| Natron | 1,054 | | | 1,054 |
| Toppide sunKalilanimila | 0,518 | n-lebuil- ne. | 1 S. E. S. 11 B | 0,518 |
| and Weethn: | 53,070 | + 33,442 | + 13,297 = | 99,809 |

balw

h. g.

Gleiv

ÜB· D. BERECHN. D. QUANTIT. MINERAL. ZUSAMMENS. D. KRYSTALL. GESTEINE. 217

Stellen wir die Resultate unserer Rechnung zusammen, so erhalten wir diese Uebersicht:

| | | all madowiwa Lesia | In wellowes Verlin | Magneteisenstei |
|----------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| ideg anghaovaxi | = 42,013 | x = 12 | x = 10,6267 | x = 8,2644 |
| Feldspath | 36,578 | 46,863 | 49,794 | 53,070 de |
| Augit | 49,420 | 39,625 | 35,706 | 33,442 |
| Magneteisenstein | 13,813 | 13,497 | 13,399 | 13,297 |
| -laco Ros ni-m | Permila Builde | Feldspath II. | BENAME DESMINE LES | ingon -odiseni |
| Kieselerde | 88,535 | 69,096 | 66,846 | 61,021 |
| Thonerde | 6,931 | 18,956 | 20,705 | 24,306 |
| Eisenoxyd | 0,283 | 0,647 | 0,711 | 0,835 |
| Kalk | | 7,423 | 10,789 | 10,729 |
| Magnesia | | 0,115 | 0,126 | 0,147 |
| Natron | 2,882 | 2,523 | 0,446 | 1,986 |
| Kali | 1,414 | 1,240 | 0,377 | 0,976 |
| | dionedin | Augit III. | Andrew a street | |
| x = | = 42,013 | | x = 10,6267 | r = 8,2644 |
| Kieselerde | 36,515 | 45,551 | 49,460 | 53,959 |
| Thonerde | 20,973 | 10,143 | 7,369 | - Indiana gound sold |
| Eisenoxydul | 6,560 | 8,429 | 9,280 | 10,173 |
| Kalk | 25,862 | 23,291 | 20,696 | 21,190 |
| Magnesia | 10,090 | 12,586 | 13,195 | 14,678 |
| A LES DESITION , RIVER 150 | KASI WATER SATER STATE | Magneteisenstein | IV. | DINE DENE SHOENED |
| | 13,813 | 13,497 | 13,399 | 13,297 |
| | | | N S Z D EFREIGH | |
| | | 12. | | |

Durch diese Untersuchung gelangen wir zu folgenden Schlussbetrachtungen: Die analysirte Lava als quarzfreies Gestein kann daher nur einen zwischen den Grenzen x=12 und x=8,5465 liegenden Feldspath enthalten, der nach mineralogischem Sprachgebrauch zwischen Orthoklas und Oligoklas hin und her schwankt, welche Zusammensetzung auch der Augit innerhalb des ihm angewiesenen Spielraumes annehmen mag. Aus III geht der Spielraum der Augitzusammensetzung hervor, wonach der Kieselerdegehalt nicht unter 45,551

Phys. Classe. X.

herabgedrückt und nicht über 53,959 erhöht werden kann. Bei dem kleinsten Werthe für die Kieselerde wird die Thonerde bis 10,143 steigen. Dass der Magneteisenstein, welches Verhältniss zwischen Feldspath und Augit stattfindet, immer nahe zu denselben Werth beibehält, ist bereits bemerkt worden, geht aber auch aus den Zahlen unter IV augenscheinlich hervor.

In den vulkanischen Gesteinen, soweit ich dieselben zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist die Zusammensetzung des Augits und Olivins für ein und dieselbe Localität nahezu constant, sodass kleine Veränderungen in den Coefficienten h, g, ε , θ , k, η , ξ auf das Endresultat, auf die quantitative mineralogische Zusammensetzung des Gesteins, keinen wesentlichen Einfluss ausübt. Doch auch in verschiedenen Gegenden z. B. in Island am Aetna, am Vesuv ist die Zusammensetzung sowohl der Augite wie der Olivine für dieselbe Farbe des Minerals ziemlich dieselbe. Magnesia

Der Augit von lauchgrüner Farbe von einigen europäischen Vulkanen zeigt folgende Zusammensetzung:

| Kieselerde | Aetna a. 50,012 | Aetna b. 50,55 | Thiorsá. 49,460 | Scalfandeflioth. 51,130 | Vesuv. 50,90 |
|-------------|--------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| Thonerde | 5,256 | 4,85 | 7,369 | 4,403 | 5,37 |
| Eisenoxydul | 10,813 | 7,96 | 9,280 | 4,490 | 6,25 |
| Kalk | 18,565 | 22,29 | 20,696 | 23,743 | 22,96 |
| Magnesia | 14,834 | 13,01 | 13,195 | 16,213 | 14,43 |

Die Analyse des atnäischen Augits (b) und die vom Vesuv, sind von Kudernalsch, die andern von mir ausgeführt worden. Der Mittelwerth aus allen ist:

inostr

Elemin.

A SEEMED BYAT

| Kieselerde | 50,62 |
|-------------|--------|
| Thonerde | 5,47 |
| Eisenoxydul | 7,79 |
| Kalk | 21,73 |
| Magnesia | 14,39 |
| | 100.00 |

ned-silva denie une Tedor dana inesen 100,00 senon elu regul alrisylaca nill Die schwarzen Augite, wie sie in vielen Laven des Aetna und des Stromboli auftreten, enthalten bei einem etwas geringern Kieselerde-Gehalte mehr Eisenoxydul und Thonerde.

Der schwarze Augit der Eruption des Aetna von 1669 zeigt folgende

| Erroni in the Beinghill, | Kieselerde | 47,618 | |
|--------------------------|-------------|--------|--|
| | Thonerde | 6,737 | |
| | Eisenoxydul | 11,600 | |
| | Kalk | 20,866 | |
| | Magnesia | 12,894 | |
| | Wasser | 0.285 | |

0,285 Auch die Olivine des Aetna besitzen unter einander verglichen, eine sehr ähnliche Zusammensetzung.

In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Werthe von h, g, ϵ , θ , k, soweit sie für unsere Untersuchungen Interesse haben zusammengestellt:

| O == : OTHO: OTHOR AND ALLO | h | g | 3 | θ | k |
|--|--------|--------|------------|--------|--------|
| Augit für $x = 8,5465$; untere Grenze | 2 | 0 | 0,1701 | 0,4794 | 0,3505 |
| Augit vom Scalfandeflioth | 1,9026 | 0,1461 | 0,0700 | 0,4746 | 0,4554 |
| Augit lauchgrün, Mittelwerth von Is- | | | No. of the | | |
| land, Vesuv, Aetna | 1,8792 | 0,1810 | 0,1261 | 0,4525 | 0,4208 |
| | | | | 0,4345 | |
| Augit Thiorsá | 1,8373 | 0,2441 | 0,1559 | 0,4454 | 0,3987 |
| Augit $x=12$ | 1,7662 | 0,3507 | 0,1384 | 0,4899 | 0,3717 |
| Augit $x = 42,013$ | 1,4912 | 0,7634 | 0,1134 | 0,5729 | 0,3137 |

Aus diesen Zahlen und mit Berücksichtigung der allgemeinen vorhin aufgestellten Gleichungen geht hervor, dass wenn in einer Lava, deren quantitative mineralogische Zusammensetzung berechnet werden soll, der Augit selbst nicht analysirt wäre, man Mittelwerthe von h, ε , θ , ohne das Endresultat wesentlich zu beeinträchtigen, benutzen kann. Werden die Werthe von h, ε, θ um eine kleine Grösse geändert, so lässt sich leicht die Veränderung ableiten, welche in der Gesteinszusammensetzung dadurch hervorgebracht wird.

Es muss alsdann folgenden Bedingungsgleichungen Genüge geleistet werden:

HB G. BERGS

Nehmen wir wie vorhin die Grundmasse der Thiorsa-Lava als Beispiel, so wird x = 10,6267 M = 1,6419 z = 4,8951 f = 0,9231; ferner $\lambda = 2,9353$ $\mu = 0.0647 \ h = 1.8373 \ \epsilon = 0.1559 \ \theta = 0.4454 \ \alpha = 0.9304 \ \xi = 0.0153$. Setzt man ferner dh = 0.02 $d\varepsilon = 0.02$ $d\theta = -0.02$.

Man findet alsdann:

haiw albaydesson

Inchang Jaistohig-

Aus diesen Gleichungen folgt durch Elimination:

Verand. Elem. Feldspath Coeff. Augit Coeff.
$$dx = -0.9253$$
 $x' = 9.7014$ $\alpha' = 0.9235$ $h' = 1.8572$ $dM = +0.1430$ $M' = 1.7839$ $\xi' = 0.0269$ $g' = 0.2142$ $dz = -0.0534$ $z' = 4.8417$ $\lambda' = 2.7773$ $\varepsilon' = 0.1759$ $df = -0.0896$ $f' = 0.8335$ $\mu' = 0.2227$ $\theta' = 0.4254$ $d\alpha = -0.0069$ $d\xi = +0.0116$ $d\lambda = -0.1580$

Mit diesen Zahlen berechnet man die neue quantitative mineralogische Mai - Westell and - Mastrian and - Mastria de Mainten d Zusammensetzung: -8 DYIETS 5 55

ag gasirrid sinisti smist man b .a. at

rung ableitan, we stehe in der Gestehnern

illa muse ulsdama fulgenden Ben

Feldspath 51,263 Augit 35,289 Magneteisenst. 12,099 98,651

während die mit den Coefficienten, des in dieser Lava vorkommenden Augits berechnete pag. 197 folgendermassen sich ergeben hat:

Feldspath 49,794 Augit 35,706 Magneteisenst. 13,399 98,899

Aus der Vergleichung dieser Zahlen unter einander leuchtet ein, dass die Grössen h, ε , θ ziemlich erheblich geändert werden können, ohne dass die verschiedenen hier im Gemisch erscheinenden Mineralkörper durchschnittlich mehr als etwa 1 Procent von den frühern abweichen. Der Unterschied, der in diesen beiden Verbindungen namentlich für den Magneteisenstein am bemerklichsten wird, rührt daher, dass im ersten Falle die Grössen λ und μ aus der Feldspath-Analyse pag. 196 entlehnt, im zweiten aber durch Elimination aus den angeführten Fehler-Gleichungen bestimmt worden sind. Substituirt man in die allgemeinen Gleichungen die Mittelwerthe pag. 218, so wird die Zusammensetzung der Thiorsá-Lava in den einzelnen Bestandtheilen etwa 2 Procent vom erstern Resultate abweichen, dagegen wird die Zusammensetzung der Lava vom Scalfandeflich fast genau so wie vorhin gefunden werden.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, dass z. B. für eine Lava, einen Basalt, Porphyr oder Diorit u. s. w., vorausgesetzt, dass die Gesteinsanalyse sorgfältig ausgeführt und auf die Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul Rücksicht genommen ist, die quantitative mineralogische Zusammensetzung leicht mit aller nöthigen Genauigkeit berechnet werden kann. Die hier vorgetragene Methode zur Lösung unserer Aufgabe leistet daher ungleich mehr, als bis jetzt in dieser Richtung irgend hat erreicht werden können; denn bei gehöriger Umsicht werden die Fehler in der Bestimmung der Quantitäten der einzelnen Mineralkörper kaum ein Procent übersteigen, unter günstigen Umständen werden sie sich noch unterhalb dieser Grenze halten.

Manche Mineralogen und Geologen werden vielleicht den Gang der hier vorgetragenen Rechnung beschwerlich finden, wenn man indess auf den äussersten Grad von Genauigkeit auf eine vollständige Combination der Beobachtungen verzichtet, ist eine jede der hier mitgetheilten Aufgaben selbst für wenig geübte Rechner in einer bis zwei Stunden auszuführen; jedenfalls sind diese Rechnungen im Umfang nicht entfernt mit denen zu vergleichen, welche bei vielen andern naturwissenschaftlichen Untersuchungen erfordert werden. Es ist ein grosser Irrthum zu glauben, dass aus einer solchen Gesammtanalyse jede beliebige Gesteinszusammensetzung berechnet werden könne. Zur Aufklärung dieses Gegenstandes mögen folgende Bemerkungen dienen:

¹⁾ Unsere Aufgabe, die Berechnung der quantitativen mineralogischen

Zusammensetzung, bei der der äusserste Grad von Genauigkeit nicht verlangt wird, hat nur ein rein geologisches Interesse. Die in den krystallinischen Gesteinen vorkommenden Mineralkörper sind der Zahl nach gering und ihre stöchiometrischen Formeln bekannt; in den meisten Fällen findet man sie in Krystallen oder in krystallinischen Körnern deutlich ausgesondert und lassen über ihre Natur keinen Zweifel übrig. Der Ansatz unserer Gleichungen wird unter solchen Verhältnissen auf keine Hindernisse stossen und das Endresultat leicht zu ermitteln sein. Selbstverständlich ist es, dass aus einer Gesammtanalyse keine Mineralkörper durch Rechnung bestimmt werden können, welche Elementarstoffe enthalten, die in jener nicht vorhanden sind, z. B. kann in einem Gesteine, welches weder Natron noch Kali enthält kein Leuzit vorkommen. Aus einer Analyse welche keine Magnesia enthielte, würde kein Olivin gefunden werden können; eine Analyse ohne Chlorgehalt beurkundet die Abwesenheit von Sodalit u. s. w. Einige Mineralkörper sind auch an gewissen Localitäten ganz ausgeschlossen, wie z. B. Nephelin 1) und Leuzit am Aetna und in Island, und können daher sogleich unberücksichtigt bleiben. In schwierigen oder zweifelhaften Fällen wird es gerathen sein, die grösst möglichste Zahl von Bedingungsgleichungen aufzustellen, worauf bereits vorhin aufmerksam gemacht worden ist. Die Sicherheit des Endresultats wird dann aus dem Grade der Genauigkeit zu beurtheilen sein, mit denen die gewonnenen Elemente den Gleichungen genügen. Genügt ein System von Elementen nicht, so muss man versuchen ein anderes zu substituiren, oder für einen Mineralkörper einen andern in die Mischung einzuführen. Es bedarf wohl kaum erwähnt werden, dass in dem zu untersuchenden Gestein, die verschiedenen Mineralkörper noch in wesentlich unzersetztem oder unzerstörtem Zustande vorhanden sein müssen, weil sie sonst begreiflicher Weise den stöchiometrischen Proportionen, deren Richtigkeit voraufgesetzt wird nicht Genügen geleistet werden kann.

Mit Hülfe der von uns hier ausgeführten Aufgabe wird man verschiedene anderer geologischer Untersuchungen mit Vortheil weiter verfolgen können; gute Beobachtungen und genauere Gesteinsanalysen, als die meisten bisjetzt ausgeführten sind jedoch dazu die erste und unerlässliche Bedingung.

¹⁾ Da mir von Nephelingesteinen keine guten und brauchbaren Analysen bekannt sind, so habe ich dieselben hier nicht näher in Betracht gezogen. Vorkommenden Falls ist die Rechnung mit geringor Modification der Gleichungen leicht ausgeführt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen

Jahr/Year: 1861-1862

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Sartorius Wolfgang von Waltershausen

Artikel/Article: Ueber die Berechnung der quantitativen mineralogischen Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine, vornehmlich der Larven 181-222