

XXX. Ueber den grünen Apatit von Malmberget in Schweden.

Von

K. Zimányi in Budapest¹⁾.

(Hierzu Tafel XIV.)

Auf meiner Studienreise im Sommer des Jahres 1902 besichtigte ich auch die mineralogische Sammlung des »Naturhistor. Riksmuseum« zu Stockholm, wo mich Herr Dr. Gustav Lindström auf die schönen schwedischen Vorkommen und Unica aufmerksam machte. Den im Folgenden zu beschreibenden grünen Apatit sah ich auch zuerst in der Stockholmer Sammlung als lose Krystalle. Die prächtige Farbe, die vollkommene Durchsichtigkeit und der Glanz der Krystalle mit ihrer schönen Ausbildung erregte mein besonderes Interesse. Der Fundort ist Gellivara in Norbotten, ohne nähere Bezeichnung. Der grösste Krystall war etwa 4 cm hoch und 3 cm breit, die Hauptformen das Prisma mit der zugehörigen Pyramide und die Basis. Die Krystalle waren kurz- oder langprismatisch, meistens nur an einem Ende ausgebildet.

Die berühmten Eisensteingruben sind etwa 8—10 km nordöstlich von Gellivara in den Bergcolonien Malmberget und Koskullskulle. An beiden Orten besuchte ich einige der Gruben und sammelte Mineralien für das ungarische Nationalmuseum. Ich betrachte es für meine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle den Herren Disponenten Nils. W. Bosæus und Ottokar Koniakowski zu danken, dass sie mir gestatteten die Gruben zu besichtigen und daselbst zu sammeln, sowie dem Herrn Bergingenieur Axel Dellwik und Herrn C. J. P. Bergström für ihre freundliche Aufklärungen und Führung.

1) Aus dem ungarischen Original (Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici 1904, 2, 272) vom Verfasser mitgetheilt.

In den Gebirgen von Gellivara ist der Apatit sehr verbreitet¹⁾, er findet sich nach Hj. Lundbohm zusammen mit dem Eisenerz, als Gemengtheil des »Skarns« und Gneisses, endlich auch in Pegmatitgängen. Im Eisenerz, welches hauptsächlich Magnetisenstein ist, kommt der Apatit körnig vor, zuweilen wechseln Streifen des Magnetits mit solchen des Apatits ab. Gewöhnlich enthält das Eisenerz 0,06% Apatit, welcher jedoch an manchen Stellen auch auf 18% steigt.

Den grössten Theil des untersuchten Materials verdanke ich der Güte des Herrn Bergingenieur A. Dellwik, der mehrere lose Krystalle und im Laufe des verflossenen Winters noch eine kleine, sehr lehrreiche Stufe dem ungarischen Nationalmuseum schenkte; auf mein Ersuchen sandte mir Herr Prof. Hj. Sjögren, Intendant des Stockholmer Riksmuseums, aus der mineralogischen Sammlung dieses Instituts vier Krystalle zur Untersuchung, sowie Herr Disponent H. V. Tiberg in Långbanshyttan aus seiner schönen Privatsammlung einen Krystall ebenfalls zur Untersuchung. Allen diesen Herren bin ich für ihre Güte aufrichtigen Dank schuldig. Drei von den Krystallen aus der Sammlung des Riksmuseums habe ich gemessen und an zweien auch die Brechungsexponenten bestimmt; den Krystall des Herrn Tiberg hatte ich ebenfalls geometrisch und optisch untersucht.

Wie ich aus mündlicher Mittheilung des Herrn Bergström und einem Schreiben des Herrn Dellwik erfuhr, kamen die Apatitkrystalle in der »Kung Oskar grufva« vor; ich habe in dieser Grube nur lichtgrünen und weissen körnigen Apatit gesammelt, derselbe findet sich im Magnetit.

Nach der brieflichen Mittheilung des Herrn Dellwik kommen die Apatitkrystalle in Drusenräumen gewöhnlich nahe der Oberfläche vor. An der eben erwähnten, kleinen Stufe sind die Enden der Krystalle beinahe

1) Die wichtigste Literatur über das Vorkommen des Apatits von Gellivara: Th. Nordström, A. Sjögren och Hj. Lundbohm, Betänkanden afgina af den för undersökning af Apatitilgångar i Norrbotten tillsatta kommission. Stockholm 1890. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1893, 2, 63.

Hj. Lundbohm, Apatitförekomster i Gellivara malmberg och kringlinggande trakt. Sveriges geol. Undersök. 1890, Serie C, Nr. 414.

O. Torrel, Apatitförekomsterna i Norrbottenslän. Geol. Fören. Förh. 1890, 12, 49. Ref. N. Jahrb. f. Miner. u. s. w. 1893, 2, 63.

Hj. Lundbohm, Om Gellivara malmberg och apatitundersökningarna derstädes. Geol. Fören. För. 1894, 13, 10. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1893, 2, 64 und 269.

Hj. Lundbohm, Apatitförekomster i Norrbottens malmberg. Sveriges geol. Undersök. 1892, Ser. C, Nr. 427. Ref. N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1897, 2, 85.

F. Svenonius, Om berggrunden i Norrbottenslän och utsigtarna till brytvärda apatitförekomster derstädes. Sveriges geol. Undersök. 1892, Ser. C, Nr. 426. Ref. N. Jahrb. f. Miner. u. s. w. 1897, 2, 85.

F. Svenonius, Torskingsresor i Kvikkjokksfjälltrakter åren 1892 och 1893 med särskild hänsyn till apatitförekomster. Sveriges geol. Undersök. 1895, Ser. C, Nr. 446.

alle abgebrochen; entweder ist das freie Ende ausgebildet, oder sind sie in ihrer ganzen Länge mit den Prismenflächen angewachsen und die terminalen Flächen kommen nicht zur Ausbildung. Die Farbe des Apatits ist bräunlich oder grünlichgelb, seine Begleitminerale sind: Quarz, Albit, Epidot, Amphibol, Flusspath, Magnetit, Hämatit, Chalkopyrit, und an der unteren Seite der Stufe ein röthlicher, schon etwas verwitterter Feldspath. Der Quarz von schmutzig weisser oder grauer Farbe zeigt die gewöhnlichsten Formen (m , r , z). Die kleinen (0,5—1 mm) dicktafeligen Krystalle des Albits sind Zwillinge nach $b(010)$, er ist farblos, weiss oder gelblichroth, nach den annähernden Messungen sind die Formen $b\{010\}$, $c\{001\}$, $M\{1\bar{1}0\}$ und $z\{1\bar{1}0\}$. Der Amphibol ist schwarzgrün, nur in dünnen Spaltungsblättchen durchsichtig, an einem solchen wurde der Prismenwinkel zu $55^{\circ}25'$ — $55^{\circ}45'$ gemessen; auf (110) ist der Auslöschungswinkel $44\frac{1}{2}^{\circ}$, der Pleochroismus war nicht stark. Um den Amphibol, mit demselben theilweise verwachsen ist ein grünlichgraues, dünnfaseriges, asbestähnliches Mineral. Der Epidot bildet ein dünnstengeliges, pistaziengrünes Aggregat, Krystallflächen sind nicht unterscheidbar. Der Flusspath hat graulichviolette Farbe und ist als spätere Bildung auf dem Apatit angewachsen. Die gerundeten Körner und Krystalle des Magnetits sind zuweilen bläulich oder bräunlich angelauten. Der Hämatit ist entweder auf die Quarzkrystalle gewachsen in Form von radialförmigen Kügelchen, oder er sitzt als Eisenglimmer auf Quarz, Epidot, Flusspath und Apatit, die Schüppchen sind theilweise schon sehr dünn und roth durchscheinend. Nicht selten findet man in den Apatitkrystallen Hämatitschüppchen als Einschluss, einzelne mit regelmässig sechsseitiger Umgrenzung; im durchfallenden Lichte tritt die rothe Farbe des Hämatits sehr schön von der gelblichgrünen des Apatits hervor. Die durch Herauslösen separirten Schüppchen zeigen in Canadabalsam eingebettet die starke Lichtbrechung und bei oberer Beleuchtung den eigenthümlichen Glanz. Manche Hämatitschüppchen sind parallel gelagert der Prismenflächen des Apatits. Die meistens gelblichgrünen Krystalle sind von verschiedener Farbennüance, man kann einen stufenweisen Uebergang von den mehr gelben zu den saftgrünen erkennen; es kommen jedoch entschieden gelbe und sehr blassgrüne auch vor, diese letzteren erinnern an die Farbe des Aquamarins, die theilweise oder gänzlich undurchsichtigen sind schon mehr gelblichbraun. Zuweilen zeigt ein und derselbe Krystall verschiedene Färbung, wobei jedoch der Farbenunterschied nicht so auffallend ist, wie man denselben bei manchen Turmalinen beobachten kann; das eine Ende des Krystalles ist gelb oder gelblichgrün, das andere Ende blassgrün. Die beiden Farben haben keine scharfen Grenzen, sondern gehen unregelmässig in einander übrig.

Die gemessenen Krystalle haben eine Länge von 5—22 mm, ihre Dicke ist 2—4 mm; einzelne sind kurzprismatisch, kaum länger als breit (1., 4.,

5. und 8. Krystall), bei anderen übertrifft die Länge drei- bis viermal die Breite des Krystalles (9., 10. und 11. Krystall).

An den gemessenen zwölf Krystallen wurden folgende 15 Formen beobachtet; von diesen sind die mit einem * bezeichneten für den Apatit neu:

$c\{0004\}$	$\varepsilon\{30\bar{3}4\}$
$m\{10\bar{1}0\}$	$*g\{70\bar{7}9\}$
$a\{11\bar{2}0\}$	$*j\{70\bar{7}8\}$
$o\{10\bar{1}3\}$	$x\{10\bar{1}1\}$
$r\{10\bar{1}2\}$	$y\{20\bar{2}1\}$
$*e\{7.0.\bar{7}.11\}$	$s\{11\bar{2}1\}$
$*f\{20\bar{2}3\}$	$\mu\{21\bar{3}1\}$
$n\{31\bar{4}1\}$.	

Die vorherrschende Form ist immer das Prisma m , an dem ausgebildeten einem Ende der Krystalle sind entwickelt x und c , bald die erstere, bald die letztere Form mit grösseren Flächen. Die übrigen Formen sind so untergeordnet, dass sie den Habitus der Krystalle nicht ändern; die neuen schmalen Flächen erscheinen zuweilen auch als Begrenzung der Furchen auf $x\{10\bar{1}1\}$. An den grossen Krystallen sind die Flächen von x zwar glänzend, aber uneben und liefern gestörte Reflexe. Einzelne Kanten von $m\{10\bar{1}0\}$ werden abgestumpft durch die schmalen Flächen von $a\{11\bar{2}0\}$, welche vertical gestreift sind; die Flächen der Zone $[10\bar{1}0 : 01\bar{1}1 = 0\bar{1}1]$ sind zuweilen auch fein gerieft in der Richtung der Zonenaxe, und auch schwach gekrümmt. Ob diese Streifungen Wachsthumerscheinungen sind oder von nachträglicher Aetzung herrühren, konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden. Zwischen $\mu\{21\bar{3}1\}$ und $s\{11\bar{2}1\}$ findet man nicht selten haarschmale, glänzende Streifen, welche schwach reflectiren und unbeständige Neigung haben; die abgeleiteten Indices sind sehr hoch und complicirt. An den grösseren Flächen von $\{10\bar{1}1\}$ sieht man mehrmals Vertiefungen, welche unregelmässig begrenzt sind, deren Boden jedoch auch von $x\{10\bar{1}1\}$ abgeschlossen ist. Nicht selten haben die Krystalle in Folge der ungleichen Grösse der $\{10\bar{1}1\}$ -Flächen monosymmetrischen Habitus (Fig. 4, 4 und 5), und die untergeordneten Formen sind mit unvollkommener Flächenzahl entwickelt.

Die Prismenflächen liegen meistens nicht exact in der Zone und ihre Neigung zu der Basis differirt gewöhnlich um einige Minuten von 90° (die Grenzwerte von 66 Messungen waren $89^\circ 52' - 90^\circ 4'$).

Die Flächen spiegeln gut, theilweise sogar sehr gut, dennoch differiren die analogen Winkel an den gemessenen Krystallen um $9' - 12'$. Bekannterweise variiren zuweilen die Neigungen auch bei den sehr gut reflectirenden Flächen, selbst bei ein und demselben Krystall; die Abweichungen sind zwar gering, doch kann man sie nicht blos Beobachtungsfehlern und

der Ungenauigkeit der Goniometer zuschreiben. Natürlicherweise darf man nicht aus diesen, einige Minuten betragenden Differenzen auf eine geringere Symmetrie oder auf die Ungültigkeit eines der Hauptgesetze der Krystallographie folgern.

Neuestens hatte Herr A. Miers¹⁾ an Krystallen verschiedener Salze die Veränderlichkeit der Winkel beobachtet; in einer früheren Arbeit²⁾ stellte er genaue Messungen an ausgezeichneten Krystallen von Pyrargyrit und Proustit an, um die Neigung der Rhomboëderflächen zu ermitteln; die erhaltenen Resultate sind folgende:

Pyrargyrit:	Proustit:
$(10\bar{1}1) : (\bar{1}101) = 71^{\circ}47' - 71^{\circ}23'$	$72^{\circ}8' - 72^{\circ}18'$
$(01\bar{1}2) : (\bar{1}012) = 42\ 1 - 42\ 6$	$42\ 43 - 42\ 47$

Verschiedene Forscher erhielten an Krystallen desselben Fundortes, obwohl ihnen gutes Material zur Verfügung stand, nicht dieselben Winkelwerthe; so wurde z. B. an dem Apatit von Jumilla gemessen:

Rose ³⁾ :	Schrauf ⁴⁾ :
$(10\bar{1}1) : (01\bar{1}1) = 37^{\circ}39' 45''$	$37^{\circ}37' 10'' - 37^{\circ}40' 20''$
$(10\bar{1}1) : (\bar{1}011) = 80\ 28\ 0$	$80\ 24\ 45 - 80\ 25\ 5$
v. Kokscharow ⁵⁾ :	Baumhauer ⁶⁾ :
$(10\bar{1}1) : (01\bar{1}1) = 37^{\circ}40' 30'' - 37^{\circ}44' 0''$	$37^{\circ}36' 30'' - 37^{\circ}42' 0''$

Wie weit die analogen Winkel an ein und demselben Krystalle manchmal differiren, ersieht man aus den genauen Messungen v. Kokscharow's und Strüver's, welche an dem Apatit von Kirjabinsk und an einem Spinelloktaëder ausgeführt wurden.

v. Kokscharow ⁷⁾ :	Diff.:
$s : s' = (11\bar{2}4) : (2\bar{1}\bar{1}1) = 48^{\circ}41' 40'' - 48^{\circ}47' 30''$	$5' 50$
$s : x = (11\bar{2}4) : (10\bar{1}1) = 26\ 47\ 50 - 26\ 52\ 30$	$4\ 40$
$r : c = (10\bar{1}2) : (0001) = 22\ 47\ 10 - 22\ 54\ 40$	$7\ 30$
Strüver ⁸⁾ :	Diff.:
$(111) : (1\bar{1}1) = 70^{\circ}29' 5'' - 70^{\circ}33' 40''$	$4' 35''$
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1) = 109\ 24\ 15 - 109\ 32\ 50$	$8\ 35$

Das Mittel der gemessenen besten Winkel und der aus diesen abgeleiteten Axenlängen steht am nächsten dem der Apatite von Kirjabinsk und

1) Philos. Transact. of the Royal Soc. of London 1903, **202**, Ser. A, 459. Diese Zeitschr. 1904, **39**, 220.
 2) Diese Zeitschr. 1889, **15**, 438.
 3) Pogg. Ann. 1827, **9**, 497.
 4) Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1870, **62** (II), 745.
 5) Materialien z. Miner. Russlands 1854—57, **2**, 66.
 6) Diese Zeitschr. 1891, **18**, 29.
 7) Material. z. Miner. Russlands 1866, **5**, sechster Anhang zum Apatit 90, 91 u. 98.
 8) Diese Zeitschr. 1878, **2**, 480.

Jumilla¹⁾. Die Axenlänge berechnete ich aus den Winkeln $(10\bar{1}1):(0001)$ und $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$, und da dieselbe unbedeutend differirt, nahm ich aus beiden das Mittel:

$$\begin{array}{rcl} x:c = (10\bar{1}1):(0001) = 40^{\circ}12'20'' & 49 & \text{woraus } c = 0,7319 \\ x:x' = (10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 37\ 39\ 55 & 29 & \quad \quad \quad c = 0,7321 \end{array}$$

aus welchen das Mittel:

$$c = 0,7320.$$

Nach den vorläufigen Untersuchungen des Herrn J. Loczka haben wir es mit einem Fluorapatit zu thun, welcher etwas mehr als 0,5% Cl enthält.

Folgende Tabelle zeigt die an zwölf Krystallen gemessenen Normalwinkel und die aus dem Mittelwerthe der Axenlänge berechneten Winkel, Kr. bezieht sich auf die Zahl der gemessenen Krystalle, *n* auf diejenige der Kanten.

	Grenzwerte:	Kr.	<i>n</i>	Gemessen:	Berechnet:
$c:\sigma = (0001):(10\bar{1}3)$	$15^{\circ}33'$ ca. — $15^{\circ}58'$ ca.	2	2	$15^{\circ}45'$ ca.	$15^{\circ}44' 6''$
$:r =$	$(10\bar{1}2)$ 22 38 — 23 3	7	23	22 47	22 54 35
$:c =$	$(7.0.\bar{7}.11)$ 28 10 — 28 24	3	3	28 14	28 16 50
$:f =$	$(20\bar{2}3)$	1	1	29 26	29 24 3
$:e =$	$(30\bar{3}4)$	1	1	32 29	32 22 18
$:g =$	$(70\bar{7}9)$ 33 11 — 33 35 ca.	2	2	33 14	33 19 16
$:j =$	$(70\bar{7}8)$ 36 34 — 36 53	3	4	36 45	36 29 10
$:x =$	$(10\bar{1}1)$ 40 7 — 40 17	12	49	40 12	40 12 24
$:y =$	$(20\bar{2}1)$ 59 10 — 59 39	11	38	59 24	59 23 37
$:m =$	$(10\bar{1}0)$ 89 53 — 90 4	12	66	89 59	90 0 0
$:s =$	$(11\bar{2}1)$	1	1	55 37	55 39 52
$m:n = (10\bar{1}0):(31\bar{1}1)$	22 12 — 23 22	6	8	22 24	22 43 45
$:\mu =$	$(21\bar{3}1)$ 30 9 — 30 37	8	28	30 19	30 23 25
$:s =$	$(11\bar{2}1)$ 44 7 — 44 32	10	53	44 21	43 20 49
$:x' =$	$(01\bar{1}1)$ 71 4 — 71 13	12	57	71 9	71 10 11
$x:x' = (10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$	37 37 — 37 49	11	29	37 40	37 39 38
$a:m = (11\bar{2}0):(10\bar{1}0)$	29 57 — 30 3	1	6	30 0	30 0 0.

Die Combinationen der gemessenen Krystalle sind:

1. Krystall: *m*, *c*, *x* (Fig. 1).
5. - *m*, *x*, *c*, *y* (Fig. 2).
9. - *m*, *x*, *s*, *y*, *c*, μ (Fig. 3).
10. - *m*, *x*, *c*, *s*, *y*, *j*.
8. - *m*, *x*, *c*, *s*, *a*, *r*, *y* (Fig. 4).
11. - *m*, *x*, *c*, *s*, *y*, *r*, μ .

¹⁾ Diese Zeitschr. 1902, 36, 447.

3. Krystall: m, x, c, y, s, μ, n, r .
 4. - m, x, c, s, y, μ, r, n .
 6. - m, c, x, s, y, a, μ, n .
 2. - $m, x, c, y, s, a, \mu, n, r, \sigma, e$ (Fig. 5).
 12. - $m, x, c, y, a, s, \mu, \sigma, r, e, g, j, n$ (Fig. 6).
 7. - $m, x, c, y, s, \mu, n, r, e, f, \varepsilon, g, j$.

Von den zwölf gemessenen Krystallen bestimmte ich an vier auch die Brechungsindices, es waren die lebhaft grünen Krystalle Nr. 9 (Fig. 3) und Nr. 10, ferner die grünlichgelben Nr. 1 (Fig. 1) und Nr. 8 (Fig. 4); diese vier Krystalle bezeichnete ich bei der optischen Bestimmung mit den Nummern 15, 16, 10 und 13.

Schon mehrfach wurden die Brechungsindices verschiedener Apatite bestimmt, aber nur die Untersuchungen Heusser's¹⁾ und Schrauf's²⁾ erstreckten sich auf verschiedene Wellenlängen des Spectrums; neuerer Zeit hat J. E. Wolff³⁾ die Lichtbrechungsverhältnisse des schönen Apatits von Minot (Maine) für *Na*- und *Li*-Licht bestimmt.

Von dem zu meiner Verfügung gestandenen Material wählte ich das entsprechendste zu den optischen Bestimmungen aus; um zu erfahren, ob mit der Färbung auch die Lichtbrechung eine andere ist, führte ich die Beobachtungen auch an Krystallen von verschiedener Farbe aus. Dass mit der Verschiedenheit und Intensität der Farbe auch die Lichtbrechungsverhältnisse sich oft ändern, dafür können als Beispiele dienen die Turmaline⁴⁾, Diopside⁵⁾, Berylle⁶⁾, Korunde⁷⁾, Quarze⁸⁾ und Flussspathe⁹⁾. Die Frage, bis

1) Pogg. Ann. 1852, **87**, 467.

2) Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1860, **42**, 444.

3) Diese Zeitschr. 1902, **36**, 445.

4) E. A. Wülfing, Ueber einige kristallographische Constanten des Turmalins u. s. w., Stuttgart 1900. Ref. diese Zeitschr. 1902, **36**, 538.

5) E. A. Wülfing, Beiträge zur Kenntniss der Pyroxenfamilie in chemischer und optischer Beziehung. Habilitationsschrift, Tübingen 1894. Ref. diese Zeitschr. 1894, **23**, 297. — Al. Schmidt, Daten zur genauen Kenntniss einiger Mineralien der Pyroxengruppe. Diese Zeitschr. 1893, **21**, 1.

6) C. Hintze, Handbuch der Mineralogie 1900, **2**, 1273 und diese Zeitschr. 1902, **36**, 98—99.

7) G. Melczer, Ueber einige kristallographische Constanten des Korund. Diese Zeitschr. 1902, **35**, 561.

8) H. Dufet, Mesures comparatives de l'indice de différents quartz. Bull. d. l. soc. fr. d. Min. 1890, **13**, 274. Ref. diese Zeitschr. 1893, **21**, 284. — C. Hlawatsch, Ueber den Brechungsexponenten einiger pigmentirter Mineralien. Diese Zeitschr. 1897, **27**, 606.

9) F. Kohlrausch, Die Ermittlung von Lichtbrechungsverhältnissen fester Körper durch Totalreflexion. Diese Zeitschr. 1878, **2**, 404. — C. Hlawatsch, a. a. O. — H. Dudenhausen, Optische Untersuchungen an Flussspath und Steinsalz. N. Jahrb. f. Miner. u. s. w. 1904, **1**, 8.

zu welchem Grade die dilute Färbung die Aenderung der Brechungsexponenten beeinflusst, oder ob dieselbe nur Folge der veränderten chemischen Zusammensetzung ist, scheint noch nicht endgültig gelöst zu sein; jedenfalls sind noch ausführlichere Untersuchungen an genügendem und tadellosem Minerale erwünscht, bei welchen auch die Absorptionserscheinungen¹⁾ erfolgreich angewendet werden könnten. Dudenhausen hat an verschiedenen gefärbten Fluoriten und an dem Steinsalz Bestimmungen der Brechungsexponenten ausgeführt; da er verhältnissmässig geringe Unterschiede beobachtete, kommt er zu dem Schlusse²⁾: »dass die Unterschiede in den Brechungsexponenten hauptsächlich nur auf Beobachtungsfehlern beruhen, die Färbung dagegen nur einen ganz unwesentlichen Einfluss dabei ausübt«.

Die Erfahrungen Wolff's³⁾ an dem Apatit von Minot scheinen auch zu zeigen, dass die dilute Färbung kaum einen Einfluss auf die Licht- und Doppelbrechung der Mineralien hat, da der ursprünglich violette Apatitkrystall nach der durch Erhitzen erfolgten Entfärbung dieselbe Lichtbrechung hatte; es wäre wünschenswerth, bei dilut gefärbten Mineralien die Lichtbrechung nicht bloß an verschiedenen gefärbten Krystallen zu bestimmen, sondern auch die Intensität der Farbe zu berücksichtigen und die Beobachtungen möglicher Weise an mehreren Krystallen auszuführen, wie dies Melzer an dem Korund unternahm.

Ich benutzte zu meinen Messungen das Fuess'sche Goniometer Modell Nr. II; die Beobachtungen führte ich meistens mit dem stark vergrößernden Fernrohr *c* aus, dessen Ramsden'sches Ocular eine etwa sechsfache Vergrößerung hat. Bei *Li*- und *Tl*-Licht benutzte ich das schwächere *b*-Fernrohr⁴⁾ bei den Krystallen Nr. 1, 9, 3, 10, 11, 12 und 14, bei den Krystallen Nr. 15 und 16 das Fernrohr mit dem Ramsden'schen Oculare. Als Signal gebrauchte ich den Websky'schen Spalt.

An zehn Krystallen bestimmte ich die Brechungsindices durch Messung des Winkels der Minimalabweichung (δ); bei sechs Krystallen (Nr. 1, 9, 3, 10, 11, 12) beziehen sich die Bestimmungen auf fünf verschiedene Wellenlängen, und zwar auf *Li*-, *Na*-, *Tl*-Licht und auf die beiden Linien des Wasserstoffspectrums H_{α} und H_{β} ; bei drei Krystallen (Nr. 14, 15 und 16) auf *Li*-, *Na*- und *Tl*-Licht; endlich bei dem Krystalle Nr. 13 nur auf *Na*-Licht.

Zur Messung dienten mir nur die natürlichen Flächen des Prismas $m\{10\bar{1}0\}$; ausserdem bildete an zwei Krystallen (Nr. 1, 13) das brechende Prisma noch eine Prismenfläche und eine hintere Pyramidenfläche $\alpha = (10\bar{1}0) : (\bar{1}011)$. Nur die glattesten Partien der gut reflectirenden Flächen

1) A. Nabl, Ueber färbende Bestandtheile des Amethysten, Citrins und gebrannten Amethysten. Sitzungsber. d. Akad. Wien 1899, 108, Abth. 11b, 48. Ref. diese Zeitschrift 1900, 33, 632. 2) a. a. O. S. 29.

3) Diese Zeitschr. 1902, 36, 445.

4) C. Leiss, Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess. Leipzig 1895, 124.

wurden benutzt, die übrigen Theile mit schwarzer Farbe verdeckt; die freigelassene Partie der abgeblendeten Prismenflächen hatte eine Breite von $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ mm.

Jede Beobachtung wiederholte ich mehrmals, der Lichtstrahl fiel bald auf die eine, bald auf die andere Prismenfläche, abgelesen wurde immer auf anderen Theilen des Limbus.

Die mitgetheilten Mittelwerthe der minimalen Deviation sind auf 5—5 Secunden abgerundet. War das abgelenkte Bild des Websky'schen Spaltes intensiv und scharf, so war die Abweichung der einzelnen Ablesungen $0'45''$ — $1'15''$; bei den meisten meiner Bestimmungen hatte die Genauigkeit diesen Grad; bei einem kleineren Theile waren diese Differenzen $1'25''$ — $2'25''$, was die Brechungsexponenten mit $\pm 0,0004$ — $0,0002$ beeinflusst; nur bei drei Krystallen in fünf Fällen differirten die einzelnen Ablesungen bei grünem und blauem Lichte von $2'25''$ — $3'0''$, in Folge dessen die Genauigkeit der Brechungsexponenten noch geringer war als $\pm 0,0002$.

Wie man aus der weiter unten mitgetheilten tabellarischen Zusammenstellung sieht, ist die Brechung einerseits für o_{Li} und e_{Na} , andererseits für o_{Na} und e_{Li} nahe dieselbe, in Folge dessen diese abgelenkte Strahlen sich theilweise decken. Bei der grössten Sorgfalt war es mir nicht immer möglich, dass Na -Dämpfe das grüne oder rothe Licht nicht stören, in solchen Fällen war auch schwach die Na -Linie sichtbar, und ich benutzte zur Auslöschung derselben das Nicol'sche Prisma.

Die Intensität der zwei abgelenkten Strahlen war verschieden, der extraordinäre war entsprechend der stärkeren Absorption immer schwächer. Dies kann man gut beobachten, wenn man die Stärke der Lichtquelle bis zu einem gewissen Grade vermindert, da sieht man nur noch den ordinären Strahl. Die Absorption ist um so stärker, je intensiver die Farbe des Krystalles ist, so ist z. B. dieselbe bei dem grünlichgelben Krystalle Nr. 13 (Fig. 4) sehr auffallend, hingegen bei den blassgrünen (Nr. 14) sehr schwach; die vom Lichte durchlaufene Schicht beträgt im Mittel bei dem ersteren Prisma 5—6 mm, bei dem letzteren 1—2 mm. Bei den zwei Krystallen, wo ich die Brechungsexponenten durch ein Prisma, gebildet von $(10\bar{1}1)$ und $(\bar{1}010)$, bestimmte, wo also der ausserordentliche Strahl zu dem ordentlichen näher lag, war die Lichtintensität der zwei abgelenkten Bilder kaum bemerkbar.

Die Farbe der Krystalle war gelb, lebhaft grün, grünlichgelb und blassgrün. Die Farbe des gelben (Nr. 2) Krystalles erinnert an jene von Jumilla, nur ist der von Malmberget dunkler; die lebhaft grün gefärbten (Nr. 9, 15, 16) haben eine Nüance in das Gelbliche, die zwei letzteren sind dunkler als der erstere. Die grünlichgelben Krystalle (Nr. 3, 10, 11, 12, 13) haben gleiche Farbe, nur ist einer lichter, der andere dunkler. Blassgrün ist der Krystall Nr. 14.

Die Resultate meiner Messungen stelle ich in der folgenden Tabelle zusammen, auf die gleich oder ähnlich gefärbten Krystalle bezügliche Werthe folgen unmittelbar auf einander. Bei Krystall Nr. 4 und Nr. 13, bei welchen das brechende Prisma auch eine Pyramiden- und eine entgegenliegende Prismenfläche bildeten, benutzte ich zur Berechnung von ϵ die bekannte Formel¹⁾:

$$A_0 e^4 + 2A_1 e^2 + A_2 = 0, \text{ worin:}$$

$$A_0 = \sin^2 \tau$$

$$2A_1 = \left(v^2 + \frac{\sin^2 \varrho}{C^2} + \frac{\cos^2 \varrho}{S^2} \right) \cos^2 \tau - \frac{1}{C^2} - \frac{1}{S^2}$$

$$A_2 = -v^2 \left(\frac{\sin^2 \varrho}{C^2} + \frac{\cos^2 \varrho}{S^2} \right) \cos^2 \tau + \frac{1}{C^2 S^2}$$

und:

$$C = \frac{\cos \frac{A}{2}}{\cos \frac{A + \delta_e}{2}}, \quad S = \frac{\sin \frac{A}{2}}{\sin \frac{A + \delta_e}{2}}$$

Da in unserem Falle die optische Axe in einer Fläche (1010) des brechenden Prismas liegt, und zwar vertical zur brechenden Kante, so ist:

$$\varrho = \frac{A}{2} \quad \text{und} \quad \tau = 0.$$

Nr. des Kryst.	α	Lichtart	δ_e	ϵ	δ_o	ω	$\omega - \epsilon$
1.	60° 9' 30"	<i>Li</i>	49° 30' 25"	1,6340	49° 53' 25"	1,6349	0,0039
		<i>H_α</i>	49 33 25	1,6345	49 56 0	1,6353	0,0038
		<i>Na</i>	49 49 55	1,6343	50 13 0	1,6381	0,0038
		<i>Tl</i>	50 10 20	1,6377	50 33 0	1,6445	0,0038
		<i>H_β</i>	50 32 40	1,6444	50 56 35	1,6453	0,0039
		<i>Li</i>	36 55 30	1,6304	37 8 30	1,6340	0,0039
		<i>Na</i>	37 8 35	1,6337	37 24 45	1,6372	0,0037
	$\alpha =$ (1011):(1010) 49° 48' 0"	<i>Tl</i>	37 21 30	1,6364	37 34 40	1,6406	0,0042
9.	59 58 0	<i>Li</i>	49 7 30	1,6300	49 29 30	1,6337	0,0037
		<i>H_α</i>	49 12 25	1,6308	49 34 35	1,6343	0,0037
		<i>Na</i>	49 29 10	1,6336	49 52 5	1,6375	0,0039
		<i>Tl</i>	49 47 45	1,6367	50 10 50	1,6406	0,0039
		<i>H_β</i>	50 10 40	1,6406	50 34 35	1,6445	0,0039
15.	60 1 30	<i>Li</i>	49 15 5	1,6304	49 37 40	1,6342	0,0038
		<i>Na</i>	49 35 10	1,6338	49 58 20	1,6376	0,0038
		<i>Tl</i>	49 54 10	1,6370	50 17 15	1,6407	0,0037
16.	60 0 0	<i>Li</i>	49 6 55	1,6294	49 27 10	1,6328	0,0034
		<i>Na</i>	49 27 15	1,6328	49 47 35	1,6363	0,0035
		<i>Tl</i>	49 46 5	1,6360	50 7 45	1,6395	0,0035
3.	60 0 0	<i>Li</i>	49 12 10	1,6303	49 35 10	1,6344	0,0038
		<i>H_α</i>	49 13 20	1,6305	49 36 0	1,6343	0,0038
		<i>Na</i>	49 30 55	1,6334	49 54 10	1,6373	0,0039
		<i>Tl</i>	49 50 20	1,6367	50 14 25	1,6406	0,0039
		<i>H_β</i>	50 11 20	1,6402	50 35 45	1,6442	0,0040

1) Th. Liebisch, Physikalische Krystallographie, Leipzig 1894, 389.

Nr. des Kryst.	α	Lichtart	d_e	ε	d_o	ω	$\omega - \varepsilon$
10.	60° 0' 10"	<i>Li</i>	49° 12' 40"	1,6303	49° 33' 45"	1,6339	0,0036
		<i>H_u</i>	49 45 5	1,6307	49 36 53	1,6344	0,0037
		<i>Na</i>	49 32 15	1,6336	49 59 35	1,6373	0,0037
		<i>Tl</i>	49 51 5	1,6368	50 14 10	1,6406	0,0038
		<i>H_β</i>	50 44 0	1,6406	50 37 15	1,6444	0,0038
11.	60 28 15	<i>Li</i>	49 54 40	1,6305	50 18 40	1,6344	0,0039
		<i>H_u</i>	49 57 10	1,6309	50 21 5	1,6349	0,0040
		<i>Na</i>	50 44 20	1,6338	50 39 0	1,6378	0,0040
		<i>Tl</i>	50 33 50	1,6370	50 58 35	1,6410	0,0040
		<i>H_β</i>	50 56 25	1,6406	51 22 5	1,6448	0,0042
12.	59 59 30	<i>Li</i>	49 41 15	1,6302	49 33 35	1,6340	0,0038
		<i>H_u</i>	49 44 15	1,6307	49 36 30	1,6345	0,0038
		<i>Na</i>	49 30 30	1,6335	49 53 45	1,6374	0,0039
		<i>Tl</i>	49 50 15	1,6368	50 14 10	1,6408	0,0040
		<i>H_β</i>	50 42 20	1,6405	50 36 35	1,6445	0,0040
13.	$\alpha = (10\bar{1}1):(1010)$ $= 49° 45' 40''$	<i>Na</i>	49 27 25	1,6325	49 49 5	1,6361	0,0036
		<i>Na</i>	37 2 30	1,6325	37 14 55	1,6363	0,0038
14.	60 6 45	<i>Li</i>	49 49 15	1,6298	49 41 30	1,6336	0,0038
		<i>Na</i>	49 39 20	1,6332	50 2 40	1,6371	0,0039
		<i>Tl</i>	49 59 40	1,6366	50 20 30	1,6404	0,0038

Zum Vergleiche gebe ich hier die Brechungsexponenten des spargelgrünen Apatits von Jumilla¹⁾ und Sondalo²⁾.

Jumilla:		Sondalo:	
$\omega_D = 1,63891 - 1,63906$		$\omega_{Na} = 1,6379$	
$\varepsilon_D = 1,63437 - 1,63461$		$\varepsilon_{Na} = 1,6349$	
$\omega_D - \varepsilon_D = 0,00454 - 0,00445$		$\omega_{Na} - \varepsilon_{Na} = 0,0030$	

Wie man aus der Tabelle sieht, ist ein kleiner Unterschied in der Lichtbrechung der einzelnen Krystalle; die schwächste Lichtbrechung besitzt der grünlichgelbe Krystall Nr. 13, die stärkste der erste Krystall.

Kr. 13	Kr. 1	Unterschied:
$\omega_{Na} = 1,6362$	$\omega_{Na} = 1,6384$	0,0019
$\varepsilon_{Na} = 1,6325$	$\varepsilon_{Na} = 1,6343$	0,0018

Der Unterschied ist also bei beiden Strahlen beinahe 0,002. Solche und noch grössere Unterschiede sind bei den farbigen Mineralien nicht ungewöhnlich, wie dies auch Wülfing³⁾ und Melczer⁴⁾ an den Turmalinen und Rubinen beobachteten, wobei zu bemerken ist, dass jene bei den Turmalinen entschieden von der chemischen Zusammensetzung abhängig ist.

1) Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1860, 42, 114.

2) Diese Zeitschr. 1902, 36, 400.

3) a. a. O.

4) a. a. O.

In der Farbe der lebhaft grünen Krystalle (Nr. 9, 15, 16) ist kaum ein bemerkbarer Unterschied, die Lichtbrechung des Krystalles Nr. 9 und 15 ist beinahe übereinstimmend (Diff. 0,0002—0,0005), hingegen ist in dieser Hinsicht bei dem Krystalle Nr. 15 und 16 der Unterschied schon grösser, nämlich 0,0010—0,0014. Noch grösser ist die Uebereinstimmung bei den grünlichgelben Krystallen Nr. 3, 10 und 12 (Diff. 0,0004—0,0002). Die geringste Lichtbrechung besitzt der grünlichgelbe Krystall Nr. 13, der blassgrüne Nr. 14 steht beiläufig in der Mitte.

Bei dem grossen Krystalle Nr. 13 an zwei Stellen bestimmte Brechungsexponenten differiren sehr gering, die Unterschiede liegen innerhalb der Beobachtungsfehler. Bei dem viel kleineren (3—4 mm) gelben Krystalle Nr. 1 sind die durch die zwei Prismenflächen bestimmten Brechungsexponenten im Mittel um 0,0009 grösser, als wenn das brechende Prisma eine Pyramiden- und eine Prismenfläche bildeten. Weder bei dem einen, noch bei dem anderen Krystalle war ein bemerkbarer Farbenunterschied an den zur Bestimmung der Brechungsexponenten benutzten Partien. Dass zuweilen noch grössere Differenzen der Brechungsexponenten an den verschiedenen Partien ein und desselben Krystalles vorkommen, wurde durch die Beobachtungen Wülfing's¹⁾ an den Turmalinen von Barrado Perahy (Brasilien), Paris (Maine) und Alabaschka bestätigt. Viola²⁾ schnitt aus einem zimmetfarbigen Turmalinkrystalle von Elba drei Prismen, von welchen das Prisma Nr. V und Nr. VI aus knapp an einander gelegenen Stellen waren, in diesen differirten die Brechungsexponenten rund um fünf Einheiten in der dritten Decimale ($\omega_{Na} = 1,64497—1,65056$); diese Differenzen führt Autor nicht auf Beobachtungsfehler zurück, sondern sucht ihre Ursachen im Turmalin.

Die Stärke der Doppelbrechung ist kaum verschieden, bei verschiedenem Lichte variirt $\omega - \epsilon = 0,0034—0,0042$. Heusser³⁾ zeigte an dem wasserklaren Apatit vom Zillerthal und Schrauf⁴⁾ an dem gelben von Jumilla, dass die Doppelbrechung für rothes Licht geringer ist als für blaues; bei meinen Beobachtungen ist dies nicht so auffallend, da die Genauigkeit der Brechungsexponenten nur $\pm 0,0004—0,0003$ ist, jedoch bei den Krystallen Nr. 3, 10, 11 und 12 ist es bemerkbar. Wie aus der Tabelle S. 517 oben sichtbar ist, besteht kein grosser Unterschied bezüglich der Dispersion, für beide Strahlen ist diese beinahe gleich stark.

Kraatz-Koschla, Wöhler⁵⁾ und Wolff⁶⁾ haben gezeigt, dass manche gefärbte Apatite durch Erhitzen farblos werden. Die Brechungs-

1) a. a. O. S. 61, 62, Tab. XIV; S. 64, 66, Tab. XV; S. 66, 68, Tab. XVII.

2) Diese Zeitschr. 1903, 37, 135—137.

3) a. a. O. 4) a. a. O.

5) Tschermak's Miner. Mitth. 1899, 18, 319. Ref. diese Zeitschr. 1900, 33, 613.

6) Diese Zeitschr. 1902, 36, 445.

Nr. des Krystall.	ω_{Li-Hu}	ϵ_{Li-Hu}	ω_{Li-Hu}	ϵ_{Li-Hu}	ω_{Li-Na}	ϵ_{Li-Na}	ω_{Li-Tl}	ϵ_{Li-Tl}	$\omega_{Li-H\beta}$	$\epsilon_{Li-H\beta}$	ω_{Na-Tl}	ϵ_{Na-Tl}	$\omega_{Na-H\beta}$	$\epsilon_{Na-H\beta}$	$\omega_{Hu-H\beta}$	$\epsilon_{Hu-H\beta}$
1.	0,0004	0,0005	0,0032	0,0033	0,0066	0,0067	0,0404	0,0067	0,0404	0,0034	0,0034	0,0034	0,0072	0,0074	0,0100	0,0099
9.	0,0008	0,0008	0,0038	0,0036	0,0069	0,0067	0,0408	0,0067	0,0406	0,0034	0,0034	0,0034	0,0070	0,0070	0,0100	0,0098
15.	—	—	0,0034	0,0034	0,0065	0,0066	—	0,0066	—	0,0031	0,0032	—	—	—	—	—
16.	—	—	0,0035	0,0034	0,0067	0,0066	—	0,0066	—	0,0032	0,0032	—	—	—	—	—
3.	0,0002	0,0002	0,0032	0,0031	0,0070	0,0064	0,0104	0,0064	0,0099	0,0033	0,0033	0,0033	0,0069	0,0068	0,0099	0,0097
10.	0,0005	0,0004	0,0034	0,0033	0,0067	0,0065	0,0405	0,0065	0,0403	0,0033	0,0032	0,0032	0,0074	0,0070	0,0100	0,0099
11.	0,0005	0,0004	0,0034	0,0033	0,0066	0,0067	0,0404	0,0067	0,0404	0,0032	0,0032	0,0032	0,0070	0,0068	0,0099	0,0097
12.	0,0005	0,0005	0,0034	0,0033	0,0068	0,0066	0,0405	0,0066	0,0403	0,0034	0,0034	0,0033	0,0074	0,0070	0,0100	0,0098
14.	—	—	0,0035	0,0034	0,0068	0,0068	—	0,0068	—	0,0033	0,0033	0,0034	—	—	—	—

Nach dem Erhitzen.

Vor dem Erhitzen.

	δ_e	δ_o	ω	ϵ	δ_e	δ_o	ω	ϵ	δ_e	δ_o	ω	ϵ	Differenz	
													für ϵ	für ω
I. Krystall $\alpha = 60^\circ 2' 45''$	Li	49° 17' 5"	49° 38' 30"	1,6304	49° 16' 0"	49° 36' 50"	1,6338	1,6303	49° 16' 0"	49° 36' 50"	1,6338	1,6303	0,0004	0,0002
	Na	49° 37' 45	49° 59' 50	1,6338	49° 36' 30	49° 58' 40	1,6373	1,6337	49° 36' 30	49° 58' 40	1,6373	1,6337	0,0001	0,0003
	Tl	49° 57' 20	50° 19' 50	1,6372	49° 54' 35	50° 16' 55	1,6404	1,6367	49° 54' 35	50° 16' 55	1,6404	1,6367	0,0003	0,0004
II. Krystall $\alpha = 60^\circ 2' 15''$	Li	49° 19' 10	49° 42' 0	1,6309	49° 15' 40	49° 37' 35	1,6340	1,6303	49° 15' 40	49° 37' 35	1,6340	1,6303	0,0006	0,0007
	Na	49° 39' 0	50° 3' 40	1,6342	49° 35' 45	49° 57' 55	1,6374	1,6337	49° 35' 45	49° 57' 55	1,6374	1,6337	0,0005	0,0009
	Tl	49° 57' 45	50° 23' 10	1,6374	49° 54' 45	50° 17' 45	1,6406	1,6369	49° 54' 45	50° 17' 45	1,6406	1,6369	0,0005	0,0010

exponenten bestimmte ich von zwei Krystallen, und zwar bei ursprünglicher grüner Färbung und nach der durch Erhitzen erfolgten Entfärbung bei *Li*-, *Na*- und *Tl*-Licht. Der I. Krystall (7 mm lang, 3 mm breit) hatte eine sehr lichte grünlichgelbe Farbe, war vollkommen klar ohne Sprünge oder Einschlüsse, an dem frei ausgebildeten Ende mit einigen Krystallflächen. Der II. Krystall (7 mm lang, 4 mm breit) war nicht gleichmässig gefärbt, an dem einen Ende lebhaft grünlich gelb, an dem anderen lichtgrün und hier auch mit Spaltungsrichtungen und Hämatiteinschlüssen; zur optischen Untersuchung diente der intensiv gefärbte Theil des Krystalles, die übrigen Flächen wurden mit schwarzer Farbe verdeckt. Die zwei Krystalle erhitze ich einzeln im Platintiegel zwischen Sand gebettet unter grosser Vorsicht langsam bis zu starker Rothgluth. Nach ungefähr zwei Stunden hatten die Krystalle eine lichtgelbe Farbe angenommen, und zwar der I. Krystall nach kurzem, der II. nach länger dauerndem Erhitzen, jener wurde noch $4\frac{1}{2}$, der letztere noch 2 Stunden lang stark erhitzt, wodurch sie vollkommen wasserklar wurden. An jedem wurden zwei beinahe tadellos reflectirende Prismenflächen ausgewählt und so vor, wie auch nach der Entfärbung an denselben Partien die Beobachtungen ausgeführt, was auch die goniometrische Messung des brechenden Winkels bestätigte.

In den entfärbten Krystallen war die Lichtabsorption geringer für beide Strahlen, die Intensität des ordentlichen und ausserordentlichen Strahles war noch bemerkbar verschieden, jedoch nicht so auffallend als bei der ursprünglichen Färbung der Krystalle; bei diesen konnte ich die abgelenkten Strahlen nur mit dem schwächeren Fernrohre scharf einstellen, hingegen nach der Entfärbung das stärkste Fernrohr mit dem Ramsden'schen Ocular benutzen. Die Resultate meiner Beobachtungen sind in der Tabelle auf S. 547 unten zusammengestellt.

Die Lichtbrechung beider Krystalle wurde nach dem Erhitzen schwächer, bei den hell gefärbten ist der Unterschied sehr klein — jedoch für die grünen Strahlen grösser — und liegt innerhalb der Fehlergrenzen. Bei den lebhaft gefärbten ist die Veränderung schon grösser (0,0005—0,0010), und für grün ebenfalls grösser als für roth und gelb. Zu bemerken ist noch, dass in beiden Krystallen die Lichtbrechung nach dem Entfärben für den ordentlichen Strahl auffallender geschwächt wurde als für den ausserordentlichen. Auffallend ist es, dass die verschiedene Lichtbrechung der Krystalle nach der Entfärbung so zu sagen vollkommen identisch wurde, der Unterschied ist 1—2 Einheiten der vierten Decimale. Die Mittelwerthe der Brechungsexponenten der zwei entfärbten Krystalle wären:

	ω	ε	$\omega - \varepsilon$
<i>Li</i>	1,6339	1,6303	0,0036
<i>Na</i>	1,63735	1,5337	0,00365
<i>Tl</i>	1,6405	1,6368	0,0037

Natürlicher Weise darf man keine allgemeinen Folgerungen ziehen von Resultaten, welche bloss an zwei Krystallen erhalten wurden, bevor noch an anderen Apatiten ähnliche Beobachtungen nicht gemacht wurden. Der Pleochroismus ist an allen Krystallen auffallend, bei den dunkleren stärker als bei den lichterem, am schwächsten ist derselbe bei den blassgrünen und zwar

o lichtgelb
e bläulich aquamaringrün.

Die lebhaft grün gefärbten Krystalle wie Nr. 9, 15 und 16 zeigen die Axenfarben

o röthlichgelb
e bläulichgrün.

Den stärksten Pleochroismus besitzen die gelblichen und bräunlichen Krystalle und zwar:

o bräunlichgelb
e gelblichgrün.

Die grünlichgelben Krystalle zeigen dieselben Axenfarben, nur nicht so lebhaft. An einem theilweise durchsichtigen, etwa 11 mm dicken dunkelgelben Krystalle war *e* dunkelgrün ähnlich der Farbe mancher Turmaline, *o* intensiv gelblichbraun; auch war die stärkere Absorption¹⁾ des ausserordentlichen Strahles auffallend.

Im convergent polarisirten Lichte ist an manchen Krystallen und geschliffenen Platten das Axenbild etwas gestört, indem bei Drehung derselben um die optische Axe das schwarze Kreuz sich ein wenig öffnet. An zwei Platten, welche ich von einem gelblichgrünen und einem lichtgrünen Krystalle schliiff, waren weder Feldertheilung noch ein schalenförmiger Aufbau bemerkbar, wie dies an den violblauen Krystallen Malard²⁾, Dölter³⁾ und Wolff⁴⁾ beobachteten.

Herrn Hofrath Prof. J. Al. Krenner spreche ich auch hier meinen besten Dank aus für die Erlaubniss, dass ich meine Untersuchungen im mineralogisch-petrographischen Institute der Budapaster Universität ausführen konnte.

Budapest, im März 1904.

1) Nach Rosenbusch ist die stärkere Absorption des ausserordentlichen Strahles selbst an dem farblosen Apatit bemerkbar (Mikroskop. Physiogr. d. petrogr. wichtistgen Mineralien 1892, III. Aufl., 409), was auch ich an den durch Erhitzen entfärbten Krystallen beobachtete.

2) Annales d. Mines 1876 (7), 10, 147. Ref. diese Zeitschr. 1877, 1, 318.

3) N. Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1884, 2, 220. Ref. diese Zeitschr. 1886, 11, 333.

4) Diese Zeitschr. 1902, 36, 445.