

BEMERKUNGEN

ÜBER DEN

WERTH DER MINERAL-ANALYSEN.

VON

C. DOELTER.

SEPARATABDRUCK AUS DEN MITTHEILUNGEN DES NATUR-
WISSENSCHAFTLICHEN VEREINES FÜR STEIERMARK

JAHRGANG 1877.

K. K. OBERÖSTERREICHISCHE
RECHENSCHAFT

GRAZ

VERLAG DES VERFASSERS. — DRUCKEREI LEYKAM-JOSEFSTHAL.

1878.

Bemerkungen über den Werth der Mineral-Analysen.

Von C. Doelter.

Trotz der zahlreichen Analysen, welche für die meisten Mineralien vorliegen, kann nur für die wenigsten derselben eine sichere Formel aufgestellt werden.

Ich meine darunter nicht Constitutionsformeln, die ja in der Mineralogie überhaupt nur selten bei dem heutigen Standpunkte unserer Wissenschaft in Betracht kommen können, sondern einfach Formeln, welche die directen Resultate der Analyse ohne irgend weitere Speculation darstellen sollen. Es zeigt sich, dass nur bei einer geringen Anzahl von Mineralien, namentlich wenn es sich nicht um ganz einfache Verbindungen handelt, die analytischen Resultate übereinstimmend sind; bei vielen namentlich complicirten Verbindungen erhält man Resultate, die unter einander sehr differiren. Dies ist hauptsächlich der Fall bei den Silicaten, dieser so wichtigen Gruppe des Mineralreiches.

Es fragt sich nun, in wie weit diese Schwankungen wirklich dem Mineral eigen sind, in wie ferne sie fremden Einflüssen zugeschrieben werden können. Dass vor Allem auch die analytische Untersuchungsmethode in Betracht kommt, ist einleuchtend; manche Methoden sind mangelhaft und führen zu unrichtigen Resultaten; viele ältere Analysen sind unvollständig, namentlich solche, die an eisenhaltigen Mineralien ausgeführt wurden und bei denen die Trennung der beiden Oxydationsstufen dieses Elementes nicht genau durchgeführt wurde; solche Analysen können selbstverständlich kein genaues Resultat liefern und haben wenig Werth.

Indess besitzen wir von den meisten Mineralien Analysen, die von sehr zuverlässigen und gewiegten Analytikern durch

geführt worden sind, und trotzdem sind die Resultate noch keine ganz befriedigenden; für viele Mineralien ergeben sich sehr schwankende Daten, die auf complicirte Formeln führen*).

Als vor circa sieben Jahren die mikroskopische Untersuchung der Mineralien sich Bahn gebrochen hatte, glaubte man den Schlüssel zur Erklärung jener Schwankungen und Verschiedenheiten der Analysenresultate gefunden zu haben, da man in vielen Mineralien Einschlüsse anderer Mineralien, Glaseinschlüsse, Mikrolithe etc. nachwies.

Durch die Untersuchungen Zirkel's, Fischer's und Anderer konnte manche Mineralspecies, deren Zusammensetzung eine auffallend ungewöhnliche war, aus dem Reiche der eigentlichen Species verdrängt, und als Gemenge erkannt werden.

Aus der mikroskopischen Untersuchung geht nun hervor, dass es wohl kein einziges Mineral gibt, das in seinem Innern ganz rein ist, dass überall mehr oder weniger grosse und zahlreiche Einschlüsse vorkommen.

Das waren jedenfalls Resultate, die den Werth vieler Analysen in Zweifel ziehen mussten; es schien nun festgestellt, dass für eine Reihe von Mineralien die Schwankungen der Analysen leicht erklärlich seien durch die Natur der im Innern vorkommenden Einschlüsse. Diese Einschlüsse sind in der That je nach dem Muttergestein verschieden und treten in wechselnden Mengen auf.

Ein sehr gutes Beispiel für diese Ansicht bietet uns der Staurolith. Die Zusammensetzung dieses Minerals ist je nach dem Fundorte verschieden.

Lechartier und Fischer wiesen einen nicht unbedeutenden Quarzgehalt in diesem Mineral nach und Lasaulx**) constatirte in vielen Staurolithen ausser Quarz noch Magnetit, Glimmer, Brookit, Granat etc.; so in dem von Morbihan, wo 50 Perc. Quarz beobachtet wurden. Mit Recht bemerkt Zirkel, dass hier die Einschlüsse die schwankenden Resultate der Analysen erklären***).

*) Es sollen hier insbesondere die Silicate beobachtet werden.

**) Mineralog. Mittheilungen, ges. v. Tschermak, 1872.

***) Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. Leipzig 1873.

Der Quarz erhöht den Kieselsäuregehalt, Granat und Glimmer drücken die Thonerdemenge herab, der Glimmer bringt die Magnesia hinein. Nun ist es nicht mehr nothwendig, mit Rammelsberg zu unerwiesenen und schwerfälligen Vertretungstheorien seine Zuflucht zu nehmen.

Rammelsberg selbst hat sich in seinem neuesten Werke*) dazu verstanden, die Schwankungen auf die Beimengungen zurückzuführen.

Was für den Staurolith gilt, konnte auch für manche anderen verunreinigten Mineralien angenommen werden.

Es lag wohl nahe, noch einen Schritt weiter zu gehen und alle Abweichungen von den aus einigen Analysen abgeleiteten Formeln auf Rechnung der Einschlüsse zu schieben. So erklärte Fischer**) den Thonerde-Gehalt des Augits, den Natrongehalt des Aegirins durch Verunreinigungen.

Es müsste der Werth der Mineral-Analyse bedeutend sinken, wenn nachgewiesen wäre, dass die dazu angewendeten Mineralien nicht homogen erhalten werden könnten.

Es würde überhaupt überflüssig erscheinen, genaue Analysen von Mineralien auszuführen und daraufhin Formeln aufzustellen, die doch nur einen problematischen Werth haben könnten. Sehen wir jedoch in wie weit diese Ansicht berechtigt erscheint.

Dass der Thonerde-Gehalt der Augite nicht durch Verunreinigung erklärt werden kann, geht daraus hervor, dass der Minimal-Gehalt von 4 Percent Thonerde, wenn man eine Verunreinigung von Feldspath (Orthoklas) annimmt, eine Beimengung von über 20 Percent Feldspath voraussetzen würde; nimmt man eine Verunreinigung durch Leucit an, so würden 18 Percent dieses Minerals anwesend sein müssen, nimmt man Verunreinigungen durch Basaltgrundmasse an, so würden über 22 Percent derselben voraussetzen sein. Solche Massen von thonerdehaltigen Mineralien enthalten aber wohl nur die wenigsten Augite; letztere weisen aber auch oft 8 bis 10 Percent Thonerde auf, dann müssten sich die Verunreinigungen bis auf 50 Percent steigern, was wohl noch Niemand behauptet hat.

*) Handbuch der Mineral-Chemie. Berlin 1875.

**) Fischer, Krisch mikroskop. Studien. Freiburg 1872.

Würde der Thonerde - Gehalt und seine Schwankungen allein auf Rechnung der Einschlüsse zu bringen sein, so müssten ja andere Mineralien, wie Leucit, Feldspath, ebenfalls einen solchen aufweisen, was von den Vertretern jener Ansicht gar nicht beachtet wurde.

So weisen viele Mineralien, die in ihren analytischen Resultaten von einander abweichen, fast gar keine oder wenig Einschlüsse auf, z. B. die Turmaline, Epidote.

Ich glaube, dass die später angeführten Beispiele genügen, um nachzuweisen, wie unrichtig es wäre, den Grund der verschiedenen Resultate der Analyse einfach den Verunreinigungen der betreffenden Mineralien zuzuschreiben. Andererseits muss aber auch hervorgehoben werden, dass von manchen Analytikern Material untersucht wurde, welches sehr unrein war und dass die Resultate desselben interpretirt wurden, ohne Rücksicht auf die Einschlüsse, welche das Mineral enthielt. Ein solches Beispiel haben wir beim Staurolith gesehen.

Ein zweites Moment, welches häufig die Analysen-Resultate beeinträchtigt, ist die vorgeschrittene Zersetzung des betreffenden Minerals. Der Zustand der Zersetzung und Umbildung ist nicht in allen Fällen mit blossem Auge sichtbar; daher leistet uns das Mikroskop in dieser Hinsicht grosse Dienste, weil es uns erlaubt, den Zustand der Zersetzung in vielen Fällen zu erkennen.

Wenn nun daraus die grosse Wichtigkeit der mikroskopischen Untersuchung für die Mineralchemie hervorgeht, so kann man doch nicht den Einfluss derselben auf letzteren dahin ausdehnen, dass durch die Constatirung von Einschlüssen zahlreiche analytische Resultate bestritten werden könnten.

Es ist der Zweck dieser Zeilen, nachzuweisen, wie durch die mikroskopische Untersuchung die Reinheit des Materials controlirt und auch gefördert werden, und wie durch dieselbe das Resultat der Analysen interpretirt werden kann.

Um eine Analyse verwerthen zu können, ist es in der That nothwendig zu ermessen, ob reines, unzersetztes Material derselben zu Grunde gelegen oder nicht.

Es ist daher von grosser Wichtigkeit dies anzugeben. Wenn ich hier von reinem Material spreche, so meine ich damit nicht absolut reines, ohne jegliche Beimengung, ein solches

ist nach unseren bisherigen Erfahrungen wohl gar nicht zu verschaffen; in der That enthalten alle Mineralien kleine Verunreinigungen; solche Beimengungen können jedoch, wenn sie nicht gar häufig vorkommen, das Resultat der Analyse nicht wesentlich alteriren; häufen sich dieselben, so treten kleine Aenderungen der analytischen Resultate hervor, aber erst bei zahlreichen Einschlüssen, wenn dieselben 15 bis 25 Percent der Masse ausmachen, wie dies in der That bisweilen vorkommt, würden die Resultate derart ausfallen, dass sie ein falsches Bild der Zusammensetzung des Minerals geben; hiebei kommt es selbstverständlich darauf an, welche Zusammensetzung das einschliessende Mineral besitzt und auf die Natur der Beimengungen.

Die Reinheit und Unbrauchbarkeit des Analysen-Materials ist also nur eine relative; wenn ich den Ausdruck reines Material gebrauche, so ist eben damit solches gemeint, bei dem die Beimengungen so spärlich sind, dass ihr Einfluss auf die Resultate der chemischen Untersuchung ein geringfügiger ist.

Es soll nun an einigen Beispielen erhärtet werden, wie gering der Einfluss kleiner Beimengungen auf das Endresultat ist, und in welchen Fällen die mikroskopische Untersuchung bei der Auswahl des Materials leiten, sowie auch bei der Interpretation der Formeln behilflich sein kann.

Vor Allem genügt es nicht, von dem zu untersuchenden Mineral ein Stück abzuschlagen und zu schleifen; es muss vielmehr das Mineral in allen Richtungen untersucht werden, da die Einschlüsse, wie mich die Erfahrung gelehrt hat, nicht immer regelmässig vertheilt sind, sondern häufig am Rande in der Nähe von stärkeren Sprüngen, bei aufgewachsenen Krystallen in der Nähe des Muttergesteines sich befinden, während andere Parteen ganz frei von Einschlüssen sind.

Ich habe diese Erfahrung in vielen Krystallen von Diopsid, Augit, Hornblende, Aegirin, Leucit, Feldspath gemacht.

Würde man dies unbeachtet lassen, so könnte man leicht ein Mineral für ganz unrein erklären, und die Analysen desselben, wie dies auch geschehen ist, für unnütz halten. Da es schwer ist, von einem Mineral verschiedene Schliche zu machen, wenn nur kleine Krystalle vorliegen, so kann man, wenn dasselbe

einigermassen spaltbar ist, auch kleine Spaltblättchen desselben untersuchen oder auch kleine dünne Splitter, da eine gar starke Vergrößerung zur Untersuchung und Entdeckung der Verunreinigungen meistens nicht nothwendig ist; man erhält auf diese Weise ganz gute Resultate und lassen sich die reineren Theile von den unreineren ziemlich leicht trennen, wenn überhaupt das betreffende Material zur chemischen Untersuchung tauglich erscheint. Enthält ein Mineral sehr viel Beimengungen, so ist der Werth einer Analyse jedenfalls ein zweifelhafter, ebenso wenn schon geringere Beimengungen von Quarz, Magnetit, Korund vorhanden sind, da 5 bis 6 Percent jener Beimengungen einen bedeutenden Einfluss ausüben können.

Beträgt die Gesammtmenge der Einschlüsse nur 2 bis 4 Percent des Minerals, so ist in den meisten Fällen die Analyse noch eine annähernd richtige, wie ich aus mehreren Berechnungen und Versuchen ersehen habe. Beimengungen von $\frac{1}{2}$ bis 1 Percent enthalten vielleicht alle Mineralien, und von denen kann nur ein Theil entfernt werden; sie sind aber gewöhnlich ohne Einfluss auf die Analyse, weit weniger jedenfalls als die Mängel der chemischen Untersuchungs-Methoden.

Die grösseren Einschlüsse können mechanisch getrennt werden; es lassen sich auf diese Weise Körnchen von nur $\frac{1}{10}$ Millimeter Durchmesser noch gut entfernen, vorerst selbstverständlich mit der Loupe, dann aber auch unter dem Mikroskope bei schwacher Vergrößerung. Dabei lässt sich die Operation oft dadurch vereinfachen, dass die Einschlüsse in vielen Fällen ungleich vertheilt sind und Partien, die arm an Einschlüssen sind, unter dem Mikroskope von den übrigen getrennt werden können. Bei dem Aussuchen mit der Loupe, lege ich das zu reinigende Mineralpulver auf eine Glasplatte, weil dadurch die dünnen Splitter im durchfallenden Lichte beobachtet werden können und die Einschlüsse deutlicher erscheinen.

Diese Operationen, namentlich das Aussuchen unter dem Mikroskop sind sehr zeitraubend, aber es sind eben solche Vorsichtsmassregeln durchaus nothwendig, um einigermaßen reines Material zu erhalten; allerdings wird man einwenden, dass auch dadurch noch nicht ganz gutes erreicht wird, aber jedenfalls wird schon dadurch manche Fehlerquelle eliminiert.

Sind die Verunreinigungen derart, dass sie chemisch durch irgend ein Lösungsmittel ausgemerzt werden können, ohne dass dadurch die chemische Zusammensetzung der Substanz alterirt wird, so ist die Sache sehr einfach, aber dies dürfte nur in wenigen Fällen gelingen.*)

Ich gehe nun speciell ein auf die Besprechung einiger mir näher bekannten Fälle.

Diopsid. Der Diopsid ist im Allgemeinen ziemlich rein. Hie und da finden sich einige Magnetiteinschlüsse. Der Magnetit ist hier durch Lösungsmittel nicht zu trennen, da die Zusammensetzung des Diopsids sonst alterirt würde. Die Menge desselben beträgt jedoch oft nicht mehr als ein halbes Percent, oft allerdings mehr; um dieselbe approximativ zu schätzen, messe ich vermittelst des Glasmikrometers die Körnchen und die Ausdehnung der sie enthaltenden Diopsidblättchen und erhalte so ein annäherndes Resultat.

Da nach meinen Untersuchungen bei fast ganz reinen Diopsiden $1\frac{1}{2}$ Percent Eisenoxyd vorhanden ist und dies $2\frac{1}{2}$ Percent Magnetit verlangen würde, so kann nicht der ganze Eisenoxydgehalt auf Rechnung der Einschlüsse gebracht werden, besonders wenn die zersetzten Partien des Minerals entfernt wurden.

Auch der Thonerdegehalt, der nach meinen Analysen oft über 1·5 Percent beträgt, ist keineswegs den Beimengungen zuzuschreiben, da, wenn wir beispielsweise Feldspath als beigemengt annehmen, nicht weniger als 7 Percent letzteren Minerals anwesend sein müssten, was sofort bei mikroskopischer Untersuchung erkannt werden müsste, auch andere Thonerdemineralien wurden bei den von mir untersuchten Krystallen nicht constatirt.

Hedenbergit. Die chemische Untersuchung dieses Minerals liefert 2 Procent Thonerde, die durch Beimengung nicht erklärt werden kann. (Selbstverständlich waren bei allen Untersuchungen die Reagentien vor dem Gebrauche auf Thonerde geprüft worden.) Rosenbusch**) will in einem Schliff eines Heden-

*) Das Behandeln mit Salzsäure, um etwaige leichter lösliche Stoffe auszuziehen, dürfte nur in Ausnahmefällen zulässig sein, meistens wird von dem zu untersuchenden Minerale auch etwas gelöst.

**) Mikroskopische Physiographie der Mineralien. Stuttgart 1872.

bergits Magnetit beobachtet haben; schwarze Körnchen, welche bei meinen Präparaten vorkommen, sind Cobaltkies, der auch mikroskopisch vorkömmt, wie sich das für die grösseren wenigstens nachweisen liess; möglich dass die sehr kleinen Körnchen dem Magnetit angehören, nach der Analogie mit den grösseren ist dies jedenfalls unwahrscheinlich; die grösseren Körnchen konnten mühsam ausgeklaut werden; es war nur eine Spur von Cobalt in der Analyse ersichtlich, daher anzunehmen ist, dass das Mineral rein war.*)

Augit. Bei der Deutung der Analysen dieses Minerals spielen die Verunreinigungen eine grosse Rolle. Fischer**) glaubt den Thonerdegehalt ohne Weiters den Beimengungen zuschreiben zu können; diess hat Tschermak***) widerlegt. Zirkel†) meinte ursprünglich, den Eisenoxydgehalt den Verunreinigungen zuschreiben zu können, namentlich der Beimengung von Magneteisen, erklärt aber später, das jene nicht hinreichen, um den Thonerdegehalt zu erklären.††) Rosenbusch†††) sagt, dass die verschiedene Zusammensetzung der Augite durch Beimengungen erklärt werden kann. Es wird nun der Thonerde- und Eisenoxydgehalt, wesentlich bei manchen Analysen durch Verunreinigungen erhöht, aber nicht einzig und allein hervorgerufen werden. Auch die wechselnde Zusammensetzung, die sich aus verschiedenen Analysen ergibt, ist nicht den Einschlüssen allein zuzuschreiben, wie aus Folgendem hervorgeht.

Der Fassait, welcher zwar eine besondere Varietät bildet, steht in mancher Beziehung den Thonerde-Augiten ziemlich nahe, unterscheidet sich aber durch ziemlich hohen Eisenoxyd- und Kalkgehalt; an eine Verunreinigung durch thonerdehaltige Mineralien kann hier nicht gedacht werden, ebenso ist Magneteisen

*) Ob der Chromgehalt des sogenannten Chromdiopsids nicht Verunreinigungen von Spinell, Picotit zuzuschreiben ist, lasse ich vorläufig dahingestellt.

**) loc. cit.

***) Pyroxen und Amphibol. Mineralog. Mittheilungen. 1871.

†) Naumann-Zirkel, Elem. d. Mineralogie. 1877.

††) Die mikroskop. Untersuchung der Mineralien. 1873.

†††) Mikroskopische Physiographie der Mineralien. 1873.

fast gar nicht enthalten, trotzdem zeigt sich ein Eisenoxydgehalt von 5—6 Procent und ein Thonerdegehalt von 10 Procent, da aber der Fassait chemisch eine von den Augiten ziemlich abweichende Zusammensetzung besitzt, so möchte ich ihn gar nicht als einen Beweis für obige Ansicht anführen; es ist immerhin möglich, dass der Fassait eine äusserlich nicht ersichtliche Umwandlung erlitten hat, die das Eisenoxydul in Eisenoxyd verwandelt hat. Als Belege für meine oben ausgesprochene Ansicht kann ich die von mir angeführten Analysen an Augiten erwähnen.

Ein Augit von Cuglieri zeigte unter dem Mikroskope nur sehr wenig Glaseinschlüsse und Mikrolithe, sowie etwas Magnetit, deren Gesamtmenge mehr als $1\frac{1}{2}$ Procent betrug, aber selbst wenn ich annehme, dass viel mehr vorhanden war, so lassen sich keineswegs der Eisenoxydgehalt von 6.32 Perc., noch der Thonerdegehalt von 8.62 Perc. dadurch erklären.

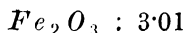
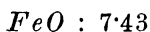
Der Eisenoxydgehalt würde hier eine Beimengung von 11 Perc. Magnetit erfordern; ebenso müssten in dem an Magnetit fast ganz freien Augit von Greenwood furnace, der 5.05 Eisenoxyd enthält, 9 Perc. Magnetit enthalten gewesen sein.

Gelber Vesuv-Augit, der ungemein gut ausgesucht war und mikroskopisch keinen Magnetit enthielt, zeigte 1.09 Eisenoxyd und 6.07 Thonerde.

Dadurch wird wohl die Ansicht widerlegt, dass Eisenoxyd und Thonerde im Augit durch Verunreinigungen hervorgebracht werden.

Am wenigsten rein unter den von mir untersuchten Augiten war der Augit von Bufaure, derselbe enthält etwas Magnetit, sowie Glaseinschlüsse, die nicht entfernt werden konnten; die Gesamtsumme schätzte ich auf etwa $2\frac{1}{2}$ Perc.; aber unter dieser Annahme wird das Endresultat nur sehr wenig geändert; 1 Perc. Magnetit vermehrt den Eisenoxydulgehalt um 0.69 Perc., den des Eisenoxyduls um 0.31.

Mit Berücksichtigung desselben wären die erhaltenen Zahlen zu verbessern und ergibt sich ungefähr



diesen Zahlen entsprechen: 5·68 *Fe* und 2·15; dadurch wird aber das Resultat der Analyse nur sehr wenig verändert, da die Mengen, welche die Analyse gibt, 6·02 *Fe* und 2·64 sind. Würde der ganze Gehalt an Eisenoxyd, den dieselbe gibt, durch Verunreinigung hervorgebracht, so müssten 5·5 Perc. Magnetit vorhanden sein, welche jedoch unmöglich übersehen werden könnten. Auch die Einschlüsse von Glas, die ich auf 1½ Perc. schätzte, können nicht einen Thonerdegehalt von 7 Perc. hervorrufen.

Ich schliesse aus den vorliegenden Untersuchungen:

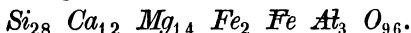
Dass bei sorgfältig ausgesuchtem Material die Quantität von Eisenoxyd und Thonerde nicht auf Rechnung der Beimengungen gebracht werden kann, und dass mehr verunreinigte Augit oft mehr jener Stoffe enthalten, als reinere.

Obleich schon Tschermak bemerkte, dass die Ansicht, es sei der Thonerdegehalt von Augit auf Rechnung der Einschlüsse zu bringen, unrichtig ist, so glaubte ich dennoch eine nähere Auseinandersetzung nothwendig, da diese Thatsache noch nicht allseitig anerkannt war.

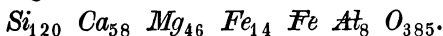
Die verschiedenen Analysen an Augit zeigten sehr gut, dass die schwankenden Resultate der Analysen eben nicht auf Verunreinigungen zurückzuführen sind.

Aus meinen an reinem Material ausgeführten Analysen ergeben sich folgende Schwankungen:

Schwarzer Augit vom Vesuv:



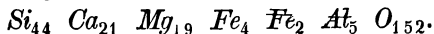
Gelber Augit vom Vesuv:



Augit von Lipari:



Augit von Cuglieri:



Um ganze Zahlen für das Atomenverhältniss zu erhalten, werden bei letzteren die einzelnen Zahlen, welche dies Atomenverhältniss darstellen, verdoppelt, was wohl erlaubt ist, da es sich ja nicht um Aufstellung irgend einer Molecularformel handelt, sondern um das relative Atomenverhältniss der einzelnen Elemente.

Man sieht aus obigen Zahlen, dass das Verhältniss von

$$Ca : Mg$$

$$Mg : Fe$$

$$Al : Fe$$

sehr verschieden sind; diese Schwankungen sind aber auf isomorphe Mischungen zurückzuführen, wie ich an einem anderen Orte gezeigt habe. *)

Akmit und Aegirin. Auch hier lässt sich der Alkaliengehalt nicht durch Beimengungen erklären, wie Tschermak**) gezeigt hat.

Auch Rosenbusch hat sich dagegen ausgesprochen. Meiner Ansicht nach haben die Beimengungen auf den Alkaliengehalt keinen Einfluss; da ich mit der chemischen Untersuchung jener zwei Mineralien beschäftigt bin, so musste ich zuerst constatiren, dass die Einschlüsse, welche wegen ihrer Kleinheit nicht entfernbar waren, keinen Einfluss oder wenigstens nur einen geringen auf die Resultate der analytischen Untersuchung haben konnten.

Diese Beimengungen sind: hie und da einzelne Feldspathdurchschnitte, die bei manchem Vorkommen sehr selten sind, ferner nicht näher bestimmbare Mikrolithe und etwas Titan- und Magneteisen; einzelne Krystalle waren aber sehr rein, andere enthalten mehr Einschlüsse, jedoch ist das Mineral verhältnissmässig ziemlich rein zu erhalten. Die in einigen Analysen nachgewiesene Titansäure dürfte wohl der Beimengung von Titan-eisen zuzuschreiben sein.

Hornblende, Actinolith, Grammatit. Für diese Mineralien gilt Aehnliches wie für Augit, die Beimengungen treten in grosser Zahl auf; jedoch lässt sich, wenn man nicht gerade die in Blättchen oder Körnern in Gesteinen vorkommenden zur Analyse verwendet, mässig reines Material unter Anwendung der von mir angegebenen Vorsichtsmassregeln erhalten; ich glaube jetzt schon versichern zu können, dass für den Eisenoxyd- und Thonerde-Gehalt ganz dasselbe gilt, wie für die Glieder der Augitreihe; auch den Alkalien-Gehalt möchte ich nicht auf

*) Mineralog. Mittheilungen, gesammelt von Tschermak. 1877.

**) Ueber Pyroxen und Amphibol. — Mineralogische Mittheilungen. Wien 1870.

Rechnung der Beimengungen in allen Fällen bringen. obgleich hin und wieder derselbe durch Einschlüsse, wie auch der Eisenoxyd- und Thonerde-Gehalt wesentlich erhöht werden kann; es mag nur erinnert werden, dass der Gehalt von 0·8 Natron bedeutende Mengen von Einschlüssen voraussetzt, beispielsweise 4·8 Albit, die nicht leicht übersehen werden können.

Den Titaneisengehalt, der in einigen Fällen constatirt wurde, sowie einen allfallsigen Chrom- oder Nickelgehalt kann man als durch Beimengung hervorgebracht erklären, räthselhaft erscheint dagegen das Vorkommen von Fluor, über welches jedenfalls noch Nachforschungen anzustellen sind; es könnte vielleicht durch fremde Fluormineralien hervorgerufen sein.

Die meist geringen Mengen von Fluor, die beobachtet wurden, liessen sich schon durch Verunreinigungen erklären; vielleicht ist die Menge auch zu hoch gefunden, da solche kleine Quantitäten nicht mit Genauigkeit zu bestimmen sind; indess wäre es auch möglich, dass das Fluor an der Zusammensetzung Theil nimmt. Es wird sich diese Frage leicht an den reineren Varietäten des Amphibols constatiren lassen können.

Olivin. Die Einschlüsse sind bei diesem Mineral meist nicht gar zahlreich, aber die Menge von Spinell, Picotit, Magnetit ist oft nicht unbeträchtlich; in den Analysen bemerkt man nur einen geringen Gehalt von Kalkerde, Thonerde, Chromoxyd, die auf Rechnung jener zu bringen ist.

Leucit. Dieses Mineral ist bekanntlich sehr unrein und müsste sich diess auch in den Analysen zeigen, wenn nicht die Mischung derselben ein der Leucit-Mischung ähnliches Verhältniss hervorbringen würde. Die Einschlüsse sind: Nephelin, Nosean, Melanit, Magnetit, Glas- und Grundmasse-Einschlüsse, Mikrolithe verschiedener Mineralien.

Trotzdem führen die meisten Analysen zu derselben Formel. Der Gehalt an Kalkerde und Eisenoxyd ist stets ein sehr geringer, und offenbar den Beimengungen zuzuschreiben; wie es sich aber mit dem Natrongehalt verhält, lässt sich ohne genaue Analysen an reinem Material nicht voraussagen; die Herstellung von gutem Material wird immer eine sehr schwierige sein, es hat jedoch die Ansicht viel Wahrscheinlichkeit, dass das Natron einer Beimengung zuzuschreiben sei.

Nephelein. Der Nephelein ist ebenfalls stark verunreinigt; die Einschlüsse sind ähnlich wie bei Leucit: Mikrolithe, Glaseinschlüsse, Granat, Augit, Nosean, Magnetit etc.

Der Eisenoxydgehalt, sowie der Kalkgehalt sind zweifelsohne den Verunreinigungen zuzuschreiben, für den Kalkgehalt ist diess durch Rammelsberg's letzte Analysen sehr klar geworden.*)

Sodalith, Nosean, Hatyn. Der Sodalith zeigt sich nur selten rein, meist enthält er Nephelein, Biotit, Augit, Leucit.

Diese bringen Kali-, Kalk- und Magnesiagehalt in die Analysen; sonst stimmen die Analysen gut überein.

Nicht ganz so gut stimmen die Analysen des ebenso verunreinigten *Nosean's*.

Es wäre nicht undenkbar, dass die Beimengungen dieses Minerals einen Antheil haben an den Schwankungen; der Kaligehalt dürfte wohl Verunreinigungen zuzuschreiben sein; auffallend ist ein *Nosean* mit 7.27 Kali; es lag aber in diesem Falle kein reines Material vor.***) Indess wäre es immerhin wünschenswerth, weitere Analysen an reinem Material anzustellen, da auch bezüglich des Kalk-, Eisenoxyd- und Wassergehaltes Differenzen herrschen.

Für den *Hatyn*, der ganz analog ist dem *Nosean*, wäre namentlich auf den Kaligehalt ein Augenmerk zu richten; er enthält bekanntlich viel Leucit, Nephelein, Feldspath als Einschlüsse.

Skapolith. Hier ist hauptsächlich die Zersetzung Ursache, dass die verschiedenen Analysen schlecht stimmen, Einschlüsse sind bekanntlich nicht sehr zahlreich.

Es sind jedenfalls neue Analysen an unzersetztem Material auszuführen, ehe über die Zusammensetzung dieser Mineralien etwas Genaueres ausgesagt werden kann. Der Magnesia- und Eisenoxydgehalt dürfte jedenfalls nicht dem Mineral eigen sein. Vielleicht gilt dies auch für den Chlorgehalt; darüber müssen ebenfalls neue Untersuchungen entscheiden.

Melilith (Humboldtith). Die Analysen stimmen untereinander nicht und sind neue nothwendig; jedoch ist das Mineral ziemlich schwer rein zu erhalten, namentlich in grösseren Quan-

*) Zeitschrift der d. geolog. Gesellschaft, 1877.

**) Rammelsberg, Mineralchemie, pag. 454.

titäten; so lange aber keine neuen Analysen vorliegen, kann man über die Constitution dieses Minerals keine Gewissheit erhalten; namentlich ist die Rolle des Wassers darin unklar; die Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul ist mit reinem Material auf das Genaueste durchzuführen.

Feldspathe. Alle hierher gehörigen Mineralien enthalten bekanntlich zahlreiche Verunreinigungen, deren Mengen zwischen 2 und 30 Proc. circa, je nach dem Vorkommen schwanken. Es sind dies Glas- und Grundmasse-Einschlüsse, Magnetit, Apatit

Da sehr viele Feldspath-Analysen, die an, aus Gesteinen stammendem Material ausgeführt wurden, vorliegen, so sind die meisten auch an unreinem Material ausgeführt worden, aus dem nur die grösseren Einschlüsse entfernt worden waren, es sollte sich hier gut der Einfluss der Verunreinigungen auf die Resultate der analytischen Untersuchung beurtheilen lassen.

Es zeigt sich aber eine ziemliche Uebereinstimmung der Analysen mit den von der Theorie geforderten Daten.

Der Natrongehalt der Orthoklase, der häufig den Verunreinigungen zugeschrieben wurde, dürfte durch die Entdeckung des Natronorthoklases*) am besten erklärt werden.

Dass Plagioklas nach sorgfältigem Aussuchen weder einen Gehalt an Magnesia noch an Eisenoxyd enthält, wenigstens keinen wägbaren, zeigen viele Analysen.

Bei den von mir untersuchten Plagioklasen aus den Andesiten und Quarzandesiten des siebenbürgischen Erzgebirges waren die Verunreinigungen soweit als möglich entfernt; trotzdem ergaben sich 2—3 Proc. mikroskopische Verunreinigungen, die nicht beseitigt werden konnten, namentlich Glaseinschlüsse.

Die Analysen ergaben nur Spuren von Magnesia und Eisenoxyd, und stimmen die Resultate annähernd gut mit den von der Theorie verlangten Zahlen.**)

Im Allgemeinen kann man daraus den Schluss ziehen, dass Beimengungen, nur wenn sie in grösseren Quantitäten vorhanden sind, die Resultate beeinflussen; eine Ausnahme dafür findet nur für einige Mineralien statt, die, wenn sie als Ein-

*) Zeitschrift für Krystallographie 1877.

***) Mineralog. Mittheilungen Wien, 1874.

schlüsse vorkommen, wesentlich verschiedene Resultate verursachen können, namentlich sind dies: Magnetit, Quarz, Korund, Eisenglanz, Flusspath.

Es wäre zu untersuchen, ob nicht vielleicht geringe Mengen von Fluor, die in einigen Mineralien vorkommen, einem kleinen Gehalt an Flusspath zuzuschreiben sind, der vielleicht leicht übersehen werden konnte.

Idokras. Bei diesem Mineral scheint die Formel noch nicht ganz festgestellt, es ist zu untersuchen, in wie weit die Verunreinigungen die schwankenden Resultate erklären können, namentlich in Bezug auf den Alkaliengehalt.

Es ergibt sich aus dem vorhergesagten, dass eine Reihe von Mineralien neu zu untersuchen ist, nicht nur wegen der unvollständigen und zum Theil unrichtig ausgeführten Analysen, sondern weil auch viel zu wenig Klarheit darüber herrscht, ob die betreffenden analytischen Untersuchungen an reinem und unzersetztem Material ausgeführt wurden.

Ich möchte darunter hier folgende Mineralien nennen.

Skapolith. Es sind zu wenig Analysen an reinem Material ausgeführt worden, namentlich an unzersetztem, auch für den

Cordierit und Pinit gilt diess; alle diese Mineralien sind meist zersetzt, ausserdem enthalten sie aber auch viel Einschlüsse.

Nosean, Sodalith. Auch hier wären Analysen an reinem Material nothwendig, um einige Schwankungen in den Analysenresultaten zu erklären.

Idokras, Hornblende, Arfvedsonit, Akmit, Aegirin, Humboldtith, Diallag, sind sowohl wegen zweifelhaften Materials, als auch wegen Unzuverlässigkeit der Analysen neu zu analysiren.

Bei allen diesen Mineralien, die fast nie ganz rein wegen mikroskopischer Einschlüsse erhalten werden können, müssen die Quantitäten der Beimengungen geschätzt werden, um den Einfluss auf die Analysen-Resultate kennen zu lernen.

Weniger Einfluss dürften die Beimengungen bei Pennin, Klinochlor, Glimmer, Turmalin besitzen, hier ist wie bei Epidot, Augit, Diopsid, Plagioklas die schwankende chemische Zusammensetzung auf isomorphe Mischungen zurückzuführen, was sich bei sorgfältigen Untersuchungen auch für viele andere Mineralien herausstellen dürfte, da eben fortgesetzte Studien in dieser Richtung schon jetzt das häufige Vorkommen isomorpher Mischungen nachgewiesen haben.

Ich möchte hier noch bemerken, dass für petrographische Untersuchungen die Untersuchung an unreinem Material allerdings oft grossen Werth hat, dass aber solche Analysen in keinem Falle bei der Discussion einer Formel in Betracht gezogen werden sollen, wie dies hin und wieder geschehen ist.*)

In vorliegender Notiz sollte hauptsächlich die Aufmerksamkeit der Chemiker bei Mineral-Analysen darauf gelenkt werden, dass das zu analysirende Material nicht nur oberflächlich aus-
gesucht werden soll, sondern sehr gründlich unter Zuhilfenahme des Mikroskops untersucht werden muss, damit entweder nur reines Material zur Verwendung gelange, oder aber, da dies bekanntlich nicht immer möglich ist, wenigstens bei Deutung der Analysen-Resultate auf die Beimengungen Rücksicht genommen werde; nur auf diese Weise würden sich dann mit einiger Sicherheit die Schwankungen, welche uns die Analysen mancher Mineralien zeigten, erklären lassen.

Wenn auch die hier angeführten Thatsachen und Behauptungen manchen zum Theil wenigstens schon bekannt sein dürften, so werden sie doch im Allgemeinen nur wenig beachtet und glaube ich daher, dass es nicht ganz ohne Nutzen war, wenn ich dieselben hier eingehender entwickelt habe; beschäftigen sich doch manche Lehrbücher der Mineralogie oder gar der Mineralchemie gar nicht mit dem Resultate der mikroskopischen Untersuchung und deren Resultate für die Mineralchemie.

*) Der geringe Gehalt von Cobalt, Kupfer, Blei, den Sandberger (Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift, 1877, November) in Glimmer, Augit, Olevin, Hornblende nachweisen konnte, ist offenbar nur fremden Beimengungen jener Mineralien zuzuschreiben und kann wohl nicht als Bestandtheil derselben gedeutet werden.

Andererseits scheint mir, dass von Seite einiger mikroskopirender Mineralogen der Einfluss der Verunreinigungen auf die chemische Constitution der Mineralien vielleicht überschätzt worden ist, und glaube ich, dass an einigen Beispielen gezeigt wurde, wie sich das Resultat der chemischen Untersuchung durch das der mikroskopischen corrigiren lässt.

Ich möchte hier den Wunsch aussprechen, dass namentlich in Handbüchern, die die chemische Zusammensetzung der Mineralien behandeln, stets die Verunreinigungen letzterer, bei Besprechung der Constitution berücksichtigt werde, um von vorneherein den Vorwurf, dass das betreffende Mineral unrein gewesen sei, zurückweisen zu können; namentlich müsste, wenn es sich um das Vorkommen kleiner Mengen eines Elementes handelt die Reinheit des angewandten Materials ausdrücklich constatirt werden.

Aus dem Vorhergesagten ergibt sich:

Die in geringerer oder bedeutenderer Menge auftretenden Einschlüsse der Mineralien machen, trotzdem sie wohl in keinem fehlen, nur in wenigen Fällen die Erkenntniss seiner chemischen Zusammensetzung unmöglich.

Es muss jedoch zu diesem Zwecke nur das reinste Material ausgesucht werden, und dieses so weit als möglich von Einschlüssen befreit werden.

Durch Schätzung der Menge der nicht entfernbaren Einschlüsse lässt sich das Resultat der Analyse in jedem einzelnen Falle gut interpretiren.

Nur in wenigen Fällen lassen sich die Schwankungen, welche die analytischen Untersuchungen zeigen, durch Beimengungen allein erklären, meist sind sie in der eigenthümlichen Constitution des Minerals selbst begründet.

Eine Reihe von Mineralien sind mit möglichst reinem Material neu zu analysiren, um den Einfluss der Beimengungen auf die bisherigen analytischen Resultate kennen zu lernen.