

I. Die morphotropischen Beziehungen zwischen Enstatit, Diopsid, Hedenbergit, Ägirin und Spodumen.

Von

F. Zambonini in Neapel.

(Hierzu Tafel I.)

Die Mineralien Enstatit, Diopsid, Hedenbergit, Ägirin und Spodumen gehören zu jenen Metasilicaten¹⁾, welche eine einfache Formel besitzen. Vom chemischen Standpunkte aus bestehen zwischen diesen Mineralien sehr merkwürdige Formelähnlichkeiten, wie aus folgender Zusammenstellung der Formeln hervorgeht:

Enstatit	$MgSiO_3$,
Diopsid	$CaMg(SiO_3)_2$,
Hedenbergit	$Ca\overset{II}{Fe}(SiO_3)_2$,
Ägirin	$Na\overset{III}{Fe}(SiO_3)_2$,
Spodumen	$LiAl(SiO_3)_2$.

Alle krystallisieren monoklin (es wird später gezeigt werden, daß die gewöhnlich als rhombisch beschriebenen Enstatitkrystalle zu dem sicher monoklinen, künstlich dargestellten Magnesiummetasilicat im Verhältnis der Polysymmetrie stehen) und zeigen nahestehende krystallographische Constanten und Analogien in den Formenreihen. Man hat also in diesen Mineralien ein vortreffliches Material für morphotropische Untersuchungen, und das Ziel vorliegender Arbeit ist es, die morphotropischen Beziehungen dieser Mineralien genau zu studieren. Die übrigen Glieder der Reihe der monoklinen Pyroxene (Schefferit, Augit usw.) wurden nicht in den Kreis der Untersuchung gezogen, weil sie complicierte Mischungen darstellen, welche für morphotropische Untersuchungen gegenwärtig nicht tauglich sind.

1) Ägirin und Spodumen können bekanntlich auch als Salze einer Ferri- resp.

Alumokieselsäure $H\overset{III}{R}Si_2O_6$ betrachtet werden.

Groth, Zeitschrift f. Krystallogr. XLVI.

Um für die chemische Krystallographie wichtige Resultate zu erhalten, ist es nötig, die einfachen und relativ reinen Verbindungen zu studieren. Es ist daher sehr zu bedauern, daß in den meisten Handbüchern, wie z. B. in jenem von Hintze, die Krystallformen usw. der verschiedenen Pyroxene, vom Diopsid bis zum Augit, zusammengemischt behandelt werden. Eine merkwürdige und sehr erwähnenswerte Ausnahme bildet die beschreibende Mineralogie von Prof. W. Vernadsky¹⁾, d. h. ein Buch, welches wegen der zahlreichen originellen Anschauungen wirklich verdient, besser und allgemeiner bekannt zu werden.

Die vorliegende Arbeit wurde im mineralogischen Institute der Universität München anfangs Juli 1907 begonnen. Es ist für mich eine angenehme Pflicht, meine herzliche Dankbarkeit Herrn Prof. von Groth für seine freundliche Unterstützung, welche er mir während der ganzen Arbeit bewährte, und für die Liberalität, mit welcher er mir das Material der Münchener Staatssammlung zur Verfügung stellte, auszusprechen.

I.

Die Enstatitgruppe.

Eine vielfach bestrittene Frage ist jene der Beziehungen, welche zwischen Enstatit—Hypersthen und den monoklinen und triklinen Gliedern der Pyroxengruppe bestehen. Da die Verbindungen $MgSiO_3$, $FeSiO_3$, $MnSiO_3$, $CaSiO_3$ in zwar verschiedenen Mengen in allen Pyroxenen (rhombischen, monoklinen und triklinen) enthalten sind, so schloß Groth²⁾, daß diese Verbindungen Isotrimorphie zeigen. Brögger³⁾ und Hintze⁴⁾ nahmen diese (frühere) Ansicht Groths nicht an und glaubten, daß jedem der oben erwähnten Metasilicate nur eine eigene Krystallstruktur zukommt ($MgSiO_3$ nur rhombisch, $CaSiO_3$ nur monoklin, $MnSiO_3$ nur triklin, usw.); die Pyroxengruppe sollte eine morphotropische Reihe darstellen. Gewöhnlich wurden Enstatit und Hypersthen als isomorph mit der Diopsidreihe betrachtet.

Retgers⁵⁾ bekämpfte sehr energisch die letztere Ansicht über den Isomorphismus von Enstatit und Diopsid-Hedenbergit, indem er ganz richtig bemerkte, daß Diopsid und Hedenbergit als Doppelsalze zu betrachten sind, und als solche können sie nicht mit ihren Componenten isomorph sein, sondern zu den letzteren nur im Verhältnis der Morphotropie stehen. Retgers widerlegte auch die Brögger-Hintzesche Auffassung der Pyroxen-

1) Лекции описательной минералогии. Москва 1899.

2) Tabellarische Übersicht der Mineralien 1889, 136.

3) Diese Zeitschr. 1885, 10, 500.

4) Verhandl. d. nat. Ver. Bonn 1884, 261. Ref. diese Zeitschr. 11, 158.

5) Beiträge zur Kenntnis des Isomorphismus. XI. Zeitschr. f. phys. Chemie 1893, 16, 614.

gruppe und fand die oben angegebene Grothsche Erklärung viel annehmbarer.

Die schon an sich verwickelten Verhältnisse waren auch durch die Tatsache compliciert, daß das künstlich nach verschiedenen Methoden dargestellte Magnesiummetasilicat meist nicht rhombisch, sondern monoklin krystallisiert¹⁾. Diese Erscheinung wurde ganz allgemein als ein Dimorphiefall erklärt. Im Jahre 1904 veröffentlichte Groth²⁾ eine ganz abweichende Ansicht, indem er die rhombische und monokline Form der Verbindung $MgSiO_3$ (und der analogen $FeSiO_3$ usw.) in das Verhältnis der Polysymmetrie stellte. In der Tat sind die künstlichen und natürlichen monoklinen Krystalle von $MgSiO_3$ immer pseudorhombische, lamellar zusammengesetzte Zwillinge, und die rhombischen Enstatitkrystalle besitzen die Form, welche resultiert, wenn diese Zwillingslamellen submikroskopisch werden, wie Groth bemerkte. Die Grothsche Auffassung war eine sehr willkommene und glückliche Vereinfachung, doch nach wenigen Jahren erschien eine Arbeit von E. T. Allen, F. E. Wright und J. K. Clement³⁾ über die Mineralien, welche die Zusammensetzung $MgSiO_3$ besitzen. Diese Forscher wollen den Beweis geliefert haben, daß die Verbindung $MgSiO_3$ tetramorph ist (zwei rhombische und zwei monokline Modificationen, welche resp. den Pyroxen- und den Amphibolgruppen entsprechen). Die rhombische und die monokline Modification, welche zur Pyroxengruppe gehören, sollten monotrop sein.

Ehe die Frage der Relationen zu discutieren ist, welche zwischen Enstatit und dem monoklinen $MgSiO_3$ stattfinden, halte ich es nicht für nutzlos, einiges über die Bedeutung der Polysymmetrie zu sagen, und dies um so mehr, als von verschiedenen Seiten Mißverständnisse darüber entstanden sind.

In dieser Schrift wird die Bezeichnung »Polysymmetrie« im Sinne Groths⁴⁾ angewendet, in welchem sie dem »Dimorphismus apparent« Mallards⁵⁾ und der »Pseudosymmetrie« Wyruboffs⁶⁾ entspricht. Wir

1) Vor kurzem wurden monokline Mineralien, welche sich der Zusammensetzung $MgSiO_3$ mehr oder weniger nähern, von Wahl ausführlich beschrieben. (Die Enstatitaugite, Tschermaks min.-petrogr. Mitt. 1907, **26**, 1.)

2) Einleitung in die chemische Krystallographie, S. 7.

3) Amer. Journ. Science 1906, **22**, 333. Ausz. diese Zeitschr. **44**, 537. An letzterer Stelle wurde bemerkt, daß die Berechnung der Krystalle des Magnesiumpyroxens unrichtig sei. Darauf teilte Hr. Wright dem Unterzeichneten eine Anzahl Correctionen seiner Arbeit mit, nämlich die S. 15 Anmerk. 1) und 2) angegebenen, sowie die Angaben, daß die Ebene der optischen Axen nicht parallel, sondern senkrecht zu {010} sei.

P. Groth.

4) Einleitung in die chemische Krystallographie.

5) Bulletin soc. minér. de la France 1882, **5**, 232.

6) Bulletin soc. franç. de minér. 1890, **13**, 277.

werden daher zwei Formen einer Substanz als polysymmetrisch bezeichnen, wenn die höher symmetrische aus submikroskopischen Zwillingsslamellen der niedrigen symmetrischen besteht. Es ist offenbar, daß man in diesem Falle keinen Dimorphismus und keine »Modificationen« hat: die Eigenschaften der höher symmetrischen Form sind aus jenen der anderen herleitbar. Die beiden Formen zeigen keine Verschiedenheit im spezifischen Gewichte, in der Löslichkeit usw.

Der erste, welcher diese Erscheinung richtig erkannte, war Mallard. Dieser geniale Forscher sprach nämlich zuerst aus, daß die rhomboëdrischen Penninkrystalle aus monoklinen Blättchen in Zwillingstellung bestehen, und daß Adular und Mikroklin keine dimorphen Modificationen der Verbindung $KAlSi_3O_8$, sondern daß diese Mineralien triklin sind und die scheinbaren monoklinen Adularkrystalle aus polysynthetischen, triklinen Lamellen bestehen. Diese Ansicht Mallards erhielt später eine glänzende Bestätigung, als Michel-Lévy zeigte, daß die optischen Eigenschaften des Orthoklases mit jenen eines submikroskopischen Zwillingsgebildes von Mikroklinlamellen übereinstimmen.

Die Polysymmetrie in dem oben erklärten Sinne hat mit der Polysymmetrie A. Scacchis nur eine sehr entfernte Verwandtschaft. Es ist dies ausdrücklich zu erwähnen, um Verwechslungen zu vermeiden¹⁾.

1) A. Scacchi, Sulla poliedria delle facce dei cristalli, Memorie R. Accad. delle Scienze di Torino 1862. Della polisimmetria dei cristalli, Memorie R. Accad. delle Scienze di Napoli 1863.

Die Ideen Scacchis wurden von zahlreichen Forschern nicht richtig verstanden. So schrieb Arzruni (Physikalische Chemie der Krystalle 1893) an zwei Stellen desselben Buches einmal (S. 24), daß die Polysymmetrie Scacchis ein Synonym für Polymorphismus sei, und das andere Mal (S. 74), daß die Polysymmetrie die geometrische Ähnlichkeit der verschiedenen Modificationen einer Substanz bedeutet. Nach Goßner (Untersuchung polymorpher Körper, diese Zeitschr. 1904, 38, 443) »hat Scacchi für dimorphe Substanzen, die krystallographisch ähnlich sind, die Bezeichnung Polysymmetrie gewählt«.

Die Ideen Scacchis waren dagegen ganz andere. Die Resultate seiner Untersuchungen haben keinen großen Einfluß auf die Wissenschaft ausgeübt, weil gerade die Beispiele, welche von ihm ausführlicher behandelt wurden, anders zu deuten waren, und diese Tatsache ließ die ganze Arbeit vernachlässigen. Und dies ist zu bedauern, weil die Arbeit über die Polysymmetrie in Wirklichkeit sehr wertvolle Ansichten enthält und ganz klar zeigt, daß Scacchi eine obwohl dunkle und unvollständige Idee der Polysymmetrie der späteren Forscher gehabt hat.

Die Scacchische Definition der Polysymmetrie ist folgende: »Die Polysymmetrie ist die Eigenschaft einiger Substanzen, dieselbe Krystallform mit verschiedenem Symmetriegesetze, in den Flächen, welche am einfacheren Typus gleichwertig sind, modifiziert und in einigen ihrer physikalischen Eigenschaften wesentlich verändert anzunehmen« (S. 6). Und am Ende der Arbeit (S. 117) schreibt Scacchi, daß die Polysymmetrie eine besondere Erscheinung sei, »durch welche die Flächensymmetrie

Die obige Bedeutung der Polysymmetrie ist so klar, daß es wenig wahrscheinlich erscheinen sollte, sie falsch zu verstehen. Letzteres ist der Fall betreffs der Einwände, welche von Wahl¹⁾ gegen die Grothschen Ansichten hervorgehoben wurden. Wahl bemerkte, daß die von Groth für die Polymorphie gegebene Definition nur für die enantiotropen umwandelbaren Modificationen gelte, und daß die Definition der Polysymmetrie auch für polymorphe Substanzen, deren Modificationen einander sehr ähnlich sind, gelte. Die zweite Hälfte der Definition sollte nach Wahl für die Fälle von Monotropie ebenfalls dienen. Diese Einwände sind nur erklärbar, wenn man annimmt, daß Herr Wahl das Büchlein Groths nicht genau gelesen hat. Wenn er dies getan hätte, hätte er wahrscheinlich die Grothsche Definition des Polymorphismus nicht kritisiert, weil er S. 17 eine kurze, aber genaue und klare Discussion des wahren Wertes der Unterscheidung von Enantiotropie und Monotropie gefunden haben würde, welche keine principielle ist, wie Ostwald 1885 ausdrücklich hervorhob und von Lehmann selbst später vermutet wurde.

Auch ist es offenbar, daß man eine Definition nicht beliebig in zwei

der Krystalle einer Substanz unter Beibehaltung derselben Form verändert wird und gleichzeitig auch andere physikalische Eigenschaften stark verändert werden.

Aus diesen Definitionen geht klar hervor, daß die Polysymmetrie Scacchis in Wirklichkeit von dem Polymorphismus scharf getrennt ist, weil ausdrücklich hervorgehoben wird, daß es sich immer um dieselbe Form handelt. Der Verf. selbst sagt (S. 7), daß die Polysymmetrie eine einfachere Erscheinung sei, als der Polymorphismus. Die Unterschiede, welche er zwischen diesen zwei Erscheinungen fand, sind aber, wie Arzruni bemerkte, sehr wenig wichtig. Es ist merkwürdig, daß Scacchi, von diesen nicht klaren und unvollständigen Gründen ausgehend, schloß, daß einige Mineralien nicht polymorph, sondern polysymmetrisch seien, und daß zahlreiche dieser Schlüsse erst viele Jahre später und ohne A. Scacchi zu erwähnen angenommen wurden. So betrachtete er als polysymmetrisch Orthoklas und Albit; die »rhombödrischen« und monoklinen Glimmer; die verschiedenen scheinbar regulären, tetragonalen oder rhombischen Formen des Harmotoms, Phillipsits, Gismondins; Leadhillit und Susannit usw.

In der Abhandlung über die Polysymmetrie äußerte A. Scacchi Ansichten, welche gestatten, den neapolitanischen Forscher als einen Vorläufer der modernen Krystallographen zu betrachten. Schon 1863 hat er z. B. geschrieben, daß die physikalischen Eigenschaften der Krystalle nicht als von den geometrischen Charakteren abhängig zu betrachten sind, sondern daß diese letzteren von tieferen und verborgenen physikalischen Eigenschaften herstemmen. Die Einteilung der Krystalle in Gruppen oder Systeme, welche durch ihre geometrischen Charaktere bestimmt sind, betrachtete Scacchi nicht minder künstlich als die sexuelle Methode der Botaniker; er sagte selbst, daß eine solche Einteilung ursprünglich zu dem Fortschritte der Wissenschaft beigetragen habe, aber jetzt (1863) diese Fortschritte hemme, so daß sie durch natürlichere und passendere Methoden zu ersetzen sei.

1) Analogien zwischen Gliedern der Pyroxen- und Feldspatgruppen und über die Perthitstructuren. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societens Förhandlingar 1906—1907, Nr. 2.

Hälften teilen kann, wenn anders eine Definition für irgend eine Erscheinung dienen soll! Es ist genügend, die Grothsche Definition zu lesen, um zu erkennen, daß die zweite Hälfte nicht von der ersten trennbar ist.

Was die Ansicht Wahls betrifft, daß die Grothsche Definition der Polysymmetrie auch für polymorphe Substanzen anwendbar ist, deren Modificationen sehr ähnlich sind, bemerke ich, daß Herr Wahl zu dieser Folgerung kommt, weil er die von Groth als polysymmetrisch betrachteten Substanzen für polymorphe erklärt. So betrachtet Herr Wahl Mikroklin und Orthoklas als »zwei verschiedene Modificationen, die einander äußerst ähnlich sind«. Ich glaube nicht, hier diese Meinung Wahls ausführlich bekämpfen zu müssen, was vielleicht nicht schwer sein würde; ich will nur einige Bemerkungen äußern, um den Begriff der Polysymmetrie zu verteidigen, weil ich in dieser Arbeit ihn anwenden muß.

Ich gebe hier die Tabelle wieder, welche nach Wahl die wichtigsten Eigenschaften von Orthoklas und Mikroklin enthält.

Spec. Gewicht:	Orthoklas = 2,54—2,56. Mikroklin 2,54—2,57.
Brechungsindices:	Orthoklas $\alpha = 1,519$, $\beta = 1,523$, $\gamma = 1,525$. Mikroklin $\alpha = 1,519$, $\beta = 1,523$, $\gamma = 1,525$.
Doppelbrechung:	Orthoklas $\gamma - \alpha = 0,006—0,008$; $\gamma - \beta =$ $0,002—0,003$; $\beta - \alpha = 0,004—0,005$. Mikroklin $\gamma - \alpha = 0,0065$; $\gamma - \beta = 0,0025$; $\beta - \alpha = 0,004$.
Auslöschungsschiefe:	Orthoklas auf (004) = 0° , auf (010) = $3^\circ—7^\circ$. Mikroklin - (004) = 17° , - (010) = $4,5^\circ—7^\circ$.
Axenwinkel $2V$	Orthoklas $69^\circ—84^\circ$. Mikroklin $71^\circ—84^\circ$.

Schon aus dieser Tabelle geht es ganz klar hervor, daß nicht die Rede von zwei »äußerst ähnlichen Modificationen« sein kann, weil wir eine vollkommene Identität in den betrachteten Eigenschaften haben. Wenn wir hinzufügen, daß Orthoklas und Mikroklin krystallographisch vollkommen identisch sind (denn auch an »monoklinen« Sanidinkrystallen sind die Winkel (004):(010) und (010):(100) mehr oder weniger von 90° verschieden, und es finden auch andere Winkelabweichungen von der monoklinen Symmetrie statt) und genau dieselben Spaltbarkeiten besitzen (an zahllosen optisch als monoklin erkannten Orthoklasen wurde die Spaltbarkeit nur nach {110} oder {1 $\bar{1}$ 0} oder nach beiden Flächenpaaren aber mit verschiedener Vollkommenheit beobachtet), so können wir mit voller Sicherheit schließen, daß diese Mineralien vollkommen identisch sind. Nur in der Auslöschungsschiefe auf (004) besteht ein Unterschied, aber dieser einzige Unterschied genügt nicht, um zwei Mineralien zu trennen und um

von einer Dimorphie zu sprechen. Man kann wohl annehmen, daß die Differenzen in den physikalischen Eigenschaften der heteromorphen Modificationen einer Verbindung klein sein können; der Unterschied kann aber nicht gleich Null sein. Und übrigens muß immer eine Verschiedenheit in der Krystalstructuren bestehen, um von Polymorphie zu sprechen.

Die Untersuchungen von E. T. Allen, W. P. White und F. E. Wright¹⁾ über Wollastonit und Pseudowollastonit haben ergeben, daß, obwohl diese zwei Modificationen näherstehende physikalische Eigenschaften besitzen, als es gewöhnlich bei polymorphen Modificationen der Fall ist, sie doch bedeutende Differenzen ebenso im spezifischen Gewichte, wie in der Doppelbrechung (0,015 Wollastonit, 0,025—0,035 Pseudowollastonit) zeigen. Man könnte daher schon auf Grund dieser physikalischen Eigenschaften die zwei Modificationen genügend scharf trennen, und wenn wir zu diesen Tatsachen noch hinzufügen, daß diese zwei Modificationen kristallographisch ganz verschieden sind, so können wir mit Sicherheit schließen, daß die wahren polymorphen Modificationen auch in den ungünstigsten Fällen immer scharfe Unterscheidungsmerkmale zeigen.

Wenn die Ideen Wahls angenommen würden, wäre es leicht vorauszusetzen, daß fast alle Mineralien zahlreiche »sehr nahestehende polymorphe Modificationen« zeigen werden. So müßte man z. B. rhombische, monokline und, wenn man will, trikline Prehnitmodificationen, monokline und trikline Chloritoidmodificationen, tetragonale und rhombische Edingtonitmodificationen usw. durch die ganze Mineralogie unterscheiden!

Es scheint mir zur Genüge bewiesen zu sein, daß, wenn »die Existenz der sogenannten Polysymmetrie wenig sicher begründet scheint« (Wahl S. 9), die Existenz der »äußerst nahestehenden Modificationen« Wahls unvergleichlich weniger begründet ist.

Kehren wir jetzt zur Arbeit von Allen, Wright und Clement zurück.

Von den vier Modificationen, in welchen die Verbindung $MgSiO_3$ nach diesen Forschern auftreten kann, werden wir hier nur die zwei besprechen, welche zur Pyroxengruppe gehören, d. h. den rhombischen und den monoklinen Pyroxen, wie sie von Allen, Wright und Clement genannt werden²⁾.

Daß es sich um zwei polymorphe Modificationen handelt, wird von

1) Americ. Journ. Sc. 1906, **21**, 89. Ref. diese Zeitschr. **44**, 334.

2) Es ist nutzlos, hier die vor den amerikanischen Forschern festgestellten Eigenschaften des monoklinen Pyroxens $MgSiO_3$ zu erwähnen, weil sie in verschiedenen Werken schon genau zusammengestellt sind (vergl. Wahl, Die Enstatitaugite, Tschermaks miner. u. petrogr. Mitt. 1907, **26**, 103, und Groth, Chemische Krystallographie **2**, 235). Für den monoklinen Pyroxen $MgSiO_3$ hat Wahl die Bezeichnung Klinoenstatit vorgeschlagen.

den amerikanischen Forschern ohne eingehende Discussion der Grothschen Ansichten behauptet. Sehen wir, ob diese Meinung gut begründet ist.

Beginnen wir mit den krystallographischen Eigenschaften. Wie dies für die von Ebelmen, Fouqué und Michel-Lévy, Vogt, Wahl usw. dargestellten Krystalle von monoklinem *Mg*-Pyroxen der Fall ist, sind auch die von Allen, Wright und Clement erhaltenen Krystalle immer polysynthetisch verzwillingt nach {100}. Wright, von welchem die krystallographische Untersuchung herrührt, sagt selbst, daß diese Verzwillingung charakteristisch zu sein scheint und daß man oft bei gekreuzten Nicols eine innige Ähnlichkeit mit den polysynthetischen Plagioklaszwillingen nach dem Albitgesetze beobachtet. Die von Wright gemessenen Krystalle waren sehr klein und die Endflächen schlecht ausgebildet. Nach Wright ist der monokline *Mg*-Pyroxen in der Zone [001] homöomorph mit dem Enstatit; die *c*-Axen beider Verbindungen sollten dagegen recht verschieden sein. Wright gibt folgende Zusammenstellung:

<i>Mg</i> -Pyroxen	$a:b:c = 1,033 : 4 : 0,77 \pm 0,4,$
Enstatit	$1,0308 : 4 : 0,5885,$
Diopsid	$1,0934 : 4 : 0,5894.$

Sonderbar ist es, daß Wright für den monoklinen *Mg*-Pyroxen und für den Diopsid auf den Winkel β kein Gewicht legt.

Der Unterschied in den *c*-Werten für *Mg*-Pyroxen und Enstatit wäre sehr wichtig, aber er beruht nur auf Rechnungsfehlern, wie dies schon von Wahl bemerkt wurde, welcher für *c* Werte zwischen 0,58 und 0,61 schwankend aus einigen der Wrightschen Winkel berechnete. Daß dieser Unterschied nicht existiert, geht auch aus der Tatsache hervor, daß Wahl an den Krystallen des *Mg*-Pyroxen aus dem Chondrit von Mezö-Madarász fand, daß »die Winkel von derselben Größe wie bei den monoklinen Pyroxenen überhaupt« sind.

Ich habe versucht, aus den von Wright mitgeteilten Zahlen ein brauchbares Axenverhältnis zu berechnen, was nicht leicht ist, weil die Tabelle Wrights wegen der zahlreichen Druck- und Beobachtungsfehler nur geringes Vertrauen verdient.

Von den Positionswinkeln der Endformen habe ich nur jene benutzt, welche Formen entsprechen, die nicht mit Fragezeichen versehen sind. Man hat dann:

φ	ϱ		
(111) = $43^{\circ} 29'$	$39^{\circ} 58'$	$p_0' + e' = 0,57674$	$q_0' = 0,6084$
(121) $24 \ 58$	$52 \ 41$	$0,54384$	$0,5840$
(101) $90 \ 0$	$29 \ 9$	$-p_0' + e' = 0,55774$	—
(111) $46 \ 52$	$40 \ 21$	$0,61999$	$0,58084$
(121) $28 \ 30$	$53 \ 10$	$0,63706$	$0,4002$

Diese Zusammenstellung zeigt, daß die Positionswinkel Wrights unter sich in Widerspruch stehen, weil sie zu sehr verschiedenen Werten für $p_0' + e'$ und q_0' führen. ($\overline{121}$) habe ich von den weiteren Rechnungen ausgeschlossen, weil die aus seinen Positionswinkeln erhaltenen Werte für $-p_0' + e'$ und q_0' von den anderen stark abweichen, so daß wohl Fehler in der Messung vorliegen. Aus den übrigbleibenden Werten folgt $a = 1,028$, $c = 0,594$, $\beta = 90^\circ 49'$. Von den Prismenflächen ist nur $\{110\}$ brauchbar, welche nach Wright gute und übereinstimmende Messungen lieferten: aus $\varphi 44^\circ 4'$ folgt $a = 1,0334$. Wenn wir für a diesen Wert annehmen, so erhalten wir endlich

$$a : b : c = 1,0334 : 1 : 0,594; \beta = 90^\circ 49'.$$

Dieses Axenverhältnis steht jenem des Enstatit ($a : b : c = 1,0308 : 1 : 0,5885$ nach v. Lang) sehr nahe und die Differenzen sind viel kleiner als die Unsicherheit in den Messungen Wrights¹⁾, wie dies folgende Tabelle zeigt, welche die für Enstatit und »Klinoënstatit« berechneten wichtigsten Winkel enthält.

Krystalle von Wright.		
Ber. nach dem von mir angenommenen		Enstatit-Hypersten
Axenverhältnisse:	Gemessen:	(nach vom Rath):
(010) : (110) = $44^\circ 4'$	$44^\circ 4'$	$44^\circ 10'$
(010) : (120) 25 49	23 7	25 $54\frac{1}{4}$
(010) : (130) 47 53	47 56	47 $56\frac{1}{2}$
(010) : (210) 62 44	66 54	62 46
(010) : (310) 74 0	70 44	74 $3\frac{1}{2}$
(001) : ($\overline{111}$) 39 47	40 24	39 $47\frac{1}{4}$
(010) : ($\overline{111}$) 62 $56\frac{1}{2}$	—	62 $59\frac{1}{4}$
(010) : (111) 63 44	—	62 $59\frac{1}{4}$
(001) : (111) 38 49	38 58^2)	39 $47\frac{1}{4}$
(001) : ($\overline{101}$) 29 38	29 9	29 41
(001) : (121) 52 6	52 11	52 $32\frac{1}{2}$

1) In der Arbeit Wahls (Öfversigt af Finska Vetenskaps-Soc. Förh. usw.) findet sich eine Berichtigung der Angaben Wrights auf Grund einer brieflichen Mitteilung von Wright selbst. Als corrigiertes Axenverhältnis gibt Wright:

$$a : b : c = 1,033 : 1 : 0,60 \pm 0,045; \beta = 88^\circ.$$

Es ist aber zu bemerken, daß die Unsicherheit in dem Werte von c viel größer als 0,045 ist, wie es aus den oben angegebenen Rechnungen hervorgeht. In seiner neuen Tabelle werden die Positionswinkel von $\{111\}$ und $\{121\}$ den Formen $\{\overline{111}\}$ und $\{\overline{121}\}$ zugeschrieben, so daß die in der Originalabhandlung als positiv betrachteten Formen negativ werden und umgekehrt. $\{\overline{101}\}$ ist unverändert. Auf eine neue Berechnung auf Grund dieser (definitiven?) Correcturen habe ich verzichtet, weil die angegebenen Winkel unverändert sind und daher, wie es schon gezeigt wurde, mit einander in Widerspruch stehen.

2) Nach Privatmitteilung von Wright (s. S. 3 Anm.). Im Original steht $39^\circ 58'$.

Krystalle von Wright.			
Ber. nach dem von mir angenommenen		Enstatit-Hypersten	
Axenverhältnisse:		Gemessen:	(nach vom Rath):
$(010):(\bar{1}21) = 44^{\circ}45'$	—	—	$44^{\circ}26'$
$(001):(\bar{1}21) \quad 52 \quad 32$	—	$53^{\circ}10'$	$52 \quad 32\frac{1}{2}$
$(010):(\bar{1}21) \quad 44 \quad 24$	—	—	$44 \quad 26$

Die von Wright beobachteten Formen sind: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$?, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $l\{250\}$? (später richtig in $\{130\}$ umgewandelt), $k\{310\}$?, $o\{111\}$, $i\{121\}$, $p\{101\}$, $s\{111\}$, $e\{121\}$, $\{103\}$? und $\{103\}$?. Alle diese Formen, mit Ausnahme der ganz unsicheren $\{103\}$ und $\{103\}$, sind am Enstatit und Hypersten bekannt. Auch die Ausbildung der Krystalle entspricht jener zahlreicher Hypersthene, wie dies aus der Fig. 3 der Wrightschen Arbeit klar hervorgeht. Wenn wir das Gesagte resumieren, so können wir schießen, daß der monokline *Mg*-Pyroxen und der Enstatit krystallographisch so ähnlich sind, daß geometrisch eine Unterscheidung nahezu unmöglich ist.

Zu dem Gesagten ist noch hinzuzufügen, daß die sehr nahe krystallographische Übereinstimmung von »rhombischem« Enstatit-Hypersten und monoklinem Klineenstatit durch die Tatsache bedeutend erhöht ist, daß die Krystalle der Mineralien der Enstatit-Hypersthenreihe sehr oft einen monoklinen Habitus besitzen. Als vom Rath¹⁾ den sogenannten Amblystegit entdeckte, glaubte er anfangs, daß die Krystalle monoklin wären und bezog sie auf die Form des Augit, weil diese Krystalle nicht selten so verzerrt sind, »daß die auf der einen Seite der Axenebene (ac) liegenden Endigungsflächen mehr ausgedehnt sind als die anderen, welche auch wohl fast ganz zurücktreten«. Noch ausgesprochener tritt diese Erscheinung an den großen Enstatitkrystallen von Kjørrestad auf, welche Brögger und vom Rath²⁾ untersuchten. Diese Forscher schrieben, daß die Endflächen nur in seltenen Fällen eine deutliche rhombische Symmetrie erkennen lassen; meist sind sie mehr oder weniger deformiert und bieten pseudomonoklines Aussehen dar. Und in diesem Falle beschränkt sich die Störung nicht auf die Flächenverteilung, sondern erstreckt sich auch auf die Winkel, welche selbst bedeutende Abweichungen von den Forderungen des rhombischen Systems zeigen. Brögger und vom Rath sagten selbst: »Hat man nur einen oder wenige dieser deformierten Krystalle vor Augen, so ist es schwer, an ihren rhombischen Charakter zu glauben...« Also zwei berühmte und geübte Krystallographen, wie Brögger und vom Rath, konnten nur mit großer Mühe jeden Zweifel über die äußere Form der Krystalle von Kjørrestad beseitigen und zu einer befriedigenden Zurück-

¹⁾ Pogg. Ann. 1869, 138, 269.

²⁾ Diese Zeitschr. 1877, 1, 18.

führung derselben auf die Enstatitform gelangen. Selbst die optische Untersuchung Des Cloizeauxs, welche Brögger und vom Rath als Bestätigung des rhombischen Systems ihrer Krystalle anführten, schließt nicht mit Sicherheit das monokline System aus. In der Tat fand Des Cloizeaux an einer zur Kante [001] senkrechten Platte:

Rechte Hyperbel zur Normalen	37° 30'
Linke - - -	44 0

d. h., die spitze Bisectrix ist nicht genau der Kante [001] parallel (natürlich, wenn die Platte genau hergestellt war).

Betrachten wir nun die physikalischen Eigenschaften von Enstatit und Klinkenstatit. Nach Allen, Wright und Clement sollen diese Substanzen eine ziemlich bedeutende Abweichung im spezifischen Gewichte zeigen (3,175 rhombisch, 3,192 monoklin). Der Unterschied, wenn wirklich existierend, wäre in keiner Weise in Übereinstimmung mit der Polysymmetrie beider Formen zu bringen. Es ist aber leider zu bemerken, daß man auf die spezifischen Gewichtsbestimmungen der genannten amerikanischen Forscher kein allzu großes Vertrauen setzen kann. Es genügt, zu erwähnen, daß sie für den Wollastonit Werte zwischen 2,876 und 2,916 schwankend fanden. Daß die von ihnen für die zwei Formen des $MgSiO_3$ gegebenen Werte des spezifischen Gewichtes nicht sicher sind, geht aus folgendem Versuche hervor. Bekanntlich ist der Enstatit aus dem Meteoriten von Bishopville sehr rein; die Analyse von L. Smith¹⁾ erlaubte nur die Anwesenheit sehr geringer Mengen von Calcium, Eisen und Alkalien zu erkennen und wurde von Rammelsberg²⁾ bestätigt. Nach Wright enthält dieser Enstatit monokline Blättchen des Klinkenstatit; ich habe aber auch kleine Proben gefunden, welche von diesen Blättchen frei sind. An einigen dieser kleinen Stückchen bestimmte ich das spezifische Gewicht mittels der Schwebemethode bei Anwendung von Methylenjodid + Toluol und fand bei + 22° C. 3,190, d. h. einen Wert, welcher mit jenem übereinstimmt, welchen Allen, Wright und Clement für die monokline Verbindung angegeben haben. Es ist also erwiesen, daß kein nennenswerter Unterschied zwischen den spezifischen Gewichten von Enstatit und Klinkenstatit vorhanden ist (wenigstens nach den vorliegenden Daten).

Und die Übereinstimmung in den Eigenschaften dieser behaupteten polymorphen Modificationen geht noch weiter. Wright gibt für die Brechungsindices, nach der nicht sehr genauen Methode von Schroeder van der Kolk bestimmt, folgende Werte:

$$\begin{array}{l} \text{Klinkenstatit} \qquad \qquad \alpha = 1,647 \pm 0,003; \quad \beta = 1,652 \pm 0,003; \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \gamma = 1,658 \pm 0,003. \end{array}$$

1) Amer. Journ. Sc. 1864, 38, 225.

2) Mineralchemie 1875, 382.

Enstatit von Bishopville $\alpha = 1,650 \pm 0,003$; $\beta = 1,653 \pm 0,003$;
 $\gamma = 1,658 \pm 0,003$.

Künstlicher Enstatit $\alpha = 1,640 \pm 0,004$; $\beta = 1,646 \pm 0,004$;
 $\gamma = 1,652 \pm 0,004$.

$\gamma - \alpha = 0,01$ in allen drei Fällen.

Es ist offenbar, daß alle diese Werte als innerhalb der Fehlergrenzen identisch zu betrachten sind, besonders was den Enstatit von Bishopville und den Klinkoënstait betrifft. Die kleinen Unterschiede in den Werten für den künstlichen Enstatit können durch eine geringere Genauigkeit in der Messung erklärt werden; in der Tat schätzt Wright selbst in diesem Falle die Unsicherheit auf $\pm 0,004$, statt auf $\pm 0,003$ wie in den beiden anderen Fällen.

Wir gelangen also zu dem Resultate, daß Enstatit und Klinkoënstait äußerst nahestehende Krystallformen, gleiche Spaltbarkeitsverhältnisse, gleiches spec. Gewicht, gleiche Brechungsindices besitzen. Fügen wir noch hinzu, daß kein bestimmter Umwandlungspunkt zwischen diesen zwei behaupteten polymorphen Modificationen existiert, so entsteht die Frage, wo die Unterscheidungsmerkmale dieser »Modificationen« zu finden sind.

Ich habe schon oben die Meinung geäußert, daß die verschiedene Auslöschungsschiefe nicht genügt, um polymorphe Modificationen zu unterscheiden. Ich kann noch bemerken, daß selbst die schiefe Auslöschung des Klinkoënstait die Grothsche Ansicht der Polysymmetrie unterstützt. In der Tat ist die Auslöschungsschiefe auf (010) im künstlichen, reinen Klinkoënstait nicht constant. An den Präparaten von Ebelmen und an den ihrigen bestimmten Fouqué und Michel-Lévy $c:c = 28^\circ$; Wright fand an seinen Krystallen Werte zwischen $19,5^\circ$ und $24,5^\circ$ schwankend, Wahl an einem von ihm dargestellten Präparate einen viel kleineren Wert, nämlich $13,5^\circ$. Und diese Veränderlichkeit der Auslöschungsschiefe ist in vollkommenem Einklange mit der Polysymmetrie, weil es natürlich ist, daß je nach der von der Verzwillingung hervorgerufenen Compensation eine mehr oder minder große Annäherung an die rhombischen Charakteristiken stattfinden muß.

Nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse können wir also schließen, daß Enstatit und Klinkoënstait keine polymorphen Modificationen darstellen¹⁾.

Um die topischen Parameter des Klinkoënstait zu berechnen, werden wir das oben berechnete Axenverhältnis zugrunde legen und für das spec. Gewicht den Wert 3,19. Um einen Vergleich mit Diopsid, Hedenbergit, Ägirin und Spodumen zu ermöglichen, ist die doppelte Formel

1) Mit dem Gesagten sind auch meiner Ansicht nach die Einwände widerlegt, welche Wahl (Öfv. af Finska Vet.-Soc. Förh. usw.) gegen die Grothschen Ansichten über die Pyroxengruppe geäußert hat.

$Mg_2Si_2O_6$ anzunehmen. Ich habe allerdings ein ausgesprochenes Mißtrauen gegen diese willkürliche, auf keinen sicheren Tatsachen beruhende theoretische Annahme, und ich erkenne an, daß kein Beweis vorliegt, daß die Formel des Klineenstatit $Mg_2Si_2O_6$ ist; eine solche Formel wird hier nur angenommen, um die morphotropischen Verhältnisse näher studieren zu können.

Mit diesen Voraussetzungen erhalten wir:

Spec. Gew.:	Mol.-G.:	Vol.:	χ	ψ	ω
3,49	204,52	63,47	4,850	4,695	2,775

Die krystallographische Aufstellung.

Um die verschiedenen Glieder der Reihe der monoklinen Pyroxene mit dem Enstatit-Hypersthen vergleichen zu können, ist es nötig, für alle eine jener der letzteren analoge Aufstellung anzuwenden. Diese ist die pseudorhombische sogenannte Tschermak-Grothsche¹⁾ Aufstellung. Es ist sicher, daß diese Aufstellung verschiedene Nachteile für die monoklinen Pyroxene zeigt, vor allem eine größere Complication der Symbole, so daß von Fedorow²⁾ zum Schlusse kam, daß sie für die monoklinen Pyroxene ausgeschlossen sei. Schon seit verschiedenen Jahren bemerkte Flink³⁾ gegen diese Aufstellung, daß je nach dem Eisengehalte der Winkel β Werte erhält, welche bald größer, bald kleiner als 90° sind. Die Basis wird also bald nach vorn, bald nach hinten gerichtet. Diese Bemerkung Flinks ist ganz richtig, besitzt aber einen geringen Wert, weil es an verschiedenen isomorphen Reihen beobachtet wurde, daß der Ersatz eines Atoms durch ein anderes ähnliche Verschiebungen in der Richtung einiger Flächen, z. B. der Basis bedingt, wie dies bei den fast reinen und den eisenreichen Diopsiden der Fall ist. Von bedeutenderer Wichtigkeit sind die Studien von Fedorows darüber, so daß es sicher ist, daß bei der Beschreibung der monoklinen Pyroxene die gewöhnliche Aufstellung oder die andere pseudokubische von von Fedorow vorgeschlagene entschieden den Vorzug verdienen; in den chemisch-krystallographischen Vergleichen ist dagegen die Tschermak-Grothsche anzuwenden, durch welche die unverkennbare nahe Verwandtschaft des Enstatitcomplexes mit dem des Diopsids⁴⁾ und der anderen monoklinen Glieder der Pyroxenreihe am besten hervortritt.

Der Enstatit muß natürlich so aufgestellt werden, daß an ihm $a:b > 1$ wie bei den monoklinen Pyroxenen ist.

1) Von Tschermak vorgeschlagen, von Groth angenommen (Tabellarische Übersicht 1882, 102).

2) Diese Zeitschr. 1901, 34, 153.

3) Diese Zeitschr. 1886, 11, 484.

4) Diese Verwandtschaft kommt sehr gut zutage, wenn man die sphärischen Coordinaten beider Mineralien vergleicht, wie dies v. Fedorow machte (Курсъ кристаллографіи, С.-Петербургъ 1901, 410).

Enstatit und Hypersthen.

Diese beiden Mineralien getrennt zu behandeln, war nicht ratsam, weil von Enstatit nur sehr wenige Vorkommen untersucht worden sind, welche fast alle bedeutend eisenhaltig sind und eine kontinuierliche Reihe zwischen $MgSiO_3$ und $FeSiO_3$ in der Natur vorkommt.

Hier folgen die wichtigsten Literaturangaben über 23 Fundorte dieser Mineralien.

1. Laacher See. vom Rath (Pogg. Ann. 1869, **138**, 269): *abmnheou*.
 2. Bodenmais. Becke (Tscherma's min. petr. Mitt. N. F. **3**, 64):
abcmnhkteou.
 3. Pokhausz-Berg. Schmidt (diese Zeitschr. 1887, **12**, 97): *abcm en*.
 4. Aranyer-Berg. Krenner (- - 1884, **9**, 255): *abcm oi*.
 5. Malnas. Schmidt (- - 1885, **10**, 246): *abmtkui*.
 6. Mont Dore. Des Cloizeaux (Minéralogie, 1874, **2**, XVIII):
abcmhkouei.
vom Rath (Pogg. Ann. 1874, **152**, 27): *abcmxhkldoue i*.
Oebbecke (diese Zeitschr. 1886, **11**, 367): *abcmx di*.
Busz (diese Zeitschr. 1890, **17**, 554): *abmhkχdoueyiξ*.
 7. Ischia. Rosenbusch (Ref. diese Zeitschr. **33**, 653): *am q dj*.
 8. Snarum. Brögger und Reusch (Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges. 1875, **27**, 683): *abcmkloe*.
 9. Kjørrestad. Brögger und vom Rath (diese Zeitschr. 1877, **1**, 18):
abm φ γ q k τ ε σ e.
 10. Demawend. Blaas (Tscherma's min. petr. Mitt. N. F. 1880, **3**, 479;
Ref. diese Zeitschr. **7**, 95): *abmu i*.
 11. Krakatau. Retgers (bei Verbeek, Krakatau; Batavia 1884, 247):
abmo ei.
 12. Peel Island. Kikuchi (Journ. of the Coll. of Sc., Imp. Univ. Japan,
Tokyo 1889, **3**, 67; Ausz. diese Zeitschr. **20**, 287): *abme i*.
 13. Sta Maria Guatemala. Bergeat (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1903,
112; Ausz. diese Zeitschr. **41**, 643): *abmq?δ?e* (vermutlich
auch *o* und *i*).
 14. Anoritok. Bøggild (Mineralogia groenlandica 1905, 366): *abme*.
 15. Karaakungnait. Bøggild (ebenda 368): *abme*.
 16. St. Christopher. Fels (diese Zeitschr. 1903, **37**, 455): *abmn oe i ξ*.
 17. Neue Hebriden. Hansel (Ref. diese Zeitschr. **38**, 204): *abme*.
- In den Meteoriten.
18. Manegaon. Maskelyne (Phil. Trans. 1870, **160**, 242): *bcm g*.
 19. Bustee. - - - - -): *abmg d?*.
 20. Breitenbach. von Lang (Pogg. Ann. 1870, **139**, 345):
abcm ζ n q η x δ λ t g v q k d f o x u p r e y i s π ψ ξ.

21. Richtersgrün. Weisbach (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1882, 2, 253;
Ausz. diese Zeitschr. 8, 539): $abc m n x \lambda k o u e y i \xi$.
22. Lodran. von Lang bei Tschermak (Pogg. Ann. 1870, 140, 324):
 $a b m \alpha \beta \lambda$.
23. Bendegó. Hussak (Ref. diese Zeitschr. 30, 398): $ab m c o$.

Aus der folgenden Tabelle ist die Verbreitung der bis jetzt am Enstatit-Hypersthen beobachteten Formen ersichtlich.

Buchstaben	Symbol	Erster Beobachter	Verbreitung
a	*{010}	vom Rath	Alle mit Ausnahme von 18
b	*{100}	- -	- - - - 7
c	*{001}	v. Lang	2-3-4-6-8-18-20-21-23
m	*{110}	vom Rath	Alle
α	{320}	v. Lang	22
ζ	{530}	-	20
n	*{210}	vom Rath	1-2-3-16-20-21
ϱ	{520}	v. Lang	7-20
η	{410}	-	20
β	{230}	-	22
x	*{120}	-	6-20-21
δ	{250}	-	20
λ	*{130}	-	20-21-22
t	{101}	-	2-5-20
φ	{106}	Brögger und vom Rath	9
h	{104}	vom Rath	1-2-6
γ	{207}	Brögger und vom Rath	9
k	*{102}	v. Lang	2-5-6-8-9-20-21
q	{203}	-	9-20
l	{304}	vom Rath	6-8
χ	{405}	Busz	6
g	{201}	v. Lang	18-19-20
v	{301}	-	20
d	{021}	-	6-7-19-20
j	{011}	Rosenbusch	7
f	*{052}	v. Lang	20
o	{111}	vom Rath	1-2-4-6-8-11-16-20-21-23
τ	{223}	Brögger und vom Rath	9
x	{221}	v. Lang	20
ε	{433}	Brögger und vom Rath	9
u	*{322}	vom Rath	1-2-5-6-10-20-21
p	{211}	v. Lang	20
r	*{522}	-	20

Buch- staben	Symbol	Erster Beobachter	Verbreitung
σ	{233}	Brögger und vom Rath	9
e	*{122}	vom Rath	1-2-3-6-8-9-11-12-13-14-15-16- 17-20-21
y	*{342}	v. Lang	6-20-21
i	{124}	-	4-5-6-10-11-12-16-20-21
s	{263}	-	20
ξ	*{142}	-	6-16-20-21
π	{231}	-	20
ψ	{241}	-	20

Von diesen 44 einfachen Formen, welche nicht alle als vollkommen sicher zu betrachten sind, kommen vor¹⁾:

1 Form	{110}	an 23 Fundorten	100%
2 Formen	{100}, {010}	- 22	- 96
1 Form	{122}	- 15	- 65
1 -	{111}	- 10	- 44
2 Formen	{124}, {004}	- 9	- 39
2 -	{322}, {102}	- 7	- 30
1 Form	{210}	- 6	- 26
2 Formen	{021}, {142}	- 4	- 17
6 -	{120}, {130}, {101}, {104}, {201}, {342}	- 3	- 13
3 -	{520}, {203}, {304}	- 2	- 9
20 -	{320}, {530}, {410}, {230}, {250}, {106}, {207}, {405}, {301}, {011}, {052}, {223}, {221}, {433}, {233}, {522}, {211}, {263}, {231}, {241}	- 1 Fundorte	4

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß nur drei, nämlich: {110}, {100}, {010} von den 44 Enstatit-Hypersthenformen nahezu immer anwesend sind, von den anderen kommen 31 nur an nicht mehr als vier Fundorten vor. Die Häufigkeit der verschiedenen Formen bildet von {122} ab eine continuierliche Reihe. Die wichtigsten Formen der Enstatit-Hypersthenreihe sind nur {110}, {100}, {010}, {122}, {111}, {124}, {004}, {322}, {102} nach ihrer relativen Häufigkeit geordnet.

Von den oben angegebenen 44 einfachen Formen der Enstatit-Hypersthenminerale kommen zu den 14 mit einem Sternchen versehenen die entsprechenden mit denselben Symbolen am Diopsid vor, wenn wir nur die Formen der sehr eisenarmen Diopside betrachten. Die anderen 27, zu

1) Die berücksichtigten Fundorte sind 23.

welchen die entsprechenden am eisenarmen Diopsid nicht auftreten, sind meistens seltene Formen. In der Tat kommen unter ihnen vor:

18 nur an einem Fundorte.

3 - - zwei Fundorten.

3 - - drei -

4 - - vier -

4 - - neun -

4 - - zehn -

Nur die zwei letzteren, nämlich {111} und {121}, gehören wirklich zu den für die Enstatit-Hypersthenreihe wichtigen Formen.

Am Klinoenstatit hat Wright als Endformen genau jene beobachtet, welche am Diopsid nicht vorkommen¹⁾. Dies zeigt aber nicht, daß zwischen Klinoenstatit und Diopsid keine Beziehungen in den Endformen stattfinden, weil andere Klinoenstatitkrystalle andere Endflächen zeigen können, wie dies am Enstatit-Hypersthen der Fall ist. Die Krystalle dieser Mineralien bieten in der Tat als Endformen öfter {122}, welches dem am Diopsid sehr häufigen {122} entspricht, als {121} und {111}.

Die wichtigsten Combinationen der Enstatit-Hypersthenmineralien sind in folgender Zusammenstellung ersichtlich.

Combinationen von vier Formen:

1. *abmi*. Demawend (Blaas); Peel Island (Kikuchi); Anoritok (Bøggild); Kara akungnait (Bøggild); Neue Hebriden (Hansel).
2. *bcmg*. Manegaon (Maskelyne).

Combinationen von fünf Formen:

3. *abcm e*. Pokhaus-Berg (Schmidt).
4. *abmo i*. Aranyer Berg (Krenner).
5. *abmu i*. Malnas (A. Schmidt), Demawend (Blaas).
6. *am q d j*. Ischia (Rosenbusch).
7. *abme i*. Peel Island (Kikuchi).
8. *abmg d*. Bustee (Maskelyne).
9. *abcm o*. Bendegó (Hussak).

Combinationen von sechs Formen:

10. *abmk du*. Mont Dore (vom Rath).
11. *bmqk q v*. Kjörrestad (Brügger und vom Rath).

Combinationen von sieben Formen:

12. *abmtku i*. Malnas (Schmidt).
13. *abcm x di*. Mont Dore (Oebbeke).

1) Nämlich um nur die vorherrschenden zu berücksichtigen: {111}, {111}, {121}, {121}.

Combinationen von acht Formen.

14. *abcmhkkoe*. Bodenmais (Becke).
 15. *bcmxkxei*. Breitenbach (v. Lang).
 16. *abmnoeiξ*. St. Christopher (Fels).

Combinationen von neun Formen:

17. *abmnhoeu i*. Laacher See (vom Rath).
 18. *abcmhkkloe*. Bodenmais (Becke).
 19. *abcmnhkue*. - -

Combinationen von zehn Formen:

20. *abcmhkkoeu i*. Mont Dore (Des Cloizeaux).
 21. *abcmkqγφee*. Kjørrestad (Brügger und vom Rath).

Combinationen von dreizehn Formen:

22. *abmhkχdoueyi ξ*. Mont Dore (Busz).

Combinationen von vierzehn Formen:

23. *abcmxhkdloueyi*. Mont Dore (vom Rath).
 24. *abcmλxnkoueyi ξ*. Richtersgrün (Weisbach).

Wir haben also:

2 Combinationen von vier Formen				
7	-	-	fünf	-
2	-	-	sechs	-
2	-	-	sieben	-
3	-	-	acht	-
3	-	-	neun	-
2	-	-	zehn	-
1	-	-	dreizehn	-
2	-	-	vierzehn	-

Sehr merkwürdig ist die Tatsache, daß nur die Combinationen von fünf Formen zahlreich sind, während alle übrigen nur in der Zahl zwei oder drei vorkommen. Ebenfalls wichtig ist, daß von diesen 24 verschiedenen Combinationen nur zwei an mehr als einem einzigen Fundorte vorkommen: diese sind die Combination Nr. 4, welche an fünf Localitäten beobachtet wurde, und die Combination Nr. 5, welche von zwei Vorkommen bekannt ist. Wir werden dieselbe Tatsache am Diopsid finden; von den sehr zahlreichen, bis jetzt beobachteten Combinationen dieses Minerals wurden nur sehr wenige an mehr als einem Fundorte gefunden.

II.

Diopsid.

Wir wollen hier nur von den sehr eisenarmen Gliedern der sogenannten Diopsidreihe sprechen, welche sehr wenig Aluminium enthalten und ziemlich gut der Formel des Doppelsalzes $CaMg(SiO_3)_2$ entsprechen. Daß der Diopsid

als ein Doppelsalz zu betrachten ist, geht auch aus der interessanten Arbeit von V. Pöschl¹⁾, welche vor kurzem erschienen ist, hervor. Wie bekannt, zeigen die Diopsidanalysen oft etwas mehr Magnesium, als die Formel verlangt; aus diesem Grunde hat Wülfing²⁾ vorgeschlagen, im Diopsid die Existenz einer Verbindung $MgFe(SiO_3)_2$ anzunehmen. Es ist aber zu bemerken, daß die Anwesenheit dieses Doppelsalzes im Diopsid nicht nötig ist, weil der Überschuß an Magnesium durch eine feste Lösung von $Mg_2(SiO_3)_2$ im Diopsid leicht zu erklären ist. Die Mischbarkeit dieser zwei Verbindungen $Mg_2(SiO_3)_2$ und $CaMg(SiO_3)_2$ hat Herr Pöschl bewiesen. Auch Wahl³⁾ hat sich gegen die Annahme des Wülfingschen Doppelsalzes geäußert.

Die wichtigsten Axenverhältnisse, welche bis jetzt für die Diopside, die das Hedenbergsilicat $CaFe(SiO_3)_2$ nur in sehr kleiner Menge enthalten, berechnet wurden, sind folgende:

	a	b	c	β
Kokscharow	1,0934	: 1	: 0,5895;	105° 48½'
vom Rath, Vesuv	1,0924	: 1	: 0,5893;	105 49 54"
Lehmann, Nordmarken Typ. IV	1,0922	: 1	: 0,5869;	105 47
Flink, - - III	1,0949	: 1	: 0,5866;	105 44
Flink, - - V	1,0920	: 1	: 0,5869;	105 47 24
La Valle, Testa Ciarva	1,0943	: 1	: 0,5895;	105 51 7
G. Nordenskjöld, Taberg	1,0924	: 1	: 0,5884;	105 45 58
Baumhauer, Graubünden	1,0949	: 1	: 0,5879;	105 47 55
A. Schmidt, weiße Krystalle von Achmatowsk	1,0909	: 1	: 0,5899;	105 49 48
A. Schmidt, grüne Krystalle von Achmatowsk	1,0954	: 1	: 0,5985;	106 28 52
A. Schmidt, Testa Ciarva	1,0895	: 1	: 0,5894;	105 44 43
A. Schmidt, weiße Krystalle von Schwarzenstein	1,0922	: 1	: 0,5887;	105 43 32
Wülfing, Nordmarken Typ. V	1,0909	: 1	: 0,5866;	105 55½

Um die mittleren Constanten des sehr eisenarmen Diopsids zu berechnen, kann man nicht alle diese Werte anwenden. Die Werte Lehmanns für den vierten Typus des Diopsids von Nordmarken sind nach Flink nicht als genau zu betrachten, weil die Krystalle dieses Typus Flächen von ziemlich schlechter Beschaffenheit besitzen, welche fast immer verworrene Bilder geben. Ebenso ist das Axenverhältnis Flinks für den dritten Typus von Nordmarken zu vernachlässigen, weil Flink selbst sagt,

1) Tscherma's min. u. petr. Mitt. 1907, 26, 443.

2) Beiträge zur Kenntnis der Pyroxenfamilie in chemischer und optischer Beziehung. Habilitationsschrift Univ. Tübingen 1894; Ausz. diese Zeitschr. 23, 297.

3) loc. cit.

daß es nur approximativ sei. Auch die Werte Flinks für den Typus V von Nordmarken beachte ich nicht, um die Constanten des Diopsids im allgemeinen zu berechnen. Flink hat sein Axenverhältnis aus drei nur einmal gemessenen Winkeln berechnet, was offenbar nicht sehr genau sein kann, wie auch die Tatsache beweist, daß Wülfing an einem anderen Krystalle desselben Typus bedeutend verschiedene Werte erhielt, welche ebenfalls zu verwerfen sind.

Das Axenverhältnis, welches Baumhauer für einen Diopsid aus »Graubünden« berechnete, wende ich ebenso nicht an. Es wurde aus drei nur einmal gemessenen Winkeln berechnet; ferner erhalten wir, wenn wir alle von Baumhauer angegebene Messungen berücksichtigen, eine bessere Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung mit den Constanten, welche wir für den Diopsid im allgemeinen vorschlagen, als mit dem Axenverhältnisse Baumhauers.

Besondere Erwähnung verdienen die Zahlen, welche A. Schmidt für den grünen Diopsid von Achmatowsk gab, weil sie von den an anderen Diopsiden gefundenen stark abweichen. Die Werte Schmidts sind aber als falsch zu betrachten, wie dies später bewiesen werden wird. Auch die Werte, welche Schmidt für die Krystalle aus Testa Ciarva gibt, sind entschieden schlechter als jene La Valle's, welcher sehr zahlreiche, genaue Messungen für die Berechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate anwendete.

Aus den anderen, nicht kritisierten Werten der obigen Tabelle habe ich, unter besonderer Berücksichtigung jener von Kokscharow, vom Rath, und La Valle, folgendes Axenverhältnis hergeleitet:

$$a:b:c = 1,0916:1:0,5894; \beta = 105^{\circ} 48' 30''$$

oder nach der Tschermak-Grothschen Aufstellung

$$a:b:c = 1,0503:1:0,5894; \beta = 90^{\circ} 8' 45''.$$

Das neue Axenverhältnis ist jenen von vom Rath und Kokscharow sehr nahestehend, doch ist es sicher für den Diopsid im allgemeinen als genauer zu betrachten, weil es eine größere Anzahl Winkel berücksichtigt.

Ehe wir die Statistik der bis jetzt an den eisenarmen Diopsiden beobachteten Formen und Combinationen geben, werden wir die Resultate der Messungen mitteilen, welche an eisenarmen Diopsiden verschiedener Fundorte angestellt wurden.

Grüner Diopsid vom Rotenkopf im Zillertale.

Dieser Fundort ist jenem von Schwarzenstein, welchen A. Schmidt¹⁾ kristallographisch untersuchte, sehr nahestehend, doch ist er getrennt zu behandeln, wie es aus einer Arbeit von E. Weinschenk²⁾ klar hervor-

1) Diese Zeitschr. 1893, 21, 35.

2) Ebenda 1896, 26, 163.

geht. Der einzige Krystall, welcher mir zu Gebote stand (gewöhnlich ist der Diopsid vom Rothenkopf schlecht ausgebildet und zeigt keine Endflächen) stammt aus dem Fundorte (2) von Weinschenk am Abhange des Rothenkopfes gegen den Schwarzen See.

Der in Rede stehende Krystall (Fig. 4, Taf. 4) ist von lichtgrüner Farbe, von ziemlich bedeutender Größe und stark tafelförmig nach {100}. Er stellt einen Zwillling dar nach dem gewöhnlichen Gesetze: Zwillingsaxe die Normale zu {100}. Der Krystall (Nr. 942 der Krystallsammlung des Münchener mineralogischen Instituts) ist nur an einem Ende von *c* ausgebildet. Die beobachteten Formen sind folgende¹⁾: *a* {100}, *b* {010}, *m* {110}, *f* {310}, *p* {101} = {102}, *s* {111} = {122}, *o* {221} = {342}, λ {331} = {562}, und λ_1 {552} = {452}. Letztere ist für den Pyroxen neu.

In der Zone [004] herrscht {100} stark vor; viel kleiner ist {010}. Die Flächen von {310} haben verschiedene Größe, aber immer sind sie größer als jene von {110}, welche sehr schmal sind. Unter den Endformen ist {221} die vorherrschende. Kleiner sind die fast vollständig matten Flächen von *p*, noch kleiner jene von *s*, welche auch ziemlich matt erscheinen. Sehr klein sind die Flächen von λ , welche auch ein wenig gekrümmt sind.

Die neue Form {552} = {452} zeigt nur eine Fläche, welche ziemlich groß ist, so daß sie schon mit unbewaffnetem Auge sichtbar ist. Sie ist auch ziemlich glänzend und lieferte genaue Messungen, welche gestatteten, das Symbol unzweifelhaft festzustellen.

$$\begin{aligned} (\overline{110}) : (\overline{552}) &= 28^\circ 45' \text{ gem.}; 29^\circ 1' 48'' \text{ ber}^2). \\ (\overline{221}) : (\overline{552}) &\quad 6 \quad 32 \quad - \quad ; \quad 6 \quad 26 \quad 44 \quad - \end{aligned}$$

Diese Form {552} = {452} bietet ein gewisses Interesse wegen der Tatsache, daß bis zu den letzten Jahren keine Form zwischen {221} und {331} beobachtet worden war. Und dies war um so mehr merkwürdig, wenn wir darauf aufmerksam machen, daß zwischen {111} und {221} ebenso wie zwischen {112} und {111} eine Reihe von sicheren Formen liegen. Daß aber auch zwischen {221} und {331} Formen an den Diopsidkrystallen zu finden sind, wurde von mir vor einigen Jahren bewiesen. In der Tat konnte ich an einem Krystalle von Testa Ciarva eine schmale, aber gut meßbare Fläche bestimmen, deren Symbol {994} = {794} und zwischen {221} und {331} lag. Die Auffindung der Form {552} bestätigt jetzt die Anwesenheit von Formen zwischen {221} und {331} an den Diopsidkrystallen.

1) Hier und im folgenden ist das auf den Buchstaben unmittelbar folgende Symbol das der alten Aufstellung. In den Winkelangaben werden nur die alten Symbole benutzt.

2) Alle berechneten Winkel beziehen sich auf das S. 20 hergeleitete Axenverhältnis.

**Diopsid aus der Schwarzen Wand in der Scharn oberhalb
der Jagdhütte.**

Dieser Fundort wurde zuerst von Tschermak¹⁾ beschrieben, welcher die Formen $a\{100\}$, $m\{110\}$, $f\{340\}$, $c\{001\} = \{102\}$, $p\{101\} = \{102\}$, $o\{224\} = \{342\}$ und nicht ganz sicher bestimmt $k\{312\} = \{212\}$ und $z\{024\} = \{142\}$ fand. Später erwähnte J. Gränzer²⁾ die Formen $abc m f p z o$, schon von Tschermak beobachtet, und außerdem noch $\chi\{540\}$, $i\{130\}$, $e\{011\} = \{122\}$, $u\{111\} = \{322\}$, $s\{111\} = \{122\}$, $\tau\{112\} = \{012\}$ und $y\{101\} = \{302\}$. Letztere zwei Formen wurden aber als unsicher betrachtet. Eine genaue Beschreibung dieses Diopsids und dessen Vorkommen verdanken wir E. Weinschenk³⁾, welcher an einem reichen Material die Formen $a, b, m, i, f, \chi, c, p, u, z, e, o, s, y$ und $\mathfrak{D}\{311\} = \{522\}$ bestimmte. Die von Gränzer als zweifelhaft angegebene Form $\{112\}$ konnte Weinschenk nicht beobachten. Nach der Beschreibung Weinschinks scheint der Diopsid aus der Schwarzen Wand krystallographisch interessant zu sein, und es schien mir daher wünschenswert die verschiedenen Combinationen zu bestimmen, welche dieser Diopsid zeigt. Weinschenk erwähnt nur eine Combination, von welcher er auch eine Abbildung gegeben hat. Nach diesen Angaben sollten die Krystalle aus der Schwarzen Wand nach c nahezu prismatisch ausgebildet, mit $\{100\}$ etwas über $\{010\}$ vorherrschend sein; unter den Endformen wären u und dann z die am größten entwickelten.

In der mineralogischen Sammlung zu München, aus welcher auch die von Weinschenk untersuchten Krystalle stammen, konnte ich leider nur sehr wenige Stücke mit Diopsid aus der Schwarzen Wand finden und ich konnte aus ihnen nur zwei Kryställchen isolieren. Diese Kryställchen, welche von hell smaragdgrüner Farbe sind, waren von Epidot, Granat und Magnetit begleitet, wie dies an den Stücken von der Schwarzen Wand der Fall ist.

Einer dieser Krystalle (Fig. 2, Taf. I) war nach $\{100\}$ stark tafelförmig: er zeigte die Formen $a, b, m, f, c, p, z, e, s, o, \mathfrak{D}$ und $\tau\{112\} = \{012\}$. Merkwürdig ist das Auftreten dieser letzten Form, welche von Gränzer als ganz zweifelhaft erwähnt und von Weinschenk nicht beobachtet wurde. An unserem Krystalle zeigt diese Form eine schmale, aber gut meßbare Fläche; ich fand:

$$\begin{array}{l} (001): (\bar{1}12) = 22^\circ 38' \text{ gem.}; 22^\circ 32' 32'' \text{ ber.} \\ (\bar{1}11): (\bar{1}12) \quad 19 \quad 24 \quad - \quad ; \quad 19 \quad 30 \quad 1 \quad - \end{array}$$

1) Mineral. Mitt. 1873, 47.

2) Tschermaks min.-petr. Mitt. 1888, 9, 361. Ausz. diese Zeitschr. 18, 534.

3) Diese Zeitschr. 1896, 26, 486.

Das Vorkommen dieser Form an den Krystallen aus der Schwarzen Wand ist daher unzweifelhaft, und das ist nicht vollständig ohne Interesse, weil τ bis jetzt nur an sehr wenigen Fundorten beobachtet wurde. Der Habitus des eben beschriebenen Krystalles ist von der Figur Weinschenks ganz verschieden.

Der zweite von dieser Localität gemessene Krystall (Fig. 3, Taf. I) ist dagegen nach $\{010\}$ tafelförmig und zeigt eine einfachere Combination, nämlich $abmfpucuso$. Auch dieser Krystall ist sehr unsymmetrisch ausgebildet und bietet einen von dem von Weinschenk gezeichneten verschiedenen Habitus.

Nach Weinschenk sollen alle Endformen glänzend sein, mit Ausnahme von c und p , welche dagegen stets matt sind. An den zwei von mir gemessenen Krystallen hatten aber auch diese zwei Formen ziemlich glänzende Flächen, so daß es mir möglich war, an ihnen ganz gute Messungen zu erhalten.

Diopsid vom Wildkreuzjoch.

Dieser Diopsid ist seit langer Zeit bekannt, aber er wurde noch nicht krystallographisch untersucht. Nach Liebener und Vorhauser¹⁾ kommt der Diopsid zusammen mit Granat, Titanit, Idokras, Chlorit und seltenem Zirkon vor. Er bildet einzelne Krystalle oder auch stengelige Aggregate und schalige Massen. Die Krystalle sind stark gestreift, wasserhell oder grünlichweiß. Nach Hintze²⁾ sind sie meist nach $a\{100\}$ etwas tafelförmig.

Die Stücke der Münchener Sammlung von diesem Vorkommen, welche mir zur Verfügung standen, entsprachen ganz gut der Beschreibung von Liebener und Vorhauser. Meßbare Krystalle waren sehr selten und schwer zu isolieren, weil die meisten so stark gestreift und unregelmäßig gebildet sind, daß sie keine Messungen erlauben; doch gelang es mir endlich einige Kryställchen zu gewinnen, welche ziemlich gute Messungen gestatteten. Diese Krystalle waren meist klein, nur einige erreichten 3 mm in der Richtung der Axe c .

Die beobachteten Formen sind: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\} = \{102\}$, $m\{110\}$, $f\{310\}$, $i\{130\}$, $p\{101\} = \{102\}$, $e\{011\} = \{122\}$, $u\{111\} = \{322\}$, $o\{221\} = \{342\}$, $s\{111\} = \{122\}$, $s_1\{143\} = \{586\}$, $\Gamma\{311\} = \{722\}$, $p\{621\} = \{114.2\}$. Die meisten der gemessenen Krystalle waren unvollständig, so daß es nur an einem kleinen Teile möglich war, die Combinationen zu bestimmen. Daher kann ich hier nur drei Combinationen erwähnen, nämlich: 1) $abcmfpucos_1\Gamma$; 2) $abcmfpucos\Gamma$; 3) $abcmfipeucos\Gamma$.

1) Die Mineralien Tirols, S. 38.

2) Handbuch der Mineralogie 2, 1059.

Die Figuren 4 und 5, Taf. I zeigen den Habitus der merkwürdigsten unter den gemessenen Krystallen. Die Diopsidkrystalle vom Wildkreuzjoch sind nach $[001]$ verlängert und nach $\{100\}$ mehr oder weniger tafelförmig. In der Zone $[001]$ ist das Prisma $\{310\}$ stark entwickelt und einige seiner Flächen können selbst größer sein als jene von $\{100\}$. Das Prisma $\{110\}$ ist oft kleiner als $\{310\}$, aber einige seiner Flächen können auch recht groß sein. $\{010\}$ ist meist untergeordnet. Die vier Formen $\{100\}$, $\{110\}$, $\{310\}$, $\{010\}$ kommen an allen untersuchten Krystallen gleichzeitig vor. $\{130\}$ ist dagegen sehr selten; ich beobachtete sie nur einmal und mit einer schmalen, einzigen Fläche, welche eine ziemlich gute Messung lieferte:

$$(010):(130) = 17^{\circ}18' \text{ gem.}; 17^{\circ}36' 28'' \text{ ber.}$$

Manchmal bemerkt man Vicinale zu $\{110\}$, welche keine befriedigenden Messungen gestatten.

$c\{001\} = \{102\}$ wurde an allen Krystallen beobachtet; seine Flächen sind von sehr wechselnder Größe. Immer schmal ist $p\{101\} = \{102\}$, welches ebenfalls an allen Krystallen vorkommt. Auch $\{111\}$ ist eine constante Form und gehört zu den unter den Endformen vorherrschenden. Was die Formen von dem allgemeinen Symbol $\{\bar{h} h l\}$ betrifft, so ist $\{221\}$ immer anwesend (wenigstens an den nicht häufigen Krystallen, welche eine Messung von den Formen $\{\bar{h} h l\}$ erlauben) und besitzt ziemlich große, aber nach der Axe der Zone $[(001):\bar{1}10]$ stark gestreifte Flächen. $\{111\}$ fehlt manchmal und ist immer untergeordnet. Wichtig ist die Form $\{443\} = \{586\}$, welche für den Pyroxen überhaupt neu ist. Sie wurde an einem einzigen Kryställchen mit einer ebenen und ziemlich glänzenden Fläche beobachtet; die Messung ergab:

$$(001):\bar{1}43 = 52^{\circ}10' \text{ gemessen, } 51^{\circ}54' 25'' \text{ berechnet.}$$

Diese Form ist als sicher zu betrachten, um so mehr, als sie ganz gut in die Formenreihe des Diopsid paßt.

Aber die wichtigste am Diopsid vom Wildkreuzjoch beobachtete Form ist $\{311\} = \{722\}$. An allen gemessenen Krystallen wurde sie gefunden, und immer mit groß entwickelten Flächen, welche manchmal über fast alle anderen Endflächen vorherrschen. Diese Form ist daher für die in Rede stehenden Krystalle charakteristisch. Das Auftreten dieser Form ist um so merkwürdiger, weil sie bis jetzt nur am Diopsid eines einzigen Fundortes, d. h. Testa Ciarva, beobachtet worden war, wo sie auch häufig vorkommt. Wichtig ist die Tatsache, daß diese für den Diopsid als selten zu bezeichnende Form, wo sie beobachtet wurde, entweder häufig (Testa Ciarva) oder immer (Wildkreuzjoch) anwesend war.

$e\{011\} = \{122\}$ ist eine sehr untergeordnete Form, welche nur an wenigen Krystallen gefunden wurde.

Ebenso nur an einem Krystalle wurde die Form $p\{621\} = \{11.4.2\}$ beobachtet, und zwar mit einer kleinen Fläche, welche genau in der Zone $[(001) : (310)]$ lag. Sie lieferte ziemlich genaue Messungen:

$$(001) : (\bar{6}21) = 87^{\circ}56' \text{ gemessen, } 87^{\circ}58' 21'' \text{ berechnet.}$$

Diese Form war bis jetzt am Diopsid noch nicht beobachtet worden. Sie wurde von mir vor einigen Jahren an einem grünen Augitkrystalle aus den Albaner Gebirgen entdeckt¹⁾. Es ist eine Form, welche am Kreuzpunkte zahlreicher und wichtiger Zonen, wie z. B. $[(100) : (021)]$, $[(110) : (\bar{1}11)]$, $[(001) : (\bar{3}10)]$ liegt.

Es ist sicher, daß man an besserem Material noch andere Formen finden wird, weil ich Andeutungen von verschiedenen Formen beobachtete, welche aber so unsichere Messungen lieferten, daß ich darauf verzichte, sie zu erwähnen, mit Ausnahme von $\lambda\{331\} = \{\bar{5}62\}$, welche als wahrscheinlich anwesend zu betrachten ist.

Hier folgen die wichtigsten Winkel, welche zur Feststellung der Symbole der häufigen Formen dienen.

	Gemessen (Mittel):	Berechnet:
$(100) : (110) = 46^{\circ}23'$		$46^{\circ}24' 20''$
$(100) : (310)$	49 46	49 17 42
$(310) : (110)$	27 8	27 6 38
$(001) : (110)$	79 44	79 40 24
$(001) : (111)$	33 48	33 50 28
$(111) : (110)$	45 24	45 49 53
$(001) : (\bar{1}11)$	44 56	42 2 33
$(001) : (\bar{2}21)$	65 22	65 24 7
$(001) : (310)$	75 9	75 6 2
$(001) : (311)$	49 4	49 0 33
$(311) : (310)$	26 45	26 5 29
$(001) : (100)$	74 42	74 44 30
$(\bar{1}00) : (\bar{1}01)$	74 37	74 27 42
$(100) : (011)$	76 0	76 17 32
$(311) : (3\bar{1}1)$	30 2	29 54 50
$(311) : (111)$	23 23	23 25 8

Grasgrüner Diopsid von Kafveltorp bei Nya Kopparberg.

Dieser Diopsid wurde von Hj. Sjögren²⁾ kurz beschrieben. Nach diesem Forscher kommt derselbe in Bleiglanz und Zinkblende, manchmal in prachtvollen Krystallen vor. Diese Krystalle sind von grasgrüner oder schön smaragdgrüner Farbe und gewöhnlich nach c kurzprismatisch,

1) Diese Zeitschr. 1900, 33, 56.

2) Diese Zeitschr. 1883, 7, 118.

seltener dicktafelförmig nach $c\{001\} = \{102\}$. Die von Sjögren beobachteten Formen sind folgende: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $i\{130\}$, $c\{001\} = \{102\}$, $p\{\bar{1}01\} = \{\bar{1}02\}$, $s\{\bar{1}\bar{1}1\} = \{\bar{1}\bar{2}2\}$, $o\{\bar{2}21\} = \{\bar{3}12\}$, $u\{111\} = \{322\}$, $z\{021\} = \{142\}$.

In der Krystalsammlung des Münchener mineralogischen Institutes fand ich einen gut meßbaren grasgrünen Diopsidkrystall von diesem Fundorte. Er ist kurzprismatisch nach c , sehr unregelmäßig ausgebildet, so daß die verschiedenen Flächen derselben Form verschiedene Größe haben. Durch Messung konnte ich alle die von Sjögren erwähnten Formen und ferner $g\{210\}$, $f\{310\}$ und $\chi\{510\}$ bestimmen. Die letzten drei Prismen sind für den Fundort neu. Von $\{310\}$ waren am Krystalle drei Flächen, von $\{210\}$ und $\{510\}$ nur eine Fläche anwesend. Die Flächen dieser drei Prismen sind sehr schmal. Merkwürdig ist die Auffindung von $\{210\}$, welche eine am Diopsid sehr seltene Form ist. Sie wurde von Lévy¹⁾ an den Krystallen aus dem Alatale entdeckt, an welchen sie aber nicht mehr gefunden wurde; später wurde sie am Diopsid von Tschervandune von Lewis²⁾ beobachtet. Kafveltorp ist daher der dritte Diopsidfundort, an welchem diese Form vorkommt. Die Winkel, welche zur Bestimmung der für die Localität neuer Prismen dienen, sind folgende:

$$\begin{array}{llll} (100):(510) = 42^\circ 7' \text{ gemessen, } 44^\circ 51' 47'' \text{ berechnet} \\ (100):(310) & 49 \ 40 & - & , \ 49 \ 17 \ 42 & - \\ (100):(210) & 27 \ 39 & - & , \ 27 \ 42 \ 22 & - \end{array}$$

Grüner Diopsid von Achmatowsk.

Dieser Diopsid wurde eingehend von Kokscharow³⁾ und A. Schmidt⁴⁾ kristallographisch untersucht; kleinere Notizen verdanken wir auch anderen Forschern (siehe die Literatur in der Arbeit Schmidts).

Die Krystalle des grünen Diopsids von Achmatowsk sind gewöhnlich für genaue Messungen untauglich; Kokscharow teilt nur folgende Winkel mit:

	Grenze der Messungen:	Zahl:	Mittel:
$(110):(\bar{1}\bar{1}0) =$	$87^\circ 4' 30'' - 87^\circ 44' 30''$	9	$87^\circ 8' 24''$
$(100):(110)$	$46 \ 22 \ 0 - 46 \ 29 \ 10$	11	$46 \ 25 \ 34$
$(010):(110)$	$43 \ 27 \ 40 - 43 \ 34 \ 0$	9	$43 \ 34 \ 14$
$(001):(\bar{2}\bar{2}1)$	$65 \ 7 \ 0 - 65 \ 17 \ 0$	3	$65 \ 12 \ 30$
$(\bar{2}\bar{2}1):(\bar{2}\bar{2}\bar{1})$	$84 \ 10 \ 40 - 84 \ 18 \ 30$	2	$84 \ 14 \ 35$

Wie bekannt, berechnete Kokscharow kein specielles Axenverhältnis.

1) Coll. Heuland 1838, 2, 27.

2) Mineral. Magaz. 1903, 13, 291. Ref. diese Zeitschr. 41, 447.

3) Materialien zur Mineralogie Rußlands 4, 269.

4) Diese Zeitschr. 1893, 21, 20.

A. Schmidt berechnete dagegen aus den drei folgenden von ihm gemessenen Winkeln

$$\begin{aligned}(100):(110) &= 46^{\circ}24' \\ (010):(\bar{2}21) &47\ 33 \\ (\bar{1}10):(\bar{2}21) &35\ 13\end{aligned}$$

die Constanten

$$a:b:c = 1,0951:1:0,5985; \beta = 73^{\circ}31'8'',$$

welche, wie wir schon bemerkt haben, von den fünf die Diopside verschiedener Fundorte berechneten stark abweichen. Dieses Axenverhältnis von Schmidt kann aber kein großes Vertrauen verdienen, weil aus der Beschreibung der von ihm gemessenen Krystalle klar hervorgeht, daß sie nicht für tadellose, sichere Messungen verwendbar waren. Übrigens stimmen die von Schmidt mitgeteilten Messungen nicht mit jenen Kokscharows überein.

Es war daher nötig, neue, einwandfreie Messungen an diesem Diopsid auszuführen, um festzustellen, ob die Winkeldifferenzen gegenüber den anderen eisenarmen Diopsiden nur von der mangelhaften Beschaffenheit des bis jetzt angewandten Materials herrühren oder ob sie dagegen wirklich existieren. Eine solche Frage ist nicht zu vernachlässigen, wenn man allgemeine Constanten für die sehr eisenarmen Diopside feststellen will, weil die grünen Krystalle von Achmatowsk nach der Analyse Doelters¹⁾ keine so eigentümliche chemische Zusammensetzung besitzen, welche die von Kokscharow und besonders von Schmidt beobachteten Winkelunterschiede erklären könnte.

Ich war so glücklich, in der mineralogischen Staatssammlung zu München einen grünen Diopsidkrystall von Achmatowsk zu finden, welcher tadellos ausgebildet war, so daß fast sämtliche Endflächen ganz gute Reflexe lieferten.

Dieser schöne Krystall (Nr. 923 der Krystallsammlung) zeigt die Combination: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\} = \{102\}$, $m\{110\}$, $f\{310\}$, $p\{\bar{1}01\} = \{\bar{1}02\}$, $x\{021\} = \{142\}$, $u\{111\} = \{322\}$, $h\{441\} = \{982\}$, $s\{\bar{1}11\} = \{\bar{1}22\}$, $o\{\bar{2}21\} = \{\bar{3}42\}$, $k\{\bar{3}12\} = \{\bar{2}12\}$. Wie die Fig. 6 Taf. I zeigt, ist der Krystall etwas unsymmetrisch. Die Resultate der Messungen sind in folgender Tabelle zusammengefaßt:

	Grenze der Messungen:	Zahl:	Mittel:	Berechnet:
$(100):(110)$	$= 46^{\circ}22' - 46^{\circ}24\frac{1}{2}'$	3	$46^{\circ}23'$	$46^{\circ}24'20''$
$(100):(310)$	$19\ 13\frac{1}{2} - 19\ 29$	4	$19\ 18$	$19\ 17\ 42$
$(010):(110)$	$43\ 32\frac{1}{2} - 43\ 35$	4	$43\ 34$	$43\ 35\ 40$
$(001):(110)$	$79\ 6\frac{1}{2} - 79\ 12\frac{1}{2}$	3	$79\ 11\ 20''$	$79\ 10\ 21$

¹⁾ Tschermaks mineral. u. petr. Mitt., neue Folge, 1878, 1, 49. Ref. diese Zeit-
5, 495.

	Grenzen des Messungen:	Zahl:	Mittel:	Berechnet:
(001): (111) =	33° 46' — 33° 52½'	2	33° 49' 15"	33° 50' 28"
(001): (441)	—	1	62 46 30	62 44 32
(001): (221)	65 44 — 65 20½	2	65 17 15	65 24 7
(001): (111)	—	1	42 0 0	42 2 33
(001): (100)	74 40½ — 74 17	2	74 13 45	74 11 30
(001): (101)	—	1	34 12 30	34 20 48
(101): (100)	—	1	74 30 30	74 27 42
(010): (021)	—	1	44 24 0	44 24 6
(001): (021)	48 28½ — 48 40	2	48 34 15	48 35 54
(001): (310)	75 0 — 75 44½	2	75 7 15	75 6 2
(001): (312)	46 37½ — 46 43	2	46 40 15	46 46 39
(221): (221)	—	1	84 7 0	84 9 42

Die Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den auf Grund des für den Diopsid im allgemeinen angenommenen Axenverhältnisses berechneten Winkeln ist so befriedigend, daß es keinem Zweifel unterliegt, daß der grüne Diopsid von Achmatowsk die gewöhnlichen Winkelwerte der eisenarmen Diopside zeigt. Die von den meinigen stark abweichenden Resultate Schmidts sind nur durch die Annahme zu erklären, daß die von diesem Forscher gemessenen Krystalle keine genaue Messung gestattet haben.

Die am eben besprochenen Krystalle erhaltenen Resultate wurden durch Messungen an anderen, obwohl nicht so vollkommen ausgebildeten Krystallen bestätigt. Einige dieser Krystalle werden wir kurz beschreiben, weil sie für die Localität neue Combinationen darstellen.

Ein schöner Krystall (Fig. 7, Taf. I) zeigte die Combination *abcmfp* *zuhs* o. Wie aus der Figur hervorgeht, ist dieser Krystall sehr unregelmäßig ausgebildet und {010} an ihm stark entwickelt. Folgende Winkel wurden genau gemessen:

	Grenze der Messungen:	Zahl:	Mittel:	Berechnet:
(110): (221) =	35° 27' — 35° 30'	2	35° 28½'	35° 28' 32"
(010): (021)	—	1	44 24	44 24 6

Ein anderer Krystall mit derselben Combination des vorigen, aber mit sehr verschiedenem Aussehen, wie die Fig. 8, Taf. I zeigt, erlaubte folgende Winkel genau zu messen:

	Grenze der Messungen:	Zahl:	Mittel:	Berechnet:
(110): (111) =	—	1	45° 18'	45° 19' 53"
(001): (221)	—	1	65 20	65 24 7
(010): (021)	44° 21' — 44° 24'	2	44 22½	44 24 6
(001): (021)	48 29 — 48 38	2	48 33½	48 35 54

Ein flächenreicherer Krystall zeigte die Combination *abcmfpzuhs* *okxt*. Von diesen Formen sind nicht nur *c* und *p*, wie dies sehr häufig an

den grünen Krystallen von Achmatowsk der Fall ist, sondern auch s und k vollkommen matt. Die anderen Flächen spiegeln gut. Die genauesten Winkel sind:

	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(021) = 44^{\circ}26'$		$44^{\circ}24' 6''$
$(110):(221)$	35 29	35 28 32
$(110):(111)$	45 20	45 19 53

Es ist zu erwähnen, daß die Flächen von c und p oft an den grünen Diopsidkrystallen von Achmatowsk wenige Streifungen zeigen, welche den Combinationskanten dieser Flächen mit $\{010\}$ parallel sind.

In der Zusammenstellung der bis dahin vorliegenden Angaben über den grünen Diopsid von Achmatowsk, welche Schmidt in seiner Abhandlung veröffentlicht hat, sind verschiedene Irrtümer enthalten, von welchen ich hier sprechen muß, um die Unterschiede zu erklären, welche zwischen den Angaben, die ich später in der Statistik der Formen und Combinationen des Diopsid geben werde, und den von A. Schmidt veröffentlichten bestehen.

Schmidt gibt an, daß Kokscharow am grünen Diopsid von Achmatowsk die Form $\iota\{211\} = \{322\}$ erwähnt hat. Das ist nicht richtig. Kokscharow hat diese Form unter den an den russischen Pyroxenen bekannten gar nicht erwähnt. S. 365 seiner Materialien (Bd. 4) zählt er dagegen $\{211\}$ unter den Formen auf, welche an den russischen Pyroxenen nicht beobachtet wurden.

Ebenso schrieb Schmidt die Combinationen $abcmfp\alpha\phi suhidx$ und $abcmfp\alpha\iota$ Kokscharow zu, aber es war mir unmöglich, sie in den »Materialien« zu finden. Kokscharow hat für den grünen Diopsid von Achmatowsk neun Combinationen angegeben; Schmidt gibt deren nur sieben wieder und zwar mit zahlreichen Fehlern.

Diopsid von der Testa Ciarva (Alatal).

Ich habe von diesem allbekannten Diopsid nur die Krystalle der Münchener Sammlung untersucht, welche relativ flächenarm zu sein schienen. Am Diopsid von der Testa Ciarva wurden bis jetzt sehr zahlreiche Combinationen beobachtet, welche aber vorwiegend ziemlich flächenreich sind. Es war daher nicht nutzlos, wenn möglich, flächenärmere Combinationen zu finden. Die Resultate waren aber andere, weil ich sehr flächenarme Combinationen nicht beobachten konnte. An 13 Krystallen bestimmte ich folgende Combinationen:

$abcmfp\epsilon u o \lambda$	an drei Krystallen,
$abcmfp u o \lambda \eta$	- vier -
$abcmfp u o \eta$	- zwei -

$abc m f p u o \lambda$	an einem Krystalle		
$abc m f p \psi u o \lambda \eta$	-	-	-
$abc m f p \psi J u v o \lambda \eta$	-	-	-
$abc m f p \psi x u \tau s o \lambda \eta$	-	-	-

Merkwürdig ist ein in der Fig. 9, Taf. I abgebildeter Krystall, an welchem die neue Form $\{\bar{1}33\} = \{166\}$ beobachtet wurde. Diese neue Form liegt in der Zone $[(100):(111)]$ und kann beim ersten Anblick mit $\{011\}$ verwechselt werden. Man sieht aber sofort, daß es sich um eine andere Form handelt, weil sie nicht in der Zone $[(001):(010)]$ liegt. Die neue Form bietet eine große und eine kleinere Fläche: letztere war matt, die große lieferte dagegen gute Messungen. Es wurde gefunden:

$$(100):(\bar{1}33) = 85^{\circ} 22' \text{ gem.}, \quad 85^{\circ} 16' 7'' \text{ ber.}$$

Der Krystall, an welchem $\{\bar{1}33\}$ entdeckt wurde, stammt sicher von der Testa Ciarva, wie das Aussehen, die Flächenbeschaffenheit usw. genügend zeigen.

Diopsid von Saulera.

Das Mineralvorkommen von Saulera wurde vor einigen Jahren von Strüver¹⁾ eingehend beschrieben, welcher das besondere Interesse dieser Lagerstätte im Vergleiche mit der anderen des Alatales hervorhob. Nach Strüver ist Saulera in der Mitte zwischen den Granatbänken der Testa Ciarva und den Epidotbänken vom Colle del Pasciet.

Im Sommer des vorigen Jahres habe ich zusammen mit den Herren Professoren v. Groth und Viola die wichtigsten Minerallagerstätten des Alatales besucht. An dem Fundorte Saulera war es mir möglich, sehr schöne Diopsidstufen zu sammeln. Da der Diopsid von Saulera bis jetzt kristallographisch nur vorläufig beschrieben wurde, so schien mir eine Untersuchung des gesammelten Materials lohnend.

Die Diopsidkrystalle finden sich in kleinen Höhlungen derjenigen Teile der Bank, welche aus Granat, sogenanntem Mussit und Klinochlor bestehen. Diese Krystalle sind alle nach der Axe c sehr verlängert (nach dieser Richtung erreichen sie selbst 10 mm), so daß sie manchmal nahezu nadelförmig erscheinen.

Die meisten Diopsidkrystalle von Saulera sind fast vollkommen farblos oder etwas weißlich, stark glänzend; selten sind Krystalle von ziemlich tiefgrüner Farbe. Häufig sind die Krystalle, wie Strüver bemerkte, von heller Farbe im unteren, hellgrün im oberen Teile. Die meisten der von mir untersuchten Krystalle waren fast farblos.

Die beobachteten Formen sind: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\} = \{102\}$, $m\{110\}$, $\chi\{510\}$, $f\{310\}$, $p\{\bar{1}01\} = \{\bar{1}02\}$, $\pi\{041\} = \{182\}$, $\alpha\{021\} =$

¹⁾ Rendiconti R. Accad. Lincei Rom 1899 (5a), 8, 1. sem., 427. Ref. diese Zeitschrift 34, 284.

$\{14\bar{2}\}$, $u\{111\} = \{322\}$, $v\{221\} = \{542\}$, $w\{331\} = \{762\}$, $s\{111\} = \{122\}$, $o\{221\} = \{342\}$, $\lambda\{331\} = \{562\}$, $N\{132\} = \{232\}$, $V\{133\} = \{166\}$. Letztere ist neu. Ferner wurde auch eine nicht sicher bestimmte Form $u_1\{665\} = \{17.12.10\}$ gefunden, von welcher später die Rede sein wird.

An zehn Krystallen wurden folgende Combinationen beobachtet:

- 1) $abmfu o$.
- 2) $abm\chi fu o$.
- 3) $abmu o \lambda V$ Fig. 10, Taf. I.
- 4) $abcmfpuso$ Fig. 12.
- 5) $abcmpuso \lambda$.
- 6) $abcmpuso V$ Fig. 11, Taf. I.
- 7) $abcmfuwo \lambda$.
- 8) $abcmf\chi pso V$.
- 9) $abcmpp\chi u o \lambda NV$ Fig. 13.
- 10) $abcmfp\pi u vso \lambda NV u_1$.

Die Combinationen 1), 2) und 9) wurden an grünen Krystallen gefunden.

Die an allen Krystallen vorwiegenden Formen sind $\{100\}$ und $\{010\}$. Sehr oft ist $\{010\}$ ein wenig größer als $\{100\}$, seltener ist $\{100\}$ stark über $\{010\}$ vorherrschend; noch seltener sind die Krystalle, welche nach $\{010\}$ tafelförmig ausgebildet sind. Besonders unter den grün gefärbten Krystallen sind jene zu finden, welche nach $\{100\}$ tafelförmig sind. In diesem Falle sind die Flächen von $\{100\}$ ziemlich stark gestreift und sie haben ein nahezu faseriges Aussehen.

Außer den zwei Pinakoiden $\{100\}$ und $\{010\}$ kommen in der Zone $[001]$ noch die Formen $\{110\}$, $\{310\}$ und $\{510\}$ vor. $\{110\}$ wurde an allen Krystallen gefunden, häufig aber sind seine Flächen sehr schmal und können selbst nahezu linear werden; manchmal fehlen einige der Flächen dieser Form.

Merkwürdig ist, daß zwei $\{110\}$ -Flächen, und zwar die nach derselben Seite der a -Axe gelegenen, an einigen Krystallen ziemlich groß ausgebildet sind, während die zwei anderen äußerst klein sind oder ganz fehlen.

$\{310\}$ ist sehr häufig; auch seine Flächen sind oft sehr schmal, gewöhnlich sind sie kleiner, nur selten größer als $\{110\}$. Auch $\{310\}$ zeigt nicht immer alle seine Flächen.

$\{510\}$ wurde nur zweimal beobachtet: an einem grünen und an einem farblosen Krystalle; beide Male nur mit zwei kleinen Flächen.

Unter den Endformen ist $\{111\}$ gewöhnlich die vorwiegende. Die zwei Flächen, welche sie besitzt (die Krystalle sind fast immer nur an einem Ende der c -Axe ausgebildet), sind meist von sehr verschiedener Größe. Sie sind manchmal vollkommen eben und glänzend, gewöhnlich aber sind sie parallel der Combinationskante mit $\{100\}$ mehr oder weniger

gestreift, sie zeigen in einigen Fällen selbst treppenförmige Structur. Streifung ist auch parallel der Combinationskante mit $\{110\}$ anwesend.

$v\{221\} = \{542\}$ wurde nur an einem flächenreichen Krystalle mit der Combination 40) beobachtet: sie hatte Flächen von untergeordneter Größe. Ebenso nur an einem Krystalle wurde $w\{331\} = \{762\}$ mit einer einzigen, kleinen Fläche gefunden.

Von den $\{hhl\}$ ist $o\{\bar{2}21\} = \{\bar{3}42\}$ das wichtigste, weil es an allen Krystallen beobachtet wurde, gewöhnlich mit nicht großen Flächen, welche parallel der Combinationskante mit der Basis fein gestreift sind. Häufig ist $\{111\} = \{\bar{1}22\}$, welches, wenn anwesend, meist größere Flächen als o zeigt. Die Flächen dieser Form sind bald glänzend, bald nahezu matt. Häufig ist auch $\lambda\{\bar{3}31\} = \{\bar{5}62\}$ mit fast immer kleinen Flächen.

$\pi\{021\} = \{142\}$ und $\pi\{041\} = \{182\}$ sind ziemlich selten und klein ausgebildet.

$N\{132\} = \{232\}$ ist nicht selten, es zeigt aber nur kleine Flächen.

$c\{001\} = \{102\}$ und $p\{\bar{1}01\} = \{\bar{1}02\}$ kommen sehr oft vor; ihre Flächen sind manchmal ziemlich groß, andere Male sehr klein. Gewöhnlich sind die Flächen dieser Formen wenig glänzend oder auch matt, wie dies besonders an den grünen Krystallen wie jene der Fig. 13 der Fall ist, welche einigen Krystallen von Achmatowsk nicht unähnlich aussehen.

Die wichtigste Form, welche ich am Diopsid von Saulera bestimmt habe, ist sicher $V\{\bar{1}33\} = \{166\}$, welche für die Pyroxene neu ist. Diese Form tritt sehr häufig an den nicht sehr flächenarmen Krystallen hervor; sie wurde an den farblosen, ebenso wie an den grünen Krystallen gefunden. Ihre Flächen sind gewöhnlich ziemlich groß und immer stark glänzend und eben, so daß sie genaue Messungen lieferten. Diese Form V liegt in den Zonen $[100:\bar{1}11]$ und $[001:132]$.

Zu den aufgezählten, sicheren Formen ist eine unsichere Form u_1 hinzuzufügen, welche an dem Krystalle der Combination 40) beobachtet wurde. Diese Form besitzt zwei ziemlich große, glänzende und ebene Flächen, welche gute Messungen gestatten. Sie liegen fast vollkommen genau in den Zonen $[(001):(1\bar{1}0)]$ und $[(001):(1\bar{1}0)]$; sie gehören also einem bis jetzt am Diopsid unbekannten $\{hhl\}$, für welches das Symbol $u_1\{665\} = \{17.12.10\}$ vorzuschlagen ist. Die Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung ist aber trotz der sehr guten Reflexbilder nur unvollkommen, so daß diese Form unsicher bleibt.

$$(001):(665) = 38^\circ 8' \text{ gem.} \quad 38^\circ 6' 45'' \text{ ber.}$$

$$(665):(\bar{1}\bar{1}1) = 50^\circ 36', 50^\circ 40' \text{ gem., } 51^\circ 25' 50'' \text{ ber.}$$

Von den am Diopsid von Saulera gefundenen Formen sind die wichtigsten (abgesehen von der neuen Form $\{\bar{1}33\}$) $w\{331\}$ und $N\{132\}$, welche

bis jetzt nur an sehr wenigen Diopsidvorkommen beobachtet wurden. *w*, eine von Kokscharow¹⁾ entdeckte Form, war bis jetzt nur an den Diopsiden vom Zillertale und von Achmatowsk bekannt; *N*, von H. Sjögren²⁾ am eisenreichen Diopsid von Nordmarken entdeckt, wurde später von J. Lehmann³⁾ und Flink⁴⁾ auch am eisenarmen Diopsid derselben Localität und von La Valle⁵⁾ am Diopsid von Borne de Brous gefunden.

Der Diopsid kommt im Alatale an verschiedenen Stellen vor; nur der Diopsid von der Testa Ciarva und vom Borne de Brous war aber bis jetzt untersucht worden. Nach La Valle zeigen die Krystalle von Borne de Brous einige Eigentümlichkeiten, welche sie von jenen aus der Testa Ciarva unterscheiden; auch der Diopsid von Saulera bietet etwas Charakteristisches. Von den Formen, welche an Krystallen des letzteren Fundortes gefunden wurden, sind *w* und *N* bis jetzt am Diopsid von der Testa Ciarva unbekannt; ferner kommt { $\bar{1}33$ } zu Saulera sehr häufig, an der Testa Ciarva ganz selten vor. *N*{132} ist am Diopsid von Borne de Brous bekannt, so daß wir hier eine Ähnlichkeit mit Saulera haben; am Borne de Brous aber hat La Valle die für Saulera so charakteristische Form { $\bar{1}33$ } nicht gefunden. Es ist auch zu bemerken, daß die am Diopsid von Saulera beobachteten Combinationen weder an der Testa Ciarva, noch am Borne de Brous mit Sicherheit bestimmt wurden.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten, gemessenen Winkel wiedergegeben, welche zur Bestimmung der Formen dienen.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(110)	= 46°25'	46°24'20"
(100):(310)	19 48	19 17 42
(100):(510)	11 57	11 51 47
(110):(310)	27 7	27 6 38
(001):(111)	33 56½	33 50 28
(001):(111)	42 7	42 2 33
(001):(221)	65 23	65 21 7
(001):(331)	76 15	76 23 16
(111):(110)	45 20	45 19 53
(110):(221)	35 27	35 28 32
(110):(331)	24 25	24 26 23
(010):(111)	65 44	65 45 20
(111):(111)	48 30	48 29 20
(010):(041)	23 46	23 47 22

1) Materialien zur Mineralogie Rußlands 4, 269.

2) Geol. Fören. i Stockh. Förhandl. 1879, 4, 364. Ausz. diese Zeitschr. 4, 527.

3) Diese Zeitschr. 1884, 5, 532.

4) Diese Zeitschr. 1886, 11, 454.

5) Memorie R. Accad. dei Lincei Rom 1888 (4a), 5, 388. Ref. diese Zeitschr. 18, 88.

	Gemessen:	Berechnet:
(010):(021) =	41°26'	41°24' 6"
(100):(111)	53 57	53 58 9
(100):(133)	85 5	85 16 7
(111):(133)	34 11	34 17 58
(111):(133)	18 13	18 12 6
(010):(133)	59 37	59 36 0
(133):(133)	60 44	60 48 0
(001):(133)	34 56½	34 56 42
(010):(132)	52 19	52 23 56
(001):(132)	39 40	39 38 34
(001):(100)	74 10	74 11 30
(001):(331)	21 13	21 9 50

Die bis jetzt am Diopsid beobachteten Formen und ihre Verbreitung.

Zu den folgenden Tabellen ist zu bemerken, daß nur jene Fundorte berücksichtigt wurden, welche sicher sich auf sehr eisenarmen Diopsid beziehen. So wurde der kaliumhaltige Diopsid von Achmatowsk, der 5,70% *MnO*-haltige Diopsid von Moraviczka usw. vernachlässigt, weil die Verschiedenheit der Zusammensetzung in diesen und ähnlichen Fällen das Auftreten bestimmter Krystallformen bedingt haben könnte. Was die Literaturangaben betrifft, so muß ich ausdrücklich erwähnen, daß viele ältere Angaben unberücksichtigt blieben, weil die Möglichkeit einer Verwechselung zwischen *c* und *p* existiert und weil es sich fast immer um Angaben handelt, von welchen es unsicher ist, ob sie sich wirklich auf eisenarmen Diopsid beziehen, was, besonders wenn die Fundortsangaben fehlen, nicht leicht zu entscheiden ist. Für den Zweck vorliegender Arbeit war es übrigens wichtiger eine kleinere Anzahl sicherer Notizen zusammenzustellen, als, um die Vollständigkeit zu erreichen, alles Sichere und Unsichere zu vereinigen. Ferner ist es sehr leicht, bei dem Umfange der Literatur einige Angaben zu übersehen, ich hoffe aber, keine wichtige Arbeit vergessen zu haben. Ich muß auch bemerken, daß die Localitäten, von welchen Krystalle ohne Endflächen bekannt sind, nur in dem Falle eingeführt wurden, daß sie seltenere oder wichtige Prismen $\{hk0\}$ gezeigt haben.

Die Zahl der berücksichtigten Vorkommen und der aufgezählten Combinationen ist sehr bedeutend, so daß die Hinzufügung einiger anderer Fundorte oder Combinationen die gezogenen Schlüsse nicht beeinflussen kann.

Die berücksichtigten Fundorte sind ¹⁾:

1. Reichenstein. Götz (diese Zeitschr. 1886, 11, 240): *abmfpzusokR*.
2. Schwarzenstein-Alp (Zillertal).

1) Für jede Localität sind nur die wichtigsten Arbeiten erwähnt.

- 2a. Dunkle Krystalle. A. Schmidt (diese Zeitschr. 1893, **21**, 44):
 $abcm\chi fi Apuvwso\lambda D$.
- 2b. Helle bis farblose Krystalle. A. Schmidt¹⁾ (ebenda S. 35):
 $abcmRf\chi J\tilde{\omega}yp\pi uvsk$.
3. Greiner. Tschermak (Miner. Mitth. 1872, 58): $af\chi$.
4. Rothenkopf. Zambonini (vorliegende Abh.): $abmfpso\lambda\lambda_1$.
5. Wildkreuzjoch. Zambonini (vorliegende Abh.): $abcmfipeusos_1\Gamma p$.
6. Schwarze Wand. Tschermak (Miner. Mitth. 1873, 47): $acmfpo k? \pi?$.
 Gränzer (Tschermaks min. u. petr. Mitt. 1888, **9**, 364. Ausz. diese Zeitschr. **18**, 534 f.): $abcm\chi fipyex\pi\tau so$. Von diesen y und τ unsicher.
 Weinschenk (diese Zeitschr. 1896, **26**, 486): $abcm\chi fipyexuso D$.
 Zambonini (vorliegende Abh.): $abcmfpex\pi\tau so D$.
7. Eichamwand. Weinschenk (diese Zeitschr. 1896, **26**, 487): $abmpu$.
8. Goslerwand. Weinschenk (diese Zeitschr. 1896, **26**, 488): $abmpu$.
9. Pfunders. Hessenberg (Miner. Notizen 1856, **1**, 49): $am\chi f$.
10. Zöptau²⁾. Graber (Tschermaks min.-petr. Mitt. 1894, **14**, 265; Ref. diese Zeitschr. **27**, 324): $abmfpxus$.
11. Mährisch-Altstadt. Pelikan (Tschermaks min.-petr. Mitt. 1900, **19**, 406 und 338; Ref. diese Zeitschr. **36**, 307): $abcm\pi k$.
12. Riffelhorn am Gorner Gletscher bei Zermatt. Kenngott (Mineral. der Schweiz 1866): $abmfs$.
13. Feegletscher. Hessenberg (Miner. Notizen 1863, **5**, 22): $acmfpx\pi\tau sqo\lambda$.
14. Zermatter Seite des Saagrates. Kenngott (Mineralogie der Schweiz 1866, 177): $abcmfs$.
15. Matterhorn. Streng (Neues Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1885, **1**, 238; Ref. diese Zeitschr. **12**, 346): $acmfpxuso\lambda$.
 Seligmann (Verh. naturh. Ver. Bonn 1883, Corr.-Bl. 104): $acmfpx\pi\tau so\lambda$; unsicher $O\{113\} = \{126\}$.
 Boecker (diese Zeitschr. 1892, **20**, 234): $abcmfp\pi so\lambda$. (Vgl. diese Arbeit für die genauen, von Seligmann mitgeteilten Fundortsangaben.)
16. Thierälpele am Tschervandune. Kenngott (Mineral. d. Schweiz 1866, 178): $abcmfp$.

1) Doelter erwähnte auch Krystalle $abms_o$, aber Schmidt bemerkte dazu: „Ich habe weder die Form o , noch eine analoge Combination gefunden. Die Angaben Doelters (Tschermaks min.-petrogr. Mitt., n. F., 1878, **1**, 52) werden daher nicht berücksichtigt.“

2) Dieser Diopsid ist etwas Al -haltig und hat eine ziemlich hohe Auslöschungsschiefe: $c:c = 400:14'$.

- Lewis (Mineral. Magaz. 1903, **13**, 294; Ref. diese Zeitschr. **41**, 447): *abmfgipxuvokR*.
17. Maggital. Kenngott (Mineral. d. Schweiz 1866, 179): *abcmfp*.
18. Graubünden. Baumhauer (diese Zeitschr. 1893, **21**, 200): *abcmf
ixpuso*.
19. Testa Ciarva im Alatale (fast alle Beschreibungen von Diopsiden aus dem »Alatale« beziehen sich auf die Testa Ciarva. Für die Localität vgl. die genauen Angaben Strüvers im Neuen Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1874, S. 343).
Die Literaturangaben über diesen berühmten Fundort sind sehr vollständig in Hintzes Handbuch (2, 1066 f.) zusammengestellt, so daß es mir überflüssig erschien, sie hier wiederzugeben. Hinzuzufügen sind folgende neuere Arbeiten:
Zambonini (diese Zeitschr. 1904, **34**, 239): *abcmχfixπςM
ψsuολγηrvw*.
Zambonini (Centralbl. f. Min., Geol. usw. 1903, 124; Ausz. diese Zeitschr. **41**, 642): *abcmfχuvsoλxηο₁*.
Zambonini (vorlieg. Abhandl.): *abcmfpψJexuvτsoλγηV*.
20. Borne de Brous. La Valle (Memorie R. Acc. Lincei Rom 1888, (4^a), **5**, 388; Ref. diese Zeitschr. **18**, 88): *abcmχfpψexπuvτ
soλγηN*.
21. Saulera. Zambonini (vorliegende Abh.): *abcmχfpχπuvwsoλNV*.
22. Comba di Compare Robert. Boeris (Atti R. Acc. Science, Turin 1899, **34**, 609; Ref. diese Zeitschr. **34**, 288): *abcfχuvo*; an den tiefgrünen Krystallen¹⁾ *abus*.
23. Casteldelfino. Zambonini (Centralbl. f. Min. 1903, 84; Ref. diese Zeitschr. **41**, 644): *abmfχ*.
24. See von Vico. Artini (Memorie R. Accad. Lincei, Rom 1889, (4^a), **6**, 87; Ref. diese Zeitschr. **20**, 169): *abmxo*.
25. Vesuv. Gelbe Varietät.
Lévy (Collect. Heuland 1838, **2**, 23): *abmfxo*.
Hessenberg (Mineral. Notizen 1856, **1**, 19, 24): *abcmpxuv
τsoκ*.
vom Rath (Pogg. Annalen Erg.-Bd. **6**, 89): *abcmfipxuτso*;
(Pogg. Ann. 1876, **158**, 442): *acmfpxso*; (Ref. diese Zeitschr. **17**, 402): *abcmfpxuso*.
Diopsidähnliche Varietät.
vom Rath (Pogg. Ann. Erg.-Bd. **6**, 343): *abmfpxus*.
Weiße Varietät.
vom Rath (Ebenda): *abcmfpxuso*.

¹⁾ An diesen Krystallen ist $c:c = 440$.

- Seligmann (bei Hintze, Mineralogie 2, 4071): *abcmfpsuo*.
26. Étang bei St. Nazaire. Lacroix (Bull. soc. franç. de minér. 1889, 12, 93; Ref. diese Zeitschr. 20, 90): *abmpus*.
27. Bordères. Lacroix (Ref. diese Zeitschr. 35, 634): *abcm*.
28. Lac Naguille (Ariège). Lacroix (Minér. de la France 2, 607): *abcmfpquok*.
29. Cabre (Ariège). Lacroix (Ebenda): *abcmp*.
30. Kafveltorp. H. Sjögren (diese Zeitschr. 1883, 7, 448): *abcmipxuso*.
Zambonini (vorliegende Abh.): noch *gfz*.
34. Nordmarken. Typ. III Flink (diese Zeitschr. 1886, 11, 467): *abcmfzipsok*.
32. Nordmarken. Typ. IV. J. Lehmann (diese Zeitschr. 1884, 5, 532):
abcmχfipxusokN. Flink gibt dieselben Formen an.
33. Nordmarken Typ. V. Flink (diese Zeitschr. 1886, 11, 475): *abcmfLpxusokN*. Wülfing (Pyroxenfamilie, 1894, 11): *cmok*.
- 33a. Nordmarken. »Andere Varietät«. Flink (diese Zeitschr. 1886, 11, 480): *abcmχipso*.
34. Drusenort bei Taberg, Wermland. G. Nordenskjöld (Geol. För. i. Stockholm Förhandl. 1890, 12, 348; Ref. diese Zeitschr. 20, 382): *abcmχfiApuso*.
35. Tennberget. Weibull (diese Zeitschr. 1896, 25, 3): *abmfu*.
36. Pargas. Wiik (diese Zeitschr. 1886, 11, 343): *abcms*.
37. Perheniemi in Ithis. Wiik (vgl. Hintze, Handbuch der Mineralogie 2, 4082): *bcmpxuo*.
38. Achmatowsk.
- 38a. Grüne Krystalle.
- G. Rose (Reise nach dem Ural usw. 1842, 2, 428): *abcmfpo*.
- Kokscharow (Materialien zur Miner. Rußlands 4, 269): *abcmfpzuwhsokdxt*.
- vom Rath (diese Zeitschr. 1884, 5, 495): *abcmfsoλ*.
- Doelter (Tschermaks min. Mitt. N. F. 1, 50; Ausz. diese Zeitschr. 4, 88): *abcmfuso*.
- Busz (diese Zeitschr. 1892, 20, 558): *abcmfpxsodtn*.
- A. Schmidt (diese Zeitschr. 1893, 21, 20): *abcmfpG℞usok*.
- Zambonini (vorl. Abhandl.): *abcmfpzuhsokxt*.
- 38b. Weißliche Krystalle.
- Auerbach (Journ. f. prakt. Chemie 1846, 37, 490): *abcmpxok*.
- Kokscharow (Materialien zur Miner. Rußlands 4, 258): *gbcmfpzuwvwhsokdtϕλα*.
- Schmidt (diese Zeitschr. 1893, 21, 42): *abcmfxπpurwhsoλldϕk℞℞*.

- Jeremejew (Ref. diese Zeitschr. 28, 522): $abcm/\pi usol$ (gelblichgraue Krystalle.
39. Baikal-See ¹⁾.
- 39a. Grüne Krystalle.
Kokscharow (Materialien zur Mineral. Rußlands 4, 279): $abcm/\pi usol\gamma$.
- 39b. Weiße Krystalle.
Kokscharow (Ebenda): $abcm\pi usol\gamma$.
Vereinigte Staaten (Nord-Amerika) ²⁾.
40. De Kalb. vom Rath (diese Zeitschr. 1888, 13, 598): $abcmu\mathfrak{D}$.
Penfield bei E. Dana (Mineralogy 6th ed. 353): $abcm\pi uo\mathfrak{D}$.
Ries (Ann. of the New York Acad. of Sciences 1896, 9, 168; Ref. diese Zeitschr. 30, 395): $abcm\pi euvso\mathfrak{D}$.
41. Edwards. Ries (ebenda S. 170): $abcmu$.
42. Macomb. Ries (ebenda S. 170): $abcmu$.
43. Pierrepont. Penfield bei E. Dana (loc. cit.): $abcpuv$.
Ries (loc. cit. S. 170): $abcm$.
44. Pitcairn. Ries (ebenda S. 171): mus .
45. Port Henry. Ries (ebenda S. 171): $abcm\pi euso$.
46. Russel. Penfield bei E. Dana (loc. cit.): $abcmu$.
Ries (loc. cit.): $abcmu$.
47. Ducktown, Tenn. Moses (diese Zeitschr. 1902, 35, 424): $abmf\pi uso$.
48. Canada, Côte St. Pierre. Preiswerk (diese Zeitschr. 1905, 40, 498),
 $abcm\pi xuso$.
Grönland.
49. Satunguit. Bøggild (Mineral. groenlandica 1905, S. 370): $abcmf\pi uso$.
50. Isua. Bøggild (ebenda S. 371): $abmf\pi u$.
51. Maneetsok. Bøggild (ebenda S. 373): $abmf\pi xusok$.
52. Afrika, Ussab. Gürich (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1890, 1, 114; Ref. diese Zeitschr. 21, 150): acm (von Hintze corrigiert).

Auf Grund der obigen Literaturangaben wurde die folgende Tabelle hergestellt, welche die bis jetzt an den eisenarmen Diopsiden beobachteten

1) Die Angaben Lévy's (Coll. Heuland 1838, 2, 26) wurden nicht berücksichtigt, weil sie, wie Hintze (Miner. 2, 1086) ganz richtig bemerkte, sehr wahrscheinlich auf einer Verwechslung von c und p beruhen.

2) Die »Diopside« von Warwick, To Ponds, Gouverneur, Rossie, Grassy Lake bei Rossie wurden von Ries als zum Augit gehörig erkannt und wurden daher hier nicht berücksichtigt. Die Krystalle von Canaan, welche Williams (Amer. Journ. Science 1889, 38, 119; Ref. diese Zeitschr. 19, 646) beschrieb, sind nicht mit Sicherheit eisenarme Diopside. J. Dana erwähnt (Mineralogy 3th ed. 1850, 267) von Bytown, L. C., Krystalle $acm\pi xso$; in den folgenden Auflagen sind diese Angaben nicht mehr enthalten und daher hier vernachlässigt.

Formen und ihre Verbreitung angibt. Was die Columnne »erster Beobachter« betrifft, so muß ich erwähnen, daß ich für die älteren Formen im wesentlichen Kokscharow¹⁾ und Götz²⁾ gefolgt bin.

Buch- staben ³⁾	Alte Aufstellung	Tschermak- Groth'sche Aufstellung	Erster Beobachter	Verbreitung ⁴⁾	Summe der Fundorte
<i>a</i>	{400}	{400}	Haüy	Fehlt nur an 37 und 44	54
<i>b</i>	{040}	{040}	-	Fehlt an 3-9-13-44-52	51
<i>c</i>	{004}	{102}	-	Fehlt an 1-3-4-7-8-9-10- 12-23-24-26-35-44-47- 50-51	40
χ	{510}	{510}	Hessenberg	2a-2b-3-6-9-19-20-21-22- 23-30-31-32-33a-34	15
ψ	{920}	{920}	La Valle	19	1
<i>f</i>	{310}	{310}	Haüy	1-2a-2b-3-4-5-6-9-10-12- 13-15-16-17-18-19-20- 21-22-23-25-28-30-31- 32-33-34-35-38a-38b- 47-49-50-51	34
<i>g</i>	{210}	{210}	Lévy	16-19-30	3
<i>m</i>	{110}	{110}	Haüy	Fehlt nur an 3 und 22	54
ω	{120}	{120}	-	2b-19	2
<i>i</i>	{130}	{130}	Mohs und Haidinger	2a-5-6-16-18-19-25-30- 31-32-33a-34	12
\mathfrak{R}	{140}	{140}	A. Schmidt	2b	1
\mathcal{A}	{150}	{150}	Flink	2a-34	2
<i>L</i>	{170}	{170}	-	33	1
<i>q</i>	{301}	{502}	Miller	28	1
<i>G</i>	{201}	{302}	La Valle	19-38a	2
<i>p</i>	{101}	{102}	Haüy	1-2a-2b-4-5-6-7-8-10-13- 14-15-16-17-18-19-20- 25-26-28-29-30-31-32- 33-33a-34-37-38a-38b- 39a-39b-40-43-45-48- 49-50-51	39
<i>n</i>	{102}	{001}	-	19	1
ψ	{501}	{11.0.2}	vom Rath	19-20	2
<i>M</i>	{401}	{902}	Götz	19	1
<i>J</i>	{702}	{401}	La Valle	19	1
<i>s</i>	{301}	{702}	vom Rath	19	1
<i>y</i>	{101}	{302}	Breithaupt	2b-6-19	3
π	{041}	{182}	Lévy	19-20-21-38b	4

1) Materialien zur Mineralogie Rußlands 4, 285 f.

2) Diese Zeitschr. 1886, 11, 236.

3) Besonders nach Hintze, Miner. 2, 1046.

4) Die berücksichtigten Fundorte sind 56, wenn wir 2a und 2b, 33 und 33a, 38a und 38b, 39a und 39b getrennt behandeln.

Buch- staben	Alte Aufstellung	Tschermak- Groth'sche Aufstellung	Erster Beobachter	Verbreitung	Summe der Fundorte
\mathfrak{N}	{0.11.5}	{5.22.10}	Schmidt	38a	1
z	{021}	{142}	Haüy	1-2b-6-10-11-13-15-16- 18-19-20-21-24-25-30- 32-33-37-38a-38b-39a- 47-48-51	24
e	{011}	{122}	Haüy	5-6-19-20-40-45	6
τ	{112}	{012}	Lévy	6-13-19-20-25	5
ξ	{335}	{1.6.10}	Hessenberg	19	1
s	{111}	{122}	Haüy	1-2a-2b-4-5-6-10-12-13- 14-15-18-19-20-21-25- 26-30-31-32-33-33a-34- 36-38a-38b-39a-39b-44- 45-47-48-49-51	34
s_1	{443}	{586}	Zambonini	5	1
ϱ	{332}	{232}	Hessenberg	13-19-38a	3
β	{885}	{11.16.10}	Kokscharow	19 ¹⁾	2
o	{221}	{342}	Haüy	1-2a-4-5-6-13-15-16-18- 19-20-21-22-24-25-28- 30-31-32-33-33a-34-37- 38a-38b-39a-39b-40-45- 47-48-49-51	33
o_1	{994}	{794}	Zambonini	19	1
λ_1	{552}	{452}	-	4	1
λ	{331}	{562}	Phillips	2a-4-13-15-19-20-21- 38a-38b-39a-39b	11
σ	{112}	{212}	Miller	15-19	2
u	{111}	{322}	Haüy	1-2a-2b-5-6-7-8-10-13- 15-16-18-19-20-21-22- 25-26-28-30-32-33-34- 35-37-38a-38b-39a-39b- 40-41-42-43-44-45-46- 47-48-49-50	40
v	{221}	{542}	Lévy	2a-2b-16-19-20-21-22- 25-38b-40-43	11
r	{552}	{652}	Kokscharow	38b	1
w	{331}	{762}	-	2a-21-38a-38b	4
h	{441}	{982}	-	38a-38b	2
n	{551}	{11.10.2}	Busz	38a	1
γ	{151}	{1.10.2}	Kokscharow	19-20-39a-39b	4
\dagger	{131}	{162}	Dana	19-20	2
v	{343}	{386}	Zambonini	19	1

1) Kokscharow gibt den Fundort für β nicht an, da er aber in der citierten Abhandlung fast ausschließlich die russischen Diopside eingehend studierte, so ist es wahrscheinlich, daß er an ihnen diese Form entdeckte; β wurde daher als an zwei Localitäten beobachtet angesehen.

Buch- staben	Alte Aufstellung	Tschermak- Groth'sche Aufstellung	Erster Beobachter	Verbreitung	Summe der Fundorte
m	{353}	{3.10.6}	La Valle ¹⁾	19	1
Q	{343}	{326}	Hessenberg	19	1
k	{342}	{212}	Haüy	1-2b-6-11-16-19-25-28- 31-32-33-38a-38b-51	14
R	{132}	{032}	Götz	1-16	2
V	{133}	{166}	Zambonini	19-21	2
D	{311}	{522}	vom Rath	2a-6-40	3
a	{465}	{3.12.10}	La Valle	19	1
b	{235}	{1.6.10}	-	19	1
c	{354}	{154}	-	19	1
b	{687}	{5.16.4}	-	19	1
r	{231}	{362}	Zambonini	19	1
B	{421}	{742}	Schmidt	38b	1
B	{531}	{962}	-	38b	1
p	{621}	{11.4.2}	Zambonini	5	1
e	{347}	{1.8.14}	La Valle	19	1
f	{18.20.19}	{17.40.36}	-	19	1
w	{14.1.1}	{29.2.2}	Zambonini	19	1
z	{711}	{15.2.2}	Phillips	19	1
i ₂	{511}	{11.2.2}	Lévy	19	1
D	{922}	{511}	Götz	19	1
B	{411}	{922}	-	19	1
Γ	{311}	{722}	vom Rath	5-19	2
A	{211}	{522}	Götz	19	1
A	{433}	{11.6.6}	La Valle ²⁾	19	1
i ₁	{621}	{13.4.2}	Lévy	19	1
α	{312}	{412}	Kokscharow	38b	1
η	{421}	{942}	Marignac	19-20	2
E	{10.4.1}	{21.8.2}	Götz	19	1
g	{732}	{832}	La Valle	19	1
x	{461}	{9.12.2}	Kokscharow	19-38a	2
t	{351}	{7.10.2}	-	38a-38b	2
Φ	{152}	{252}	Miller	19-38b	2
l	{241}	{582}	Kokscharow	19-38b	2
μ	{121}	{342}	Haüy	19	1
d	{131}	{362}	Phillips	19-38a-38b	3
N	{132}	{232}	Sjögren	20-21-32-33	4
P	{134}	{334}	La Valle	19	1
Q	{136}	{436}	-	19	1
i ₃	{138}	{538}	Lévy	19	1

1) Dieser Form schrieb La Valle das Symbol {13.21.13} = {13.42.26} zu. Goldschmidt (Index der Krystallformen der Mineralien 2, 528) wies nach, daß das viel einfachere Symbol {353} in besserem Einklange mit den Messungen steht. La Valle (Corso di cristallografia teoretica, Messina 1897, 168) hat den Vorschlag angenommen.

2) Diese Form ist von Goldschmidt (ebenda 526) als unsicher betrachtet, weil die gemessenen Winkel von den berechneten stark abweichen.

Zu diesen 85 einfachen Formen sind noch einige andere hinzuzufügen, welche zwar an eisenarmen Diopsiden beobachtet wurden, aber als vicinal oder als unsicher zu betrachten sind¹⁾. Diese Formen sind: $\{15.4.0\}$, $\{10.1.0\}$, $\{750\}$, $\{061\} = \{161\}$, $\{15.0.4\} = \{17.0.4\}$, $\{15.4.4\} = \{17.4.4\}$, $\{113\} = \{126\}$.

$\{15.4.0\}$, $\{15.0.4\}$ und $\{15.4.4\}$, von Götze²⁾ entdeckt, sind nur als vicinale anzusehen, wie dies aus der Beschreibung Götzes selbst klar hervorgeht. Ihre Lage weist meist nicht 1° von jener der Formen $\{401\}$, $\{411\}$, $\{410\}$ ab, welche sehr einfache Indices besitzen und mit Ausnahme von $\{410\}$ am Diopsid bekannt sind.

$\{10.1.0\}$ hat A. Schmidt an den Krystallen vom Schwarzenstein entdeckt. Die einzige von Schmidt angegebene approximative Messung erlaubt nicht, zu entscheiden, ob wir das Symbol $\{10.1.0\}$ oder $\{910\}$ annehmen müssen. Aus den Constanten Schmidts berechnet sich:

$$\begin{aligned}(100) : (10.1.0) &= 6^\circ 0' 6''; (100) : (910) = 6^\circ 39' 46''; \\ (100) : (hk0) &= 6^\circ 18' \text{ ca. gem.}\end{aligned}$$

Zu bemerken ist noch, daß dieser Wert $6^\circ 18'$ das Mittel von zwei Messungen ist, deren mittlere Abweichung vom Mittelwerte $\pm 28'$ ist.

Auch $\{750\}$ wurde von Schmidt an einem Krystalle vom Schwarzenstein beobachtet und ist ebenfalls als sehr unsicher zu betrachten. Es handelt sich um eine sehr schmale Form, und der approximativ gemessene Winkel zu (100) weicht von dem berechneten Werte $17'$ ab. Das Symbol selbst ist an sich bedenklich, weil $\frac{5}{7}$ sehr nahe $\frac{1}{\sqrt{2}}$ steht.

$\{061\}$ hat Lévy am Baikalit vom Baikal-See eingeführt; es wurde nicht mehr am Diopsid beobachtet. Da es möglich ist, daß Lévy c und p vertauscht hat, wie Hintze bemerkte, — und in diesem Falle müßte $\{061\}$ wegfallen — so wurde diese so fragliche Form in dem obigen Verzeichnisse nicht aufgenommen.

$\{113\}$, eine an den eisenreicheren Diopsiden bekannte Form, hat

1) Da wir nur die Formen zusammenstellen wollen, welche an eisenarmen Diopsiden vorkommen, so wurden einige schon seit langer Zeit bekannte Pyroxenformen in der obigen Tabelle nicht eingeführt, weil sie in der von mir berücksichtigten Diopsidliteratur nicht zu finden sind, so daß es unsicher ist, ob sie wirklich an eisenarmen Diopsiden beobachtet wurden. Diese Formen sind $\{183\} = \{5.16.6\}$, von Miller (Phillips Mineralogy 1852, 290) ohne Fundortsangabe zuerst eingeführt, $\{211\} = \{322\}$ und $\{121\} = \{142\}$, beide schon von Haüy entdeckt und meines Wissens bis jetzt mit Sicherheit nur an Pyroxenen gefunden, welche zum Augit gehören; endlich $\{142\} = \{041\}$, eine Form, welche Kokscharow und Des Cloizeaux als von Lévy beobachtet erwähnen, während, wie Götze bemerkte, eine solche Form bei Lévy nicht zu finden ist.

2) Ref. diese Zeitschr. 17, 224.

Seligmann nur mit Unsicherheit am Diopsid vom »Matterhorn« beobachtet, so daß diese Form in obiger Zusammenstellung einzuführen nicht ratsam war.

Von den oben angegebenen Formen wurden $\{511\} = \{11.2.2\}$, $\{621\} = \{13.4.2\}$ und $\{138\} = \{538\}$ nur von Lévy an Alataler Krystallen beobachtet. Ich habe diese Formen im Verzeichnisse aufgenommen, weil Lévy sie an verschiedenen Krystallen und mit ziemlich großen Flächen fand, so daß Irrtümer wenig wahrscheinlich sind. Übrigens ist es eine Eigentümlichkeit des Alataler Diopsids, an verschiedenen flächenreichen Krystallen fast immer verschiedene Endformen zu zeigen (mit Ausnahme natürlich der sehr häufigen Formen)¹⁾, so daß die Tatsache, daß diese Lévy'schen Formen nicht mehr beobachtet wurden, keinen Beweis gegen die Richtigkeit der Lévy'schen Bestimmungen liefert. Diese drei Formen gehören zu sehr wichtigen Zonen: $\{511\}$ liegt in der Zone $[(100):(111)]$, in welcher die vollständige Reihe $\{511\}$, $\{411\}$, $\{311\}$, $\{211\}$, $\{111\}$ bekannt ist, und $\{138\}$ gehört zu einer schönen Flächenreihe $\{132\}$, $\{134\}$, $\{136\}$, $\{138\}$. Von $\{621\}$ ist die positive entsprechende Form $\{621\}$ bekannt.

Von den oben zusammengestellten 86 einfachen Formen kommen vor:

2 Formen ²⁾ :	$\{100\}$, $\{110\}$	an 54 Fundorten.
1 Form:	$\{010\}$	- 54 -
2 Formen:	$c\{001\}$, $u\{111\}$	- 40 -
1 Form:	$p\{101\}$	- 39 -
2 Formen:	$f\{310\}$, $s\{111\}$	- 34 -
1 Form:	$o\{221\}$	- 33 -
1 -	$z\{021\}$	- 24 -
1 -	$x\{510\}$	- 15 -
1 -	$k\{312\}$	- 14 -
1 -	$i\{130\}$	- 12 -
2 Formen:	$\lambda\{331\}$, $v\{221\}$	- 11 -
1 Form:	$e\{011\}$	- 6 -
1 -	$\tau\{112\}$	- 5 -
4 Formen:	$\{041\}$, $\{331\}$, $\{151\}$, $\{132\}$	- 4 -
5 -	$\{210\}$, $\{101\}$, $\{332\}$, $\{311\}$, $\{131\}$	- 3 -
16 -	$\{120\}$, $\{150\}$, $\{201\}$, $\{501\}$, $\{885\}$, $\{112\}$, $\{441\}$, $\{134\}$, $\{132\}$, $\{311\}$, $\{421\}$, $\{461\}$, $\{351\}$, $\{152\}$, $\{241\}$	- 2 -
43 -	d. h. die übrig bleibenden	- 1 Fundorte.

1) Dies geht sehr klar aus den sorgfältigen Studien La Valles hervor. Dieser Forscher fand an 137 Krystallen nicht weniger als 83 verschiedene Combinationen.

2) Die Symbole sind in alter Aufstellung ausgedrückt.

Auf Grund dieser Zusammenstellung können wir die Diopsidformen in folgende Untergruppen teilen:

a) die fast immer anwesenden Formen. Diese sind nur drei: {100}, {110}, {010}.

b) die sehr häufigen Formen; ebenfalls drei: c , u , p .

c) die häufigen Formen, welche auch drei sind: f , s , o .

d) ziemlich genau in der Mitte zwischen der vorigen und der folgenden Untergruppe liegt ganz isoliert x .

e) die nicht seltenen Formen: f , k , i , λ , v .

f) die seltenen und sehr seltenen Formen: 70 an der Zahl.

Diese verschiedenen Untergruppen sind scharf unter sich getrennt. Wir haben in diesen Tatsachen einen merkwürdigen Unterschied gegenüber der Enstatit-Hyperstenreihe, an welcher ganz andere Verhältnisse herrschen. An diesen Mineralien haben wir drei, immer oder fast immer anwesende Formen {110}, {100}, {010}, dann kommt eine sehr häufige Form {122}; alle anderen Formen sind unter einander nicht mehr trennbar, weil die Zahlen für die Fundorte, an welchen sie vorkommen, eine kontinuierliche Reihe bilden.

Nach den obigen Daten ist zu schließen, daß, obwohl der Diopsid ein flächenreiches Mineral ist, doch die Zahl der Formen, welche für die Substanz $MgCa(SiO_3)_2$ wirklich charakteristisch sind, sehr beschränkt ist. Die 70 Formen, welche der Untergruppe f) gehören, stellen offenbar nur Formen dar, deren Bildung speciellen Entstehungsbedingungen der Diopsidkrystalle, an welchen sie gefunden wurden, zuzuschreiben sind. Einige wenige dieser Formen werden sicher in der Zukunft eine große Wichtigkeit erreichen und dazu dienen, die Genesis einiger Diopsidvorkommen zu erklären. Es sind das jene Formen, welche zwar nur an einem einzigen oder an sehr wenigen Fundorten, aber an diesen sehr häufig beobachtet wurden. Es ist leicht, Beispiele dafür zu liefern. An zahlreichen Localitäten kommt Diopsid mit Granat und Klinochlor vergesellschaftet vor und mit derselben grünen Farbe wie zu Achmatowsk; aber nur an diesem Fundorte zeigen die Diopsidkrystalle sehr oft die Form {441}, was auf specielle Bildungsbedingungen der Krystalle selbst hindeutet. An den Krystallen von Testa Ciarva kommt oft {311} vor und diese Form ist eine der häufigsten des Diopsids von Wildkreuzjoch; dies zeigt, daß die Diopsidkrystalle an diesen zwei Localitäten unter sehr ähnlichen Verhältnissen sich gebildet haben müssen, während der Diopsid von Saulera, d. h. einer der Testa Ciarva sehr nahe liegenden Localität, sich wahrscheinlich unter etwas verschiedenen Bedingungen bildete, weil {133}, eine an der Testa Ciarva äußerst seltene Form, an seinen Krystallen sehr häufig vorkommt. Und die Lagerstätten von Saulera und Testa Ciarva sind in der Tat ziemlich verschieden, wie Strüver ausführlich bewies.

Jetzt kommen wir zu den beobachteten Combinationen.

Combinationen von 3 Formen.

b c o. Achmatowsk (weiß) (Kokscharow).

b m u. De Kalb (Ries).

m u s. Pitcairn (Ries).

a b c. Russel (Penfield, Ries).

b c m. - (Ries).

Combinationen von 4 Formen.

a b c o. Achmatowsk (weiß) (Schmidt).

a b c m. Pierrepont (Ries), Cabre (Lacroix), Achmatowsk (Zwillinge)
(Kokscharow).

a b m p. Goslerwand (Weinschenk).

c m o k. Nordmarken Typ. V (Wülfing).

a b p u. Comba di Compare Robert (Boeris).

Combinationen von 5 Formen.

a b m p γ. Grüner Baikalit (Kokscharow).

a b c m p. - - - , »Salit« Breithaupt.

a b c m u. De Kalb (Ries), Eduards (Ries), Macomb (Ries), Russel
(Penfield und Ries).

a b m p u. Goslerwand und Eichamwand (Weinschenk).

a b c m s. Pargas (Wiik).

Combinationen von 6 Formen.

a b c m f o. Achmatowsk (grün) (Kokscharow).

a b c m p o. - - -

a b c m f p. - - -

a b m p λ γ. Grüner Baikalit, Zwillinge -

a b c m o u. De Kalb (Ries).

a b c m e p. Port Henry (Ries).

a b c p u v. Pierrepont (Penfield).

a b c m x k. Mährisch-Altstadt (Pelikan).

a b c m u D. De Kalb (vom Rath).

a b m f x o. Vesuv (Lévy).

a b m f u o. Alatal (Breithaupt), Saulera (Zambonini).

a b m f v o. Comba di Compare Robert (Boeris).

Combinationen von 7 Formen.

a b c m f p o. Achmatowsk (grün) (G. Rose, Kokscharow, Schmidt).

a b c m p o k. - (weiß) (Kokscharow).

b c m p u s o. Weißer Baikalit (Kokscharow).

a b c m p o λ. Grüner - -

a b m p o λ γ. - - -

a b c m p u s. Port Henry (Ries).

<i>abcm pu o.</i>	De Kalb (Penfield).
<i>abcm xp s.</i>	Nordmarken Typ. III (Flink).
<i>abcm fi s.</i>	- - III -
<i>abcm fok.</i>	- - V -
<i>abcm fx u.</i>	Taberg (G. Nordenskjöld).
<i>abm px u s.</i>	Zöptau (Gräber).
<i>abm pso l.</i>	Alatal (Lévy).
<i>abcm fpu.</i>	- -
<i>abcm px o.</i>	- (Doelter).
<i>abm pus γ.</i>	Grüner Baikalit, Zwillinge (Kokscharow).
<i>abcm fu o.</i>	Testa Ciarva (Greim).
<i>abcm fu v.</i>	Comba di Compare Robert (Boeris).
<i>abm fx u o.</i>	Saulera (Zambonini).
<i>bcm px u o.</i>	Perheniemi (Wiik).

Combinations von 8 Formen.

<i>abcm pu o l.</i>	Alatal (Götz).
<i>abm fx uv l.</i>	Schwarzenstein-Alp (dunkel) (Schmidt).
<i>abcm fp o k.</i>	Achmatowsk (grün und weiß) (Kokscharow).
<i>abcm px o k.</i>	- (weiß) (Auerbach).
<i>abm us o l γ.</i>	Grüner Baikalit (Kokscharow).
<i>abcm f x Go.</i>	Achmatowsk (grün) (Schmidt).
<i>abcm fpu o.</i>	- - - Testa Ciarva (La Valle).
<i>abcm us o D.</i>	De Kalb (Ries).
<i>abcm pu o D.</i>	- (Penfield).
<i>abm fx us o.</i>	Ducktown (Moses).
<i>abcm ps o k.</i>	Nordmarken Typ. III (Flink).
<i>abcm fps o.</i>	- - III -
<i>abcm pus o.</i>	- - IV (Lehmann).
<i>bcm px o k N.</i>	- - V (Flink).
<i>abcm fx pu.</i>	Borne de Brous (La Valle).
<i>abcm fs o l.</i>	Achmatowsk (vom Rath).
<i>abm fpx u s.</i>	Vesuv, diopsidähnliche Var. (vom Rath).
<i>abcm fu o η.</i>	Testa Ciarva (La Valle).
<i>abcm fus o.</i>	- - - -
<i>abcm fu o l.</i>	- - - -

Combinations von 9 Formen.

<i>abm fw x u s k.</i>	Schwarzenstein-Alp (fast farblos) (Schmidt).
<i>abcm fpx u s.</i>	- - - -
<i>abm i u v s o D.</i>	- - (dunkel) -
<i>abcm fpu s o.</i>	Achmatowsk (grün) (Kokscharow), Schwarze Wand (Zambonini), Saulera (Zambonini), Vesuv, weiß (Seligmann).

$abc m f p s o k.$	Achmatowsk (grün) (Schmidt).
$abc m p s o l \gamma.$	Grüner Baikalit (Kokscharow).
$abc p u s o l \gamma.$	- - -
$ac m f u s s o l.$	Matterhorn (Streng).
$ab m f p e u o l.$	Alatal (Lévy).
$ab m f g p u o i_1.$	- -
$abc m p e u o l.$	- (Des Cloizeaux).
$abc m f p e u o.$	Testa Ciarva (La Valle).
$abc m f \Psi u o \eta.$	- - - -
$abc m f u o l \eta.$	- - - -
$abc m f p u o l.$	- - - - (Zambonini).
$abc m f p u o \eta.$	- - (Zambonini).
$abc m p u s o V.$	Saulera (Zambonini).
$abc m f u w o l.$	- -
$abc m p u s o l.$	- -
$ac m f p x u s o.$	Vesuv (gelb) (vom Rath).
$abc m f p x u o.$	- (weiß) - -
$ab m f p x u s o.$	- - - -
$abc m i p s o k.$	Nordmarken Typ. III (Flink).
$abc m f u o k N.$	- - V -
$abc m f L u o N.$	- - V -
$abc m \chi i p s o.$	- »andere Var.« (Flink).
$abc m p x u s o.$	Côte St. Pierre (Preiswerk).

Combinationen von 10 Formen.

$ab m f \S p x u v k.$	Schwarzenstein-Alp (fast farblos) (Schmidt).
$abc m f p x u s k.$	- - - -
$abc m f p u v s k.$	- - - -
$abc m f p u o s_1 \Gamma.$	Wildkreuzjoch (Zambonini).
$abc m f p u s o \Gamma.$	- -
$ac m f p u s s o l.$	Matterhorn (Streng).
$abc m f p u v o l.$	Alatal (Lévy).
$ab m f p e x u o i_1.$	- -
$abc m f \chi p o l \eta.$	- (Götz).
$abc m f p u o l \eta.$	Testa Ciarva (La Valle), (Zambonini).
$abc m f p \pi u o l.$	- - - -
$abc m f \chi u o l \eta.$	- - - -
$abc m f \chi u v o \eta.$	- - - -
$abc m f \pi u s o l.$	- - - -
$abc m f p u s o l.$	- - - -
$abc m f p u o l \Gamma.$	- - - -
$abc m f u v o l \eta.$	- - - -

<i>abcmfuoldη.</i>	Testa Ciarva (La Valle).
<i>abcmfπuolΦ.</i>	- - - -
<i>abcmfpeuol.</i>	- - (Zambonini).
<i>abcmfχpυo.</i>	Borne de Brous (La Valle).
<i>abcmfpzus o.</i>	Vesuv (gelb) (vom Rath), Nordmarken Typ. IV
(Lehmann).	
<i>abcmfχipso.</i>	Nordmarken Typ. III (Flink).
<i>abcmfpsok N.</i>	- - V -
<i>abcmfuhso d.</i>	Achmatowsk (weiß) (Schmidt).
<i>abmfurwhod.</i>	- - -
<i>abcmpusolγ.</i>	Weißer Baikalit (Kokscharow).
<i>abmpzusolγ.</i>	- - -
<i>abmfpsusok.</i>	Maneetsok (Bøggild).

Combinationen von 11 Formen.

<i>abmfpxusok R.</i>	Reichenstein (Götz).
<i>abcmfpuwsol.</i>	Schwarzenstein-Alp (dunkel) (Schmidt).
<i>abcmfiyxeus.</i>	Schwarze Wand (Weinschenk).
<i>abcmfgpusol.</i>	Alatal (Lévy).
<i>abcmfpxuolη.</i>	Testa Ciarva (La Valle).
<i>abcmfχπuolη.</i>	- - - -
<i>abcmfuvsolη.</i>	- - - -
<i>abcmfxutsol d.</i>	- - - -
<i>abcmfχusolη.</i>	- - - -
<i>abcmfχpυoη I.</i>	- - - -
<i>abcmfpxπuol.</i>	- - - -
<i>abcmfpuvolη.</i>	- - - -
<i>abcmfpusolη.</i>	- - - -
<i>abcmfpouληx.</i>	- - - -
<i>abcmfpuolη I.</i>	- - - -
<i>abcmfpuolη d.</i>	- - - -
<i>abcmfχxuolΦ.</i>	- - - -
<i>abcmfpuvol V.</i>	- - (Zambonini).
<i>abcmfψuolη.</i>	- - -
<i>abcmfpxusok.</i>	- - (Schmidt).
<i>abcmfχpxeuo.</i>	Borne de Brous (La Valle).
<i>abcmfχpψuoη.</i>	- - - -
<i>abcmfχpuso V.</i>	Saulera (Zambonini).
<i>abcmfχipso k.</i>	Nordmarken Typ. III (Flink).
<i>abcmpxusok N.</i>	- - IV -
<i>abcmfχiApus.</i>	Taberg (Nordenskjöld).
<i>abcmfxuwhot.</i>	Achmatowsk (grün) (Kokscharow).
<i>abcmfpxuhso.</i>	- - (Zambonini).

Combinationen von 12 Formen.

$abc m f i p e u s o \Gamma$.	Wildkreuzjoch (Zambonini).
$ac m f p x u t s o \lambda$.	Feegletscher (Hessenberg).
$abc m f p \psi u v o \lambda \eta$.	Testa Ciarva -
$abc m f p u v o \lambda \eta c$.	- - (La Valle).
$abc m f p u t s o \lambda \eta$.	- - - -
$abc m f p \psi s u v o \Gamma$.	- - - -
$abc m f \Psi \pi u v o \lambda \eta$.	- - - -
$abc m f p u v o \lambda \tau \Gamma$.	- - - -
$abc m f p u o \lambda \eta A \Gamma$.	- - - -
$abc m f \chi p \pi u s o \lambda$.	- - - -
$abc m f p y u s o \lambda d$.	- - (Schmidt).
$abc m f i \pi u s o \lambda \eta \gamma$.	- - (Zambonini).
$abc m f p u v s o \lambda i_1$.	Alatal (Lévy).
$abc m f e u s o \lambda i_2 i_3$.	- -
$abc m f \chi p x \pi u o s$.	Borne de Brous (La Valle).
$abc m f \chi p x \pi u o t$.	- - - -
$abc m p x \pi u s \lambda N V$.	Saulera (Zambonini).
$abc m p x u v t s o k$.	Vesuv (gelb) (Hessenberg).
$abc m f i p x u t s o$.	- - (vom Rath).
$abc m f i p x u s o k$.	Nordmarken Typ. IV (J. Lehmann).
$abc m f p x u s o k N$.	- - V (Flink).
$abc m f p x u h s o k$.	Achmatowsk (grün) (Zambonini).
$abc m f p x n s o d t$.	- (Busz).
$abc m f x u h s o d \Phi$.	- (weiß) (Schmidt).

Combinationen von 13 Formen.

$abc m \chi p e x u t s o \mathfrak{D}$.	Schwarze Wand (Zambonini).
$abc m f p e u s o \lambda x d 2$.	Alatal (Phillips) ¹⁾ .
$abc m f g p e x \pi u o d$.	- (Lévy).
$abc m p x u s o \lambda \eta \Theta k$.	- (Marignac).
$abc m f p G e u t s o \eta$.	Testa Ciarva (La Valle).
$abc m f p x u s o \lambda \eta c$.	- - - -
$abc m f \chi p x u s o \lambda d$.	- - - -
$abc m f \chi p \pi u v s o \eta$.	- - - -
$abc m f \chi \Psi \pi x u o \lambda \eta$.	- - - -
$abc m f p \pi x u t s o \Phi$.	- - - -
$abc m f p \pi x u s o \lambda \Phi$.	- - - -
$abc m f p u s o \lambda \eta \Gamma a$.	- - - -
$abc m f p u v s o \lambda \Gamma$.	- - - -

1) $d 2$ ist eine unsichere Form in der Zone [100:111], welche in die Formentabelle nicht aufgenommen wurde.

<i>abcmfiωπζυολη.</i>	Testa Ciarva (La Valle).
<i>abcmfχπζπυολ.</i>	- - - -
<i>abcmfχπζυολη.</i>	- - - -
<i>abcmfuvτςρολΓ.</i>	- - - -
<i>abcmfπςοδΦ{k.</i>	- - (Schmidt).
<i>abcmfπψJuυολη.</i>	- - (Zambonini).
<i>abcmfχπζπευτο.</i>	Borne de Brous (La Valle).
<i>abcmfipζυοκN.</i>	Nordmarken Typ. IV (Lehmann).
<i>abcmfχipζυοκ.</i>	- - -
<i>abcmgfχipζυο.</i>	Nya Kopparberg bei Kafvelltorp (Zambonini).
<i>abcmfζπυοκδ.</i>	Achmatowsk (weiß) (Schmidt).

Combinationen von 14 Formen.

<i>abcmϢfχϢpyυvs.</i>	Schwarzenstein-Alp (fast farblos) (Schmidt).
<i>abcmfgpπζυολδι.</i>	Alatal (Lévy).
<i>abcmfgpεζπυοδι.</i>	- -
<i>abcmfpευvτςολι.</i>	- -
<i>abcmfπζυυςοληλ.</i>	Testa Ciarva (La Valle).
<i>abcmfχπυτςοληδ.</i>	- - - -
<i>abcmfππυτςοΦαβ.</i>	- - - -
<i>abcmfππζυςολΦα.</i>	- - - -
<i>abcmfππζυυςολη.</i>	- - - -
<i>abcmfππζυτςοΦκ.</i>	- - - -
<i>abcmfζυυvτςρολΓ.</i>	- - - -
<i>abcmfχπζπυςολη.</i>	- - - -
<i>abcmfχπζυοληδλ.</i>	- - - -
<i>abcmfχζυςοληδΦ.</i>	- - - -
<i>abcmfχζυυςοοιλη.</i>	- - (Zambonini).
<i>abcmfπψζυτςολη.</i>	- - -
<i>abcmfχππζυοNγζ.</i>	Borne de Brous (La Valle).
<i>abcmfχππυvτςολ.</i>	- - - -
<i>abcmfπζυκςοδx.</i>	Achmatowsk (grün) (Kokscharow).
<i>abcmfπζυκςοκxt.</i>	- - (Zambonini).
<i>abcmxvκςοκΦδλt.</i>	- (weiß) (Kokscharow).
<i>abcmfπurwκςοκδ.</i>	- - -
<i>abcmπuvrwhοκαδ.</i>	- - -

Combinationen mit 15 Formen.

<i>abcmfπψπυvτςολη.</i>	Testa Ciarva (La Valle).
<i>abcmfπψMζπυοληΓ.</i>	- - - -
<i>abcmfχπψJuυςοηΓ.</i>	- - - -
<i>abcmfχπυvτςρολη.</i>	- - - -
<i>abcmfπψυvτςοληκ.</i>	- - - -
<i>abcmfππυτςολκδΦ.</i>	- - (Schmidt).

$abc m f p \pi u \tau s o \lambda k \{ \Phi$. Testa Ciarva (Schmidt).

$abc m f p \pi u v u_i s o \lambda N V$. Saulera (Zambonini).

$abc p \pi u v r h s o k \Phi d l$. Achmatowsk (weiß) (Kokscharow).

Combinations von 16 Formen.

$abc m f p \pi u v \tau s o \lambda \eta l a$. Testa Ciarva (La Valle).

$abc m f p G \psi J u v o \lambda \eta l \Gamma$. - - - -

$abc m f \chi p \pi u v s o \lambda \eta d \Gamma$. - - - -

$abc m f p \psi \pi u \tau s o \lambda \eta d$. - - - -

$abc m f \chi p \psi \pi u s o \lambda d \Phi \gamma$. - - - -

$abc m f p \psi M J u s o \lambda \eta d$. - - - -

$abc m f \chi p \psi \zeta J x u o \lambda \eta \Gamma$. - - - -

$abc m f p \pi u \xi s o k c a d f$. - - - -

$abc m f p \pi u \tau s o \lambda d \Phi f$. - - (Schmidt).

Combinations mit 17 Formen.

$abc m f \chi p e x s u v \xi s o \lambda \Theta$. Testa Ciarva (Hessenberg).

$abc m f p \psi J u v s o \lambda \eta \Gamma l g$. - - (La Valle).

$abc m f p \psi \pi u \tau s o \lambda \eta \Gamma U f$. - - - -

$abc m f p \pi s u v \tau s o \lambda P Q m$. - - - -

$abc m f \chi p \zeta \psi u v \tau s o \lambda \Gamma$. - - (vom Rath).

Combinations von 18 Formen.

$abc m f p \psi \pi u \tau s o \eta \Phi d E k$. Alatal (Götz).

$abc m f p \zeta \psi J u v s o \lambda \eta d l \Gamma$. Testa Ciarva (La Valle).

$abc m f \chi p \psi J u s o \lambda \eta \Gamma d \mu g$. - - - -

$abc m f \chi p \psi \pi u o \lambda \eta \Gamma d A d f$. - - - -

$abc m f \chi p \pi u \tau s o \eta d \Phi a b$. - - - -

$abc m f p \pi u r w h s o \lambda k \mathfrak{B} \mathfrak{B} l$. Achmatowsk (weiß) (Schmidt).

Combinations von 19 Formen.

$abc m f p M \psi u v \tau s o \lambda A \Gamma B D \eta$. Alatal (Götz).

$abc m f \chi \{15.4.0\} p \psi M \{15.0.4\} e u v o \lambda \eta \Gamma \{15.4.4\}$. Alatal (Götz).

$abc m f \chi i p \pi \zeta M \psi u s o \eta r v w$. Testa Ciarva (Zambonini).

Combination von 20 Formen.

$abc m f p \psi M \zeta \pi u v s o \lambda \Gamma d \mu g$. Testa Ciarva (La Valle).

Combination von 24 Formen.

$abc m f \chi p \psi \pi u v \tau s o \lambda \eta d k \gamma a d b e$. Testa Ciarva (La Valle).

Die aufgezählten Combinations sind 256. Wir haben:

5 Combinations von 3 einfachen Formen.

5 - - 4 - -

5 - - 5 - -

12 - - 6 - -

20 - - 7 - -

20 Combinationen von 8 einfachen Formen.

27	-	-	9	-	-
29	-	-	10	-	-
28	-	-	11	-	-
24	-	-	12	-	-
24	-	-	13	-	-
23	-	-	14	-	-
9	-	-	15	-	-
9	-	-	16	-	-
5	-	-	17	-	-
6	-	-	18	-	-
3	-	-	19	-	-
1 Combination	-	-	20	-	-
1	-	-	24	-	-

Summe: 256

Die Mehrzahl der bekannten Combinationen wird von jenen gebildet, welche aus einer mittleren Anzahl von einfachen Formen bestehen. Die Combinationen von 7 bis 15 Formen sind von den flächenärmeren und von den flächenreicheren sehr scharf getrennt. Die Combinationen, welche aus 3 bis 6 einfachen Formen bestehen, sind nur 26, d. h. 10% der aufgezählten Combinationen. Die flächenreichen Combinationen, welche 16 oder mehr einfache Formen zeigen, betragen 29, d. h. 11%.

Sehr merkwürdig ist die Tatsache, daß unter 256 verschiedenen Combinationen nur 9, d. i. nur 3,5%, an mehr als einem einzigen Vorkommen beobachtet wurden. Und doch ist die Zahl der berücksichtigten Fundorte sehr bedeutend, nämlich 56. Diese neun Combinationen sind folgende:

<i>abc m</i>	an 3 Localitäten gefunden.			
<i>abc m p</i>	- 2	-	-	
<i>abc m u</i>	- 4	-	-	
<i>abc m p u</i>	- 2	-	-	
<i>abc m f u o</i>	- 2	-	-	
<i>abc m f p o k</i>	- 2	-	-	
<i>abc m f p o u</i>	- 2	-	-	
<i>abc m f p u s o</i>	- 4	-	-	
<i>abc m f p x u s o</i>	- 2	-	-	

Nur eine dieser Combinationen enthält eine als relativ seltene zu bezeichnende Form *k*, alle anderen bestehen nur aus sehr häufigen Formen. Natürlich konnten zahlreiche Combinationen bis jetzt nicht an mehr als einem Fundorte vorkommen, weil sie sehr seltene Formen enthalten, welche nur an einer Localität gefunden wurden; aber sehr charakteristisch ist, daß auch die Combinationen, welche nur aus sehr häufigen und aus

häufigen Formen bestehen, gewöhnlich nur an einem Vorkommen beobachtet wurden. Die Combinationen, welche nur aus allen oder einigen der zehn Formen $a, b, c, m, f, p, z, u, s, o$ gebildet sind, erreichen die Zahl von 41, und von diesen wurden, wie aus obiger Darstellung hervorgeht, nur fünf an zwei, zwei an drei, eine an vier Localitäten gefunden. Daß die häufigsten Formen an den verschiedenen Fundorten meist zu verschiedenen Combinationen sich vereinigen, ist als eine Eigentümlichkeit der Diopsidsubstanz anzusehen. Dieselbe Tatsache wurde schon beim Enstatit-Hypersthen bemerkt, und wir werden dieselbe Erscheinung auch an den eisenreichen Diopsiden beobachten, während Ägirin schon ein etwas verschiedenes Verhalten zeigt und der Augit, welcher doch die Diopsid- und Hedenbergitsubstanz enthält, dieselben Combinationen an sehr zahlreichen Vorkommen bietet. Das verschiedene Verhalten ist zweifellos durch den Unterschied in der chemischen Zusammensetzung bedingt. Das ähnliche Verhalten von Diopsid, Hedenbergit und Enstatit-Hypersthen ist leicht verständlich, weil die sich ersetzenden Elemente Ca, Mg, Fe eine große Verwandtschaft besitzen; anders ist der Fall aber, wenn wir diese Mineralien mit dem Ägirin und dem Spodumen vergleichen.

Wenn wir die Verbreitung der verschiedenen einfachen Formen an den Combinationen des eisenarmen Diopsids untersuchen, so sind natürlich zahlreiche, interessante Schlüsse zu ziehen. Wir werden hier einige wiedergeben.

Die drei Formen a, b, c kommen gleichzeitig an 215 Combinationen vor; nur einmal fehlen alle drei, ebenso fehlten einmal a und c und a und b ; an fünf Combinationen ist a , an vier b , an 29 c abwesend.

Aus der Tabelle S. 39 f. geht hervor, daß die Formen s, o, k, G, p, q die entsprechenden negativen (e, μ, σ, y, c, N) besitzen. Es war von Interesse zu sehen, ob die negative und die positive Form gleichzeitig vorkommen. q wurde bis jetzt nur an Fundorten beobachtet, an welchen seine negative, entsprechende Form N unbekannt ist. G und die entsprechende y wurden niemals zusammen gefunden; übrigens ist G an einigen Vorkommen, wo y bekannt ist niemals beobachtet worden. k und σ wurden bis jetzt niemals an derselben Combination gefunden. μ wurde dagegen immer zusammen mit o beobachtet, aber dies hat keinen Wert, weil μ sehr selten und o an den meisten Combinationen anwesend ist. Zwei wichtige entsprechende Formen sind s und e ; letztere wurde an 18 Combinationen gefunden, und nur an sieben von diesen war gleichzeitig s anwesend. Zweifellos sind die zwei charakteristischen, entsprechenden Formen des eisenarmen Diopsids c und p , welche ferner auch zu den häufigsten Formen gehören. An 171 Combinationen kommen p und c gleichzeitig vor, an 18 fehlt nur c und an 54 dagegen p ; an 13 fehlen beide. Mit Ausnahme von p und c sind die positiven und negativen entsprechenden Formen nur

selten gleichzeitig an demselben Krystalle zu finden, was natürlich bestätigt, daß der Diopsid wirklich monoklin, nicht echt pseudorhombisch ist.

Die Combinationen des eisenarmen Diopsids gehorchen einer von Strüver und Sella am Pyrit entdeckten Regel, nämlich der, daß die Combinationen von wenigen Formen gewöhnlich nur aus den häufigsten Formen bestehen und daß die seltenen Formen mit größerer Wahrscheinlichkeit zu finden sind, je nach der Größe der Zahl der Formen, welche die Combinationen bilden. Daß dies für den eisenarmen Diopsid der Fall ist, geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

Die Combinationen von 3 Formen bestehen alle aus sehr häufigen Formen.

Unter den 5 - - 4 - enthält nur eine eine seltene Form.

- - 5 - - 5 - enthält nur eine eine sehr seltene Form.

- - 12 - - 6 - enthalten nur fünf keine seltene oder sehr seltene Form.

- - 20 Combinationen von 7 Formen enthalten nur neun keine seltene oder sehr seltene Form.

- - 20 Combinationen von 8 Formen enthalten nur sechs keine seltene oder sehr seltene Form.

- - 27 Combinationen von 9 Formen enthalten nur sechs keine seltene oder sehr seltene Form.

- - 29 Combinationen von 10 Formen enthält nur eine keine seltene oder sehr seltene Form, an 22 hat man 1 bis 4 sehr seltene Formen.

Von den Combinationen von 11 Formen ab enthalten alle seltene oder sehr seltene Formen.

Die Betrachtung der verschiedenen Combinationen läßt auch einige interessante Relationen erkennen in bezug auf das gleichzeitige Auftreten einiger Formen.

Was *s* und *o* betrifft, so zeigt sich, daß diese Formen an den Combinationen, welche aus nicht mehr als zehn Formen bestehen, in folgender Weise vorkommen:

s ohne *o* an 12 Combinationen

s mit *o* - 33 -

o ohne *s* - 55 -

In den Combinationen von nicht mehr als zehn Formen findet sich also häufiger *o* ohne *s*, als diese beiden Formen gleichzeitig. Das Gegenteil beobachtet man an den Combinationen, welche aus wenigstens 11 Formen bestehen. An diesen hat man:

s ohne *o* an 4 Combinationen

s mit *o* - 93 -

o ohne *s* - 36 -

Dieses Verhalten ist merkwürdig, weil es einen Unterschied zwischen Diopsid und Enstatit-Hypersthen und Ägirin darstellt. Die *s* und *o* des Diopsids entsprechenden Formen sind in der Enstatit-Hypersthenreihe *e* {122} und *y* {342}. An den 24 zusammengestellten Combinationen dieser Reihe hat man

<i>e</i> ohne <i>y</i> an	10 Combinationen
<i>e</i> mit <i>y</i> -	3 -
<i>y</i> ohne <i>e</i> -	0 -

Das ist genau das entgegengesetzte Verhalten des Diopsids¹⁾.

Was den Ägirin betrifft, so werden wir später sehen, daß *s* fast immer ohne *o* vorkommt. Für den Spodumen liegen keine genügenden Daten vor, um sichere Schlüsse ziehen zu können.

Die topischen Parameter des Diopsids.

Um diese Parameter berechnen zu können, ist es nötig, das spezifische Gewicht des eisenarmen, fast reinen Diopsids zu kennen. Die vorliegenden Angaben schwanken zwischen 3,11 und 3,398; die Mehrzahl aber, und besonders die mit größter Sorgfalt bestimmten, zwischen 3,253 und 3,285. Ich habe zahlreiche Bestimmungen mit der Schwebemethode am weißen Diopsid aus dem Alatale ausgeführt und als Mittel 3,275 gefunden. Dieser Wert wurde auch durch Bestimmungen am Diopsid aus der Gosler Wand (3,280) und von Wildkreuzjoch (3,268) bestätigt. Der Mittelwert für den Diopsid von Ala stimmt übrigens gut mit jenem der besten bekannten Werte überein.

Dieses spec. Gewicht entspricht einem nicht eisenfreien Diopsid, doch wurde es in den folgenden Rechnungen für die reine Verbindung $CaMg(SiO_3)_2$ angewendet. Es schien mir nutzlos, auf Grund der chemischen Zusammensetzung des Diopsids von Ala und des Elbaner Hedenbergits und der betreffenden spezifischen Gewichte den Wert für die reine eisenfreie Verbindung zu berechnen, weil diese Correctur viel kleiner ist als die Schwankungen, welche die krystallographischen Constanten $a:b:c$ und β an verschiedenen Fundorten und nach verschiedenen Forschern zeigen.

Wenn wir als Axenverhältnis das S. 20 angenommene wählen, so erhalten wir:

M.-G.:	Sp.Gew.:	M.-V.:	χ	ψ	ω	
217,26	3,275	66,34	4,9888	4,7499	2,7996	(Tschermak-Grothsche Aufstellung).

Was der von mir angenommene Wert des spec. Gewichtes des eisenarmen Diopsids betrifft, so muß ich bemerken, daß V. Püschl für einen künstlich dargestellten, reinen Diopsid $CaMg(SiO_3)_2$ für das spec. Gewicht

1) Übrigens besteht zwischen *e*, *y* der Enstatit-Hypersthenreihe und *s*, *o* des Diopsids noch ein weiterer, wichtiger Unterschied. *s* und *o* kommen am Diopsid praktisch an derselben Anzahl von Fundorten vor: dagegen ist *e* an 15, *y* nur an drei Enstatit-Hypersthenlocalitäten bekannt.

3,078 fand. Meiner Ansicht nach ist dieser Wert als entschieden zu niedrig zu betrachten. Die natürlichen Diopside, an welchen ich meine Bestimmungen ausführte, enthielten 2 %, höchstens 3 % FeO ; dieser relativ kleine Eisengehalt kann nicht einen so großen Unterschied bedingen, wie dies zwischen den Werten von Pöschl und mir der Fall ist. Wie Pöschl bemerkt und auch oben von mir hervorgehoben wurde, weichen die bekannten Werte der spec. Gewichte der natürlichen, eisenarmen Diopside unter einander bedeutend ab; doch ist zu bemerken, daß zahlreiche dieser Werte nicht als sehr genau betrachtet werden können, und daß die besten, wie gezeigt wurde, zwischen engeren Grenzen schwanken. Vielmehr ist es möglich, daß die spec. Gewichtsbestimmungen des Herrn Pöschl etwas zu niedrige Werte geliefert haben, wegen des Vorhandenseins (von Pöschl angenommen) von mikroskopisch kleinen Luftporen in seinen künstlichen Producten.

Die eisenreichen Diopside.

Wir stellen hier die Glieder der sog. Diopsidreihe, welche eisenreicher als die eigentlichen Diopside, aber eisenärmer als der Hedenbergit sind, zusammen. Von diesen eisenreichen Diopsiden, für welche ein besonderer Name, z. B. Sahlit, anzuwenden wünschenswert wäre, sind bis jetzt nur wenige Fundorte krystallographisch untersucht worden.

1. Krimler Thal¹⁾. v. Zepharovich (Lotos 1885, 7, 159; diese Zeitschr.

13, 45, 86): $abcmifpxuso$.

2. Oberseebachthal¹⁾. v. Zepharovich (Lotos 1889; diese Zeitschr. 20, 292): $abm\{350\}wi\Delta Lpexuk$.

Cathrein (Ann. naturhist. Hofmus. Wien 1889, 4, 184) erwähnt:
 $abmfipxsokII\in\Xi$.

3. Paßhöhe zwischen Großbach- und Kleinbachthal. Weinschenk (diese Zeitschr. 1896, 26, 487): $abmfipuvw$.

4. Nordmarken Typ. I²⁾. H. Sjögren (Geol. Förr. i. Stockh. Förhandl. 1879, 4, 364; Ausz. diese Zeitschr. 4, 527): $abcmfipxeuTrsvOoN$.

Flink (diese Zeitschr. 1886, 11, 452): $abcm\chi i\Delta p\chi XuSOvsoN$.

A. Schmidt (diese Zeitschr. 1893, 21, 25): $abcm\chi pexuso$.

5. Nordmarken Typ. II. Flink (ebenda 462): $abcmf\chi pHF sok$.

A. Schmidt (l. cit.) an einem zwischen dem ersten und dem zweiten Typus Flinks einzureihenden Krystalle fand: $abcmi\mathfrak{N} = \{160\}pexsu$.

¹⁾ Weinschenk gab keine neuen krystallographischen Angaben, doch wertvolle Notizen über die Localitäten.

²⁾ Für die Arbeiten von Tschermak und Streng über diesen eisenreichen Diopsid vgl. Flink (loc. cit.); für die Angaben Erdmanns siehe Sjögren loc. cit. Tschermak und Streng orientierten ihre Krystalle nicht richtig (nach Flink).

6. Valle Zebrù (Veltlin). A. A. Ferro (Rendiconti R. Istituto Lombardo Mailand 1906, (2), 39, 288; Ref. diese Zeitschr. 44, 652): $abc m p x u v s o \lambda \{\bar{4}41\} d$.

Auf Grund obiger Literaturangaben ist die folgende Tabelle hergestellt, welche die an den eisenreichen Diopsiden sicher gefundenen Formen und ihre Verbreitung vereinigt.

Buchstaben ¹⁾	Alte Aufstellung	Tschermak-Groth'sche Aufstellung	Erster Beobachter	Verbreitung
a^*	{100}	{100}	Haüy	Alle
b^*	{010}	{010}	-	-
c^*	{001}	{102}	-	1-4-5-6
χ^*	{510}	{510}	Hessenberg	4-5
f^*	{310}	{310}	Haüy	1-2-3-4-5
m^*	{110}	{110}	-	Alle
ω^*	{120}	{120}	-	2
i^*	{130}	{130}	Mohs u. Haiding.	1-2-3-4-5
A^*	{150}	{150}	Flink	2-4
L^*	{170}	{170}	-	2
H	{103}	{506}	-	5
Π	{302}	{101}	Cathrein	2
p^*	{101}	{102}	Haüy	Alle
F	{201}	{502}	Flink	5
e^*	{011}	{122}	Haüy	2-4-5
x^*	{021}	{142}	-	Alle
X	{015}	{5.2.10}	Flink	4
$O^2)$	{113}	{126}	Sjögren	4
τ^*	{112}	{012}	Lévy	4
ν	{223}	{146}	Sjögren	4
s^*	{111}	{122}	Haüy	1-2-4-5-6
o^*	{221}	{342}	-	1-2-4-5-6
λ^*	{331}	{562}	Phillips	6
S	{119}	{11.2.18}	Flink	4
T	{117}	{9.2.14}	Sjögren	4
u^*	{111}	{322}	Haüy	Alle
v^*	{221}	{542}	Lévy	3-6
w^*	{331}	{762}	Kokscharow	3
\odot	{114}	{214}	Cathrein	2
k^*	{312}	{212}	Haüy	2
\equiv	{1.2.10}	{215}	Cathrein	2
d^*	{131}	{362}	Phillips	6
N^*	{132}	{232}	Sjögren	4

1) Die mit einem Sternchen versehenen Formen kommen auch am eisenarmen Diopsid vor.

2) Diese Form ist vielleicht am eisenarmen Diopsid anwesend. Vgl. Fundort 15 des Diopsids.

Außer diesen sicheren Formen sind noch drei andere Formen zu erwähnen, welche als unsicher zu betrachten sind, nämlich $\{350\}$, $\{160\}$ und $\{\bar{1}41\} = \{\bar{7}82\}$.

$\{350\}$ hat v. Zepharovich an den Krystallen von Oberseebachthal gefunden: »eine sehr schmale, stark glänzende Fläche«

$$(350):(010) = 29^{\circ}44' \text{ gem.; } 29^{\circ}44' \text{ ber. nach Des Cloizeaux.}$$

Wegen des bedeutenden Unterschiedes zwischen Messung und Rechnung und des Fehlens von Zonen, welche das Symbol bestätigen, ist die Fläche unsicher.

$\mathfrak{M}\{160\}$ von A. Schmidt an einem Krystalle Nordmarkens entdeckt. Schmidt gab folgende Angaben: »die Flächen von \mathfrak{M} bilden sehr schmale aber glänzende Streifen:

$$b:\mathfrak{M} = (010):(160) = 9^{\circ}44' \text{ ca. gem.; } 8^{\circ}59'52'' \text{ ber.}^1)$$

$$i:\mathfrak{M} = (130):(160) \quad 7 \ 48 \quad - \quad - \quad ; \quad 8 \ 34 \ 29 \quad - \quad \alpha.$$

Man kann diese Form entweder als identisch mit der schon bekannten $\{150\}$ $(010):(150) = 10^{\circ}45'35''$ ber.¹⁾, $(150):(130) = 6^{\circ}48'54''$ ber., was nicht in viel schlechterer Übereinstimmung mit den gemessenen Werten steht, als dies bei Anwendung des Symbols $\{160\}$ der Fall ist), oder als eine Vicinale $\{2.11.0\}$ betrachten. Wenn das Symbol $\{2.11.0\}$ angenommen wird, so ist eine befriedigende Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung zu erhalten:

$$(010):(2.11.0) = 9^{\circ}48'5'' \text{ ber.; } (130):(2.11.0) = 7^{\circ}46'24'' \text{ ber.}^1).$$

$\{\bar{1}41\} = \{\bar{7}82\}$ von Ferro an einem Krystalle aus dem Zebrütale beobachtet, ist vom Verf. selbst als unsicher betrachtet. Der Unterschied zwischen Messung und Rechnung ist stark.

Von den 33 bis jetzt an den eisenreichen Diopsiden beobachteten Formen sind 23 auch an den eisenarmen Diopsiden bekannt. Die zehn Formen, welche bis jetzt an dem fast reinen Diopsid nicht gefunden wurden, sind alle selten und auf einen einzigen Fundort beschränkt. Sie besitzen also keinen allzu großen Wert. Es ist aber wahrscheinlich kein Zufall, daß zahlreiche dieser zehn Formen in Zonenstücken liegen, welche bis jetzt am sehr eisenarmen Diopsid immer flächenfrei gefunden wurden. Jedenfalls kann man aus diesen in der sehr reichen Formenreihe des eigentlichen Diopsids fehlenden zehn Formen keinen sicheren Schluß ziehen, weil es möglich ist, daß sie nicht dem Einflusse des höheren Eisengehaltes, sondern speciellen Bildungsbedingungen ihre Entstehung verdanken, wie dies, wie schon gezeigt wurde, für fast die Hälfte der bekannten Formen des eisenarmen Diopsids der Fall ist.

1) Die Rechnungen beziehen sich auf das Axenverhältnis Schmidts.

Auch aus der Verbreitung der verschiedenen Formen ist mit Sicherheit kein allgemeiner Schluß zu ziehen, weil die berücksichtigten Fundorte in sehr beschränkter Zahl sind. Einiges ist aber zu schließen. Aus obiger Tabelle geht hervor, daß

$abmpzu$	an allen (6) Fundorten	vorkommen
$fiso$	- 5	-
c	- 4	- vorkommt
e	- 3	-
χ, Δ, v	- 2	- vorkommen

Alle anderen Formen - 4 einzigen Fundorte vorkommen.

Vergleichen wir diese Resultate mit den am fast reinen Diopsid erhaltenen, so sehen wir sofort, daß zwischen der Reihenfolge der Formen am eisenarmen und am eisenreichen Diopsid in Wirklichkeit Unterschiede stattfinden. pzu kommen an allen untersuchten Fundorten von eisenreichem Diopsid vor; am fast reinen Diopsid wurden p und u dagegen nur 39 resp. 40 mal an 56 Fundorten beobachtet. Noch bedeutender ist der Unterschied in bezug auf z , welches nur an 24 Diopsidfundorten gefunden wurde. Auch i und e , besonders i , sind am eisenreichen Diopsid viel häufiger, als am eisenarmen. Diese Unterschiede lassen auf einen Einfluß des Eisengehaltes auf das Vorkommen der Krystallformen in der »Diopsid«-reihe hindeuten.

Betrachten wir jetzt die Combinationen. Jene des eisenreichen Diopsids sind in den folgenden Zeilen zusammengestellt.

Combinationen von 4 Formen.

1. $abmp$. Oberseebachthal (v. Zepharovich).
2. $abmk$. - -
3. $abcp$. Nordmarken Typ. I (H. Sjögren).

Combinationen von 5 Formen.

4. $abmpu$. Krimler- und Oberseebachthal (v. Zepharovich).
5. $abmk$. Oberseebachthal. -
6. $abmu$. - -
7. $abcpu$. Nordmarken Typ. I (Schmidt).

Combinationen von 6 Formen.

8. $abcm po$. Nordmarken Typ. I (Schmidt).
9. $abcm ps$. - - II (Flink).

Combinationen von 7 Formen.

10. $abcp ues$. Nordmarken Typ. I (Schmidt).
11. $abcm ps o$. - - II (Flink).
12. $abcm \chi po$. - - II -
13. $abcm f ps$. - - II -
14. $abm f F o k$. - - II -

Combinations von 8 Formen.

15. *abcpzus N.* Nordmarken, Typ. I (Flink).
 16. *abcmfps o.* - - I und Typ. II (Flink).
 17. *abcmχps o.* - - I (Schmidt).

Combinations von 9 Formen.

18. *abcmpeuso.* Nordmarken, Typ. I (Sjögren)
 19. *abcmχps o.* - - I (Flink)
 20. *abcpzuSo N.* - - I -
 21. *abcmχps o.* - - I (Schmidt).
 22. *abmχpezo.* - - I -
 23. *abcmfχps o.* - - II (Flink)
 24. *abcmχps o N.* - - II -
 25. *abcm p Hsok.* - - II -
 26. *abcmfps o k.* - - II -

Combinations von 10 Formen,

27. *abmfipzuso.* Krimler Thal (v. Zepharovich).
 28. *abcmfipuso.* Nordmarken, Typ. I (Sjögren).
 29. *abcmpxuOso.* - - I -
 30. *abcm i Apsvo.* - - I (Flink).
 31. *abcmfχps o N(?)*. - - I -

Combinations von 11 Formen.

32. *abcm pu Tσso N.* Nordmarken, Typ. I (Sjögren).
 33. *abcmpxusvo N.* - - I -
 34. *abcmχpxXu v N.* - - I (Flink).
 35. *abcm i Mpevus.* - - zwischen I und II (Schmidt).

Combinations von 12 Formen.

36. *abcmχipxuvso.* Nordmarken, Typ. I (Flink).
 37. *abcmpxuvso λd.* Zebrùthal (Ferro).

Combination von 14 Formen.

38. *abcmχ i Apxusvo N.* Nordmarken, Typ. I (Flink).

Wir haben also: 3 Combinations von 4 Formen

4	-	5	-
2	-	6	-
5	-	7	-
3	-	8	-
9	-	9	-
5	-	10	-
4	-	11	-
2	-	12	-
1 Combination	-	14	-

Auch hier, wie bei den eisenarmen Diopsiden, sind die Combinationen von einer mittleren Anzahl Formen zahlreicher als die flächenarmen und die flächenreichen. Diese Übereinstimmung hat aber keine große Bedeutung, weil dieselbe Tatsache an fast allen Mineralien zu beobachten ist.

Von den 38 oben aufgezählten Combinationen enthalten 11 Formen, welche am eisenarmen Diopsid bis jetzt nicht gefunden wurden; es ist daher auch natürlich, daß diese Combinationen am fast reinen Diopsid nicht beobachtet wurden. Von den übrig bleibenden 27 Combinationen sind nur die fünf folgenden

$abmp$; $abmpu$; $abcmpo$; $abcmfpo$; $abcmfpos$

am eisenarmen Diopsid bekannt. Die Übereinstimmung zwischen den Combinationen des eisenarmen und des eisenreichen Diopsids ist sehr gering; doch sind daraus keine Schlüsse zu ziehen, weil an beiden Mineralien fast jeder Fundort eigentümliche Combinationen zeigt. Von den 38 Combinationen des eisenreichen Diopsids kommen nur zwei an mehr als einem Fundorte oder einem Typus desselben Fundortes vor, und in dieser Hinsicht haben wir ein jenem des fast reinen Diopsids vollkommen entsprechendes Verhalten. Abweichungen vom eisenarmen Diopsid fehlen aber an den eisenreichen Gliedern nicht.

So z. B. hat man an 17 Combinationen außer {110} noch ein oder mehrere $\{hk0\}$ ($h > k$). An neun dieser Combinationen ist das einzige anwesende $\{hk0\}$ $\chi\{510\}$, an sechs ist $f\{310\}$ und nur an zwei kommen χ und f gleichzeitig vor. Am eisenarmen Diopsid ist dagegen χ , mit Ausnahme von drei Combinationen, immer von f begleitet.

Unter den 38 oben erwähnten Combinationen des eisenreichen Diopsids fehlt u an 20, während nur 46 der 256 Combinationen des fast reinen Diopsids u nicht zeigen. Diese Form kommt also an 47% der Combinationen des eisenreichen und an 82% des eisenarmen Diopsids vor.

Was s und o betrifft, so hat man:

s mit o an	21 Combinationen
s ohne o -	5 -
o ohne s -	3 -

Wir haben hier ein von jenem des eisenarmen Diopsids ganz verschiedenes Verhalten.

III.

Hedenbergit.

Pyroxene, welche sich der Zusammensetzung $CaFe^{\Pi}(SiO_3)_2$ nähern, kommen nur relativ selten und meist in schlecht ausgebildeten Krystallen vor. Meines Wissens liefert nur ein japanischer Fundort, Ōkurajiki in Obira, Provinz Bungo, gute und meßbare Krystalle. Dieser japanische Hedenbergit

wurde zuerst von K. Jimbō¹⁾ beschrieben, nach welchem die Krystalle, welche bis zu 18 mm Länge erreichen, die Formen $c\{001\} = \{102\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $p\{\bar{1}01\} = \{\bar{1}02\}$, $z\{021\} = \{142\}$, $u\{111\} = \{322\}$, $o\{\bar{2}21\} = \{\bar{3}42\}$ zeigen. Eine im Laboratorium des japanischen geologischen Amtes ausgeführte Analyse gab:

SiO_2	47,13
FeO	24,46
MnO	0,73
CaO	23,23
MgO	2,40
K_2O	0,13
Na_2O	0,98
H_2O	1,48
	<hr/> 100,54

Nach T. Wada²⁾ kommt dieser Hedenbergit in krystallinischem Kalkstein, zusammen mit Fluorit, Chalkopyrit, Pyrit, Arsenkies und Granat, vor. Nach Wada sind die Hedenbergitkrystalle von Ōkurajiki dunkelgrün, dicktafelförmig nach $\{100\}$ und zeigen die Formen a , b , c , m , p , o . Wada führt auch einige approximative Winkel an.

Von einer der Münchener Sammlung von Herrn Wada geschenkten schönen Stufe dieses Vorkommens war Dr. Grünling so freundlich, einige genau meßbare Krystalle zu isolieren, so daß es mir möglich wurde, die krystallographischen Eigenschaften des Hedenbergits genauer zu bestimmen. Se. Excellenz Herr Staatsrat T. Wada war auch so freundlich, mir durch Vermittelung des Herrn Prof. v. Groth einige sehr schöne Krystalle aus der Sammlung des Herrn Mitsubishi leihweise zu verschaffen. Es sei mir gestattet, auch hier diesen Herren meinen besten Dank auszusprechen.

An den von mir untersuchten Hedenbergitkrystallen von Ōkurajiki habe ich folgende Formen bestimmt: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\} = \{102\}$, $m\{110\}$, $p\{\bar{1}01\} = \{\bar{1}02\}$, $z\{021\} = \{142\}$, $o\{\bar{2}21\} = \{\bar{3}42\}$. An allen Krystallen waren diese Formen gleichzeitig anwesend, so daß nur eine Combination mit Sicherheit bestimmt wurde³⁾. Die Krystalle der Münchener Sammlung übersteigen nicht 7—8 mm in ihren größten Dimensionen; jene des Herrn

1) Notes on the Minerals of Japan. Journ. Coll. Sc. Tokyo 1899, **11**, 267. Ref. diese Zeitschr. **34**, 221.

2) Minerals of Japan, Tokyo 1904, 121. Ausz. diese Zeitschr. **43**, 292.

3) An einem Krystalle der Sammlung des Herrn Mitsubishi habe ich auch zwei matte, ziemlich große Flächen beobachtet, welche auf Grund approximativer Messungen und ihrer Lage mit $u\{111\} = \{322\}$ und $s\{\bar{1}11\} = \{\bar{1}22\}$ identisch zu sein scheinen. u hat auch K. Jimbō am Hedenbergit von Ōkurajiki gefunden. Dieser Krystall zeigte die Combination $abcmprxuso$; weder u noch s sind aber als vollkommen sicher bestimmt zu betrachten.

Mitsubishi sind größer und erreichen selbst 12 mm nach der Axe c . Diese letzteren Krystalle sind alle nach $\{100\}$ dicktafelförmig; $\{010\}$ ist bald größer, bald etwas kleiner als $\{110\}$ und kann auch sehr klein werden. Unter den Endformen herrschen o und c vor; p ist fast immer kleiner als c und z als o , aber manchmal ist p größer als c . Die Krystalle der Münchener Sammlung entsprechen zum Teil vollkommen den oben erwähnten des Herrn Mitsubishi; andere dagegen sind nach der Kante bo etwas verlängert und an ihnen herrscht o vor. Die Figg. 14—15, Taf. I, stellen diese zwei Typen dar¹⁾.

Die Flächenbeschaffenheit ist für genaue Messungen ungünstig. Die Formen der Zone $[001]$ sind gewöhnlich glänzend, aber entweder fein gestreift parallel der Axe c oder etwas uneben oder selbst gleichzeitig gestreift und uneben. Die Endformen sind noch schlechter. An zahlreichen Krystallen sind sie fast vollkommen matt oder sehr wenig glänzend; fast immer sind sie ein wenig uneben. Einige Krystalle sind gekrümmt.

Es war mir aber möglich, besonders an den Krystallen der Münchener Sammlung, einige Winkel mit genügender Genauigkeit zu messen; aus den besten dieser Winkel habe ich folgendes Axenverhältnis berechnet:

$$\begin{aligned} a : b : c &= 1,0881 : 1 : 0,5858; \beta = 105^\circ 5' \text{ (alte Aufstellung),} \\ &1,0507 : 1 : 0,5858; \beta = 89^\circ 28' \text{ (Tschermak - Grothsche} \\ &\text{Aufstellung).} \end{aligned}$$

In der folgenden Tabelle sind die gemessenen und die berechneten Winkel zusammengestellt.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100) : (110) =$	$46^\circ 23\frac{1}{2}', 46^\circ 26', 46^\circ 18', 46^\circ 25', 46^\circ 28'$	$46^\circ 25'$
$(001) : (100)$	$74^\circ 55', 74^\circ 54'$	$74^\circ 55'$
$(001) : (110)$	$79^\circ 45', 79^\circ 35', 79^\circ 45', 79^\circ 43'$	$79^\circ 40'$
$(001) : (\bar{2}21)$	$64^\circ 52'$	$64^\circ 54'$
$(110) : (2\bar{2}1)$	$35^\circ 25'$	$35^\circ 26'$
$(100) : (\bar{2}21)$	$61^\circ 18', 61^\circ 14', 61^\circ 14', 61^\circ 8', 61^\circ 24'$	$61^\circ 14'$
$(110) : (\bar{2}21)$	$81^\circ 20', 81^\circ 16'$	$81^\circ 18'$

Die Form z erlaubte nur approximative Messungen, welche hier nicht wiedergegeben werden, weil sie nur für die Bestimmung des Symbols dieser Form dienen.

Die Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den berechneten Winkeln ist befriedigend und das angenommene Axenverhältnis als ziemlich genau zu betrachten.

Es wurde oben gesagt, daß an den untersuchten Hedenbergitkrystallen nur eine Combination, d. h. $abcm pzo$ mit Sicherheit beobachtet wurde; sie ist bis jetzt nur von Doelter am sehr eisenarmen Diopsid vom Alatale

1) Fig. 14 ist naturgetreu, Fig. 15 idealisiert.

beobachtet worden. Es ist hier zu erwähnen, daß auch die auf S. 62 (siehe Fußnote 3)) erwähnte, nicht ganz sichere Combination *abcmprxu* so am eisenarmen Diopsid bekannt ist; sie kommt nach Preiswerk an den Krystallen von Côte St. Pierre (Canada) vor. Beide sind dagegen am eisenreichen Diopsid bis jetzt nicht gefunden worden.

Um die topischen Parameter des Hedenbergits zu berechnen, war es nötig, das spezifische Gewicht dieses Mineralen zu bestimmen. Leider waren die mir für diese Bestimmung zur Verfügung gestellten Stücke der Münchener Sammlung nicht vollkommen frisch; sie enthielten eine nicht unbedeutende Menge Wasser und waren ziemlich reich an Einschlüssen fremder Mineralien. Die mit aller Sorgfalt ausgeführten Wägungen des so weit als möglich gereinigten Hedenbergits von Ōkurajiki haben für das spec. Gewicht 3,50 gegeben. Eine titrimetrische Bestimmung des Eisengehaltes gab $FeO = 24,30\%$, unter Voraussetzung, daß alles Eisen in der zweiwertigen Form anwesend war.

Glücklicherweise hat nun Herr Pöschl das spezifische Gewicht des Elbaner Hedenbergits bestimmt und den Wert 3,527 gefunden, welcher genügend mit dem von mir für den japanischen Hedenbergit erhaltenen übereinstimmt. Da der Hedenbergit von Elba, welchen Pöschl für seine Versuche anwandte, nach der Analyse zu urteilen, frischer und reiner als jener von Ōkurajiki ist, so habe ich den Wert Pöschls (auf 3,53 abgerundet) für die Berechnung der topischen Parameter des Hedenbergits angenommen.

M.-G.:	Spec.Gew.:	M.-V.:	χ	ψ	ω
248,80	3,53	70,48	5,1023	4,8561	2,8447

IV.

Ägirin.

Wir vernachlässigen den Akmit, weil die Krystalle dieses Minerals nicht einheitlich, sondern nach Brögger aus grüner Ägirin- und brauner Akmit-substanz bestehen. Wir werden daher nur die Fundorte berücksichtigen, welche die bekannten, charakteristischen Ägirineigenschaften besitzen.

Ich habe die vorliegenden Daten über die folgenden neun Vorkommen ¹⁾ zusammengestellt:

1. Langesundfjord. Brögger²⁾ (diese Zeitschr. 16, 318); *abcmWfχ VpsHOΩkuvAZA*.

2. Oberschaffhausen. C. Schmidt (Hintze 2, 1132): *abms*.

3. Moncharret (Haute-Loire). Lacroix (Minér. de la France 1895, 1, 513): *ams*.

4. Kangerdluarsuk. Lorenzen (Ausz. diese Zeitschr. 7, 607): *abms*.

¹⁾ Natürlich wurden alle nur petrographisch wichtigen Fundorte, sowie jene, welche keine Krystalle mit genau bestimmbar Endformen lieferten, vernachlässigt.

²⁾ In der Arbeit Bröggers ist auch die frühere Literatur zu sehen.

5. Narsarsuk. Flink (diese Ztschr. 1894, **23**, 360): $abm\chi psux\mathfrak{B}CO$.

6. Nunarsuit. Bøggild (Mineralogia groenlandica S. 379): $am s$.

7. Kororsuak. Bøggild (Ebenda S. 379): $abcm p s o$.

8. Tunugdliarfikfjord. Bøggild (Ebenda S. 382): $ab m s$.

9. Kagsiarsuk. Bøggild (Ebenda S. 384): $ab m p$.

Winkelmessungen wurden besonders von Brögger an den Krystallen aus dem Langesundfjord ausgeführt; sein Axenverhältnis

$$a : b : c = 1,09753 : 1 : 0,60092; \beta = 73^{\circ}9'$$

wird in der Tschermak-Grothschen Aufstellung

$$a : b : c = 1,0503 : 1 : 0,6009; \beta = 90^{\circ}58'.$$

Tabelle der bekannten Formen und deren Verbreitung.

Buchstaben	Alte Aufstellung	Tschermak-Grothsche Aufstellung	Erster Beobachter	Verbreitung
a^*	{100}	{100}	Haidinger	Alle
b^*	{010}	{010}	-	1-2-4-5-7-8-9
c^*	{001}	{102}	-	1-7
m^*	{110}	{110}	-	Alle
W	{16.15.0}	{16.15.0}	Brögger	1
f^*	{310}	{310}	-	1-5
χ^*	{510}	{510}	-	1-5
V	{11.1.0}	{11.1.0}	-	1 •
p^*	{101}	{102}	-	1-5-7-9
s^*	{111}	{122}	Haidinger	1-2-3-4-5-6-7-8
o^*	{221}	{342}	Bøggild	7
Π	{551}	{9.10.2}	Brögger	1
O	{661}	{11.12.2}	-	1-5
Ω	{881}	{15.6.2}	-	1
u^*	{111}	{322}	-	1-5
v^*	{221}	{542}	-	1
C	{661}	{13.12.2}	Flink	5
k^*	{312}	{212}	Brögger	1
A	{451}	{9.10.2}	-	1
\mathcal{A}	{592}	{692}	-	1
Z	{4.10.3}	{11.20.6}	-	1
x^*	{461}	{9.12.2}	Flink	5
$\mathfrak{B}^1)$	{571}	{11.14.2}	-	5

Die mit einem Sternchen bezeichneten Formen sind auch am eisenarmen Diopsid bekannt²⁾.

1) Flink hat den Buchstaben V angewendet, aber ich habe ihn in \mathfrak{B} umgewandelt, weil V schon von Brögger für seine Form {11.1.0} verwendet wurde.

2) Tschermak (Miner. Mitt. 1871, 33) erwähnt auch eine Form {261} = {5.12.2}, welche Brögger nicht beobachtet hat. Diese Form ist am Akmit häufig, daher eine Verwechslung mit diesem Mineral bei Tschermak möglich ist. Jedenfalls ist das Auftreten von {261} am Ägirin als unsicher zu betrachten.

Die oben zusammengestellten Formen sind aber nicht alle als typisch oder sichergestellt zu betrachten. So z. B. ist W zweifellos eine Vicinale zu {110}, wie dies auch von Brögger gesagt wurde; V ist sehr wahrscheinlich eine Vicinale zu {100}. Das Symbol von Z ist nicht sicher, weil die gemessenen Winkel von den berechneten stark abweichen:

$$(4.10.3) : (110) = 28^{\circ}10' \text{ berechnet, } 28^{\circ}10' - 29^{\circ}2' \text{ gemessen,} \\ (\bar{1}11) = 49 \ 48 \quad - \quad , \ 48 \ 11 - 49 \ 0 \quad - \quad .$$

Es ist nicht unmöglich, daß diese Form nur eine Vicinale zu dem am Diopsid häufig vorkommenden $d\{131\} = \{362\}$ ist.

Flink hat an den Krystallen von Narsarsuk die drei Formen C , x und \mathfrak{B} entdeckt; daß sie nicht sichergestellt sind, geht aus der Beschreibung Flinks ganz klar hervor, welcher selbst sie als unsicher betrachtete. In seiner späteren, größeren Arbeit hat Flink keine weiteren Daten über diese neuen Formen geliefert.

Wenn wir von diesen Formen Flinks und von W , V und Z aus den oben angeführten Gründen absehen, so bleiben nur 17 für den Ägirin als sicher und typisch zu bezeichnende Formen. Von diesen 17 Formen haben 12 die entsprechenden desselben Symbols am Diopsid, und die meisten dieser beiden Mineralien gemeinsamen Formen gehören zu den an beiden Gattungen häufigst vorkommenden.

Die bis jetzt am Ägirin beobachteten Combinationen sind die folgenden:

Combinationen von 3 Formen.

1. $a m s$. Langesund (Breithaupt, v. Hornberg, Schrauf, Brögger usw.). Moncharret (Lacroix). Nunarsuit (Bøggild).
2. $a m p$. Langesund (Brögger).
3. $a m O$. (Akmit?) Narsarsuk (Flink).

Combinationen von 4 Formen.

4. $b m s p$. Langesund (Brögger).
5. $a m p s$. - -
6. $a m p A$. - -
7. $a b m s$. Kangerdluarsuk (Lorenzen). Oberschaffhausen (C. Schmidt). Tunugdliarfikfjord (Bøggild).
8. $a b m p$. Kagsiarsuk (Bøggild).

Combinationen von 5 Formen.

9. $a m p s v$. Langesund (Brögger).
10. $a m u s A$. - -
11. $a m f C u$. Narsarsuk (Flink).
12. $a b m s x$. - -

Combinationen von 7 Formen.

13. $a b m p s v A$. Langesund (Brögger).
14. $a b c m p s o$. Kororsuak (Bøggild).

Combinationen von 9 Formen.

15. $amf\chi spOV\mathcal{A}$. Langesund (Brügger).16. $acmfpsk\mathcal{A}Z$. - -

Von allen diesen Combinationen ist die 8. am eisenarmen und am eisenreichen Diopsid, die 14. nur am letzteren schon bekannt.

Die Ähnlichkeiten zwischen Ägirin und der Diopsidreihe können natürlich in krystallographischer Hinsicht nur gering sein, weil die Form s unter den Endformen des Ägirins die häufigste ist, was in der Diopsidreihe nicht der Fall ist. Merkwürdig ist aber, daß die eisenreichen Diopside sich dem Ägirin durch den Umstand nähern, daß s an zahlreichen ihrer Combinationen ohne u vorkommt, wie dies am Ägirin, nicht aber am eisenarmen Diopsid, der Fall ist.

V.

Spodumen.

Von diesem Mineral sind bis jetzt nur die wenigen, folgenden Vorkommen krystallographisch untersucht worden.

1. Killiney (Irland). Grey und Lettsom (Min. Brit. 1858, 128): abm .2. Norwich. J. D. Dana (Mineralogy 1850, 693): $abcm\mu ndpx\varrho^1$.

3. Nord-Carolina 2).

3a. L. Smith (Amer. Journ. Sc. 1881, 21, 128, 159; Ausz. diese Zeitschr. 5, 515): $abcm\mu nldr$.3b. E. Dana (Ebenda 22, 179; Ref. diese Zeitschr. 6, 519): $abcm\mu nlpqsrzgeu\epsilon xy$.3c. G. vom Rath (Niederrhein. Gesellsch. Bonn 1886, 155; Ref. diese Zeitschr. 13, 596): $bmk\mu nZdtDFe\varphi\epsilon\xi wvx$.4. Minas Geraës. Greim (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1889, 1, 253; Ref. diese Zeitschr. 19, 313): mVW (diese beiden letzten wahrscheinlich nur Ätzflächen).5. S. Diego Co. Schaller (Bull. Dpt. Geol. Univ. Calif. 1903, 3, 265; Ausz. diese Zeitschr. 41, 201): $abmn\mathcal{A}l$ und vielleicht s und p .

(Siehe die Tabelle auf S. 68 oben.)

Außer diesen Formen sind noch am Spodumen einige Ätzflächen bekannt, nämlich $\alpha\{650\}$ und $\beta\{1\bar{6}.16.1\} = \{3\bar{1}.32.2\}$ von E. Dana an den Krystallen von Nord-Carolina, $V\{101\} = \{102\}$ und $W\{201\} = \{502\}$ von Greim an jenen von Minas Geraës beobachtet. Die zwei letzteren sind auch am eisenarmen Diopsid bekannt.

1) ϱ wurde von Edw. Dana als $\{201\}$, von Des Cloizeaux als $\{501\}$ gedeutet. Ich bin Dana gefolgt.

2) Die Angaben der verschiedenen Forscher, welche die Krystalle aus Nord-Carolina untersucht haben, wurden getrennt aufgeführt, um besser die wirkliche Häufigkeit der an diesem Fundorte beobachteten Formen eruieren zu können.

Buch- staben	Alte Aufstellung	Tschermak- Groth'sche Aufstellung	Erster Beobachter	Verbreitung
<i>a</i>	*{100}	{010}	J. D. Dana	1-2-3a-3b-5
<i>b</i>	*{010}	{010}	-	1-2-3a-3b-3c-5
<i>c</i>	*{001}	{102}	-	2-3a-3b
<i>m</i>	*{110}	{110}	-	Alle
<i>k</i>	{230}	{230}	vom Rath	3c
<i>μ</i>	*{120}	{120}	J. D. Dana	2-3a-3b-3c
<i>n</i>	*{130}	{130}	-	2-3a-3b-3c-5
<i>Z</i>	*{150}	{150}	vom Rath	3c
<i>A</i>	{350}	{350}	Schaller	5
<i>l</i>	{320}	{320}	L. Schmidt	3a-3b-5
<i>F</i>	*{011}	{122}	vom Rath	3c
<i>d</i>	*{021}	{142}	J. D. Dana	2-3a-3c
<i>q</i>	*{201} ¹⁾	{302}	-	2
<i>p</i>	*{111}	{122}	-	2-3b
<i>q</i>	*{332}	{232}	E. Dana	3b
<i>r</i>	*{221}	{342}	J. D. Dana	2-3a-3b
<i>s</i>	{441}	{782}	E. Dana	3b
<i>y</i>	{561}	{9.12.2}	-	3b
<i>v</i>	{341}	{582}	vom Rath	3c
<i>x</i>	{231}	{362}	E. Dana	3b-3c
<i>t</i>	{481}	{7.16.2}	vom Rath	3c
<i>ε</i>	{241}	{382}	E. Dana	3b-3c
<i>u</i>	{243}	{186}	-	3b
<i>w</i>	{321}	{542}	vom Rath	3c
<i>D</i>	*{421}	{742}	-	3c
<i>f</i>	{211}	{322}	J. D. Dana	2
<i>φ</i>	*{312}	{212}	vom Rath	3c
<i>g</i>	{681}	{13.16.2}	E. Dana	3b
<i>e</i>	*{241}	{582}	-	3b-3c
<i>κ</i>	{261}	{5.12.2}	-	3b
<i>ξ</i>	*{131}	{362}	vom Rath	3c

Wenn wir *q* als unsicher vernachlässigen, so bleiben 30 Formen übrig; von diesen sind 16 auch am eisenarmen Diopsid bekannt. Unter den 14 Formen, zu denen nicht die entsprechenden desselben Symbols am fast reinen Diopsid vorkommen, wurde bis jetzt nur eine, d. i. *e*{320}, an zwei Fundorten beobachtet; die Mehrzahl der anderen wurde nur am Spodumen von Nord-Carolina und meist nur von einem Beobachter gefunden.

Übrigens sind vom Spodumen bis jetzt nur so wenige Vorkommen untersucht worden, daß ein tiefer Einblick in die Beziehungen, welche zwischen diesem Mineral und Diopsid und Ägirin bestehen, nicht gewonnen werden kann. Jedenfalls steht Spodumen von Diopsid und Ägirin ziemlich

1) Siese Fußnote 4) S. 67.

entfernt, wie ein Vergleich des Axenverhältnisses des Spodumens mit jenem dieser letzten Mineralien zeigt. vom Rath hat für den Spodumen folgendes Axenverhältnis berechnet:

$$a : b : c = 1,1283 : 1 : 0,62345; \beta = 69^{\circ}32\frac{1}{2}'.$$

In die Tschermak-Groth'schen Aufstellung umgewandelt lautet es:

$$a : b : c = 1,0607 : 1 : 0,62345; \beta = 94^{\circ}28'.$$

Das spezifische Gewicht habe ich an vollkommen reinen, fast vollständig farblosen Splittern des Spodumens von Minas Geraës mit Methylenjodid + Toluol bestimmt; als Mittelwert von vier zwischen 3,190 und 3,191 schwankenden Bestimmungen fand ich 3,190.

Man hat also:

M.-G.	Sp.Gew.	M.-V.	χ	ψ	ω
186,93	3,190	58,60	4,7336	4,4627	2,7825.

Vergleich der topischen Parameter der besprochenen Mineralien.

Im vorhergehenden haben wir folgende Werte gefunden:

	M.-G.	Sp.Gew.	M.-V.	χ	ψ	ω
Monoklines $MgMg(SiO_3)_2$	201,52	3,19	63,17	4,850	4,695	2,775
Diopsid $CaMg(SiO_3)_2$	217,26	3,275	66,34	4,9888	4,7499	2,7996
Hedenbergit $Ca\overset{II}{Fe}(SiO_3)_2$	248,80	3,53	70,48	5,1023	4,8561	2,8447
Ägirin $Na\overset{III}{Fe}(SiO_3)_2$	222,75	3,55	64,15	4,9049	4,6671	2,8045
Spodumen $LiAl(SiO_3)_2$	186,93	3,190	58,60	4,7336	4,4627	2,7825

Wenn wir das monokline *Mg*-Metasilicat und den Diopsid vergleichen, so sehen wir, daß der Ersatz von einem *Mg*-Atom durch ein *Ca*-Atom in der Verbindung $MgMg(SiO_3)_2$ eine kleine Zunahme im Molekulargewichte und eine Ausdehnung in den drei Richtungen χ , ψ und ω bedingt; die bedeutendste Ausdehnung findet nach χ statt.

Betrachten wir jetzt die vier Mineralien Diopsid, Hedenbergit, Ägirin und Spodumen. Es fällt sofort in die Augen, daß Spodumen ziemlich isoliert steht, und daß Ägirin, trotz des bedeutenden Unterschiedes in der chemischen Zusammensetzung, dem Diopsid näher steht als der dem Diopsid so nahe verwandte Hedenbergit. Die Abweichung des Spodumens von den anderen monoklinen Pyroxenen ist schon bekannt; ich hoffte jedoch, bei Anwendung der topischen Parameter befriedigendere Resultate zu erhalten. Die Hoffnung blieb aber unerfüllt.

Wenn wir die Beziehungen von Hedenbergit, Ägirin und Spodumen zum Diopsid näher untersuchen, so können wir folgendes bemerken. Der Ersatz des *Mg*-Atoms im Diopsid durch ein $\overset{II}{Fe}$ -Atom bedingt eine kleine Vergrößerung des Molekularvolums und eine bedeutende Ausdehnung aller

drei Parameter χ , ψ und ω ; die kleinste Ausdehnung findet nach ω , die größte nach χ statt. Dieses Resultat ist interessant, weil man gewöhnlich annimmt, daß der Fe^{II} -Gehalt der Diopside auf die geometrische Form einen sehr kleinen Einfluß ausübt, wie dies z. B. Schmidt hervorhob. Einige Jahre vor Schmidt hatte aber G. Flink ganz richtig diesen Einfluß festgestellt. Flink hat Pyroxene der Diopsidreihe aus Nordmarken mit verschiedenem Fe^{II} -Gehalt eingehend und genau untersucht; die Bestimmungen Flinks sind in folgender Tabelle zusammen mit dem Axenverhältnisse des Diopsids und des Hedenbergits wiedergegeben.

	a	b	c	β
Diopsid	1,0503	: 1	: 0,5894	90° 8' 45"
Typ. II Nordmarken ($\text{FeO} = 8,47\%$) ¹⁾	1,0542	: 1	: 0,5856	90 7
- I Nordmarken ($\text{FeO} = 17,73\%$) ²⁾	1,0519	: 1	: 0,5843	89 54 30
Hedenbergit	1,0507	: 1	: 0,5858	89 28

Die Werte der Mischkrystalle für a sind nicht zwischen den Werten der Endglieder enthalten; die Werte von c liegen zwar zwischen Diopsid und Hedenbergit, aber sie nehmen in unregelmäßiger Weise ab. Nur β zeigt eine regelmäßige Verkleinerung. Dieselben Resultate werden erhalten, wenn man statt der Tschermak-Grothschen die alte Aufstellung anwendet. Diese Unregelmäßigkeit der Einwirkung des Fe^{II} -Gehaltes auf die geometrischen Constanten der Mineralien der Diopsid-Hedenbergitreihe ist aber nur eine scheinbare und zeigt, daß der Vergleich der kristallographischen Axenlängen, um morphotropische Einflüsse zu bestimmen, besonders für die Substanzen, welche monoklin (und natürlich noch mehr für die welche triklin) kristallisieren, unbrauchbar ist. In der Tat bilden die homologen Winkel an den vier oben berücksichtigten Mineralien eine regelmäßigere Reihe, als dies aus dem Vergleiche der Axenverhältnisse zu erblicken wäre.

	Diopsid:	Typ. II:	Typ. I:	Hedenbergit:
(100) : (110) =	46° 24' 20"	46° 27'	46° 25' 45"	46° 25'
(004) : (100)	74 44 30	74 49 45"	74 34 44	74 55
(004) : (110)	79 40 24	79 46 45	79 26 36	79 40
(100) : (221)	64 30 40	64 34 24	64 47 48	64 44

1) In FeO ist auch eine kleine Menge MnO mitberechnet.

2) FeO ist das Mittel der Analysen von Sjögren und Doelter. Auch hier ist mit FeO etwas MnO mitberechnet. A. Schmidt hat für diesen Typus ein Axenverhältnis berechnet, welches von dem Flinkschen geringfügig abweicht. Die Constanten Flinks verdienen meiner Ansicht nach mehr Vertrauen als jene Schmidts, weil die Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung bei Schmidt schlechter als bei Flink ist; übrigens stehen viele der von Schmidt gemessenen Winkel in besserem Einklange mit den Rechnungen Flinks als mit jenen Schmidts.

Die sehr kleine Unregelmäßigkeit in den Werten der Winkel $(400) : (410)$ und $(\bar{4}00) : (\bar{2}24)$ bei Diopsid Typ. II liegt innerhalb der Grenzen der gewöhnlichen Schwankungen in den Winkelwerten¹⁾.

Wenn die Gruppe $CaMg$ des Diopsids durch die Gruppe $NaFe^{III}$ ersetzt wird, so entsteht in den Richtungen χ und ψ eine nahezu gleiche Contraction; ω vergrößert sich nur unbedeutend. Das Molekulargewicht erleidet eine sehr kleine Verminderung.

Der Ersatz der Gruppe $LiAl$ für die Gruppen $CaMg$ und $NaFe^{III}$ bedingt eine bedeutende Verkleinerung des Molekularvolumens und eine starke Contraction nach den Richtungen χ und ψ ; ω wechselt nur wenig.

Die bedeutenden Unterschiede in den topischen Parametern von Ägirin und Spodumen sind merkwürdig, weil die Formeln dieser zwei Mineralien eine große Analogie zeigen, welche viel bedeutender ist als jene, welche zwischen diesen beiden Mineralien und Diopsid und Hedenbergit stattfindet. Die entsprechenden Aluminium- und Ferriverbindungen bieten in den Axenverhältnissen gewöhnlich nur geringe Verschiedenheiten; die Ursache jener, welche zwischen den geometrischen Constanten von Ägirin und Spodumen bestehen, sind daher vielmehr im Ersatz des Natriums durch das Lithium zu suchen. Letzteres Element entfernt sich bekanntlich durch seine chemischen Eigenschaften von den Alkalimetallen ziemlich beträchtlich und nähert sich den Elementen der Calciumgruppe; diese Eigentümlichkeit des Lithiums muß natürlich auch in den krystallographischen Charakteristiken seiner Verbindungen zutage treten.

Die optischen Eigenschaften der vier in vorliegender Abhandlung besprochenen Mineralien wurden sehr oft Vergleichen unterworfen. Es schien mir passender, statt die Auslöschungsschiefen auf $\{040\}$ oder die Größe der optischen Axenwinkel, das molekulare Brechungsvermögen in Betracht zu ziehen, welches gewissermaßen die Resultante aller optischen Eigenschaften darstellt. Die benutzten Brechungsexponenten sind folgende: für den eisenarmen Diopsid die sehr genauen Werte, welche Dufet am Diopsid vom Alatale erhielt; für den Hedenbergit (von Tunaberg) und für den Ägirin die Angaben Wülfings. Für diese drei Mineralien berechnete ich das Brechungsvermögen für das Natrium- und das Thalliumlicht; für den Spodumen dagegen nur für Na -Licht, weil Des Cloizeaux an diesem Mineral die Brechungsexponenten nur für jene Lichtart bestimmte. Das molekulare Brechungsvermögen wurde nach der n^2 -Formel von Lorentz-Lorenz berechnet. Die erhaltenen Resultate sind:

1) Dies geht aus der Tatsache hervor, daß Flink am Diopsid Typ. V von Nordmarken, welcher nur 2,49% FeO enthält, für den Winkel $(700) : (\bar{2}24)$ die Werte $61^{\circ}39'$ und $61^{\circ}35'$, im Mittel $61^{\circ}37'$, fand.

Molekulares Brechungsvermögen.		
	<i>Na</i>	<i>Tl</i>
Diopsid	25,44	25,25
Hedenbergit	28,42	28,56
Ägirin	27,21	27,46
Spodumen	24,79	—

An den drei ersten Mineralien ist das molekulare Brechungsvermögen für *Tl* größer als für *Na*; in der ganzen Reihe nimmt es mit dem Molekulargewicht zu. Keine einfache Beziehung besteht dagegen zwischen Molekularvolum und molekularem Brechungsvermögen, wenn wir die vier genannten Mineralien gleichzeitig betrachten. Auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung scheint es aber ratsamer, sie in zwei Untergruppen zu teilen; die eine aus Diopsid und Hedenbergit, die andere aus Ägirin und Spodumen bestehend.

In beiden Untergruppen ist dann eine sehr merkwürdige, gemeinsame Eigenschaft zu entdecken: dem größeren Molekularvolum entsprechen höhere Werte für das Molekulargewicht, für das spec. Gewicht, für die topischen Parameter und für das molekulare Brechungsvermögen. Eine solche Regelmäßigkeit, welche kaum zufällig sein kann, ist von großem Interesse und verdient bei den späteren Studien über die in vorliegender Abhandlung untersuchten Mineralien berücksichtigt zu werden.