Untersuchung eines Nephelinsyenit aus dem mittleren Transvaal, Süd-Afrika.

Von

E. A. Wülfing in Greifswald.

Der in dieser Arbeit näher beschriebene Nephelinsyenit von den Zwart-Koppies im mittleren Transvaal wurde mir von Herrn Professor Cohen freundlichst zur Verfügung gestellt, welcher das Vorkommen bisher nur einmal flüchtig erwähnt hat[1]. Über die Art des Auftretens verdanke ich demselben die folgenden Notizen:

„Etwas nördlich von den Magalies-Bergen, welche in ungefähr ost-westlicher Richtung von Pretoria über Rustenburg hinaus durch das mittlere Transvaal sich hinziehen, reihen sich zahlreiche isolirte Berge zu einem zweiten parallel verlaufenden Höhenzug, den sogenannten Zwart-Koppies aneinander. Dieselben bestehen fast ausschliesslich aus Gabbro, welcher einen starken Wechsel, sowohl in der Korngrösse und Structur, als auch im relativen Mengenverhältniss der Bestandtheile zeigt, wie es bei dieser Gesteinsfamilie häufig der Fall zu sein pflegt. In der Gegend von Renseburg und am Hexriver, nordöstlich von Rustenburg, sind es z. B. licht gefärbte, plagioklasreiche, typische Gabbros, in denen der Diallag gelegentlich stark zurücktritt. Dieselben gehen recht abrupt in dunkle Gesteine von feinerem Korn über, in welchen der Pyroxen mehr den Charakter eines gewöhnlichen Augit zeigt;

---

[1] Bericht über die XVI. Versammlung des oberrhein. geolog. Vereins zu Lahr am 29. März 1883. Stuttgart.

gleichzeitig stellen sich gern Quarz und Biotit ein. In solchen Varietäten besitzt der Augit vorherrschend eine durchaus selbständige Begrenzung, und nur selten wird die Structur ophitisch. Das Gestein der Zwart-Koppies wird man daher als einen Gabbro mit häufiger diabasartiger Facies bezeichnen können. Zwischengesteine mit Diallag und Augit, sowie mit recht reichlichem Gehalt an Biotit und Quarz treten besonders im Osten auf, wo die lichten typischen Gabbros ganz zu fehlen scheinen.

Nur an einer Stelle, nämlich dort, wo der Höhenzug in die nordwestliche Richtung abbiegt (zwischen Renseburg und Rustenburg), bestehen die niedrigen Ausläufer der Zwart-Koppies aus Nephelinsyenit, der in unmittelbarer Nähe des Gabbro auftritt und von nicht unbedeutender Verbreitung sein dürfte. Trotz der scheinbaren räumlichen Beziehung zum Gabbro kann man aber wohl annehmen, dass ein selbständiger geognostischer Körper vorliegt, da Übergänge von Gabbro in Nephelinsyenit nicht beobachtet wurden und auch nicht gerade zu erwarten sind."

Das vorliegende Gestein ist von lichter Färbung und ausgesprochener porphyrartiger Structur, indem eine kleinkörnige Hauptgesteinsmasse und grosse leistenförmige Feldspathkrystalle sich scharf von einander abheben. Letztere erreichen eine Länge von ungefähr $1\frac{1}{2}$ cm. bei einer Breite von 2—5 mm.: dieselben sind häufig nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt, zeigen aber keinen Aufbau aus vielen Lamellen. In der kleinkörnigen „Grundmasse", welche die „Einsprenglinge" nur wenig überwiegt, erkennt man feldspathartige Leisten, farblose und bräunliche unregelmässig gestaltete Partien und dunkle Körner, welche augenscheinlich einem Bisilicat angehören.

Die nähere Untersuchung — theils am Dünnschliff, theils an den isolirten Gemengtheilen — ergiebt, dass die folgenden Mineralien an der Zusammensetzung des Gesteins Theil nehmen. Unter den primären Componenten treten in grösserer Menge Orthoklas, Plagioklas, Augit, Nephelin und Sodalith auf, in geringerer Hornblende, Glimmer, Titanit und opake Erze, unter den secundären Producten sind Eisenhydroxyd und besonders Zeolithe zu erwähnen. Danach liegt ein typischer

sodalithführender Nephelinsyenit von porphyrartiger Structur vor, der sich in seinem Habitus mit manchen kleinkörnigen Varietäten des Foyait wohl am besten vergleichen lässt.

Die grossen porphyrartig hervortretenden Feldspathe lassen keine andere krystallographische Begrenzung erkennen, als sich durch die leistenförmige Gestalt kund giebt, doch kann man sich an mechanisch isolirten Stücken gut orientiren. Die Spaltung nach P ist sehr viel vollkommener als nach M, ein Unterschied, der in den Reflexen bei der goniometrischen Messung besonders deutlich hervortritt. der Glanz geht indessen auf beiden Flächen ins Perlmutterartige. Ausserdem erscheinen die Blättchen nach $\infty P\bar{\infty}$ — monosymmetrisches Krystallsystem einstweilen vorausgesetzt — gern als Tafeln von der Form eines Rhombus, dessen Seiten sich ziemlich genau unter dem Winkel $\beta = 64^0$ schneiden: es lässt sich hieraus auf ein drittes Cohäsionsminimum senkrecht zu einer Fläche der Prismenzone schliessen. Reflexe einer solchen Fläche auf dem Goniometer zu erhalten ist indessen nicht gelungen, ebensowenig wurden deutliche Spaltrisse nach einer entsprechenden Richtung auf OP beobachtet; es muss also unentschieden bleiben, ob diese Theilbarkeit nach einer Prismenfläche oder nach dem Orthopinakoid verläuft.

An Spaltungsstücken wurde die Auslöschungsschiefe auf P bis zu $0^0\ 45'$, auf M zwischen 8 und 9^0 gefunden; die stumpfe Bisectrix tritt auf M aus.

Trotz vielfacher Wiederholung der stauroskopischen Messungen, bei Anwendung theils einer Calderon'schen Platte, theils eines Bertrand'schen Oculars, ergaben die für die Auslöschungsschiefe erhaltenen Werthe auf OP stets eine grössere Abweichung von 0^0, als sich durch Beobachtungsfehler erklären lässt. Da augenscheinlich der Feldspath nicht der Albit-Anorthitreihe angehört, so lag es nahe an einen Anorthoklas zu denken, und es wurde versucht, ob durch eine Analyse eine sichere Entscheidung zu erhalten sei.

Allerdings erweisen sich die grossen Feldspathe bei der mikroskopischen Untersuchung der Dünnschliffe bei weitem nicht so rein und frisch, als man bei der makroskopischen Betrachtung geneigt ist anzunehmen; nur ein verhältnissmässig kleiner Theil ist vollkommen klar und frei von Einschlüssen.

Die trüben Stellen, welche im Handstück auf den Rand beschränkt zu sein scheinen, dringen auch in das Innere ein in Form flockiger Partien, welche einer beginnenden Zersetzung ihre Entstehung verdanken. An Einschlüssen sind zunächst in nicht unerheblicher Menge Augitkrystalle vorhanden, sodann vereinzelte Titanitkörner, Apatitnadeln, Nephelin und Biotitblättchen. Trotzdem schien mir die Frage von hinreichendem Interesse zu sein, um einen Versuch zur Gewinnung von genügend reinem Material zu machen.

Mit Hülfe der Thoulet'schen Lösung gelang es zunächst nicht, Orthoklas, Plagioklas und Nephelin in befriedigender Weise zu sondern; es wurde daher zur Isolirung ein grösseres Stück zerkleinert, die dem Anschein nach frischesten Feldspathe mit der Pincette ausgesucht, an einigen der reinsten Splitter das spec. Gewicht zu 2,580 bestimmt und aus dem gesammten Material ein Theil isolirt, dessen spec. Gewicht zwischen 2,572 und 2,618 lag. Diese allerdings recht weiten Grenzen waren mit Hinblick auf das für eine Analyse erforderliche Quantum vorgeschrieben. Um etwaige Verwachsungen mit Nephelin oder Sodalith zu entfernen, wurde das gröbliche Pulver erst mit verdünnter (etwa 10procentiger) Salzsäure, dann mit einer Lösung von kohlensaurem Natron behandelt. Die erste nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung erhaltene salzsaure Lösung ergab einen sehr merklichen Rückstand mit reichlichen Würfeln von Chlornatrium; bei einer Wiederholung des Processes gingen nur noch Spuren in Lösung, so dass das Material für die zu entscheidende Frage als genügend rein erachtet wurde.

Über den Gang, welcher bei dieser und den folgenden Analysen eingeschlagen wurde, mögen hier einige Bemerkungen eingeschaltet werden.

Das Filtrat von der Kieselsäure ist nochmals eingedampft und bei 130° im Thermostaten getrocknet worden; die auf diese Weise abgeschiedene zweite Portion Kieselsäure wog zwischen 2 und 4 mgr.; natürlich ist nur die durch rückstandfreie Flusssäure verdampfte Menge in Rechnung gezogen. Die Fällung von Eisen und Thonerde geschah zuerst mit essigsaurem Natron und bei der Wiederholung mit Ammoniak; der Niederschlag enthielt gewöhnlich noch 1 bis 2 mgr. Kiesel-

säure. Das Eisen ist volumetrisch bestimmt, die Thonerde also nicht direct gewogen worden. Mangan wurde als Schwefelmangan abgeschieden und aus dessen Lösung mit Wasserstoffsuperoxyd niedergeschlagen[1]. Die Kalkfällung wurde zweimal vorgenommen. Die Bestimmung des Eisenoxyduls stiess bei den Analysen der Augite auf Schwierigkeiten, da die Substanz auch unter Zusatz von $\frac{1}{3}$ gr. Flusssäure zur MITSCHERLICH'schen Schwefelsäure und bei Erhitzung auf 200° ausserordentlich schwer aufgeschlossen wurde; selbst bei einer Steigerung der Temperatur auf 250° blieb noch ein kleiner unzersetzter Augitrückstand. Zu einer nochmaligen Wiederholung nach anderen Methoden fehlte es leider an Material. Die angeführten Zahlen für Eisenoxydul sind also wahrscheinlich etwas zu niedrig. Bei der Bestimmung der Alkalien ist in der Regel zur Controlle im Filtrat vom Kaliumplatinchlorid noch das Chlornatrium direct bestimmt worden. Die der Analyse unterworfenen Pulver wurden alle auf 108° im Thermostaten erhitzt; ebenso ist bei der Bestimmung des löslichen und unlöslichen Theils letzterer bei dieser Temperatur getrocknet worden.

Die Analyse des Feldspathes, zu welcher 0.7496 gr. für die Hauptbestimmung und 0.6903 gr. für die Bestimmung der Alkalien verwendet wurde, ergab die unter I folgenden Zahlen, während unter Ia die Zusammensetzung nach Abzug des Wassers auf 100 berechnet beigefügt ist.

	I	Ia	Ib
SiO_2	62.77	63.38	65.89
Al_2O_3	19.77	19.96	18.68
Fe_2O_3	0.35	0.35	—
CaO	0.39	0.40	—
MgO	0.20	0.20	—
K_2O	10.52	10.62	11.95
Na_2O	5.04	5.09	3.48
H_2O	0.23	—	—
	99.27	100.00	100.00.

Schon das Verhältniss von Thonerde und Alkalien zur Kieselsäure lässt erkennen, dass das analysirte Material nicht aus Feldspath allein bestanden haben kann. Da die mikroskopische Untersuchung ergeben hat, dass Augit unter den Einschlüssen stark vorherrscht, so ist zunächst aus der ge-

[1] RAMMELSBERG, Leitfaden. 4. Aufl. 1886.

fundenen Menge Eisen mit Zugrundelegung der unten mitgetheilten chemischen Zusammensetzung der Augite, deren Gehalt berechnet und in Abzug gebracht worden; er beträgt 1.20 %.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Analyse . .	63.38	19.96	0.35	0.40	0.20	10.62	5.09
Augit . . .	0.56	0.03	0.35	0.16	0.03	0.01	0.06
Rest . . .	62.82	19.93	—	0.24	0.17	10.61	5.03.

Auch dieser Rest entspricht weder der Zusammensetzung eines natronhaltigen Orthoklases, noch eines Feldspathes überhaupt. Es bleibt nur die Annahme übrig, dass Nephelin oder Sodalith, wahrscheinlicher aber wohl ersterer allein, trotz der Behandlung mit kalter Salzsäure noch vorhanden war, obwohl sich an den isolirten Körnern derartige Verwachsungen unter dem Mikroskop nicht wahrnehmen liessen. Ein Gemenge von:

1.20 % Augit
62.76 „ Kaliorthoklas
26.16 „ Natronorthoklas
9.33 „ Nephelin
0.55 „ Kalk-Magnesia-Thonerde-Überschuss.

würde in der Zusammensetzung mit den gefundenen Zahlen übereinstimmen.

Unter I b wurde oben die Zusammensetzung des Feldspathes beigefügt, wie er sich aus den beiden Orthoklasmolekülen allein berechnet.

Obwohl die chemische Untersuchung ein wenig befriedigendes Resultat geliefert hat, so deuten doch der geringe Gehalt an Kalk und der verhältnissmässig geringe an Natron eher auf einen normalen Orthoklas als auf einen Anorthoklas, welch letzterer nach den vorhandenen Analysen reicher an Natriumfeldspath ist, und ich bin geneigt anzunehmen, dass die Abweichung der Auslöschungsschiefe durch die Unvollkommenheit der Krystalle zu erklären ist. Für die Zugehörigkeit zum monosymmetrischen System spricht auch die ausgeführte goniometrische Messung. An den besten winzigen Spaltungsstücken von sehr reiner Substanz wurde der Winkel P : M zu 90° 0′, 89° 59′, 89° 51′ bestimmt.

Einige Feldspathe, welche in gedrungeneren und nicht so grossen Individuen, wie die eben beschriebenen, hervortreten, zeichnen sich durch besondere Reinheit und Frische,

sowie durch sehr vollkommene Spaltrisse aus. Wenn auch Anzeichen beginnender Zersetzung in Form randlicher Trübung oder braungelber winziger Körner, welche die Spaltungsklüfte bekleiden, meist vorhanden sind, so erscheint doch die Hauptmasse wasserklar, wodurch sich diese Krystalle recht scharf von den übrigen abheben. Fehlt auch diese beginnende Umwandlung, so ist eine Verwechslung mit Nephelin ohne nähere Prüfung nicht ausgeschlossen; die Untersuchung im convergenten polarisirten Licht führt aber leicht zur richtigen Deutung, wenn die Prüfung im parallelen polarisirten Licht nicht ausreicht.

Die erheblich kleineren Feldspathe der „Grundmasse“ treten mit schmal leistenförmiger Gestalt in grosser Zahl auf und gleichen — von der äusseren Begrenzung und den Dimensionen abgesehen — vollkommen den weisslich getrübten Randzonen der grösseren Orthoklase. Nur in sehr geringer Menge lassen sich unter ihnen Plagioklase an der Zwillingsstreifung sicher erkennen; die meisten sind aber für eine zuverlässige Bestimmung zu stark zersetzt. Man könnte aus obigem Grunde geneigt sein, letztere für identisch mit den grossen, porphyrartig ausgeschiedenen Feldspathen zu halten; doch ist schon a priori nicht anzunehmen, dass zwei augenscheinlich unter verschiedenen Bedingungen aus dem Magma ausgeschiedene Feldspathe dieselbe Zusammensetzung zeigen.

Der Versuch, eine Trennung nach dem spec. Gewicht auszuführen, ergab kein auch nur einigermaassen befriedigendes Resultat; indessen geht aus der weiter unten mitgetheilten Zusammensetzung des in Salzsäure unlöslichen Theils mit Sicherheit hervor, dass diese kleinen Feldspathe relativ viel Kieselsäure enthalten und also der Oligoklasreihe nahe stehen. Damit wäre auch die Schwierigkeit der Trennung von den grossen Orthoklasen und vom Nephelin erklärt.

Der Nephelin zeigt durchweg krystallographische Begrenzung; wenn auch ideale rechteckige oder sechsseitige Formen nicht gerade allzuhäufig sind, so lassen sich die Umrisse doch ohne Zwang auf solche zurückführen. Die hexagonalen Durchschnitte zeigen im convergenten polarisirten Licht deutlich das Axenbild eines einaxigen Körpers mit negativem Charakter der Doppelbrechung. An Einschlüssen treten ver-

einzelt stark doppelbrechende und gelegentlich sternförmig gruppirte Mikrolithe von dünn spindelförmiger Gestalt auf, die vielleicht eine beginnende Veränderung andeuten. Im allgemeinen zeichnet sich jedoch der Nephelin durch Frische und Reinheit der Substanz aus. Zuweilen tritt er als Einschluss in den grösseren Orthoklasen auf, betheiligt sich aber weitaus der Hauptmenge nach an der Zusammensetzung der kleinkörnigen Gesteinsmasse, in der er in stetem Verein mit einem isotropen Mineral die Lücken zwischen den kleinen Feldspathleisten ausfüllt.

Dieses isotrope Mineral, welches ich für Sodalith halte, wird in seinen Umrissen durch diejenigen des Augit, Feldspath und Nephelin bestimmt, so dass es ausschliesslich in unregelmässigen Partien zwischen den übrigen Gemengtheilen eingeklemmt erscheint. Es umgiebt gerne — vielleicht sogar ausschliesslich — den Nephelin, woraus man wohl geneigt sein könnte auf irgend eine Beziehung beider zu schliessen. Zur Unterscheidung kleiner Partien von Nephelin und Sodalith, senkt man zweckmässiger Weise das untere Nicol, welches am besten mit der Condensorlinse versehen wird. Der Nephelin tritt dann mit merklich erhabenem Relief hervor, wie schon Rosenbusch angiebt. Übrigens erscheint auch bei aufmerksamer Betrachtung der Sodalith etwas weniger klar.

Um einen Überblick über die vorhandene Menge Sodalith zu gewinnen, wurde der Chlorgehalt des Gesteins bestimmt.

I. 1.4087 gr. mit 10procentiger Salpetersäure etwa 10 Stunden in der Kälte behandelt, gaben 0.0129 Chlorsilber oder 0.21 % Chlor; eine zweite Behandlung des Rückstandes unter gleichen Umständen lieferte kein Chlor mehr.

II. 1.2826 gr., mit Soda aufgeschlossen, gaben nach Abzug des geringen Chlorgehalts der benutzten Soda 0.0132 Chlorsilber oder 0.26 % Chlor.

Das Mittel aus beiden Bestimmungen entspricht einem Gehalt an 4.1 % Sodalith von der Zusammensetzung $2 Na_2 O . 2 Al_2 O_3 . 4 Si O_2 + Na Cl$ mit 5.66 % Chlor, eine Menge, welche im Vergleich mit der Schätzung im Dünnschliff etwas gering erscheint; indessen schwankt der Chlorgehalt der einzelnen Sodalithanalysen sehr beträchtlich, und könnte ja auch eine chlorärmere Varietät vorliegen.

Der Augit ist in zwei Varietäten vorhanden, welche sich fast immer scharf von einander unterscheiden und in geeigneten Schnitten sehr gut charakterisirt sind.

Die eine Varietät tritt meist in grösseren Individuen auf, welche gute krystallographische Begrenzung zeigen: ∞P . $\infty P\bar{\infty}$. $\infty P\bar{\bar{\infty}}$, P resp. $P\bar{\bar{\infty}}$ und $-P\bar{\bar{\infty}}$ lassen sich im Dünnschliff durch Messung feststellen. An Krystallen, welche bei der mechanischen Isolirung erhalten wurden, konnten auf dem Goniometer nur das Prisma und die beiden Pinakoide mit genügender Sicherheit bestimmt werden. Die prismatische Spaltung ist für Augit eine recht vollkommene, und Spaltblättchen ergeben eine Auslöschungsschiefe von 33—36°. Die gewöhnliche Zwillingsbildung nach dem Orthopinakoid wurde nicht beobachtet, dagegen zwei Durchkreuzungszwillinge nach $-P\bar{\bar{\infty}}$, von denen einer ziemlich genau nach der Symmetrieebene angeschnitten ist. Der Winkel zwischen den beiden Längsrichtungen beträgt 100° (auf $\infty P\bar{\infty}$ verlangt die Rechnung 99°), die Auslöschung gegen die Längsrichtung des einen Individuums beträgt 40°, gegen die des andern 37°, beide in dem durch die Zwillingsbildung gegebenen stumpfen Winkel gemessen. Daraus folgt nach Analogie mit der optischen Orientirung in den Diopsiden eine Neigung von $c : c = 50°$ bis 53°, und die gleichen Werthe wurden an einfachen Krystallen im Dünnschliff mehrfach beobachtet[1]. Die Farbe ist dunkel olivengrün, der Pleochroismus stark und zwar:

a grün mit gelbem Ton
b gelbgrün
c grün mit schwachbläulichem Ton
Absorption (a fast = c) > b.

Die zweite Varietät tritt ausnahmslos in erheblich kleineren Individuen auf, welche zu schilfförmiger Gestalt mit Ausfaserung an den Enden und zu büschelförmiger Grup-

[1] Maximalwerthe 50—53°; die dunkle Färbung hinderte eine genauere Messung und war auch Veranlassung, dass sich nicht mit Sicherheit feststellen liess, ob der Winkel c : a oder c : c der grössere ist. Schnitte mit nahezu senkrechten Spaltrissen zeigten negativen Charakter der Doppelbrechung, welche Orientirung mit der obigen im Einklang steht; doch erreicht auch diese Bestimmung nicht den gewünschten Grad von Genauigkeit, weil es nicht gelang, unter den Schnitten solche mit guten Axenbildern aufzufinden.

pirung neigen, wie sie in den Phonolithen so häufig ist, aber auch in Nephelinsyeniten gelegentlich auftritt. Mit ihnen identificire ich auch sechsseitige Querschnitte, die sich von denen der ersteren Varietät durch weniger vollkommene Spaltbarkeit und kräftigeren Pleochroismus unterscheiden. Die Auslöschungsschiefe ist stets eine sehr geringe, meist unter 3^0, gelegentlich bis 6^0 ansteigend; höhere Werthe wurden nicht beobachtet. Diese geringe Auslöschungsschiefe nebst dem Auftreten eines Pinakoides allein deuten auf Akmit. Unter der Annahme, dass letzteres das Orthopinakoid ist, und dass die Axe grösster Elasticität in die Längsrichtung der Krystalle fällt, ergeben sich folgende Axenfarben:

$\mathfrak{a}$ blaugrün
$\mathfrak{b}$ grün
$\mathfrak{c}$ gelblichbraun
Absorption ($\mathfrak{a}$ fast $=$ $\mathfrak{b}$) $>$ $\mathfrak{c}$.

Vereinzelt kommen Augite mit Zonarstructur vor. In dem licht gefärbten Kern ist die Auslöschungsschiefe erheblich grösser als in den dunkelgrünen Randzonen, welche jedoch gegen ersteren nicht scharf geschieden sind. Es wurden Differenzen bis zu 17^0 gemessen, und es scheint, als wenn beide oben beschriebenen Augitvarietäten sich zu einem Individuum vereinigt haben.

Auch in Bezug auf die Einschlüsse sind beide Augite sehr deutlich von einander zu unterscheiden. Die kleinen, schilfförmigen zeigen eine bemerkenswerthe Reinheit und Klarheit, während in den grösseren Individuen Apatitnadeln, meist gerundete Titanitkrystalle, Körner von Magneteisen und rothbraun pleochroitische Glimmerblättchen in nicht unbeträchtlicher Zahl eingebettet liegen. Diese grossen, zum Theil porphyrartig hervortretenden Augite zeigen schliesslich eine weniger compakte Raumerfüllung, wie es scheint in Folge einer Art lückenhaften Wachsthums, wobei jedoch die Lücken ganz regellos begrenzt sind.

So weit nach dem Aussehen eines Pyroxen im Dünnschliff und nach dessen physikalischem Verhalten mit Zuhülfenahme der Arbeiten von Doelter, Mann und Merian ein Schluss auf die Zusammensetzung erlaubt ist, lag es nahe zu vermuthen, dass der in grösseren Individuen ausgeschiedene

Pyroxen mit bedeutender Auslöschungsschiefe im wesentlichen ein gemeiner Augit sei, also vorwiegend die Moleküle $\overset{II}{R}O . SiO_2$ und $\overset{II}{R}O . \overset{III}{R}_2O_3 . SiO_2$ enthalte, die kleinen schilfförmigen Krystalle mit geringer Auslöschungsschiefe dagegen akmitartigen Pyroxenen nahestehen. Die Reinheit und Frische beider Augite und das fast vollständige Fehlen von Begleitern, deren Trennung hätte Schwierigkeit bereiten können, war Veranlassung zu versuchen, jene Frage durch Analysen des isolirten Materials zu entscheiden. So leicht alle nicht augitischen Mineralien sich entfernen liessen, so schwierig, ja unmöglich war es, in Folge des durch den Fundort in begrenzter Menge zur Verfügung stehenden Materials eine Trennung beider Pyroxene durchzuführen. Ich musste mich schliesslich damit begnügen, zwei dem spec. Gewicht nach beliebig abgegrenzte Partien reiner Augitsubstanz zu analysiren, um aus der Zusammensetzung dieser Gemenge auf diejenige der Componenten zu schliessen.

Das aus der Thoulet'schen Lösung vom spec. Gewicht 3.169 ausgefallene Pulver wurde einer vorläufigen Reinigung durch den Elektromagneten unterworfen. Der Magnetit war sehr bequem und schnell zu entfernen, wenn man das Pulver unter die Pole brachte, den Strom schloss und gleich, nachdem das Papier mit der Substanz etwas gesenkt war, wieder öffnete; dabei blieb ein Magnetitbart in Folge des remanenten Magnetismus hängen, während die Augite fast vollständig wieder abfielen. Nach der Entfernung des Magnetit wurden die Augite unter Benutzung von vier Bunsen'schen Elementen leicht und schnell ausgezogen, da sie sich durch einen bemerkenswerth kräftigen Magnetismus auszeichnen. Der kleine Rückstand setzte sich vorzugsweise aus Titanitkryställchen zusammen.

Die auf diese Weise isolirten Augite liessen unter dem Mikroskop jedoch noch Verwachsungen in nicht unerheblicher Menge erkennen; zu deren Entfernung wurde das Korn möglichst zerkleinert und mit der Rohrbach'schen Lösung, sowie mit dem Magneten wiederholt behandelt, bis ein Product erzielt war, welches sich unter dem Mikroskop als frei von Verwachsungen erwies.

Unter II folgt die Zusammensetzung der Augite, welche in einer Lösung vom spec. Gewicht 3.444 untersanken, unter III diejenige eines Antheils mit dem spec. Gewicht 3.444 bis 3.337. Krystalle von geringerem spec. Gewicht waren nur in so unbedeutender Menge vorhanden, dass eine quantitative Untersuchung derselben unterbleiben musste. Zur Analyse II sind 0.7321 gr. für die Hauptbestimmung, 0.7396 gr. für die Bestimmung der Alkalien und 0.5199 für diejenige des Eisenoxyduls verwendet worden, zur Analyse III beziehungsweise 0.5400, 0.5235 und 0.5221 gr. IIa und IIIa geben die Analysen auf 100 berechnet.

	II	III	IIa	IIIa
TiO_2 . .	Spur	0.33	—	0.33
SiO_2 . . .	46.72	47.22	46.84	47.01
Al_2O_3 . .	2.41	2.53	2.42	2.52
Fe_2O_3 . .	17.29	15.90	17.34	15.83
FeO . . .	10.57	10.56	10.61	10.51
MnO . .	1.31	1.67	1.31	1.66
CaO . . .	13.51	10.72	13.54	10.67
MgO . .	2.57	2.02	2.57	2.01
K_2O . . .	0.48	1.95	0.48	1.94
Na_2O . .	4.88	7.55	4.89	7.52
	99.74	100.45	100.00	100.00.

Wenn man die Zahlen der Analysen II und III überblickt und mit einander vergleicht, so ersieht man sofort, dass zu beiden ein Gemenge verwandt worden ist. Gleichwohl lassen sich einige Schlüsse auf die Zusammensetzung der Componenten — der grösseren schief auslöschenden und der kleineren akmitartigen Augite — ziehen.

Da Kalk und Magnesia sich um nahezu denselben Betrag (ca. 21 %) verringern und kaum anzunehmen ist, dass in beiden physikalisch so verschiedenen Augiten diese Bestandtheile in genau gleichen Verhältnissen vorhanden sind, so scheinen letztere hauptsächlich, wenn nicht ausschliesslich, in dem einen Augit mit grosser Auslöschungsschiefe vorzukommen. Die ungleiche Zunahme von Kali und Natron deutet darauf hin, dass beide Pyroxene alkalihaltig sind, wie dies bei dem alkalireichen Magma, aus welchem sie sich ausgeschieden haben, auch zu erwarten ist und mit den von anderen Forschern erzielten Resultaten übereinstimmt.

Der akmitartige Augit zeichnet sich jedenfalls durch höheren Mangangehalt aus, ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass die grossen Augite nur Spuren oder gar kein Mangan enthalten; hierfür spricht nämlich die Gegenwart des Mangan in dem in Salzsäure löslichen Theil des Gesteins (siehe die später folgende Analyse) bei vollständigem Fehlen der Magnesia. Sesquioxyde und Eisenoxydul enthalten wohl beide Varietäten. Jedenfalls kann das Alkali nicht allein in der Form $\overset{I}{R}_2O . \overset{III}{R}_2O_3 . 4 SiO_2$ vorhanden sein, da der Kieselsäuregehalt hierfür nicht hoch genug ist. Man muss noch ein Silicat von der Formel $\overset{I}{R}_2O . \overset{III}{R}_2O_3 . SiO_2$ annehmen, wie es bereits Doelter gethan hat.

Wir gelangen also zu dem Schluss, dass zwei Pyroxene vorliegen: der eine tritt in grösseren Individuen auf, zeigt bedeutende Auslöschungsschiefe und enthält viel Kalk und Magnesia, wenig Alkali und Mangan; der andere ist in kleinen, oft schilfförmigen Krystallen vertreten, löscht wenig schief aus, ist alkali- und manganreich, sowie arm, ja vielleicht frei von Kalk und Magnesia. Diese Eigenschaften stimmen mit denen des gemeinen Augit und des Akmit überein. Die spec. Gewichte scheinen recht nahe zu liegen, doch derart, dass auffallenderweise der Akmit hier der leichtere Pyroxen ist.

Der Titanit ist lediglich als Einschluss in den grösseren Feldspathen und Augiten vorhanden, theils in den für ihn charakteristischen spitz rhombischen Durchschnitten, theils mehr in Körnerform. An einigen bei der Isolirung gewonnenen Bruchstücken von etwa $\frac{1}{3}$ mm. Durchmesser liessen sich ein paar Winkelmessungen ausführen, welche auf die Flächen 0P, $P\bar{\infty}$ und $P\grave{\infty}$ deuten.

	Beobachtet	Berechnet
$P\bar{\infty} : P\grave{\infty}$	= 65° 35′	65° 30′
$0P : P\grave{\infty}$	= 33°	33° 15′

Er beherbergt ziemlich reichlich feine apatitähnliche Nadeln und unbestimmbare Körner. Die Dispersion der optischen Axen ist beträchtlich, ohne indessen die gewöhnliche beim Titanit beobachtete Grösse zu erreichen. Trotzdem lassen Form, Winkelmessungen und chemische Reactionen nicht daran zweifeln, dass Titanit vorliegt.

Dunkelbraune Hornblende ist nur äusserst spärlich vorhanden, durch Spaltung, Farbe und sehr starken Pleochroismus aber gut charakterisirt. Von den grösseren Augiten unterscheidet sie sich auch dadurch, dass sie auf Schnitten mit guten Spaltungsrissen eine Bisectrix fast senkrecht austreten lässt, während beim Augit eine Axe manchmal in der Mitte des Gesichtsfeldes, manchmal am Rande zu beobachten ist.

Reichlicher stellt sich ein tief rothbrauner Glimmer ein, der schon beim Augit erwähnt wurde und ausnahmslos in der bekannten Weise mit opaken Erzen verwachsen ist[1]. Letztere sind nach der leichten Löslichkeit in Salzsäure und nach der schwachen Titansäurereaction zu schliessen titanhaltiges Magneteisen, dessen Menge sich aus dem Eisengehalt des löslichen Theils im Maximum zu 1.4 % berechnet; da aber auch Augit in Lösung zu gehen scheint, so ist sie in Wirklichkeit noch etwas geringer.

Apatit ist schon als Einschluss im Titanit und Augit angeführt worden. Besondere Erwähnung verdient, dass Zirkon und Cancrinit nicht beobachtet wurden. Das Fehlen des letzteren geht mit Evidenz daraus hervor, dass keine Spur Kohlensäure auf chemischem Wege nachgewiesen werden konnte.

Unzweifelhaft secundärer Entstehung und recht verbreitet sind Zeolithe, welche Nephelin und Sodalith begleiten. Sie löschen parallel zur Faseraxe aus, erscheinen zum Theil wasserklar, zum Theil bräunlichgelb gefärbt und zeigen in ersterem Falle lebhafte Interferenzfarben; oft sind die Fasern zu büschelförmigen Aggregaten vereinigt.

Die Structur des Nephelinsyenit ist infolge des schon hervorgehobenen Gegensatzes zwischen den grossen Orthoklasen und der übrigen Gesteinsmasse von kleinem, recht gleichförmigem Korn als eine porphyrartige zu bezeichnen.

Man könnte nun die Thatsache, dass zwei so verschiedene Augite ohne Übergangsglieder in irgend erheblicher Menge zur Ausscheidung gelangt sind, durch eine zwischen der Bildung beider erfolgte durchgreifende Veränderung der

---

[1] Vergl. Cohen, Sammlung von Mikrophotographien etc. Tafel 61. 4.

Gesteinsmutterlauge zu erklären versuchen; nur hält es ausserordentlich schwer zu ermitteln, auf welche Weise eine derartige Veränderung vor sich gegangen sein mag. Zu der Annahme, dass zwischen den Augitbildungen sich Feldspath ausgeschieden habe, wodurch die für die Akmitkrystallisation nöthige Veränderung des Magmas eingeleitet wurde. scheint die mikroskopische Untersuchung keine genügenden Anhaltspunkte zu liefern. Nur die folgende Reihe der Ausscheidungen lässt sich mit Sicherheit aufstellen, wobei 2 und 3 ineinander übergreifen.

1) Apatit, Titanit und opake Erze.
2) Bisilicate.
3) Nephelin und Feldspath.
4) Sodalith und secundäre Producte.

Die Verwachsungen der beiden Augite beweisen das höhere Alter der Pyroxene mit bedeutender Auslöschungsschiefe; hierfür sprechen auch die Einschlüsse von älteren Mineralien, welche recht häufig in jenem Pyroxen, nie aber in dem Akmit beobachtet wurden. Nach den Analysen würde also der natronreichere Augit später ausgeschieden sein, als der natronärmere.

Ein grosser Theil des Nephelin ist vor dem Feldspath auskrystallisirt, wie aus den nicht seltenen Einschlüssen des ersteren im Orthoklas hervorgeht; ja vereinzelt trifft man sie auch in den kleinen als Plagioklas gedeuteten Leisten. Da der Nephelin aber andererseits zusammen mit Sodalith und secundären Producten die Lücken zwischen den Plagioklasen ausfüllt, so dürfte seine Bildungsperiode die der Feldspathe überdauert haben. Die grossen Orthoklase spielen augenscheinlich die gleiche Rolle wie in den sogenannten porphyrartigen Graniten, und wenn es auch im allgemeinen wahrscheinlicher ist, dass grosse Krystalle sich zu einer Zeit bilden, in welcher das Magma noch einen höheren Grad von Beweglichkeit besitzt, so sprechen doch manche Beobachtungen dafür, dass sie auch letzte Producte der Krystallisation sein können [1].

Um die relativen Mengen, mit welchen sich die einzelnen

[1] Vergl. z. B. Benecke und Cohen, Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. p. 42.

oben beschriebenen Mineralien an der Zusammensetzung des Gesteins betheiligen, genauer zu ermitteln, als es durch eine Schätzung im Dünnschliff möglich ist, wurde das Gestein in einen in Säure löslichen und einen unlöslichen Theil geschieden, beide analysirt und zur Controlle eine Gesammtanalyse ausgeführt. Zu ersterem Zweck ist das sehr feine Pulver (2.0373 gr.) mit 10procentiger Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur 8 Stunden lang unter häufigem Schütteln behandelt worden; nach dem Abfiltriren der Lösung und nochmaligem Behandeln des Rückstandes unter den gleichen Bedingungen verminderte sich letzterer nur um 0.36 %, so dass die Trennung als eine vollständige angesehen werden kann. Vorversuche hatten ergeben, dass bei längerer Einwirkung sich gelatinöse Kieselsäure ausscheidet, welche eine Filtration unmöglich macht. Unter den angegebenen Bedingungen erhält man eine klare Lösung ohne jegliche Kieselsäureausscheidung.

Unter IV bis VII folgen die analytischen Zahlen, wobei der Chlorgehalt in IV aus der Bauschanalyse, der Wassergehalt in IV ebenfalls aus der Bauschanalyse mit Hinzuziehung der Zusammensetzung des unlöslichen Theils berechnet ist.

IV. Zusammensetzung des 39.03 % betragenden löslichen Theils.

V. Zusammensetzung des in Salzsäure unlöslichen Theils, Alkalien aus IV und VI berechnet.

VI. Gesammtanalyse mit 0.9416 gr. für die Hauptbestimmung, 0.9701 für die Alkalienbestimmung, 0.4545 für die Eisenoxydulbestimmung, 0.5407 für die Wasserbestimmung. Das spec. Gewicht wurde an erbsengrossen Stücken mittelst des Pyknometers zu 2.637 gefunden.

VII. Zusammensetzung des Syenit berechnet aus IV und V.

Eine irgendwie bemerkenswerthe Differenz zwischen VI und VII tritt nur in den Sesquioxyden hervor. Die berechneten Zahlen sind durch eine eckige Klammer kenntlich gemacht.

	IV lösliche Theile	V unlösliche Theile	VI Bauschanalyse gefunden	VII Bauschanalyse berechnet
TiO_2	0.00	0.26	0.09	[0.16]
SiO_2	43.69	60.57	53.73	[53.98]
Al_2O_3	28.64	13.00	20.35	[19.11]
Fe_2O_3	1.40	10.15	3.74	[6.73]
FeO	—		2.13	
MnO	0.20	0.44	0.51	[0.43]
CaO	2.88	2.57	2.72	[2.69]
MgO	Spur	0.60	0.47	[0.37]
K_2O	3.88	[7.45]	6.05	[6.05]
Na_2O	15.17	[3.31]	7.94	[7.94]
H_2O	[4.25]	0.59	2.02	[2.02]
Cl	[0.59]	—	0.23	[0.23]
	100.70	98.94	99.98	[99.71]

Der Wassergehalt des löslichen Theils zeigt den Grad der Zersetzung an und bekräftigt gleichzeitig die Deutung der secundären Producte als Zeolithe. Der Kalkgehalt weist auf einen kalkhaltigen Zeolith, da nach den Resultaten der mikroskopischen Prüfung ausser Zeolithen kein kalkhaltiges Mineral in den löslichen Theil übergegangen sein dürfte.

Um die relativen Mengen der drei Bestandtheile des löslichen Theils — Nephelin, Sodalith und Zeolithe — in Zahlen annäherungsweise zum Ausdruck zu bringen, wurden zunächst (nach Abzug von 1.4 % Eisenoxyd) Alkalien und Monoxyde je zusammengefasst. Unter IV a sind die Zahlen auf 100 berechnet, unter IV b in molecularen Verhältnissen ausgedrückt.

	IV a	IV b	IV c
SiO_2	44.61	0.7435	44.33
Al_2O_3	29.24	0.2867	29.41
CaO	3.11	0.0555	3.16
Na_2O	18.10	0.2919	18.42
H_2O	4.34	0.2411	4.06
Cl	0.60	0.0169	0.62
	100.00		100.00

Natron und Thonerde sind in einer gleichen Zahl von Molecülen vertreten, wie es im Nephelin und auch nahezu im Sodalith der Fall ist. Dies Verhältniss wird durch den Zeolith also nicht gestört, welcher demnach entweder ein reines wasserhaltiges Kalksilicat ist oder neben diesem noch ein Natron-Thonerdesilicat enthält, in welchem die Basen im ein-

fachsten Verhältniss auftreten. Ein dem Phillipsit nahe kommender Zeolith von der Zusammensetzung Na_2O, CaO, Al_2O_3, $4SiO_2$, $4H_2O$ ist der folgenden Rechnung versuchsweise zu Grunde gelegt worden:

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	H_2O	Cl
	0.7435	0.2867	0.0555	0.2919	0.2411	0.0169
Zeolith . . .	0.2220	0.0555	**0.0555**	0.0555	0.2220	
Sodalith . . .	0.0676	0.0338		0.0422		**0.0169**
Nephelin . . .	0.4441	**0.1974**		0.1974		
	+ 0.0098	—	—	— 0.0032	+ 0.0191	—

Hiernach kann man den in Salzsäure löslichen Theil des Nephelinsyenit nach Abzug des Eisenoxyds als ein Gemenge von

30 % Zeolith
59 „ Nephelin
11 „ Sodalith

auffassen. Ein derartiges Gemenge würde die oben unter IV c angeführte procentische Zusammensetzung ergeben.

Versuche, eine ähnliche Berechnung des unlöslichen Theils durchzuführen, lieferten kein genügendes Resultat. Die beiden Augitgemenge liegen in der chemischen Zusammensetzung einander zu nahe, als dass bei der Berechnung der Componenten nicht eine vielfache Erhöhung der analytischen Fehler stattfinden könnte, und bevor es nicht gelungen sein wird, einen zuverlässigeren Einblick in die Art der isomorphen Vertretung im Augitmolecül zu gewinnen, entziehen sich derartige Rechnungen jeglicher Controlle.

Die Plagioklase scheinen bei dem verhältnissmässig geringen Kalkgehalt des unlöslichen Theils, welcher durch den Augit jedenfalls weitaus zum grössten Theil in Anspruch genommen wird, einer sauren Mischung anzugehören. Die geringe Menge Mangan entstammt entweder jenen bereits oben erwähnten braunen faserigen Büscheln, welche wohl einer beginnenden Zersetzung des Augit ihre Entstehung verdanken, oder gelöster Augitsubstanz. Ein besonderer Versuch zeigte nämlich, dass der Augit durch längere Digestion mit concentrirter Salzsäure spurenweise angegriffen wird, da in der Lösung etwas Mangan nachzuweisen war.

Der Nephelinsyenit aus dem mittleren Transvaal gehört also zu derjenigen Gruppe, welche Pyroxen als weitaus vor-

herrschenden basischen Gemengtheil enthält, und deren grosse Verbreitung in neuerer Zeit mehrfach nachgewiesen worden ist. Von einem gewissen Interesse scheint mir das Resultat zu sein, dass zwei physikalisch und chemisch verschiedene Augite auftreten, und dass beide alkalihaltig sind, wie übrigens bei dem alkalireichen Magma, aus welchem sie zur Ausscheidung gelangten, und nach den Arbeiten von Dölter, Mann und Merian kaum anders zu erwarten war. Während Reichthum an accessorischen Gemengtheilen für manche Nephelinsyenite geradezu charakteristisch ist, erwiesen sich die zur Untersuchung gelangten Handstücke an solchen sehr arm.

Greifswald, September 1887, Mineralogisches Institut.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: 1888_2

Autor(en)/Author(s): Wülfing Ernst Anton

Artikel/Article: Untersuchung eines Nephelinsyenit aus dem mittleren Transvaal, Süd-Afrika 16-34