

## Beitrag zur Kenntnis der Turmalingruppe.

Von **K. Schlossmacher** aus Frankfurt a. M.

Mit 7 Textfiguren.

### Inhaltsübersicht.

Einleitung.

I. Morphologische Verhältnisse.

II. Lichtbrechung.

III. Spezifisches Gewicht.

In der Sammlung des Mineralogisch-petrographischen Instituts der Universität Heidelberg und der Sammlung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. E. A. WÜLFING in Heidelberg befindet sich eine Reihe von kristallographisch bisher noch nicht bekannten Turmalinen, von denen besonders die Kristalle dreier Vorkommen wegen ihrer Klarheit und der anscheinend ausgezeichneten Beschaffenheit ihrer Flächen einen Erfolg für eine Untersuchung versprochen. Nach Fundort und Färbung möge das Material dieser drei Vorkommen folgendermaßen bezeichnet werden:

1. Turmalin St. Gotthard, hellbraun.
2. Turmalin St. Gotthard, hellgrün.
3. Turmalin St. Piero Elba, farblos bis blaßgelb.

Der hellgrüne Turmalin vom St. Gotthard hat bereits früher einmal zu einer Untersuchung vorgelegen, es sind die bekannten blaßgrünen Kristalle aus dem Dolomit von Campo longo, deren Brechungsexponenten und spezifisches Gewicht von E. A. WÜLFING in der Abhandlung „Über einige kristallographische Konstanten des Turmalins usw.“ (Programm Kgl. Akad. Hohenheim 1900) bekannt gemacht worden sind. Zu einer sicheren Festlegung der morphologischen Konstanten reichte damals jedoch das Material — ein einziger geeigneter Kristall — nicht aus; an den jetzt vorliegenden Kristallen war Gelegenheit, diese Lücke etwas auszufüllen. Die Turmaline der beiden anderen Vorkommen sind bisher noch völlig unbekannt.

Dem Genannten bin ich für die Überlassung des Materials und sein Interesse an der Sache zu großem Danke verpflichtet.

### I. Morphologische Verhältnisse.

1. Hellbrauner Turmalin vom St. Gotthard.

Etwa 45 hellbraune Turmalinkristalle vom St. Gotthard wurden mir von Herrn Geheimrat WÜLFING, der sie vor Jahren bei F. KRANTZ in Bonn erworben hatte, zur Untersuchung zur Verfügung gestellt. Es sind langprismatische Kristalle, die von einer Stufe abgebrochen zu sein scheinen, die Bruchflächen sind teils frisch, z. T. erscheinen sie durch eine natürliche Veränderung etwas angegriffen. Die Länge

der Prismen schwankt zwischen 8 und 25 mm, die Dicke zwischen 1 und  $3\frac{1}{2}$  mm. Die Prismenflächen sind stark gestreift, stets ist das Prisma zweiter Art und ein Prisma erster Art vorhanden. 11 Kristalle zeigen eine sehr scharf ausgebildete einseitige Endigung. Diese Endigung besteht überall aus einer trigonalen Grundpyramide, die nur bisweilen als ganz schmale Abstumpfung der Polkanten eine nächst stumpfere Pyramide trägt. Die Entscheidung darüber, welche trigonale Grundpyramide von den vier in der ditrigonal-pyramidalen Klasse möglichen vorliegt, und wie der Kristall dementsprechend aufzustellen ist, wurde teils aus dem pyroelektrischen Verhalten, teils aus den von G. ROSE<sup>1</sup> und V. v. WOROBIEFF<sup>2</sup> aufgestellten Regeln über die Verteilung der verschiedenen Formen an den beiden Polen des Turmalins gewonnen. Der mit den Endigungen versehene Pol des vorliegenden Turmalins ist nach dem Befund der KUNDT'schen Bestäubungsmethode der analoge. Diese Beobachtung entspricht ganz den auf Grundpyramide und nächst stumpfere Pyramide sich beziehenden Feststellungen der genannten beiden Autoren. G. ROSE gibt l. c. p. 241 als Regel an — wenn wir seine der hemiedrischen Auffassung entsprechende Bezeichnungsweise nach der modernen Auffassung des Turmalins als der ditrigonal-pyramidalen Klasse angehörig abändern —, daß die Kombination Grundpyramide und nächst stumpfere Pyramide meist am analogen Ende vorkommt, während die Kombination Grundpyramide und nächst steilere Pyramide am antilogen Pol häufiger ist. Zu dem gleichen Resultat führten die Beobachtungen V. v. WOROBIEFF's (l. c. p. 424). Da man nun beim Turmalin den analogen Pol nach unten und den antilogen Pol nach oben zu stellen pflegt, so haben wir unseren Turmalin mit der Endigung nach unten aufzustellen. Es bleibt noch die Frage offen, ob es sich um eine vordere  $\{10\bar{1}\bar{1}\}$  oder hintere  $\{1011\}$  untere Pyramide, oder, in der alten Auffassung, ob es sich um ein positives oder negatives Rhomboeder am unteren, analogen Pole handelt. Für die Beantwortung dieser Frage ist das Verhalten anderer Turmaline maßgebend, das von V. v. WOROBIEFF l. c. p. 423 besprochen worden ist. Er zählt  $\{1011\}$  — nach seiner Bezeichnung ein negatives Rhomboeder — unter den für den antilogen, also oberen Pol des Turmalins charakteristischen Formen auf und gibt schließlich sogar als Regel an, daß, wenn an einem Turmalinkristall diese Form vorkommt, hierdurch nachgewiesen ist, daß dies der antiloge Pol ist. Daraus läßt sich entnehmen, daß von den beiden Formen  $\{1011\}$  (trigonale Pyramide oben hinten)

<sup>1</sup> G. ROSE, Über den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Kristalle. Abhandl. Berl. Akad. d. Wiss. 1838. p. 215—247.

<sup>2</sup> V. v. WOROBIEFF, Kristallographische Studien über Turmalin von Ceylon und einigen anderen Vorkommen. Zeitschr. f. Krist. Bd. XXXIII.

und  $\{10\bar{1}1\}$  (trigonale Pyramide unten vorne) — die zusammen ein negatives Rhomboeder in früherem Sinne bilden — überhaupt nur  $\{\bar{1}011\}$ , und zwar stets nur am antilogon Pole zu erwarten ist. An einem analogen Pole, wie er hier vorliegt, kann also von den beiden möglichen Grundpyramiden  $\{10\bar{1}1\}$  und  $\{\bar{1}011\}$  nur die eine, und zwar die hintere  $\{10\bar{1}1\}$  vorkommen. Wir haben demnach unseren Kristall so aufzustellen, daß die Grundpyramide eine hintere untere Grundpyramide wird. Damit wird die gelegentlich mitvorkommende nächst stumpfere Pyramide zu einer vorderen unteren (nächst stumpferen) Pyramide  $\{10\bar{1}2\}$ , und das Prisma erster Art zu einem hinteren trigonalen Prisma erster Art  $\{\bar{1}010\}$ .

Zu fundamentalen Messungen erschien dieses Material wegen der Güte der Grundpyramidenflächen ganz vorzüglich geeignet. Mit dem einkreisigen Goniometer konnte an den 11 Kristallen mit Endigungen der Grundpyramidenwinkel 31mal (Kristall No. 11 zeigte nur zwei Pyramidenflächen) gemessen werden. Von der Messung nach dem Prisma zweiter Art in der Zone der Grundpyramidenflächen wurde dabei wegen der durch Interferenz bandförmig in die Länge gezogenen und in dieser Zone schief erscheinenden Prismenreflexe abgesehen. Die gemessenen Winkel sind in Fig. 1 nach der WÜLFING'schen<sup>1</sup> Häufungsmethode graphisch dargestellt; es zeigt sich eine deutliche Häufung im Gebiete von  $47^{\circ}\frac{1}{2}'$  bis  $47^{\circ}6'$ . Tabelle I enthält eine Zusammenstellung dieser Werte, dabei ist eine Einteilung in zwei Gruppen, wie sie durch Fig. 1 geboten erscheint, gewählt: Gruppe I enthält alle Winkel kleiner als  $47^{\circ}\frac{1}{2}'$ , Gruppe II die Winkel von  $47^{\circ}\frac{1}{2}'$  bis  $47^{\circ}6'$ .

Zu einer Mittelwertbildung mögen auf Grund der Abtrennung in Fig. 1 die Winkel der Gruppe II gewählt werden, dieser Mittelwert beträgt  $47^{\circ}3\frac{1}{2}' \pm 3'$ .

Eine zweite Möglichkeit zu fundamentalen Messungen bot der Winkel von Grundpyramide zum Prisma erster Art. Um nicht bei der Messung dieser Winkel auf die Beschaffenheit der jeweiligen Prismenfläche allein angewiesen zu sein, wurde die Messung auf dem zweikreisigen Goniometer vorgenommen. Durch die Vornahme der Polarstellung war bei einem solchen Verfahren die Heranziehung sämtlicher Prismenflächen zugleich möglich. Der Winkel von der Grundpyramide nach der Basis ergab sich dann ohne weiteres als das  $\varrho$  der betreffenden Pyramidenfläche. Fig. 2 enthält die gemessenen Winkel  $\varrho$  nach der Häufungsmethode graphisch dargestellt, die Häufung liegt zwischen  $27^{\circ}26'$  und  $27^{\circ}29'$ . In Tabelle II sind dementsprechend die Resultate der Messung in drei Gruppen geordnet: I. Winkel kleiner als  $27^{\circ}26'$ , II. Winkel von  $27^{\circ}26'$  bis  $27^{\circ}29'$ , III. Winkel größer als  $27^{\circ}29'$ . Der Winkel  $\varrho$  ist

<sup>1</sup> E. A. WÜLFING, Die Häufungsmethode. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Jahrg. 1916. 11. Abhandl.



Tabelle II. Winkel von Basis zur Grundpyramide, hellbrauner Turmalin vom St. Gotthard.

Kristall No.	Fläche No.	G r u p p e			φ
		I	II	III	
1	2	—	—	27°32'	0° 0'
	3	—	27°29'	—	120 0
	4	—	—	27 31	240 6
2	2	—	27 27	—	0 0
	3	—	27 27	—	119 57
	4	—	27 27	—	239 49
3	2	27°21'	—	—	0 0
	3	27 22	—	—	119 49
	4	27 20	—	—	239 45
4	2	—	27 29	—	0 0
	3	—	27 27	—	120 3
	4	—	—	27 32	240 4
5	2	—	27 26	—	0 0
	3	—	27 27	—	119 56
	4	27 25	—	—	239 50
6	2	27 22	—	—	0 0
	3	—	27 26	—	120 5
	4	—	27 26	—	239 42
7	2	27 23	—	—	0 0
	3	27 24	—	—	119 58
	4	27 15	—	—	239 53
8	2	—	27 26	—	0 0
	3	—	—	27 30	120 2
	4	—	27 29	—	240 2
9	2	—	27 28	—	0 0
	3	—	—	27 30	119 59
	4	—	27 28	—	240 5
10	2	—	27 27	—	0 0
	3	—	27 29	—	119 53
	4	27 25	—	—	240 7
11	3	—	27 28	—	0 0
	4	—	—	27 32	119 55

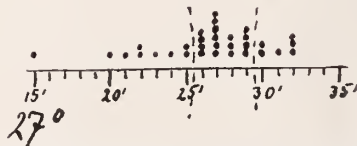


Fig. 2. Graphische Darstellung des Winkels von der Grundpyramide nach der Basis nach der Häufungsmethode Turmalin St. Gotthard, hellbraun.



bedeuten. Weiterhin muß man, ganz abgesehen von natürlichen Schwankungen in der Lage, bedenken, daß bei Theodolithbestimmungen ganz allgemein die  $\varphi$ -Werte mit zunehmender Polnähe immer ungenauer werden.

Der Mittelwert aus den nach dem Häufungsbild der Fig. 2 zur Mittelwertbildung geeigneten Winkeln der Gruppe II beträgt  $27^{\circ} 27\frac{1}{2}' \pm 1\frac{1}{2}'$ , daraus berechnet sich der Vollkantenwinkel zu  $47^{\circ} 4' \pm 3'$ .

Die beiden aus der ein- und zweikreisigen Messung gewonnenen Werte für den Rhomboederwinkel von  $47^{\circ} 3\frac{1}{2}' \pm 3'$  und  $47^{\circ} 4' \pm 3'$  decken sich nahezu, so daß man für diesen hellbraunen Turmalin vom St. Gotthard einen

Grundpyramidenwinkel von  $47^{\circ} 3\frac{1}{2}' \pm 3\frac{1}{2}'$

annehmen kann. Daraus berechnet sich das

Achsenverhältnis zu:  $a:c = 1:0,4499 \pm 0,0006$ .

## 2. Hellgrüner Turmalin vom St. Gotthard.

Der bekannte hellgrüne Turmalin aus dem Dolomit von Campo longo, St. Gotthard, ist schon im Jahre 1900 von E. A. WÜLFING (s. o.) untersucht worden, für die morphologischen Messungen stand damals (l. c. p. 20—21) nur ein einziger geeigneter Kristall zur Verfügung und deshalb wurde das Resultat unter dem Vorbehalt weiterer Messungen mitgeteilt. Für die jetzigen Untersuchungen lagen nunmehr von diesem Vorkommen im ganzen 10 Kristalle vor, z. T. aus der Sammlung E. A. WÜLFING, z. T. aus den Beständen des Mineralogisch-petrographischen Instituts der Universität Heidelberg. Davon erwiesen sich zwei Kristalle einer morphologischen Untersuchung zugänglich, so daß die Möglichkeit einer Sicherung des bisherigen Resultats durch neue Messungen gegeben war.

Die Größe der 10 Kristalle ist eine sehr verschiedene, der kleinste hat eine Länge von  $\frac{1}{2}$  mm bei einem Durchmesser von  $1\frac{1}{2}$  mm, der größte eine Länge von 12 mm bei einem Durchmesser von 13 mm; die Ausbildung ist eine kurzprismatische. Die Endigungen liegen, wie durch die KUNDT'sche Bestäubungsmethode gefunden wurde, am antilogen Pole. Sie tragen überall stark ausgebildet die nächst steilere Pyramide und als schmale Abstumpfung ihrer Polkanten die Grundpyramide, nur bei einem einzigen größeren Kristall ist die Grundpyramide die vorherrschende Form. Diese Kombination ist, wie G. ROSE (l. c. p. 241) und V. v. WOROBIEFF (l. c. p. 424) festgestellt haben, durchaus charakteristisch für den antilogen Pol. Diesen beiden am antilogen, also oberen Pole gelegenen trigonalen Pyramiden kommen demnach die Symbole  $\{10\bar{1}\bar{1}\}$  und  $\{02\bar{2}1\}$  zu. Die Prismenflächen sind stark gestreift, es ist stets nur das Prisma zweiter Art  $\{11\bar{2}0\}$  vorhanden. Ein einziger unvollständig ausgebildeter Kristall von ungefähr 6 mm Durchmesser, der aus dem Dolomit herauspräpariert wurde, zeigt eine

etwas andere Flächenentwicklung. Die Endigung, nach dem pyroelektrischen Verhalten hier ausnahmsweise am analogen Pole, besteht fast ausschließlich aus der Basis, daneben war nur noch eine einzelne kleine, auf eine Kante des Prismas (zweiter Art) gerade aufgesetzte Pyramidenfläche zu erkennen. Die Messung ergab einen ungefähren Normalenabstand von  $27^{\circ}$  von der Basis; zu genaueren Messungen waren die Flächen nicht geeignet. Es handelt sich also hier um eine Grundpyramidenfläche.

Auf dem Goniometer zeigten alle, beim ersten Anblick so ausgezeichnet erscheinenden Flächen der nächst steileren Pyramide mehrfache und oft sogar vielfache Reflexe, dasselbe war bei den schmalen Grundpyramidenflächen fast durchweg zu beobachten. Bevor an eine Vornahme von fundamentalen Messungen gedacht werden konnte, war daher zunächst eine Orientierung über die Anordnung der Reflexe und zugehörigen Flächenteile notwendig. Das zweikreisige Goniometer gab durch die Feststellung und Festlegung der c-Achse bei einer Polarstellung mit Hilfe des Prismas die Möglichkeit zu einer solchen Orientierung. Die Beschaffenheit des Prismas ließ allerdings nur bei zwei Kristallen (No. 16 u. 17

der Sammlung) eine Polarstellung zu: diese beiden Kristalle sollen im folgenden besprochen werden.

Der bessere der beiden Kristalle ist No. 16, er ist in Fig. 3 in etwa 15facher Vergrößerung etwas schematisiert dargestellt. Überwiegend ausgebildet ist  $\{0221\}$ , dessen Polkanten ganz schmal von  $\{10\bar{1}1\}$  abgestumpft werden. Die Flächen von  $\{0221\}$  zeigen bei mikroskopischer (Goniometermikroskop) Betrachtung eine bei allen drei Flächen gleich wiederkehrende Felderteilung, indem von den dreiflächigen Ecken, die diese Pyramidenflächen mit dem Prisma zweiter Art bilden, immer breiter werdende, gutspiegelnde Streifen nach der Basis zu verlaufen (Flächenteile b der Fig. 3). Der Rest der

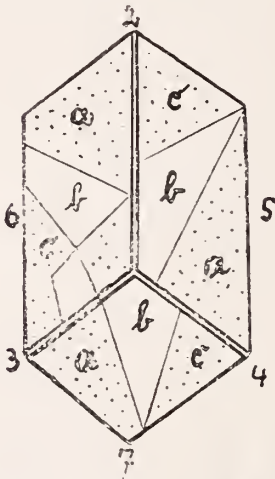


Fig. 3. Turmalin St. Gotthard.  
hellgrün, Kristall No. 16.

Flächen (a und c der Fig. 3) zu den beiden Seiten dieser Streifen erscheint rauh, wie gekörnt, er hat also beiderseits eine gleiche, vom mittleren Streifen verschiedene Beschaffenheit. Der Reflex des mittleren Teiles ist, wie sich beim Ablenden feststellen läßt, ganz einheitlich und klar, während die anderen Teile der Fläche mehrfache und weniger scharfe Reflexe liefern. Die schmalen Flächen der Grundpyramide sind bei mikroskopischer Betrachtung

nicht weiter zu zerlegen, ihre Reflexe sind mäßig klar, bei diesem Kristall (ausnahmsweise) bei zwei Flächen (2 und 3) einfach, bei Fläche 4 deutlich mehrfach. Die Messung ergab folgendes, in Tabelle III zusammengestelltes Resultat.

Tab. III. Turmalin St. Gotthard, hellgrün. Krist. No. 16.

Form	Fläche	$\rho$	$\varphi$	
{0221}	5	a	46° 5'	222° 59'
		b	45 51	222 52
		c	46 8	222 45
	6	a	46 3	102 55
		b	45 57	102 54½
		c	46 7	102 51
7	a	46 11	342 56½	
	b	45 56	342 52	
	c	46 4	342 29	
{1011}	4	27 22	283 44	
	2	27 16	162 32	
	3	27 20	42 33	

Aus dieser Tabelle geht ebenso wie aus der gleichen Flächenbeschaffenheit hervor, daß 5 b, 6 b und 7 b zu einer einzigen Form, einer trigonalen Pyramide, zusammengehören, die im Mittel einen Normalenabstand von  $45^{\circ}55' \pm 4'$  von der Basis hat. Die übrigen mit a und c bezeichneten Flächenteile wären dann einer vizinalen ditrigonalen Pyramide zuzuschreiben, die ein wenig steiler als die trigonale Pyramide gegen die c-Achse geneigt ist. Sie hat im Mittel einen Abstand von  $46^{\circ}6'$  von der Basis, dieser Wert kann jedoch nur als ein Durchschnittswert bezeichnet werden, die Zahl der Reflexe ist weit größer, als in der Tabelle angegeben; dort sind nur die ganz besonders klaren und sicher lokalisierbaren Reflexe aufgenommen. Man erhält aus dem Reflexbild den Eindruck, daß diese ditrigonalen Pyramidenflächen sich aus einer büschelig gestellten Schar von Vizinalflächen zusammensetzen. Die Grundpyramide, von der hier zwei Flächen, No. 2 und 3, nur je einen Reflex und die dritte, No. 4, einen Hauptreflex mit Doubletten zeigte, gab so die Möglichkeit zur Vereinigung dieser Werte zu einem Mittelwert, der  $27^{\circ}19' \pm 3'$  beträgt. Berechnet man aus dem Werte  $45^{\circ}55' \pm 4'$ , dem Normalenabstand der mit b bezeichneten Flächenteile von der Basis, unter der Annahme, daß diese Flächenteile die eigentliche nächst steilere Pyramide repräsentieren, den Grundpyramidenwinkel, so erhält man für diesen  $27^{\circ}18\frac{1}{2}' \pm 3'$ . Diese beiden Werte stimmen hinreichend gut überein, so daß man  $27^{\circ}19' \pm 3'$  als das Resultat der Messung ansehen kann.



An einem zweiten Kristall, No. 17, dem kleineren zweier subparallel verwachsener Individuen von etwa 5 mm Länge und 3 mm Durchmesser, ließ sich nach Ablendung des anderen Individuums ebenfalls eine Polarstellung erreichen. Die Grundpyramide war zu Messungen nicht verwertbar, an der nächst steileren Pyramide zeigte eine Fläche die gleiche Felderteilung wie bei Kristall 16, die beiden anderen Flächen ließen nichts derartiges erkennen, gaben aber neben vielen schwachen Reflexen je einen besonders ausgezeichneten, von dem sich nach den Erfahrungen am vorigen Kristall vermuten ließ, daß er der eigentlichen nächst steileren trigonalen Pyramide und nicht der vizinalen ditrigonalen Pyramide angehören werde. Die Messung ergab folgende Werte:

Tab. IV. Turmalin St. Gotthard, hellgrün. Krist. No. 17.

Form	Fläche	$\rho$	$\varphi$
{0221}	6	45° 59'	195° 35'
	7	45 51	75 31
	8	45 56	315 29

Der Mittelwert für  $\rho$ , den Winkel von {0001} zu {0221}, ist auch hier wieder  $45^{\circ} 55' \pm 4'$ , so daß dieser Kristall durchaus als eine Bestätigung des an Kristall 16 gewonnenen Resultates angesehen werden kann.

Als Resultat der Messung an beiden Kristallen wäre demnach ein Winkel

$$\{0001\} : \{1011\} = 27^{\circ} 19' \pm 3'$$

anzunehmen.

Der von E. A. WÜLFING gemessene Kristall lag mir ebenfalls vor, doch ließ sich mit dem Prisma keine, eine ausreichende Gewißheit gebende Polarstellung erzielen. Ebenso verhielten sich die übrigen sieben Kristalle.

Aus dem von den neun Winkeln der beiden Kristalle 16 und 17 gewonnenen Mittelwert von  $27^{\circ} 19' \pm 3'$  berechnet sich ein

$$\text{Grundpyramidenwinkel von } 46^{\circ} 50' \pm 4'.$$

Dieser Wert ist durchaus ohne Widerspruch zu dem von E. A. WÜLFING mit dem einkreisigen Goniometer an einem dafür besonders günstigen Kristall gemessenen Winkel von  $46^{\circ} 48' \pm 3'$ .

3. Farbloser bis blaßgelber Turmalin von San Piero Elba. Auf einem  $7 \times 7$  cm großen Pegmatithandstück aus der Sammlung E. A. WÜLFING, von der Mineralienhandlung A. JAHN in Plauen im Jahre 1914 erworben, saß eine ganze Reihe farbloser bis hellgelber Turmalinkristalle: diese wurden von der Stufe losgebrochen und so fünfzehn Exemplare mit Endigungen erhalten. Die Kristalle sind kurzprismatisch, bei einer Länge der Prismen von 1 bis 6 mm,

und einem Durchmesser von 1 bis 4 mm. Die freiliegenden Endigungen waren meist farblos bis hellgelb, der in den Pegmatit eingebettete Teil der Prismen ging, wie sich am Rande des Handstückes erkennen ließ, über gelb in grün und dann in plötzlichem Wechsel in braun über. Die Prismenflächen sind stark gestreift, es ist das Prisma zweiter Art und, meist schmal, das Prisma erster Art vorhanden. Die Endigung zeigt neben einer meist sehr kleinen Basis nur eine einzige trigonale Pyramide, die Grundpyramide, die auf den Flächen des Prismas erster Art gerade aufgesetzt ist. Der Pol der Endigung ist nach der pyroelektrischen Untersuchung der analoge, der Kristall ist demnach mit der Endigung nach unten aufzustellen. Der Grundpyramide kommt dann mit Rücksicht auf die schon oben erörterten allgemeinen Verhältnisse beim Turmalin das Symbol  $\{1011\}$ , dem Prisma erster Art das Symbol  $\{1010\}$  zu.

Zu fundamentalen Messungen zeigten sich die Grundpyramidenflächen durchweg ungeeignet, sie zeigten alle mehrfache, meist vielfache Reflexe. Im allgemeinen waren diese Reflexe in ganz wechselnder Intensität auf einem hufeisen- oder ringförmig geschlossenen Lichtbände angeordnet. Unter diesen Umständen mußte der Versuch einer Untersuchung mit dem einkreisigen Goniometer aussichtslos erscheinen. War dagegen eine Polarstellung mit Hilfe des Prismas — die Basis erwies sich als ganz unbrauchbar — auf dem zweikreisigen Goniometer zu erzielen, so war damit wenigstens die Möglichkeit einer Orientierung über die Reflexanordnung gegeben.

Die Reflexe des Prismas waren bändförmig in die Länge gezogen und schwach, außerdem nicht einheitlich, so daß eine direkte Erreichung der Polarstellung unmöglich war. Es wurde daher, um zum Ziele zu kommen, zunächst so gut als möglich eine Polarstellung vorgenommen, dann das ganze Prisma nach Länge und Breite aufgenommen und in ein stereographisches Projektionsbild eingetragen. Aus diesem Bilde ließ sich an der Exzentrizität der Großkreise zusammengehöriger Reflexe ersehen, welche Korrektur an welcher Schraube anzubringen war. Dann wurde nach

Vornahme der Korrektur eine neue Aufnahme und Projektion gemacht, und so fort, bis eine einwandfreie Polarstellung erreicht war. Gewöhnlich ergab eine einzige Korrektur die gewünschte Genauigkeit.

Als ein erster typischer Kristall sei No. 3 der Sammlung (in Fig. 4 in 30facher Vergrößerung) beschrieben, dessen Grundpyramidenflächen eine verhältnismäßig geringe Zahl von Reflexen —

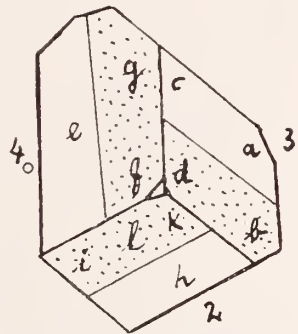


Fig. 4. Turmalin San Piero, farblos, Kristall No. 3.

drei bis vier — aufweisen. Die in der Figur eingetragenen Grenzen auf den Flächen wurden mit dem Mikroskop (des Goniometers) beobachtet, sie schieden die Flächen in einen glatten und einen rauhen Teil. Die Buchstaben a, b, c, d usw. stehen jeweils auf dem Flächenteil, von dem der entsprechende Reflex stammt. Fig. 5 gibt eine etwas schematische Darstellung der Anordnungsverhältnisse

Tabelle V. Turmalin San Piero, farblos.  
Kristall No. 3.

Fläche	$\rho$	$q$	
2	h	27° 16'	192° 11'
	i	27 16	193 3
	k	27 7	192 28
	l	27 7	192 59
3	a	27 28	72 53
	b	27 16	72 53
	c	27 16	72 6
	d	27 10	72 39
4	e	27 16	312 10
	f	27 10	312 24
	g	27 11	313 3

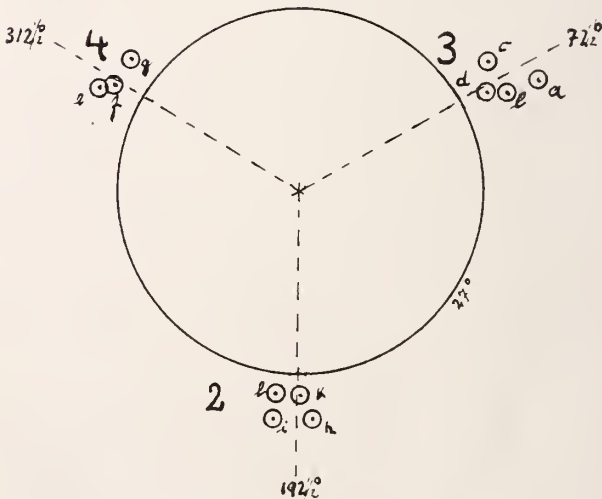


Fig. 5. Turmalin San Piero, farblos, Kristall No. 3.

der Reflexe in stereographischer Projektion, dabei wurde zur Erlangung der Darstellbarkeit eine Vergrößerung im Bereich der Grundpyramidenfläche vorgenommen, derart, daß bei  $q$   $2^{\circ}$  in der Projektion  $5'$  in der Natur und bei  $q$   $2^{\circ}$  der Projektion  $10'$  in der Natur entsprechen.

Der besprochene Kristall No. 3 ist der Typus eines Kristalles mit verhältnismäßig wenig Reflexen auf den Grundpyramidenflächen. Von dieser Art lagen im ganzen neun Kristalle vor, es sind auffallenderweise durchweg die kleineren Individuen. Der Winkel  $q$  hält sich bei ihnen immer in den Grenzen von durchschnittlich  $27^{\circ}$  bis  $27^{\circ} 30'$ . Die Abweichung des Längenabstandes  $q$  der Reflexe der einzelnen Flächen von  $120^{\circ}$  bzw.  $240^{\circ}$  und  $360^{\circ}$  beträgt in ihrem Maximum ungefähr  $\frac{1}{2}^{\circ}$ .

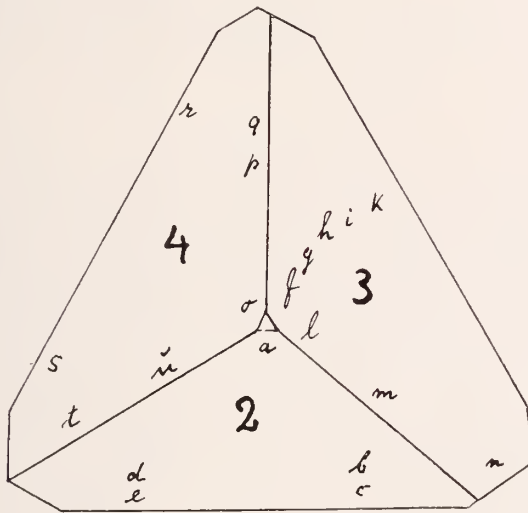


Fig. 6. Turmalin San Piero, Kristall No. 5.

Als ein Beispiel eines reflexreichen Kristalles, wie es durchgängig bei den größeren Kristallen der Fall ist, möge Kristall No. 5 in derselben Weise durch Fig. 6 (20fache Vergrößerung), Fig. 7 (Projektionsvergrößerung  $2^{\circ}$  der Pr. =  $10'$  der Natur für  $q$  und ebenso für  $q$ ) und Tabelle VI dargestellt werden.

Man erkennt in Fig. 7 deutlich die ringförmige Anordnung der Reflexe auf allen drei Flächen. Im allgemeinen erstrecken sich diese Ringe bei solchen größeren Kristallen auf ein Gebiet von ungefähr  $26^{\circ} 30'$  bis  $27^{\circ} 45'$  Breite und haben eine Abweichung von etwa  $1^{\circ}$  bis  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  aus der  $120^{\circ}$ - bzw.  $240^{\circ}$ - und  $360^{\circ}$ -Stellung.

Tab. VI. Turmalin San Piero. Krist. No. 5.

Fläche	$\varrho$	$\eta$	
2	a	26° 50'	64° 4'
	b	27 19	63 11
	c	27 25	63 11
	d	27 18	65 14
	e	27 25	65 14
3	f	26 50	303 47
	g	27 2	303 25
	h	27 12	303 25
	i	27 25	303 25
	k	27 42	303 25
	l	26 50	305 11
	m	27 3	305 13
n	27 23	305 30	
4	o	26 48	184 0
	p	27 10	183 28
	q	27 35	183 25
	r	27 48	183 45
	s	27 35	184 5
	t	27 10	184 33
	u	26 56	185 0

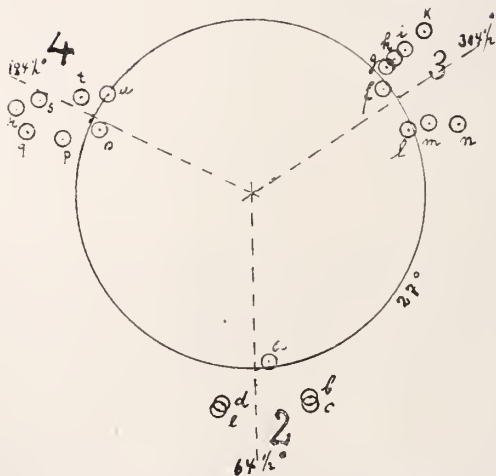


Fig. 7. Turmalin San Piero, Kristall No. 5.



In einem Falle war sogar neben dem Hauptreflexring noch ein Segment eines zweiten weiteren Ringes zu sehen.

Fragt man nun nach einer Gesetzmäßigkeit in der Anordnung der Vizinalflächen bei diesen Turmalinen, so kann man als eine überall wiederkehrende Regelmäßigkeit die ring- oder hufeisenförmige Anordnung der Reflexe, der eine büschelförmige Gruppierung der Vizinalflächen entspricht, angeben. Keine Gesetzmäßigkeit innerhalb zulässiger Fehlergrenzen besteht in den Vorkommen der Vizinalflächen bei verschiedenen Flächen und vor allem verschiedenen Kristallen. es lassen sich in keiner Weise in ihrem Auftreten bevorzugte Vizinalflächen feststellen. Daß die kleineren Kristalle kleinere Ringe als die größeren tragen, wurde schon oben gesagt, es scheint hier also eine Abhängigkeit von der Ausbildung des Individuums vorzuliegen.

An die Aufstellung irgendwelcher fundamentaler Werte ist bei den geschilderten Verhältnissen natürlich in keiner Weise zu denken.

## II. Lichtbrechung.

Die Brechungsexponenten des hellgrünen Turmalins vom St. Gotthard sind von E. A. WÜLFING (l. c. p. 77 Tab. XXII) an zwei Prismen bereits bestimmt worden. Bei den beiden anderen Turmalinen sind die Lichtbrechungsverhältnisse bisher noch unbekannt. Die Untersuchungen wurden nach der Methode der Minimalablenkung an Prismen parallel zur c-Achse ausgeführt. Beim Schleifen der Prismen wurde die Orientierung auf einige Minuten Genauigkeit parallel c eingehalten, so daß von dieser Seite keine Beeinflussung des Resultates in Betracht kommt. Die Messung des Prismenwinkels und der Minimalablenkung erfolgte innerhalb solcher Fehlergrenzen ( $\pm 0,2'$  für Prismenwinkel,  $\pm 0,5'$  für Minimalablenkung), daß nach der Tabelle bei E. A. WÜLFING (l. c. p. 54) für den farblosen bis blaßgelben Turmalin von San Piero Elba die Fehlergrenzen in den Brechungsexponenten etwa 0,00023 bei einem Prismenwinkel von rund  $40^\circ$  bzw. 0,00018 bei einem Prismenwinkel von rund  $50^\circ$  betragen. Für den stärker absorbierenden hellbraunen Turmalin vom St. Gotthard mußten etwas schärfere Prismen gewählt werden, die Fehlergrenzen sind dabei etwa  $\pm 0,00051$  bei einem Prismenwinkel von rund  $20^\circ$  bzw.  $\pm 0,00023$  bei einem Prismenwinkel von rund  $40^\circ$ . Zur Lieferung des monochromatischen Lichtes (Linien C, D, E, F, G') diente der WÜLFING'sche Monochromator.

Die Ergebnisse für den Turmalin St. Gotthard hellbraun und San Piero Elba farblos bis blaßgelb sind in den Tabellen VII und VIII zusammengestellt.

Tabelle VII. Brechungsexponenten und Doppelbrechung des Turmalin St. Gotthard, hellbraun.

Prisma No.	I	II	I	II	I	II
Prismenwinkel	23°52½'	42°30½'	—	—	—	—
Lichtart	Doppelte Minimalablenkung		Brechungsexponenten		Doppelbrechung	
ε	C	31°39'	61°29'	1,6417	1,6457	0,0252 0,0257
	D	31 48½	61 48	1,6448	1,6488	0,0258 0,0262
	E	31 59½	62 13½	1,6484	1,6528	0,0260 0,0268
	F	32 10	62 34½	1,6518	1,6562	0,0264 0,0271
	G'	32 27½	63 8½	1,6576	1,6617	0,0270 0,0274
ω	C	30 23	58 50	1,6165	1,6200	
	D	30 30½	59 6½	1,6190	1,6226	
	E	30 41	59 29	1,6224	1,6260	
	F	30 50	59 46½	1,6254	1,6291	
	G'	31 6'	60 18½	1,6306	1,6343	

Tabelle VIII. Brechungsexponenten und Doppelbrechung des Turmalin San Piero Elba, farblos bis blaßgelb.

Prisma No.	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Prismenwinkel	41°50¾'	53°11½'	48°23'	—	—	—	—	—	—	
Lichtart	Doppelte Minimalablenkung			Brechungsexponenten			Doppelbrechung			
ε	C	60° ½'	82°58'	72°11'	1,6430	1,6426	1,6405	0,0219	0,0219	0,0206
	D	60 18½	83 25½	72 33½	1,6460	1,6455	1,6433	0,0223	0,0219	0,0209
	E	60 52	83 59½	73 2½	1,6498	1,6492	1,6471	0,0227	0,0222	0,0212
	F	61 1	84 30½	73 28	1,6530	1,6527	1,6505	0,0229	0,0228	0,0216
	G'	61 35	85 20	74 8½	1,6586	1,6580	1,6557	0,0236	0,0230	0,0218
ω	C	57 48	79 41	69 36	1,6211	1,6207	1,6199			
	D	58 4	80 6½	69 55½	1,6237	1,6236	1,6224			
	E	58 24½	80 37½	70 21½	1,6271	1,6270	1,6259			
	F	58 42½	81 4	70 44	1,6301	1,6299	1,6289			
	G'	59 12	81 50	71 22	1,6350	1,6350	1,6339			

### III. Spezifisches Gewicht.

Zu den Bestimmungen des spezifischen Gewichtes wurde die Suspensionsmethode (Jodmethylen-Benzol) angewandt. Eine vorherige Prüfung der benutzten WESTPHAL'schen Wage ergab folgende Gewichtszahlen:

für Wasser von	30°	=	0,996
"	"	"	25° = 0,998
"	"	"	20° = 0,999
"	"	"	15° = 1,000

Die Wage ist also auf 15° (Zimmertemperatur) geeicht, d. h. Wasser von 15° hat nach ihr das spezifische Gewicht 1. Daher müssen alle mit ihr gemessenen Zahlen mit dem spezifischen Gewicht von Wasser bei 15° = 0,99913 multipliziert werden, um das eigentliche spezifische Gewicht des Körpers zu erhalten.

Die folgenden Messungen wurden an besonders frischen, mit Lupe und Mikroskop ausgesuchten Körnern des betr. Turmalines vorgenommen.

Turmalin vom St. Gotthard hellbraun.

Von 9 Körnern bei 15° Beobachtungstemperatur:

steigen	5	schweben	3	fallen	1	bei	3,112
"	4	"	1	"	4	"	3,103
"	2	"	1	"	6	"	3,093

Daraus Mittelwert für das spezifische Gewicht: 3,103  $\pm$  0,009, nach Korrektur durch Multiplizieren mit 0,99913:

$$\text{spez. Gew.} = 3,100 \pm 0,009.$$

Turmalin San Piero Elba farblos bis blaßgelb.

Von 10 Körnern bei 15° C Beobachtungstemperatur:

steigen	3	schweben	0	fallen	7	bei	3,089
"	4	"	2	"	4	"	3,097
"	8	"	1	"	1	"	3,105

Daraus ergibt sich als Mittelwert: 3,097  $\pm$  0,008, nach Korrektur durch Multiplizieren mit 0,99913:

$$\text{spez. Gew.} = 3,094 \pm 0,008.$$

Das spezifische Gewicht des grünen Turmalines vom St. Gotthard wurde von E. A. WÜLFING l. c. p. 90 angegeben.

Frankfurt a. M., 10. Dezember 1918.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [1919](#)

Autor(en)/Author(s): Schlossmacher K.

Artikel/Article: [Beitrag zur Kenntnis der Turmalingruppe. 106-121](#)