

# Die Chloritgruppe.

## II. Theil

von

**G. Tschermak,**  
w. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Februar 1891.)

Aus den Sitzungsberichten d. kais. Akademie d. Wissenschaften in Wien.  
Mathem.-naturw. Classe; Bd. C. Abth. I. Februar 1891.

WIEN, 1891.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

—  
IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,  
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

## Die Chloritgruppe.

### II. Theil

von

G. Tschermak,  
w. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Februar 1891.)

Die Chlorite, welche in dem ersten Theile dieser Abhandlung<sup>1</sup> besprochen wurden, zeigen Krystallformen, die zwei verschiedenen Systemen anzugehören scheinen, die einen dem monoklinen, die anderen dem rhomboëdrischen, doch lassen sich alle Chlorite dieser Abtheilung von derselben monoklinen Grundform ableiten, für welche das Axensystem  $a:b:c = 0.57735:1:2.2771$  und  $\beta = 89^\circ 40'$  angenommen wurde. Für die Formen von rhomboëdrischem Typus erfolgt die Ableitung auf Grund der Annahme, dass hier die Form eine mimetische sei, also eine Sammelform, welche durch Zusammenfügung vieler Zwillingslamellen nach dem Glimmergesetze zu Stande kommt. Diese Annahme stützt sich darauf, dass an mehreren der hierher gehörigen Chlorite, welche eine vollkommen rhomboëdrische Gestalt besitzen, die angegebene Zusammensetzung aus Zwillingslamellen wahrgenommen wurde. Da nun zwischen diesen optisch zergliederbaren Krystallen und jenen, welche sich krystallographisch und optisch wie rhomboëdrische verhalten, alle Übergänge angetroffen werden, so steht dem Schlusse nichts im Wege, dass auch die anscheinend einfachen Krystalle von rhomboëdrischer Form und optisch einaxigem Verhalten aus monoklinen Blättchen und überhaupt aus kleinen monoklinen Partikeln bestehen, die sich in Zwillingsstellung befinden. Durch die Zusammenfügung der optisch zweiaxigen Blättchen und Theilchen

---

<sup>1</sup> Diese Berichte, Bd. XCIX, Abth. I, S. 174.

in drei um  $120^\circ$  verschiedenen Stellungen wird die Einaxigkeit hervorgerufen.

Die Gleichheit der Krystallisation des Klinochlors und Pennins ist schon von Mallard behauptet worden,<sup>1</sup> doch konnte sich Mallard noch nicht auf Krystallmessungen an beiden Chloriten stützen, sondern musste sich mit der Thatsache der parallelen Verwachsung und mit einer Beobachtung an Blättchen des Klinochlors von Ala begnügen, welche einen optisch einaxigen Kern und eine Hülle von zweiaxigem Klinochlor in drei um  $120^\circ$  verschiedenen Stellungen zeigten.

Dieser Forscher erklärt aber die rhomboëdrische Form des Pennins, wie überhaupt alle mimetischen Formen, in anderer Weise als es vorhin geschah, indem er nach ausdrücklicher Versicherung nicht eine Zwillingsbildung, sondern eine Durchwachsung gleicher Krystallnetze in Stellungen, die um  $\frac{2\pi}{n}$  verschieden sind, annimmt, wo  $n$  eine einfache ganze Zahl ist.<sup>2</sup> Das eine Krystallnetz verwächst mit dem anderen, welches nach jener Drehung dem vorigen nicht gleich, aber ähnlich ist, ungefähr so, wie zwei oder mehrere isomorphe Netze mit einander verwachsen und sich mischen.

Es ist leicht zu erkennen, dass Mallard's Auffassung und die meinige verschieden sind. Nach meiner Ansicht herrscht in allen mimetischen Bildungen eine Verwachsung von Blättchen und Partikeln nach bestimmten Zwillingsgesetzen, welche den von mir entwickelten drei Grundregeln<sup>3</sup> entsprechen. Die letzteren führen zu Stellungen, welche um  $180^\circ$  verschieden sind, gestatten aber keine willkürlichen Annahmen von Drehungen um  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  etc. Wenn Stellungen vorkommen, die um  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  verschieden scheinen, so trifft dies öfter nicht genau zu, sondern findet nur annähernd statt. Nach Mallard's Ansicht herrscht eine Verwachsung von Theilchen ohne Zwillingsbildung, nach Art der isomorphen Mischung und nach einer beliebig angenommenen Drehung um  $120^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $30^\circ$ . Dieser Unterschied ist ein wesentlicher, weil er die Ursache der mime-

<sup>1</sup> Explication des phénomènes optiques anomaux etc., p. 97.

<sup>2</sup> Ebenda, p. 15.

<sup>3</sup> Siehe meine Lehrbuch der Mineralogie, 3. Aufl., S. 79 und 94.

tischen Bildung betrifft. Meine Ansicht hat jedoch den Vorzug, da sich dieselbe auf etwas Thatsächliches stützt, denn sowie in allen genauer durchforschten mimetischen Krystallen eine Zwillingsbildung nach bestimmten Gesetzen sichtbar ist, so macht sich eine solche auch in den Chloriten bemerkbar. Ich glaubte dies hervorheben zu sollen, weil in der Mehrzahl der in letzter Zeit erschienenen Abhandlungen der Satz zu lesen ist, Mallard habe die optischen Anomalien, respective die Mimesie durch Zwillingsbildung erklärt.

Wird nun allen bisher genannten Chloriten dieselbe Grundform zugeschrieben, so bleibt noch bezüglich der Krystallausbildung hervorzuheben, dass das eine Endglied der Reihe, der Pennin, immer dem rhomboëdrischen Typus folgt, während an dem folgenden Gliede, dem Klinochlor, mehrere Arten der Ausbildung wahrgenommen werden, indem der mimetische Klinochlor dicke rhomboëdrische Tafeln, der Typus Zillerthal pennin-ähnliche Krystalle, der Typus Achmatowsk deutlich monokline, oft einfache Krystalle, der Typus Ala vorzugsweise gekrümmte Säulchen von complicirter Zusammenfügung darstellt. Die Krümmung der Säulchen lässt sich in derselben Weise wie die auf der Endfläche oft wahrnehmbare Knickung oder Fältelung durch das Zusammenwirken der Zwillingsbildung nach dem Glimmergesetze und jener nach den Flächen 100 und 130 erklären. In den auf den Klinochlor folgenden Gliedern, Prochlorit und Korundophilit, herrscht der Typus Ala vor.

Demnach ergibt sich bezüglich des Habitus der Krystalle, dass die rhomboëdrische Ausbildung am Pennin am vollkommensten ist und im Verfolg der Reihe mehr der monoklinen Platz macht. In der Flächenbildung zeigt sich das entsprechende, indem der Pennin und die nächstehenden Formen des Klinochlors nur solche Flächen darbieten, welche sich auf ein rhomboëdrisches, respective auf ein rechtwinkeliges Axensystem beziehen lassen, während an dem Typus Achmatowsk jene Flächen eine untergeordnete Rolle spielen und solche vorherrschen, welche nur für ein monoklines Axensystem einfache Indices liefern. An den einfachen Krystallen des Typus Zillerthal machen sich sogar Anzeichen einer dem triklinen System entsprechenden Flächenvertheilung bemerkbar. Die Ätzfiguren verhalten sich dement-

sprechend, indem sie am Pennin und mimetischen Klinochlor sechsseitige und trisymmetrische, an den übrigen Chloriten vorwiegend monosymmetrische und asymmetrische Umriss zeigen und an den einfachen Klinochlorkrystallen fast durchwegs die asymmetrische Form darbieten.

In optischer Beziehung ergibt sich insofern eine Reihenfolge, welche der chemischen Zusammensetzung entspricht, als ein Theil des Pennins optisch negativ erscheint und einen kleinen bis verschwindenden Axenwinkel zeigt, einige Pennine fast einfach brechend sich verhalten, die übrigen Pennine und der mimetische Klinochlor optisch positiv bei kleinem bis verschwindendem Axenwinkel befunden werden, endlich im übrigen Klinochlor und Korundophilit ein deutlicher, endlich ein grosser Axenwinkel bei positivem Verhalten vorherrschen. Die Dispersion der optischen Axen ist in den positiven Chloriten derjenigen entgegengesetzt, welche die negativen zeigen.

Diese Wahrnehmungen sprechen dafür, dass in den bisher angeführten Chloriten mindestens zwei monokline isomorphe Substanzen enthalten sind, wovon die eine optisch negativ mit der Dispersion  $\rho > \nu$ , die andere bei gleicher Orientirung optisch positiv mit der Dispersion  $\rho < \nu$ . In dem optisch negativen Pennin überwiegt der Einfluss der ersteren, in den Exemplaren mit einfacher Brechung neutralisiren sich die Wirkungen beider Substanzen, in den übrigen Chloriten der Hauptreihe überwiegt der Einfluss der zweiten Substanz.

Die optisch negative Substanz mit der Dispersion  $\rho > \nu$  ist höchst wahrscheinlich Serpentin, dessen Ähnlichkeit mit den Chloriten früher besprochen wurde. Wenn man die Brechungsquotienten, welche Michel Lévy und Lacroix am Serpentin und den Chloriten erhielten, vergleicht, so wird man in dieser Ansicht noch bestärkt. Im Folgenden sind die Brechungsquotienten so aufgeführt, dass die in der derselben Columne stehenden sich auf Schwingungen derselben oder nahezu derselben Richtung im Krystall beziehen, welche die aufrechte, Quer- und Längsrichtung sind.

Serpentin (Antigorit) . . . . .	$\alpha = 1.560$	$\beta = 1.570$	$\gamma = 1.571$
Pennin von Zermatt . . . . .	$\alpha = 1.576$	$\beta = 1.579$	$\gamma = 1.579$
Klinochlor vom Ural . . . . .	$\gamma = 1.596$	$\beta = 1.588$	$\alpha = 1.585$

Hier ist die gleichförmige Zunahme der Brechungsquotienten in jeder Columne und ebenso ist erkennbar, dass die Brechungsquotienten des Pennins fast genau in der Mitte zwischen denen des Serpentin und des Klinochlors liegen. Sonach verhält sich der Pennin optisch wie eine Mischung von Serpentin und Klinochlor, was mit den Ergebnissen der chemischen Analysen übereinstimmt.

Alle Arten von Klinochlor sind optisch positiv, die Ebene der optischen Axen ist in den einfachen Krystallen der Symmetrieebene parallel, und die Axe der kleinsten Elasticität erscheint etwas nach vorne geneigt. In manchen Krystallen oder an manchen Stellen der sonst einfachen Krystalle nimmt die Ebene der optischen Axen eine zur Symmetrieebene senkrechte Lage ein, und die positive Mittellinie ist auch senkrecht zur Spaltebene. Diese Unregelmässigkeit ist aber immer mit unvollkommener Auslöschung verbunden. Sie lässt sich wohl durch die Annahme erklären, dass in solchen Fällen die Zwillingslamellen in der zweiten und dritten Stellung vorherrschen. Da im Klinochlor die Brechungsquotienten  $\alpha$  und  $\beta$  nur sehr wenig verschieden sind,  $\beta - \alpha = 0.003$ , so kann überhaupt leicht ein Umschlagen stattfinden, so dass die Richtungen der bezüglichen zwei Elasticitätsaxen vertauscht erscheinen, während die Axe der kleinsten Elasticität nunmehr die allen Zwillingslamellen gemeinsame Richtung senkrecht zur Spaltebene zu befolgen scheint.

Die Zwillingsbildung ist in allen Arten des Klinochlors ungewein häufig, so dass mir keine Stufe zukam, welche bloss einfache Krystalle dargeboten hätte, und die Zwillingsbildung ist in ihrer Erscheinung eine so mannigfaltige, dass man deren Beschreibung unmöglich mit Worten erschöpfen könnte. Da nun durch die Auflagerung nach dem Glimmergesetze solche Complexe gebildet werden können, welche sich optisch einaxig verhalten, so ist es erklärlich, dass man bei der Untersuchung der Stufen öfters Täfelchen gewinnt, welche ein verwaschenes schwarzes Kreuz geben, während die Krystalle sonst das Axenbild des Klinochlors darbieten.

Die folgenden Glieder, der Prochlorit, Korundophilit, verhalten sich krystallographisch und optisch wie der Klinochlor. Den Prochlorit hat man bisher vorzugsweise in kleinen Schüppchen,

Körnehen und wurmförmig gekrümmten Säulehen gefunden (Helminth Volger's), aber es gibt auch Klinochlor von solcher Form, z. B. der von Ala, Zöptau, und es finden sich bisweilen auch grössere Säulen und Tafeln von Prochlorit. Wenn man von der Kleinheit der meisten Prochloritkrystalle absieht, lässt sich zwischen Klinochlor, Prochlorit und Korundophilit kein wesentlicher Unterschied auffinden. In den körnigen oder schuppigen Aggregaten verhalten sich dieselben gleich: optisch positiv mit grösserem oder kleinerem Axenwinkel, in manchen Krystallen einaxig, im Dichroismus ähnlich.

Der Umstand, dass öfters auch Prochlorite gefunden werden, welche eine geringere Doppelbrechung als der Klinochlor besitzen, und dass in einzelnen Fällen ein optisch negatives Verhalten angegeben wird, ist auf den hohen Eisengehalt vieler Prochlorite zurückzuführen. Wenn der Prochlorit so wie die vorhergehenden Chlorite als eine isomorphe Mischung betrachtet wird, welche aus einem optisch positiven und aus einem optisch negativen Gliede (Serpentin) besteht, so wird letzteres nicht nur dann eine Schwächung oder Aufhebung der Doppelbrechung herbeiführen, wenn es in grösserer Menge dem positiven Gliede beigesellt ist, wie im Pennin, sondern auch dann, wenn seine negative Doppelbrechung in Folge eines hohen Eisengehaltes energischer wird, und in einzelnen Fällen kann es dazu kommen, dass der negative Charakter überwiegt.

Die seltenen chromhaltigen Chlorite, der Kämmererit und der Kotschubeit, sind in der Form und Zwillingsbildung dem Pennin und Klinochlor gleich, ebenso in den Lichtbrechungsverhältnissen, dagegen besitzen sie eine eigenthümliche Färbung und einen eigenthümlichen Dichroismus.

### Derbes Vorkommen.

Im Folgenden mögen einige Beobachtungen mitgetheilt werden, welche sich auf derbe Vorkommen von Chloriten der Hauptreihe beziehen. Da hier einige neue Fundorte angeführt und die genauere Bestimmung von Chloriten bekannter Fundorte angegeben wird, so glaubte ich diese gelegentlichen Ergebnisse nicht unterdrücken zu sollen.

Pennin in körnigen Aggregaten mit Calcit aus dem Pfäfersthal. Die Körner und Krystalle sind schwach doppelbrechend, optisch einaxig negativ, die beiden Farbentöne sind lauchgrün und gelb. Von einer Zwillingbildung ist nichts zu bemerken. Da beim Pennin die Spaltebene als Zwillingsebene fungirt, so haben auch im Falle der Zwillingbildung alle Schichten dieselbe optische Orientirung. Die Krystalle sind rauh, mit Calcit umgeben.

Penninschiefer aus dem Zillerthal. Blassgrün mit Einschlüssen von Magnetit in Körnchen von kleinen, aus Pennin bestehenden säulenförmigen Pseudomorphosen, von Diopsid in kleinen Körnchen und von Klinochlor in kleinen Blättchen. Beide letzteren stechen durch ihre stärkere Doppelbrechung von der Grundmasse ab. Diese ist feinschuppig, ungemein schwach doppelbrechend, fast einfachbrechend, mit kaum erkennbar positivem Charakter. Dichroismus schwach gelblich und grünlich.

Der Pennin ist im Dünnschliff durch eine verschwindend geringe Doppelbrechung bei blasser Farbe von den übrigen Chloriten unterscheidbar. In dickeren Schichten lassen sich grössere Schüppchen als negativer oder positiver Pennin bestimmen.

Klinochlor, derb, deutlich körnig, von Zöptau in Mähren, hell lauchgrün. Die Blättchen sind oft fächerförmig angeordnet. Schnitte senkrecht zur Spaltebene zeigen die Zusammensetzung aus Zwillinglamellen durch die abwechselnde Färbung im polarisirten Lichte sehr deutlich. Die Auslöschungsschiefe ist wegen Krümmung der Blättchen nicht bestimmbar, jedoch merklich. Der Axenwinkel ist gross, über  $60^\circ$ . Stellenweise erscheinen die Aggregate der Blättchen fast einaxig, jedoch ohne vollkommene Auslöschung. Dichroismus lauchgrün und gelb.

Klinochlor von Felling in Niederösterreich. Grobkörnig bis feinkörnig, hell lauchgrün. Die senkrechten Schnitte durch die dickeren Blättchen zeigen die Einschaltung dünner Zwillinglamellen. Die Auslöschungsschiefe beträgt ungefähr  $6^\circ$ . Die Divergenz der Auslöschungen im Zwilling erreicht  $8^\circ$  bis  $9^\circ$ . Der Axenwinkel ist gross, der Dichroismus blass lauchgrün und gelbgrün.



Klinochlor (oder Prochlorit?) aus dem Zillerthal. Deutlich körnig, fast schwarz, enthält Oktaëder von Magnetit. Axenwinkel gross, Dichroismus dunkelgrün und braungelb.

Ob ein Chlorit von stärkerer Doppelbrechung zum Klinochlor oder zu einem der in der Reihe folgenden Chlorite: Prochlorit, Korundophilit, Amesit gehört, lässt sich im Dünnschliffe bis jetzt nicht bestimmen, denn die fächerförmige Anordnung der Blättchen ist zwar den meisten Prochloriten eigenthümlich, bildet aber kein ausschliessliches Merkmal dieser Abtheilung. Der Korundophilit verhält sich so wie der Klinochlor, der Amesit ist physikalisch nicht genauer beschrieben. Allerdings ist zu erwarten, dass der mittlere Brechungsquotient in der genannten Reihenfolge der Chlorite zunimmt, jedoch bringt der wechselnde Eisengehalt ein solches Schwanken des Brechungsquotienten hervor, dass auf diesen eine Unterscheidung hier nicht basirt werden kann. Nach den bisherigen Erfahrungen sind Klinochlor und Prochlorit häufig, die beiden anderen Chlorite selten. Darnach wird sich einstweilen die Bestimmung richten.

Chloritschiefer von Zöptau in Mähren, dunkelgrün bis graugrün, grob gefältelt, stellenweise mit Oktaëdern von Magnetit. Die Schuppen sind optisch positiv zweiaxig, Axenwinkel  $22^\circ$ , zuweilen scheinbar viel kleiner. Dichroismus grün und gelb: Klinochlor.

Chloritschiefer aus dem Zillerthal mit eingeschlossenen Magnetitoktaëdern. Schüppchen von Klinochlor, optisch positiv zweiaxig mit ziemlich kleinem Axenwinkel, stellenweise feine Zwillingsblättchen zeigend. An vielen Punkten erscheint auch feinkörniger Klinochlor in Pseudomorphosen, wahrscheinlich nach Hornblende und Plagioklas. An mehreren Stellen bildet der Klinochlor ein Gewebe schmaler Leistchen, ähnlich wie viele Serpentine.

Chloritschiefer aus dem Zillerthal mit eingeschlossenen Rhomboëdern von Breunnerit. Graugrüner Klinochlor mit schwächerer Doppelbrechung, dem mimetischen Klinochlor genähert. Dicke Blättchen, optisch positiv zweiaxig, Axenwinkel ziemlich klein. In manchen Schnitten ist der Aufbau aus Zwillingslamellen deutlich, stellenweise sind die Blättchen fächerförmig angeordnet. Hie und da zeigen sich Blättchen von einem Biotit (Phlogopit?).

Diese sind öfter mit dem Klinochlor parallel verwachsen.

Chloritschiefer aus dem Habachtal, Salzburg, mit eingeschlossenen Oktaëdern von Magnetit. Dunkelgrüner schuppiger Klinochlor, optisch positiv zweiaxig, mit meistens grossem Axenwinkel, Dichroismus olivengrün und gelb.

Chloritschiefer vom Baikalsee, mit Körnern von Apatit (Moroxit) und Oktaëdern von Magnetit. Lauchgrüner bis graugrüner Klinochlor, blätterig bis feinschuppig. Optisch positiv zweiaxig, der Axenwinkel  $48^\circ$ , in den kleinen Schüppchen oft viel kleiner, Dichroismus lauchgrün und gelb.

Die Mehrzahl der Chloritschiefer kann man als Klinochlor-schiefer bezeichnen, denn Penninschiefer sind selten, die meisten der übrigen Chloritschiefer bestehen aus optisch zweiaxigen Chloriten. Eine weitere Unterscheidung der letzteren im Dünnschliffe ist aber gegenwärtig nicht durchführbar.

Prochlorit von Prägratten in Tirol, als compacte feinkörnige Masse die Lücken zwischen grossen Albitkrystallen ausfüllend. Dunkelgrün bis schwarzgrün, im Dünnschliffe die fächerförmige Anordnung der Blättchen und die Form der wurmförmig gekrümmten Säulchen zeigend. Die Blättchen sind optisch positiv zweiaxig, mit einem Axenwinkel von  $40^\circ$ , stellenweise ist der letztere kleiner. Dichroismus olivengrün und bräunlichgelb. Die Schnitte senkrecht zur Spaltbarkeit lassen den Aufbau der Säulchen aus Zwillingslamellen deutlich erkennen. Divergenz der Auslöschungen in benachbarten Zwillingsblättchen bis  $10^\circ$ .

Prochlorit von Gastein, mit Ankerit verwachsen und in Klüften von Anatas begleitet. Dunkelgrün, körnig, aus wurmförmig gekrümmten Säulchen bestehend. Die Blättchen sind optisch positiv zweiaxig, der Axenwinkel ist klein.

Prochlorit vom Ostabhang der Schmittenhöhe bei Zell am See, Salzburg. Graugrün, feinkörnig, mit Quarz und Calcit gemengt. Wurförmig gekrümmte Säulchen. Die Blättchen optisch positiv zweiaxig, der Axenwinkel nicht sehr gross. Dichroismus olivengrün und gelb.

Es gibt keine Chloritschiefer, welche hierher gehören, welche also bei dem gegenwärtigen Stande der Unterscheidungsmittel als Prochloritschiefer zu erkennen wären, denn das ausschlag-

gebende Merkmal der Prochlorite ist die fächerförmige Anordnung der Blättchen und die Form der wurmförmig gekrümmten Säulchen. In einem schieferigen und schuppigen Gestein muss aber diese Anordnung der Blättchen dem parallelschuppigen Gefüge den Platz räumen. Daher geht dasjenige verloren, was bei den derben Vorkommen der Prochlorite die Erkennung vermittelt.

### **Chlorite ausser der Hauptreihe (Leptochlorite).**

Die Chlorite, welche von den früher genannten unterschieden werden, sind gewöhnlich dicht oder feinkörnig, oder feinschuppig. Eine fein stängelig-blätterige Textur bei kleintraubiger oder krustenartiger Form ist nicht selten. Deutliche Krystalle sind bisher nur in einem einzigen Falle (Cronstedtit) beobachtet. Die Härte ist gewöhnlich etwas grösser, das Volumgewicht höher als bei den vorher beschriebenen Chloriten, beides vorzugsweise in Folge des höheren Eisengehaltes. In optischer Beziehung stimmen die nunmehr anzuführenden Chlorite darin überein, dass sie einen kleinen bis verschwindenden Axenwinkel und meistens negatives Verhalten zeigen. Bloss zwei Gattungen (Klementit und Rumpfit) wurden optisch positiv befunden. Ein durchgreifendes charakteristisches Merkmal dieser Chlorite ist jetzt noch nicht erkannt. Sie wurden meistens nur durch die chemische Zusammensetzung von den vorigen unterschieden.

Im Laufe der Darstellung hat sich mir das Bedürfniss einer kurzen Bezeichnung ergeben, daher ich diese Chlorite wegen ihres meist unscheinbaren Aussehens Leptochlorite nenne und die Chlorite der Hauptreihe als Orthochlorite unterscheide. Namen, welche vielleicht passender gewesen wären, sind durch frühere nomenclatorische Versuche verbraucht.

Von den Leptochloriten wurden einige, die ich erhalten konnte, von mir geprüft. Zwei derselben erwiesen sich von den bisher bekannten verschieden. Der eine, welcher in der später zu begründenden Reihenfolge voransteht, ist der

Daphnit, so benannt nach Daphnis, Lorbeere, wegen der grünen, öfters fast kugeligen Aggregate. Dieser Chlorit dürfte sich auf älteren Cornwaller Stufen finden lassen. Ich beobachtete denselben auf einer solchen Stufe von Penzance in Cornwall, die

schon im Jahre 1840 gewonnen wurde. Das Mineral bildet Überzüge auf ziemlich grossen Krystallen von Arsenkies (Misspickel) und Quarz in der Form traubiger Aggregate von doppelter Textur. Letztere ist concentrisch schalig und zugleich radialblättrig. In den dicksten Schalen haben die Blättchen die Länge von 1 mm. Dichte kleinkugelige Aggregate finden sich untergeordnet. In einzelnen sehr kleinen Hohlräumen fanden sich mikroskopisch erkennbare schwarzgrüne Blättchen mit einer Seite aufgewachsen. Ihre Form ist regelmässig sechsseitig oder durch das Hinzutreten zweier paralleler Flächen achtseitig. Die Form ist höchst wahrscheinlich monoklin. Die Seiten der Blättchen entsprechen den Zonen von 001 zu 110, 010 und 100. Öfters zeigen sich darin gerade Sprünge in den Zonen zu 110 und 010. Die Blättchen der Aggregate sind mild, wenig biegsam, perlmutterglänzend. Die Spaltbarkeit nach 001 ist sehr vollkommen. Während die freien Kryställchen schwarzgrün erscheinen, sind alle Aggregate auf der Oberfläche und im Bruche seladongrün bis apfelgrün, ebenso ist die Farbe des Striches. Im durchfallenden Lichte sind die Blättchen dunkelgrün, durch 001 gesehen olivengrün, senkrecht dazu gelb. Sie verhalten sich optisch nahezu einaxig, negativ. Vor dem Löthrohr erhitzt, wird der Daphnit schwärzlich, bläht sich nicht auf und schmilzt leicht zu einer stahlgrauen wenig glänzenden Kugel. Mit Salzsäure erwärmt, wird das feine Pulver von Daphnit vollkommen zersetzt unter Abscheidung flockiger Kieselsäure.

Der Metachlorit vom Büchenberge bei Elbingerode bildet bekanntlich Platten von blättrig-stängeliger Textur und dunkel-lauschgrüner Farbe. In den mir vorliegenden Exemplaren sind derlei Platten und auch Füllungen eckiger Zwischenräume in grobkörnigem Calcit eingeschlossen, welcher letztere eine Gangfüllung in Schalstein darstellt. Die Blättchen sind innerhalb der Platten oft fächerförmig angeordnet und stehen mit einer Seite senkrecht gegen die Flächen unvollkommener Calcitkrystalle, auf welchen sie abgesetzt wurden. In dem Calcit sind aber auch stellenweise kleine wurmförmig gekrümmte Säulchen von genau gleicher Farbe zu bemerken. Dieselben färben entweder den Calcit grün, oder sie überwiegen derart, dass ein feinkörnig aussehendes Aggregat solcher Säulchen entsteht, welche durch

wenig Calcit verbunden sind. Diese Säulchen erscheinen also auch als „Helm'inth“ und sind dem Prochlorit ungemein ähnlich. Auch in der chemischen Zusammensetzung steht der Metachlorit dem Prochlorit nahe. Im Dünnschliffe erkennt man in den Blättchen Trennungslinien nach drei um  $120^\circ$  verschiedenen Richtungen. Im Konoskop erhält man ein schwarzes Kreuz auf blauem Grunde, ähnlich wie bei manchem Pennin, und es ergibt sich ein optisch negatives Verhalten. Für Schwingungen parallel zur Spaltebene erhält man eine olivengrüne, für solche senkrecht dazu eine gelbe Farbe.

Der Klementit, nach Herrn Dr. C. Klement in Brüssel benannt, bildet nach der Beschreibung des Letzteren dünne Blättchen, welche die Quarzadern in den sogenannten Salm-schiefern bei Vielsalm in Belgien begleiten.<sup>1</sup> In der Löthrohrflamme blättert sich das Mineral und schmilzt nach Aufblähen zu einem dunklen Glase. Das Volumgewicht wurde zu 2.835 bestimmt. Durch die Güte des Herrn Klement erhielt ich Proben von diesem Chlorit, in welchen derselbe öfters von Eisenglanzblättchen begleitet, Zwischenräume in körnigem Quarz ausfüllt. Die Aggregate sind blätterig bis schuppig, die einzelnen Blättchen öfter sechsseitig. Sie verhalten sich optisch zweiachsig positiv bei kleinem Axenwinkel, sind dem Klinochlor ähnlich und von dunkel olivengrüner Farbe. Die Form der Blättchen ist höchst wahrscheinlich monoklin. Das Pulver des Klementits wird beim Erwärmen mit Salzsäure zum Theil zersetzt unter Abscheidung von flockiger Kieselsäure.

Der Thuringit ist schuppig oder kleinkörnig, von olivengrüner bis schwarzgrüner Farbe. Das von mir benützte Exemplar von Schmiedefeld bei Saalfeld ist ein feinkörniges derbes Stück, das vom Zirmsee in Kärnten ist kleinkörnig und zeigt die von Zepharovich beschriebenen Abformungen an Calcitkrystallen.<sup>2</sup> Im Dünnschliff untersucht, verhalten sich die Minerale beider Fundorte gleich. Sie erscheinen körnig, von olivengrüner Farbe und lassen zuweilen krumme sechsseitige Säulchen mit fächerförmiger Anordnung der Blättchen erkennen. Sie sind optisch

---

<sup>1</sup> Bulletin du Musée royal d'hist. nat. de Belgique, t. V, p. 162.

<sup>2</sup> Zeitschr. f. Krystallographie, Bd. 1, S. 371.

einaxig negativ bis deutlich zweiaxig. Der Dichroismus ist stark und wie bei den zuletzt erwähnten Chloriten erhält man die Farben olivengrün und gelb.

Der Cronstedtit ist von den vorigen stark verschieden. Er ist, wie bekannt, schwarz und undurchsichtig. Man muss ausserordentlich dünne Spaltblättchen erzeugen, um die Farbe im durchfallenden Lichte zu sehen. Er ist ziemlich spröde, die Blättchen zeigen wenig von der Biagsamkeit der Chlorite. Diese Abweichungen hängen mit dem enormen Eisengehalte zusammen, wie denn auch schon bei dem eisenreicheren Klinochlor von dunkler Farbe eine geringere Biagsamkeit und grössere Härte als an den übrigen Arten bemerkt wird. Die Krystallform des Cronstedtits bietet hemimorphe Rhomboëder und Skalenoëder dar, welche von Maskelyne und v. Zepharovich gemessen wurden. Die Winkel der Rhomboëder stimmen nahe mit Winkeln, die am Pennin erhalten wurden, überein:

Cronstedtit	Pennin
$c : R = 75^{\circ} 45'$	$75^{\circ} 34'$
$c : 3R = 85^{\circ} 12'$	$85^{\circ} 0'$

Auch die Hemimorphie erinnert an die Ausbildung der Appositionsdrillinge des Klinochlors, welche zu den beiden Seiten der Spaltebene verschiedene Form darbieten. Die Undurchsichtigkeit des Cronstedtits hindert aber eine weitergehende Prüfung der Krystalle. Im durchfallenden Lichte sind die Blättchen smaragdgrün, optisch einaxig negativ. Die zweite Farbe, braun oder braungelb, ist nur an Kanten erkennbar.

Der Rumpfit, von welchem ich Proben durch den Entdecker Herrn Firtsch in Graz erhielt, erscheint grünlichweiss, derb, feinkörnig bis schuppig, schliesst öfters kleine undeutlich ausgebildete Magnesitkrystalle ein und ist mit körnigem Magnesit verwachsen. Im Dünnschliff untersucht, zeigt das Mineral krumme Säulchen, welche enge aneinanderschliessen und genau wie Säulchen von Prochlorit aussehen. Sie sind wie diese mannigfach gewunden und wurmartig gekrümmt. Die daraus erhaltenen Blättchen sind zuweilen regelmässig sechsseitig begrenzt, meist aber von unregelmässigem Umriss. Sie verhalten sich optisch

einaxig bis deutlich zweiaxig, positiv. Der Axenwinkel erreicht zuweilen ungefähr  $10^\circ$ .

Da das Mineral von einem zartschuppig-blätterigen Talk begleitet ist, welcher wie ein Auslaugungsproduct aussieht, so halte ich es für nicht unwahrscheinlich, dass der Rumpfit durch Auslaugung aus einem eisenreicheren Chlorit hervorgegangen ist, ähnlich wie ich dies für den Leuchtenbergit anführte.

Von den übrigen Leptochloriten standen mir keine zur besseren Charakterisirung geeigneten oder gar keine Exemplare zur Verfügung.

### Chemische Zusammensetzung der Chlorite.

Die Analysen geben als stets wiederkehrende Grundstoffe: Sauerstoff, Silicium, Aluminium, Magnesium, Wasserstoff an. Dazu kommen wechselnde Mengen von Eisen in der dreiwertigen, von Eisen in der zweiwertigen Form, jenes als Vertreter des Aluminiums, dieses als Vertreter des Magnesiums. Die erstere Rolle schreibt man auch dem zuweilen vorkommenden Chrom, die letztere dem öfter in geringer Menge auftretenden Mangan zu. Durch Beimengungen und Einschlüsse können merkliche Mengen von Calcium, Natrium, Kalium der Analyse zukommen. Ist die Beimengung Diopsid, wie es beim Pennin zuweilen der Fall ist, so würde 1 Percent Calciumoxyd eine Beimengung von ungefähr 4 Percent Diopsid angeben und die Verbindungsverhältnisse würden gegenüber den normalen etwas verändert erscheinen. Ist die Beimengung ein Biotit, wie dies mehrmals beobachtet wurde, so gäbe 1 Percent Kaliumoxyd eine Beimengung von ungefähr 12 Percent eines Phlogopits oder Meroxens an und das Zahlenverhältniss bezüglich des Chlorits würde merklich gestört sein. Wenn aber derlei Beimengungen nicht erkennbar sind, so liesse sich annehmen, dass die Alkalien und das Calcium als wesentliche Bestandtheile fungiren. Damit wäre die Existenz von Chloriten, welche in Folge isomorpher Mischung einen Übergang zu Biotit oder zu den calciumhaltigen Sprödglimmern bilden, zugegeben. Bevor aber letzteres erwiesen ist, wird man vorsichtshalber solche Analysen, in welchen die Menge von Kalk und Alkalien zusammengenommen 1 Percent oder mehr beträgt, nicht zur Berechnung der Normalzusammen-

setzung der Chlorite verwenden. Dagegen können jene Analysen, welche kleinere Mengen von Kalk und Alkalien angeben und deren Material vollkommen rein befunden wurde, zur Berechnung dienen. Hier können diese kleineren Quantitäten den entsprechenden zwei- und einwertigen Grundstoffen zugetheilt werden, wodurch gegenüber den normalen Verbindungsverhältnissen keine bedeutende Verschiebung eintreten wird. Die älteren Analysen geben das Eisen zumeist bloss als Oxydul an. Wenn man darauf ausgeht, aus den Analysen die chemische Formel der Chlorite zu berechnen, so wird man diese Analysen nicht verwenden können. Aber auch jene Analysen sind zu dem genannten Zwecke nicht heranzuziehen, welche beide Oxyde des Eisens anführen, jedoch nach der älteren Methode der Oxydulbestimmung in der Boraxschmelze ausgeführt sind, weil diese Methode keine richtigen Resultate liefert.<sup>1</sup> In dem Falle, als die Menge des Eisens gering ist, lassen sich aber auch ältere Analysen verwenden. Die Zahlen für Wasserstoff sind öfters schwankend, so z. B. geben für den Pennin von Zermatt an: Marignac 12·69 Percent, Merz 12·18, Picard 12·38, Wartha 14·07, v. Fellenberg 13·57 und 12·87, Hamm 12·27, für den Klinochlor von Ala: Marignac 12·52, Jannasch 14·58. Der Unterschied beträgt also bis 2 Percent. Erst seit der Anwendung der vortrefflichen Methode von Sipöcz<sup>2</sup> wurden übereinstimmende Resultate erhalten und es zeigte sich, dass den Chloriten der Hauptreihe fast der gleiche Wassergehalt zukommt. So geben nach den reducirten Analysen an: Für Pennin Ludwig 13·38 Percent, für Klinochlor Hammer Schlag 13·05, Ortmann 13·43, für Prochlorit Klement 13·02, für Korundophilit Obermayer 13·01. Jannasch ist ohne einen stichhaltigen Grund von dieser Methode abgewichen.<sup>3</sup> Er hält sogar die für den Glühverlust erhaltene Zahl für besser als jene der directen Wasserbestimmung und betrachtet auch das beim Trocknen des Chlorits über Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur abgegebene Wasser als wesentlich, wodurch die angegebene hohe Zahl für Wasser entsteht.

<sup>1</sup> Vergl. W. Suida's Arbeit in meinen Mineralogischen Mittheilungen, 1876, S. 175.

<sup>2</sup> Diese Berichte, Bd. 76, Abth. II., S. 51.

<sup>3</sup> Jahrbuch f. Min. 1885, I, S. 92.



Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Angaben des Wassergehaltes in manchen Analysen mit einem Fehler behaftet sind, welcher grösser ist als die einzelnen Fehler der übrigen Bestimmungen. Demnach ist bei der Berechnung der Analysen auf die Zahl für Wasserstoff am wenigsten Gewicht zu legen.

Neue Analysen. Schon vor Jahren wurden in dem Laboratorium des Herrn Hofrathes E. Ludwig einige Chloritanalysen ausgeführt, und zwar jene des Pennins von Zermatt, eines Pennins aus dem Zillerthal und jene des Klinochlors von Westchester. Zu diesen schon publicirten Analysen kommen jetzt mehrere neue, in welchen die Wasserbestimmung durchwegs nach der Methode von Sipöcz ausgeführt wurde. Die Methode der Eisenoxydulbestimmung ist in Suida's Abhandlung angeführt. Das Material wurde bei einer Temperatur von 100—110° getrocknet. Die Analysen sind hier schon mit den später gebrauchten Nummern bezeichnet.

3. Pennin, optisch positiver, analysirt von Herrn Hofrath Prof. Ludwig. Es ist derselbe Chlorit, welchen ich früher als „mimetischen Klinochlor“ anführte, um aufmerksam zu machen, dass die Zusammensetzung der Krystalle aus Schichten von den Eigenschaften des Klinochlors mehrfach beobachtet wurde.

13. Klinochlor von Achmatowsk, analysirt von Alfred Ortmann. Das Material bestand aus grossen, reinen, tafelförmigen Krystallen.

14. Klinochlor von Kariaet in Grönland, analysirt von Alb. Hammerschlag. Aus den Tafeln, welche, wie früher beschrieben wurde, Phlogopit einschliessen, wurde der reine Klinochlor mit grösster Sorgfalt entnommen.

20. Leuchtenbergit von Amity, analysirt von Dr. L. Sipöcz. Die Analyse wurde schon 1877 ausgeführt.

21. Prochlorit aus dem Zillerthale, analysirt von Dr. Const. Klement. Die Bestimmung des Eisenoxyduls ist von Herrn Hofrath Ludwig controlirt.

29. Korundophilit von Chester, Mass., analysirt von Dr. F. Obermayer.

38. Daphnit von Penzance, Cornwall, analysirt von Richard Zeynek.

42. Metachlorit vom Büchenberge bei Elbingerode, analysirt von R. Zeynek.

56. Tabergit von Taberg, Wermland, analysirt von Dr. A. Paltauf.

57. Prochlorit aus der Fusch, Salzburg, analysirt von J. Vuylsteke. Die Analyse gab ungewöhnlich viel Natron.

46. Cronstedtit von Příbram, Böhmen, analysirt von Herrn Hofrath E. Ludwig. Die Bestimmungen sind alle doppelt durchgeführt.

	3.	13.	14.	20.	21.
Kieselerde . . . . .	33·83	31·31	30·34	30·28	25·84
Thonerde . . . . .	12·95	18·34	16·86	22·13	19·58
Eisenoxyd . . . . .	2·25	2·10	1·86	....	2·13
Eisenoxydul . . . . .	3·02	0·77	4·53	1·08	28·05
Magnesia . . . . .	34·94	34·25	31·82	34·45	13·57
Kalk . . . . .	....	Sp.	0·61	Sp.	....
Natron . . . . .	....	0·17	0·37	....	....
Kali . . . . .	....	0·06	Sp.	....	....
Wasser . . . . .	13·11	13·33	12·70	12·61	11·34
	<u>100·10</u>	<u>100·33</u>	<u>99·09</u>	<u>100·55</u>	<u>100·51</u>
Volumgewicht . . . . .	2·6777	2·648	.....	2·680	2·971

	29.	38.	42.	56.	57.
Kieselerde . . . . .	23·84	23·62	24·29	38·04	27·03
Thonerde . . . . .	25·22	22·26	17·85	12·62	20·07
Eisenoxyd . . . . .	2·81	....	4·64	2·53	4·72
Eisenoxydul . . . . .	17·06	38·97	37·85	2·93	16·47
Manganoxydul . . . . .	....	0·98	....	....	....
Magnesia . . . . .	19·83	1·09	4·26	29·45	18·90
Kalk . . . . .	....	0·29	0·57	0·48	....
Natron . . . . .	....	1·10	0·30	2·73	0·72
Kali . . . . .	....	0·28	0·09	4·17	1·22
Wasser . . . . .	11·90	11·16	10·19	6·25	11·78
Fluor . . . . .	....	....	....	0·51	....
	<u>100·66</u>	<u>99·75</u>	<u>100·04</u>	<u>99·71</u>	<u>100·91</u>
Volumgewicht . . . . .	2·87	3·172	3·173	2·79	2·923

46.	I.	II.	III.	IV.	Mittel
Kieselerde . . . . .	22·13	22·29			22·21
Eisenoxyd . . . . .	65·74	65·43	....	....	37·49
Eisenoxydul . . . . .		....	25·20	25·35	25·28
Manganoxydul . . . . .	1·15	1·25	....		1·20
Magnesia . . . . .	5·31	5·15			5·23
Wasser . . . . .	8·17	8·36			8·27
					99·68

Ausserdem wurde eine Spur Thonerde beobachtet.

### Hauptreihe (Orthochlorite).

Wenn die Analysen der hierher gehörigen Chlorite ungefähr nach dem Siliciumgehalte angeordnet werden, so zeigt sich schon ein Zusammenhang bezüglich des chemischen Bestandes, und zwar ebenso deutlich als die Ähnlichkeit bei dem Vergleiche der Formen und des optischen Verhaltens hervortritt. Im Folgenden sind zuerst die Analysen, welche nach dem früher Gesagten zur Erkennung der normalen Zusammensetzung dieser Chlorite brauchbar sind, in ihrer ursprünglichen Form aufgeführt. Ausser denjenigen, welche beide Oxyde des Eisens angeben, sind auch einige Analysen hinzu genommen, welche Eisen als Oxydul, jedoch in geringer Menge aufweisen.

1. Rhodochrom vom See Itkul, nach Hermann.

2. Pennin, optisch negativer, aus dem Zillerthal, nach J. Rumpf.

3. Pennin, optisch positiver (mimetischer Klinochlor) aus dem Zillerthal, nach E. Ludwig.

4. Pennin, optisch negativer, von Zermatt, P. v. Hamm.

5. Rhodochrom von Texas, Smith und Brush.

6. Pennin von Zermatt, v. Fellenberg.

7. Pennin von Rymfischwäng bei Zermatt, v. Fellenberg.

8. Kämmererit (Rhodophyllit) von Texas, Genth.

9. Kotschubeit von Green Valley, Californien, Melville.  
Nach Abzug der hygroskopischen Wassermenge.

10. Kotschubeit von Ufalcisk, Herzog v. Leuchtenberg.

11. Kotschubeit von Bilimbajewsk, Zinin.
12. Klinochlor, weisser, von Mauléon, Delesse.
13. Klinochlor von Achmatowsk, A. Ortmann.
14. Klinochlor von Kariaet, Grönland, A. Hammerschlag.
15. Klinochlor von Blair Athol, Schottland, Heddle.
16. Klinochlor von Westchester, Pa., E. Neminar.
17. Leuchtenbergit von Slatoust, Lagorio.
18. Leuchtenbergit von Slatoust, Herzog v. Leuchtenberg.
19. Klinochlor von der Mussa-Alpe, Jannasch. Mittel zweier Analysen nach Abzug von 1·17% hygroskopischen Wassers von der direct bestimmten Wassermenge.
20. Leuchtenbergit von Amity, L. Sipöcz.
21. Prochlorit aus dem Zillerthal, C. Klement.
22. Prochlorit von der Ascherskoppe im Eulengebirge, Jacobs.
23. Prochlorit von der Massaschlucht, Wallis, v. Fellenberg.
24. Prochlorit von Girdlness, Schottland, Heddle.
25. Prochlorit von Portsoy, Schottland, Heddle.
26. Prochlorit vom Gotthard, Rammelsberg.
27. Prochlorit von Batesville, Virginia, Bird.
28. Prochlorit von Lude, Schottland, Heddle.
29. Korundophilit von Chester, Mass., F. Obermayer.
30. Amesit von Chester, Mass., Pisani.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kieselerde . . .	34·64	34·24	33·83	33·71	33·28	33·97
Thonerde . . . .	10·50	12·62	12·95	12·55	10·60	11·66
Chromoxyd . . .	5·50	....	....	....	4·72	....
Eisenoxyd . . . . .	....	1·64	2·25	2·74	....	2·49
Eisenoxydul . . .	1·80	3·35	3·02	3·40	1·60	1·81
Magnesia . . . .	35·47	34·86	34·94	34·70	36·00	37·60
Kalk . . . . .	....	0·30	....	0·66	....	....
Kali, Natron . . . . .	....	....	....	....	0·35	....
Wasser . . . . .	12·03	14·14	13·11	12·27	12·95	13·57
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99·94	101·15	100·10	100·03	99·50	101·10

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Kieselerde..	33·12	32·98	31·86	32·35	32·5	32·1
Thonerde ..	13·25	11·11	6·76	13·29	13·3	18·5
Chromoxyd .	0·60	6·85	11·43	4·19	4·0	...
Eisenoxyd..	1·52	....	....	....	...	...
Eisenoxydul	4·69	1·29	1·23	1·80	2·1	0·6
Nickeloxyd .	....	....	0·49	....	...	...
Magnesia ..	34·04	35·22	35·31	35·04	35·6	36·7
Kalk .....	....	....	0·18	....	...	...
Natron, Kali	....	0·38	....	....	...	...
Wasser ....	12·87	13·12	12·73	12·62	12·6	12·1
	<u>100·09</u>	<u>100·95</u>	<u>99·99</u>	<u>99·29</u>	<u>100·1</u>	<u>100</u>
	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Kieselerde ....	31·31	30·34	30·30	31·08	30·61	30·46
Thonerde ....	18·34	16·86	19·40	18·85	19·52	19·74
Chromoxyd ...	....	....	....	1·09	....	....
Eisenoxyd ....	2·10	1·86	....	1·55	0·30	....
Eisenoxydul ..	0·77	4·53	8·23	2·33	2·53	1·99
Manganoxydul	....	....	0·37	....	....	....
Magnesia ....	34·25	31·82	29·10	33·50	34·20	34·52
Kalk .....	....	0·61	....	0·81	....	0·11
Natron .....	0·17	0·37	....	....	....	....
Kali .....	0·06	....	....	....	....	....
Wasser.....	13·33	12·70	13·07	11·53	12·53	12·74
	<u>100·33</u>	<u>99·09</u>	<u>100·47</u>	<u>100·74</u>	<u>99·69</u>	<u>99·56</u>
	19.	20.	21.	22.	23.	24.
Kieselerde ....	29·80	30·28	25·84	25·53	25·30	24·77
Thonerde .....	21·56	22·13	19·58	20·49	20·70	20·16
Eisenoxyd ....	0·07	....	2·13	1·68	1·00	1·38
Eisenoxydul ..	3·28	1·08	28·05	20·85	25·00	27·38
Manganoxydul	....	....	....	....	....	0·61
Magnesia .....	31·74	34·45	13·57	18·60	15·91	13·34
Kalk .....	0·36 <sup>1</sup>	....	....	0·06 <sup>2</sup>	....	0·90
Wasser .....	13·24	12·61	11·34	12·26	12·05	12·05
	<u>100·05</u>	<u>100·55</u>	<u>100·51</u>	<u>99·89</u>	<u>99·96</u>	<u>100·59</u>

<sup>1</sup> Natron.<sup>2</sup> Ausserdem  $\text{TiO}_2 = 0·15$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0·077$ , Alkal. = 0·16, organ. Subst. = 0·04.

	25.	26.	27.	28.	29.	30.
Kieselerde . . . .	26·71	25·12	23·52	24·66	23·84	21·4
Thonerde . . . . .	20·42	22·26	22·35	23·19	25·22	32·3
Eisenoxyd . . . .	3·47	1·09	1·92	0·64	2·81	...
Eisenoxydul ..	13·99	23·11	28·78	20·58	17·06	15·8
Manganoxydul	0·73	....	0·32	0·29	....	...
Magnesia . . . . .	23·90	17·41	10·79	17·79	19·83	19·9
Kalk . . . . .	....	....	0·39	0·40	....	...
Wasser . . . . .	11·17	10·70	11·28	12·12	11·90	10·9
	<u>100·39</u>	<u>99·69</u>	<u>99·35</u>	<u>99·67</u>	<u>100·66</u>	<u>100·3</u>

Was die Verbindungen betrifft, welche in diesen Chloriten enthalten sind, so wird man aus dem Schwanken des Eisengehaltes in beiden Formen und aus dem Vorkommen fast eisenfreier Chlorite schliessen, dass hier isomorphe Mischungen von Thonerde-, Chrom- und Eisenoxydverbindungen einerseits und isomorphe Mischungen von Magnesia- und Eisenoxydulverbindungen andererseits vorliegen. Um die Aufgabe zu erleichtern, wird es daher zweckmässig sein, in die Analysen statt des Eisenoxydes und Chromoxydes die entsprechende Menge Thonerde und statt des Eisenoxyduls die entsprechende Menge Magnesia einzusetzen und die Analysen hierauf wieder in die percentische Form zu bringen oder, wie ich es bezeichne, die Analysen zu reduciren. Folgende Zahlen geben die reducirten Analysen von Ludwig, Ortmann, v. Fellenberg, Obermayer und Pisani an:

	3.	13.	23.	29.	30.
Kieselerde . . . . .	34·54	31·60	28·59	26·07	23·01
Thonerde . . . . .	14·69	19·87	24·11	29·53	34·73
Magnesia . . . . .	37·39	35·01	33·68	32·05	30·84
Wasser . . . . .	13·38	13·52	13·62	13·01	11·72

Diese Analysen, welche so gewählt sind, dass sie im percentischen Siliciumgehalte ungefähr gleichweit von einander abstehen, zeigen, dass mit dem Zunehmen des Aluminiums die Mengen des Siliciums und des Magnesiums gleichzeitig abnehmen, während der Wasserstoffgehalt ungefähr constant bleibt. Nur in der Analyse des Amesits von Pisani, welche eine Wasser-

bestimmung nach unvollkommener Methode angibt, ist der Wassergehalt geringer.

Demnach stellt sich der Unterschied in der Zusammensetzung der eisenfrei gedachten Chlorite so dar, als ob in denselben kleinere oder grössere Mengen von Kieselerde und Magnesia durch Thonerde vertreten würden.

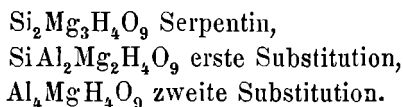
Schon vor Jahren, als noch wenige vollständige Analysen vorlagen, hat Kennigott die hier herrschende Gesetzmässigkeit erkannt<sup>1</sup> und sich dahin ausgesprochen, dass den Chloriten eine Formel zukomme, welche an sich dem Serpentin entspricht, nämlich  $\text{Si}_2\text{Mg}_3\text{H}_4\text{O}_9$ , worin aber wechselnde Mengen von  $\text{SiMgO}_3$  durch die entsprechenden Mengen von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  vertreten gedacht würden. Dies wurde auch durch die späteren und vollständigen Analysen bestätigt, indem dieselben in der That auf die Zusammensetzung des Serpentin führen, wofern man statt der Thonerde die entsprechenden Mengen des Magnesiumsilicats  $\text{MgSiO}_3$  einsetzt und die Analysen wieder auf gleiche Form bringt. Es wird genügen, zur Bestätigung dessen die zuvor gewählten fünf Analysen demgemäss umzurechnen:

	Serpentin berechnet	3.	13.	23.	29.	30.
Kieselerde . . . . .	43·48	43·31	43·46	42·97	43·85	43·60
Magnesia . . . . .	43·48	43·27	42·97	43·35	43·02	44·63
Wasser . . . . .	13·04	13·42	13·57	13·68	13·13	11·77

Die von Kennigott erkannte Gesetzmässigkeit besteht zweifellos. Die Auffassung und der Ausdruck derselben sind aber gegenwärtig andere als die einer Substitution. Heutzutage wird man sagen, die eisenfrei und chromfrei berechneten Chlorite der Hauptreihe verhalten sich wie isomorphe Mischungen zweier Verbindungen, deren eine aluminiumfrei ist und dem Serpentin entspricht, was schon aus dem Vergleiche der physikalischen Eigenschaften als wahrscheinlich hervorging. Die zweite Verbindung, welche Kennigott noch nicht zu bestimmen vermochte, kann ein Silicat oder auch ein Aluminat sein. Geht man von der

<sup>1</sup> Vierteljahrsh. der Züricher naturf. Gesellsch., XI, S. 248, und Übersicht d. Resultate mineralog. Forschungen in d. J. 1862—65, Leipzig 1868, S. 121.

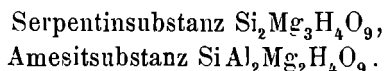
Formel des Serpentin aus und denkt man, um einstweilen bei der früher genannten Substitution zu bleiben, darin SiMg durch  $\text{Al}_2$  vertreten, so kann diese Vertretung eine theilweise oder vollständige sein:



Im ersten Falle ist vom Silicium nur mehr die Hälfte vorhanden und man gelangt zu der Formel  $\text{SiAl}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$ , welche sehr nahe dem Amesit entspricht. Im zweiten Falle wäre in der erhaltenen Verbindung kein Silicium vorhanden und man hätte die Formel  $\text{Al}_4\text{MgH}_4\text{O}_9$ , welche wohl keinem existirenden Mineral entsprechen dürfte.

Da man bisher niemals einen Chlorit der Hauptreihe gefunden hat, welcher an Aluminium reicher ist als der Amesit, so ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass dem zweiten Endgliede der isomorphen Mischungsreihe die Zusammensetzung  $\text{SiAl}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$  zukommt.

Den bisherigen Erfahrungen zufolge sind also die eisenfrei gedachten Chlorite der Hauptreihe als isomorphe Mischungen zweier Silicate zu betrachten, welche als Serpentinsubstanz und als Amesitsubstanz bezeichnet werden sollen.



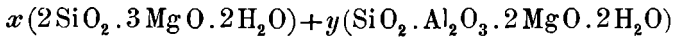
In beiden ergibt sich als Summe der Metallatome, der Wasserstoff- und Sauerstoffatome 5, 4, 9. Es herrscht also auch hier wie in anderen isomorphen Verbindungen trotz der Verschiedenheit der chemischen Constitution eine atomistische Gleichartigkeit.

Ich habe obigen Satz schon 1883 in meinem Lehrbuche der Mineralogie mitgetheilt<sup>1</sup> und es ist derselbe seither in andere Schriften übergegangen, ohne dass immer die Quelle genannt worden wäre. Hier ist nunmehr Gelegenheit, denselben ausführlicher zu begründen.

<sup>1</sup> S. 499 der ersten Auflage.



Um die Giltigkeit der angegebenen Mischungsregel, für welche hier die Form:



gewählt werden mag, an den einzelnen Analysen zu prüfen, kann man folgende Methode anwenden. Geht man bei der Behandlung der eisenfrei und chromfrei berechneten Analysen von den Verbindungsgewichten  $\text{SiO}_2 = 6 \cdot 0$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10 \cdot 2$ ,  $\text{MgO} = 4 \cdot 0$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 1 \cdot 8$  aus<sup>1</sup> und nennt man die Verbindungszahlen, welche sich nach Division der percentischen Mengen von Kieselerde, Thonerde, Magnesia, Wasser durch jene Verbindungsgewichte ergeben,  $s$ ,  $a$ ,  $m$ ,  $h$ , so wären  $s = 2x + y$ ,  $a = y$ ,  $m = 3x + 2y$  und  $h = 2x + 2y$ , und es entsprechen obiger Mischungsregel die Forderungen:<sup>2</sup>

$$(s + a) : (a + m) : h = 2 : 3 : 2 \quad \text{und} \quad s \geq a.$$

Im Folgenden sind für die einzelnen reducirten Analysen zuerst die Quotienten und hierauf die nach letzterer Formel berechneten Verhältnisse angegeben, wenn  $s + a = 2$  gesetzt wird.

	$s$	$a$	$m$	$h$	
1. ....	5·93	1·43	9·37	6·87	2 : 2·93 : 1·87
2. ....	5·82	1·36	9·46	8·01	: 3·01 : 2·22
3. ....	5·76	1·44	9·35	7·44	: 3·00 : 2·06
4. ....	5·76	1·44	9·50	6·99	: 3·04 : 1·94
5. ....	5·70	1·40	9·54	7·36	: 3·08 : 2·07
6. ....	5·74	1·35	9·79	7·64	: 3·14 : 2·15

<sup>1</sup> Hier und im Folgenden wurden die abgerundeten Atomgewichtszahlen benützt, weil die Zahlen der Analysen bei FeO, MgO sich auf diese gründen. Der Unterschied gegenüber den genaueren Zahlen ist übrigens nur ein geringer.

<sup>2</sup> Weil der erste der beiden folgenden Sätze sich sowohl bei Annahme der Kenngott'schen Substitution, als auch bei meiner Annahme der isomorphen Mischung ergibt, so kam Wartha zu dem irrthümlichen Ausspruche (Földtani Közlöny, 1886, S. 83), dass Kenngott's Formel und die meine identisch seien. Ausserdem, dass in der meinigen zwei bestimmte chemische Verbindungen angegeben werden, ist auch die bei der bloss ziffermässigen Behandlung der Analysen geltende Grenzbestimmung für  $s$  übersehen.

	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	
7. ....	5·67	1·47	9·43	7·35	2 : 2·98 : 2·06
8. ....	5·64	1·61	9·29	7·47	: 3·01 : 2·06
9. ....	5·56	1·48	9·50	7·41	: 3·12 : 2·10
10. ....	5·51	1·62	9·21	7·16	: 3·04 : 2·01
11. ....	5·53	1·60	9·40	7·16	: 3·08 : 2·01
12. ....	5·36	1·82	9·28	6·72	: 3·10 : 1·88
13. ....	5·26	1·95	8·78	7·46	: 2·98 : 2·07
14. ....	5·20	1·82	8·94	7·25	: 3·07 : 2·07
15. ....	5·26	1·98	8·79	7·55	: 2·98 : 2·08
16. ....	5·27	2·07	8·97	6·52	: 3·01 : 1·78
17. ....	5·18	1·96	9·04	7·07	: 3·08 : 1·98
18. ....	5·15	1·96	9·05	7·16	: 3·10 : 2·01
19. ....	5·04	2·15	8·51	7·45	: 2·97 : 2·07
20. ....	5·07	2·18	8·81	7·09	: 3·04 : 1·96
21. ....	4·96	2·36	8·40	7·26	: 2·94 : 1·98
22. ....	4·77	2·36	8·42	7·60	: 3·02 : 2·13
23. ....	4·77	2·37	8·42	7·57	: 3·03 : 2·12
24. ....	4·74	2·37	8·48	7·69	: 3·05 : 2·16
25. ....	4·81	2·39	8·66	6·70	: 3·07 : 1·86
26. ....	4·70	2·53	8·50	6·68	: 3·05 : 1·85
27. ....	4·54	2·68	7·89	7·26	: 2·93 : 2·01
28. ....	4·56	2·56	8·22	7·46	: 3·03 : 2·09
29. ....	4·34	2·90	8·01	7·23	: 3·01 : 2·00
30. ....	3·82	3·39	7·70	6·50	: 3·08 : 1·80

Hieraus ist zu ersehen, dass die meisten der aufgezählten Analysen den Forderungen der Mischungsregel so vollkommen entsprechen, als die gewöhnlich eintretenden Fehler der Bestimmungen dies gestatten. Nur wenige Analysen geben eine etwas merkliche Abweichung. Bezüglich des Wassergehaltes zeigen die älteren Analysen grössere Differenzen und von den neueren Analysen solche, deren Methode der Wasserbestimmung unvollkommen war. Zieht man alle Umstände in Betracht, so erkennt man in den erhaltenen Zahlen eine ganz befriedigende Übereinstimmung mit den theoretischen Werten.

Wie schon früher bemerkt wurde, sind Analysen, welche erhebliche Mengen von Calcium und Alkalien angeben, weggelassen worden, doch bleiben zwei Analysen Heddle's zu

erwähnen, welche zwar nicht aus diesem Grunde unberücksichtigt blieben, deren Ergebnisse aber eine sehr auffallende Abweichung von der Regel zeigen: die eines Chlorits vom Cape Wrath und eines vom Loch Laggan, welche auf die Verhältnisse  $2 : 2 \cdot 51 : 1 \cdot 97$  und  $2 : 3 \cdot 40 : 2 \cdot 04$  führen. Diese zwei Ausnahmen können aber keinen Einwurf begründen, weil in den Angaben Heddle's keine genügende Garantie der Reinheit des angewandten Materiales zu finden ist. Obwohl die Analysen Heddle's eine stattliche Reihe bilden, so entbehren dieselben doch der mineralogischen Controle, die in manchen Fällen sehr abgeht. Wenn z. B. in einem „Pennin“ von Corrycharming  $9\%$  Kalk und  $1 \cdot 5\%$  Alkalien, in einem derben „Kämmererit“ von Unst  $3 \cdot 5\%$  Kalk und  $2 \cdot 1\%$  Alkalien gefunden wurden, so hätten solche abnorme Fälle wohl zu genauerer mineralogischer Prüfung anregen können. Ohne eine solche können derlei Analysen wohl nicht auf homogene Minerale bezogen werden.

Zu erwähnen ist auch eine Analyse von H. Santerson, welche sich auf ein als Kämmererit bezeichnetes Mineral von Norbotten in Schweden bezieht (*Zeitschrift Kryst.*, X, 511). Diese führt auf das Verhältniss  $2 : 2 \cdot 04 : 1 \cdot 64$ , welches keinem Chlorit der Hauptreihe entspricht. Ob dasselbe zu den Leptochloriten zu zählen sei, liesse sich ohne eine mineralogische Prüfung nicht entscheiden.

In letzter Zeit wurden auch Chloritanalysen von R. Schläpfer in Schaffhausen publicirt (*Jahrb. für Min.*, 1891, I. Ref., S. 8). Eine derselben bezieht sich auf den Pennin von Zermatt. Darin werden  $2 \cdot 84\%$  Alkalien angegeben und die Summe der Analyse beträgt  $101 \cdot 02$ . Die andere bezieht sich auf den Klinochlor von Chester und gibt  $2 \cdot 67\%$  Alkalien an; die Analysensumme ist  $101 \cdot 94$ . Diese Zahlen für die Alkalien widersprechen aber den sorgfältigen Bestimmungen an diesen Mineralen, welche früher angeführt wurden, und die Analysen R. Schläpfer's können wohl nur als Übungsanalysen gelten.

Der Vergleich der Rechnung mit der Beobachtung wird anschaulicher, wenn die Werthe der reducirten Analysen mit den berechneten percentischen Zahlen zusammengestellt werden, wie dies im Folgenden durchgeführt ist. Bezüglich der Reduction ist noch zu bemerken, dass jene Analysen, deren ursprüngliche

Summe von 100 um weniger als 0·5% abweichen, auf 100 berechnet sind, während die übrigen auf die ursprüngliche Summe gebracht wurden, um die Fehler der einzelnen Bestimmungen nicht unrichtig zu vertheilen.

Die Übereinstimmung der aus der Beobachtung abgeleiteten Zahlen mit der Rechnung erscheint als eine sehr gute, wenn man die Fehler berücksichtigt, welche jenen Werthen anhaften. In der Zahl für Thonerde ist der Fehler enthalten, welchen die Bestimmung der Thonerde, und jener, welchen die Bestimmung des Eisenoxydes mit sich bringt. Gewöhnlich sind diese beiden auch noch Differenzbestimmungen. In der Zahl für Magnesium steckt nicht nur der Fehler der Magnesiabestimmung, sondern auch jener der Eisenoxydulbestimmung. Endlich werden bei der Umrechnung der Analysen alle Zahlen, auch die für Kieselerde, welche ursprünglich mit dem geringsten Fehler behaftet ist, sowohl durch die genannten Fehler, als auch durch den der Wasserbestimmung beeinflusst. Die vorkommenden Abweichungen sind aber alle von einer solchen Grösse, welche sich aus den hier bezeichneten Umständen ergibt, und es zeigt sich nirgends ein Widerspruch. Sonach liefert dieser Vergleich eine vollkommene Bestätigung der aufgestellten Mischungsregel.

In der folgenden Tafel sind die reducirten Analysen nach fallendem Percentgehalte an Serpentinsubstanz angeordnet. Aus dieser Anreihung ist zu ersehen, dass vom Pennin angefangen bis zum Amesit eine stetige Folge von Mischungen existirt, obwohl von den letzten Gliedern in der Nähe des Amesits bisher nur wenige bekannt sind. Die Reihe beginnt mit Mischungen von ungefähr 60 bis 50%, welche im negativen und positiven Pennin, sowie im Kämmererit verkörpert erscheinen, während der Übergang zur nächsten Stufe durch den Kotschubeit gebildet wird. Der zweite Abschnitt von ungefähr 50% bis 40% wird vom Klinochlor und Leuchtenbergit eingenommen, wovon der letztere vorzugsweise in den späteren Gliedern vertreten erscheint. Ein drittes längeres Stück der Reihe wird von den Mischungen der Prochlorite dargestellt, und hierauf bilden der Korundophilit mit 20, der Amesit mit 4% einstweilen den Schluss der ganzen Reihe.

			1.	2.	3.	4.	5.
Serpentin	100	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Rhodo-	N.	P.	N.	Rhodo-
Amesit	0	40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	chrom	Pennin	Pennin	Pennin	chrom
Kieselerde	43·48	34·72	35·59	34·89	34·54	34·57	34·18
Thonerde. . . . .	14·68	14·58	13·93	14·69	14·67	14·67	14·32
Magnesia. 43·48	37·60	37·47	37·62	37·39	37·50	37·50	37·90
Kalk . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0·30	. . . . .	0·68	0·36
Wasser .. 13·04	13·00	12·36	14·41	13·38	12·58	13·24	
		<u>100</u>	<u>101·15</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	

		12.	13.	14.	15.		16.
Serpentin	50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Weisser	Klino-	Klino-	Klino-	45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Klino-
Amesit	50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Klinochl.	chlor	chlor	chlor	55 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	chlor
Kieselerde	32·53	32·2	31·56	31·18	31·53	31·43	31·63
Thonerde. 18·35	18·6	19·84	18·56	20·19	20·18	21·14	
Magnesia. 36·13	37·1	34·96	35·29	35·15	35·40	35·41	
Kalk . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0·63	. . . . .	. . . . .	0·82
Natron . . . . .	. . . . .	. . . . .	0·21	0·38	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Wasser .. 12·99	12·1	13·43	13·05	13·60	12·99	11·74	
		<u>100</u>	<u>100</u>	<u>99·09</u>	<u>100·47</u>		<u>100·74</u>

	23.	24.	25.		26.	27.	28.
Serpentin	Pro-	Pro-	Pro-	30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Pro-	Pro-	Pro-
Amesit	chlorit	chlorit	chlorit	70 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	chlorit	chlorit	chlorit
Kieselerde	28·59	28·42	28·85	28·15	28·22	27·27	27·35
Thonerde. 24·11	24·15	24·44	25·68	25·78	27·32	26·18	
Magnesia. 33·68	33·16	34·65	33·19	33·98	31·23	32·59	
Kalk . . . . .	. . . . .	1·03	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0·45	0·44
Wasser .. 13·62	13·83	12·06	12·98	12·02	13·08	13·44	
	<u>100</u>	<u>100·59</u>	<u>100</u>		<u>100</u>	<u>99·35</u>	<u>100</u>

6. Pennin	7. Pennin	8. Kämme- rerit	55% 45%	9. Kotschu- beit	10. Kotschu- beit	11. Kotschu- beit
34·46	34·02	33·84	33·62	33·37	33·08	33·2
13·73	15·03	16·38	16·51	15·12	16·46	16·3
39·15	37·73	36·88	36·87	37·98	36·85	37·6
....	....	0·39	....	0·19	....	...
13·76	13·22	13·46	13·00	13·34	12·90	12·9
<u>101·10</u>	<u>100</u>	<u>100·95</u>		<u>100</u>	<u>99·29</u>	<u>100</u>

17. Leuchten- bergit	18. Leuchten- bergit	19. Klino- chlor	40% 60%	20. Leuchten- bergit	21. Pro- chlorit	35% 65%	22. Pro- chlorit
31·09	30·87	30·23	30·34	30·43	29·76	29·24	28·55
20·02	20·01	21·92	22·01	22·23	24·11	23·85	24·01
36·17	36·12	34·05	34·66	35·22	33·58	33·93	33·61
....	0·11	....	....	....	....	....	....
....	....	0·37	....	....	....	....	0·18
12·72	12·89	13·43	12·99	12·67	13·06	12·98	13·65
<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>		<u>100·55</u>	<u>100·51</u>		<u>100</u>

25% 75%	29. Korundo- philit	20% 80%	10% 90%	5% 95%	30. Amesit	0% 100%
27·05	26·07	25·96	23·77	22·67	22·9	21·58
27·52	29·53	29·35	33·02	34·86	34·6	36·69
32·46	32·05	31·72	30·25	29·52	30·8	28·78
....	....	....	....	....	...	....
12·97	13·01	12·97	12·96	12·95	11·7	12·95
	<u>100·66</u>				<u>100</u>	

Die Mischungsreihe zeigt aber eine auffallende Lücke, indem solche Mischungen, welche den Raum zwischen reiner Serpentinsubstanz und 63% iger Serpentinsubstanz ausfüllen würden, bisher in deutlichen Krystallen nicht gefunden wurden. Wohl sind solche Serpentine bekannt, in welchen Thonerde oder Eisenoxyd oder beide angegeben werden,<sup>1</sup> aber derlei dichte Minerale können nicht als isomorphe Mischungen gelten, solange nicht gleich zusammengesetzte krystallinische Minerale bekannt sind. Der Antigorit aus dem Antigoriorthale, welchen Stockar-Escher analysirte und jener von Sprechenstein bei Sterzing, welchen Hussak untersuchte und deutlich krystallisch fand, könnten hierher gestellt werden. Dieselben würden als Mischungen von ungefähr 90% Serpentinsubstanz und etwa 10% Amesitsubstanz anzusehen sein. Aber auch, wenn man den Antigorit als eine isomorphe Mischung gelten lassen wollte, so würde jene Lücke dadurch nicht viel kleiner. Man könnte freilich, um die Continuität der Mischungsreihe zu retten, zu der Annahme greifen, die Endglieder der Reihen seien der Pennin und der Amesit. Dagegen spricht jedoch der Umstand, dass dem einen Endgliede, dem Pennin, eine complicirte Formel, nämlich  $\text{Si}_8\text{Al}_4\text{Mg}_{13}\text{H}_{20}\text{O}_{45}$ , dem anderen Endgliede, dem Amesit, eine einfache Formel, nämlich  $\text{SiAl}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$  zukäme, ein Verhältniss, welchem in den bisher bekannten Mischungen jede Analogie fehlt.

Eine isomorphe Mischungsreihe, die eine Lücke aufweist, ist jedoch nichts Neues. Der Epidot stellt eine isomorphe Mischung der zwei Verbindungen  $\text{Si}_3\text{Fe}_3\text{Ca}_2\text{HO}_{13}$  und  $\text{Si}_3\text{Al}_3\text{Ca}_2\text{HO}_{13}$  vor. In der Reihe der Epidotmischungen besteht aber nach Ludwig<sup>2</sup> die Lücke von 100% des ersteren Silicates an bis zu der Mischung von 40% desselben mit 60% des zweiten. Das erste Silicat ist für sich nicht beobachtet. Die Mischungen von aluminiumhaltigem und aluminiumfreiem Pyroxen verhalten sich ähnlich. Von Mischungsreihen, deren beide Endglieder bekannt sind und welche Lücken aufweisen, können jene von  $\text{ClNaO}_3$  und  $\text{NNaO}_3$ , welche Mallard untersuchte, ferner jene der Phosphate  $\text{PKH}_2\text{O}_4$

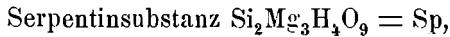
<sup>1</sup> Rammelsberg, Handb. der Mineralchemie, Wartha, Földtani Közlöny, 1868, p. 79.

<sup>2</sup> In meinen Mineralog. Mittheilungen, 1872, S. 187.

und  $\text{PNH}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_4$  und der wasserhaltigen Chloride  $\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{SrCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  angeführt werden.<sup>1</sup>

Es ist somit als wahrscheinlich anzunehmen, dass die Serpentinsubstanz und die Amesitsubstanz sich nicht in allen Verhältnissen isomorph zu mischen vermögen, und dass die an Serpentinsubstanz reichen Glieder fehlen.

Unter den angeführten Chloriten sind mehrere, deren Mischung einem einfachen Molecularverhältniss entspricht. Wenn die angenommenen Moleculargrössen der beiden einfachen Substanzen kurz bezeichnet werden:



so sind es die einfachen Verhältnisse  $\text{Sp}_3\text{At}_2$  (positiver Pennin nach Ludwig),  $\text{Sp}_2\text{At}_3$  (Leuchtenbergit nach Sipöcz) und  $\text{SpAt}_4$  (Korundophilit nach Obermayer), welche mir besonders auffielen, weil die Übereinstimmung mit der Rechnung eine sehr grosse ist. Diese Verhältnisse sind insoferne schematisch, als sich dieselben nicht auf die ursprünglich gefundenen analytischen Werthe, sondern auf die reducirten Analysen, welche eisenfrei berechnet sind, beziehen. Lässt man einstweilen diese Art der Betrachtung gelten, so stellen sich die angeführten drei Mischungen so dar, als ob die Krystallmolekel dieser Chlorite aus fünf chemischen Molekeln bestünde und jene Abstufungen durch eine Substitution in der Krystallmolekel hervorgegangen wären:  $\text{Sp}_5$ ,  $\text{Sp}_3\text{At}_2$ ,  $\text{Sp}_2\text{At}_3$ ,  $\text{SpAt}_4$ ,  $\text{At}_5$ . Es kommen aber auch Zwischenstufen vor, welche die Mitte zwischen den vorigen einhalten, so dass die angeführten Chloritanalysen nach folgendem Schema, welches bestimmte Zwischenstufen angibt, aneinander gereiht werden können.

Molecularverhältniss	Einfachste Formel	
$\text{Sp}_{10}$ . . . . .	$\text{Si}_2\text{Mg}_3\text{H}_4\text{O}_9$	
$\text{Sp}_6\text{At}_4 = \text{Sp}_3\text{At}_2$ . . . . .	$\text{Si}_8\text{Al}_4\text{Mg}_{13}\text{H}_{20}\text{O}_{45}$	} Pennin
$\text{Sp}_5\text{At}_5 = \text{SpAt}$ . . . . .	$\text{Si}_3\text{Al}_2\text{Mg}_5\text{H}_8\text{O}_{18}$	
$\text{Sp}_4\text{At}_6 = \text{Sp}_2\text{At}_3$ . . . . .	$\text{Si}_7\text{Al}_6\text{Mg}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{45}$	} Klinochlor
$\text{Sp}_3\text{At}_7$ . . . . .	$\text{Si}_{13}\text{Al}_{14}\text{Mg}_{23}\text{H}_{40}\text{O}_{90}$	
$\text{Sp}_2\text{At}_8 = \text{SpAt}_4$ . . . . .	$\text{Si}_6\text{Al}_8\text{Mg}_{11}\text{H}_{20}\text{O}_{45}$	} Prochlorit
$\text{At}_{10}$ . . . . .	$\text{SiAl}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$	
		} Korundophilit
		} Amesit

<sup>1</sup> Retgers, Zeitschr. f. physikal. Chemie, V, S. 439.



In der folgenden Übersicht sind die Analysen, welche diesen Abstufungen genau oder annähernd entsprechen, wieder so aufgeführt, dass die Rechnung mit den Zahlen der reducirten Analysen zusammengestellt wird.

	Sp <sub>6</sub> At <sub>4</sub>	3.	Sp <sub>5</sub> At <sub>5</sub>	12.	Sp <sub>4</sub> At <sub>6</sub>	20.
Kieselerde . . .	34·68	34·54	32·49	32·2	30·30	30·43
Thonerde . . . .	14·74	14·69	18·41	18·6	22·08	22·23
Magnesia . . . .	37·57	37·39	36·10	37·1	34·63	35·22
Wasser . . . . .	13·01	13·38	13·00	12·1	12·99	12·67
		100		100		100·55

	Sp <sub>3</sub> At <sub>7</sub>	26.	Sp <sub>2</sub> At <sub>8</sub>	29.	Sp <sub>1</sub> At <sub>9</sub>	30.	At <sub>10</sub>
Kieselerde . . .	28·12	28·22	25·94	26·07	23·76	22·9	21·58
Thonerde . . . .	25·74	25·78	29·39	29·53	33·04	34·6	36·69
Magnesia . . . .	33·16	33·98	31·70	32·05	30·24	30·8	28·78
Wasser . . . . .	12·98	12·02	12·97	13·01	12·96	11·7	12·95
		100		100·66		100	

Die übrigen Analysen fügen sich zwischen die hier angeführten Stufen ein und bilden Übergänge zwischen denselben. Es lässt sich demnach nicht behaupten, dass nur bestimmte Verhältnisse der beiden Verbindungen vorkommen, jedoch sind die Bezeichnungen, wie Sp<sub>3</sub>At<sub>2</sub> oder SpAt<sub>2</sub>, bequem für die systematische Anreihung der untersuchten Chlorite.

Percentische Berechnung der Analysen. In welcher Weise die Prüfung angestellt wird, ob die Analyse eines Chlorits der Mischungsregel der Hauptreihe entspricht, wurde vorher angegeben. Wenn weiters die Stellung eines solchen Chlorits in der Reihe zu bestimmen, also das Verhältniss  $x : y$  zu berechnen ist, so wird man wiederum von den Ansätzen  $s = 2x + y$ ,  $a = y$ ,  $m = 3x + 2y$ ,  $h = 2x + 2y$  ausgehen. Da die Bestimmung des Wassers durchschnittlich mit dem grössten Fehler behaftet ist, so wird man  $h$  zur Rechnung nicht verwenden. In den Analysen, welche bei der ersten Prüfung der Regel genau entsprachen, kann man die Werthe von  $s$  und  $a$  allein verwenden:

$$x = \frac{s-a}{2}, \quad y = a, \quad \frac{x}{x+y} = \frac{s-a}{s+a} \quad \dots I)$$

In den anderen Fällen wird man eine Formel wählen, welche alle drei Quotienten  $s$ ,  $a$ ,  $m$  enthält, damit die Fehler der Bestimmungen sich mehr ausgleichen, und zugleich eine solche, in welcher das Hauptgewicht auf  $s$  gelegt wird, weil diese Zahl im Allgemeinen mit dem geringsten Fehler behaftet ist. Eine solche Formel ist:

$$x = s - \frac{1}{5}(s + 2a + m), \quad y = \frac{2}{5}(s + 2a + m) - s$$

$$\frac{x}{x+y} = \frac{5s}{s+2a+m} - 1 \quad \text{II)}$$

Ludwig's Analyse 3), für welche  $s = 5.76$ ,  $a = 1.44$ ,  $m = 9.35$ , gibt sowohl nach I) als nach II) für das Verhältniss  $x:(x+y)$  die Zahl 0.6, welche der Formel  $\text{Sp}_6\text{At}_4 = \text{Sp}_3\text{At}_2$  entspricht. Die Analyse 23) gibt nach I) das Resultat 0.336, nach II) aber 0.33, was zu dem Verhältniss  $\text{SpAt}_2$  führt, welches dem früher angeführten  $\text{Sp}_3\text{At}_7$  nahe steht. Nach den aus II) berechneten Werthen von  $\frac{x}{x+y}$  sind die Analysen 1) bis 30) angeordnet. Aus dem Quotienten  $\frac{x}{x+y} = \rho$  findet man die procentische Menge von Serpentinsubstanz  $\pi$  in dem eisen- und chromfreien Chlorit nach

$$\pi = \frac{138\rho}{139-\rho} 100.$$

Wenn die ursprünglichen Analysen vollständig berechnet, d. h. wenn die relativen Mengen der isomorphen Verbindungen ermittelt werden sollen, so wird man am besten von der procentischen Zusammensetzung der letzteren ausgehen. Die anzunehmenden Verbindungen mit Übergehung der mangan- und nickelhaltigen, welche immer nur in kleinen Mengen eintreten, sind:

Serpentine:	$\text{Si}_2\text{Mg}_3\text{H}_4\text{O}_9$	angenommenes Moleculargewicht	276
	$\text{Si}_2\text{Fe}_3\text{H}_4\text{O}_9$	"	372
Amesite:	$\text{SiAl}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$	"	278
	$\text{SiAl}_2\text{Fe}_2\text{H}_4\text{O}_9$	"	342
	$\text{SiCr}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$	"	328
	$\text{SiCr}_2\text{Fe}_2\text{H}_4\text{O}_9$	"	392
	$\text{SiFe}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$	"	336
	$\text{SiFe}_2\text{Fe}_2\text{H}_4\text{O}_9$	"	400.

Da die Vertheilung von Magnesia und Eisenoxydul nicht durch Rechnung bestimmt werden kann, vielmehr innerhalb gewisser Grenzen willkürlich vorgenommen werden muss, so scheint es, dass bei der Berechnung die eine oder die andere Verbindung weggelassen werden könnte. Die Erfahrung zeigt, dass nur eine Verbindung, nämlich  $\text{SiCr}_2\text{Fe}_2\text{H}_4\text{O}_9$  ausser Betracht bleiben kann. Für die percentische Zusammensetzung der übrigen berechnen sich folgende Zahlen:

Verbindung	$\text{Si}_2\text{R}_3\text{H}_4\text{O}_9$		$\text{SiAl}_2\text{R}_3\text{H}_4\text{O}_9$		$\text{SiCr}_2\text{R}_2\text{H}_4\text{O}_9$	$\text{SiFe}_2\text{R}_2\text{H}_4\text{O}_9$	
	Mg	Fe	Mg	Fe	Mg	Mg	Fe
$\text{SiO}_2$ .....	43·48	32·26	21·58	17·54	18·29	17·86	15
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	.....	.....	36·69	29·82	.....	.....	..
$\text{Cr}_2\text{O}_3$ .....	.....	.....	.....	.....	46·34	.....	..
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	.....	.....	.....	.....	.....	47·62	40
$\text{FeO}$ .....	.....	58·06	.....	42·11	.....	.....	36
$\text{MgO}$ .....	43·48	.....	28·78	.....	24·39	23·81	..
$\text{H}_2\text{O}$ .....	13·04	9·68	12·95	10·53	10·98	10·71	9

Bei der Berechnung wird so verfahren, dass zuerst jene Stoffe, die nicht in allen Verbindungen enthalten sind, in Betracht genommen werden, also  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ . In der Analyse 3) führen zuerst 2·25% Eisenoxyd auf 5·6% der Verbindung  $\text{SiFe}_2\text{Fe}_2\text{H}_4\text{O}_9$ , welche zugleich 2·02% Eisenoxydul erfordern. Der Rest von 1% Eisenoxydul führt auf 1·7% der Verbindung  $\text{SiFe}_3\text{H}_4\text{O}_9$ . Die 12·95% Thonerde leiten auf 35·3% der Verbindung  $\text{SiAl}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$ , welche zugleich 10·16% Magnesia fordert. Der Rest von 24·78 Magnesia ergibt 57% der Verbindung  $\text{Si}_2\text{Mg}_3\text{H}_4\text{O}_9$ . Die Summe der so berechneten Mengen ist jetzt 99·6, die fehlenden 0·4% werden hierauf so vertheilt, dass die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung am kleinsten sind. Dies gibt die später anzuführenden Zahlen.

Die Analyse 11) gibt 4·19% Chromoxyd, welche auf 9% der Verbindung  $\text{SiCr}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$  führen u. s. w.

Einige der so berechneten Analysen sind:

	3.	7.	11.	13.	15.	20.	23.	29.	30.
$\text{Si}_2\text{Mg}_3\text{H}_4\text{O}_9$	57·1	53·0	51·2	44·7	43·3	40·0	29·4	18·6	4
$\text{Si}_2\text{Fe}_3\text{H}_4\text{O}_9$	1·7	5·8	3·2	...	...	...	...	...	..
$\text{SiAl}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$	35·4	36·1	36·4	48·8	36·2	57·8	10·4	40·3	60
$\text{SiAl}_2\text{Fe}_2\text{H}_4\text{O}_9$	...	...	...	2·0	20·5	2·2	57·5	34·4	34
$\text{SiCr}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$	...	1·3	9·2	...	...	...	...	...	..
$\text{SiFe}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9$	...	...	...	4·5	...	...	...	...	..
$\text{SiFe}_2\text{Fe}_2\text{H}_4\text{O}_9$	5·8	3·8	...	...	...	...	2·7	6·7	2

	3.	Ber.	7.	Ber.	11.	Ber.
Kieselerde . . . .	33·83	33·88	33·12	33·54	32·35	32·83
Thonerde . . . .	12·95	12·99	13·25	13·21	13·29	13·36
Chromoxyd . . . . .	.....	.....	0·60	0·60	4·19	4·26
Eisenoxyd . . . .	2·25	2·32	1·52	1·52	.....	.....
Eisenoxydul . .	3·02	3·08	4·69	4·73	1·80	1·86
Magnesia . . . . .	34·94	35·01	34·04	33·77	35·04	34·98
Wasser . . . . .	13·11	12·72	12·87	12·63	12·62	12·71
	<u>100·10</u>		<u>100·09</u>		<u>99·29</u>	

	13.	Ber.	15.	Ber.	20.	Ber.
Kieselerde . . . .	31·31	31·12	30·30	30·24	30·28	30·25
Thonerde . . . . .	18·34	18·50	19·40	19·39	22·13	21·86
Eisenoxyd . . . .	2·10	2·15	.....	.....	.....	.....
Eisenoxydul . .	0·77	0·84	8·60	8·63	1·08	0·93
Magnesia . . . . .	34·25	34·55	29·10	29·25	34·45	34·03
Wasser . . . . .	13·33	12·84	13·07	12·49	12·61	12·93
	<u>100·33</u> <sup>1</sup>		<u>100·47</u> <sup>2</sup>		<u>100·55</u>	

	23.	Ber.	29.	Ber.	30.	Ber.
Kieselerde . . . .	25·30	25·52	23·84	23·82	21·4	20·95
Thonerde . . . . .	20·70	20·96	25·22	25·04	32·3	32·15
Eisenoxyd . . . .	1·00	1·08	2·81	2·68	...	0·80
Eisenoxydul . .	25·00	25·18	17·06	16·90	15·8	15·04
Magnesia . . . . .	15·91	15·78	19·83	19·69	19·9	19·01
Wasser . . . . .	12·05	11·48	11·90	11·87	10·9	12·05
	<u>99·96</u>		<u>100·66</u>		<u>100·3</u>	

<sup>1</sup> Ausserdem 0·23 Alkalien.

<sup>2</sup> Im Eisenoxydul sind auch 0·37 MnO enthalten.

In der zuletzt angeführten Analyse von Pisani wird die Abwesenheit von Eisenoxyd angegeben. Die Rechnung führt jedoch auf eine geringe Menge Eisenoxyd. Dies rührt von den Fehlern der einzelnen Bestimmungen her, welche an einer kleinen Quantität des Minerals ausgeführt wurden.

Die Übereinstimmung der Zahlen 3) in Ludwig's Analyse mit den theoretischen Werthen ist eine so vollständige, wie sie in früherer Zeit bei Silicaten wohl nicht für möglich gehalten worden wäre.

Die aus früherer Zeit herrührenden unvollständigen Analysen, in welchen die Trennung der beiden Oxyde des Eisens fehlt, und jene, in welchen diese Trennung nach einer älteren, unvollkommenen Methode ausgeführt ist, lassen sich auch berechnen, wofern die übrigen Bestimmungen correct sind. Vor Allem ist die fehlende Eisenoxydbestimmung durch eine Rechnung zu ersetzen. Zu diesem Zwecke dient nach II)

$$y = \frac{2}{5} (s + 2a + m) - s.$$

Hier ist wiederum  $s$  der Quotient, welcher sich nach Division der gefundenen Kieselerdepercente durch  $6 \cdot 0$  ergibt.  $a$  setzt sich zusammen aus dem Quotienten  $\mathfrak{A}$  der gefundenen Thonerdepercente durch  $10 \cdot 2$ , ferner aus dem Quotienten  $\mathfrak{F}$  der gefundenen Eisenoxydmenge durch  $16 \cdot 0$ . Demnach entspricht  $s$  der relativen Anzahl der Siliciumatome,  $2a = 2\mathfrak{A} + 2\mathfrak{F}$  der relativen Atomzahl von Aluminium und dreiwertbigem Eisen.  $m$  besteht aus dem Quotienten  $\mathfrak{f}$  der gefundenen Eisenoxydulmenge durch  $7 \cdot 2$ , ferner aus dem Quotienten  $\mathfrak{M}$  der Magnesiummenge durch  $4 \cdot 0$ , und es bedeutet  $m = \mathfrak{f} + \mathfrak{M}$  die relative Anzahl der Atome zweiwertbiges Eisen und Magnesium. Da nun unter  $2a + m = 2\mathfrak{A} + 2\mathfrak{F} + \mathfrak{f} + \mathfrak{M}$  die Summe der Atome Aluminium, Eisen in beiden Formen und Magnesium verstanden ist und kein Unterschied zwischen den beiden Formen des Eisens gemacht wird, so behält der Ausdruck

$$y = \frac{2}{5} (s + 2\mathfrak{A} + 2\mathfrak{F} + \mathfrak{f} + \mathfrak{M}) - s \quad \text{IIa)}$$

denselben Werth, ob die Trennung der beiden Oxyde des Eisens ausgeführt ist oder nicht, ob die Trennung vollkommen gelang

oder nicht, wenn nur die Menge des Eisens überhaupt richtig bestimmt ist. Da nun gleichzeitig nach I)

$$y = a = \mathfrak{A} + \mathfrak{F}, \quad \text{Ia)}$$

so lässt sich nach dem aus der vorigen Gleichung bestimmten Werthe von  $y$  und aus  $\mathfrak{A}$  die Zahl  $\mathfrak{F}$  bestimmen und die Menge des Eisenoxyds berechnen.

Folgende Beispiele zeigen die Ausführung:

Von dem Klinochlor aus dem Zillerthal konnte ich keine genügende Menge von vollkommener Reinheit zur Analyse aufbringen. Es liegen aber aus früherer Zeit zwei Analysen vor, die eine von Kobell, die andere von Brüel. In beiden mangelt die Trennung der Oxyde des Eisens. Nun ist in der sogleich unter 31) anzuführenden Analyse Kobell's  $s = 5.50$ ,  $\mathfrak{A} = 1.443$ ,  $\mathfrak{f} = 0.877$ ,  $\mathfrak{M} = 8.36$ , woraus nach IIa) sich  $y = 1.549$  und gemäss Ia) aus der Gleichung  $1.549 = 1.443 + \mathfrak{F}$ , der Werth von  $\mathfrak{F} = 0.106$  sich ergibt. Dieser mit dem Verbindungsgewichte des Eisenoxydes  $16.0$  multiplicirt, führt auf  $1.70\%$  Eisenoxyd und es bleiben  $4.50\%$  Eisenoxydul in der Analyse.

Ebenso berechnet ergibt die Analyse 32) von Brüel  $1.85\%$  Eisenoxyd. Einen anderen Fall bietet Kobell's Analyse des Klinochlors von Markt Leugast unter 34), welche aus dem Jahre 1854 herrührt und beide Oxyde des Eisens angibt. Die Trennung derselben ist voraussichtlich eine mangelhafte. Nun ist  $s = 5.58$ ,  $\mathfrak{A} = 1.545$ ,  $\mathfrak{F} = 0.144$ ,  $\mathfrak{f} = 0.59$ ,  $\mathfrak{M} = 8.235$ , woraus  $y = 1.535$  sich ergibt. Da nun  $y$  und  $\mathfrak{A}$  fast gleich sind, so ist damit gesagt, dass kein Eisenoxyd vorhanden gewesen sei.

Im Folgenden sind einige Resultate solcher Berechnung angegeben, und zwar sind immer zuerst die ursprünglichen Analysen, dann aber dieselben nach Einfügung der berechneten Mengen der beiden Eisenoxyde aufgeführt.

31. Klinochlor von Schwarzenstein, v. Kobell.
32. Klinochlor von Schwarzenstein, Brüel.
33. Prochlorit vom Greiner, Zillerthal, v. Kobell.
34. Klinochlor von Markt Leugast, Fichtelgebirge, v. Kobell.
35. Klinochlor von Ala, Marignac.
36. Korundophilit von Chester, Pisani.

	31.	Ber.	32.	Ber.	33.	Ber.
Kieselerde ...	33·00	33·00	31·46	31·46	27·32	27·32
Thonerde ....	14·72	14·72	16·67	16·67	20·69	20·69
Eisenoxyd ....	....	1·70	....	1·85	....	3·58
Eisenoxydul ..	6·03	4·50	5·98	4·32	15·70	12·48
Manganoxydul.	0·28	0·28	....	....	....	....
Magnesia .....	33·44	33·44	32·56	32·56	24·89	24·89
Wasser .....	12·22	12·22	12·42	12·42	12·00	12·00
	<u>99·69</u>	<u>99·86</u>	<u>99·09</u>	<u>99·28</u>	<u>100·60</u>	<u>100·96</u>
	34.	Ber.	35.	Ber.	36.	Ber.
Kieselerde ....	33·49	33·49	30·01	30·01	24·0	24·0
Thonerde .....	15·37	15·37	19·11	19·11	25·9	25·9
Chromoxyd ...	0·55	0·55	....	....	...	...
Eisenoxyd ....	2·30	....	....	2·88	...	2·95
Eisenoxydul...	4·25	6·32	4·33	1·74	14·8	12·15
Magnesia .....	32·94	32·94	33·15	33·15	22·7	22·7
Wasser .....	11·50	11·50	12·52	12·52	11·9	11·9
	<u>100·40</u>	<u>100·17</u>	<u>99·12</u>	<u>99·41</u>	<u>99·3</u>	<u>99·6</u>

Um den Vergleich dieser mit anderen Analysen zu erleichtern, wurden dieselben wiederum auf gleiche Form reducirt. Hiernach lassen sich erstlich die Chlorite aus dem Zillerthal gut übersehen.

	2.	3.	31.	32.	21.	33.
Kieselerde .	34·89	34·54	33·98	32·30	29·76	29·31
Thonerde ..	13·93	14·69	16·27	18·33	24·11	24·65
Magnesia ..	37·62	37·39	37·17	35·90	33·58	34·13
Kalk .....	0·30	....	....	....	....	....
Wasser ...	14·41	13·38	12·58	12·75	13·06	12·87
	<u>101·15</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>99·28</u>	<u>100·51</u>	<u>100·96</u>

2. Pennin, optisch negativ, Rumpf.

3. Pennin, optisch positiv, Ludwig.

31. Klinochlor von Schwarzenstein, v. Kobell. Die Analyse stimmt mit den Zahlen der früher gegebenen Tafel für 55% Serpentinsubstanz überein.

32. Klinochlor von Schwarzenstein, Brüel. Die Zahlen stimmen mit der Rechnung für 50% Serpentinsubstanz.

21. Prochlorit aus dem Zillerthal, Klement.

22. Prochlorit vom Greiner, Kobell. Die Zahlen stimmen nahe mit den vorigen und stehen zwischen den für 35% und 30% Serpentinsubstanz berechneten.

	34.	31.	35.	19.	36.	20% Sp
Kieselerde ..	34·46	33·98	30·57	30·23	25·7	25·96
Thonerde ...	16·20	16·27	21·34	21·92	29·7	29·35
Magnesia ...	37·51	37·17	34·75	34·05	31·5	31·72
Natron .....	.....	.....	.....	0·37	...	.....
Wasser ....	11·83	12·58	12·75	13·43	12·7	12·97
	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>99·41</u>	<u>100</u>	<u>99·6</u>	

34. Klinochlor von Markt Leugast stimmt mit dem Klinochlor von Schwarzenstein 31) ziemlich nahe überein.

35. Klinochlor von Ala, Marignac, stimmt ebenfalls nahe mit dem Klinochlor von der Mussa-Alpe, Jannasch 19). Der Fundort ist wohl der gleiche.

36. Korundophilit, Pisani, zeigt grosse Übereinstimmung mit der Rechnung für 20% Serpentinsubstanz und steht dem von Obermayer analysirten Korundophilit 29) vom selben Fundort sehr nahe.

Hier ist noch der Grochaut Websky's hervorzuheben, welcher seiner chemischen Zusammensetzung nach einem Prochlorit entspricht, jedoch dadurch merkwürdig ist, dass er deutliche tafelförmige Krystalle bildet und nur einen geringen Eisengehalt zeigt, während in den übrigen Prochloriten 15—30% Eisenoxydul gefunden wurden. Demnach verhält sich der Grochaut zum Prochlorit ungefähr so wie der Leuchtenbergit zu dem übrigen Klinochlor. 37) ist die Analyse von Bock.

	37.	Berechnet	Reducirt	Sp <sub>3</sub> At <sub>7</sub>
Kieselerde .....	28·20	28·20	28·85	28·12
Thonerde .....	24·56	24·56	26·02	25·74
Eisenoxyd .....	.....	1·36	.....	.....
Eisenoxydul .....	5·27	4·04	.....	.....
Magnesia .....	30·94	30·94	33·95	33·16
Wasser .....	12·15	12·15	12·43	12·98
	<u>101·12</u>	<u>101·25</u>	<u>101·25</u>	



## Leptochlorite.

Die Leptochlorite, welche fast immer feinkörnig, schuppig oder dicht erscheinen, gewähren in vielen Fällen keine Sicherheit bezüglich ihrer vollkommenen Gleichartigkeit und Einfachheit. Mehrere der vorhandenen Analysen dürften daher mit Gemengen angestellt worden sein. Die meisten Leptochlorite sind reich an Eisen und enthalten gewöhnlich beide Oxyde desselben. Die Trennung der letzteren ist aber eine schwierige Operation und gelingt nur bei Anwendung der neueren Methode durch Aufschliessen mit Flussäure und Schwefelsäure, bei Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln und bei Durchführung eines Parallelversuches ohne Mineral. Daher können bloss die neueren Bestimmungen zur Rechnung benützt werden, und auch von diesen werden manche nicht genau sein. Des Vergleiches wegen sind jedoch auch zwei ältere Analysen beigelegt. Die Leptochlorite enthalten häufig eine Menge hygroskopischen Wassers, welches beim Trocknen bis  $100^{\circ}$  oder  $110^{\circ}$  entweicht. Dasselbe ist nicht als Krystallwasser zu betrachten, da es nicht ein bestimmtes Verhältniss zu den übrigen Stoffen zeigt und da die Mineralblättchen beim Trocknen durchaus keine Trübung wahrnehmen lassen. Bei der Analyse ist häufig hierauf keine Rücksicht genommen, und es ist öfters nicht angegeben, ob das Mineral im lufttrockenen Zustande oder nach dem Trocknen bei  $100^{\circ}$  analysirt wurde. Hieraus ergibt sich eine fernere Schwierigkeit der Berechnung, weil, wie sich später zeigen wird, der Gehalt an chemisch gebundenem Wasserstoff bei der Berechnung eine Hauptrolle spielt. Im Folgenden sind auch einige Analysen in Betracht genommen worden, welche einen erheblichen Gehalt an Kalk (bis zu  $1.39\%$ ) oder an Alkalien (bis zu  $1.38\%$ ) aufweisen, weil eben für manche Leptochlorite keine anderen Analysen zu Gebote standen. Das Calcium wurde bei der Berechnung mit dem Magnesium, der Betrag der Alkalimetalle mit dem Wasserstoff vereinigt. Die hierin liegende Willkür macht aber die Berechnung, wenn auch innerhalb einer bestimmten Grenze, unsicher. Bei diesem Zustande des Beobachtungsmateriales war es kaum zu erwarten, dass der erste Versuch die hier herrschende Gesetzmässigkeit enthüllen werde. Ich entschloss mich daher nur

ungern dazu, an die Lösung einer so undankbaren Aufgabe zu gehen. Um aber die Bearbeitung der Chloritgruppe vollständig durchzuführen, musste ich mich derselben unterziehen. Nach vielen Versuchen glaube ich zwar nicht ein endgiltiges Ergebniss, wohl aber den Weg gefunden zu haben, welcher zur Erkenntniss der hier herrschenden Gesetze führen wird.

Die benutzten Analysen sind die folgenden:

38. Daphnit von Penzance, analysirt von R. Zeynek.  $s = 3 \cdot 172$ . Enthält kein Eisenoxyd.

39. Chamosit von Chrustenitz, analysirt von Bořický. Die Zahlen sind aus einem Gemenge von Chamosit mit  $5 \cdot 5\%$  Carbonaten berechnet.

40. Chamosit von der Windgällen, analysirt von C. Schmidt.  $s = 3 \cdot 19$  ungefähr. Die Zahlen sind aus einem Gemenge, worin  $90 \cdot 4\%$  Chamosit, berechnet.

41. Delessit von Friedrichsroda, analysirt von Pufahl.  $s = 2 \cdot 836$ . Ausser den angeführten Zahlen sind noch  $TiO_2 = 0 \cdot 18$ ,  $P_2O_5 = 0 \cdot 08$ ,  $SO_3 = 0 \cdot 26$  und  $CO_2 = 0 \cdot 35\%$  hinzuzufügen. Bei der Berechnung wurden diese als  $FeTiO_3$ ,  $Ca_3P_2O_8$ ,  $CaSO_4$ ,  $CaCO_3$  zuvor in Abzug gebracht. Es fehlt eine Angabe über die Menge des hygroskopischen Wassers.

42. Metachlorit von Elbingerode, analysirt von R. Zeynek.  $s = 3 \cdot 173$ .

43. Klementit von Vielsalm, analysirt von C. Klement.  $s = 2 \cdot 835$ .

44. Thuringit vom Zirmsee, analysirt von Gintl.  $s = 3 \cdot 177$ .

45. Thuringit (Owenit) von Harpers Ferry, analysirt von Kayser.  $s = 3 \cdot 19$ . Die Analyse wurde angeführt, obwohl sie eine ältere Oxydulbestimmung enthält, um die Gleichartigkeit der Thuringite hervorzuheben.  $Na_2O = 0 \cdot 41$ ,  $K_2O = 0 \cdot 08$  zuzufügen.

46. Cronstedtit von Příbram, analysirt von E. Ludwig.  $s = 3 \cdot 341$ . Der Wassergehalt bezieht sich hier wie in 38), 42) auf das bei  $110^\circ$  getrocknete Mineral. Da die früheren Analysen in der Trennung der beiden Oxyde des Eisens bedeutend abweichen, so wurden dieselben hier nicht benützt.

47. Euralit von Eura, analysirt von Wiik.  $s = 2 \cdot 62$ . Es fehlt die Angabe hinsichtlich der Menge des hygroskopischen Wassers.

48. Strigovit von Striegau, analysirt von Websky.  $s = 2.788$ .

49. Diabantit von Farmington Hills, analysirt von G. Haves.  $s = 2.79$ . Zuzufügen sind  $0.29\%$  Natron.

50. Aphrosiderit von Striegau, analysirt von Rammelsberg.

51. Aphrosiderit von Muttershausen, analysirt von Erlenmayer.  $s = 3.00$ . Die Analyse wurde angeführt, obwohl sie eine ältere Oxydulbestimmung enthält, um auf die Ähnlichkeit der Aphrosiderite hinzuweisen. Die Analysen von Woitschach und von Busatti, obwohl jüngeren Datums, geben so grosse Abweichungen, dass dieselben hier nicht benützt werden konnten.

52. Delessit von St. Cyrus, analysirt von Heddle.  $s = 2.652$ . In den Delessitanalysen Heddle's ist zwischen dem bei  $100^\circ$  entweichenden hygroskopischen Wasser aq. und dem chemisch gebundenen unterschieden.

53. Delessit von Long Craig, analysirt von Heddle.  $s = 2.656$ .

54. Delessit von Dumbuck, analysirt von Heddle.  $s = 2.598$ .

55. Rumpfit von St. Michael, analysirt von Firtsch.  $s = 2.679$ .

	38.	39.	40.	41.	42.	43.
Kieselerde . . . . .	23.62	25.60	25.23	28.79	24.29	27.13
Thonerde . . . . .	22.26	18.72	19.97	16.74	17.85	24.70
Eisenoxyd . . . . .	....	....	..	4.83	4.64	5.84
Eisenoxydul . . . . .	38.97	42.31	37.51	18.30	37.85	9.72
Manganoxydul . . . . .	0.98	....	....	0.31	....	1.98
Magnesia . . . . .	1.09	2.13	4.39	16.62	4.26	20.52
Kalk . . . . .	0.29	....	....	0.98	0.57	....
Natron . . . . .	1.10	....	....	0.24	0.30	....
Kali . . . . .	0.28	....	....	0.28	0.09	....
Wasser . . . . .	11.16	11.24	12.90	12.25	10.19	11.35
	<u>99.75</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100.21<sup>1</sup></u>	<u>100.04</u>	<u>101.24</u>
	44.	45.	46.	47.	48.	49.
Kieselerde . . . . .	22.65	23.21	22.21	33.68	28.43	33.46
Thonerde . . . . .	18.92	15.59	....	12.15	16.60	10.95
Eisenoxyd . . . . .	8.12	13.89	37.49	6.80	11.43	2.56
Eisenoxydul . . . . .	38.49	34.58	25.28	15.66	26.21	24.72
Manganoxydul . . . . .	....	....	1.20	....	7.25	0.39
Magnesia . . . . .	....	1.26	5.23	17.92	0.37	16.52
Kalk . . . . .	....	0.36	....	1.34	0.36	0.92
Wasser . . . . .	10.78	10.59	8.27	11.49	9.31	9.97
	<u>98.96</u>	<u>99.97<sup>1</sup></u>	<u>99.68</u>	<u>99.04</u>	<u>99.96</u>	<u>99.78<sup>1</sup></u>

<sup>1</sup> Siehe die vorigen Bemerkungen.

	50.	51.	52.	53.	54.	55.
Kieselerde . . . . .	24·78	25·72	32·69	30·93	32·01	30·75
Thonerde . . . . .	18·69	20·69	13·44	15·32	18·87	41·66
Eisenoxyd . . . . .	6·45	4·01	4·40	3·16	1·18	....
Eisenoxydul . . . . .	36·17	27·79	6·62	15·31	12·09	1·61
Manganoxydul . . . . .	....	....	....	0·38	....	....
Magnesia . . . . .	4·52	11·70	28·77	18·65	19·64	12·09
Kalk . . . . .	....	....	0·86	1·38	1·39	0·89
Wasser . . . . .	9·09	10·05	10·47	10·01	9·16	13·12
aq. . . . .	....	....	2·77	4·68	6·30	....
	99·70	99·96	100·02	99·82	100·64	100·12

Die Rechnung ergibt vor Allem, dass die Leptochlorite nicht demselben Mischungsgesetze gehorchen wie die Protochlorite. Um dies zu zeigen, sind im Folgenden wiederum die aus den Analysen erhaltenen Verbindungszahlen aufgeführt und neben denselben das Verhältniss  $(s+a):(a+m):h$  in solcher Form, dass für  $s+a$  die Zahl 2 gesetzt wird.

I.  $s \quad a \quad m \quad h$

38. Daphnit . . . . .	3·94	2·18	5·88	6·40	2:2·63:2·08
39. Chamosit C. . . . .	4·27	1·83	6·41	6·24	:2·70:2·04
40. Chamosit W. . . . .	4·20	1·96	6·31	7·16	:2·68:2·27
41. Delessit F. . . . .	4·80	1·94	6·74	6·87	:2·58:2·04

II.

42. Metachlorit . . . . .	4·05	2·04	6·42	5·71	:2·78:1·87
43. Klementit . . . . .	4·52	2·79	6·76	6·30	:2·61:1·72
44. Thuringit Z. . . . .	3·77	2·36	5·35	5·99	:2·51:1·85
45. Thuringit M. . . . .	3·87	2·39	5·18	5·88	:2·42:1·87
46. Cronstedtit . . . . .	3·70	2·34	4·99	4·59	:2·43:1·52
47. Euralit . . . . .	5·61	1·61	6·89	6·38	:2·35:1·77
48. Strigovit . . . . .	4·74	2·34	4·82	5·17	:2·02:1·46

III.

49. Diabantit . . . . .	5·58	1·24	7·77	5·54	:2·65:1·63
50. Aphrosiderit S. . . . .	4·13	2·24	6·15	5·05	:2·63:1·59
51. Aphrosiderit M. . . . .	4·29	2·28	6·78	5·58	:2·76:1·70
52. Delessit Cy. . . . .	5·44	1·59	8·26	5·83	:2·50:1·51

	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	
53. Delessit L. Cr.	5·16	: 1·70	: 6·99	: 5·56	2 : 2·53 : 1·62
54. Delessit Du.	5·34	: 1·92	: 6·84	: 5·09	: 2·41 : 1·40

### Anhang.

55. Rumpfit	5·12	: 4·08	: 3·40	: 7·24	: 1·63 : 1·58
-------------	------	--------	--------	--------	---------------

Die Abweichung von dem Mischungsgesetze der Orthochlorite, für welche  $(s+a) : (a+m) : h = 2 : 3 : 2$  gilt, ist überall merklich und in manchen Fällen sehr bedeutend, doch zeigt sich, dass in allen drei Gruppen als die obere Grenze, welcher sich die erhaltenen Zahlen nähern,  $2 : 3 : 2$  erscheint, während die untere Grenze in jeder Gruppe eine andere ist. Hieraus lässt sich entnehmen, dass die Leptochlorite zum Theil aus derselben, zum Theil aus einer anderen Substanz bestehen wie die Orthochlorite. Da jedoch die letzteren aus zwei verschiedenen chemischen Verbindungen, aus Serpentin und Amesit bestehen, so ergibt sich zuerst die Frage, ob die neuen Substanzen dem Serpentin oder dem Amesit analog sind. Die Berechnung aller vorstehenden Analysen führte mich nun zu dem Ergebnisse, dass die einfachsten Verhältnisse gefunden werden, wenn angenommen wird, dass die neue Substanz dem Amesit analog, also eine Aluminiumverbindung sei. Demnach wäre in jeder der drei Gruppen ausser der Serpentin- und Amesitsubstanz noch ein ferneres Glied anzunehmen, welches ein Derivat der letzteren Verbindung ist.

In der ersten Gruppe bewegen sich die aus den Analysen berechneten Zahlenverhältnisse zwischen den Grenzen  $2 : 3 : 2$  und  $2 : 2 : 2$ . Aus dem letzten Verhältniss ergibt sich für die neu eintretende Verbindung  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

In der zweiten Gruppe erscheint als obere Grenze das Verhältniss  $2 : 3 : 2$ . In den Analysen mit richtiger Wasserstoffbestimmung zeigt sich ferner das Verhältniss  $(a+m) : h = 3 : 2$ . Die untere Grenze, welche im Strigovit erreicht wird, bietet das Verhältniss  $2 : 2 : 1\frac{1}{3}$ . Daraus ergibt sich für die neu hinzukommende Verbindung  $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{MgO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

In der dritten Gruppe hat man wiederum als obere Grenze  $2 : 3 : 2$ . In allen Gliedern ist die Verhältnisszahl für Wasser um eine Einheit geringer als die für  $a+m$ . Die untere Grenze,

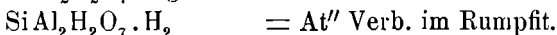
welche nicht erreicht wird, gäbe demnach 2 : 2 : 1, woraus für die neu eintretende Verbindung  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO} \cdot \text{H}_2\text{O}$  folgt.

Der als Anhang erscheinende Rumpfit ergibt eine später zu bezeichnende Analogie.

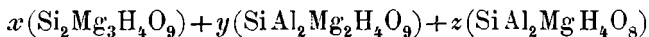
Die hier als neu hinzukommenden Verbindungen sind zwar vom Amesit in einfacher Weise abzuleiten, jedoch sind sie von diesem bezüglich der Atomverhältnisse verschieden. Daher ist nach den von Retgers entwickelten Anschauungen<sup>1</sup> keine Mischung dieser Verbindungen mit Amesit in allen Verhältnissen zu erwarten, vielmehr wird voraussichtlich immer ein Zusammenkrystallisiren der analogen Verbindungen in bestimmten Verhältnissen stattfinden. Dies bestätigt sich in der That bei der nachfolgenden Berechnung der einzelnen Analysen.

### Erste Gruppe.

Nach dem früher Angeführten bestünden die Leptochlorite dieser Abtheilung aus den Substanzen der Protochlorite nebst der Verbindung  $\text{SiAl}_2\text{MgH}_4\text{O}_8 = \text{At}'$ . Da nun im Amesit das Magnesium nicht anders als in der Gruppe  $\text{MgOH}$  enthalten sein kann, so lassen sich aus dem Amesit durch Restitution von Wasserstoff an Stelle dieser einwerthigen Gruppe zwei analoge Verbindungen ableiten:



Die in der ersten Gruppe als vorhanden anzunehmende Verbindung  $\text{At}'$  wäre sonach der Amesitsubstanz sehr ähnlich. Die Leptochlorite dieser Abtheilung würden also dem Schema:



entsprechen, worin mindestens  $y$  und  $z$  in einem bestimmten einfachen Verhältniss stünden. Für die Berechnung der Analysen hat man

$$x = \frac{1}{2}(s - a), \quad y = m - \frac{1}{2}(3s - a), \quad z = \frac{1}{2}(3s + a) - m.$$

<sup>1</sup> A. a. O.

Die Analyse des Daphnits 38) gibt  $x = 0.88$ ,  $y = 1.09$  und  $z = 1.09$ .

<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	
1.76	....	2.64	1.76	Sp
1.09	1.09	2.18	2.18	At
1.09	1.09	1.09	2.18	At'
3.94	2.18	5.91	6.12	berechnet
3.94	2.18	5.88	6.40	beobachtet.

Der Chamosit von Chrustenitz 39) liefert  $x = 1.225$ ,  $y = 0.91$ ,  $z = 0.91$ .

2.45	....	3.68	2.45	Sp
0.91	0.91	1.82	1.82	At
0.91	0.91	0.91	1.82	At'
4.27	1.82	6.41	6.09	berechnet
4.27	1.83	6.41	6.24	beobachtet.

Der Chamosit von der Windgällen gibt ungefähr dasselbe Verhältniss. Die Analyse, welche wie die vorige keine Angabe hinsichtlich des hygroskopischen Wassers enthält, gibt etwas zu viel Wasser an.

Für den Delessit von Friedrichsroda 41) ergeben sich  $x = 1.44$ ,  $y = 0.48$ ,  $z = 1.44$ .

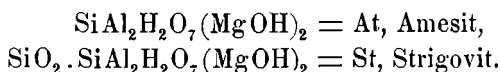
2.88	....	4.32	2.88	Sp
0.48	0.48	0.96	0.96	At
1.44	1.44	1.44	2.88	At'
4.80	1.92	6.72	6.72	berechnet
4.80	1.94	6.74	6.87	beobachtet.

Der Daphnit gibt die Verhältnisse  $Sp_4At_3At'_3$ , der Chamosit  $Sp_4At_3At'_3$ . In beiden wäre also das Doppelsalz  $At + At'$  anzunehmen, doch bleibt bezüglich des Daphnits einige Unsicherheit wegen des Gehaltes von 1.38% an Alkalien. Ob der Delessit von Friedrichsroda mit dem Verhältniss  $Sp_3AtAt'_3$  zur ersten Gruppe zu zählen sei, muss unentschieden bleiben, weil die Angabe fehlt, ob der genannte Wassergehalt chemisch gebundenem Wasserstoff entspreche oder ob derselbe auch hygroskopisches

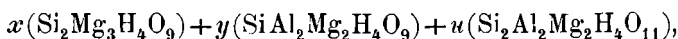
Wasser einschliesse. In letzterem Falle wäre das Mineral zu den übrigen weiter unten aufgeführten Delessiten zu stellen.

### Zweite Gruppe.

In diesen Leptochloriten wäre dem vorher Gesagten zufolge die Verbindung  $\text{Si}_2\text{Al}_2\text{Mg}_2 \cdot \text{H}_4\text{O}_{11} = \text{St}$  als vorhanden anzunehmen, welche im Strigovit für sich auftritt. Das Verhältniss derselben zum Amesit ist leicht zu erkennen.



Der Strigovit wäre die nächste siliciumreichere Verbindung bei sonst gleichem Bau der Molekel. Die Leptochlorite der zweiten Abtheilung wären demnach als Mischungen zu betrachten gemäss dem Schema:



worin wieder zum mindesten  $y$  und  $u$  in einem bestimmten einfachen Verhältniss stehen und in dem Falle, als  $y = 0$  ist, also Amesit fehlt,  $x$  und  $u$  ein solches Verhältniss darstellen.

Für die Berechnung hat man

$$x = \frac{1}{3}(m - 2a), \quad y = \frac{2}{3}(a + m) - s, \quad u = s - \frac{1}{3}(2m - a).$$

Der Metachlorit 42) gibt  $x = 0.77$ ,  $y = 1.52$ ,  $u = 0.51$ .

$s$	$a$	$m$	$h$	
1.54	....	2.31	1.54	Sp
1.52	1.52	3.04	3.04	At
1.02	0.51	1.02	1.02	St
4.08	2.03	6.37	5.60	berechnet
4.05	2.04	6.42	5.71	beobachtet.

Dies führt zu dem Verhältniss  $\text{Sp}_3\text{At}_6\text{St}_2$  und die letzteren Verbindungen stehen in dem einfachen Verhältniss 3 At + St.

Für den Klementit 43) erhält man  $x = 0.40$ ,  $y = 1.86$ ,  $u = 0.93$ .



0·80	....	1·20	0·80	Sp
1·86	1·86	3·72	3·72	At
1·86	0·93	1·86	1·86	St
4·52	2·79	6·78	6·38	berechnet
4·52	2·79	6·76	6·30	beobachtet.

Die Rechnung führt also zu dem Verhältniss  $\text{Sp At}_4 \text{St}_2$  und die letzteren Verbindungen sind in dem einfachen Verhältniss  $2 \text{ At} + \text{St}$  vorhanden.

Die Analyse des Thuringits vom Zirmsee 44) liefert  $x = 0·20$ ,  $y = 1·36$ ,  $u = 1·01$ , jene des Thuringits von Harpers Ferry 45) gibt  $x = 0·13$ ,  $y = 1·20$ ,  $u = 1·20$ .

0·40	...	0·60	0·40	0·26	...	0·39	0·26	Sp
1·36	1·36	2·72	2·72	1·20	1·20	2·40	2·40	At
2·02	1·01	2·02	2·02	2·40	1·20	2·40	2·40	St
3·78	2·37	5·34	5·14	3·86	2·40	5·19	5·06	berechnet
3·77	2·36	5·35	5·99	3·87	2·39	5·18	5·88	beobachtet

Hier ist die Menge von Serpentinsubstanz gering. Es ergibt sich für Thuringit vom Zirmsee  $4 \text{ At} + 3 \text{ St}$ . Der Thuringit von Harpers Ferry hingegen führt nach der Analyse von Kayser, mit welcher auch andere Thuringitanalysen übereinstimmen, zu demselben Verhältniss wie der Cronstedtit, nämlich  $\text{At} + \text{St}$ . Diese Formel ist wohl die richtige, und der Thuringit gehört, wies schon Rammelsberg annahm, mit dem Cronstedtit zu derselben Gattung.

Ludwigs Analyse des Cronstedtits von Příbram 46) ergibt  $x = 0·10$ ,  $y = 1·17$ ,  $u = 1·17$ .

0·20	....	0·30	0·20	Sp
1·17	1·17	2·34	2·34	At
2·34	1·17	2·34	2·34	St
3·71	2·34	4·98	4·88	berechnet
3·70	2·34	4·99	4·59	beobachtet.

Von der sehr geringen Menge Serpentin abgesehen, zeigt sich hier das Verhältniss  $\text{At} + \text{St}$ , dem einfachen Doppelsalz entsprechend. Die früheren Analysen der Cronstedtits geben Zahlen, welche von diesem einfachen Verhältniss stark abweichen.

Die Analyse von Janovsky, welche aus neuerer Zeit herrührt, führt zu dem Verhältniss  $Sp_2 At_6 St_3$ , wenn angenommen wird, dass das analysirte Mineral 2·9% hygroskopisches Wasser enthielt.

Für den Euralit 47) berechnen sich  $x = 1·22$ ,  $u = 1·61$ .

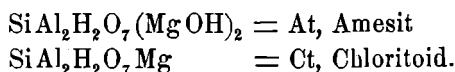
2·44	....	3·66	2·44	Sp
3·22	1·61	3·22	3·22	St
5·66	1·61	6·88	5·66	berechnet
5·61	1·61	6·89	6·38	beobachtet.

Hieraus würde sich ergeben, dass dem Euralit die Formel  $Sp_3 St_4$  zukomme, jedoch unter der Voraussetzung, dass das analysirte Mineral ungefähr 1·3% hygroskopisches Wasser enthielt. Die Analyse des Strigovits 48) entspricht, wie schon Websky bemerkte, sehr nahe der Formel  $Si_2 Al_2 Mg_2 H_4 O_{11} = St$ .

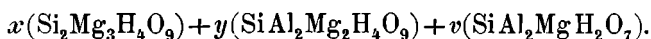
4·76	2·38	4·76	4·76	berechnet
4·74	2·34	4·82	5·17	beobachtet.

### Dritte Gruppe.

Die Verbindung, welche in den Leptochloriten dieser Abtheilung anzunehmen wäre, ist  $SiAl_2MgH_2O_7 = Ct$ . Die Formel ist dieselbe, welche für den Chloritoid gefunden wurde,<sup>1</sup> doch muss man es dahingestellt sein lassen, ob die hier berechnete Verbindung als mit dem Chloritoid identisch oder polymer anzusehen sei. Wenn man bei der niedrigsten Formel bleibt, so leitet sich die Verbindung in einfacher Weise vom Amesit ab:



Hier erscheint der durch Metalle vertretbare Wasserstoff nicht mehr durch zwei einwerthige Gruppen  $MgOH$ , sondern durch das zweiwerthige Atom  $Mg$  ersetzt. Demnach würden die Leptochlorite der dritten Gruppe eine Mischung darbieten nach dem Schema:



<sup>1</sup> Diese Berichte, Bd. 78 (I) und Zeitschr. für Kryst., Bd. 3, S. 508.

Für die Berechnung hätte man

$$x = \frac{1}{2} (s-a), \quad y = \frac{1}{2} (2m+a-3s), \quad v = \frac{1}{2} (3s+a-2m).$$

Aus der Analyse des Diabantits 49) berechnen sie  $x = 2.17$  und  $v = 1.24$ .

<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	
4.34	....	6.51	4.34	Sp
1.24	1.24	1.24	1.24	Ct
5.58	1.24	7.75	5.58	berechnet
5.58	1.24	7.77	5.54	beobachtet.

Hier wäre also die Formel  $7\text{Sp} + 4\text{Ct}$  anzunehmen.

Für den Aphrosiderit von Striegau 50) erhält man  $x = 0.94$ ,  $y = 1.12$ ,  $v = 1.12$ , für den Aphrosiderit von Muttershausen  $x = 1$ ,  $y = 1.52$ ,  $v = 0.76$ .

1.88	...	2.82	1.88	2.00	...	3.00	2.00	Sp
1.12	1.12	2.24	2.24	1.52	1.52	3.04	3.04	At
1.12	1.12	1.12	1.12	0.76	0.76	0.76	0.76	Ct
4.12	2.24	6.18	5.24	4.28	2.28	6.80	5.80	berechnet
4.13	2.24	6.15	5.05	4.29	2.28	6.78	5.58	beobachtet.

In dem Aphrosiderit von Striegau wären demnach alle drei Verbindungen vertreten in dem Verhältniss  $\text{Sp}_5\text{At}_6\text{Ct}_6$  und die beiden letzteren nach dem Schema  $\text{At} + \text{Ct}$ . In dem Aphrosiderit von Muttershausen wäre das Verhältniss  $\text{Sp}_4\text{At}_6\text{Ct}_3$  anzunehmen und die beiden letzteren wären als ein Doppelsalz  $2\text{At} + \text{Ct}$  vorhanden.

Der Delessit von St. Cyrus 52) gibt  $x = 1.94$ ,  $y = 0.78$ ,  $v = 0.78$ .

3.88	....	5.82	3.88	Sp
0.78	0.78	1.56	1.56	At
0.78	0.78	0.78	0.78	Ct
5.44	1.56	8.16	6.22	berechnet
5.44	1.59	8.26	5.83	beobachtet.

Dies entspricht dem Verhältniss  $\text{Sp}_5\text{At}_2\text{Ct}_2$  und bezüglich der letzteren Verbindungen wiederum dem Doppelsalz  $\text{At} + \text{Ct}$ .

Für den Delessit von Long Craig 53) berechnen sich  $x = 1.73$ ,  $v = 1.72$ , für den Delessit von Dumbuck  $x = 1.65$ ,  $v = 1.94$ .

3.46	...	5.19	3.46	3.30	...	4.95	3.30	Sp
1.72	1.72	1.72	1.72	1.94	1.94	1.94	1.94	Ct
5.18	1.72	6.91	5.18	5.24	1.94	6.89	5.24	berechnet
5.16	1.70	6.99	5.56	5.34	1.92	6.84	5.09	beobachtet.

Hieraus ergeben sich für den Delessit von Long Craig und von Dumbuck die Formeln  $\text{SpCt}$  und  $\text{Sp}_5\text{Ct}_6$ .

#### Anhang.

Der bisher isolirt stehende Rumpfit lässt sich deuten als ein Doppelsalz  $\text{At}'' + \text{Ct}$  mit einer geringen Beimischung von Serpentinsubstanz:

1.00	....	1.50	1.00	Sp
2.00	2.00	....	4.00	$\text{At}''$
2.00	2.00	2.00	2.00	Ct
5.00	4.00	3.50	7.00	berechnet
5.12	4.08	3.40	7.24	beobachtet.

Daraus würde sich das Verhältniss  $\text{SpAt}''_4\text{Ct}_4$  ergeben.

Die vorstehenden Berechnungen zeigen, dass die Leptochlorite keinesfalls eine einzige Reihe bilden. Aber auch, wenn sie gruppenweise angeordnet werden, ergeben sich innerhalb der Gruppen grosse Lücken, welche vielleicht künftig durch neue Funde und bessere Analysen ausgefüllt werden. Dass ein Zusammenhang zwischen allen Leptochloriten besteht, lässt sich aus den angeführten Vergleichen mit Bestimmtheit entnehmen, ebenso dass mehrere Glieder ein einfaches Verhältniss bezüglich der Zusammensetzung darbieten. Die bisweilen sich ergebenden complicirteren Verhältnisse mögen zum Theil daher rühren, dass die untersuchten Chlorite nicht einfache Minerale, sondern Gemenge waren, was bei den dichten Chloriten immer zu befürchten ist.

Für einige bisher zu den Leptochloriten gezählte Minerale, wie Grengesit, Hullit, Melanolith, Stilpnomelan, liegen entweder

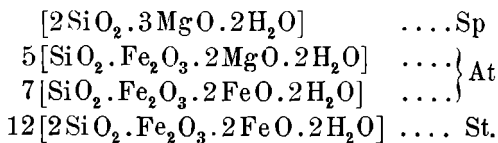
keine vollständigen Analysen oder keine solchen vor, welche die Reinheit des untersuchten Materials ausser Zweifel lassen. Diese konnten hier nicht in Betracht genommen werden.

Die Analyse des Epichlorits, in welcher beide Oxyde des Eisens bestimmt wurden, weicht von jenen aller übrigen Leptochlorite ab. Die Verbindungsverhältnisse würden mit jenen der später anzuführenden Vermiculite stimmen. Ob dieser Vergleich statthaft oder ob das angewandte Material unrein gewesen sei, kann erst durch fernere Untersuchungen entschieden werden. Das von Heddle als Aphrosiderit analysirte Mineral ist wegen des relativ geringen Wassergehaltes weder zum Aphrosiderit, noch überhaupt zu den Leptochloriten zu stellen. Die Verbindungsverhältnisse weisen auf Vermiculit.

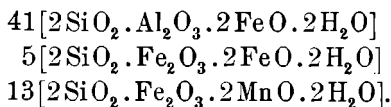
#### Percentische Berechnung der Analysen.

Im Folgenden mögen drei Beispiele angeführt werden, welche die vollständige Berechnung der Leptochlorite erläutern sollen.

Ludwig's Analyse des Cronstedtits von Příbram führte zu der Formel At+St, jedoch ist auch eine geringe Menge Serpentin-substanz anzunehmen. Die gefundene Magnesia wird auf die letztere und auf Amesit vertheilt, so dass für die Rechnung der Ansatz gilt:

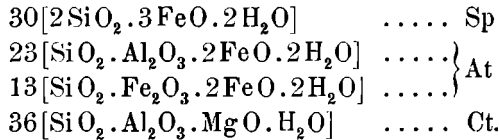


Websky's Analyse des Strigovits von Striegau nähert sich sehr dem einfachen Verhältniss  $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{FeO} \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{St}$ . Die Berücksichtigung des gefundenen Eisenoxyds und des Manganoxyduls führt zu dem Ansatz:



Rammelsberg's Analyse des Aphrosiderits von Striegau ergab die allgemeine Formel  $\text{Sp}_5\text{At}_6\text{Ct}_6$ . Wenn die gefundene

Magnesia der letzten Verbindung zugewiesen wird, so ergeben sich die Verhältnisse:



	Cronstedtit		Strigovit		Aphrosiderit	
	Beob.	Ber.	Beob.	Ber.	Beob.	Ber.
Kieselerde . . . . .	22·21	22·19	28·43	28·62	24·78	24·64
Thonerde . . . . .			16·60	16·91	18·69	18·72
Eisenoxyd . . . . .	37·49	37·37	11·43	11·64	6·45	6·47
Eisenoxydul . . . . .	25·28	26·63	26·21	26·78	36·17	36·28
Manganoxydul . . . . .	1·20		7·25	7·46		
Magnesia . . . . .	5·23	5·06	0·37		4·52	4·48
Kalk . . . . .			0·36			
Wasser . . . . .	8·27	8·75	9·31	8·59	9·09	9·41
	<u>99·68</u>	<u>100</u>	<u>99·96</u>	<u>100</u>	<u>99·70</u>	<u>100</u>

Es zeigt sich demnach wiederum eine vollkommene Übereinstimmung der Analysen mit der Rechnung und ein allfälliger Unterschied nur in den Zahlen für Wasserstoff.

#### Calcium und Alkalien in Chloriten.

Einige Chlorite, und zwar sowohl Orthochlorite als auch Leptochlorite, enthalten erhebliche Mengen von Calcium oder auch von Kalium und Natrium. Welche Rolle diese Stoffe in den Chloriten spielen, d. i. welchen Verbindungen dieselben angehören, ist im Allgemeinen unbekannt. Nur wenn sichtbare Verwachsungen, z. B. mit Diopsid oder mit Glimmer vorliegen, wird man die Analyse deuten können. So hat Wartha den Calciumgehalt des Pennins von Zermatt auf den sichtlich beigemengten Diopsid bezogen. Die Analysen glimmerhaltiger Gemenge werden weniger leicht berechnet werden können, weil die Glimmer zumeist complicirte Mischungen sind.

Ein Beispiel hierfür liefert der Tabergit. Im ersten Theile dieser Arbeit wurde aus den Eigenschaften, welche dieser Chlorit darbietet, auf eine innige Mischung von Klinochlor oder Pennin mit Phlogopit geschlossen.

Die älteren Analysen des Tabergits von Svanberg und von C. W. C. Fuchs geben einen ziemlich bedeutenden Gehalt an Alkalien und eine kleine Menge Fluor an, was schon auf eine Beimischung von Glimmer schliessen lässt. Die neue Analyse 56) von Dr. A. Paltauf ergibt noch mehr Alkalien, zugleich aber weniger Wasser, daher man vermuthen darf, dass in dieser Probe des Minerals die relative Menge des Glimmers noch grösser war, als in den früher untersuchten Exemplaren.

	Svanberg	Fuchs	Paltauf 56
Kieselerde . . . . .	35·76	32·95	38·04
Thonerde . . . . .	13·03	13·08	12·62
Eisenoxyd . . . . .	.....	.....	2·53
Eisenoxydul . . . . .	6·34	13·72	2·93
Manganoxydul . . . . .	1·64	0·07	.....
Magnesia . . . . .	30·00	26·83	29·45
Kalk . . . . .	.....	0·95	0·48
Natron . . . . .	.....	1·25	2·73
Kali . . . . .	2·07	0·33	4·17
Wasser . . . . .	11·76	11·34	6·25
Fluor . . . . .	0·67	0·97	0·51
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	101·27	101·49	99·71

Eine Berechnung dieser Analysen im Sinne einer Bestimmung der Quantitäten von Chlorit und Glimmer ist bezüglich der beiden ersteren schon wegen Mangels der Angabe von Eisenoxyd, bei allen dreien aber deshalb nicht wohl durchführbar, weil jedes der beiden enthaltenen Minerale eine isomorphe Mischung mehrerer Verbindungen ist. Dem zufolge erscheint die Zahl der Unbekannten grösser als die Zahl der analytischen Daten. Dass aber der zuletzt analysirte Tabergit sich auch in chemischer Beziehung wie ein Gemisch von Pennin und Phlogopit verhält, erkennt man aus nachstehenden Zahlen, welche aus der Annahme einer Mischung von 50<sup>0</sup>/<sub>100</sub> des von Hamm analysirten Pennins von Zermatt (Analyse 4) und 50<sup>0</sup>/<sub>100</sub> des von Ludwig analysirten Phlogopits von Pargas (XIII. in meiner Abhandlung über die Glimmergruppe) folgen.

	Pennin	Phlogopit	Summe	Tabergit 56.
Kieselerde . . . . .	16·86	21·71	38·57	38·04
Thonerde . . . . .	6·27	6·88	13·15	12·62
Eisenoxyd . . . . .	1·37	0·08	1·45	2·53
Eisenoxydul . . . . .	1·70	0·68	2·38	2·93
Magnesia . . . . .	17·35	13·60	30·95	29·45
Kalk . . . . .	0·33	.....	0·33	0·48
Natron . . . . .	.....	0·65	0·65	2·73
Kali . . . . .	.....	4·03	4·03	4·17
Wasser . . . . .	6·14	0·46	6·60	6·25
Fluor . . . . .	.....	2·10	2·10	0·51
	<u>50·02</u>	<u>50·19</u>	<u>100·21</u>	<u>99·71</u>

Die Zahlen der Rechnung sind jenen der Beobachtung ähnlich, beim Natrium und Fluor zeigen sich aber etwas grössere Unterschiede.

Da es auch fluorarme Phlogopite gibt, so ist der letztere Unterschied von geringer Bedeutung, der grosse Natriumgehalt im Tabergit scheint aber darauf zu deuten, dass das Natrium zum Theil dem Chlorit angehöre. Die Rechnung nach Verbindungszahlen, welche von der Voraussetzung ausgeht, dass ein idealer Phlogopit  $\text{Si}_6\text{Al}_2\text{Mg}_6\text{K}_2\text{H}_2\text{O}_{23}$ , ferner Amesit und Serpentin-substanz vorhanden seien, gibt auch einen Überschuss von Natrium im Tabergit an.<sup>1</sup>

	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>h</i>
Phlogopit . . . . .	3·90	0·65	3·90	0·44	0·21	0·65
Amesit . . . . .	0·75	0·75	1·50	.....	.....	1·50
Serpentin . . . . .	1·66	.....	2·49	.....	.....	1·66
Summe . . . . .	6·31	1·40	7·89	0·44	0·21	3·81
Tabergit . . . . .	6·34	1·40	7·86	0·44	0·44	3·60

Die Zahlen der Beobachtung ergeben mehr Natrium und weniger Wasserstoff als die Rechnung verlangt, so dass es scheint, als ob im Chlorit ein Theil des Wasserstoffes durch Natrium vertreten wäre.

<sup>1</sup> *k* und *n* bedeuten die Verbindungszahlen bezüglich  $\text{K}_2\text{O}$  und  $\text{Na}_2\text{O}$ .



Dieselbe Andeutung bezüglich des Natriums gibt auch der Prochlorit aus dem Fuscher Thale in Salzburg, welcher von J. Vuylsteke analysirt wurde 57), ferner der Daphnit, welcher schon früher als zur ersten Gruppe der Leptochlorite gehörig angeführt wurde, nach der Analyse von R. Zeynek 38).

	57.	Verb. V.	38.	Verb. V.
Kieselerde . . . . .	27·03	4·505	23·62	3·936
Thonerde . . . . .	20·07	1·968	22·26	2·182
Eisenoxyd . . . . .	4·72	0·292	.....	.....
Eisenoxydul . . . . .	16·47	2·288	38·97	5·412
Manganoxydul . . . . .	.....	.....	0·98	0·138
Magnesia . . . . .	18·90	4·725	1·09	0·272
Kalk . . . . .	.....	.....	0·29	0·051
Natron . . . . .	0·72	0·116	1·10	0·177
Kali . . . . .	1·22	0·130	0·28	0·029
Wasser . . . . .	11·78	6·544	11·16	6·200
	<u>100·91</u>		<u>99·75</u>	

Wenn man in dem Prochlorit 57) die gefundenen Mengen von Kali und Natron auf einen Biotit oder Phlogopit bezieht, so zeigt der Rest eine Zusammensetzung, welche keinem bekannten Chlorit entspricht. Führt man hingegen die Rechnung unter der Annahme, dass etwas Muscovit beigemischt sei, so erhält man die Zusammensetzung eines Prochlorits  $SpAt_2$ , doch bleibt die ganze Menge des Natriums und auch etwas Kalium übrig.

<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>h</i>	
2·02	2·02	4·04	.....	.....	4·04	Amesit
2·00	.....	3·00	.....	.....	2·00	Serpentin
0·48	0·24	.....	.....	0·08	0·16	Muscovit
4·50	2·26	7·04	.....	0·08	6·20	berechnet
4·51	2·26	7·01	0·12	0·13	6·54	beobachtet.

Wird bei der Berechnung des Daphnits 38) die gefundene Menge Natrium auf irgend einen Glimmer bezogen, so ergibt sich ein Rest, welcher mit keinem Chlorit übereinstimmt, wohl aber leitet die Rechnung auf die Zusammensetzung  $Sp_4At_3At'_5$ , wenn das Natrium sammt der kleinen Menge Kalium unberücksichtigt

bleibt. Die geringe Menge Calcium ist zum Magnesium geschlagen.

<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>h</i>	
2·18	2·18	3·27		4·36	At + At'
1·74	....	2·61	....	1·74	Serpentin
3·92	2·18	5·88		6·10	berechnet
3·94	2·18	5·87	0·21	6·20	beobachtet.

Die Chlorite, welche einen Gehalt an Calcium und Alkalien aufweisen, aber keine sichtbaren Beimengungen zeigen, könnten Verbindungen von Calcium und Alkalien enthalten, welche den im Chlorit enthaltenen, wie Amesit, Serpentin, analog sind. Heddle hat hierher gehörige Chlorite analysirt, jedoch geben seine Zahlen über diesen Punkt keine Auskunft, wie man aus folgender Aufzählung sieht, in welcher die Verbindungsquotienten für Magnesium und Calcium vereinigt sind, während die Alkalien ausser Rechnung bleiben.

	<i>s+a</i>	<i>a+m</i>	<i>h</i>	Kalk	Alkalien
Pennin, Scalpay . . . . .	2	3·33	2·05	darin 0	1·32%
Prochlorit, Lude . . . . .	2	3·12	2·07	2·45	0
Kämmererit, Unst, derb.	2	3·02	2·22	3·54	2·13
„ „ kryst.	2	3·09	2·38	3·83	0
Pennin, Corry charmaig	2	2·52	1·95	8·97	1·49

Die mittleren drei Fälle sprechen dafür, dass bei Vereinigung von Kalk und Magnesia diese Chlorite dem Mischungsgesetze der Hauptreihe folgen, dass also hier Calcium mit Magnesium isomorph sei, während die Alkalien hieran nichts ändern, also Kalium und Natrium vielleicht Wasserstoff vertreten. Dem widersprechen aber der erste und der letzte Fall, welche aussagen würden, dass bei Eintritt sowohl von Kalk, als von Alkalien das Mischungsgesetz nicht mehr gilt. Die Analysen Heddle's sind also nicht geeignet, die hier gestellte Frage zu beantworten.

### Secundäre Bildung der Chlorite.

Durch die Beobachtungen an Pseudomorphosen und durch die mikroskopische Untersuchung der Felsarten ist sichergestellt worden, dass den Chloriten häufig eine indirecte Bildung zu-

kommt und dass dieselben oft aus Mineralen der Amphibol- und der Pyroxengruppe, aus Granat, Vesuvian, Biotit, seltener aus Feldspathen hervorgehen.

Von den Pseudomorphosen, welche analysirt wurden, hat eine, welche Knop von Bronzit herleitete,<sup>1</sup> Zahlen geliefert, welche einen Prochlorit andeuten; die von mir untersuchte Pseudomorphose mit Amphibolform<sup>2</sup> gab die Verhältnisse eines Prochlorits, welcher nahezu  $SpAt_2$  entspricht. Lembergs Analysen von Pseudomorphosen nach Pyrop<sup>3</sup> ergaben die Zusammensetzung eines Pennins  $Sp_3At_2$ . Andere Analysen von Pyrop- und Granatpseudomorphosen lassen keine Deutung zu<sup>4</sup>. Die Beobachtungen von Blum<sup>5</sup> und die meinigen,<sup>6</sup> welche Pseudomorphosen von Chlorit nach Vesuvian betreffen, geben die vollständige Übereinstimmung des pseudomorphen Mineralen mit dem Klinochlor von Achmatowsk an, in welchem ungefähr das Verhältniss  $SpAt$  besteht.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass bei der Umwandlung von Mineralen der Pyroxen-Amphibolgruppe, der Granate und des Vesuvians Chlorite der Hauptreihe gebildet werden können, welche verschiedenen Stufen der Mischung entsprechen; doch lässt sich aus diesen Angaben noch nicht der Gang der Veränderung erkennen, weil in mehreren Fällen die Zusammensetzung des ursprünglichen Minerals unbekannt ist, und weil in allen, auch in den günstigsten Fällen, in welchen das ursprüngliche und das pseudomorphe Mineral analysirt wurden, die Kenntniss der etwa aufgenommenen oder abgegebenen Mengen der einzelnen Stoffe gänzlich mangelt. Daher kann man die Art der Bildung der Chlorite in keinem Falle mit Sicherheit angeben und muss sich im besten Falle mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit begnügen.

<sup>1</sup> Blum, Pseudomorphosen III. Nachtrag, S. 166.

<sup>2</sup> Diese Berichte, Band 53.

<sup>3</sup> Zeitschrift der deutschen geolog. Ges., Bd. 27, S. 531.

<sup>4</sup> Hauer, Jahrbuch der geolog. Reichsanst., Bd. 16, S. 505; Niedzwiedzki in Tschermak's Mineralog. Mittheilungen, Bd. 2, S. 162; Scharizer, Verhandlungen der geolog. Reichsanst. 1879, S. 243; Schrauf, Zeitschrift für Kryst., Bd. 6, S. 368.

<sup>5</sup> Pseudomorphosen, IV. Nachtrag.

<sup>6</sup> Diese Berichte, Bd. 49.

Ich will, um ein Beispiel anzuführen, die Resultate Lemberg's besprechen, welche den anderen insoferne vorzuziehen sind, als hier sowohl das ursprüngliche wie das pseudomorphe Mineral geprüft wurden und die Zahlen auch der Granat- und Chloritformel entsprechen. Lemberg untersuchte den anscheinend unveränderten Kern von Pyrop *a*), ferner die Rinde desselben *b*), ausserdem eine vollkommene Pseudomorphose in der Nähe des vorigen *c*) und noch zwei andere in dem gleichen Gestein, *d*) und *e*).

	<i>a</i> )	<i>b</i> )	<i>c</i> )	<i>d</i> )	<i>e</i> )
Kieselerde . . . . .	40·60	33·78	33·82	33·19	33·63
Thonerde . . . . .	22·70	16·76	15·55	15·29	14·17
Eisenoxyd . . . . .	9·34	8·44	5·15	6·04	5·26
Magnesia . . . . .	21·47	28·54	32·93	33·13	33·65
Kalk . . . . .	4·23	0·52	0·37	.....	.....
Wasser . . . . .	1·66	11·96	10·42	12·64	13·29
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100	100	98·24	100·29	100

Daraus erkennt man bloss, dass bei der Umwandlung der gesammte Kalk abgegeben und Wasser aufgenommen wurde, dagegen lässt sich von vornherein gar nicht angeben, wie viel von den übrigen Stoffen aufgenommen oder abgegeben wurde. Man könnte allerdings annehmen, dass die Menge der Thonerde unverändert geblieben sei. Dann müssten an Kieselerde, Magnesia und Wasser 54% aufgenommen worden sein und es müsste eine starke Aufblähung, von 100 Volumpercenten auf 181 Volumpercente stattgefunden haben, was der Beobachtung ganz und gar widerspricht. Wenn hingegen angenommen würde, dass die Menge der Magnesia constant geblieben sei, so würde daraus folgen, dass von den übrigen Stoffen 42% ausgetreten seien, und dass das gebildete Product stark porös erscheine, da dessen Masse nur drei Viertel des ursprünglichen Raumes einnähme, was auch der Beobachtung widerspricht. Eine dritte Annahme, nämlich die, dass die Menge des Siliciums constant geblieben sei, würde wiederum auf eine Volumzunahme von 44% führen. Alle drei Annahmen sind völlig willkürliche und geben ein unbefriedigendes Resultat. Man muss aber, wie ich dies schon vor Jahren hervor-

gehoben habe,<sup>1</sup> bei der Berechnung der Pseudomorphosen auf die Volumverhältnisse Rücksicht nehmen.

Eine Annahme, welche einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat, ist nun diese, dass bei dem Fortschreiten der Pseudomorphosenbildung im vorliegenden Falle keine bedeutende Volumänderung platzgegriffen habe, denn die Pseudomorphosen sind völlig compact und haben die Form des ursprünglichen Minerals. Für die Rechnung ist nun die Kenntniss der Volumgewichte nöthig. Lemberg hat das Volumgewicht des Pyropkernes nicht ermittelt, jedoch besitzen wir eine Bestimmung von Delesse, welcher für einen ganz gleich zusammengesetzten Pyropkern das Volumgewicht 3·15 beobachtete.<sup>2</sup> Für das Endproduct der Umwandlung soll nicht die Zusammensetzung der Rinde gelten, weil diese, wie aus dem Calciumgehalt zu ersehen, noch nicht reiner Chlorit ist, vielmehr soll das Mittel der beiden letzten Zahlenreihen verwendet werden. Dieses ergibt eine Zusammensetzung, welche jener von Ludwig für einen Pennin erhaltenen gleichkommt. Das Volumgewicht des letzteren ist 2·68. Für den Fall, als die Pseudomorphose dasselbe Volumen einnimmt wie das ursprüngliche Mineral, würde man aus dem Ansatz  $100 : 3 \cdot 15 = p : 2 \cdot 68$  das Resultat  $p = 85$  erhalten, welches dahin lautet, dass aus 100 Theilen Pyrop 85 Gewichtstheile Chlorit entstanden seien.

Nun kann man die Zusammensetzung des ursprünglichen Minerals und des pseudomorphen Chlorits vergleichen:

	Pyrop	Pennin	Abgegeben	Auf- genommen
Kieselerde . . . . .	40·60	28·40	12·20	.....
Thonerde . . . . .	22·70	12·52	10·18	.....
Eisenoxyd . . . . .	9·34	4·80	4·54	.....
Magnesia . . . . .	21·47	28·38	.....	6·91
Kalk . . . . .	4·23	.....	4·23	.....
Wasser . . . . .	1·66	11·03	.....	9·37
	<u>100</u>	<u>85·13</u>	<u>31·15</u>	<u>16·28</u>

<sup>1</sup> Diese Berichte, Bd. 57, Abth. II, S. 419.

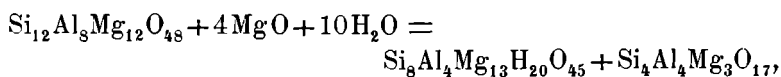
<sup>2</sup> Ann. de mines., T. 18, p. 321 (1853).

Vor der Anführung der Verbindungszahlen will ich noch erwähnen, dass in der Thonerde nach Lemberg's Angabe auch eine kleine Menge Chromoxyd enthalten ist, was aber bei diesem Vergleiche keine Rolle spielt, ferner dass nur Eisenoxyd angegeben ist, während den neueren Analysen zufolge fast nur Oxydul vorhanden ist. Daher wird in der Folge das Eisen als Oxydul angenommen.

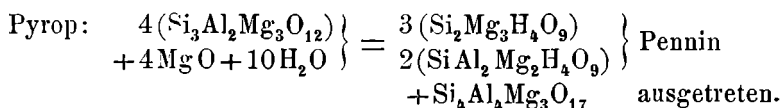
	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>e</i>	<i>h</i>
Pyrop.....	6·77	2·22	1·17	5·37	0·75	0·92
Pennin .....	4·74	1·22	0·60	7·10	....	6·12
Abgegeben ....	2·03	1·00	0·57	....	0·75	....
Aufgenommen .....	....	....	....	1·73	....	5·20

Demnach würden bei der Umwandlung ungefähr ein Drittel des Siliciums und beiläufig die Hälfte des Aluminiums ausgeschieden. Wenn diese beiden Verhältnisse als genau zutreffend genommen werden, so ergeben sich die übrigen vollends aus den Formeln für Pyrop  $3\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{MgO}$  und für Pennin  $8\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{MgO} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , wonach die abgeschiedenen Stoffe in dem Verhältniss  $4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{MgO}$ , die aufgenommenen in dem Verhältniss  $4\text{MgO} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  stehen, worin Kalk und Eisenoxydul überall unter  $\text{MgO}$  mitverstanden sind.

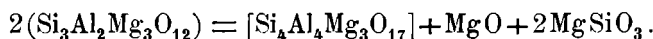
Die Umsetzungsgleichung würde also lauten:



oder wenn die einzelnen Verbindungen herausgehoben werden:



Aus dieser Übersicht wäre zu entnehmen, dass von je vier Molekeln Pyrop immer je zwei eine solche Zerlegung erfahren, dass die im Folgenden in Parenthese gestellte Stoffmenge gelöst und in einer nicht näher bekannten Form fortgeführt wird:

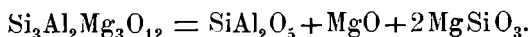


Das ungelöste bildet aber Serpentin, indem zwei Molekel  $\text{MgSiO}_3$  im Augenblick der Abscheidung durch  $\text{MgO}$  verbunden

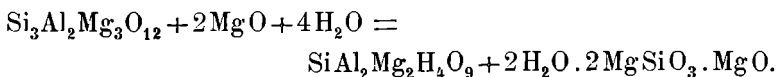
werden:  $2\text{MgSiO}_3 \cdot \text{MgO}$  und zugleich Wasser aufgenommen wird:



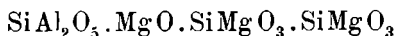
Aus den beiden anderen Pyropmolekeln bildet sich Amesit und Serpentin, daher es wahrscheinlich ist, dass jede dieser beiden Molekeln in folgender Weise gelockert wird:



Während die beiden letzten Glieder Serpentin bilden, tritt an die Gruppe  $\text{SiAl}_2$  die von aussen aufgenommene Magnesia nebst Wasser:



Dieser Betrachtung zufolge würde dem Pyrop eine Constitution zukommen, gemäss welcher derselbe die Gruppen



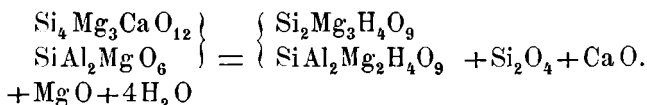
liefern kann. Die erste Gruppe geht, insoferne dieselbe nicht gelöst wird, in Amesit über, die anderen in diesem Falle in Serpentin.

Obwohl dieses Ergebniss keine Sicherheit, sondern bloss einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit beansprucht, weil alle anderen Annahmen den Volumverhältnissen widersprechen, so genügt doch das Resultat, um aufmerksam zu machen, dass bei der Umwandlung aluminiumhaltiger Silicate auch eine aluminiumhaltige Gruppe in Lösung übergeführt werden kann, was freilich schon durch das Vorkommen von Aluminiumsilicaten als Kluftbildung nahe gertückt wird. Ausserdem ist jene Betrachtung geeignet, die Verwandtschaft des Granats mit den Silicaten  $\text{SiMgO}_3$  und  $\text{SiCaO}_3$ , welche in den Augiten und Amphibolen die Hauptrolle spielen, zu beleuchten.

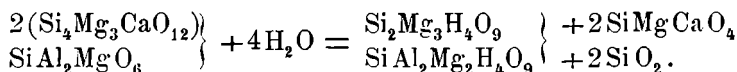
Die Hornblende ist besonders geneigt, in Chlorite überzugehen. In diesem Mineral ist ausser dem Tremolitsilicat  $\text{Si}_4\text{Mg}_3\text{CaO}_{12}$  und der entsprechenden eisenhaltigen Verbindung noch ein aluminiumhaltiges Silicat enthalten, welchem die Zusammensetzung  $\text{SiAl}_2\text{MgO}_6$  oder eine entsprechende zukommt.

Im Falle der Umwandlung in einen Orthochlorit würde diese letztere in Amesit übergehen, während die erstere Serpentin bildet.

Wenn aus einer aluminiumhaltigen Hornblende von etwa 16% Thonerde, welcher das Verhältniss  $\text{Si}_4\text{Mg}_3\text{CaO}_{12}:\text{SiAl}_2\text{MgO}_6$  zukäme, Klinochlor gebildet wird, so wäre das Schema der Umwandlung:



Demnach würde MgO statt CaO eintreten und dieses letztere würde vielleicht als saures Silicat weggeführt. Aus einer aluminiumärmeren Hornblende von dem Verhältniss  $2(\text{Si}_4\text{Mg}_3\text{CaO}_{12}):\text{SiAl}_2\text{MgO}_6$  könnte Klinochlor und Diopsid gebildet werden:

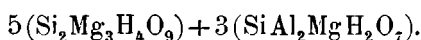


In diesem Falle wird Kieselsäure in Lösung weggeführt. Das häufige Nebeneinandervorkommen von Klinochlor und Diopsid auf Klüften amphibolführender Gesteine würde durch diese Umwandlung erklärt.

Für den Übergang eines Pyroxens in Chlorit kann der von Kobell untersuchte Pyrosklerit als Beispiel dienen. Die beobachtete Spaltbarkeit spricht dafür, dass das Mineral aus einem diallagartigen Pyroxen hervorgegangen sei. Der Zusammensetzung nach ( $\text{SiO}_2 = 37.03$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13.50$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 1.43$ ,  $\text{FeO} = 3.52$ ,  $\text{MgO} = 31.62$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 11.00$ , Summe 98.10) stimmt die pseudomorphe Masse ungefähr mit einem Leptochlorit der dritten Gruppe, obgleich zu vermuthen ist, dass die Umwandlung noch nicht ihr Ende erreicht habe.

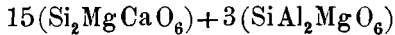
<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	
4.82	....	7.23	4.82	Sp
1.40	1.40	1.40	1.40	Ct
6.22	1.40	8.63	6.22	berechnet
6.17	1.41	8.89	6.11	beobachtet.

Dies entspricht nahe dem Verhältniss





Wenn die ideale Zusammensetzung eines aluminiumhaltigen Pyroxens von gleichem Magnesiumgehalte



damit verglichen und die Umwandlung so gedacht wird, dass das Aluminium und Magnesium constant bleiben, so hätte das erste Glied der Pyroxenzusammensetzung Serpentin geliefert, während das aluminiumhaltige Glied bloss je eine Molekel Wasser aufgenommen haben würde.

T. S. Hunt analysirte chloritartige Umwandlungsproducte von Hornblende und Augit, welche er als Loganit bezeichnete. Der aus Hornblende gebildete Loganit hat die Zusammensetzung eines Pennins, gab jedoch um 3% Wasser mehr als diesem zukommt. Der aus Augiten abgeleitete Loganit lieferte Zahlen, welche sich nicht auf bekannte Chlorite beziehen lassen.

Die Umwandlung von Mineralen der Biotitgruppe in Chlorit ist schon oft beobachtet worden. Becke beschreibt<sup>1</sup> die Verwandlung eines röthlichbraunen Anomits von Dürnstein in ein grünes Mineral, das noch die ursprünglichen optischen Eigenschaften, aber einen Mangel an Elasticität zeigt, und welches zuletzt in ein weissliches Mineral übergeht, worin bei mikroskopischer Betrachtung viele bräunlich gefärbte Körnchen beobachtet werden, und an welchem beim Erhitzen ein Aufblähen auf das 10- bis 20fache des ursprünglichen Volumens wahrgenommen wird. Auch an manchen Exemplaren von Meroxen und Phlogopit kann man die Veränderung bis zu einem grünen oder bräunlichen Producte verfolgen, welches noch die vollkommene Spaltbarkeit der Glimmer zeigt, aber biegsame Schüppchen liefert und beim Erhitzen ein mehr oder minder starkes Aufblättern wahrnehmen lässt. Der in Felsarten enthaltene Meroxen bietet bei der mikroskopischen Prüfung häufig die Umwandlung in ein schuppiges chloritisches Mineral dar.

Die Umwandlungsproducte der Biotite, deren mehrere von Cooke als Vermiculite zusammengefasst wurden,<sup>2</sup> sind schon wiederholt beschrieben und analysirt worden, allerdings öfters

<sup>1</sup> Tschermak's Mineralog. und petrogr. Mitth., Bd. IV, S. 332.

<sup>2</sup> Proceedings Americ. Acad., Boston, Dec. 1873, May, 1875.

nur zu dem Zwecke, um „neue Species“ aufzustellen. Die Namen solcher sind: Culsageeit, Epiphanit, Eukamptit, Hallit, Jefferisit, Kerrit, Lucasit, Lernilith (recte Lennilith), Maconit, Pattersonit, Pelhamit, Philadelphit, Protovermiculit, Rastolyt, Vaalit, Vermiculit, Voigtit, Willcoxit. Da jeder dieser Umwandlungsreste eine etwas andere Zusammensetzung ergibt, so können noch viele solcher „Species“ aufgestellt werden. Mit Recht sagt aber E. Dana bezüglich der Vermiculite: As all the minerals of the group are, undoubtedly, decomposition products of other micas, the multiplication of names seems most undesirable.<sup>1</sup>

Die meisten der genannten Minerale geben die Abstammung von Biotiten zu erkennen, obwohl manche anfänglich als veränderte Chlorite angesprochen wurden. Das Umwandlungsproduct ist bisweilen durchscheinend oder es enthält einzelne durchscheinende Stellen. Daher konnte Cooke beim Jefferisit das optische Verhalten eines Biotits erkennen.

Alle von mir geprüften hierhergehörigen Minerale sind optisch negativ. An dem Jefferisit von Westchester konnte ich bei der Untersuchung durchsichtiger Stellen durch die Grösse des Axenwinkels, die Dispersion und die Lage der Axenebene die Ähnlichkeit mit Phlogopit bestimmen. Der Protovermiculit ergab Stellen mit kleinem Axenwinkel. Der Philadelphit erschien fast ganz trüb, liess aber optisch zweiaxige Stellen wahrnehmen. Ähnlich verhielt sich der Vermiculit. Alle diese Minerale glaube ich vom Phlogopit ableiten zu sollen. Im Hallit konnte ich einaxige Stellen auffinden. Diesen halte ich für einen veränderten Meroxen. Beim Eukamptit, Voigtit, Rastolyt spricht das Vorkommen im Feldspathgestein ebenfalls für die Ableitung von Meroxen.

Charakteristisch ist das Verhalten der Vermiculite beim Trocknen und Erhitzen. Über Schwefelsäure getrocknet oder bis 110° erhitzt geben sie eine ziemlich bedeutende Menge (bis 10%) Wassers ab. Dieses verhält sich wie hygroskopisches Wasser. Beim Glühen entwickeln sie ebenfalls eine grössere Menge Wassers, meistens 10—13% und blähen sich dabei ausserordentlich auf. Eine abweichende Angabe findet sich nur beim

---

<sup>1</sup> Third Appendix to Dana's Mineralogy, 1882, p. 129.

Protovermiculit, für welchen König bloss 3·36% chemisch gebundenen Wassers anführt, hingegen 20% hygroskopischen Wassers.

Die grosse Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung spricht ausser der mineralogischen Beobachtung dafür dass die Mehrzahl dieser Minerale Gemenge sind und noch Reste der ursprünglichen Minerale enthalten.

Aus den vorhandenen vollständigen Analysen wähle ich mehrere aus in der Weise, dass die Verschiedenheit der Zusammensetzung hervortritt.

a) Kerrit von Franklin, Macon Cty., N. C., nach Clarke und Schneider.

b) Vermiculit von Lenni, Delaware Cty., Pa., nach Cooke.

c) Protovermiculit von Magnet Cove, Ark., nach König.

d) Culsageeit von Franklin, Macon Cty., N. C., nach Cooke.

e) Jefferisit von Westchester, Pa., nach König.

f) Lucasit von Korundum Hill, Macon Cty., N. C., nach Chatard.

g) Hallit, grüner, von Chester Cty., Mass., nach Munroe.

In a) sind ausser dem Aufgezählten enthalten 0·48 NiO, in f) noch 0·56 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0·05 MnO, 0·14 CaO, 5·96 K<sub>2</sub>O, 0·21 Na<sub>2</sub>O. In g) noch 0·46 K<sub>2</sub>O.

	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)
Kieselerde	38·13	38·03	33·28	37·37	33·03	41·17	35·89
Thonerde	11·22	12·93	14·88	19·90	17·38	13·43	7·45
Eisenoxyd	2·28	7·02	6·36	5·95	7·41	5·47	8·78
Eisenoxydul	0·18	0·50	0·57	0·58	1·44	0·11	1·13
Magnesia	27·39	29·64	21·52	25·26	20·16	25·68	31·45
Wasser ..	10·61	11·68	3·36	11·09	10·82	7·22	13·23
aq.....	9·86	....	20·54	....	10·08	....	1·10
	100·15	99·80	100·51	100·15	100·32	100	99·49

Da die Zusammensetzung der ursprünglichen Minerale nicht bekannt ist, so lässt sich über die Art der Umwandlung nur dadurch ein beiläufiges Urtheil gewinnen, dass mit den vorigen Zahlen die Analysen einiger Biotite verglichen werden. Dieselben sind meiner Abhandlung über die Glimmergruppe entnommen.

α) Phlogopit von Penneville, β) Phlogopit von Pargas, γ) Phlogopit von Ratnapura, δ) Meroxen vom Vesuv, ε) Meroxen

von Tschebarkul, ζ) Anomit vom Baikalsee. In δ) sind noch 0·59 MnO und 0·82 CaO enthalten.

	α)	β)	γ)	δ)	ε)	ζ)
Kieselerde . . . . .	44·29	43·43	42·26	39·30	38·49	40·00
Thonerde . . . . .	12·12	13·76	15·64	16·95	14·43	17·28
Eisenoxyd . . . . .	1·40	0·16	0·23	0·48	5·44	0·72
Eisenoxydul . . . . .	1·44	1·35	1·52	7·86	14·75	4·88
Magnesia . . . . .	27·86	27·20	27·23	21·89	16·35	23·91
Kali . . . . .	7·06	8·06	8·68	7·79	8·12	8·57
Natron . . . . .	2·16	1·30	....	0·49	0·53	1·47
Wasser . . . . .	2·09	0·92	2·91	4·02	0·89	1·37
Fluor . . . . .	1·94	4·21	2·19	0·89	....	1·57
	<u>100·36</u>	<u>100·30</u>	<u>100·66</u>	<u>101·08</u>	<u>99·00</u>	<u>99·77</u>

Demnach ergibt sich, dass die Alkalien und das Fluor bei der Veränderung fortgeführt wurden und Wasser aufgenommen wurde, ferner zeigt sich, dass der Eisenoxydgehalt der Veränderungsproducte höher ist als jener der frischen Biotite, woraus zu schliessen, dass auch eine Oxydation stattgefunden habe.

Um die Veränderung leichter zu übersehen, wird man die Verbindungsverhältnisse in Betracht ziehen. Zuerst sind jene der Biotite so angeführt, dass, wie im Früheren, die als isomorph anzunehmenden Stoffe vereinigt, ferner die unter *a* verstandene Menge als Einheit angenommen wird. Unter *h* sind nebst Wasser auch die Alkalien und die dem Fluor äquivalente Menge Hydroxyl verstanden.

	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>h</i>
Phlogopit Penneville . . . . .	5·81	: 1	: 5·63	: 2·14
Phlogopit Pargas . . . . .	5·32	: 1	: 5·14	: 1·97
Phlogopit Ratnapura . . . . .	4·54	: 1	: 4·53	: 2·01
Meroxen Vesuv . . . . .	3·90	: 1	: 4·04	: 2·01
Meroxen Tschebarkul . . . . .	3·65	: 1	: 3·49	: 0·82
Anomit Baikalsee . . . . .	3·83	: 1	: 3·84	: 1·33.

In gleicher Weise sind die Zahlen für die Vermiculite berechnet. Zuerst mögen jene Minerale, welche nach meinem Dafürhalten aus Phlogopit hervorgegangen sind, mit der Mittelzahl bezüglich der aufgezählten Phlogopite verglichen werden.

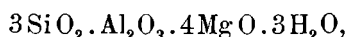
	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>h</i>
Mittel der Phlogopite . . . . .	5·22	: 1	: 5·10	: 2·04
Kerrit . . . . .	5·12	: 1	: 5·58	: 4·74
Vermiculit . . . . .	3·71	: 1	: 4·38	: 3·80
Protovermiculit . . . . .	2·98	: 1	: 2·94	: 1·00
Culsageeit . . . . .	2·69	: 1	: 2·75	: 2·66
Jefferisit . . . . .	2·51	: 1	: 2·39	: 2·74

Im Kerrit sind die Verhältnisse noch ähnlich denen im Phlogopit, so dass hier zumeist nur der Verlust an Alkalien und Fluor bei Aufnahme von Wasser zu erkennen wäre. In den übrigen Zersetzungsproducten erscheinen aber Silicium und Magnesium bedeutend verringert, und zwar beträgt die Differenz gegenüber den Mittelzahlen für Phlogopit

	<i>s</i>	<i>m</i>
beim Vermiculit . . . . .	1·51	0·72
„ Protovermiculit . . . . .	2·24	2·16
„ Culsageeit . . . . .	2·53	2·35
„ Jefferisit . . . . .	2·71	2·71.

Wenn also die Menge der Thonerde plus Eisenoxyd constant angenommen werden dürfte, so würden die ausgeschiedenen Mengen beim Vermiculit im Verhältniss  $\text{Si}_2\text{Mg}$  und bei den übrigen in dem Verhältniss  $\text{SiMg}$  stehen. Obgleich dies nur sehr beiläufig sicher ist, so zeigt es doch, dass der Gang der Veränderung nicht in allen Fällen gleich ist.

Geht man von den Mittelzahlen für Phlogopit aus, wenn diese rund als  $5\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{MgO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  angenommen werden, und setzt als die abgeschiedenen Mengen  $2\text{SiO}_2 \cdot \text{MgO}$  an, bei gleichzeitiger Aufnahme von Wasser, so wäre das Resultat

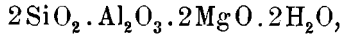


welches einem Leptochlorit der zweiten Gruppe mit dem Verhältniss  $\text{SpSt}$  entspräche. Die erste Art der Umwandlung könnte demnach einen solchen Leptochlorit liefern.

In der That nähern sich die Zahlen für Vermiculit sehr denen für Euralit, welcher zur zweiten Gruppe der Leptochlorite gerechnet wurde.

Vermiculit . . . . .	3·71 : 1 : 4·38 : 3·80
Euralit . . . . .	3·48 : 1 : 4·27 : 3·95.

Wenn man ferner die zweite Art der Umwandlung verfolgt, indem man wiederum von den Mittelzahlen für Phlogopit  $5\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{MgO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ausgeht, so gelangt man bei der Annahme, dass die Mengen  $3\text{SiO}_2 \cdot 3\text{MgO}$  ausgetreten seien, zu dem Verhältniss



welches dem Strigovit, also wiederum einem Leptochlorit der zweiten Gruppe entspricht. Geht man auf die Zahlencolumne zurück, welche mit dem Mittel für Phlogopit beginnt und mit den Zahlen für Jefferisit endigt, so erkennt man in dem Abnehmen der Zahlen unter  $s$  und  $a$  die Tendenz der Annäherung an das Verhältniss  $2 : 1 : 2 : 2$ , welches dasjenige des Strigovits ist.

Jene Minerale, welche nach meinem Dafürhalten aus einem Meroxen oder einem damit verwandten Biotit hervorgegangen sind, der Lucasit und der Hallit, geben im Vergleiche mit dem ursprünglichen Mineral Folgendes:

Mittel für Meroxen und Anomit . .	3·79 : 1 : 3·79 : 1·39
Lucasit . . . . .	4·12 : 1 : 3·88 : 2·41
Hallit . . . . .	4·60 : 1 : 6·26 : 5·74.

Der Lucasit, welcher, wie schon Chatard bemerkte, nur durch die Verringerung des Kaligehaltes und die Vermehrung des Wassergehaltes vom Meroxen unterschieden ist, zeigt im übrigen Verhältnisse, welche denen des Meroxens nahe stehen. Der Hallit hingegen ist in allen Verhältnissen vom Meroxen sehr verschieden. Die Umwandlung, durch welche derselbe aus dem letzteren hervorging, muss derart gewesen sein, dass die Menge des Aluminiums abnahm, denn die Menge des Magnesiums erscheint relativ grösser als im ursprünglichen Mineral. Es lässt sich daher in diesem Falle über das Verhältniss der ausgetretenen Stoffe gar keine Andeutung erhalten. Die Umwandlung zielt aber ohne Zweifel auf die Bildung eines Leptochlorits, denn die Zahlen für Hallit stimmen mit jenen für Diabantit, welcher zu den Leptochloriten der dritten Gruppe gerechnet wurde.

Hallit . . . . . 4·60 : 1 : 6·26 : 5·74

Diabantit . . . . . 4·51 : 1 : 6·28 : 4·49

Aus alldem geht mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass bei der Umwandlung der Biotite die Tendenz besteht, aus der Substanz derselben Leptochlorite zu bilden.

Die Bildung von Chlorit aus Feldspath erscheint durch mehrere Beobachtungen erwiesen. Auf den Mineralgängen der krystallinischen Gesteine in den Alpen finden sich öfters Periklin- und Albitkrystalle, welche zum Theil aufgelöst sind, während in den entstandenen Hohlräumen Prochlorit als Neubildung abgesetzt ist. Entsprechende Pseudomorphosen sind bis jetzt nicht bekannt. Blum gibt jedoch eine Pseudomorphose von Chlorit nach Orthoklas von Berggiesshübl in Sachsen an. Die Umwandlung von körnigem Feldspath in Pseudophit ist seit der Untersuchung v. Drasche's an dem Vorkommen von Plaben bei Budweis bekannt. Letzteres Mineral ist an vielen anderen Fundorten beobachtet worden. Die Zusammensetzung ist variabel, es bleibt aber fraglich, ob alle als Pseudophit bezeichneten Minerale aus Feldspath hervorgegangen sind.

Hier mögen einige Analysen angeführt werden. *a)* Feldspath von Plaben nach v. Drasche. *b)* Daraus gebildeter Pseudophit nach demselben. *c)* Pseudophit von Ckyn nach Gintl. *d)* Pseudophit von Markirch nach Werwecke. *e)* Pseudophit von den Zoutpansbergen nach Van Riesen. *f)* Pseudophit von Beautyhill nach Heddle.

	<i>a)</i>	<i>b)</i>	<i>c)</i>	<i>d)</i>	<i>e)</i>	<i>f)</i>
Kieselerde . . . . .	60·49	34·63	35·31	32·84	32·38	34·73
Thonerde . . . . .	24·33	17·13	18·28	17·34	18·79	12·44
Eisenoxyd . . . . .	....	....	1·26	3·29	0·80	... <sup>1</sup>
Eisenoxydul . . . . .	....	1·61	0·83	1·04	2·39	2·68
Magnesia . . . . .	1·46	33·38	31·61	30·48	31·64	34·10
Kalk . . . . .	4·07	....	....	0·75	....	1·60
Kali . . . . .	4·23	....	....	....	....	....
Natron . . . . .	5·04	....	....	....	....	....
Wasser . . . . .	1·69	13·93	13·26	14·44	14·15	13·10
	<u>101·31</u>	<u>100·68</u>	<u>100·55</u>	<u>100·18</u>	<u>100·15</u>	<u>99·82</u>

<sup>1</sup> Nebst 1·17% MnO.

Im Folgenden sind die Verbindungszahlen für diese Pseudophite angeführt, und es ist wiederum das Verhältniss  $(s+a):(a+m):h$  in der Weise angegeben, dass  $s+a=2$  gesetzt wurde:

	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>h</i>	
<i>b)</i> ...	5·77	: 1·68	: 8·57	: 7·74	2 : 2·75 : 2·08
<i>c)</i> ...	5·88	: 1·87	: 8·02	: 7·36	: 2·55 : 1·90
<i>d)</i> ...	5·47	: 1·91	: 7·90	: 8·02	: 2·66 : 2·17
<i>e)</i> ...	5·39	: 1·89	: 8·24	: 7·86	: 2·78 : 2·16
<i>f)</i> ...	5·79	: 1·22	: 9·35	: 7·27	: 3·01 : 2·07.

Aus der letzten Zahlencolumne ist zu ersehen, dass die Pseudophite, wenn dieselben als homogen angesehen werden, zu den Leptochloriten der ersten Gruppe zu zählen sind, mit Ausnahme des von Heddle analysirten Mineral, welches unter derselben Voraussetzung zu den Orthochloriten zu rechnen wäre. Der von Drasche untersuchte Feldspath ergibt ungefähr das Verhältniss  $Or_3Ab_5An_3$ . Der daraus gebildete Pseudophit führt auf das Verhältniss  $Sp_5At_2At'_2$ . Die Zahlen sind so complicirt, dass es hier nicht möglich erscheint, eine einfache Beziehung zu erkennen und den Gang der Veränderung zu verfolgen.

### Umwandlung der Chlorite.

Über die Veränderungen, welchen die Chlorite unterliegen, ist nur sehr wenig bekannt. In manchen Fällen wird durch die einwirkenden Wässer der Eisengehalt extrahirt.<sup>1</sup> Der Leuchtenbergit von Slatoust scheint, wie ich im ersten Theile dieser Arbeit anführte, ein in dieser Weise gebleichter Klinochlor zu sein. Die Zusammensetzung entspricht aber vollkommen dem Mischungsgesetze der Orthochlorite, daher anzunehmen ist, dass nicht bloss der Eisengehalt vermindert, sondern die gesamte Eisenverbindung aufgelöst wurde. Zu den veränderten Orthochloriten scheinen auch die von Schrauf mit den Namen Enophit und Berlautit belegten trüben Minerale zu gehören. Aus der Beschreibung ist aber nicht zu erkennen, von welchen Mineralen diese Zersetzungsproducte abzuleiten sind.

<sup>1</sup> J. Roth, Allgemeine Geologie I, S. 372.



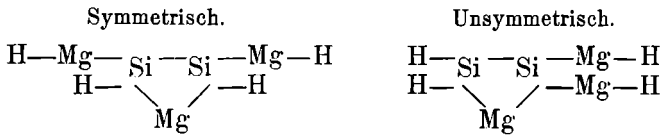
Genth untersuchte Stücke veränderten Chlorits von Unionville, die eine braunrothe bis gelbgraue Farbe zeigten. Das gelbgraue Mineral, welches voraussichtlich nur wenig Brauneisenerz enthielt, lieferte  $\text{SiO}_2 = 32.80$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 26.07$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 9.80$ ,  $\text{MgO} = 17.71$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13.75$ , Summe  $100.12$ . Dieses Zersetzungsproduct führt ungefähr zu dem Verhältniss  $5\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $4\text{MgO} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , während der dem Silicium- und Aluminiumgehalte entsprechende Orthochlorit  $5\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{MgO} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  wäre. Es scheint demnach vorzugsweise Eisen und Magnesium extrahirt worden zu sein. Für den Rückstand lässt sich das Verhältniss  $\text{Sp}_2\text{AtAt}''_5$  berechnen. Man könnte daraus schliessen, dass aus Amesit  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{MgO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  durch Verlust von Magnesia (Eisen) die Verbindung  $\text{At}'' = \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  hervorgegangen sei. Dies wirft ein Licht auf die Bildungsweise des Rumpffits, in welchem die Verbindung  $\text{At}''$  angenommen wurde.

Die Pseudomorphosen nach Chlorit, welche J. Dana von der Tilly Foster Mine anführt, sind nicht als Ergebnis einer Umwandlung anzusehen, sondern erscheinen als Verdrängungsbildungen wie viele andere Serpentin-Pseudomorphosen derselben Fundstelle.

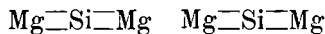
### Chemische Constitution der einzelnen Verbindungen.

Der Zusammenhang zwischen den früher bezeichneten Verbindungen, welche in den Chloriten angenommen wurden, kann übersichtlich dargestellt werden, wenn die wahrscheinliche Structur dieser Verbindungen angegeben wird. Damit kann auch gezeigt werden, dass die früher als vorhanden angenommenen Verbindungen möglich sind und den Formeln eine bestimmte Bedeutung innewohnt. Zur Abkürzung werde ich in den Structurformeln statt —O— bloss einen Strich — setzen, da Bindungen anderer Art nicht vorkommen. Die Orthochlorite sind nach der früher entwickelten Anschauung durch Zusammenkrystallisiren zweier Verbindungen gebildet, welche ich als Serpentinsubstanz und als Amesitsubstanz bezeichnete. Für die erstere können, wenn die Moleculargrösse  $\text{Si}_2\text{Mg}_3\text{H}_4\text{O}_9 = \text{Sp}$  angenommen wird, verschiedene Structuren erdacht werden, und es könnten demnach isomere Verbindungen von dieser Zusammensetzung vorkommen.

Für die Serpentinsubstanz scheint folgende Structur allen Thatsachen zu genügen:

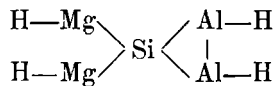


Wenn also die angegebene Structur im Allgemeinen die richtige ist, so kann doch die Vertheilung der Magnesiumhydroxylgruppen eine symmetrische oder eine unsymmetrische sein. Vielleicht können beide Verbindungen zusammenkrystallisiren. Man wird dadurch an die Ätzungserscheinungen am Klinochlor erinnert, welche bald einen symmetrischen, bald einen unsymmetrischen Charakter der Endfläche angeben. Die Ableitung des Serpentin von zwei Molekeln Olivin



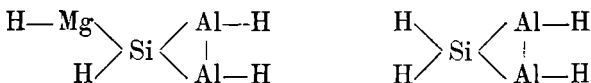
würde auf die symmetrische Structur führen. Im Serpentin sind nach dieser Anschauung zwei durch Metall vertretbare Wasserstoffatome vorhanden. Es könnten demnach natriumbaltige Serpentine gebildet werden und der Natriumgehalt in homogenen Chloriten würde der Serpentinsubstanz zukommen.

Für den Amesit kann, wenn  $\text{SiAl}_2\text{Mg}_2\text{H}_4\text{O}_9 = \text{At}$  die Moleculargrösse ist, füglich nur eine einzige Structur angenommen werden:



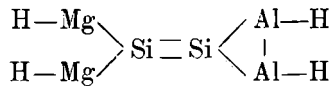
Der Bau der Molekel wäre ein symmetrischer und es wäre kein durch Metall vertretbarer Wasserstoff vorhanden.

Die Berechnung der Leptochlorite führte zur Annahme der zwei Verbindungen  $\text{At}' = \text{SiAl}_2\text{MgH}_4\text{O}_8$  und  $\text{At}'' = \text{SiAl}_2\text{H}_4\text{O}_7$ , welche von der Amesitsubstanz abgeleitet werden können:

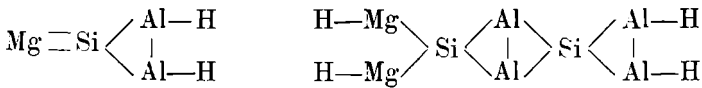


Die erstere, welche der ersten Gruppe der Leptochlorite zukommt, wäre von unsymmetrischem Baue, die zweite, welche wahrscheinlich durch Auslaugung der Amesitsubstanz gebildet wird, wäre symmetrisch. Sie wurde im Rumpfit und im veränderten Chlorit angenommen.

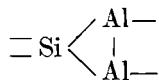
Die Strigovitsubstanz, welche in der zweiten Gruppe angenommen wurde, und welche im Strigovit für sich erscheint, wäre dem früher Gesagten gemäss  $St = Si_2Al_2Mg_2H_4O_{11}$  und deren Structur:



In der dritten Gruppe wurde die Verbindung  $SiAl_2MgH_2O_7$  als vorhanden angenommen. Dieselbe Formel gibt auch der Chloritoid. Es ist aber nicht wahrscheinlich, dass der Chloritoid als das Endglied dieser Leptochlorite zu betrachten sei, denn er unterscheidet sich durch grosse Härte und Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Säuren von denselben. Demnach ist im Chloritoid die Gegenwart von Magnesiumhydroxyl, welches den weichen und leichter zersetzbaren Chloriten eigenthümlich ist, nicht anzunehmen. Dem wird Rechnung getragen durch die Annahme, dass dem Chloritoid die kleinere Moleculargrösse  $SiAl_2MgH_2O_7$ , dem Bestandtheil der Leptochlorite aber die doppelte Moleculargrösse  $Si_2Al_4Mg_2H_4O_{14}$  zukommt.



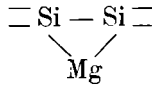
In allen Aluminiumverbindungen, welche in den Chloriten angenommen wurden, ist ein constantes Glied vorhanden, an welches sich die übrigen Atome in variabler Zahl angliedern oder um welches sie sich gruppieren, nämlich:



Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass auf das Vorhandensein dieses Kernes die Ähnlichkeit der Chlorite in physikalischer und chemischer Beziehung zurückzuführen ist. Dieselbe Gruppe

scheint aber, wie aus der Bemerkung über den Chloritoid hervorgeht, auch in den Sprödglimmern vorzukommen. Ob dieselbe in den Glimmern eine Rolle spielt, hoffe ich bei einer anderen Gelegenheit andeuten zu können.

In der Serpentinsubstanz ist eine Gruppe vorhanden, welche der vorgenannten entspricht:



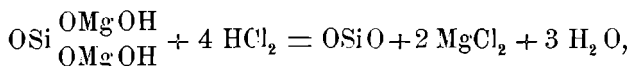
Durch die Art dieser Gruppierung ist vielleicht die Ähnlichkeit mit Amesit begründet; durch die chemische Verschiedenheit dieser Gruppe von der vorigen aber wäre es erklärlich, dass der Serpentin in krystallogenetischer Beziehung namentlich durch die geringe Krystallisationsfähigkeit vom Amesit abweicht, und dass erst solche Mischungen, welche ungefähr 36% Amesit enthalten, deutliche Krystalle liefern.

In der letzten Zeit haben Clarke und Schneider Versuche veröffentlicht,<sup>1</sup> welche nach ihrer Ansicht geeignet sind, die Constitution des Serpentin und der Chlorite kennen zu lernen. Die Minerale wurden bei mässig hoher Temperatur (383—412°), bei welcher dieselben, für sich untersucht, den chemisch gebundenen Wasserstoff noch nicht verlieren, der Einwirkung gasförmiger trockener Salzsäure ausgesetzt und es wurden die Mengen des so entstandenen MgCl<sub>2</sub> bestimmt. Olivin ergab so gut wie keine Einwirkung. Serpentin von verschiedenen Fundorten und verschiedener physikalischer Beschaffenheit lieferte stark abweichende Resultate, Klinochlor von Westchester wurde stark, Leuchtenbergit und Prochlorit wurden wenig angegriffen, Brucit nur in geringem Maasse zerstört, dagegen künstlich dargestelltes und geglühtes Magnesiumoxyd vollständig in Chlorid übergeführt. Aus der Menge des bei der Behandlung der Silicate erhaltenen Chlorides schliessen die Autoren auf die Menge der im Silicate ursprünglich enthaltenen Magnesiumhydroxylgruppen MgOH.

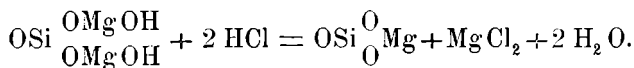
Es verdient gewiss alle Anerkennung, wenn eine so wichtige Frage, wie die Constitution der Silicate auf dem Wege des Experimentes in Angriff genommen wird. Jedes Ergebniss wird allgemein als ein bedeutender Fortschritt angesehen werden. Die

<sup>1</sup> Zeitschrift für Kryst. XVIII, 390.

bisher mitgetheilten Thatsachen sind jedoch noch zu wenig übereinstimmend, um einem richtigen Schlusse die Grundlage zu bieten. In mehreren Fällen, wie beim Leuchtenbergit, Prochlorit ist wohl auch das Material für diese Art Versuche wenig geeignet gewesen. Die Autoren gehen bei der Deutung ihrer Beobachtungen von der Annahme aus, dass jenes Magnesium, welches als  $MgCl_2$  erhalten wurde, im Silicat als  $MgOH$  enthalten gewesen sei, und diese Annahme gewinnt durch das Verhalten des Olivins eine Stütze. Stillschweigend wird noch die zweite Annahme gemacht, dass alles im Silicat in der Form  $MgOH$  enthaltene Magnesium bei der Einwirkung von Salzsäuredampf in  $MgCl_2$  übergeführt werde. Diese zweite Annahme unterliegt jedoch folgendem Einwande: Wenn ein Silicat zwei Magnesiumhydroxylgruppen enthält z. B.  $OSi(OMgOH)_2$ , so kann die Einwirkung von Salzsäuredampf auf die erwärmte Verbindung eine so durchgreifende sein, dass alles Magnesium in  $MgCl_2$  übergeführt und die Verbindung völlig zerstört wird:



oder aber es kann die Einwirkung allmählig stattfinden, so dass nur die Hälfte des Magnesiums in Chlorid übergeführt und das normale Salz gebildet wird, welches der Einwirkung des trockenen Salzsäuredampfes widersteht:



Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass die Einwirkung in dieser letzteren Weise beginnt, und es ist gar kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass dieses Stadium der Einwirkung übersprungen wird, um einer stürmischen und durchgreifenden Reaction Raum zu bieten. Die Versuche zeigen vielmehr, dass die Wirkung eine allmähliche ist und langer Zeit bedarf. Es ist auch kein Grund dafür vorhanden, dass die letztere Einwirkung aufhören und in die erstgenannte übergehen sollte. Daher ist es im hohen Grade wahrscheinlich, dass gemäss der zuletzt angenommenen Reaction von je zwei Gruppen  $MgOH$  immer nur ein

Atom Mg in Chlorid übergeht, dass also die Menge des gebildeten Magnesiumchlorides  $MgCl_2$  immer der Menge 2 (Mg OH) in dem ursprünglichen Silicat entspricht.

Die beiden Autoren geben nun an, dass bei der Behandlung des Serpentin, von den früher angedeuteten Ungleichheiten abgesehen, ungefähr ein Drittel des im Serpentin ursprünglich enthaltenen Magnesiums in Chlorid übergeführt werde. Daraus wäre zu schliessen, dass im Serpentin zwei Magnesiumhydroxylgruppen vorhanden seien, wie es die von mir angenommene Structurformel angibt.

In einem Exemplar des Klinochlors von Westchester, welcher nach der von den beiden Autoren angegebenen Analyse das Verhältniss  $SpAt$  darbietet, entsprechend  $3 SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 5 MgO \cdot 4H_2O$ , wurde gefunden, dass zwei Fünftel des Magnesiums in Chlorid übergeführt wurden. Da nun das angewandte Mineral nach meiner Anschauung die Doppelverbindung  $Si_2H_2MgO_7(MgOH)_2 + SiAl_2H_2O_7(MgOH)_2$  darstellt, also viermal die Gruppe Mg OH, im ganzen aber fünf Atome Mg enthält, so würden gemäss der zweiten Reaction in der That zwei Fünftel des Magnesiumgehaltes in Chlorid übergeführt werden.

Somit wäre aus diesen Versuchen eine Bestätigung meiner Annahmen bezüglich der Structur der Serpentinsubstanz und der Amesitsubstanz zu entnehmen.

### Systematik.

Den vorher mitgetheilten Auseinandersetzungen zu Folge wäre die Anreihung der Chlorite die folgende:

#### A. Orthochlorite.

Pennin, *Fröbel* und *Schweizer*,  $Sp_3At_2$  bis  $SpAt$ .

Kämmererit, *Nordensk*.

Rhodochrom, *Fiedler*.

(?) Pseudophlit, *Kenngott*, zum Theil.

(?) Loganit, *Hunt*, zum Theil.

Klinochlor, *Blake*,  $SpAt$  bis  $Sp_2At_3$  (Synonym: Ripidolith *Kobell*).

Kotschubeyit, *Koksch*.

Leuchtenbergit, *Komonen*.

Chlorit von Mauléon, *Delesse*.

Helminth, *Volger*, zum Theil.

Prochlorit, *J. Dana*,  $\text{Sp}_2\text{At}_3$  bis  $\text{Sp}_3\text{At}_7$  (Synonym: Chlorit von *Kobell*, Ripidolith, *G. Rose*, Lophoit, Ogkoit, *Breithaupt*).

Grochaut, *Websky*.

Helminth, *Volger*, zum Theil.

Korundophilite, *Shepard*,  $\text{Sp}_3\text{At}_7$  bis  $\text{SpAt}_4$ .

Amesit, *Shepard*,  $\text{SpAt}_4$  bis At.

### B. Leptochlorite.

I. Daphnit, *Aut.*,  $(\text{At}'\text{At})_3\text{Sp}_4$ .

Chamosit, *Berthier*,  $(\text{At}'\text{At})_3\text{Sp}_4$ .

Pseudophit, *Kenngott*, zum Theil.

(?) Delessit von Friedrichsroda.

II. Metachlorit, *List*,  $(\text{StAt}_3)_2\text{Sp}_3$ .

Klementit, *Aut.*,  $(\text{StAt}_2)_2\text{Sp}$ .

Cronstedtit, *Steinmann* (Synonym: Sideroschisolith, *Wernekinck*) und Thuringit, *Breithaupt* (Synonym: Owenit, *Genth*). Beide StAt.

Euralit, *Wiik*,  $\text{St}_4\text{At}_3$ .

Strigovit, *Websky*, St.

III. Diabantit, *Huws*,  $\text{Ct}_4\text{Sp}_7$  (Synonym: Diabantachronnyn, *Liebe*).

Aphrosiderit, *Sandberger*,  $(\text{CtAt})_6\text{Sp}_4 \dots (\text{CtAt}_2)_3\text{Sp}_4$ .

Delessit, *Naumann*,  $(\text{CtAt})_2\text{Sp}_5 \dots \text{CtSp}$ .

Rumpfit, *Firtsch*,  $(\text{CtAt}'')_4\text{Sp}$ .

### C. Gemenge, Umwandlungsproducte.

Tabergit, *Scheerer* = Pennin, Klinochlor + Phlogopit.

Aus Pyroxen gebildet: Pyrosklerit, v. *Kobell*, Loganit, *Hunt*, zum Theil.

Aus Feldspath gebildet: Pseudophit, *Kenngott*.

Aus Biotiten gebildet: Vermiculit, *Cooke*, Hallit etc. s. d.

Aus Chlorit (?) gebildet: Berlautit, Enophit, *Schrauf*.

### D. Noch nicht definirbare Chlorite.

Epichlorit, *Ramm*., Aphrosiderit einiger Autoren, Grengesit *Hisinger*, Melanolith, *Wurtz*. etc.

## I n h a l t.

---

Zusammenhang der Hauptreihe (Orthochlorite) .....	1
Derbes Vorkommen der Orthochlorite .....	6
Chlorite ausser der Hauptreihe (Leptochlorite) .....	10
Chemische Zusammensetzung der Chlorite. ....	14
Neue Analysen .....	16
Orthochlorite .....	18
Analysen .....	19
Mischungsgesetz .....	23
Reihe der Mischungen .....	28
Molecularverhältnisse .....	31
Percentische Berechnung der Analysen .....	32
Leptochlorite .....	40
Analysen .....	42
Mischungsregeln .....	44
Erste Gruppe .....	45
Zweite Gruppe .....	47
Dritte Gruppe .....	49
Percentische Berechnung der Analysen .....	52
Calcium und Alkalien in den Chloriten .....	53
Secundäre Bildung der Chlorite .....	57
Aus Granat .....	59
Aus Amphibolen und Pyroxenen .....	62
Aus Biotiten .....	64
Aus Feldspathen .....	70
Umwandlung der Chlorite .....	71
Chemische Constitution der Verbindungen .....	72
Systematik .....	77

---

### Druckfehler

im ersten Theile der Abhandlung.

- Seite 8 [181] Zeile 5 von unten lies  $s = \bar{1}34$  statt  $s = 133$   
Seite 10 [183] Zeile 14 von unten lies  $\bar{1}34$  statt 134.  
Seite 20 [193] Zeile 11 von unten lies  $v$  statt  $g$ .  
Seite 27 [200] in der sechsten Figur von oben lies  $\zeta$  statt  $\xi$ .  
Seite 61 [234] Zeile 15 von unten lies  $\rho < \upsilon$  statt  $\rho > \upsilon$ .  
Tafel I Fig. 11 lies  $v$  statt  $g$ .
-