

XVI. Krystallisierter Türkis von Virginia.

Von

W. T. Schaller in Washington.

(Mit 4 Textfigur.)

Einleitung.

Ein hellblaues Mineral aus der Umgebung der Station Lynch, Campbell Co., Virg., ließ Herr J. H. Watkins an der Geological Survey bestimmen. Da nach der vorläufigen Untersuchung nicht mit einem schon bekannten identifiziert werden konnte, wurde dessen eingehende Untersuchung aufgenommen. Das anscheinend neue Mineral wurde dabei als Türkis erkannt, dadurch interessant, daß er deutlich krystallisiert war und daß es gelang, einige der kleinen Krystalle zu messen und so die Krystallform des Minerals zu bestimmen. Ich bin Herrn J. H. Watkins zu vielem Dank verpflichtet für die Güte, mir das jetzt im United States National Museum befindliche Material zu liefern und für die Erlaubnis, diese Beschreibung zu veröffentlichen.

Die Grundsubstanz der Handstücke besteht aus unregelmäßigen verschieden großen Bruchstücken glasigen Quarzes, die durch dünne Lagen der Türkiskrystalle verkittet sind. Auf der einen Seite der Handstücke bildet der Türkis eine drusige, nierenförmige Lage von zelliger Textur, welche viele kleine unregelmäßige Bruchstücke glasigen Quarzes einschließt. Der Türkis mit seinen vielen Quarzeinschlüssen läßt sich leicht polieren und wird dadurch zu einem sehr schönen Ornamentstein.

Die aus winzigen Krystallen bestehenden Kugeln der nierenförmigen Lage haben 2—3 mm im Durchmesser. Die Krystalle selbst sind kaum $\frac{1}{3}$ mm lang und gewöhnlich kleiner und viel dünner.

Allgemeine Beschreibung.

Der Türkis ist hellblau und glasartig. Er scheint zwei Spaltbarkeiten zu besitzen, ist spröde und hat ungefähr Härte 5 (die Kleinheit und Sprödig-

keit der Krystalle läßt eine genaue Bestimmung nicht zu). Die Dichte der analysierten Probe ergab sich mit Hilfe eines Pyknometers zu 2,816, ein Wert, der in Anbetracht der 12,57% unlöslichen Materials (hauptsächlich Quarz) für den reinen Türkis den Wert 2,84 gibt.

Die mikroskopische Untersuchung der Krystalle zeigte, daß sie klar und durchsichtig sind; das Material war sehr rein. Die Krystalle besitzen deutlichen Pleochroismus, von farblos zu bläulich. Die Auslöschung ist auf allen Schliffen schief und nach den Messungen krystallisiert das Mineral triklin. Keiner der Schliffe zeigte eine gute Interferenzfigur, doch konnten Andeutungen der Zweiaxigkeit beobachtet werden. Spaltungsstafeln, vermutlich parallel $M\{1\bar{1}0\}$, zeigten eine Auslöschung von 120° gegen c und von 120° gegen die von $(1\bar{1}0)$ und $(0\bar{1}1)$ gebildete Kante. Eine davon verschiedene Spaltungsplatte von rhombischer Form zeigt Auslöschungsschiefen von 5° und 34° , doch konnte der Schnitt nicht orientiert werden. Die hohe Doppelbrechung des Minerals beträgt 0,04; der Brechungsindex für α ist 1,64, für γ 1,65. Lacroix¹⁾ gibt als Mittelwert 1,63 an.

Krystallographische Angaben.

Die Krystalle sind sehr klein und so dicht zusammengewachsen, daß es fast unmöglich schien, geeignete Krystalle zur Messung isolieren zu können. Ziemlich gute Reflexe gab ein vollständiger Krystall; die Messungen an demselben konnten durch einen zweiten, weniger vollständigen, bestätigt werden. Ein dritter, noch unvollkommener Krystall lieferte ebenfalls einige Messungen. Die Größe der beiden ersten Krystalle ist wie folgt:

Krystall Nr. 1	0,27 mm hoch (c -Axe)
	0,32 » breit (b -Axe).
Krystall Nr. 2	0,32 » in der Richtung der c -Axe,
	0,40 » » » » » b -Axe,
	0,12 » » » » » a -Axe.

Die Krystalle sind triklin und die Winkel nähern sich sehr jenen des Chalkosiderits. Die Winkelwerte von Türkis und Chalkosiderit sind einander so ähnlich, daß für Türkis die krystallographischen Elemente des Chalkosiderits verwendet wurden, zumal die Türkiskrystalle zu genauen Messungen wenig geeignet sind. In der Tat ist es zweifelhaft, ob die Orientierung der Türkiskrystalle interpretiert werden könnte, wäre nicht dies bei Chalkosiderit durch dessen krystallographische Kenntnis ermöglicht. (Über Isomorphie beider Mineralien siehe unter chemischer Zusammensetzung.)

Die Werte für Türkis sind:

$$a : b : c = 0,7940 : 4 : 0,6054.$$

$$\alpha = 92^\circ 58', \quad \beta = 93^\circ 30', \quad \gamma = 107^\circ 44'.$$

1) A. Lacroix, Min. de la France 1910, 4, 529.

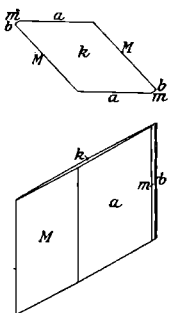
Formen: $b\{010\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $M\{1\bar{1}0\}$, $k\{0\bar{1}1\}$.

Den Vergleich der gemessenen und berechneten¹⁾ Winkel zeigt folgende Tabelle:

Vergleichung der gemessenen und berechneten Winkel
des Türkis.

Winkel:	Gemessen:			Berechnet:
	Kryst. Nr. 1.	Kryst. Nr. 2.	Kryst. Nr. 3.	
$(1\bar{1}0):(100)$	45° 42'	—	—	44° 50'
$(100):(110)$	34 44	34° 28'	34° 25'	34 40
$(110):(\bar{1}10)$	104 44	—	104 3	104 0
$(110):(010)^2)$	37 28	38 39	—	40 54
$(0\bar{1}1):(\bar{1}10)$	107 42	105 45	—	105 36
$(0\bar{1}1):(100)$	—	95 33	—	95 45
$(0\bar{1}1):(110)$	—	110 0	—	109 36
$(0\bar{1}1):(010)^2)$	—	117 26	—	119 49

Die Formen $a\{100\}$ und $M\{1\bar{1}0\}$ herrschen vor und sind vertical gestreift, a im allgemeinen mehr als M . Das Prisma $m\{110\}$ ist klein ausgebildet und parallel der Kante $(110):(0\bar{1}1)$ gestreift. Zwischen $m\{110\}$ und $k\{0\bar{1}1\}$ liegt eine unbestimmbare, kleine, sehr stark gestreifte Fläche. Das Brachypinakoid $b\{010\}$ ist sehr klein und uneben und gibt sehr schlechte Reflexe. Das Doma $k\{0\bar{1}1\}$ ist die einzige sicher bestimmte Endfläche und ist am Krystall Nr. 1 stark gestreift, am Krystall Nr. 2 dagegen ganz glatt, wo sie einen ausgezeichneten Reflex gibt. k am Krystall Nr. 2 kann eine Spaltfläche sein, da Maskelyne am Chalkosiderit eine gute Spaltbarkeit parallel zu diesem Doma beobachtet hat.



Den Habitus der Krystalle zeigt nebenstehende Figur: $b\{010\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $M\{1\bar{1}0\}$, $k\{0\bar{1}1\}$.

Die spitze Form der winzigen Krystalle rührt von der Schärfe der Ecken her, die von der Fläche $k\{0\bar{1}1\}$ und den Flächen der Prismenzone gebildet werden.

Chemische Zusammensetzung.

Zur Analyse wurde reichliches Material sorgfältig ausgesucht und alle Verunreinigungen entfernt, ausgenommen Quarz. In kochender Salzsäure ist das Mineral unlöslich, jedoch löst es sich leicht, wenn es zuvor bis zur

¹⁾ Diese berechneten Werte sind diejenigen für Chalkosiderit und mit einer Ausnahme von Maskelyne, Journ. Chem. Soc. 1875, 28, 586, entlehnt.

²⁾ Die Flächen der Form $\{010\}$ gaben sehr schlechte Reflexe.

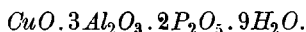
Bräunung schwach gegläht wird. Das Mineral verliert Wasser nicht unter 200° C. und behält auch seine blaue Farbe bis zu dieser Temperatur. Zwischen 200° und 650° C. entweicht alles Wasser¹⁾ und das Mineral wird grünlich. Bei stärkerem Erhitzen wird das Mineral braun. Solange dieser Farbenwechsel nicht eintritt, bleibt das Mineral unlöslich.

Folgende Tabelle enthält in der ersten Reihe das Mittel aus den Analysen, in der zweiten dasselbe, jedoch nach Abzug des Unlöslichen (Quarz). Endlich folgen die Molekularverhältnisse:

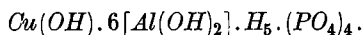
Analyse und Mol.-Verhältnisse von Türkis.

	Analyse:	Analyse mit Abzug des Unlöslichen:	Mol.-Verhältn.:	
P_2O_5	29,84	34,13	0,240	2,07 oder 2
Al_2O_3	31,91	36,50	0,357	3,09 » 3
Fe_2O_3	0,18	0,21	0,001	
CuO	7,87	9,00	0,113	0,97 » 1
H_2O	17,59	20,12	1,118	9,64 » 9
Unlöslich	12,57	—		
	99,96	99,96		

Die daraus ableitbare Formel ist:



Nach Penfield²⁾ kann die Formel auch geschrieben werden:

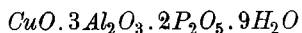


Diese Formel drückt wohl endgültig die Zusammensetzung des Türkis aus, und ein Vergleich mit anderen Analysen zeigt zweifellos ihre Richtigkeit.

Zu den besten Analysen gehört die von Penfield (l. c.), welcher Material von Lincoln Co., Nevada, analysierte. Sein Türkis war sehr feinkörnig, von schöner hellblauer Farbe und zeigte ebenen Bruch . . . ; er erschien unter dem Mikroskop vollständig einheitlich und ließ nicht erkennen, daß er aus zwei Substanzen bestand, einige Einwirkung auf polarisiertes Licht war zu bemerken. Die Dichte ist 2,794.

Es folgt in der Tabelle auf S. 124 oben der Analyse des Türkises von Virginia jene Penfield's, dessen Türkis von Lincoln Co., Nevada, stammte, und endlich in der dritten Reihe die aus der Formel berechneten Werte.

Die drei Analysen stimmen gut überein, sodaß die Formel



die Zusammensetzung des Minerals endgültig feststellt. Von den anderen Analysen mit nicht so genau bekannter Reinheit des Materials, wie die

1) Fast alles Wasser entweicht bis 400°.

2) S. L. Penfield, diese Zeitschr. 1900, 33, 542.

beiden obigen, seien nur die von Penfield (l. c.) wiedergegebenen hier angeführt.

Türkis-Analysen.

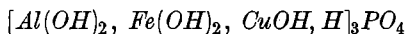
	Virgina:	Nevada:	Berechnet aus der Formel $CuO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 2Fe_2O_3 \cdot 9H_2O$
P_2O_5	34,13	34,18	34,12
Al_2O_3	36,50	35,03	36,84
Fe_2O_3	0,24	1,44	—
CuO	9,00	8,57	9,57
H_2O	20,12	19,38	19,47
Unlöslich	—	0,93	—
	<hr/> 99,96	<hr/> 99,53	<hr/> 100,00

Analysen des Türkis.

	Berechnet:	Persien, Church:	Rußland, Nicolajew:	Californien, Moore:		Neu-Mexico, Clarke:	
P_2O_5	34,12	32,86	34,42	33,21	31,96	32,86	28,63
Al_2O_3	36,84	40,19	[35,79]	35,98	39,53 ³⁾	36,88	37,88
Fe_2O_3	—	2,45 ¹⁾	3,52	2,99	—	2,40	4,07
CuO	9,57	5,27	7,67	7,80	6,30	7,54	6,56
H_2O	19,47	19,34	18,60	19,98	19,80	19,60	18,49
X	—	0,36 ²⁾	—	—	1,28 ⁴⁾	0,54 ⁵⁾	4,20 ⁶⁾
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,47	<hr/> 100,00	<hr/> 99,96	<hr/> 98,87	<hr/> 99,79	<hr/> 99,83
Dichte	—	2,75	2,89	2,86	—	2,80	—

Der hohe Aluminiumgehalt rührt teilweise von einer geringen Beimischung eines aluminiumhaltigen Gesteins her. Betrachtet man einen Teil des vorhandenen Eisens als zweiwertig, indem FeO isomorph CuO vertritt, so stimmen die Analysen sehr gut mit den aus der Formel berechneten Werten überein.

Die von Penfield angegebene Formel:



kann nun insofern näher fixiert werden, als die Analysen der Türkiskrystalle das bestimmte Verhältnis $Al(OH)_2 : Cu(OH) : H = 6 : 4 : 5$ zeigen. Penfield's eigene Analyse stimmt sehr genau mit diesen Zahlen überein⁷⁾.

4) Als FeO angegeben. Die Zahlen würden besser mit den berechneten Werten übereinstimmen, wenn das Eisen in der zweiwertigen Form in Rechnung gebracht wird.

2) MnO .

3) Schließt etwas Fe_2O_3 mit ein.

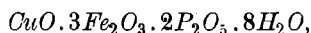
4) Unlöslich, 1,15; CaO 0,13.

5) > 0,16; CaO 0,38.

6) > .

7) Penfield leitete das Verhältnis 7:4:6 aus seinen Analysen ab, jedoch ist das Verhältnis 6:4:5 das genauere.

Die Krystallmessungen zeigten die anscheinende Isomorphie des Türkis mit dem Chalkosiderit. Die Formel des letzteren ist angegeben als:

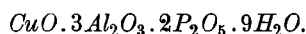


die sich nur um $1\text{H}_2\text{O}$ von der des Türkis unterscheidet. Die von Maskelyne¹⁾ zur Analyse verwendete Probe scheint wahrscheinlich ein wenig Andrewsit, Limonit und Grüneisenstein enthalten zu haben. Diese enthalten weniger Wasser²⁾ als der Chalkosiderit, sodaß der erhaltene Wert wahrscheinlich etwas zu niedrig ist und der wahre Wassergehalt für reinen Chalkosiderit etwas höher ist als der angegebene. Die richtige Formel wird dann wahrscheinlich mit $9\text{H}_2\text{O}$ geschrieben (an Stelle von $8\text{H}_2\text{O}$). Die isomorphe Beziehung dieses Minerals zum Türkis tritt dann deutlich hervor.

Türkis	$\text{CuO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, triklin;
Chalkosiderit	$\text{CuO} \cdot 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ »

Zusammenfassung.

- 1) Türkis ist triklin und zeigt die S. 122 angegebene Krystallform.
- 2) Türkis hat die endgültige Zusammensetzung:



- 3) Türkis und Chalkosiderit sind isomorph.

1) Maskelyne, Journ. Chem. Soc. 1875, 28, 586.

2) Andrewsit hat 8,8%, Limonit 44,5% und Grüneisenstein 40,5% Wasser, Chalkosiderit hingegen 45,0%.