

MINERALOGISCHE MITTHEILUNGEN

GESAMMELT VON

G. TSCHERMAK,

DIRECTOR DES K. K. MINERALOGISCHEN MUSEUMS.

I. Ueber Serpentine und serpentinähnliche Gesteine.

Von Richard v. Drasche.

Es gibt wenige Gesteine, über deren Bildung so viele Ansichten ausgesprochen wurden als über die der Serpentine.

Als man die Anwendung von polarisirtem Lichte bei der Betrachtung von Gesteinsdünnschliffen kennen lernte, liess sich schon im vorhinein ein grosser Erfolg für die Kenntniss der Entstehungsgeschichte der Serpentine erwarten.

Einer der ersten, welcher den Serpentin einer mikroskopischen Untersuchung unterwarf, war Websky (*Zeitschr. der deutschen geologischen Gesellschaft* Jahrg. 1858). In neuerer Zeit beschäftigte sich hauptsächlich Director G. Tschermak mit der mikroskopischen Untersuchung dieses Gesteines.

Da die Serpentine nach der Annahme einer grossen Anzahl von Forschern aus den verschiedenartigsten Gesteinen, wie Granulit, Diorit, Gabbro, Eklogit, Olivinfels etc. entstehen, so liess sich auf eine grosse Mannigfaltigkeit ersterer unter dem Mikroskope schliessen. In diesen Hoffnungen wurde man indessen getäuscht, indem alle bisher untersuchten Serpentine unter dem Mikroskope beobachtet ein ziemlich gleiches Aussehen hatten. Eine Erklärung dieser scheinbar so merkwürdigen Thatsache gab Director G. Tschermak. (*Ueber Serpentinbildung*, LVI. Bd. d. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch., I. Abth. Juli-Heft. Jahrg. 1867), indem er die Bildung des Serpentin hauptsächlich auf die Zersetzung des Olivins zurückführte, dessen grosse Verbreitung in den Gesteinen er schon früher (*Beobachtungen über die Verbreitung des Olivin in den Felsarten* LVI. Bd. d. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch., I. Abth. Juli-Heft 1867) nachwies. Roth beschränkt in seiner neuesten Arbeit (*Ueber den Serpentin und die genetischen Beziehungen desselben*, k. Akad. d. Wissensch. Berlin 1869) den Kreis der Mineralien, aus welchen Serpentin entstehen kann auf Olivin, thonerdefreien Augit, thonerdefreie Hornblende und Diallag.

Vorliegende Arbeit unternahm ich nach einem Ausfluge in das Tauern-Gebirge auf Anregung des Herrn Directors G. Tschermak und kann ich nicht umhin, sowohl der vielen Rathschläge, welche er mir bei dieser Arbeit ertheilte, als auch der Freundlichkeit, mit welcher er mir

die reichhaltige Sammlung an Gesteins-Dünnschliffen und die Apparate des k. k. Mineralogischen Museums zur Verfügung stellte, dankbarst zu erwähnen.

Die chemischen Analysen wurden von mir im Laboratorium des Herrn Professors E. Ludwig ausgeführt.

Meine chemisch-mikroskopische Untersuchung der Serpentine führte mich zu dem Endresultate, dass die bis jetzt unter dem Namen Serpentin angeführten Gesteine in zwei Klassen zerfallen, welche oft chemisch von einander wenig unterschieden sind, desto schärfer aber mikroskopisch. Wie überall so sind auch hier Uebergänge von der einen zur andern Klasse.

Ich will nun das mikroskopische Verhalten einiger Serpentine näher beschreiben, welche ich in die erste Klasse reehne. Die chemische Zusammensetzung aller dieser Gesteine ist die gewöhnliche, welche annähernd der Formel $3\text{MgO}, 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ entspricht. Ihre mikroskopische Struktur lehrte, dass sie alle aus Olivingesteinen entstanden seien. Oft ist der Olivin noch vollkommen deutlich zu sehen, meistens aber schon umgewandelt, doch dann noch häufig durch die Anordnung des Magneteisens zu erkennen. Die steten Begleiter dieser Serpentine sind Bronzit, Bastit oder Diallag.

Der als Geschiebe vorkommende Serpentin von Brixlegg in Tirol zeigt unter dem Mikroskope betrachtet ein dichtes polyedrisches Netz von Magneteisenadern. Betrachtet man den Dünnschliff nun im polarisirten Lichte, so sieht man bläuliche Bänder eines senkrecht auf seine Längsrichtung gefaserten Minerals, welche sich den Magneteisenadern entlang hinziehen. In der Mitte dieser umrandeten Polyeder befindet sich oft ein Korn eines schon vollkommen zersetzten Minerals. Der ganze Eindruck, den dieser Dünnschliff macht, erinnert ausserordentlich an die von Director G. Tschermak beschriebenen zersetzten Olivinkristalle im Serpentin von Karlstetten.

Die zersetzten Krystallkörner in der Mitte der Polyeder sind jedenfalls die letzten Reste der zersetzten Olivinkristalle, in deren Blättergängen sich das Magneteisen abgesetzt hatte und deren Substanz sich in das gefaserte Mineral verwandelte.

Schon mit freiem Auge bemerkt man im Brixlegger Serpentin Diallag, welcher unter dem Mikroskope als ein mit parallelen Streifen versehenes Mineral erscheint, dessen optische Hauptschnitte oft schief zu Spaltungsrichtungen orientirt sind.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass dieser Serpentin einem Olivin und Diallag enthaltenden Gesteine seinen Ursprung verdankt.

Ein weiteres Beispiel von einem Serpentine dieser Klasse, gesammelt von Herrn Director Tschermak, ist der von Matrey am Brenner in Tirol, der, wie bekannt, neben der Stadt in nicht unbedeutender Menge ansteht. Auch er enthält das polyedrische Netzwerk von Magneteisenadern. In jedem dieser Polyeder ist aber wieder ein Ring von Magneteisen wie Fig. 1 zeigt.

Betrachtet man einen Dünnschliff dieses Gesteines im polarisirten Licht, so findet man wieder längs der Magneteisenadern das faserige Mineral. Von Resten von Olivin ist hier nichts zu bemerken, wenn nicht die ringförmigen Gestalten von Magneteisen darauf hindenten würden.

Mehr als die Hälfte des Präparates nehmen Durchschnitte eines Minerals mit ausgezeichneter Parallelstreifung ein. Die optischen Hauptschnitte stehen parallel und senkrecht zu den Spaltungslinien. Es ist Bastit, der auch makroskopisch zu erkennen ist.

Auch dieser Serpentin ist aus einem olivinhaltigen Gesteine entstanden, nur ist hier die Umbildung schon mehr vorgeschritten als bei dem Brixlegger, indem die Olivinkörner schon ganz verschwunden sind.

Ein Serpentin von Brünn aus der Sammlung des k. k. Mineralien-Cabinetes zeigt ganz gleiche Eigenschaften unter dem Mikroskope, wie die beiden früher erwähnten. Er enthält Diallag.

An dem Dünnschliffe eines von mir gesammelten Serpentin von Kraubat in Steiermark kann man die ganze Zersetzung des Olivins studiren.

Man sieht in ihm noch deutlich die sechsseitigen Durchschnitte der Olivinkristalle.

Nicht minder deutlich zeigt die Olivinkristalle in scharfen Umrissen ein Serpentin von Easton in Pennsylvanien aus der Sammlung des k. k. Mineralogischen Museums.

Er besteht aus nichts anderem als aus diesen noch wenig umgewandelten Olivinkristallen. Ein Serpentin mit grossen säulenförmigen Bastitkristallen von den Galway-Inseln in Irland aus der hiesigen Sammlung gehört ebenfalls in diese Klasse, doch ist selber schon in der Serpentinbildung so weit vorgeschritten, dass sich von Ueberresten des Olivins oder einer regelmässigen Anordnung des Magneteisens nichts mehr erkennen lässt. Die bläulichen, gefaserten Bänder sind hier sehr schön zu sehen. Ebenso gehört hierher der Serpentin von Kirchbühel bei Wiener-Neustadt in Nieder-Oesterreich.

Ausser diesen eigentlichen Serpentin existiren noch serpentinähnliche Gesteine, deren mikroskopische Beschaffenheit ganz von der der bisher beobachteten Serpentine abweicht. Ihre chemische Zusammensetzung entspricht oft der Serpentinformel, doch weicht sie auch häufig vollständig von derselben ab.

Der beste Repräsentant dieser Klasse von Gesteinen ist das Gestein von Windisch-Matrey in Nordtirol. Es findet sich dort dem Kalkglimmerschiefer concordant eingelagert, der einen Theil der nördlichen Schieferhülle der Centralkette bildet.

Dieses serpentinähnliche Gestein kommt dort in den verschiedensten Varietäten vor, vielfach durchzogen von Kalk-, Asbest- und Chrysotil-Adern: seine Farben wechseln vom leichtesten Grün bis ins Tiefgrüne und Braune.

Zwei von mir gesammelte Handstücke dieses Gesteines, welche so zu sagen die Endglieder dieser Reihe von Gesteinsvarietäten bilden wurden untersucht.

Nr. I. Schon bei Betrachtung dieses Gesteines mit unbewaffnetem Auge sieht man, dass man es mit keinem wirklichen Serpentine zu thun hat. Das Gestein hat eine licht olivengrüne Farbe, und ist mit gelbbraunen Flecken gesprengt. Es hat einen bläulichen Schimmer und unebenen Bruch.

Hie und da im Gesteine eingestreut bemerkt man grüne Blättchen, welche vollkommene Spaltbarkeit zeigen und nach ihren äusseren Kenn-

zeichen Diallag, Bronzit oder Hornblende sein können. Ein solches Blättchen wurde im Nörrenberg'schen Apparat geprüft. Es zeigte ein seitliches Axenbild, ist also nach den Unterscheidungszeichen, welche Director Tschermak über die Mineralien der Augit-, Amphibol- und Biotitgruppe gab (Sitzb. d. Akad. d. Wissensch. I. Abth. Mai-Heft, Jahrg. 1869) Diallag.

Das gelbbraune Flecken bildende Mineral löst sich nicht in kalter, jedoch in warmer Salzsäure unter Kohlensäure-Entwicklung auf; es enthält Kalkerde und Eisen daraus erkennt man den Ankerit.

Betrachtet man das Gestein mit der Loupe oder besser noch bei auffallendem Lichte unter dem Mikroskope, so sieht man eine durchscheinende olivengrüne Grundmasse, vollkommen durchspickt mit einem weissen, schuppigen, unregelmässig begränzten Mineral.

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Dünnschliffen dieses Gesteines zeigte sich die Grundmasse als ein dichtes Netzwerk von länglichen Durchschnitten eines rhombischen Minerals. Dieses so abweichende Verhalten der Gesteine von der mikroskopischen Beschaffenheit der eigentlichen Serpentine veranlasste mich, eine chemische Analyse dieses Gesteines aufzuführen. Es wurde dabei der von Prof. E. Ludwig (Pogg. Ann. Band 141, S. 149) bei Silikat-Analysen angegebene Gang befolgt.

Das Gesteinspulver wurde vorerst einige Stunden bei 110° getrocknet um alle hygroskopische Feuchtigkeit zu entfernen, das chemisch gebundene Wasser wurde beim Gebläse ausgetrieben und dann aus dem Gewichtsverluste bestimmt. Eine directe Bestimmung des Wassers war nicht thunlich, da die im Verbrennungsofen erreichbare Temperatur nicht ausreicht, um alles Wasser auszutreiben. Die Kohlensäure wurde durch Schmelzen des Gesteinspulvers mit Borax in einem Platinschiffchen im Verbrennungsofen und Absorbiren derselben in einem Liebig'schen Kaliapparat direct bestimmt.

Die Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul geschah durch Aufschliessen des Gesteinspulvers mit Salzsäure in zugeschmolzenen Röhren bei 200° und nachheriges Titriren der Lösung mit übermangansaurem Kali.

Das specifische Gewicht wurde zu 2.69 bestimmt.

Genommene Quantität 1.3222 Gramm.

Kieselsäure	41.57
Thonerde	0.67
Eisenoxyd	2.63
Eisenoxydul	5.31
Kalk	1.22
Magnesia	36.66
Kohlensäure	0.51
Glühverlust	11.88
	<hr/>
	100.45.

Bei der qualitativen chemischen Untersuchung stellte sich ein Nickelgehalt heraus. Um denselben quantitativ zu bestimmen, wurden 11.1284 Gramm des Gesteines mit Flusssäure aufgeschlossen und daraus das Nickel als Oxydul zu 0.28 Procent bestimmt.

Durch Salzsäure ist das Gestein nicht zersetzbar. Die chemische Analyse unterscheidet sich wenig von denen der gewöhnlichen Serpentine. Das Eisenoxyd ist dem vorhandenen Magneteisen zuzuschreiben.

Betrachtet man die Kohlensäure als mit Kalk verbunden, sämtliches Eisenoxyd mit dem entsprechenden Oxydul zu Magneteisen verbunden, lässt man die Thonerde unberücksichtigt und berechnet nun den Rest auf 100 so erhält man folgende unter *a*) aufgezeichneten Zahlen. Die Zahlen unter *b*) sind die der theoretischen Serpentinformel entsprechenden.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>
Kieselsäure	43·84	44·14
Eisenoxydul	4·37	—
Kalk	0·61	—
Magnesia	38·66	42·97
Glühverlust	12·52	12·89
	<hr/> 100·00	<hr/> 100·00

Behufs einer mikroskopischen Untersuchung wurden nun von diesem Gesteine Dünnschliffe angefertigt und dieselben im polarisirten Lichte beobachtet. Bei gekreuzten Nikols zeigt sich nun, wie schon früher erwähnt, dass die Hauptmasse des ganzen Präparates aus einem dichten Geflechte von länglichen Durchschnitten besteht. Dieselben sind Rechtecke; manchmal so dünn, dass man sie Nadeln nennen möchte, öfters dagegen wieder recht breit. Diese Durchschnitte sind parallel ihrer Längsaxe deutlich gestreift, was auf eine vollkommene Spaltbarkeit dieses Mineralen schliessen lässt. Fig. 2 soll eine Vorstellung von diesen Durchschnitten geben.

Diese länglichen Figuren schneiden sich meist unter den verschiedensten Winkeln: indessen kommen Stellen im Präparate vor, wo dieselben ein deutliches quadratisches Netzwerk bilden.

Im polarisirten Lichte erscheinen die Durchschnitte meistens grau, und dort wo sie lebhaftere Farben annehmen, scheinen sie schon in Zersetzung begriffen zu sein, denn ihre Begrenzungen sind verschwommen und sie gestalten sich zu in der Mitte breiten, an den Enden schmaler werdenden und ausgefranzten Formen.

Beobachtet man die optische Orientirung dieser Durchschnitte zwischen gekreuzten Nikols, so tritt immer Dunkelheit ein sobald die längere Axe der Durchschnitte parallel einer Nicoldiagonale ist. Da kein einziger Durchschnitt im Präparate zu sehen ist, der ein anderes Verhalten zeigen würde, so gehören diese Durchschnitte einem rhombischen Minerale an.

Ausser diesen Durchschnitten sieht man noch Schnitte mit unregelmässiger Begrenzung, von welchen Fig. 3 einen Begriff geben soll. Sie zeigen zwischen gekreuzten Nikols alle abwechselnd Helligkeit und Dunkelheit, sie sind also optisch zweiaxig.

An manchen Stellen des Präparates herrschen die letzteren Durchschnitte bedeutend vor den ersteren vor. Es scheint mir, dass die unregelmässig begrenzten Durchschnitte die beiläufig parallel zur Spaltungsfläche eines blättrigen Minerals geführten Schnitte sind, während die

länglichen Schmitte die beiläufig senkrecht zu den Spaltungsflächen geführten Schmitte sind.

Ausserdem bemerkt man noch unter dem Mikroskope Körner von Magneteisen und ein bräunliches Mineral, welches Streifung nach zwei verschiedenen Richtungen zeigt, die sich unter einem beinahe rechten Winkel schneiden. Die optischen Hauptschnitte schneiden diese Richtungen unter schiefen Winkeln. Es ist dies das Mineral, welches schon im Nörrenberg'schen Apparat als Diallag erkannt wurde.

Um über die chemische Natur des die zweierlei Durchschnitte bildenden Minerals näheren Aufschluss zu erhalten, wurde ein dünngeschliffenes Gesteinsblättchen einen Tag in concentrirte Salzsäure gelegt, hierauf wieder auf das Objectglas mit Balsam angekittet und unter dem Mikroskope betrachtet. Das Blättchen zeigte bis auf das Verschwinden der Magneteisenkörner nicht die geringste Veränderung. Es hatte sich nun durch die chemische und mikroskopische Untersuchung herausgestellt, dass dieses Gestein aus durch Salzsäure unzersetzbaren Mineralien bestehe.

Die schon mit der Loupe am Gesteine zu beobachtenden Blättchen haben das Ansehen und die Härte von Talk. Da die Härte des Gesteines jedoch an manchen Stellen so gross ist, dass Glas schwach geritzt wird, so muss unbedingt noch ein anderes härteres Mineral vorhanden sein. Um darüber ins Klare zu kommen, wurde etwas von einem groben Pulver dieses Gesteines zwischen zwei Glasplatten gebracht und unter dem Mikroskope beobachtet, welche Erscheinungen sich beim Zerdrücken des Pulvers zeigen. Man vernimmt dabei ein knirschendes Geräusch, wie beim Zerquetsehen eines harten Körpers, und unter dem Mikroskope beobachtet man, wie einzelne Körner des Pulvers in dünne durchsichtige Blättchen zerspringen, andere Körnerchen lassen sich indessen vollkommen zerdrücken und bilden dann rundliche Massen. Das Gestein besteht mithin aus wenigstens zwei Mineralien; einem harten, spröden sehr theilbaren und einem weichen Mineral.

Um nun die chemische Zusammensetzung eines dieser Mineralien zu erfahren wurde ein Schlemmversuch gemacht und das allerfeinste Schlemmpulver einer quantitativen Analyse unterzogen.

Genommene Quantität 1.5372 Gramm.

Kieselsäure	41.51
Eisenoxydul	8.93
Kalk	1.53
Magnesia	35.64
Glühverlust	12.89
	<hr/>
	100.50

Vergleicht man nun diese Analyse mit den aus der theoretischen Formel berechneten Zahlen des Serpentin, so stimmt dieselbe so ziemlich mit ihnen überein. Der Unterschied in den specifischen Gewichten der beiden Mineralien ist also wohl zu gering, um eine Trennung derselben durch Schlemmen zu bewirken.

Unser Gestein besteht demnach aus zwei rhombischen Mineralien, einem härteren und einem weichen, aus etwas Ankerit, Magneteisen und Diallag.

Das andere Endglied der grossen Reihe von Varietäten unseres serpentinihnlichen Gesteines aus Windisch-Matrey bildet ein von dem ersten Serpentin im Aussehen ganz und gar verschiedenes Gestein.

Nr. II. Es ist dunkelgrün, sehr feinkörnig und hat eckigen Bruch. Seine Härte ist etwas grösser als die des Gesteins Nr. I. In der dunkelgrünen Masse sieht man in ziemlicher Häufigkeit ein lichtgrünes bis 5 Mm. grosses Mineral eingestreut, welches deutliche Spaltbarkeit zeigt:

Spaltungsstücke dieses in die Augit- oder Amphibolgruppe gehörigen Mineralen im Nörrenberg'schen Apparat untersucht, wurden als Diallag erkannt.

Betrachtet man die Grundmasse dieses Gesteines genauer, so sieht man schon mit freiem Auge in dieser eine Unzahl von weissen, schuppigen Blättchen eingestreut.

Unter der Lupe oder dem Mikroskope bietet nun dieses Gestein denselben Anblick wie Nr. I; wieder die olivengrüne Grundmasse durchspickt mit den talkähnlichen Blättchen; die dunklere Färbung von Nr. II wird nur durch einen grösseren Gehalt an Magneteisen bedingt.

Beobachtet man nun einen Dünnschliff dieses Gesteines unter dem Mikroskope, so sieht man die Magneteisenadern zu merkwürdigen Gestalten vereint, wie Fig. 4 zeigt. Diese Formen erinnern lebhaft an die Figuren, welche das Magneteisen im Brixlegger Serpentin bildet.

Zwischen gekreuzten Nikols betrachtet stellt sich uns das Präparat als ein dichtes Netzwerk der oben ausführlich beschriebenen länglichen Durchschnitte dar.

Längs den Magneteisenadern ziehen sich Bänder eines auf seine Längsrichtung gefaserten Minerals, ganz so wie im Brixlegger Serpentin.

Ferner sieht man noch in den Dünnschliffen dieses Gesteins grosse Durchschnitte eines Minerals von unsymmetrischer Begrenzung. Dieses Mineral zeigt starke Parallelstreifung, was auf eine ausgezeichnete Spaltbarkeit schliessen lässt. Längs diesen Spaltungsrichtungen hat sich Magneteisen in schwarzen Schnüren angesetzt, so dass die Durchschnitte, wie Fig. 5 zeigt ein schwarz gestreiftes Aussehen erhalten.

Die optischen Hauptschnitte schneiden die Spaltungsrichtungen unter einem schiefen Winkel. Es ist dies der Diallag, der auch schon mit freiem Auge an dem Gesteine als die lichter grünen Blättchen erkannt wurde. Oft sind die Diallagkrystalle so zersetzt, dass sie unter dem Mikroskope keine optische Orientirung mehr zeigen, sondern alle Farben spielen. Dort entwickeln sich nun die Längsschnitte des rhombischen Minerals am ausgezeichnetsten, so dass es den Anschein hat als würde selbes aus den Umwandlungsprodukten des Diallag entstehen.

In einem anderen Dünnschliffe dieses Gesteines waren die unregelmässig begrenzten Blättchen, welche wir schon bei Nr. I beobachteten, sehr deutlich zu sehen.

Gestein Nr. II zeigt also mikroskopisch alle Erscheinungen, welche wir schon bei Nr. I beobachteten, nur treten hier noch jene gefaserten Bänder auf, welche immer bei den eigentlichen Serpentinien beobachtet wurden. Es ist durch Salzsäure nicht zersetzbar und erleidet einen Glühverlust von 11.08 Procent.

Bei einem Wasserfalle in der Nähe von Windisch-Matrey findet sich als Gerölle ein Gestein, das die äusseren Eigenschaften eines Serpentin-schiefers besitzt. Es hat lichtgrüne Farbe, geringe Härte, grob-schiefrigen Bruch und sieht sehr homogen aus. Bei genauerer Besichtigung des Gesteins sieht man jedoch bald, dass es voll von weissen talk-artigen Blättchen ist, welche dem ganzen Gesteine ein bestäubtes Aussehen geben. Dünnschliffe von ihm im polarisirten Lichte betrachtet zeigen die beiderlei Durchschnitte in ausgezeichneter Weise. Der Dünnschliff besteht aus nichts anderem als diesem rhombischen Mineral und Körnern von Magneteisen.

Nicht allein in der Gegend von Windisch-Matrey, sondern auch an vielen andern Orten finden sich Vertreter dieser Klasse von Gesteinen. Sie sind bis jetzt immer als Serpentine angeführt worden.

Ein ausgezeichnetes Vorkommen ist z. B. das grosse Serpentin-lager von Heiligenblut in Kärnten am Fusse des Grosse-glockners. Dieses Lager kommt hier in Verbindung mit Hornblendeschiefer und eklogitartigen Gesteinen im Kalkglimmerschiefer in grosser Ausdehnung und Mächtigkeit eingelagert vor. D. Stur schildert das geologische Vorkommen dieser Serpentine in seiner Abhandlung über das Tauerngebirge (Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1854 S. 832).

Zwei Handstücke, welche ich an Ort und Stelle sammelte, und welche ein vollkommen verschiedenes Aussehen haben, wurden von mir untersucht.

Gestein Nr. I macht ganz den Eindruck des Windisch-Matreyr Gesteines Nr. I, die Farbe ist etwas dunkler und die Härte grösser. Schon mit freiem Auge erblickt man wieder die in der Grundmasse eingestreuten talkartigen Blättchen. Das spezifische Gewicht des Gesteines war 2.79.

Die chemische Analyse gab folgendes Resultat:

Genommene Quantität 1.9217 Gramm.

Kieselsäure	30.39
Thonerde	1.68
Eisenoxyd	9.98
Eisenoxydul	3.32
Kalk	4.78
Magnesia	30.12
Wasser	9.86
	<hr/>
	100.13

Das Gesteinspulver war durch Salzsäure nicht zersetzbar. Zur Prüfung auf Alkalien wurden gegen 3 Gramm mit Flusssäure aufgeschlossen; es waren keine vorhanden.

Vorliegende Analyse weicht nun bedeutend von allen bisher bekannten Serpentinanalysen ab, sowohl durch ihren geringen Wasser- und Magnesia-Gehalt als durch die grosse Menge von Kalk und Eisenoxyd.

Unter dem Mikroskope bei auffallendem Lichte betrachtet, zeigt das Gestein dieselben Erscheinungen wie die Gesteine von Windisch-Matrey.

Die Versuche beim Zerdrücken des Gesteinspulvers führten ebenfalls zu demselben Resultat. Bei der Betrachtung eines Dünnschliffes

zwischen gekreuzten Nikols konnte man die zweierlei Durchschnitte von ausgezeichneter Schärfe und Deutlichkeit beobachten. Ihre rhombische Krystallform konnte hier mit grosser Sicherheit festgestellt werden. In dem Präparate bemerkt man noch rundliche Körner von Magneteisen, welche parallel ihren Umrissen mit einer amorphen dunkelgrünen Masse umgeben sind, in welcher Aggregate von lichtgrünen polyedrischen Stücken sich befinden, welche alle parallel optische Orientirung zeigen; also offenbar ein und demselben Krystalle angehören. Vergleicht man diese polyedrischen Absonderungsstücke mit den Dünnschliffen von zersetztem Olivin, so kommt man zur Vermuthung, dass erstere zersetzte Olivinkrystalle sein mögen.

Ferner befinden sich noch im Präparate Durchschnitte eines bräunlichen, schön vollkommen zersetzten Minerals, an dem man noch Spuren von Parallelstreifung entdecken kann. Es dürfte ein zersetzter Diallag sein. Die mikroskopische Structur dieses Gesteins ist also vollkommen der der Windisch-Matreyer Gesteine ähnlich.

Gestein Nr. II aus Heiligenblut hat vollkommen das Aussehen eines echten Serpentin. Es ist ein sehr dichtes, dunkelgrünes Gestein von eckigen Bruche und Härte. Die grüne Grundmasse ist von einer grossen Menge von Magneteisnadern durchzogen, welche im allgemeinen ziemlich parallel mit einander gehen und dadurch dem ganzen Gesteine ein gebändertes Aussehen geben.

Gesteinssplitter, unter dem Mikroskope bei auffallendem Lichte betrachtet, zeigen wieder die weissen Blättchen, welche aber hier sehr klein sind. Das spezifische Gewicht des Gesteines war: 2.91.

Die chemische Analyse dieses Gesteines gab folgendes Resultat:

Genommene Quantität 1.5815 Gramm.

Kieselsäure	41.05
Thonerde	1.67
Eisenoxyd	8.82
Eisenoxydul	3.15
Magnesia	33.70
Kalk	3.76
Glühverlust	8.45
	<hr/>
	100.60

Diese Analyse gleicht sehr der des Heiligenbluter Gesteines Nr. I; der Wassergehalt ist hier noch geringer.

Bei polarisirtem Lichte betrachtet gewähren Dünnschliffe von Nr. II folgenden Anblick.

Die Grundmasse ist von mikrokrySTALLINISCHER Structur. Durch dieselbe ziehen sich die schon mit freiem Auge sichtbaren Magneteisnadern. Stellenweise erhält die sonst zwischen gekreuzten Nikols bläulich gefärbte Grundmasse eine bräunliche Trübung, welche sich in bandförmigen Gestalten über das Präparat verbreitet und so demselben ein geflammtes Aussehen gibt. Untersucht man die Grundmasse mit stärkster Vergrösserung, so überzeugt man sich, dass dieselbe wieder aus den zweierlei Durchschnitten besteht.

Die trüben Stellen in der Grundmasse werden durch ein Aggregat von Krystalltrümmern bewirkt, welche im Haufen das Präparat durchziehen.

Nebst diesen Erscheinungen kommen noch Durchschnitte eines bräunlichen Minerals vor, welches starke Parallelstreifung zeigt. Seine Begrenzungen sind immer rundlich, es ist schon vollkommen zersetzt. Gestein Nr. II zeigt also ebenfalls die charakteristischen Eigenschaften dieser Gesteinsklasse.

Ein weiterer Fundort für dieses serpentinähnliche Gestein ist der Greiner im Zillertal in Tirol. Ein von Herrn Director Tschermak am Greiner in der Nähe des Wasserfalles gesammeltes Stück zeigt alle charakteristischen Eigenschaften auf das ausgezeichnetste.

Ein Handstück von dem „Serpentin“ von Mayo in Irland aus der Sendung des Herrn D. Forbes an das k. k. Mineralienkabinet zeigte, dass dieses Gestein ebenfalls unsrer Klasse angehöre.

Als Endresultat meiner Arbeit stellt sich nun heraus, dass diese Art von Gesteinen von den eigentlichen Serpentin zu trennen ist.

Sie besteht aus Magneteisen, etwas Diallag, und zwei mikrokrySTALLINISCHEN Mineralien, deren nähere Bestimmung nicht vollständig gelang.

Das eine in der Gesteinsmasse vorwiegende Mineral ist rhombisch krystallisiert in Blättchen und hat sehr geringe Härte. Obwohl das andere Mineral im Mikroskope nicht erkannt werden konnte, so wurde doch sein Vorhandensein durch die Härtebestimmung des Gesteines, sowie durch den Versuch zwischen den Glasplatten genügend festgestellt.

Schon die abweichenden Resultate der drei Analysen trotz gleicher mikroskopischer Structur deuten darauf hin, dass hier die Grundmasse aus wenigstens zwei Mineralien besteht, die in wechselnder Menge vorkommen. Da das Gestein von Windisch-Matrey Nr. I sehr gut die Formel des Serpentin gibt, so wäre es möglich, dass unser rhombisches Mineral Chrysotil sei, der hier allerdings nicht faserförmig, sondern in Form von Blättchen vorkommen müsste, jedoch müsste dann das Gestein durch Salzsäure zersetzbar sein, was nicht der Fall ist.

Der Krystallgestalt der vielen anderen Magnesiumsilikat-Hydrate ist noch so wenig bekannt, ihre chemischen Formeln sind noch so unsicher, dass es schwierig ist irgend eines dieser Mineralien mit dem rhombischen Mineral zu identificiren.

Am wahrscheinlichsten erscheint mir, dass das rhombische Mineral Bastit, das andere härtere Mineral Bronzit sei.

Der Bastit, bekanntlich ein rhombisches, äusserst theilbares Mineral, ist ein Umwandlungsproduct des Bronzits. Da letzterer nun ebenfalls rhombisch ist, und auch ausgezeichnete Theilbarkeit besitzt, so erklärt sich recht einfach, dass es nicht möglich ist, die beiden Mineralien unter dem Mikroskope zu unterscheiden.

Vergleichen wir nun die Analyse des W. Matreyer Serpentin (I) mit Analysen des Bastit. Analyse *a* ist von Köhler (Pogg. Annal. Bd. II, S. 192), *b* ist von W. Hetzer (Pogg. Ann. Bd. 119) ausgeführt.

	I.	a.	b.
Kieselsäure	43·84	43·90	43·77
Thonerde	—	1·50	6·10
Chromoxydul	—	2·37	—
Eisenoxydul	4·37	10·78	7·14
Magnesia	38·66	26·00	30·92
Kalk	0·61	2·70	1·17
Manganoxydul	—	0·55	—
Alkalien	—	0·47	—
Wasser	12·52	12·42	11·30
	<u>100·00</u>	<u>100·69</u>	<u>100·40</u>

Das Verhältniss der Atomgewichte in diesen Analysen ist folgendes:

	SiO ₂ :	RO :	H ₂ O
I	2	2·82	1·90
a	2	2·43	1·88
b	2	2·44	1·72

Das Gestein I stimmt, was das Verhältniss zwischen Kieselsäure und Wasser anbetrifft, recht gut mit Analyse *a* des Schillerspathes überein, doch ist die Menge der Basen RO in I viel grösser.

Berücksichtigt man, dass Bastit eigentlich doch kein selbständiges Mineral, sondern nur ein Umwandlungsprodukt ist, als welches es keine bestimmten Formeln haben kann, so ist man vielleicht berechtigt, das Gestein I von Windisch-Matrey als einen Bastitfels aufzufassen. Seine geringe Härte spricht auch dafür, dass in ihm nur wenig Bronzit vorhanden ist.

Betrachten wir nun die Analysen der Heiligenbluter Gesteine.

Hält man in diesen Gesteinen sämmtliches Eisenoxydul als mit Oxyd zu Magneteisen verbunden, in welcher Ansicht man durch die höheren specifischen Gewichte beider Gesteine bestärkt wird, und berechnet man den Rest auf 100, so erhält man folgende Zahlen:

	II.	III.
Kieselsäure	45·17	45·39
Thonerde	1·87	1·84
Eisenoxydul	2·91	2·01
Kalk	5·34	4·15
Magnesia	33·68	37·26
Wasser	11·03	9·35
	<u>100·00</u>	<u>100·00</u>

Berechnet man wieder das Verhältniss der Atomgewichte und vergleicht diese Zahlen mit den früher aus den Bastit-Analysen berechneten, so ergibt sich folgende Tabelle:

	SiO_2	:	RO	:	H_2O
I.	2	:	2.82	:	1.90
II.	2	:	2.48	:	1.63
III.	2	:	2.66	:	1.37
a.	2	:	2.43	:	1.88
b.	2	:	2.44	:	1.72

Der Wassergehalt bei II und III ist bedeutend niedriger, der Gehalt an Basen hat gegen I ebenfalls abgenommen, so dass man annehmen kann, dass die Heiligenbluter-Gesteine schon eine namhafte Quantität von Bronzit enthalten. Nach dem Wassergehalte zu schliessen, wäre Gestein III von Heiligenblut das bronzitreichste.

Wir haben bei dem Heiligenbluter-Gestein Nr. I gesehen, dass in selbem ebenfalls Olivin vorkommt. Geht dieser nun in Serpentin über, so entstehen Gesteine wie das von W. Matrey II, welche einestheils eigentlicher Serpentin, andernteils aber Bronzit-Bastit-Gestein ist.

Bis auf weiteres glaube ich folglich diese Gesteine als für grösstentheils in Bastit umgewandelten Bronzifels ansehen zu dürfen.

II. Ueber die Kupferlasur von Nertschinsk nach Handstücken des k. k. mineralogischen Museums.

Von Custos Dr. Schrauf.

An zahlreichen Orten werden in Russland die oxydirten Kupfererze bergmännisch gewonnen. Wohl unterscheidet sich die Paragenese nahegelegener Lagerstätten nur wenig, doch lassen sich für die obengenannten Erze mit einiger Sicherheit die Vorkommnisse vom Ural, Altai und Nertschinsker Revier trennen. Am Ural ist die Kupferlasur von Malachit begleitet. Die alten Anbrüche der Kupferlasur von Altai sind nur mit Quarz und Schwerspath vorgekommen, während die jüngeren Anbrüche seit Beginn dieses Jahrhunderts auch Cerussit zeigen. Im Gegensatze hiezu ist im Nertschinsker Bergbau silberhältiges Bleierz vorherrschend, welches nur vor 1770 und nach 1830 mit Kupfererz gefunden ward, während in der Zeit von 1780—1830 kein Kupferlasurvorkommen von Nertschinsk bekannt ist.

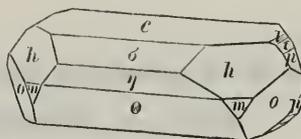
Da in der Literatur nur wenige Notizen über die Kupferlasur von Nertschinsk vorkommen, so wird man es für gerechtfertigt halten, wenn ich über die mir vorliegenden Handstücke dieses Fundortes ausführlicher berichte.

Das grössere Handstück (♀. VI. a. ε. b. 2) gleicht beinahe, dem äusseren Ansehen nach, den schönen Weissbleivorkommnissen von Rez-banya, nur mit dem Unterschiede, dass statt Malachit hier Azurit das begleitende Mineral ist. Das Handstück scheint dem Vorkommen einer Gangspalte entnommen zu sein, indem die obere mit Krystallen bekleidete Seite ziemlich horizontal verläuft, und mit dem tiefern Eindringen ins Muttergestein die Lasur- und Malachitadern immer ärmer werden. Das Muttergestein ist graugelber dolomitischer Kalk, welcher Cerussit, älteren Malachit und kleine Partien von Bleiglanz eingesprenzt enthält.

Auf der Oberseite des Handstückes hat sich eine prachtvolle jüngere Generation von Cerussit und Azurit entwickelt. Die Cerussite sind halbdurchsichtig, grauweiss bis sehr lichtgelb gefärbt und bilden säulenförmige Zwillinge von einem Habitus, welcher an die Formen des Aragonit von Horschenz erinnert. Die Kupferlasur sind sehr schön krystallisirt und in zwei Generationen vorhanden. Der älteren, mit Cerussit ziemlich gleichzeitigen Bildung werden die grösseren (1—2 Linien gr.) Krystalle der Kupferlasur zuzuzählen sein, während die jüngere Generation in kleinen (kaum $\frac{1}{2}$ Linie gr.) Krystallen gleich blauglänzenden Thautropfen auf der Kruste der weissen Cerussite aufsitzt.

Die Flächen des Azurits sind eben und glänzend, und seine Krystalle haben eine im wesentlichen gleiche Form. Der Grundcharakter der Gestalt wird durch das Vorherrschen der Fläche h (111) in Combination mit der Zone $l, f, p = (013), (012), (011)$ bestimmt. Die beobachteten Flächen ¹⁾ sind (vergl. nebenstehende Figur):

c (001). σ (102).
 θ ($\bar{1}02$). γ ($\bar{3}04$).
 l (013). f (012).
 p (011). m ($\bar{1}10$).
 h (111). k ($\bar{1}\bar{1}1$).
 o ($\bar{1}21$).



Dieser Form sowohl, als auch des Vorkommens krystallisirter Kupferlasur im Nertschinsker Bezirk ist bisher in der morphologischen Literatur des Azurit keine Erwähnung gemacht worden.

Da die neueren Werke den Fundort Nertschinsk für Kupferlasur nicht angeben, so will ich in nachfolgenden alle jene Gründe anführen, welche für die Richtigkeit der Paragenese sprechen.

Für die Richtigkeit der Etiquette und somit des Fundortes lassen sich nun mehrere Thatsachen anführen. Eine derselben basirt auf der Genauigkeit der alten von Stütz ²⁾ geführten Kataloge. Als Beispiel hierfür erwähne ich die Thatsache, dass die im alten Hauptkataloge auf die Handstücke der Azurite von Nertschinsk folgenden Kupferlasure die Etiquette Schlangenberg tragen. Ich habe diese letzteren untersucht und gefunden, dass sie sowohl wegen ihrer Paragenese mit Quarz und Schwerspath, als auch wegen ihrer Krystallform unzweifelhaft von Schlangenberg (Altai) stammen müssen. Eine Verwechslung der Fundorte in den älteren Katalogen ist daher nicht anzunehmen.

Zweitens stimmt die von mir im Nachfolgenden ermittelte Zeit der Kupferanbrüche in Nertschinsk mit der Zeit, in welcher das oben beschriebene Handstück der kaiserlichen Sammlung zu Wien einverleibt ward. Nachweislich muss die betreffende Kupferlasur bereits in den Jahren 1780—1790, vielleicht und wahrscheinlich noch früher in Wien gewesen sein. Um diese Zeit ist aber von den sibirischen Fundorten nur in Nertschinsk Blei und Kupfer gleichzeitig bekannt gewesen, indem erst in dem neunzehnten Jahrhundert auch am Ural und Altai neben Kupfer Blei aufgefunden ward.

Ueber den Zustand und die Mineralvorkommnisse von Nertschinsk im verflorbenen Jahrhundert sind die wichtigsten mir bekannt geworde-

¹⁾ Die Indices der Flächen beziehen sich auf das, aus meinen Beobachtungen folgende Axenverhältniss

$$\gamma = 92^\circ 24' \quad a : b : c = 0.85022 : 1 : 1.76108.$$

Vergl. hierüber Schrauf, Mineralogische Beobachtungen III. Reihe. Sitzungsber. der Wiener Akademie 1871.

²⁾ Vergl. Andreas Stütz. Neue Einrichtung des k. Naturalien-Cabinetes. Wien 1793. 8^o.

nen Notizen in den Schriften Georgi's ¹⁾, Pallas ²⁾, Ermann's ³⁾ und Wersilow's ⁴⁾ enthalten, während einige neuere Untersuchungen, die in russischer Sprache erschienen sind, unberücksichtigt ⁵⁾ bleiben mussten.

Ich hebe vorerst aus den Angaben Ermann's die Stellen heraus, welche über das Muttergestein der Nertschinsk-Schilkaer Erzzone Aufschluss geben: „Kalk und Dolomit ⁶⁾. In dem Schilkiner Revier, an dem linken Ufer der Schilka, grenzt unmittelbar an Granit ein wegen seines Erreichthums berühmter Kalk. Er umschliesst den grossen Erzstock, der nach seinem Streichen auf 2000 Fuss bekannt und um seine Mitte im Ausgehenden 230, in der Tiefe gegen 295 P. F. mächtig ist. Dieser Stock enthält als eigentliche Lagerstätte seiner Erze viele rundliche, durch Spalten mit einander verbundene Kammern, die dann mit Silber und Blei in Schwefel oder Sauerstoffverbindungen — welche in einem Mittel von Eisen und Manganoxyden liegen — gefüllt sind.“

Ferner sagt Ermann ⁷⁾ über die Kupfererze von Nertschinsk: „Südlich der Schilka liegt der eigentliche Grubendistrict. Seine Erzgänge stehen theils in Dolomit der auf Thonschiefer ruht, theils in diesem Thonschiefer selbst. In den an der Schilka gelegenen Revieren findet man himmelblauen Kieselmalachit, der mit derbem und glasglänzendem kohlen-saurem Blei durchsetzt ist; aber diese Stufen, sowie die von Rothkupfer aus anderen Gruben gelten als Seltenheit, und die Verhüllung derselben auf Kupfer ist seit 90 Jahren als geringfügig aufgegeben worden“.

Geht man, um den letzteren Satz richtig würdigen zu können, auf ältere Schriftsteller zurück, so findet man eine ausführliche Beschreibung der älteren Nertschinsk'schen Gruben sowohl bei Georgi als auch bei Pallas. Georgi hat im Jahre 1772 sowohl die Gruben des Schilka'er Reviers ⁸⁾, als auch die Argun'schen Baue besichtigt ⁹⁾. Pallas gibt 10 Jahre später ebenfalls eine Beschreibung der Nertschinsk'schen Lagerstätten (nach einem anonymen russischen Originalaufsatz), welcher wohl in vielen Punkten dem Berichte Georgi's entlehnt zu sein scheint, anderseits jedoch sowohl eine bessere mineralogische Feder, als auch manche in der Zwischenzeit eingetretene Veränderungen der Bergbau verräth.

1) Georgi: Geogr. Königsberg 1797. I. 213—231. — Reise. Petersburg 1775. I. pag. 357.

2) Pallas. Neue Nordische Beiträge. Leipzig 1783. IV. 199—239.

3) Ermann. Reise. 1830. I. Abth. Vol. II. 187, und in Ermann Arch. Vol. XX. 335. 1860.

4) Wersilow. Petersb. Min. Mitth. 1848—1849. pag. 44—47.

5) Vergl. A. Slobin. Beschreibung der Nertschinsker Werke: in Sibirskij Wjeduck 1823. pag. 115.

Anikin. Beschr. Nertsch. Bergbaue: in Gorny Jurnal 1837, Nr. 6.

Philew. Schilkiner Revier: Gorny Jurnal 1837, Nr. 8.

Dreier. Grünstein d. Schilkiner Reviers: in Gorny Jurnal 1837, Nr. 5.

6) Ermann. Ueber Nertschinsk. Geognost. Verhältn.: in Ermann's Archiv 1860, XX. pag. 335—342.

7) Ermann. Reise 1830. I. Abth. 2. Band pag. 187.

8) Das Schilka'er Revier ist in der Nähe der Stadt Nertschinsk, während die Argun'schen Gruben weit südöstlich hiervon bei der Nertschinsker Silberhütte (Nertsch. Sawod) sind.

9) Georgi. Reise. Petersburg 1775. Vol. I. pag. 350 et sq.

Georgi kennt (1772) keine Kupfergruben an der Schilka, sondern führt (l. e. pag. 357) einerseits die westlich von Stadt Nertschinsk gelegenen (Grube am Ononbach, Aginskische Kupfergrube), anderseits die östlich von der Nertschinsk im Argun'schen Bezirke liegenden Kupferschürfe (l. e. 366. Ildekan'sche Grube; l. e. 377. Gasimur'sche Grube; l. e. 378. Mungut'sche Grube) an. Die letzteren haben nach ihm nur geringen Kupferertrag geliefert (das Kupfererz kam mit Bleiglanz in Quarz vor) und waren meist auflässig.

Die Ursache, warum Georgi kein Kupfererzvorkommen von der Schilka erwähnen konnte, liegt in dem Umstande, dass die wichtige Kupfergrube dieses Bezirkes in diesem Jahre erst in wirklichen Betrieb gesetzt ward. Aufschluss hierüber gibt die Abhandlung¹⁾ in Pallas' N. N. Beiträge. In letzterer (l. e. pag. 236) ist die wichtigste Stelle bezüglich der Paragenese der Kupferlasur von Nertschinsk folgende: „Staubiges und krystallisiertes Bergblau in den Gasimur'schen und Paulof'schen Gruben auf Bleierz angeflogen“ ferner (l. e. pag. 246), „Gediegenes Kupfer mit Kupfergrün und Lasur in Schürfen um Pawlofskoi“.

Ueber diese Gruben selbst ist gesagt: (l. e. pag. 236).

„Kurunsulaefskoi Rudnik auch Gasimurskoi R. genannt, in der süd-östlichen Gegend [vergl. das oben von Georgi hierüber gesagte]. Gleich dabei war eine kleine Kupferhütte angelegt, die aber vorlängst verfallen ist“. Ferner (l. e. pag. 234): „Paulofskoi Rudn. ward im Jahre 1770 aufgenommen. Sie ist nur 200 Klafter von Schilkinskoi Sawod entfernt. Unter den Erzen, die aus Glanz und Ochern bestehen, fallen auch silberhältige Kupfernieren vor, worin sich körniges gediegenes Kupfer zeigt“.

Ueberblickt man nun alle bisherigen Angaben, so findet man dass die Azuritvorkommnisse in der Paulowsk'schen Grube des Schilkaer Reviers eine gleiche Paragenese wie die Handstücke der k. k. Wiener Sammlung darbieten, indem an beiden Kupferlasur, von Cerussit in dolomitischen Kalke begleitet, vorkommt. Ebenso stimmt auch die Zeit (vergl. oben) der Acquisition des Stückes in Wien mit der Zeit der besten Ausbeute der Paulowsk'schen Grube. Diese ward nur kurze Zeit von 1770—80 intensiv bearbeitet, und später gleich den übrigen Nertschinsker Kupferschürfen des geringen Ertrages wegen aufgelassen.

Diese doppelte Uebereinstimmung ist nun Ursache, dass ich wage, für das oben beschriebene Handstück des k. k. mineralogischen Museums als nähere Bezeichnung des Fundortes: „Die Paulowsk'sche Grube an der Schilka“ vorzuschlagen.

¹⁾ Pallas. Neue nordische Beiträge. Leipzig 1783. IV. Vol. pag. 217 et seq.

III. Ueber Pyroxen und Amphibol.

Von G. Tschermak.

Es war meine Absicht, eine grössere Anzahl von Beobachtungen über die genannten Mineralgruppen zu sammeln und diese unter Einem zu veröffentlichen, doch wurde ich schon früher veranlasst, einiges davor mitzuthemen, als ich es versuchte, eine Methode zur mikroskopischen Unterscheidung der in den Felsarten auftretenden Mineralien aus den Augit-, Amphibol- und Biotitgruppe ausfindig zu machen ¹⁾.

Bei einer anderen Gelegenheit veröffentlichte ich eine kurze Bemerkung, welche meine Ansicht über die chemische Zusammensetzung jener Mineralien betrifft ²⁾. Obgleich ich nun gewünscht hätte, über ein reicheres Beobachtungsmaterial zu verfügen, entschloss ich mich doch zu der vorliegenden Mittheilung, weil mir eine Vervollständigung in der nächsten Zeit noch nicht möglich werden dürfte.

Die Anordnung der hier besprochenen Mineralgattungen wie sie Herr Descloizeaux in seinem unvergleichlichen Manuel de Mineralogie gibt, scheint mir eine ganz naturgemässe zu sein, daher ich dieselbe in der Folge benützen werde.

Bronzitreihe. Sie umfasst den Enstatit, Bronzit, Hypersthen und Protobastit, indem der Enstatit und Bronzit die eisenärmeren, der Hypersthen die eisenreicheren Glieder umfasst und der Protobastit eine Parallele des Bronzites darstellt. Die Krystallform dieser Minerale ist erst in der letzten Zeit bekannt geworden, als V. v. Lang seine Abhandlung über den Enstatit im Meteoriten von Breitenbach veröffentlichte und später G. v. Rath einen krystallisirten Hypersthen auffand, welchen er als Amblystegit beschrieb. Die Formen gehören dem rhombischen System an. Es ist eine interessante Erscheinung, dass die Winkel denen nahekommen, welche der monokline Diopsid aufweist, worauf schon G. v. Rath hingewiesen hat. Wenn man beim Diopsid jene Fläche, die gewöhnlich als hinteres Hemidoma 102 genommen wird, als die Basis ansieht, so zeigt sich dies auch in den Elementen:

¹⁾ Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften Bd. LX. pag. 1.

²⁾ Die Porphyrgesteine Oesterreichs aus der mittleren geologischen Epoche Wien 1869.

$$\begin{aligned}
 a : b : c &= 0.87568 : 0.84960 : 1, \beta = 90^\circ && \text{Enstatit M. Breitenbach,} \\
 &= 0.87720 : 0.85202 : 1 && = 90^\circ && \text{Hypersthen Laach,} \\
 &= 0.89078 : 0.84150 : 1 && = 89^\circ 38' && \text{Diopsid nach Descl.}
 \end{aligned}$$

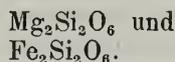
Dieser Aehnlichkeit in der Krystallform entspricht die Verwandtschaft in chemischer Beziehung, denn für den eisenfreien Enstatit gilt die Formel $\text{MgMgSi}_2\text{O}_6$, während dem eisenfreien Diopsid $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ zukömmt, wofern beide gleichartig geschrieben werden.

Bei allen Mineralien der Bronzitreihe herrscht Spaltbarkeit nach 100, 110, 010, doch überwiegt beim Bronzit und beim Hypersthen die Spaltbarkeit nach 100 oft ungemein. Ich glaube, dass man dies dem häufigen Auftreten von Einschlüssen zuschreiben darf, welche in der Form äusserst dünner Blättchen parallel 100 eingelagert sind und auch den Schiller auf dieser Fläche bei den beiden Mineralen hervorrufen. Wenn man ein solches durch Spaltung parallel der 100 Flächen erhaltenes Blättchen in das Polarisationsinstrument bringt, sieht man beim Drehen des Objectes nur den Wechsel von hell und dunkel, dagegen keine Farbenerscheinung und keine Axenbilder. Auch wenn man das Blättchen in Oel taucht, nimmt man im Axenapparate nichts wahr. Schleift man aber ein Blättchen parallel der Fläche 010, welche auf der vorigen senkrecht steht, so kommen nach dem Eintauchen in Oel die beiden Axenbilder zum Vorschein und ihre Verbindungslinie ist parallel der Kante zwischen 100 und 010. Die Mittellinie ist negativ. Der Axenwinkel, welchen man auf diese Weise erhält, variirt in der Bronzitreihe bedeutend und zwar je nach dem Eisengehalte. Dies zeigt die folgende Zusammenstellung, welche ausser dem negativen Axenwinkel, in Oel gemessen, auch die Summe des percentischen Gehaltes an Eisen- und Manganoxydul angibt, wobei aber zu bemerken ist, dass die Analyse meistens nicht an demselben Stücke wie die optische Untersuchung ausgeführt wurde, sondern nur an einem Stücke gleichen Fundortes.

Negative Axen- winkel in Oel	Eisen- und Manganoxydul	
133° 8'	2.76 pc.	Enstatit Mähren, Descloizeaux,
123° 38'	5.77	Bronzit Leiperville, "
121° 48'		" Kupferberg, "
114° 15'	11.14	" Grönland, "
106° 51'	9.86	" Kraubat, meine Beobachtung,
98° —	13.58	" Meteorit Breitenbach, v. Lang.
98° 26'		Hypersthen Stavanger, Descloizeaux
98° 22'	15.14	" Farsund, "
96° . . . 95°		" Neurode, Websky
92° 10'		" Penig, Descloizeaux
87° 38'		" Labrador "
85° 39'	22.59	" " "
81° 1'		" " "
78° 39'.30'		" " "
77° 30'.14'		" " "
74° 57 1/2'		" Igalikko "
72° 29'		" Labrador "
69° 59'		" " "
69° 14'		" Finland "

Man bemerkt eine regelmässige Abnahme des Winkels bei Zunahme des Eisengehaltes, nur der Bronzit von Ujadlersoat in Grönland macht eine Ausnahme. Es ist jedoch leicht möglich dass die optische und die chemische Beobachtung sich auf verschieden zusammengesetzte Exemplare beziehen.

Was den inneren Winkel der optischen Axen anlangt ist anzuführen, dass nach den Beobachtungen Descloizeaux's, zu schliessen, dieser Winkel 90° beträgt, wofern der scheinbare Winkel in Öl ungefähr 107° gibt. Demnach sind der Enstatit und die ersten drei Bronzite positiv, die übrigen Minerale negativ, der Bronzit von Kraubat steht in der Mitte. Für den innern negativen Winkel des zweitangeführten Hypersthens von St. Paul auf Labrador berechnet Descloizeaux $72^\circ 16'$, für den Enstatiten aus Mähren $110^\circ 18'$. Nach den früher angeführten Zahlen kann man also sagen, dass in der Bronzitreihe mit Zunahme des Eisengehaltes der positive Axenwinkel grösser werde, wobei aber noch zu berücksichtigen bleibt, dass der Thonerdegehalt, der Grad der Zersetzung etc. ebenfalls Einfluss nehmen. In der Bronzitreihe sind zwei Silicate in isomorpher Mischung anzunehmen, nämlich:



Dem zweiten Silicate, welches bisher noch niemals unvermischt gefunden wurde, käme demnach ein sehr stumpfer positiver Axenwinkel zu.

Der Pleochroismus der Bronzite ist gering. An dem Bronzit von Kraubat beobachtete ich bei den auf die vollkommene Spaltung senkrechten, parallel 010 geschnittenen Platten für Schwingungen parallel β einen unrein grasgrünen Ton, für Schwingungen parallel ϵ einen mehr blaulich grünen, bei Platten, die parallel der Hauptspaltung, also parallel 100 geschnitten waren, für Schwingungen parallel ϵ einen grünen, parallel α einen grüngelben Ton. Für Schwingungen, parallel ϵ erscheint die Farbe am dunkelsten, für jene parallel α am hellsten. Danach kann man als Schema geben:

ϵ blaulichgrün β grasgrün α grüngelb
Absorption: $\epsilon > \beta > \alpha$

Das Mineral enthält viele braune Nadeln parallel dem Spaltungsprisma eingeschlossen und dies bedingt, wie ich glaube, zum Theil den tombackfarbigen Schiller auf 100.

Der Hypersthen zeigt wie bekannt einen starken Pleochroismus. Der von St. Paul gab mir:

ϵ graugrün β röthlichgelb α hyacinthroth ins gelbe
Absorption $\epsilon > \alpha > \beta$.

Zum Bronzit gehört auch jenes Mineral, das von Streng Protobastit und später Enstatit genannt wurde. Es hat dieselbe Spaltbarkeit, dieselben Spaltwinkel, dasselbe Aussehen, dieselbe chemische Zusammensetzung wie der Bronzit. An einem Stücke aus dem Radauthale, das ich der Güte des Herrn Professor Streng verdanke, fand ich den Winkel $100 : 110 = 46^\circ$ und die vollkommenste Spaltbarkeit parallel 100. In optischer Beziehung verhält sich das Mineral verschieden vom Bronzit,

wie dies schon von Websky bemerkt wurde ¹⁾. Betrachtet man ein durch Spaltung parallel der vollkommensten Spaltbarkeit 100 erhaltenes Blättchen im Polarisationsinstrumente, so nimmt man Farben wahr und wenn das Präparat in Öl getaucht worden, sieht man zwei Axenbilder symmetrisch zur Normale auf jener Fläche liegend, während ihre Verbindungslinie parallel der Kante des Prisma 110 ist. Demnach steht die Ebene der optischen Axen senkrecht auf 100 und ist parallel der Fläche 010. Websky bestimmte mittelst eines Spaltblättchens den scheinbaren Axenwinkel in Öl zu $96^{\circ} 40'$. Die erste Mittellinie steht demnach senkrecht auf 100, sie ist negativ. Die Orientirung ist also verschieden von der des Bronzites, indem a und b vertauscht erscheinen. Bei dem Mineral aus dem Radauthal ist ein Pleochroismus nicht zu bemerken, man sieht nur gleiche Farbentöne, ein blasses Grün.

Die Körner dieses Mineralen haben oft eine Rinde, die auf der vollkommenen Spaltung messinggelb erscheint. Kleinere Körner sind öfters ganz in dieses messinggelbe Mineral verwandelt. Streng hat gezeigt ²⁾, dass diese Art der Umwandlung zur Bildung des Bastites führt, dass das messinggelbe Mineral ein Zwischenstadium dieser Veränderung darbietet und identisch mit dem Diaklasite Hausmann's ist. Descloizeaux prüfte die optischen Eigenschaften des Diaklasites und fand die zuvor für den Protobastit angegebene Orientirung und den negativen Axenwinkel in Öl zu 100° beiläufig. Dieselbe Orientirung fand er endlich beim Bastit aus dem Harz, welchen später auch Websky untersuchte.

Der negative Axenwinkel des Bastites ist kleiner als der des Protobastites. Für den Bastit, welcher im Terpentin bei Kirchbühel unweit Wiener-Neustadt vorkömmt, bestimmte ich den scheinbaren Winkel in Öl zu 81° . Websky fand für den Bastit aus dem Harz $74^{\circ} 10'$. Descloizeaux für einen Bastit gleichen Fundortes den Winkel in Luft 70° bis 60° , endlich für einen B. aus Corsica 70° bis 20° . Für einen Schillerspath aus dem Serpentin von Russel in Massachussets fand ich diesen Winkel = 30° .

Der Pleochroismus der Schillerspathe ist gering. Die Farbentöne sind bräunlich grün bis braun, die Absorption für c grösser als für b und a.

Protobastit, d. i. Bronzit mit der zuvor angegebenen Orientirung, fand ich auch mit Bastit und Diallag unregelmässig verwachsen an Handstücken, welche Professor von Hochstetter am Dun Mountain in Neuseeland im Gebiete des Olivinfels gesammelt, ferner in dem von mir beschriebenen Olivingabbro im Althale bei Reps in Siebenbürgen, wo er mit Bastit, Diallag und Olivin vereinigt erscheint. Mir blieb auch in diesen beiden Fällen kein Zweifel, dass der Bastit durch Umwandlung aus dem Protobastit hervorgeht.

Demnach bezeichnen die Namen Bronzit, Protobastit, Diaklasit und Bastit, wenn man sehr fein unterscheidet, wirklich verschiedene Dinge, und man kann zum Zwecke genauer Unterscheidung den von Streng wieder aufgegebenen Namen Protobastit für diesen Fall aufrechterhalten. Allerdings kömmt auch bei anderen Mineralien wie beim Adular die Erscheinung vor, dass die optische Orientirung wechselt, ohne dass ein

¹⁾ Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellschaft Bd. XVI. pag. 534.

²⁾ Jahrbuch für Mineralogie 1862. pag. 530.

spezifischer Unterschied zwischen den verschiedenen orientirten Substanzen gemacht werden könnte, weil dieses nur daher kömmt, dass zwei der Brechungsquotienten von einander sehr wenig verschieden sind. Doch der Name Protobastit ist einmal vorhanden und empfiehlt sich so lange als nicht nachgewiesen ist, dass auch aus dem Bronzit im engeren Sinne jenes Mineral entsteht, welches Bastit genannt worden. Es ist eine merkwürdige Erscheinung, dass bei der Umwandlung des Protobastites in Bastit ein Produkt entsteht, dessen Theilchen parallel angeordnet erscheinen und dieselbe optische Orientirung zeigen wie das ursprüngliche Mineral. Vielleicht rührt dies daher, dass im Bastit noch Ueberreste des ursprünglichen Mineralen in feiner Vertheilung vorhanden und durch die wie eine amorphe Substanz wirkende Neubildung verbunden sind.

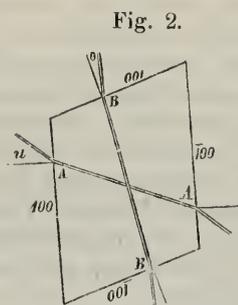
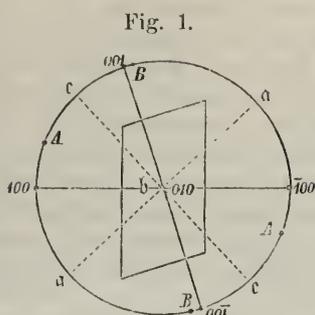
Diopsidreihe. Dazu sind die als Diopsid, Baikalit, Sahlit, Malakolith, Omphacit, Kokkolith, Hedenbergit bezeichneten Minerale zu zählen. Den Namen Diopsid wird man zweckmässig für die frei krystallisirten also aufgewachsenen Individuen verwenden, unter Hedenbergit begreift man die eisenreichsten Glieder der Reihe. Die Krystallform ist für die ganze Reihe fast ident. Um zu sehen, ob die letzteren Glieder nicht vielleicht eine Abweichung gegenüber den eisenärmeren zeigen, bestimmte ich an dem dunkelgrünen Diopsid, welcher zugleich mit einer strahlsteinartigen Hornblende den Pyrosmalit von Nordmarken bei Philipstadt in Wärmland begleitet, die genauer messbaren Winkel. Die Krystalle sind klein, stark glänzend. Es herrschen die Flächen (Bezeichnung Miller) $a = 100$, $b = 010$, $p = \bar{1}01$, ferner treten auf $m = 110$, $c = 001$, $e = 011$, $h = 121$, $o = \bar{2}21$. Die Messungen bei vorzüglicher Spiegelung des Fadenkreuzes sind mit g , bei minder vollkommener mit z bezeichnet. Zum Vergleiche sind die Messungen Kokscharoff's, welche nur licht gefärbte Diopside umfassen, ferner die von Descloizeaux berechneten Zahlen beigesezt.

	T.	K.	D.
$a : m = 100 : 110 =$	$46^{\circ}26' g$	$46^{\circ}27'$	$46^{\circ}27\frac{1}{2}'$
$b : m = 010 : 110 =$	$43^{\circ}34' g$	$43^{\circ}33'$	$43^{\circ}32\frac{1}{2}'$
$a : e = 100 : 001 =$	$73^{\circ}58' z$	$74^{\circ} 7'$	$73^{\circ}59'$
$a' : p = \bar{1}00 : \bar{1}01 =$	$74^{\circ}43' g$	$74^{\circ}33'$	$74^{\circ}38'$
$m : p = 110 : \bar{1}01 =$	$100^{\circ}26' g$	$100^{\circ}38'$	$100^{\circ}31'$
$e : h = 011 : 121 =$	$23^{\circ} 8' z$	—	$23^{\circ}11'$
$e : m = 011 : 110 =$	$58^{\circ}47' z$	—	$58^{\circ}26'$

Die Abweichungen sind unbedeutende, daher ist zu vermuthen, dass auch der krystallisirte Hedenbergit vom Diopsid in der Form wenig verschieden sein würde. Die sonst seltene Fläche h , welche von Descloizeaux mit μ bezeichnet wurde, erscheint gut ausgebildet.

Einige Glieder der Diopsidreihe wurden von mir optisch geprüft. Bevor ich die Zahlen anführe, darf ich bemerken, dass nach dem Vorgange von Descloizeaux der scheinbare Winkel der optischen Axen beim Austritte in Luft mit $2E$, der wahre oder innere Winkel mit $2V$, der mittlere Brechungsquotient wie gewöhnlich mit β bezeichnet wird. Der Winkel, welchen die eine Axe A beim Austritte in Luft mit der Normale auf 100 einschliesst, wird u , derjenige welchen die zweite

Axe B unter den gleichen Umständen mit der Normale auf 001 bildet wird σ genannt.



Die Orientirung der Elasticitätsaxen im Krystall wird durch Angabe der Winkel, welche eine derselben mit den Normalen auf 100 und 001 einschliesst, ausgedrückt. Die Bestimmungen wurden im physikalischen Cabinet der Universität ausgeführt dessen Instrumente Herr Professor v. Lang mir freundlichst zur Benützung überliess.

Wenn man einen Diopsidkrystall so in das Instrument schiebt, dass man durch dessen Querfläche 100 sieht, so bemerkt man seitlich das Bild der Axe A und findet zwischen diesem und der vom Auge auf 100 gefällten Normale die Doppelbrechung negativ. Der Winkel u lässt sich bei Krystallen sehr genau bestimmen, da man die Spiegelung auf der natürlichen 100-Fläche benützt. Ich erhielt folgende Resultate:

Diopsid, Ala, fast farblos,	Krystall $u = 38^{\circ} 12'$ roth $38^{\circ} 56'$ grün
„ Zillerth. blass grünlich	„ $u = 37^{\circ} 29'$ „ $38^{\circ} 8'$ „
„ Achmatowsk lichtgrün	„ $u = 36^{\circ} 14'$ „
„ Sahla, lichtgrün	„ $u = 35^{\circ} 39'$ „
Kokkolith Arendal pistazgrün	derb $u = 35^{\circ} 36'$ „ (berechnet)
Diopsid Nordmarken dunkelgrün	Krystall $u = 22^{\circ} 56'$ „
Hedenbergit Tunaberg schwarzgrün	derb $u = 22^{\circ} 16'$ „ (berechnet).

Man sieht, dass der Winkel u in dem Masse abnimmt als die Färbung der Minerale dunkler wird. Da die Färbung vom Eisengehalte herrührt, so besteht ein einfacher Zusammenhang zwischen diesem und der Grösse von u , welcher im folgenden klar werden wird.

Viele Minerale der Diopsidreihe zeigen eine schalige Zusammensetzung parallel 001 und lassen sich in dieser Richtung leicht in Platten trennen. Diese schalige Zusammensetzung scheint von sehr dünnen eingeschobenen Zwillinglamellen herzurühren. Wenn man nämlich von einem solchen Mineral eine Platte parallel 010 herauschneidet und selbe im Mikroskope zwischen gekreuzten Nicols prüft, so erkennt man in der angegebenen Richtung feine Linien, die hell erscheinen, wenn ihre Umgebung dunkel ist, und umgekehrt. Wegen der geringer Breite dieser Linien konnte ich bisher noch nicht die optische Orientirung bestimmen, also noch nicht den directen Beweis für die zuvor ausgesprochene Vermuthung liefern. Die feinen Linien sieht man am besten am Hedenbergit, aber auch am Kokkolith von Tunaberg und dem Sahlit von Dean beobachtete ich sie sehr deutlich und in grosser Anzahl.

Platten des pistazgrünen Kokkolithes von Arendal wurden zur Herstellung mehrerer Präparate verwendet, wobei die prismatische Spaltbarkeit sehr zu Hilfe kam. Die durch Ablösung parallel 001 erhaltenen Platten zeigen im Instrumente ein Axenbild, das von dem Mittelpunkt des Gesichtsfeldes wenig entfernt ist. Der Charakter der Doppelbrechung an dem letzteren Punkte ist positiv. Ich fand $\sigma = 8^{\circ}25'$ roth $8^{\circ}0'$ grün. Ein Prisma parallel der Orthodiagonale geschnitten gab mir $\beta = 1.690$ roth, eine Platte annähernd parallel der Symmetrieebene geschnitten lieferte für die Lage der Elasticitätsachsen $\alpha(100) = 41^{\circ}11'$ $\alpha(001) = 115^{\circ}10'$ endlich eine Platte senkrecht zu ζ genommen $2E = 111^{\circ}40'$ roth. Aus σ , β und $2E$, welche Beobachtungen ich für die besseren halte, ergibt sich

$$\alpha(100) = 40^{\circ}22', \alpha(001) = 114^{\circ}21' \\ \text{und } 2V = 58^{\circ}38' \text{ roth.}$$

Der Pleochroismus ist nicht stark, ich fand:

ζ ölgrün η ölgrün in olivengrün α grüngelb.

Die Absorptionsunterschiede sind gering, $\eta > \zeta > \alpha$.

Für den dunkelgrünen Diopsid von Nordmarken, dessen Winkeldimensionen früher angegeben wurden, fand ich $u = 22^{\circ}56'$ roth, $23^{\circ}54'$ grün, $\beta = 1.701$ roth, ferner $\alpha(100) = 46^{\circ}45'$, $\alpha(001) = 120^{\circ}43'$.

Daraus berechnet sich

$$2V = 60^{\circ}0' \text{ roth.}$$

Beobachtet wurden die Farbentöne:

ζ olivengrün ins grasgrüne η ebenso α olivengrün. Absorption $\zeta > \alpha$.

Der Hedenbergit von Tunaberg liefert schöne Platten parallel 001, welche bei nicht zu grosser Dicke durchsichtig erscheinen und gegen den Himmel oder gegen eine weisse Fläche gehalten, dem freien Auge eine epoptische Figur zeigen, bestehend aus zwei starken schwarzen Büscheln, welche auf der Klinodiagonale senkrecht stehen. Eine solche Platte lässt im Instrumente ein Axenbild fast mitten im Gesichtsfelde erscheinen. Ich beobachtete $\sigma = 2^{\circ}19'$ roth, $\beta = 1.710$ roth und $\alpha(100) = 45^{\circ}56'$, $\alpha(001) = 119^{\circ}55'$.

Daraus berechnet sich:

$$2V = 62^{\circ}32'.$$

Die Farbentöne sind schon merklich verschieden, dünne Platten gaben:

ζ grasgrün η lauchgrün α olivengrün.

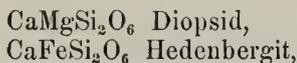
Die Absorption $\eta > \zeta > \alpha$ doch η und ζ wenig verschieden.

Aus den hier erhaltenen Zahlen mögen als charakteristische Daten ein Winkel für die Orientirung und der Winkel der optischen Axen entnommen, und die für den Diopsid von Ala durch Descloizeaux beobachteten Winkel hinzugesetzt werden.

Diopsid Ala	$100.b.c = 51^{\circ}6'$	$2V = 58^{\circ}59'$
Kokkolith Arendal	$= 49^{\circ}38'$	$= 58^{\circ}38'$
Diopsid Nordmarken	$= 43^{\circ}15'$	$= 60^{\circ}0'$
Hedenbergit Tunaberg	$= 44^{\circ}4'$	$= 62^{\circ}32'$

Von dem fast farblosen Diopsid von Ala bis zu dem schwarzgrünen Hedenbergit, welcher 27·01 pc. Eisenoxydul enthält, nimmt der Eisengehalt zu, zugleich vergrößert sich der positive Winkel der optischen Axen, ähnlich wie dies bei der Bronzitreihe bemerkt wurde. Ausserdem ändert sich der Winkel 100. b. c, er nimmt bei Zunahme des Eisengehaltes ab. Sowohl durch diese Abnahme als auch durch die Vergrößerung des Winkels der optischen Axen erfolgt eine Abnahme des Winkels u. Dieser nimmt also ab, wenn der Eisengehalt zunimmt, eine Erscheinung, die bereits bei einer früheren Zusammenstellung von Beobachtungen bemerkt wurde.

In chemischer Beziehung erscheinen die Minerale der Diopsidreihe als isomorphe Mischungen zweier Silicate, nämlich:



ausserdem erscheint zuweilen das dem Hedenbergit entsprechende Mangansilicat in geringer Menge beigemischt. Letzteres tritt nur selten in grösserer Menge auf, wie im sogenannten Schefferit. Obgleich gegenwärtig die angeführte Zusammensetzung als die richtige gilt, will ich doch an einigen Beispielen den Vergleich zwischen Rechnung und Beobachtung durchführen, um bei der späteren Discussion darauf verweisen zu können.

Bei den berechneten Zahlen ist angegeben, wie viel Percente des Eisensilicates (Hedenbergit) beigemischt angenommen wurden. Die Analysen sind folgende: 1. Diopsid von Gullsjö, Rammelsberg; 2. D. Zermatt, Merz; 3. Malakolith, Langbanshyttan, Reuterskiöld; 4. Malakolith Tunaberg, Erdmann; 5. Kokkolith Pargas, Lechartier; 6. Malakolith Dageröe Berzelius; 7. Hedenbergit, Tunaberg, H. Rose; 8. Hedenbergit, Arendal, Wolff.

	0 pc.	1.	10 pc.	2.	20 pc.	3.	30 pc.	4
Kieselsäure	55·56	55·11	54·84	54·74	54·12	53·56	53·41	53·82
Thonerde	.	.	.	.	.	0 25	.	0·95
Eisenoxydul	.	0·54	2·90	3·45	5·81	4·48	8·71	7·95
Manganoxydul	.	.	.	.	.	1·87	.	0·89
Magnesia	18·52	18·39	16·67	17·82	14·82	16·27	12·96	12·20
Kalkerde	25·92	25·63	25·59	22·90	25·25	23·86	24·92	23·55
Glühverlust	.	.	.	0·58	.	.	.	0·54
		<u>99·67</u>		<u>99·41</u>		<u>100·29</u>		<u>99·90</u>
	40 pc.	5.	70 pc.	6.	90 pc.	7.	100 pc.	8.
Kieselsäure	52·69	52·86	50·54	50·00	49·11	49·01	48·39	47·78
Thonerde	.	0·63	.	.	.	.	.	.
Eisenoxydul	11·61	11·14	20·32	18·85	26·13	26·08	29·03	27·01
Manganoxydul	.	.	.	3·00	.	.	.	.
Magnesia	11·11	11·35	5·56	4·50	1·85	2·98	.	.
Kalkerde	24·59	24·00	23·58	20·00	22·91	20·87	22·58	22·95
		<u>99·98</u>		<u>97·25</u>		<u>98·94</u>		<u>97·74</u>

Man bemerkt neben der Uebereinstimmung vieler Zahlen, welche die allgemein angenommene Ansicht bestätigt, auch geringe Differenzen.

Wenn die Kieselsäurebestimmung als die sicherste betrachtet wird, erscheint der Kalkgehalt in den meisten Analysen etwas geringer als die Rechnung verlangt. Dies erkennt man auch, wenn in den angeführten Beispielen die analytischen Daten addirt und so die durchschnittlichen Verbindungsverhältnisse ermittelt werden. Man erhält:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO
138·96	0·35	28·38	41·76	65·63

Für Eisenoxydul und Magnesia zusammen hat man 70·14, wogegen die Zahl für Kalkerde, welche der letzteren gleich sein soll, nur 65·63 beträgt. Die beiden letzten Zahlen zusammen betragen 135·77, während die Menge der gefundenen Kieselsäure 138·96 ist, und aus dem Gehalte an Magnesia und Eisenoxydul sich 140·28 dafür berechnet. Demnach ist die Menge der Kalkerde in den Analysen der Theorie gegenüber zu gering, und dies zeigen nicht nur die zuvor angeführten, sondern alle Analysen im Durchschnitte.

Ich möchte diese Abweichung nicht bloß auf Rechnung der analytischen Methode setzen, sondern bemerken, dass dieselbe jener Veränderung zugeschrieben werden kann, der die Minerale aus der Diopsidreihe häufig unterliegen. Sie nehmen, wie H. Rose an Malakolith gezeigt hat, Wasser auf, verlieren Kalkerde und es entsteht Talk. Dass die Analysen der Malakolithen etc. oft keinen oder einen zu geringen Wassergehalt angeben, ist nicht auffallend, weil auf Wasser nicht geprüft wurde, und wenn dies geschah, oft nicht genug hohe Temperaturen zur Austreibung desselben angewandt wurden, während der Talk das Wasser erst bei starker Hitze verliert. Das Vorwalten des Eisen- und Magnesia-gehaltes über die Kalkerde könnte endlich auch dadurch hervorgebracht sein, dass eine kleine Menge des Eisens als Oxyd vorhanden ist, dass also eine geringe Beimischung einer Eisenoxydverbindung, von der noch später die Rede ist, stattfindet.

Diallag. Man begreift gegenwärtig unter Diallag alle Mineralien der Augitgruppe, welche eine ausgezeichnet lamellare Zusammensetzung nach 100 zeigen. Eine scharfe Grenze lässt sich allerdings nicht ziehen, denn es gibt unvollkommene Diallage, nämlich solche, welche die lamellare Textur minder auffallend darbieten, wie es z. B. beim Omphazit oft vorkommt. Auch in chemischer Beziehung existirt keine Scheidung, denn viele Diallage entsprechen in ihrer Zusammensetzung der Diopsidreihe, manche aber enthalten so viel Thonerde, dass man sie, wollte man nur nach der Analyse schliessen, zum Augit stellen müsste. Die Lamellentextur der ausgesprochenen Diallage ist aber etwas so auffallendes, sie unterscheidet diese Minerale sowohl bei der Betrachtung mit freiem Auge als bei der mikroskopischen Prüfung so sehr von anderen, dass es zweckmässig erscheint, dem Diallag im Systeme einen besonderen Platz anzuweisen, umso mehr als er eine geologische Bedeutung für sich in Anspruch nehmen darf.

Von einer Krystallform ist beim Diallag selten etwas zu sehen. An dem Diallag des Gabbro vom Olymp auf der Insel Cypern fand ich ein Flächenpaar ausgebildet, welches nach den Winkeln und der optischen Orientirung als die Hemipyramide $s = 111$ bestimmt wurde. In dem Gabbro bei Prato sammelte ich Stücke, die ebenfalls eine Hemi-

pyramide erkennen lassen, welche sich der beim Diopsid noch nicht beobachteten 323 nähert, doch für die genauere Bestimmung zu wenig ebene Flächen hat. Neben der Theilbarkeit parallel 100 bemerkt man beim Diallag noch unvollkommene Spaltbarkeit nach 010, öfters aber auch nach 110. Die letztere bemerkt man umsoweniger, je mehr die erstgenannte Theilbarkeit herrscht. Durch die mikroskopische Prüfung von Blättchen, welche parallel der Fläche 010 geschnitten sind, kann man sich leicht überzeugen, dass die Theilbarkeit parallel 100 einer schaligen Zusammensetzung entspricht. Man findet eine lamellare Structur, die einzelnen Blätter erscheinen aber nach 100 nicht weiter spaltbar. Zwischen die einzelnen Lamellen schieben sich oft fremde krystalinische Partikel ein, welche unzweifelhaft spätere Bildungen, meistens Calcit, sind. Die schalige Zusammensetzung parallel 100 scheint von eingeschobenen dünnen Zwillinglamellen herzurühren. In dem Diallag vom Dun Mountain auf Neuseeland zeigten sich bei der mikroskopischen Betrachtung der parallel 010 geschnittenen Platten mehrere Stellen, an welchen zwischen gekreuzten Nicols schmale helle Streifen auftraten, während das umgebende Feld dunkel war. Jene Streifen wurden dunkel, während die Umgebung hell wurde. Die Drehung des Präparates, die dazu nöthig war, betrug nach einer Seite 12° , nach der entgegengesetzten 78° . Da nun für denselben Diallag der Winkel $100. b.c = 51^\circ$ beträgt, so berechnet sich für einen Zwilling, dessen Berührungsfläche 100 ist jene Drehung zu 12° und 78° entsprechend der Beobachtung. Jene schmalen Streifen rühren also von eingeschalteten Zwillinglamellen her.

Damit ist nun freilich noch nicht bewiesen, dass solche Zwillinglamellen in jedem Diallag vorkommen. Es erscheint aber möglich, dass bei jedem Diallag Zwillingblättchen von solcher Dünne eingeschaltet sind, dass man sie auch mikroskopisch nur als feine Linien im Querschnitte erkennt. Wäre dies der Fall, dann sollte ein parallel 100 geschnittenes Diallagblättchen ausser dem einen Axenbild noch ein zweites sehr schwaches Bild symmetrisch zu dem vorigen zeigen; dazu ist aber der Diallag viel zu wenig durchsichtig.

Die schalige Textur könnte wohl auch durch zwischengelagerte dünne Blättchen eines fremden Mineralen hervorgebracht werden, z. B. durch Hornblende, die oft in paralleler Verwachsung mit Diallag erscheint. Ich fand aber nur selten, und zwar im Diallag von Neurode und in dem von Valalto bei Tirano äusserst dünne Blättchen zwischengelagert, die ich für Hornblende halte.

Die Diallag-Lamellen lassen zuweilen eine feinere Textur erkennen. Mancher Diallag von Neurode und Prato zeigt feine untereinander parallele Linien, welche bei Blättchen die nach 010 geschnitten sind, Winkel von 15° mit der Oberfläche der Lamellen bilden. Diese Linien würden also einer zweiten Art von lamellarer Absonderung entsprechen, von der noch später die Rede ist.

Der Diallag hat an sich eine grüne Farbe. Lässt man das Licht so einfallen, dass der Reflex von den Lamellen mitwirkt, so erhält man einen gelben oder braunen Thon beigemischt und das Mineral hat dann einen metallartigen Schiller. In diesem Falle wirkt die Absonderung der Lamellen zugleich mit den parallel 100 gelagerten Einschlüssen. Fällt

das Licht senkrecht zur Kante 100:010 ein, so bemerkt man häufig einen bläulichen milchigen Ton entsprechend der Erscheinung bei trüben Medien. Mancher Diallag zeigt ausserdem noch einen auffallenden metallartigen Schimmer in bestimmter Richtung, welcher, wie man sich mikroskopisch überzeugen kann, von eingelagerten kleinen farblosen Blättchen herrührt. Am Diallag von Volpersdorf und dem von Prato konnte ich einige Beobachtungen ausstellen. Das Azimuth des einfallenden Strahles wurde von der Kante 100:010 an gezählt. Es beträgt beim Eintreten des Schillers circa 19° . Für den Einfallswinkel und den Reflexionswinkel (welcher als negativ bezeichnet wird, wenn der reflectirte Strahl auf derselben Seite der Normale liegt) erhielt ich in zwei Fällen beim Maximum des Schillers:

Einf. W.	Ref. W.
60°	0°
48°	-10°

Daraus berechnet sich bei Annahme eines Brechungsquotienten von 1.68, wie er dem Diopsid entspricht, für die Neigung der reflectirten Fläche gegen die 100-Fläche $15\frac{1}{2}^\circ$ und 16° . Diese Lage, zusammengehalten mit dem gefundenen Azimuth, entspricht keiner bekannten Fläche des Diopsid, sie stimmt aber mit dem überein, was früher über die feinen Linien innerhalb der Diallag-Lamellen gesagt wurde, denn die schillernde Fläche würde im Durchschnitte mit 010 eine Linie geben, welche mit 100 einen Winkel von 15° einschliesst, und es wurde die gleiche Lage der schillernden Fläche und die jener Linien gegen die Krystallaxen optisch constatirt.

Daraus ergibt sich also, dass beim Diallag parallel einer steilen Pyramidenfläche zuweilen feine Risse vorkommen und diese Risse im vorliegenden Falle von feinen Blättchen erfüllt sind, welche durch totale Reflexion einen Schiller hervorrufen. Dieser Schiller zeigt sich immer nur nach der einen der beiden zusammengehörigen Pyramidenflächen ausgebildet. Die dazu Anlass gebenden Risse mögen also durch einen einseitigen Druck hervorgebracht sein. Die farblosen Blättchen, welche den Schiller bedingen, scheinen Calcit zu sein, welches Mineral auch in dickeren Lagen dem untersuchten Diallag parallel 010 und 100 eingelagert erscheint.

Der Diallag als ein lamellares Aggregat, welches öfters schon Veränderungen, Verschiebungen seiner Theilehen, Einschaltungen fremder Partikel erlitten hat, lässt auch in den übrigen optischen Eigenschaften manche Unregelmässigkeit erwarten. In der Orientirung der optischen Hauptschnitte fand ich keine merkliche Abweichung vom Diopsid, weil ich, um eine brauchbare Zahl zu gewinnen, reine gut aussehende Partien benutzte, aber die Blättchen parallel 100, welche sich nicht so sicher beurtheilen lassen, zeigten die Unregelmässigkeit in den erhaltenen Winkeln für u sehr merklich. An der Spitze der hier angeführten Beobachtungen stelle ich wieder die für Diopsid berechneten Zahlen:

Diopsid Ala	$n = 38^\circ 14'$	$n(100) = 38^\circ 54'$
Diallag Prato	$= 27^\circ 8'$	
„ Cypren	$= 38^\circ 52'$	

Diallag Dun Mountain .	= 29°23'	= 39°
„ Volpersdorf . . .	= 42°20'	= 41°
„ Tirano	= 50°10'	= 40°

Während in der Diopsidreihe die Werthe von u regelmässig kleiner werden, je mehr sich das Mineral in der Färbung vom Diopsid entfernt, sieht man hier bald kleinere bald grössere Zahlen als die des Diopsides. Die Schwankungen von u beim Diallag hat auch Websky beobachtet.

Der Pleochroismus des Diallages ist wenig merklich, auch die dunkler gefärbten Abänderungen zeigen keine erheblich verschiedene Farbentöne.

Die blätterige Textur macht den Diallag leicht angreifbar durch verändernde Einflüsse. Seine chemische Zusammensetzung zeigt daher bei aller Ähnlichkeit mit jener der Diopsid- und Augitreihe doch häufig solche Abweichungen, welche eine begonnene Umwandlung anzeigen. Stets ist ein Wassergehalt vorhanden. Die Menge der Kalkerde erscheint oft geringer als die Rechnung sie verlangt. Die letztere Erscheinung könnte jedoch bei solchen Mineralien, welche nur sehr geringe Mengen Wassers enthalten, auch durch eine Verwachsung mit Bronzit oder Amphibol erklärt werden, daher bei künftigen Untersuchungen wohl auch hierauf Rücksicht zu nehmen wäre.

Augit. Die Spaltbarkeit, welche weniger vollkommen ist, der Mangel jeder schaligen Zusammensetzung, der Gehalt an Thonerde unterscheiden den Augit von den Mineralien der Diopsidreihe, obgleich die Krystall-Dimensionen fast dieselben sind. Es schien mir von Interesse, die Abweichungen kennen zu lernen, welche etwa zwischen den Winkeln des Diopsides und jenen der schwarz aussehenden Augite sich herausstellen, daher ich an dem schwarzen Augit, welcher in den sogenannten Somma-Auswürflingen sich findet, eine Reihe von Messungen ausführte.

Die vorzüglichsten, welche zugleich an fünf Individuen identisch gefunden wurden, sind mit g , die anderen mit z bezeichnet. Zum Vergleiche sind die von Kokscharoff für gelben (K. g) und für grünen Diopsid (K. gr) vom Vesuv erhaltenen Zahlen sowie die von Desloizeaux berechneten zugefügt.

	T.	K. g .	K. gr .	D.
$a : m = 100 : 110$	$= 46^{\circ}26'$	$g \dots 31'$	$\dots 26'$	$\dots 27\frac{1}{2}'$
$b : m = 010 : 110$	$= 43^{\circ}32'$	$g \dots 36'$	$\dots 34'$	$\dots 32\frac{1}{2}'$
$b : s = 010 : \bar{1}11$	$= 60^{\circ}27'$	$g \dots 25'$	$\dots 25'$	$\dots 19'$
$s : s' = \bar{1}11 : \bar{1}11$	$= 59^{\circ}5'$	$z \dots \dots$	$\dots \dots$	$\dots 23'$
$p : s = \bar{1}01 : \bar{1}11$	$= 29^{\circ}33'$	$z \dots 32'$	$\dots \dots$	$\dots 41'$
$m : u = \bar{1}10 : 111$	$= 45^{\circ}14'$	$z \dots \dots$	$\dots 17'$	$\dots 13'$
$s' : u = \bar{1}11 : 111$	$= 75^{\circ}52'$	$g \dots \dots$	$\dots 49'$	$\dots 58'$
$s : u = \bar{1}11 : 111$	$= 49^{\circ}28'$	$g \dots \dots$	$\dots \dots$	$\dots 37'$
$s : a' = \bar{1}11 : 100$	$= 76^{\circ}25'$	$g \dots 38'$	$\dots \dots$	$\dots 33'$
$u : u = 111 : \bar{1}11$	$= 48^{\circ}31'$	$z \dots \dots$	$\dots 32'$	$\dots 33'$

Während in der Zone $a : b$ dem Diopsid gegenüber keine Abweichung zu erkennen ist, zeigt sich eine solche wennauch nicht bedeutende in den anderen Zonen.

Die von mir gewonnenen Krystalle trugen bloß die oben genannten Formen. An anderen schwarzen Krystallen vom Vesuv, welche auf einer Druse von Nephelin gefunden wurden, beobachtete Herr Prof. v. Zepharovich nach einer gütigen brieflichen Mittheilung die Flächen:

$$\begin{array}{ll} a = 100 & e = 011 \\ m = 110 & h = \underline{121} \\ b = 010 & \varepsilon = \underline{\underline{121}} \\ c = 001 & \alpha = \underline{\underline{211}} \end{array}$$

Die Flächen ε und α waren bisher nur von Haüy beobachtet. Die Fläche h (von Descloizeaux mit μ bezeichnet) scheint nicht so selten zu sein, da sie Herr v. Zepharovich am Augit vom Vesuv und ich an dem Diopsid von Nordmarken beobachteten.

Die optischen Verhältnisse sind ähnlich denen in der Diopsidreihe. Um wieder extreme Fälle kennen zu lernen, prüfte ich lichtere und sehr tief gefärbte Abänderungen.

Augit aus dem Basalttuff von Borislau in Böhmen. Durch die Güte des nun verewigten Herrn Hofrathes von Haidinger erhielt ich dieselben Platten zur Benützung, welche früher seinen Beobachtungen gedient hatten. Die Krystalle sind disomatisch. Innen zeigt sich ein Kern von grasgrüner bis olivengrüner Färbung, dieser ist umgeben von einer lichten olivengrünen Hülle. Bei den Platten parallel 100 erscheint die Hülle dicker, so dass man sie in diesem Falle zugleich mit dem Kerne prüfen kann. Ich fand für den Kern $u = 24^\circ 30'$ roth, $\alpha(100) = 45^\circ 30'$, $\alpha(001) = 119^\circ 30'$, $\beta = 1.70$ beiläufig. Daraus ergibt sich als annähernder Werth:

$$2V = 61^\circ$$

Bezüglich des Pleochroismus konnte ich von Haidinger's Beobachtungen bestätigen:

ζ ölgrün η gelbgrün α ölgrün in olivengrün
Absorption $\zeta > \alpha$ zwischen η und ζ fast kein Unterschied.

Für die lichtere Hülle erhielt ich $u = 29^\circ 35'$ roth also einen größeren Winkel als für den Kern, dieselbe Erscheinung wie in der Diopsidreihe. Die Farben der Hülle waren blasser und zwar:

ζ smaragdgrün η gelbgrün α ölgrün, $\zeta > \eta$.

Es wurde bereits von Haidinger mitgetheilt, dass in diesem Augit Hornblendepartikel in paralleler Stellung zum umgebenden Krystall eingeschlossen seien. Dieselben werden durch das mehr faserige Aussehen, noch leichter aber mittels der dichroskopischen Loupe erkannt. Es war auch möglich die Lage der optischen Hauptschnitte zu bestimmen wie später ausgeführt werden wird.

Grüner Augit vom Vesuv. Die durchsichtigen Krystalle gaben mir $\alpha(100) = 45^\circ 30'$, $\alpha(001) = 119^\circ 30'$. Die Farbenercheinungen waren dieselben wie bei dem Kern des Augites von Borislau.

Schwarzgrüner Augit vom Vesuv. Aus den Krystallen mussten schon dünnere Platten genommen werden, welche gaben $\alpha(100) = 49^\circ$, $\alpha(001) = 123^\circ$.

Schwarzer Augit von Frascati. Die Durchsichtigkeit stellte sich erst bei sehr dünnen Platten ein, welche im durchfallenden Lichte eine

grünlichbraune Farbe zeigten. Jene parallel 100 zeigen im Polarisationsapparate ein Axenbild nahe der Mitte des Gesichtsfeldes. Es wurden bestimmt $\alpha = 3^{\circ}40'$ roth, $2^{\circ}3'$ grün, β annähernd $= 1.74$, ferner

$$\alpha(100) = 54^{\circ}, \alpha(001) = 128^{\circ}. \text{ Danach berechnet sich } \\ 2V = 68^{\circ}$$

und man findet, dass die eine optische Axe nicht mehr zwischen 001 und 100, sondern in dem spitzen Winkel zwischen 001 und 100 liegt.

Der Pleochroismus ist merklich

ζ olivengrün η grasgrün α nelkenbraun

Absorption $\zeta > \alpha > \eta$. Zwischen α und η kein bedeutender Unterschied.

Nun mögen wieder die charakteristischen Werthe für die untersuchten Augite zusammengestellt und mit jenen des Diopsids verglichen werden:

Diopsid Ala	100. η . ζ	$= 51^{\circ} 6'$	$2V = 58^{\circ}59'$
Augit Borislau		$= 44^{\circ}30'$	$= 61^{\circ}$
„ Vesuv grün		$= 44^{\circ}30'$	
„ „ schwarzgrün		$= 41^{\circ}$	—
„ Frascati schwarz		$= 36^{\circ}$	$= 68^{\circ}$

Es zeigt sich dieselbe Erscheinung wie in der Diopsidreihe: eine Zunahme des positiven Winkels der optischen Axen und eine Abnahme des Winkels 100. η . ζ zugleich mit der Zunahme der Färbung, also des Eisengehaltes. Allerdings wird beim Augit die Aenderung der optischen Eigenschaften nicht durch den Eisengehalt allein bedingt, denn auch der Thonerdegehalt, resp. die entsprechende Thonerdeverbindung wird eine Wirkung üben. Dieselbe lässt sich indess nicht leicht verfolgen, da Augite mit Thonerdegehalt niemals zugleich frei von Eisen sind.

Woher der Thonerdegehalt der Augite kömmt, ist eine bisher ungelöste Frage. Manche Mineralogen denken an eine Verunreinigung durch Grundmasse oder durch beigemengten Spinell, andere nehmen in Rammelsberg an, es sei Thonerde isomorph beigemischt, wobei also zugleich eine Dimorphie der Thonerde vorausgesetzt wird. Bezüglich der ersten Anschauung darf ich gestützt auf die mikroskopische Untersuchung vieler Augite wohl anführen, dass eine Spinellbeimengung nicht constatirt werden kann, ferner, dass eine Verunreinigung durch Grundmasse wol vorkömmt aber doch nicht in dem Masse, dass der Thonerdegehalt dadurch erklärt würde. So z. B. würde ein Thonerdegehalt von 5 pc., wie er im Augit oft gefunden worden, eine Verunreinigung im Betrage von 27 pc. oder ein Viertel des ganzen voraussetzen¹⁾. Eine Verunreinigung in solchem Massstabe müsste denn doch von den Analytikern bemerkt worden sein, auch die Dünnschliffe und die Platten für optische Untersuchungen müssten uns hierüber belehrt haben. Die zweite Ansicht hat auch ihre Schwierigkeiten, da weder die Dimorphie der Thonerde noch die Isomorphie der einen Form mit Augit bewiesen ist, so viel aber scheint sicher, dass die Thonerde von einem isomorph beigemischten Körper herrührt. Der procentische Gehalt an Thonerde (und Eisenoxyd) ist indess in den bis jetzt bekannten Fällen immer zu gering

¹⁾ Wenn in der Grundmasse der im Basalte durchschnittliche Thonerdegehalt von 18% angenommen wird.

um die Zusammensetzung jenes Körpers ohne weiters zu verrathen. Ich will jedoch angeben, was die Untersuchungen hierüber lehren. Von den Analysen sind natürlich nur jene massgebend, welche die beiden Oxyde des Eisens angeben. Berechnet man für diese die Verbindungsverhältnisse, so ergibt sich das folgende. Die Analysen sind von Rammelsberg ausgeführt, mit Ausnahme der letzten, die von Wedding herrührt.

Augit von:	MgO + FeO	CaO	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	SiO ₂
Härtlingen	8·65	6·52	2·31	15·84
Monti rossi	9·90	6·82	1·55	15·75
Laachersee	8·58	8·16	1·01	16·67
Schima	8·63	8·40	0·77	17·04
Vesuv (Lava)	9·63	8·15	0·86	16·53
„ „	8·27	7·36	2·08	16·28
Summa	53·66	45·41	8·58	98·11

Man bemerkt sowohl bei den einzelnen Analysen als auch in der Summe, dass Magnesia, Eisenoxydul und Kalkerde zusammen der Kieselsäure gleichkommen, wie es im allgemeinen auch bei der Diopsidreihe der Fall ist, und es scheint demnach als ob die Thonerde hier wirklich keinen Einfluss hätte, folglich als solche beigemischt wäre. Indess müssen auch die übrigen Verhältnisse berücksichtigt werden. Für die Diopsidreihe gilt die Regel, dass die Zahl für Kalkerde gleich sei der für Magnesia und Eisenoxydul zusammengenommen. Dies ist hier nicht erfüllt, die Zahl für Kalkerde erscheint geringer. Es entsteht nun wieder die Frage, ob diese Abweichung Beobachtungsfehlern zuzuschreiben sei oder ob sie in der That stattfindet. Es scheint nun, dass die Beobachtungsfehler nicht so gross anzunehmen sind, dass sie die oben angeführte Differenz geben könnten. Dies zugegeben, wäre weiter zu entscheiden, ob diese Abweichung schon ursprünglich vorhanden oder erst durch eine spätere Veränderung des Mineralen hervorgebracht worden sei, wie dies bei der Diopsidreihe zum Theile zugegeben werden musste. Das letztere scheint nicht der Fall zu sein, denn auch die ganz frischen Augite aus der Vesuvlava zeigen die Abweichung. Wird nun die letztere als reell und ursprünglich angenommen, so darf man die Ursache derselben in der beigemischten Thonerdeverbindung sehen. Um die Formel der letzteren kennen zu lernen, kann man die Wahrnehmung benutzen, dass die Zahl für Kalkerde und Thonerde zusammengenommen gleich ist der Zahl für Magnesia (und Eisenoxydul), und es ergäbe sich für die Augite, wenn man von den Oxyden des Eisens vorläufig absieht, die Formel



Die einfachste Deutung, welche man dieser Mischungsregel geben kann, ist, dass ausser dem Diopsid noch ein Thonerde-Magnesia-Silicat beigemischt sei, die Formel also in zwei Glieder zerfällt:



Dabei wird als selbstverständlich vorausgesetzt, dass jeder Magnesiaverbindung eine Eisenoxydul- und Manganoxydulverbindung ent-

spreche. Die beiden zuvor bezeichneten Silicate, welche als isomorph anzunehmen wären, hätten auch in atomistischer Hinsicht eine Aehnlichkeit wie folgende Schreibweise zeigt:



Um zu zeigen, wie sich bei der Annahme dieser Silicate die Berechnung der früher bezeichneten Analysen stellen würde, mögen die angenommenen Verbindungen abkürzungsweise angezeigt werden. Di = $\text{MgCa}_2\text{Si}_2\text{O}_6$, He = $\text{FeCaSi}_2\text{O}_6$, Ma = $\text{MnCaSi}_2\text{O}_6$, Th = $\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$, Ei = $\text{MgFc}_2\text{SiO}_6$

	Di = 64 pc.		66 pc.		63 pc.	
	He = 19 "		23 "		17 "	
	Ma = 9 "		" "		" "	
	Th = 6.5 " Schima		7 " Laachersee		16 " Vesuv W.	
	Ei = 1.5 "		4 "		4 "	
Kieselsäure	51.39	51.12	50.79	50.03	48.88	48.86
Thonerde	3.30	3.38	3.55	3.72	8.12	8.63
Eisenoxyd	0.92	0.95	2.46	2.36	2.46	2.73
Eisenoxydul	5.52	5.45	6.68	6.65	4.93	4.54
Manganoxydul . . .	2.59	2.63	. .	0.15	. .	. .
Magnesia	13.36	12.82	14.22	13.48	15.43	14.01
Kalkerde	22.92	23.54	22.30	22.85	20.18	20.62
		<u>99.89</u>		<u>99.24</u>		<u>99.93</u>

	Di = 57 pc.		57 pc.		47 pc.	
	He = 24 "		30 "		28 "	
	Th = 12 " Monti rossi		10 " Vesuv R.		16 " Hürtlingen	
	Ei = 7 "		3 "		9 "	
Kieselsäure	48.44	47.38	49.84	40.61	46.47	47.52
Thonerde	6.09	5.52	5.07	4.42	8.12	8.13
Eisenoxyd	4.21	3.85	1.84	Sp.	5.54	5.83
Eisenoxydul	7.00	7.89	8.71	9.08	8.13	7.77
Manganoxydul . . .	. .	0.10	. .	. .	. .	0.40
Magnesia	14.07	15.26	13.00	14.22	13.24	12.76
Kalkerde	20.19	19.10	21.54	22.83	18.50	18.25
Glühverlust . . . .	. .	0.43	. .	. .	. .	. .
		<u>99.53</u>		<u>100.16</u>		<u>100.66</u>

Das Ausgeführte soll nur zeigen, dass diese Analysen für die Existenz eines Thonerdesilicates im Augit sprechen, wengleich sie noch keinen giltigen Beweis dafür abgeben. Eben deshalb erscheint aber die Analyse von Augiten, namentlich von thonerdereichen, als lohnendes Unternehmen.

Ein solches Thonerde-Magnesia-Silicat scheint auch in den Mineralen der Bronzitreihe vorzukommen, da die Analysen häufig einen Thonerdegehalt angeben, am meisten bei dem Hypersthen von Farsund.

Hier mögen sich noch einige Worte über eine seltenere Mineralgattung anschliessen, welche dem Augit verwandt ist und durch ihre chemische Zusammensetzung das Interesse in Anspruch nimmt.

Akmit und Aegirin. Da sich die beiden Minerale von einander nur wenig unterscheiden, dürfen dieselben zugleich besprochen werden. Der Akmit steht in seiner Krystallform dem Augit nahe, seine Zwillinge weisen aber mehrere Hemipyramiden auf, die beim Augit nicht beobachtet werden und für den Akmit charakteristisch sind. G. v. Rath fand ¹⁾ am Akmit zweierlei Arten der Formenausbildung: spitze Krystalle, an welchen die Flächen *z* und *o* herrschen, stumpfe Krystalle an denen *s* zumeist die Endigung bildet, *z* und *o* zurücktreten oder ganz verschwinden. „Die spitz und die stumpf endenden Krystalle sind ziemlich geschieden, kaum durch Übergangsformen verbunden.“

Ueber den Aegirin von Brewig ist so viel bekannt, dass er ebenfalls Augitformen zeigt, ich konnte mich aber in der Sammlung des k. k. Museums davon überzeugen, dass die Endigungen des Aegirins öfters dieselben sind wie die der stumpfen Akmitkrystalle, und dass ausserdem die von Kennigott ²⁾ beschriebene Form vorkomme. Im ersteren Falle hat man Zwillinge mit 100 als Berührungsfläche, welche die bei Rath mit *T*, *a*, *s*, *x* bezeichneten Formen tragen und bei ungleicher Ausbildung der Individuen auch die Fläche *z* erscheinen lassen. Die Flächen sind für genauere Winkelmessungen zu wenig eben und glänzend, am meisten noch *T*. Es wurden erhalten:

	Aegirin	Akmit, v. Rath
<i>T</i> : <i>T</i> =	92° 42'	92° 45'
<i>s</i> : <i>s</i> =	60° —	60° —
<i>s</i> : <i>a</i> =	76° 1/2'	76° —

ausserdem erhielt ich für *T* : *z* den Werth 23°, während G. v. Rath dafür 26° 5' berechnet, jedoch bemerkt, dass diese Kante auch beim Akmit sich abrunde.

Ein Unterschied in der Form des Akmites und des Aegirines möchte demnach nicht anzunehmen sein; auch in dem optischen Verhalten hat sich eine Ähnlichkeit herausgestellt. Descloizeaux fand am Akmit den Winkel, welchen *c* mit der Normale auf 100 einschliesst, zu 97° und einen grossen negativen Axenwinkel, er gibt ferner die Farbentöne olivengrün und grüngelb. An dem Aegirin beobachtete ich jenen Winkel $c(100) = 93^\circ$, die eine optische Axe durch 001 austretend, aber in dem spitzen Winkel zwischen 001 und 100 liegend, so dass der Austrittswinkel, in diesem Sinne gezählt, beiläufig 25° beträgt. Der negative Axenwinkel erscheint demnach als stumpf, weil der Brechungsindex β mindestens zu 1.7 anzunehmen ist. Die Farbentöne erscheinen:

ζ kastanienbraun, η olivengrün, ϱ grasgrün,
 $\zeta > \eta > \varrho$.

Die Volumgewichte beider Mineralien sind identisch. Für Akmit lauten die Angaben 3.53 bis 3.55, für Aegirin 3.504 bis 3.578.

Um die Aehnlichkeit in chemischer Hinsicht zu erkennen, kann man die letzten Analysen vergleichen, *a* Akmit von Eger in Norwegen nach Rammelsberg, *b* Aegirin von Brewig nach Gutzkow, *c* nach Rube.

¹⁾ Poggendorffs Annalen Bd. CXI, pag. 254.

²⁾ Sitzungsberichte der Wiener k. Akademie XI. Bd. S. 616.

	a	b	c
Titansäure	1·11	1·22	1·06
Kieselsäure	51·66	50·13	50·03
Thonerde . . . . .	. .	1·40	0·55
Eisenoxyd	28·28	28·38	28·68
Eisenoxydul	5·23	1·90	1·98
Manganoxydul	0·69	1·45	1·52
Magnesia . . . . .	. .	1·20	1·33
Kalkerde . . . . .	. .	1·40	1·42
Natron	12·46	12·04	12·20
Kali	0·43	. .	. .
Wasser	0·39	1·07	1·05
	100·25	100·19	99·82

Nach diesem Vergleiche ist wohl nicht mehr zu bezweifeln, dass Akmit und Aegirin zur selben Mineralgattung gehören und im Systeme nicht zu unterscheiden sind. Die ungewöhnliche chemische Zusammensetzung der genannten Minerale hat schon mehrmals den Gedanken wachgerufen, dass man es hier nicht mit dem wahren, nicht mit dem ursprünglichen chemischen Bestande zu thun habe. Bei dem Akmit wurde eine bedeutende Zersetzung, bei dem Aegirin eine starke Verunreinigung mit fremder Substanz vermuthet. Nun gibt es allerdings zersetzte Partikel im Akmit, sie sind aber leicht von dem frischen zu unterscheiden und dürften wohl nicht zur Analyse verwendet worden sein. Die Prüfung dünner Blättchen von Akmit und Aegirin zeigt übrigens, dass man es nicht mit einem veränderten Mineral zu thun habe. Die Blättchen von Aegirin lassen allerdings Einmengungen erkennen, welche nach H. Fischer ¹⁾ für Feldspath zu halten wären, die Menge dieses Einschlusses ist jedoch nicht so bedeutend, dass man die Unbrauchbarkeit der Analyse besorgen müsste. Die farblosen Pünktchen als Feldspath angenommen, wie es nach der Umgebung des Aegirin sehr wahrscheinlich ist, hat man einen Thonerdegehalt in dem Mineral zu erwarten. Die letztangeführten Analysen geben aber eine so geringe Menge von Thonerde an, dass man daraus die geringe Menge des fremden Einschlusses folgert, welcher nur deshalb so auffallend ist, weil die hellen Pünktchen von der dunklen Grundmasse stark abstechen. Ich möchte daher glauben, dass man die bisherigen Analysen wohl dazu verwenden kann, die Verbindung zu ermitteln, welche in dem Mineral die Hauptrolle spielt. Wenn man diesen Versuch unternimmt, darf man wohl zuerst annehmen, dass die geringen Mengen von Kalkerde, welche die Analysen angeben, zusammen mit den entsprechenden Mengen von Magnesia und Eisenoxydul in der Form von Silicaten der Diopsidreihe beigemischt seien, und darf, um die Sache zu vereinfachen, diese Silicate von vorn herein in Abzug bringen. Dann ergeben sich aus den Analysen folgende Verbindungsverhältnisse:

¹⁾ Krit. mikroskopisch-mineralogische Studien, Fortsetzung pag. 22.

Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	SiO ₂		
4·11	1·64	3·53	17·49	Akmit	Rammelsberg
3·20	1·33	3·00	12·49	Aegirin	"
3·93	1·60	3·33	15·51	"	Pisani
3·90	1·12	3·83	16·01	"	Gutzkow
3·93	1·13	3·70	15·94	"	Rube
3·81	1·36	3·48	15·49	Mittel	

Beim Vergleiche dieser Zahlen muss man vor allem sich an den Umstand erinnern, dass sie sich auf ein Silicat beziehen, welches zu ungefähr einem Drittel aus Eisenoxyd besteht. Bei der angewandten Methode des Zusammenschmelzens mit Borsäure oder Borax und nachherigem Titriren erhält man jedoch für Eisenoxydul etwas höhere, für Eisenoxyd etwas niedrigere Zahlen als man richtigerweise erhalten sollte, weil beim Zusammenschmelzen ein Theil des Eisenoxydes reducirt wird. Wird dies berücksichtigt, so darf auch vermuthet werden, dass die oben stehenden Zahlen für Eisenoxydul etwas zu hoch, die für Eisenoxyd etwas zu niedrig sein mögen. Demnach würden die Zahlen für Eisenoxyd und für Natron als gleich anzunehmen sein, während jene für Eisenoxydul ungemain klein werden.

Dies könnte indess leicht den Schein einer willkürlichen Interpretation erregen, wenn nicht die am Arfvedsonit gemachten Erfahrungen dafürsprächen. Die Analyse des Arfvedsonites wurde von Rammelsberg nach derselben Methode ausgeführt wie die des Akmites. Später aber zeigte A. Mitscherlich, dass die für Eisenoxydul erhaltene Zahl zu gross sei, da sich aus derselben Substanz nach der besseren Methode des Aufschliessens mittels Salzsäure oder Schwefelsäure unter hohem Drucke eine merklich kleinere Menge ergab. Wenn man beim Arfvedsonit, welcher mit dem Tremolit isomorph ist, die geringe Menge von Kalkerde zugleich mit der entsprechenden Quantität von Magnesia und Eisenoxydul als ein Silicat, welches nach der Formel des Tremolites zusammengesetzt ist, in Abzug bringt, so erhält man aus der Analyse Rammelsberg's die erste der beiden folgenden Zahlenreihen. Die zweite Reihe bezieht sich auf dieselbe Analyse, jedoch nach Einführung der von A. Mitscherlich für beide Oxyde des Eisens erhaltenen Werthe:

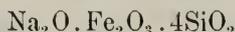
Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
3·55	0·71	2·97	14·11
3·55	0·18	3·17	14·11

Durch die neue Bestimmung der Oxyde des Eisens erscheinen auch hier die Zahlen für Natron und die für Eisenoxyd der Gleichheit näher gerückt, ausserdem bemerkt man, dass die Zahl für Kieselsäure das vierfache derselben beträgt.

Es möchte demnach nicht allzu gewagt erscheinen, in den zuvor erhaltenen Mittelzahlen für Akmit und Aegirin eine ähnliche Correction zu versuchen. Nimmt man die für Eisenoxydul berechnete Zahl 1·36 um die Hälfte kleiner, die des Eisenoxydes um das entsprechende grösser, so hätte man:

Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
3·81	0·68	3·82	15·49

Die Zahl für Kieselsäure ist das Vierfache der für Natron oder für Eisenoxyd berechneten und man erhält, wenn vorläufig auf die kleine Menge von Eisenoxydul keine Rücksicht genommen wird, die Formel:



Ob die übrig gebliebene Zahl für Eisenoxydul bloß daher rührt, dass bei der Subtraction die Fehler der Analyse sich auf den letzten Rest werfen, oder ob wirklich noch eine geringe Menge einer Eisenoxydulverbindung beigemischt anzunehmen ist, lässt sich vorläufig noch nicht entscheiden.

Gegen die Richtigkeit der erhaltenen Formel könnte noch immer der Einwurf erhoben werden, dass bei ihrer Aufstellung keine Rücksicht auf die immerhin sichtbare Einmischung von Feldspath und auf die wahrscheinliche Beimischung von Titaneisen genommen worden sei. Wenn man nun in den für Akmit und Aegirin angeführten Analysen eine dem gefundenen Thonerdegehalt entsprechende Menge von Albit, und eine dem Titansäuregehalt entsprechende Quantität von Titaneisen in Abzug bringt, erhält man die folgenden Mittelzahlen:

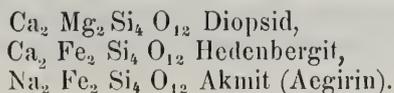
Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
3·59	1·14	3·26	14·00

welche nach Berücksichtigung des über die Oxyde des Eisens Gesagten zu der gleichen Formel führen, daher man wohl annehmen darf, dass die fremden Einschlüsse keine bedenkliche Menge ausmachen.

Um nun auch zu zeigen, wie weit die aus der erhaltenen Formel berechneten Zahlen mit den Daten der Analysen übereinstimmen, sind die letzteren, nach Abzug der geringen Mengen von Diopsid-Silicat, welche sich aus dem Kalkerdegehalte berechnen, in der oben genannten Reihe angeführt, wobei auch Thonerde, Manganoxydul und Kali in die entsprechenden Mengen Eisenoxyd, Oxydul und Natron verwandelt erscheinen.

	1	2	3	4	5	berechnet
Kieselsäure . . .	52·90	49·92	50·94	51·21	50·98	51·95
Eisenoxyd . . .	28·96	31·05	29·35	32·20	33·06	34·64
Eisenoxydul . .	5·07	6·19	6·38	3·29	2·94	. .
Natron	13·07	12·84	13·33	13·30	13·02	13·41

Die zuletzt angeführten neueren Analysen stimmen mit der Rechnung schon nahe überein und machen es sehr wahrscheinlich, dass die erhaltene Formel die Grundverbindung des Akmit und Aegirin richtig darstellt. Auch hier ist in atomistischer Beziehung eine Ähnlichkeit mit den Verbindungen der Diopsidreihe zu erkennen, sobald man die Formel der letzteren verdoppelt:



Zuvor wurde auch die Zusammensetzung des Arfvedsonites in Betracht gezogen. Beim Anblick der dort aufgeführten Zahlen erkennt man, dass sie zu derselben Formel führen, welche für den Akmit und Aegirin entwickelt wurde. Demnach erschiene dieselbe Substanz einmal in der Krystallform des Augites, ein andermal in jener der Hornblende, sie wäre dimorph. Dies erscheint indes weniger befremdend, wenn man bedenkt, dass das Moleculargewicht der Hornblende, resp. des Tremolites, wahrscheinlich doppelt so hoch anzunehmen ist als das des Diopsides und entsprechend die Formel des Arfvedsonites gegenüber der des Akmites zu verdoppeln wäre.

Anthophyllit. In der chemischen Zusammensetzung kömmt dieses Mineral mit dem Bronzit überein, besitzt auch eine vollkommene Theilbarkeit parallel 100, ausserdem aber eine Spaltbarkeit, welche den Prismenwinkel der Hornblende liefert. Aus dem optischen Verhalten schloss Descloizeaux auf ein rhombisches Krystallsystem. Wenn man nämlich ein parallel 100 erhaltenes Blättchen prüft, erkennt man, dass um eine negative Mittellinie, welche auf jener Fläche senkrecht steht, zwei Axen symmetrisch und zwar in einer mit der Spaltungskante parallelen Ebene gelagert sind. Die Axenbilder erscheinen vollkommen gleich. Den Axenwinkel in Öl fand ich $116^{\circ}20'$ roth, $115^{\circ}24'$ grün.

Dem Gesagten zufolge wäre der rhombische Anthophyllit eine Parallele des Bronzites und verhielte sich zum Tremolit sowie der Bronzit zum Diopsid, also ohne Rücksicht auf den Eisengehalt:

rhombisch : $\text{Mg Mg Si}_2 \text{O}_6$ Bronzit, $\text{Mg}_4 \text{Si}_4 \text{O}_{12}$ Anthophyllit,
monoklin : $\text{Ca Mg Si}_2 \text{O}_6$ Diopsid, $\text{Ca Mg}_3 \text{Si}_4 \text{O}_{12}$ Tremolit.

Diese Einfachheit der Beziehungen erscheint aber gefährdet durch eine spätere Beobachtung Descloizeaux's, welcher an Stufen von Kongsberg und aus Grönland ein Mineral fand, welches nach seinem optischen Verhalten monoklin ist und dieselbe Orientirung der Hauptschnitte zeigt wie der Tremolit, mit welchem auch die Spaltbarkeit stimmt. Die Analyse aber gab eine dem Anthophyllit entsprechende Zusammensetzung. Descloizeaux vermuthet hier einen Fall von Dimorphie, es wäre eigentlich eine Trimorphie, zwei rhombische Formen als Bronzit und Anthophyllit und die zuletzt erwähnte monokline. Vielleicht werden spätere Beobachtungen über diese complicirte Erscheinung Klarheit verbreiten.

Tremolitreihe. Das Mischungsgesetz der hiehergehörigen Minerale ist namentlich durch Rammelsberg's Bemühungen erkannt worden. Die genaueren und an reinem Material angestellten Analysen ergaben das Resultat, dass der Tremolit aus der Verbindung



bestehe und dass in dem Strahlstein wechselnde Mengen von Magnesia durch Eisenoxydul ersetzt erscheinen, was zur Annahme führt, dass eine isomorphe Verbindung:



beigemischt sei. In der Tremolitreihe zeigt sich aber nicht jene Mannigfaltigkeit der Mischung wie in der Diopsidreihe. Man hat bisher noch

keine Glieder gefunden, die reich an Eisen wären ¹⁾. Daher kommen dunkle Farben hier nicht vor, die wenngleich geringe Menge des Eisensilicates (ungefähr 6 pc. FeO) aber ändert doch den Winkel der optischen Axen. Descloizeaux fand beim Tremolit und Strahlstein dieselbe Orientirung der optischen Hauptschnitte nämlich: 100. b. a = 15°, hingegen den Axenwinkel:

$$\begin{aligned} 2V &= 87^{\circ}27' \text{ roth, Tremolit} \\ &= 79^{\circ}38' \text{ „ Strahlstein.} \end{aligned}$$

Auch hier zeigt sich ein Kleinerwerden des negativen Axenwinkels bei Zunahme des Eisengehaltes, sowie es in der Diopsid- und Bronzitreihe bemerkt wurde.

Der Pleochroismus ist beim Strahlstein schon merklich, wenn die angewandten Platten nicht allzu dünn sind.

ε smaragdgrün, η gelbrün, α grüngelb

Absorption ε > η > α. Strahlstein aus dem Zillertale.

Hornblendegruppe. Der Pargasit, die gemeine und die basaltische Hornblende sind Minerale, welche in der Krystallform miteinander übereinkommen und mit dem Tremolith isomorph sind, in optischer und chemischer Hinsicht aber eine solche Mannigfaltigkeit zeigen, dass sie nicht eine Reihe darstellen, sondern eine Menge einzelner Fälle, deren Zusammenhang sich zahlenmässig nur schwer erkennen lässt.

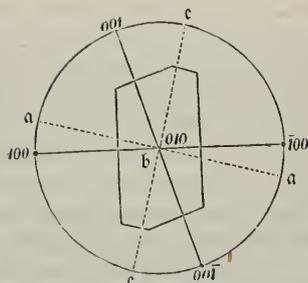
Krystalle, die sich zu Messungen eignen, findet man selten, am schönsten sind die Krystalle der Hornblende vom Vesuv, der Pargasit zeigt mitunter gut ausgebildete Krystalle, doch mit zu wenig vollkommenen Flächen. Ich habe des Vergleiches wegen an der vesuvisehen Hornblende und an jener von Brewig, welche oft als Arfvedsonit bezeichnet worden, einige Messungen ausgeführt, von denen ich die besten mit den von Phillips am Pargasit erhaltenen und den von Descloizeaux für Amphibol berechneten zusammenstelle:

	Vesuv	Brewig	Pargas	D. ber.
m : m = 110 : $\bar{1}\bar{1}0$ =	55°31' g	55°41' g	56° 0'	55°49'
c : z = 001 : 021 =	29°34' g	29°41' z	. . .	29°34'
r : r' = $\bar{1}11$: $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ =	31°29' z	. . .	31°42'	31°32'
c : r = 001 : $\bar{1}\bar{1}1$ =	34°30' g	34°20' g	. . .	34°25'
r : m' = $\bar{1}11$: $\bar{1}10$ =	. . .	68°46' z	. . .	68°47'
m' : c = $\bar{1}10$: 001 =	. . .	76°50' z	. . .	76°48'
m : r = $\bar{1}10$: $\bar{1}\bar{1}1$ =	. . .	. . .	96°11'	96° 1'

Der Prismenwinkel m : m schwankt bei der Hornblende ziemlich stark, daher man vermuthen darf, dass die in diesem Mineral vereinigten Verbindungen nicht ganz gleiche Winkel haben. Der thonerdereiche Pargasit, welcher m : m = 56°0' und der natronreiche Arfvedsonit, welcher nach Brooke 56°5' gibt, weichen vom Strahlstein, für den ich 55°32'

¹⁾ Der „Strahlstein“ von Helsingfors mit 13 pc. Eisen- und Manganoxydul, analysirt von Pipping, gibt die Diopsidformel.

Fig. 3.



erhielt, vom Karinthin, der denselben Winkel gab, am stärksten ab. Die bedeutenden Schwankungen in $m : m$, welche die vesuvische Hornblende zeigt, dürften daher rühren, dass die Krystalle von mehrfacher Bildung sind, denn ich konnte an Platten, die aus gut spiegelnden Krystallen geschnitten wurden, oft dunkle Kerne und abwechselnd hell und dunkel gefärbte Anwachsschichten unterscheiden. Demnach scheinen sich Verbindungen verschiedener Art abwechselnd abgesetzt zu haben, welche nicht denselben Prismenwinkel besitzen.

In allen Hornblenden liegt die Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene. In der Orientirung der Hauptschnitte zeigen sich Unterschiede, ebenso im Axenwinkel. Bei dunklen Abänderungen lassen sich oft nur schwierig durchsichtige Platten herstellen. Bei allen zeigen Platten, die parallel 100 geschnitten sind, ein Axenbild, mehr oder weniger entfernt von der Normale auf jene Fläche. Spaltblättchen parallel $m = 110$ lassen ebenfalls das Axenbild erkennen, jetzt aber in schiefer Lage, indem die Verbindungslinie mit der Normale die Spaltungskante unter schieferm Winkel schneidet.

Das eine Extrem der Hornblenden bildet der leichtgefärbte Pargasit, der reich an Thonerde, arm an Eisen ist. An einem solchen hell blaulich gefärbten Pargasit erhielt ich $c(100) = 72^\circ$, $c(001) = 147^\circ$, ferner $2E = 107^\circ 30'$ roth, und $\beta = 1.64$ ungefähr. Man erhält für den inneren Axenwinkel

$$2V = 59^\circ$$

als beiläufigen Werth. Der Pleochroismus ist ausgezeichnet

ζ grünlichblau, η smaragdgrün, α grünelb,
Absorption $\zeta < \eta < \alpha$. Die Unterschiede schon sehr merklich.

Die Hornblende, welche bei Volpersdorf mit Diallag im Gabbro zuweilen in grossen Individuen vorkömmt, ist dadurch ausgezeichnet, dass sie Endflächen, ferner glatte Ablösungen parallel 100 zeigt, so dass man leicht Blättchen senkrecht zur Symmetrieebene erhält. Sie ist von bräunlich grüner Farbe. Die Versuche gaben $c(100) = 70^\circ 7'$, $c(001) = 145^\circ$. Den Winkel, welchen die eine Axe beim Austritte in Luft mit der Normale auf 100 bildet, bezeichne ich wieder mit u . Es wurde bestimmt $u = 49^\circ 30'$, $\beta = 1.642$ roth. Daraus berechnet sich

$$2V = 85^\circ 4'$$

Die Farbentöne sind

ζ braun, η gelb, α gelbgrün, $\zeta > \eta > \alpha$.

Die Karinthin genannte Hornblende von der Saualpe von dunkelgrüner Färbung gab mir $u = 45^\circ 50'$ ferner $c(100) = 73^\circ$, $c(001) = 148^\circ$ und die Farbentöne

ζ grünlichbraun, η gelbbraun, α gelbgrün,
 $\zeta > \alpha$ die Absorption für η und ζ ziemlich gleich.

Die schwarze Hornblende von Arendal lieferte die Zahlen $c(100) = 72^\circ 30'$, $c(001) = 147^\circ 30'$, und die Farbentöne

ζ schwarzbraun, α braungelb, $\zeta > \alpha$.

Aehnlich verhalten sich andere Hornblenden, z. B. von Pressburg aus dem Diorit:

ζ schwarzbraun, η bräunlichgrün, α gelbgrün;

von Franconia:

ξ braunschwarz, η braun, α braungelb;

vom Vesuv:

ξ graubraun, η gelbbraun, α schmutzigrün

und bei allen

$$\xi > \eta > \alpha.$$

Die letztere Hornblende zeigt, wie gesagt, oft hellere und dunklere Schichten um einen dunklen Kern. Blättchen, welche beiläufig parallel 100 geschnitten sind, zeigen, dass für den Kern der Winkel u sehr klein ist, da das Axenbild nahezu in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheint. Untersucht man aber die helleren Schichten, so erblickt man das Axenbild viel weiter ausserhalb, was darauf deutet, dass die lichtereren Schichten einen grösseren negativen Axenwinkel haben, und was mit dem früher gesagten übereinstimmt.

Die basaltische schwarze Hornblende vom Wolfsberge bei Cernosin in Böhmen hat schon v. Haidinger untersucht. Er fand an Platten parallel 100 den scheinbaren Axenwinkel in Oel $93^{\circ}24'$ roth und $\beta = 1.71$, woraus

$$2V = 79^{\circ}24'.$$

Für die Orientirung der Elasticitätsaxen fand ich: $c(100) = 88^{\circ}20'$, $c(001) = 163^{\circ}20'$, wonach die eine Elasticitätsaxe fast parallel der Spaltungskante ist. Die Farbentöne sind:

ξ schwarzbraun, η bräunlichroth, α honiggelb,

Absorption $\xi > \eta > \alpha$.

Ganz ähnlich verhält sich die Hornblende, welche in dem Augit von Borislau in paralleler Stellung eingeschlossen vorkömmt und für die ich $c(100) = 88^{\circ}$ und dieselben Farbentöne erhielt wie die letztangeführten. Zur Vergleichung mögen die erhaltenen Resultate in gleicher Form aufgeführt werden, indem immer der gleichliegende Winkel für die Orientirung und stets der positive Winkel der optischen Axen genannt werden, mögen die Substanzen positiv oder negativ sein.

	Orient.	posit. Winkel.	
Pargasit	$c(100) = 72^{\circ}$	$2V = 59^{\circ}$	(positiv)
H. Volpersdorf	$= 70^{\circ} 7'$	$= 85^{\circ} 4'$	"
" Saualpe	$= 73^{\circ}$		"
" Arendal	$= 72^{\circ} 30'$		"
" Wolfsberg	$= 88^{\circ} 20'$	$= 100^{\circ} 36'$	(negativ)
" Borislau	$= 88^{\circ}$		"

Die basaltischen Hornblenden (Wolfsberg und Borislau) unterscheiden sich von den übrigen in der Orientirung sehr merklich, ohne dass man aus der chemischen Zusammensetzung dies begründen könnte, mindestens kann der Eisengehalt nicht die Ursache sein, da die Hornblende von Arendal ebenfalls daran sehr reich ist. Künftige Untersuchungen werden zeigen, ob hier kein Uebergang vorkömmt. Was den Winkel der optischen Axen anlangt, scheint es wieder dass der positive Winkel mit dem Eisengehalte zunimmt, obgleich hier, bei der äusserst complicirten chemischen Zusammensetzung der Hornblende, der Zusammenhang nicht so einfach sein kann.

Der starke Pleochroismus und die grossen Unterschiede in der Lichtabsorption nach verschiedenen Richtungen sind eine hervorragende Eigenschaft der Hornblenden und können als Kennzeichen dienen, wenn die übrigen sich nicht darbieten, wie bei der mikroskopischen Untersuchung der Felsarten.

In der chemischen Zusammensetzung der Hornblenden einen Zusammenhang zu finden ist äusserst schwierig. Obgleich auf die Analyse dieser Minerale schon viele Mühe verwendet worden, obgleich Rammelsberg eine grössere Anzahl von Untersuchungen ausführte, sind doch die Verbindungen welche hier auftreten, wenig bekannt. Das eine ist wohl anzunehmen, dass die beiden Sicilate, welche den Strahlstein zusammensetzen, nämlich:



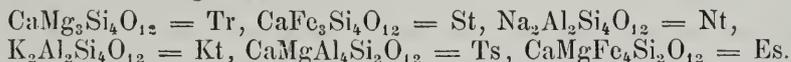
auch hier meistens die Hauptrolle spielen, aber ausser diesen kommen gewiss noch andere vor, denn das Auftreten von Thonerde, Eisenoxyd, Kali, Natron, Fluor, deutet auf mehrere isomorphe Beimischungen. Man muss heute wohl noch darauf verzichten, aus den Analysen die constituirenden Verbindungen herauszulesen, denn es sind mehrere Umstände, die dem Versuche entgegenstehen. Vor allem die grosse Anzahl der Stoffe. Wenn man von dem zuweilen vorkommenden Wassergehalte absieht, der einer eingetretenen Veränderung zuzuschreiben ist, hat man zwölf verschiedene Stoffe: Natron, Kali, Kalkerde, Magnesia, Manganoxydul, Eisenoxydul, Eisenoxyd, Thonerde, Kieselsäure, Titansäure und Fluor, welche bei der Analyse getrennt werden sollen. Auch wenn man annehmen dürfte, dass die Methoden bezüglich der verschiedenen Stoffe gleich gute wären, so hätte man doch zwölf Fehler, die theils positiv, theils negativ wären und so das Verbindungsverhältniss sehr verdunkeln würden. Nun sind aber die Methoden an Güte sehr verschieden, die Bestimmung der Alkalien minder genau als die der Kalkerde etc., die Trennung der Oxyde des Eisens nach der älteren Methode ungenau, die Bestimmung des Fluors eine ganz unbefriedigende. Schon diese Umstände hindern die Berechnung der Analyse fast gänzlich. Jetzt sind noch die fremden Einschlüsse zu berücksichtigen. Bei einem einfach zusammengesetzten Körper vermögen sie allerdings nur selten das Verbindungsverhältniss ganz unkenntlich zu machen. Anders aber hier bei der grossen Zahl von Stoffen. Der Magnetit, welcher in den Hornblenden in wechselnder Menge als Einschluss vorkommt, und welcher nur selten vor der Analyse entfernt wurde, ist allein im Stande, die Analyse für den hier angedeuteten Zweck unbrauchbar zu machen; der Augit, welcher oft in paralleler Verwachsung in der Hornblende auftritt, wird stets einen störenden Einfluss üben, da er nicht entfernt werden kann, und am meisten hinderlich werden die oft schon eingetretenen Veränderungen sein, welche das ursprüngliche Verbindungsverhältniss in unberechenbarer Weise verschoben haben. Ich glaube daher, dass man nur auf indirectem Wege, nur durch die Auffindung von Mineralien, welche die in der Hornblende enthaltenen Verbindungen für sich abgesondert zeigen, zum Ziele gelangen wird. Hierüber möchte ich mir nur eine Andeutung erlauben.

Hat man einmal angenommen, dass die im Strahlstein enthaltenen Verbindungen den Grundstock der Hornblende ausmachen — und manche

Hornblenden bestehen in der That fast nur aus diesen Verbindungen — dann wird der Gehalt an Alkalien vor allem seine Deutung verlangen. Nun gibt es ein Mineral, das eine verhältnissmässig grosse Menge Alkalien enthält, und das mit der Hornblende isomorph ist, der Arfvedsonit. Derselbe lässt wie früher erwähnt worden, der Hauptsache nach das Verbindungsverhältniss



erkennen. Demnach lässt sich vermuthen, dass eine solche Verbindung und vielleicht auch die entsprechende Thonerdeverbindung, Trägerin der in der Hornblende vorkommenden Alkalien sei. Als Stütze dafür lässt sich vielleicht die schon berührte atomistische Gleichartigkeit zwischen dieser und der Grundverbindung der Hornblende anführen. Die Hornblenden enthalten aber häufig mehr Thonerde, resp. Eisenoxyd als nach dieser Formel sich aus den gefundenen Alkalien berechnet. Dies führt wieder zu der Vermuthung, dass auch noch ein Thonerdesilicat, wie es beim Augit nicht ganz unwahrscheinlich ist, in die Mischung eintrete, doch gibt es vorläufig kein Mineral, das uns dafür eine Grundlage bieten würde. Denkt man für einen Augenblick daran, dieses letztere Silicat komme im Augit wirklich vor, und es lasse sich ein analog zusammengesetztes in der Hornblende annehmen, so bleibt noch eine ganz unüberwindlich scheinende Schwierigkeit durch den Fluorgehalt gegeben, denn über die Fluorverbindung welche mit Strahlstein isomorph sein soll, haben wir doch noch nicht irgend eine Vorstellung. Es möge mir gestattet sein, blos um die bei der Hornblende eintretende Complication zu beleuchten, für einen Moment die folgenden Silicate als constituirende Verbindungen anzunehmen:



Wenn diese Verbindungen zu Grunde gelegt werden, lassen sich manche Hornblenden als Mischungen derselben darstellen, wie das folgende Beispiel zeigt:

1. Fast farblose Hornblende von Edenville 2. Graugrüner Karinthin von der Saualpe 3. Schwarze Hornblende von Bogoslowsk. Analysen von Rammelsberg nach Abzug des Wassers auf 100 berechnet.

	1	2	3		
Tr =		78·8 pe.		53·0 pe.	37·0 pe.
St =		0·0 "		10·5 "	29·0 "
Ts =		8·2 "		17·6 "	11·5 "
Es =		5·0 "		2·0 "	9·0 "
Nt =		4·6 "		14·4 "	13·5 "
Kt =		3·4 "		2·5 "	0·0 "
Kieselsäure	52·91	53·52	50·03	50·87	45·32 48·23
Titansäure					1·03 . .
Thonerde	5·89	5·97	12·90	12·85	9·07 9·04
Eisenoxyd	2·93	2·99	1·73	1·19	5·25 5·37
Eisenoxydul			4·69	4·43	12·09 12·23
Magnesia	23·93	23·88	17·68	17·10	13·79 12·42
Kalkerde	12·71	12·20	10·05	10·82	11·08 10·66
Natron	0·77	0·71	2·28	2·20	2·13 2·07
Kali	0·86	0·73	0·64	0·54	0·24 . .

Diese Zahlen sollen nur in ihrer Weise auf die Schwierigkeit der Berechnung aufmerksam machen, aber nicht etwa den gemachten Annahmen zur Stütze dienen, denn nur manche Analysen lassen sich darnach berechnen, andere wieder nicht, wie denn überhaupt die Hornblendeanalysen keine Prüfung durch die Rechnung vertragen. Auf jede Forderung geben sie widersprechende Antworten, was aber nach dem früher gesagten nicht überraschen darf. So viel möchte aber doch schon gelten, dass ausser den Verbindungen, welche der Tremolithreihe entsprechen, auch ein Natronsilicat wie es der Arfvedsonit darbietet in den Hornblenden anzunehmen sei.

Regelmässige Verwachsungen. Eine Erscheinung, welche alle Beachtung verdient und welche viele chemische und physikalische Abnormalitäten erklärt, ist die häufig vorkommende Zusammenfügung differenter Minerale in bestimmter krystallographischer Orientirung. So lange die regelmässig verbundenen Minerale chemisch und krystallographisch sehr verschieden sind, wie z. B. Quarz und Orthoklas, Magnetit und Augit, ist es leicht die beiden Körper neben einander zu erkennen und in der Betrachtung getrennt zu halten, namentlich wenn die einzelnen Partikel so gross sind, dass sie mit freiem Auge erkannt werden.

Es gibt aber Fälle, in welchen eine feine parallele Durchwachsung stattfindet, die verbundenen Minerale chemisch verwandt sind und auch in einer Zone annähernd gleiche Winkel haben, wie z. B. Orthoklas und Albit. Es ist nicht zu verwundern, dass solche Gemische als homogene Körper angesehen und als solche analysirt werden, dies kann aber zu manchen unrichtigen Vorstellungen Anlass geben. So unwillkommen die Erscheinung auf der einen Seite ist, so wichtig erscheint die Beobachtung der Verwachsung chemisch verwandter und partiell isomorpher Körper weil der Fall eine Vorstufe der isomorphen innigen Mischung ist.

Die früher besprochenen Minerale zeigen drei verschiedene Formen: die Bronzit-, Augit- und Hornblendeform. Der Bronzit und Augit haben indess ein annähernd gleiches Spaltungsprisma von $91^{\circ} 44'$ und $92^{\circ} 54'$; der Hornblende kömmt zwar ein anderes von $55^{\circ} 49'$ zu, aber dasselbe nähert sich einem Prisma das am Bronzit und Augit in derselben Lage auftritt und $54^{\circ} 12'$ und $55^{\circ} 30'$ Normalenwinkel hat. Es herrscht also bei allen dreien eine annähernde Formgleichheit bezüglich jener Prismenzone. In chemischer Hinsicht sind die drei Minerale verwandt, so dass man sie lange Zeit mit derselben chemischen Formel bezeichnete. Demnach versprechen die regelmässigen Verwachsungen manche interessante Wahrnehmung.

Bronzit und Hornblende. An dem Bronzit aus dem Ultenthal beobachtete ich ausser den gewöhnlichen mikroskopischen Einschlüssen auch eine Verwachsung mit einem starkglänzenden grünen Mineral, das nach dem Prisma von 56° spaltet und für Hornblende zu halten ist. Die parallele Verwachsung von Bronzit mit diesem Mineral zeigte sich vorwiegend in der Rinde der Bronzitkörner, zuweilen auch in ihrem Inneren.

Protobastit und Diallag(?). Manche Körner von Protobastit, welche im Serpentin des Radauthales eingeschlossen vorkommen, erscheinen mit einem graugrünen Mineral verwachsen, das ebenfalls eine Spaltbarkeit parallel 100 zeigt und eine Fortsetzung des Protobastit bildet. Es scheint ein Gemisch von Protobastit und Diallag zu sein. Es

gelang mir nicht, ein gutes Präparat zu erhalten, an welchem die optische Prüfung durchzuführen möglich gewesen wäre. Die mikroskopische und chemische Untersuchung gab kein deutliches Resultat.

Sahlit und Tremolit. Diese Erscheinung, welche schon von G. Rose und Anderen beobachtet worden, zeigt sich sehr schön an dem Sahlit von Canaan in Connecticut. Weisser Sahlit von der Form 110, 100, 001 und mit schaliger Absonderung parallel 001 ist in körnigem Kalk eingeschlossen und sowohl an der Oberfläche mit parallel liegenden Tremolitnadeln bekleidet, als auch im Inneren mit solchen Nadeln verwachsen, welche an manchen Stellen die Oberhand gewinnen. Eine Stufe von Akudlek in Grönland besteht aus langsäulenförmig gestreckten Individuen von Sahlit und Actinolith, welche in paralleler Stellung mit einander verwachsen sind.

Omphacit und Smaragdit. Die beiden Minerale kommen im Eklogit theils unregelmässig verbunden, theils regelmässig verwachsen vor. Die Regelmässigkeit beschränkt sich entweder darauf, dass der Smaragdit mit einer Prismenfläche 110 auf der Querfläche 100 des Omphacites liegt ohne weitere Orientirung, oder die Regelmässigkeit erreicht den höchsten Grad, indem beide Minerale vollkommen parallel verbunden erscheinen. Der erstere dieser beiden Fälle ist von Haidinger beschrieben worden. Er kömmt nicht so häufig vor als der zweite.

Der Omphacit vom Bachergebirge zeigt die beiden Erscheinungen gleichzeitig. Dünne Blättchen von Smaragdit, von einem Flächenpaar des Spaltungsprisma begrenzt, erscheinen zwischen die parallel 100 abgesonderten Platten von Omphacit eingeschoben, die Spaltungskante der Smaragditblättchen macht mit jener des Omphacites sehr verschiedene Winkel. Die Smaragditblättchen sind oft ungemein dünn, so dass sie nur an dem Glanze erkannt werden. Die Platten von Omphacit lassen bei genauer Prüfung viele Theilchen erkennen, welche am Reflexionsgoniometer den Amphibolwinkel geben, während die Umgebung die Spaltbarkeit nach dem Augitprisma zeigt.

Am Omphacit von der Saualpe fand ich Sprünge parallel 010 durch Smaragdit unregelmässig erfüllt, während in die Absonderungen parallel 100 nach der zuerst angeführten Regel Smaragditblättchen eingeschoben erscheinen. In dem Omphacit selbst konnte ich wieder kleine Partikel, welche den Amphibolwinkel geben und der Masse parallel eingeschaltet sind, erkennen.

Der Eklogit, welcher bei Karlstätten auftritt und den ich schon früher erwähnte (Verbreitung d. Olivins in den Felsarten. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. LVI.) enthält einen meist lauchgrünen Omphacit. Die Körner desselben sind öfters von einer Rinde umgeben, welche aus olivengrünem Smaragdit besteht, der mit dem Omphacit in paralleler Stellung verbunden ist. Solcher Omphacit zeigt die Diallagtextur d. i. die vollkommene Absonderung nach 100 deutlicher, und man sieht zuweilen auf jenen Absonderungsflächen äusserst dünne Blättchen liegen, die wegen des starken Glanzes für Smaragdit zu halten sind. In den Spaltungsstücken des Omphacites sind wiederum kleine Theilchen wahrzunehmen, welche den Amphibolwinkel geben und der Umgebung parallel eingelagert sind.

Diallag und Augit. In dem Gabbro, der bei dem Kloster Trodos am Olymp auf der Insel Cypren auftritt, fand der Botaniker Kotschy

grosse Stücke von Diallag, der eine lichte grüne Farbe zeigt. Ein Exemplar von 8 Cm. Länge und 4 Cm. Breite zeigt im Inneren Partikel von muschlig brechendem Augit in paralleler Stellung eingeschlossen, auch besteht eine Zuwachsschichte aus solchem Augit. In dem letzteren sind hier und da grasgrüne Nadeln zu erkennen, welche den Amphibolwinkel geben.

Hier verhalten sich Diallag und Augit wie zwei ganz verschiedene Mineralien und doch sind es nur Texturunterschiede. Die Beobachtung der Amphibolnadeln leitet aber auf die Vermuthung, dass es vielleicht doch das Auftreten äusserst dünner Amphibolblättchen parallel 100 ist, was die Diallagtextur hervorbringt.

Diallag und Hornblende. Eine sehr gewöhnliche und oft beschriebene Erscheinung. Die Hornblende bildet eine Rinde um die Diallagkörner.

Eine Einschaltung von Hornblende zwischen die Diallag-Lamellen habe ich in grösseren Dimensionen nicht wahrgenommen, doch fanden sich sowohl in dem Diallag von Tirano als auch in dem von Prato sehr dünne Blättchen, deren Längsaxe gegen den Diallag verschieden orientirt war, zwischen den Lamellen. Jene dünnen Blättchen scheinen Hornblende zu sein, doch erlauben sie keine weitere Prüfung.

Augit und Hornblende. Wieder ein häufig beobachtetes Verhältniss. Gewöhnlich sind Prismen von Hornblende an Augitkrystalle in paralleler Stellung angefügt oder auch umgekehrt. Aber auch im Inneren der Augitkrystalle erscheinen Hornblendepartikel, so in dem durch v. Haidinger untersuchten Augit von Borislau, von welchem schon früher die Rede war, und in dem Augit von Frascati, in welchem ich öfter feine Hornblendeprismen wahrnahm, die zum Theil in paralleler Stellung waren. Gemische von Augit und Hornblende, welche in paralleler Stellung vereinigt sind, finden sich auch unter den Contactproducten am Monzoni. Dasselbst kommen grüner Augit, schwarze Hornblende, Biotit, Plagioklas und Magnetit mit einander vor. Der Augit ist zuweilen mit einer Rinde von Hornblende umgeben, zuweilen findet man Krystalle, die zu unterst aus Augit bestehen, darauf folgt Hornblende, welche zu oberst in Asbest ausgeht, endlich treten Gemenge auf, die aus parallel gestellten Augit, und Hornblendepartikeln bestehen. Es scheint mir dieses Vorkommen dasselbe zu sein, welches früher oft als Hypersthen angesprochen wurde.

Die regelmässigen Verwachsungen, welche jetzt erwähnt wurden, sind geeignet manche Schwierigkeiten zu heben, welche sich bei der Vergleichung der chemischen und physikalischen Beobachtungen ergeben. Ich will mich hier auf wenig beschränken, was sich auf die chemische Zusammensetzung bezieht.

Die Minerale der Bronzitreihe enthalten häufig kleine Mengen von Kalkerde, obgleich die Verbindungen $Mg_2Si_2O_6$ und $Fe_2Si_2O_6$, welche diese Minerale ausmachen, kalkfrei sind. Der Kalkgehalt hat schon Veranlassung gegeben, an einen Uebergang vom Bronzit zum Augit zu denken. Nuncmehr ist es aber sehr wahrscheinlich, dass der Kalkgehalt von parallel gelagerten Einschlüssen herrührt, welche in einem Falle als Hornblende erkannt wurden. In den Mineralen der Diopsidreihe sowie in jenen der Tremolitreihe sind die besprochenen Einschlüsse nicht häufig, so lange

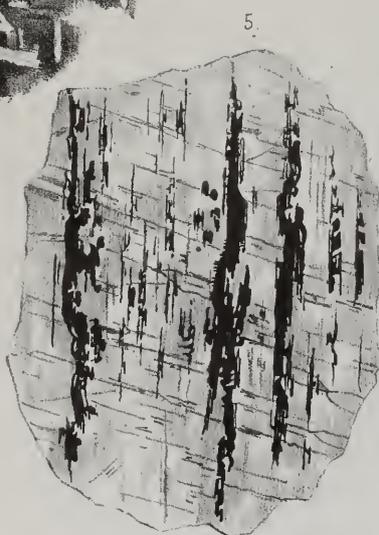
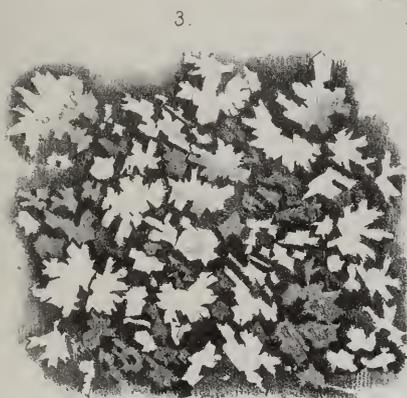
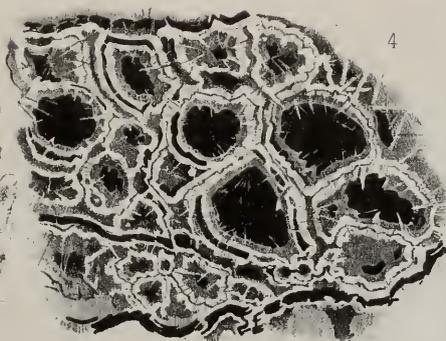
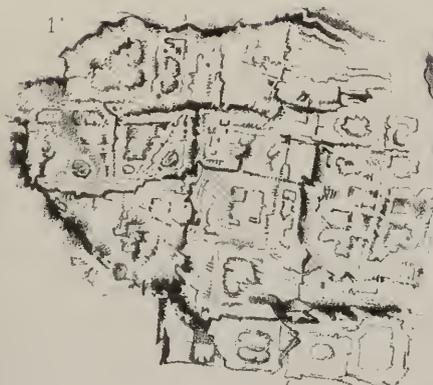
man es mit Krystallen zu thun hat, desto mehr verbreitet aber findet man sie in den derben Stücken, daher manche Analysen sich auf Gemische beziehen dürften.

Der Omphacit ist immer ein Gemenge von einem Diopsid mit einer grünen Hornblende (Smaragdit). Dadurch erklärt es sich, weshalb die Analysen Fikenscher's, der Omphacite aus verschiedenen Eklogiten untersuchte, nicht die Zusammensetzung eines Diopsides, sondern auch Thonerde und Alkalien angeben und Zahlen liefern, welche zwischen den für Diopsid und jenen für Hornblende anzunehmenden Verhältnissen schwanken. Der Diallag macht sich durch die häufig vorkommende Umhüllung mit parallel gelagerter Hornblende sehr verdächtig. Dass die Hornblende auch im Inneren fein vertheilt sei, möchte nach den Beobachtungen am Omphacit, der wie ein unvollkommener Diallag aussieht, nicht sehr unwahrscheinlich klingen. Die merkwürdige Textur, die optischen Unregelmässigkeiten hängen vielleicht damit zusammen. Die Analysen der Diallage beziehen sich meist auf Minerale, die einen erheblichen Glühverlust geben, also nicht unbedeutend verändert sind, andere aber geben Zahlen, die allerdings einer Beimischung von Hornblende entsprechen würden.

Bei dem Augit und bei der Hornblende beruhen vielleicht manche Abweichungen der Analysen auf der Beimengung des einen oder des anderen Mineralen, doch dürfte es bei der meist dunklen Färbung dieser Minerale fast immer schwierig sein, die Gegenwart oder Abwesenheit jener kleinen, parallel gestellten fremden Theilchen zu constatiren und so den Werth der Analyse zu controliren.

Im ganzen lassen die Beobachtungen wohl keinen Zweifel darüber, dass die partielle Isomorphie der zuvor besprochenen Körper häufig Mischungen derselben veranlasst und dadurch hindert, mittels der Analyse die vorhandenen chemischen Verbindungen zu erkennen.

v Drasche Serpentine und serp ähnl. Gesteine.



Strohmayer del.

K k Hof-Kunstdruckerei v Reiffenstein & Rosch in Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mineralogische Mittheilungen](#)

Jahr/Year: 1871

Band/Volume: [1871](#)

Autor(en)/Author(s): Drasche Richard Freiherr v.

Artikel/Article: [I. Ueber Serpentine und serpentinähnliche Gesteine. 1-46](#)