

Die chemische Natur der Turmaline.

Von

C. Rammelsberg in Berlin.

Es sind nunmehr zwanzig Jahre verflossen, seit ich die Resultate meiner langjährigen Arbeiten über die chemische Natur der Turmaline bekannt machte¹. Durch die Analyse von 32 verschiedenen Abänderungen hatte sich für die ganze Gruppe die gleiche allgemeine Zusammensetzung ergeben: Alle Turmaline sind isomorphe Mischungen von Drittelsilicaten.

Dieses Resultat stellte sich dadurch heraus, dass ich die Gegenwart von chemisch gebundenem Wasser in allen Turmalinen nachgewiesen hatte, welches erst beim Glühen entweicht, und dessen Wasserstoff den einwerthigen Alkalimetallen hinzuzurechnen ist, genau so, wie dies von mir beim Glimmer geschehen war, wodurch H. Rose's und meine Analysen der Kaliglimmer auf einen und denselben einfachen Ausdruck gebracht worden waren.

Gleichzeitig schlug ich vor, Aluminium und Bor des Turmalins als Vertreter, als äquivalent zu je einem Atom, zu betrachten.

Dies war damals eine Annahme, heute ist es eine Thatsache, seit man weiss, dass der Jeremejit = $Al^2O^3 + B^2O^3$ dieselbe Krystallform hat wie der Korund².

In den seither verflossenen 20 Jahren erschienen einige

¹ Monatsber. d. Akad. d. Wiss. 1869. — POGGENDORFF's Ann. 139, 379 u. 547.

² S. weiterhin das Bor der Turmaline.

vereinzelte Untersuchungen von SCHWARTZ, COSSA, ENGELMANN und SOMMERLAD, welche meine Resultate vollkommen bestätigen¹.

Erst im Jahr 1888 wurde von RIGGS eine grössere Arbeit an 20 amerikanischen Turmalinen bekannt gemacht², und ihr folgte eine solche von JANNASCH und CALB, an 9 Turmalinen angestellt². Aus neuester Zeit stammt eine Untersuchung SCHARITZER's, welcher das Vorkommen und die Natur von 3 Turmalinen aus dem Granit von Schüttenhofen beschrieben hat³.

Diese neueren Arbeiten gaben mir Veranlassung, sie mit den meinigen zu vergleichen, überhaupt aber alle Analysen von Turmalin, deren ich etwa 70 aufzählen kann, von neuem zu berechnen.

Es ist nicht zu läugnen, dass die Methoden der Mineralanalyse seither mehrfach verbessert sind, allein die Behauptung von RIGGS, meine Analysen seien in wesentlichen Punkten unrichtig, ist vollkommen unberechtigt. Die eingehende Kritik seiner Arbeit hat mir im Gegentheil den Eindruck gemacht, dass sie die Hand eines geübten Mineralchemikers vermissen lässt, und dass ihr Autor den Schwierigkeiten der Aufgabe nicht gewachsen war.

Wenn die Neueren grossen Werth auf die von ihnen angewandten analytischen Methoden legen, und ältere Versuche als incorrect bezeichnen, so dürften doch auch Überschüsse von 1.32 und 1.95 $\frac{0}{0}$, wie sie bei JANNASCH vorkommen, nicht gerechtfertigt sein.

Allein auch die genaueste Analyse einer einzelnen Abänderung entscheidet nicht über die chemische Natur einer ganzen Gruppe. Dazu gehört die Untersuchung möglichst vieler Vorkommen, denn erst bei einem Vergleich ihrer Resultate lassen sich die Fehler erkennen, welche theils in der Arbeit, theils in der Beschaffenheit des Materials, seiner Reinheit und Frische etc. liegen, erst dann wird sich das Gesetz ergeben, nach welchem die Glieder der Gruppe gebildet sind.

Von den Bestandtheilen der Turmaline verdienen Fluor, Wasser und Bor besondere Erwähnung.

¹ Amer. Journ. Sc. 35. 35 (vergl. das Referat in diesem Heft).

² Ber. d. Chem. Ges. 22. 216 (vergl. das Referat in diesem Heft).

³ GROTH's Zeitschr. 15. 337 (vergl. das Referat in diesem Heft).

Fluor. Bereits bei meinen früheren 1850 veröffentlichten Arbeiten fand ich den Fluorgehalt auf und habe ihn in 19 Abänderungen bestimmt. Er ergab sich von 0.15 bis 1.19 ‰, und die neueren Angaben von RIGGS u. A. variiren in Betreff seiner von 0.06 bis 1.15 ‰.

Bei der Schwierigkeit, so kleine Mengen Fluor zu bestimmen, werden diese Zahlen wohl nicht auf grosse Genauigkeit Anspruch machen können. So fanden z. B. im grünen Turmalin aus Brasilien an Fluor

Rg.	0.70 ‰
JANNASCH	0.98—1.15 ‰
RIGGS	0.14—0.32 ‰

Bei der Rolle, die das Fluor hier und in ähnlichen Silicaten (Glimmer) nach meiner Ansicht spielt, kommt es als Vertreter von Sauerstoff bei der Berechnung der Analysen nicht in Betracht.

Wasser. Ist das chemisch gebundene Wasser in der Glühhitze fortgegangen, so hat der Turmalin ein ganz anderes äusseres Ansehen, sei er geschmolzen, gesintert oder nur opak geworden. Der Gewichtsverlust beim Glühen, welcher sich leicht bestimmen lässt, würde dem Wassergehalt entsprechen, wenn nicht gleichzeitig Fluorverbindungen entwichen, namentlich Fluorsilicium.

Da mir keine Methode, dieselben zurückzuhalten, zur Verfügung stand, suchte ich die Menge des Wassers unter der Annahme zu berechnen, dass die dem Fluor entsprechende Menge Fluorsilicium von dem Glühverlust abgezogen wurde. Dies ist freilich nicht ganz richtig, weil mir spätere Erfahrung an fluor- und wasserhaltigen Glimmern gezeigt hat, dass beim Glühen nicht der ganze Fluorgehalt entfernt wird.

Ich habe überall die Glühverluste und die berechneten Wassermengen angegeben, wobei freilich da, wo das Fluor nicht bestimmt war, der Gehalt einer ähnlichen Abänderung zu Grunde gelegt wurde. Soviel steht aber fest: die Menge des Wassers ist etwas kleiner als der Glühverlust. Wir werden weiterhin sehen, dass das allgemeine Resultat der Rechnung sich nicht wesentlich ändert, wenn man den Glühverlust ohne weiteres als Wasser betrachtet.

RIGGS, SCHARITZER und JANNASCH haben das Wasser direct

bestimmt, die beiden Erstgenannten glühten den Turmalin mit wasserfreiem Natron- und Kalicarbonat und sammelten es in einer Chlorcalciumvorlage.

Diese Methode liefert offenbar einen zu hohen Wassergehalt, weil es unmöglich ist, das frisch geglühte Carbonatgemisch vor Anziehung von Wasser zu bewahren, wozu noch kommt, dass das geglühte Chlorcalcium immer basisch ist, also etwas von der entweichenden Kohlensäure absorbiert.

JANNASCH sagt, diese Methode habe ihn nicht befriedigt. Er schmolz das sehr feine Pulver mit chromsaurem Blei und fand hohe Temperatur und längeres Glühen erforderlich.

Das Gesagte bestätigt sich durch die erhaltenen Zahlen.

Ich fand den Glühverlust im Mittel = 3.02 % (Maximum 3.82).

Die directe Wasserbestimmung gab im Mittel:

bei Anderen	2.80
„ JANNASCH	2.85
„ RIGGS	3.70
„ SCHARITZER	4.30

Der Behauptung von RIGGS, meine Wasserbestimmungen seien unrichtig, stelle ich die gegenüber, dass dies bei den seinigen der Fall ist.

Die zuerst, wie ich glaube, von PENFIELD für den Amblygonit aufgestellte Hypothese, die Gruppe OH (Hydroxyl) veretre Fluor, hat RIGGS auch beim Turmalin angenommen. Demnach müsste mit steigendem Wassergehalt der des Fluor abnehmen. Nun zeigen aber seine Analysen nichts Derartiges. Im schwarzen Turmalin aus Brasilien gibt er nur 0.06 % Fluor bei 3.49 Wasser, im braunen von Hamburg 0.78 Fluor (die 13fache Menge) bei 3.10 Wasser an.

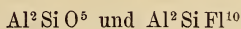
Jene Hypothese ist aber vollständig unchemisch, da nur Körper von analogem chemischem Verhalten sich vertreten, während HFl und HOH ebenso wenig wie KFl und KOH analoge Verbindungen sind. Ich habe mich schon vor längerer Zeit über die Unzulässigkeit einer solchen Hypothese ausgesprochen¹.

Dagegen erscheint die Isomorphie von Sauerstoff- und Fluorverbindungen, wie z. B.:

¹ Dies. Jahrb. 1883. I. 15.



oder im Topas



chemisch vollkommen gerechtfertigt.

Borsäure. Der charakteristische Bestandtheil der Turmaline ist das Bor, dessen genauere Bestimmung ich trotz seiner Schwierigkeit in 7 Turmalinen versucht habe. Es diente hierzu die von A. STROMEYER und H. ROSE vorgeschlagene Methode, welche auf der Schwerlöslichkeit des Borfluorkaliums beruht und bei ihrer Prüfung am Datolith befriedigende Resultate geliefert hatte.

Aus den Abhandlungen von RIGGS und von JANNASCH erfährt man aber, dass solche Bestimmungen überhaupt vor ihnen noch nicht gemacht sind, eine factische Unwahrheit, deren sie sich mir gegenüber schuldig gemacht haben.

JANNASCH benutzte die von BODEWIG modificirte Borbestimmung nach MARIIGNAC, während RIGGS nach einem neueren Verfahren von GOOCH arbeitete.

Num haben die directen Bestimmungen

in 7 Turm. nach	RG.	9.52—11.64	B ² O ³
„ 9 „ „	JANNASCH	9.09—10.74	„
„ 20 „ „	RIGGS	8.92—10.70	„
„ 4 „ „	Anderen	9.40—10.87	„

ergeben.

Diese Zahlen beweisen, dass meine Resultate nicht schlechter sind als die neueren, mittelst angeblich besserer Methoden erlangten.

In 25 Turmalinen hatte ich die Borsäure indirect (aus dem Verlust) bestimmt und im Mittel 9.55 % erhalten. Auch diese Zahl lehrt, dass selbst eine solche Bestimmung ein der Wahrheit nahekommendes Resultat liefert und es folgt aus allem, dass die Turmaline gleichmässig nahe 10 % Borsäure enthalten.

Schon oben wurde hervorgehoben, dass Thonerde und Borsäure, die in ihrem chemischen Verhalten manche Ähnlichkeit zeigen, isomorph sind, so dass Bor und Aluminium im Turmalin als Doppelatome die sechswerthigen Elemente bilden¹.

¹ Schon früher habe ich auf die Ähnlichkeit der Formen von Datolith H Ca B Si O^5 und Euklas H Be Al Si O^5 hingewiesen.

Es darf hier auch wohl daran erinnert werden, dass das sogenannte graphitartige Bor eine isomorphe Mischung beider Elemente ist, ja dass selbst im krystallisirten Bor bis zu 13 % Aluminium gefunden sind.

Das Atomverhältniss B : Al ist in den Turmalinen gewöhnlich = 1 : 2, seltener = 1 : 3. In einzelnen scheint es auch = 2 : 5 zu sein, was indessen nicht immer sicher ist, da z. B. im grünen Turmalin aus Brasilien jenes Verhältniss von mir und von JANNASCH = 1 : 3 gefunden ist, während es nach RIGGS = 1 : 2.7 wäre. Dies rührt daher, dass

	Al ² O ³	B ² O ³
nach Rg.	39.0	9.6
„ JANNASCH . . .	39.0—40.0	9.6—9.1
„ RIGGS	38—39.6	9.9—10.3

vorhanden sind.

Was das Eisen in den Turmalinen betrifft, so ist es nach meinen Erfahrungen, die mit denen A. MITSCHERLICH'S übereinstimmen, stets nur als Oxydul vorhanden.

RIGGS will in einigen Turmalinen 0.3—1.1 % Oxyd gefunden haben. JANNASCH hat in vier Fällen 2.9—6.68 % erhalten. Allerdings geben die von ihm angewandten Methoden nach eigener Erfahrung leicht zur Bildung von Eisenoxyd Anlass, wenn die Schwefelsäure nicht hinreichend verdünnt ist, in welchem Fall wiederum die Zersetzung unvollständig bleibt.

Constante Zusammensetzung der einzelnen Turmaline.

Wir sind gewohnt, den einzelnen Krystall einer natürlichen oder künstlichen Verbindung als in allen seinen Theilen gleich zusammengesetzt zu denken. Und doch ist dies nicht immer der Fall.

Wenn sich ein Krystall in der Lösung eines ihm isomorphen Körpers vergrössert, so sind schliesslich Kern und Hülle chemisch different, eine Erscheinung, welche sich an vielen Salzen leicht beobachten lässt, wenn die Farbe jener beiden verschieden ist, nicht aber, wenn diese Verschiedenheit fortfällt.

Bei der Bildung mancher Mineralien muss es sich ähnlich verhalten haben, wir würden sonst nicht Krystalle finden,

welche äusserlich aus Vanadinit, im Innern aus Pyromorphit bestehen. Ganz besonders aber bieten die Turmaline solche Beispiele von Verwachsung zweier verschiedenen Arten dar. Denn es kommen grüne Krystalle mit rothem Kern, gleichwie rothe mit grünem bei Paris, Chesterfield, Auburn und Schüttenhofen vor. Am längsten aber kennt man jene Elbaer Krystalle, welche, farblos oder grünlich, am einen Ende dunkel, scheinbar schwarz sind. Dies legt die Vermuthung nahe, dass auch intensiv gefärbte Krystalle von Turmalin in ihren einzelnen Theilen nicht immer von gleicher Beschaffenheit sein dürften.

Abgesehen hiervon ist es bekannt, dass an einem Fundort Turmaline verschiedener Art sich finden, wie dies von SCHARITZER in Bezug auf Schüttenhofen vortrefflich nachgewiesen ist, aber auch für Elba und andere Fundorte gilt.

Wenn wir die Analyse eines Turmalins gemacht haben, dürfen wir dieselbe nicht auf alle Krystalle derselben Localität übertragen und Andere, welche nach uns Exemplare von derselben untersuchen, können möglicherweise zu abweichenden Mischungsverhältnissen gelangen.

Hierbei können die Differenzen sich nicht bloss auf das verschiedene Verhältniss der gleichwerthigen Elemente, z. B. des Mg und Fe, beschränken, sondern auch dasjenige der $\overset{\text{I}}{\text{R}}$, $\overset{\text{II}}{\text{R}}$ und $\overset{\text{VI}}{\text{R}}$ selbst betreffen, ohne dass die fundamentale und allgemeine Zusammensetzung dabei eine andere wäre.

Wenn bei der Berechnung mancher Analysen sich kein einfaches Atomverhältniss jener R ergibt, so dürfte der Grund darin liegen, dass die untersuchten Krystalle nicht einheitlich zusammengesetzt waren. Andererseits gibt es genug Turmaline von sehr verschiedenen Fundstellen, welche einfache und übereinstimmende Atomverhältnisse der R zeigen, die also unbezweifelt selbstständige Mischung sind. So lassen sich 23 Turmaline zusammenstellen, in welchen $\overset{\text{I}}{\text{R}} : \overset{\text{II}}{\text{R}} : \overset{\text{VI}}{\text{R}} = 1 : 1 : 1.5$ ist.

Berechnung der Analysen.

Aus meinen eigenen, gleichwie aus den neueren Analysen ergibt sich bei näherer Prüfung, dass alle Turmaline isomorphe Mischungen von Drittelsilicaten sind.

Verwandelt man die mehrwerthigen R in ihre Aequivalente einwerthiger ($\overset{\text{VI}}{\text{R}} = 6\overset{\text{I}}{\text{R}}$, $\overset{\text{II}}{\text{R}} = 2\overset{\text{I}}{\text{R}}$) und fügt die vorhandenen einwerthigen hinzu, so muss, wenn es Drittelsilicate sind, $\overset{\text{I}}{\text{R}} : \text{Si} = 6 : 1$ sein.

Es liegen 67 Analysen zur Berechnung vor. Nimmt man als Grenzen für das zweifellose Vorhandensein jener Proportion die Werthe 5.8 : 1 und 6.3 : 1 an, so findet man:

5.8 : 1	in	8	Analysen
5.9 : 1	"	5	"
6.0 : 1	"	18	"
6.1 : 1	"	8	"
6.2 : 1	"	5	"
6.3 : 1	"	11	"
			55 Analysen

d. h. etwa fünf Sechstel von allen entsprechen der Voraussetzung. Meine eigenen Analysen geben im Mittel 5.9 : 1, die von JANNASCH 6.18 : 1 und die von RIGGS 6.34 : 1. Unter den neueren allein befinden sich 10, in welchen eine grössere Zahl für $\overset{\text{I}}{\text{R}}$ sich ergibt, nämlich:

•	6.4 : 1	in	1	Analyse	von	JANNASCH
•	"	"	5	"	"	RIGGS
•	6.5 : 1	"	3	"	"	"
•	6.7 : 1	"	1	"	"	"

so dass die Hälfte der Analysen von RIGGS eher auf das Verhältniss 6.5 : 1 führt.

Wenn dies richtig wäre, so müsste es (jedoch ausschliesslich in Amerika) Turmaline geben, welche basischer sein würden als alle übrigen, etwa aus 3 Mol. Drittel- und 1 Mol. Viertelsilicat beständen.

Dies ist aber ausserordentlich unwahrscheinlich.

Welche Verschiedenheit zwischen zwei sonst ganz ähnlichen Turmalinen stattfinden müsste, wenn man den Analysen von RIGGS Glauben schenken wollte, dies lehren die von ihm untersuchten braunen Turmaline von Hamburgh und von Gouverneur, jener in Krystallen, dieser derb. Beide sind fast eisenfrei, aber ungewöhnlich reich an Kalk (5 und 2.8 %). Auch enthalten sie Titansäure (0.6 und 1.2 %). $\overset{\text{I}}{\text{R}} : \text{Si}$ ist im ersten = 6.7 : 1 (!), im zweiten = 6.0 : 1¹.

¹ Ebenso (5.95 : 1) fand ich es im krystallisirten Turmalin von Gouverneur.

Die Krystalle von Hamburg, welche in Kalkspath liegen, sind reich an Einschlüssen schwarzer Blättchen, jedenfalls also kein reines Material.

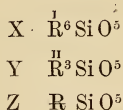
Von Auburn hat RIGGS drei Turmaline untersucht, in denen $\bar{R} : \text{Si} = 6.2 - 6.3 - 6.5 : 1$ sein soll.

Die einzelnen Reihen in der Turmalingruppe.

Die basischen Elemente der Turmaline sind:

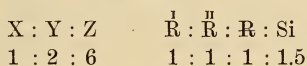
Einwerthige: H, Na, K, Li,
 Zweiwerthige: Fe, Mn, Mg, Ca,
 Sechswerthige: Al, B (Fe, Cr).

Jeder Turmalin ist eine isomorphe Mischung von Drittelsilicaten dieser R und das Atomverhältniss ergibt das Mol-Verhältniss:



Auf Grund der Berechnung der Analysen lassen sich 9 Reihen aufstellen, welche wir im Folgenden charakterisiren.

I. Reihe.



Sie enthält den braunen, krystallisirten, fast eisenfreien Magnesia-Turmalin von Gouverneur, den ich vor Kurzem abermals untersucht habe. Zwei ähnliche Abänderungen, von Dekalb und Hamburg, beide anscheinend ziemlich unrein, von RIGGS analysirt, und ein schwarzer Turmalin von Pierrepont, N. Y., in welchem $\text{Fe} : \text{Mg}, \text{Ca} \text{ nahe} = 1 : 2$.

In allen ist $\text{B} : \text{Al} = 1 : 2$.

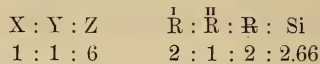
II. Reihe.



Sie umfasst 23 Repräsentanten, und zwar ausser dem (gleichfalls neuerlich von mir untersuchten) fast eisenfreien Magnesia-Turmalin von Windischkappel eine Anzahl schwarzer Turmaline, in welchen $\text{Fe} : \text{Mg}$ von $1 : 7$ bis $7.5 : 1$ variirt.

Auch hier ist $\text{B} : \text{Al} = 1 : 2$.

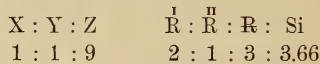
III. Reihe.



Auch diese Reihe zählt 15 Glieder, welche schwarz oder blauschwarz und dann blau durchsichtig sind. Sie enthalten ziemlich viel Eisen, denn Fe : Mg ist = 1 : 1 bis 14 : 1.

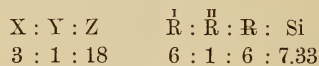
B : Al scheint vielfach = 1 : 2.5, seltener = 1 : 2 oder 1 : 3 zu sein.

IV. Reihe.



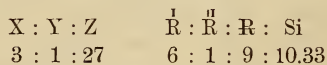
Nur der Chrom-Turmalin von Syssersk, in welchem Cr : B : Al = 1 : 2 : 4 und Fe : Mg = 1 : 3 ist.

V. Reihe.



Dies sind die grünen Turmaline, unter welchen die brasilischen durch 5 Analysen (eine von mir, 2 von JANNASCH und 2 von RIGGS) vertreten sind. Während in ihnen Fe : Mg = 4 : 1 bis 6 : 1 ist, ergibt sich B : Al nach mir und JANNASCH = 1 : 3, gleichwie in den Turmalinen von Campo longo, Elba, Paris und Schüttenhofen, nach RIGGS aber = 1 : 2.5 bis 1 : 2.7

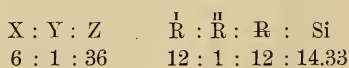
VI. Reihe.



Nur der rothe Turmalin von Schaitansk, welcher kein Eisen, sondern Mangan enthält.

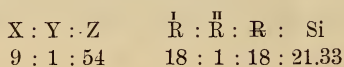
B : Al ist = 1 : 3.

VII. Reihe.



Der rothe Turmalin von Paris und ein schwach grünlicher von Auburn. Ersterer ist frei von Eisen und hat B : Al = 1 : 3.

VIII. Reihe.



Ein rother Turmalin von Schüttenhofen und ein röthlicher bis farbloser aus Brasilien, wenig Fe, Mn, und Ca enthaltend.

B : Al ist = 1 : 3.

IX. Reihe.

$$\begin{array}{l} X : Y : Z \quad \overset{I}{R} : \overset{II}{R} : R : Si \\ 15 : 1 : 90 \quad 30 : 1 : 30 : 35.33 \end{array}$$

Hier steht der farblose oder schwach rothe Turmalin von Elba und nach RIGGS ein derber rother von Rumford. Jener ist eisenfrei.

In beiden ist B : Al = 1 : 3.

Die Zahlenverhältnisse der letzten nur wenige Glieder enthaltenden Reihen möchten willkürlich gewählt erscheinen. Keine Analyse vermag zu entscheiden, ob sie oder andere naheliegende der Wahrheit entsprechen. Allein sie besitzen wenigstens den Vorzug, einfache Beziehungen aller einzelnen Reihen erkennen zu lassen.

$$\begin{array}{ll} \text{I.} & (X + 6Z) + 2Y \\ \text{III.} & (X + 6Z) + Y \\ \text{V.} & 3(X + 6Z) + Y \\ \text{VII.} & 6(X + 6Z) + Y \\ \text{VIII.} & 9(X + 6Z) + Y \\ \text{IX.} & 15(X + 6Z) + Y \end{array} \quad \begin{array}{ll} \text{II.} & (X + 9Z) + 2Y \\ \text{IV.} & (X + 9Z) + Y \\ \text{VI.} & 3(X + 9Z) + Y \end{array}$$

Wir lassen eine tabellarische Übersicht der einzelnen Reihen folgen, welche das durch die Analysen gefundene Atomverhältniss der einwerthigen R ($\overset{II}{R} = 2R$, $\overset{VI}{R} = 6R$) und des Si angibt, sowie das (auf ganze Zahlen abgerundete) der $\overset{III}{R}$, wobei Fe zugleich Mn, Mg zugleich Ca einschliesst.

Die Autorennamen sind: C. = COSSA, E. = ENGELMANN, J. = JANNASCH, R. = RAMMELSBURG, Rs. = RIGGS, SA. = SCHARITZER, So. = SOMMERLAD, Sw. = SCHWARZ.

			R : Si	Fe : Mg
I. X : Y : Z = 1 : 2 : 6.				
1.	Gouverneur, N. Y.	R.	5.95 : 1	0
	"	Rs.	6.0	0
2.	Dekalb, N. Y.	Rs.	6.4	0
3.	Hamburgh, N. J.	Rs.	6.7	0
4.	Pierrepoint, N. Y.	R.	6.0	} 1 : 2.33
	"	Rs.	6.2	
II. X : Y : Z = 1 : 2 : 9.				
5.	Windischkappel	R.	6.1 : 1	0
6.	Orford, N. H.	R.	5.9	} 1 : 7
	"	Rs.	6.4	
7.	Zillerthal	R.	6.08	} 1 : 6
8.	Texas, Penns.	R.	5.9	
9.	Eibenstock	R.	5.9	} 1 : 5
10.	Monroe, Conn.	R.	6.06	
	"	Rs.	6.1	} 1 : 4
11.	Godhaab, Grönland	R.	5.8	
12.	Havredal, Norw.	R.	6.0	} 1 : 2.5
13.	Snarum, Norw.	J.	6.2	
14.	Ohlapian, Siebenb.	J.	6.3	1 : 2.66
15.	Gothard	R.	5.84	} 1 : 2
16.	Nautic Gulf	Rs.	6.4	
17.	Tomatawe	J.	5.8	} 1.5 : 1
18.	Haddam, Conn.	R.	5.8	
	"	Rs.	6.3	} 1 : 1.5
19.	Ramfossen, Snarum	R.	5.8	
20.	Elba, schwarz	R.	5.6	1 : 1.25
21.	Unity, N. H.	R.	5.9	1 : 1
22.	Krunman, Böhmen	R.	6.0	} 1.5 : 1
23.	Langenbielau, Schles.	R.	5.8	
24.	Dekalb, N. Y.	R.	5.8	2 : 1
25.	Bovey Tracy, Devonshire	R.	5.9	3 : 1
26.	Krumbach, Steiermark	R.	6.0	3.5 : 1
27.	Andreasberg	R.	6.0	7.5 : 1
III. X : Y : Z = 1 : 1 : 6.				
28.	Tamaya, Chile	Sw.	6.2 : 1	} 1 : 1
29.	Stony Point, N. C.	Rs.	6.4	
30.	M. Bischoff, Tasm.	So.	6.0	} 1.5 : 1
31.	Piedra blanca	J.	6.4	
32.	Brasilien, schwarz	Rs.	6.4	} 3.5 : 1
33.	Paris, M., schwarz	Rs.	6.3	
34.	Elba, schwarz	R.	5.9	4 : 1

			R : Si	Fe : Mg
35.	Mursinsk, Ural	J.	6.3 : 1	} 5 : 1
36.	Alabaschka, Ural	J.	6.3	
	" "	R.	5.8	
37.	Sarapulsk, Ural.	R.	5.8	
38.	Saar, Böhmen	R.	6.0	} 6.5 : 1
39.	Auburn, M., schwarz.	Rs.	6.5	
40.	Schüttenhofen, Böhm., blauschw.	SA.	6.2	9 : 1
41.	Goshen, Mass., blauschwarz	R.	6.2	11 : 1
42.	Buchworth, Austr.	J.	6.1	14 : 1

IV. X : Y : Z = 1 : 1 : 9.

43.	Syssersk, Ural	C.	6.07 : 1	1 : 3
-----	----------------	----	----------	-------

V. X : Y : Z = 3 : 1 : 18.

(Grüne Turmaline.)

44.	Paris, M.	R.	6.0 : 1	1.3 : 1
45.	Campo longo	E.	5.74	3 : 1
46.	Elba	R.	6.1	} 5 : 1
47.	Brasilien	R.	6.0	
48.	" I	J.	6.1	} 4 : 1
49.	" II	J.	6.1	
50.	" blass	Rs.	6.3	} 6 : 1
51.	" olivengrün	Rs.	6.3	
52.	Auburn, hell	Rs.	6.3	
53.	" dunkel	Rs.	6.3	16 : 1
54.	Rumford, M.	Rs.	6.3	} 0
55.	Schüttenhofen	SA.	6.3	
56.	Chesterfield, Mass.	R.		

VI. X : Y : Z = 3 : 1 : 27.

57.	Schaitansk, Ural, roth	R.	6.2 : 1	1 : 2.5
-----	------------------------	----	---------	---------

VII. X : Y : Z = 6 : 1 : 36.

58.	Paris, M., roth	R.	6.3 : 1	1.5 : 1
59.	Auburn, grünlich	Rs.	6.2	5 : 1

VIII. X : Y : Z = 9 : 1 : 54.

60.	Schüttenhofen, roth	SA.	6.08 : 1	1 : 1
61.	Brasilien, röthlich	Rs.	6.5	2 : 1
62.	Rozena, roth	R.		

IX. X : Y : Z = 15 : 1 : 90.

63.	Elba, röthlich und farblos	R.	6.1 : 1	2.5 : 1
64.	Rumford, roth	Rs.	6.5	1 : 1.5

Ein Blick auf diese Zusammenstellung muss Jeden überzeugen, dass das fundamentale Atomverhältniss $\bar{R} : \text{Si}$, welches die Sättigungsstufe eines Silicats angibt, in allen Turmalinen $= 6 : 1$ ist, dass sie also, wie ich vor 20 Jahren aus meinen eigenen Arbeiten geschlossen hatte, Drittelsilicate sind und dass auch die überwiegende Mehrheit der neueren dies bestätigt. Wenn die Zahl 6 in jenen mehrfach nicht erreicht, in diesen überschritten ist, so wird ein unbefangener Beurtheiler mit mir der Ansicht sein, dass solche Abweichungen den Mängeln der Analysen, namentlich in Bezug auf den Wassergehalt, wohl auch der Beschaffenheit des Materials zur Last fallen.

Es ist daher in hohem Grade zu tadeln, wenn man neuerlich auf solche incorrecte Analysen, wie die von RIGGS, mit den Atomverhältnissen $R : \text{Si} = 6.4 : 1$ bis $6.7 : 1$ Turmalin-formeln gegründet hat, welche alle übrigen Analysen ignoriren, von unrichtigen Thatsachen ausgehen und die chemischen Grundgesetze unberücksichtigt lassen. Die Vorschläge von WÜLFING, SCHARITZER und V. GOLDSCHMIDT in dieser Richtung sind als verfehlt zu bezeichnen.

Die ausführliche Abhandlung mit den Details der Rechnungen erscheint in den Abh. d. K. Pr. Akad. d. Wissensch.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [1890_2](#)

Autor(en)/Author(s): Rammelsberg Karl [Carl] Friedrich

Artikel/Article: [Die chemische Natur der Turmaine. 149-162](#)