

IV. Ueber die Winkelverhältnisse des Apatit von verschiedenen Fundorten.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

Im weiteren Verlaufe meiner Untersuchungen über die Aetzfiguren des Apatit und deren Abhängigkeit von der Natur und Concentration des Aetzmittels*) zeigte sich, dass die von verschiedenen Fundorten stammenden und zu jenen Versuchen benutzten, nach der Basis tafelförmigen Krystalle sich nicht sämmtlich gleich verhalten, sondern dass einzelne derselben wesentliche Unterschiede erkennen lassen können. Es stellte sich deshalb als nothwendig heraus, die benutzten Krystalle verschiedener Herkunft zuvor einer genauen Durchmessung zu unterziehen, wo möglich auch eine Chlorbestimmung zu machen, um so Versuchsreihen zu erhalten, welche eine Vergleichung unter sich zulassen**). In letzter Zeit sind am Apatit wohl Messungen einzelner Vorkommnisse, weniger hingegen umfassendere Beobachtungen angestellt worden. Pusyrewsky hatte (1863) durch seine Untersuchung russischer Apatite die Bemerkung v. Kokscharow's, dass mit der Zunahme des Chlors der (stumpfe) Neigungswinkel $P:OP$ wachse, d. h. dass die Pyramide stumpfer werde, bestätigt und ausserdem den Satz aufgestellt, dass gleichzeitig mit jener Zunahme das specifische Gewicht sich vermindere. Er fand, dass die russischen Apatite sämmtlich

*) Referat in dieser Zeitschr. 15, 444. Zweite Mittheilung: Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Berlin, 25, 447.

**) Es sei hier gleich bemerkt, dass die Ergebnisse, zu welchen ich in der citirten Abhandlung gelangte, durch diese Erkenntniss nicht berührt resp. verändert werden. Denn wenn ich damals auch die benutzten Krystalle nicht vorher gemessen hatte, so dienten doch zu den Versuchen mit Salzsäure nur solche vom St. Gotthard, welche fast sämmtlich von einem und demselben Handstücke stammten, und zu denjenigen mit Salpetersäure solche vom St. Gotthard und vom Schwarzenstein, wobei ich jedoch bei der Aetzung mit 5- und 100procentiger Säure beiderlei Krystalle verwandte.

als Fluorapatite zu bezeichnen seien, indem der Chlorgehalt 0,8 % nicht übersteige. Folgende Beispiele sind seiner Abhandlung entnommen.

Fundort des A.:	Chlorgehalt:	Spec. Gew.:	(0001):(10 $\bar{1}$ 1) (Normalenwinkel):
Tokowaja (Ural)	0,04%	3,202	40° 18' 23"
Sudjanka-Fluss	0,109	3,178	—
Berg Blagodat (Ural)	0,22	3,132	40 16 10
Achmatowsk	0,51	3,091	40 6 30

A. Schmidt*) mass (1883) je einen besonders gut ausgebildeten wasserhellen Krystall von Tavetsch und aus dem Floitenthale. Aus den zahlreichen erhaltenen Werthen leitete er (von den Kanten (10 $\bar{1}$ 0):(10 $\bar{1}$ 1) = 49° 43' resp. (0001):(10 $\bar{1}$ 1) = 40° 17' ausgehend) für beide Krystalle dasselbe Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,7340$ ab.

C. Hintze**) fand (1884) einen Apatitkrystall mit Basis im Granit von Striegau, welchen er mass und auf das A.-V. 1 : 0,7346 bezog. Er fand (10 $\bar{1}$ 0):(20 $\bar{2}$ 1) = 30° 34', (20 $\bar{2}$ 1):(10 $\bar{1}$ 1) = 19° 9', (10 $\bar{1}$ 0):(31 $\bar{4}$ 1) = 22° 42' (berechnet: 30° 34', 19° 11', 22° 44'). In demselben Jahre veröffentlichten P. v. Jeremejew und P. D. Nikolajew***) eine krystallographische und chemische Untersuchung des Apatit aus Turkistan. Diese Krystalle können, wie die genannten Forscher sagen, ihrer schönen Ausbildung und ihrer oft vollkommenen Durchsichtigkeit wegen denjenigen von Jumilla, vom St. Gotthard oder von Kirjabinsk, also den vorzüglichsten Vorkommnissen des Minerals, an die Seite gestellt werden. Ihr Habitus ist ein kurzprismatischer oder auch pyramidal-prismatischer mit ziemlich stark ausgedehnter Basis. Die Messungen führten zum A.-V. 1 : 0,73451 (abgeleitet von (0001):(10 $\bar{1}$ 1) = 40° 18' 10"). Es wurde z. B. gefunden (0001):(10 $\bar{1}$ 2) = 22° 58' 10" (ber. 22° 57' 11"), (10 $\bar{1}$ 2):(10 $\bar{1}$ 0) = 67° 2' 6" (67° 1' 19"), (0001):(11 $\bar{2}$ 1) = 55° 44' 2" (55° 45' 22"), (10 $\bar{1}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) = 49° 43' 15" (49° 44' 50"). P. v. Jeremejew stellt folgende Reihe verschiedener Apatite auf nach steigendem Winkel (0001):(10 $\bar{1}$ 1):

Achmatowsk und Laacher See	40° 6' 21" (v. Kokscharow)
Jumilla†)	40 13 0 —
Kirjabinsk	40 13 30 —
Berg Blagodat	40 16 10 —
St. Gotthard	40 17 0 (Schrauf)

*) Diese Zeitschr. 7, 554.

**) Diese Zeitschr. 9, 290.

***) Diese Zeitschr. 11, 389.

†) Der von v. Kokscharow für den Apatit von Jumilla ermittelte Werth (10 $\bar{1}$ 1):(01 $\bar{1}$ 1) = 37° 40' 40" ergiebt (0001):(10 $\bar{1}$ 1) = 40° 13' 37", so dass also dieses Vorkommen das dritte in der Reihe sein würde.

Tavetsch (und Floitenthal)	40° 17' 0" (A. Schmidt)
Smaragdgruben und Ehrenfriedersdorf*)	40 18 0 (v. Kokscharow)
Turkistan	40 18 10 (v. Jeremejew)
Schlaggenwald	40 20 0 (Schrauf)

Die von Nikolajew ausgeführte Analyse ergab 3,64 % Fluor und führte zur Formel eines reinen Fluorapatits. Das spec. Gew. wurde zu 3,4999 gefunden. G. Flink**) beschrieb 1888 kleine, wasserhelle, ausgezeichnet gut ausgebildete Apatitkrystalle von Nordmarken, welche er, ausgehend von $(20\bar{2}1):(0001) = 59^{\circ} 27'$ auf das Axenverhältniss 1:0,73365 bezog. Er fand u. a. $(10\bar{1}1):(0001) = 40^{\circ} 16'$ (berechnet $40^{\circ} 16' 10''$), $(0001):(30\bar{3}1) = 68^{\circ} 30'$ ($68^{\circ} 34' 20''$), $(11\bar{2}1):(0001) = 55^{\circ} 44\frac{1}{2}'$ ($55^{\circ} 43' 30''$).

G. vom Rath***) erwähnte schon 1886 Apatitkrystalle von der Hiddenite-Mine (Nord-Carolina), welche bis 25 mm lang und 3 mm dick sind, und an denen er den Winkel $(0001):(10\bar{1}2) = 22^{\circ} 57'$ fand. Eben solche Krystalle wurden später (1887) von W. E. Hidden†) und H. J. Washington†) näher beschrieben. Die Krystalle sind weingelb, vollkommen durchsichtig; die Pyramide $\{10\bar{1}2\}$ herrscht daran vor. Es wurden u. a. gefunden $(10\bar{1}1):(11\bar{2}2) = 48^{\circ} 52'$ (entsprechend $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 37^{\circ} 44'$) und hieraus das A.-V. 1:0,734335 abgeleitet. Die Messungen ergaben z. B. $(10\bar{1}2):(0001) = 22^{\circ} 58\frac{1}{2}'$ (ber. $22^{\circ} 58\frac{1}{2}'$), $(0001):(20\bar{2}1) = 59^{\circ} 34'$ ($59^{\circ} 28\frac{1}{2}'$), $(11\bar{2}0):(11\bar{2}1) = 34^{\circ} 43\frac{1}{2}'$ ($34^{\circ} 44'$).

Vor Kurzem hat endlich C. Vrbá††) den Apatit von Pisek beschrieben und denselben auf das von v. Kokscharow für die Krystalle von Ehrenfriedersdorf ermittelte A.-V. 1:0,734603 zurückgeführt. Er fand im Mittel z. B. $(10\bar{1}2):(0001) = 23^{\circ} 0'$ (ber. $22^{\circ} 59'$), $(0001):(10\bar{1}1) = 40^{\circ} 18\frac{1}{2}'$ ($40^{\circ} 18\frac{1}{2}'$), $(0001):(11\bar{2}1) = 55^{\circ} 45\frac{1}{2}'$ ($55^{\circ} 45\frac{1}{2}'$), $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 37^{\circ} 45'$ ($37^{\circ} 44\frac{1}{2}'$).

Ich selbst mass nun eine Reihe namentlich von solchen Krystallen verschiedener Herkunft, welche nach der Basis tafelförmig (resp. kurz-säulenförmig) ausgebildet sind. Das verhältnissmässig geringe, mir anfänglich zu Gebote stehende Material wurde wesentlich vermehrt durch eine Anzahl von meist ausgezeichneten Krystallen, welche mir Herr G. Seligmann mit bekannter Liberalität zur Verfügung stellte. Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem genannten Herrn auch an dieser Stelle für sein liebenswürdiges Entgegenkommen meinen besten Dank auszusprechen. Die Fundorte, von welchen mir Krystalle zu Gebote standen, sind: Rothenkopf und Schwarzenstein (Zillerthal), Floitenthal, St. Gotthard, Knappen-

*) In Wirklichkeit berechnet sich aus dem von v. Kokscharow ermittelten Axenverhältnisse 1:0,734603 der genannte Winkel zu $40^{\circ} 18' 22''$, so dass die Krystalle von Turkistan voraufgehen müssen.

**) Diese Zeitschr. 13, 404.

†) Diese Zeitschr. 14, 299.

***) Diese Zeitschr. 13, 596.

††) Diese Zeitschr. 15, 463.

wand (Sulzbachthal), Schlaggenwald, Lauine bei Reckingen (Canton Wallis), Ala (Piemont), *Jumilla (Murcia), *Berg Blagodat (Ural), *Cerro del Mercado, Durango (Mexico). Doch besitzen bekanntlich die mit * bezeichneten Vorkommen keinen tafelförmigen, sondern bei ganz oder fast ganz fehlender Basis einen säulenförmigen Habitus mit pyramidalen Endigung. Zudem lieferten diese Krystalle hier wenigstens keine so genauen und unter sich übereinstimmenden Messungsergebnisse, dass ich letzteren einen besonderen Werth zuerkennen könnte. Weit mehr ist dies der Fall bei den tafelförmigen Krystallen vom Rothenkopf, Schwarzenstein, Floitenthal, St. Gotthard, von der Knappenwand und von Ala, mit denen sich hauptsächlich die folgende Mittheilung beschäftigt. An denselben treten, wie bekannt, ausser der Basis im Allgemeinen folgende Formen auf: $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}4\}$, $\{20\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\pi\{21\bar{3}1\}$, häufig auch $\pi\{21\bar{3}0\}$ und $\pi\{31\bar{4}1\}$. An einem grösseren Krystalle von der Knappenwand erschienen in ziemlich grossen Flächen, worauf mich Herr Seligmann aufmerksam machte, die Tritopyramide $\pi\{21\bar{3}2\}$ und in schmalen Flächen $\pi\{31\bar{4}2\}$. Die Flächen der ersteren Form liegen in den Zonen $(10\bar{1}1):(11\bar{2}1)$ und $(10\bar{1}0):(01\bar{1}2)$. Unter Annahme des unten für die Sulzbacher Krystalle mitgetheilten Axenverhältnisses ($a:c = 1:0,73333$) berechnet sich $(21\bar{3}2):(10\bar{1}1)$ zu $15^{\circ}28'30''$ und $(21\bar{3}2):(11\bar{2}1)$ zu $11^{\circ}21'35''$. Durch Messung fand ich diese Winkel, mit der Rechnung gut übereinstimmend, zu $15^{\circ}26'$ und $11^{\circ}22\frac{3}{4}'$. Die Form $\{31\bar{4}2\}$ wurde erkannt aus den Zonen $(21\bar{3}1):(10\bar{1}1)$ und $(11\bar{2}1):(20\bar{2}1)$. Ihre Flächen liegen auch mit $(21\bar{3}2)$ und $(10\bar{1}0)$ in einer Zone.

Die besten Reflexe erhielt ich bei den verschiedenen Krystallen im Allgemeinen auf den Flächen $(10\bar{1}0)$ und $(11\bar{2}1)$, recht gute besonders häufig auch auf (0001) , $(10\bar{1}1)$ und $(10\bar{1}2)$; manchmal treten jedoch, namentlich auf der Basis, gehäufte Spiegelbilder auf. Oft sind die Krystalle von Sprüngen durchzogen, und es zeigen dann wohl die auf entgegengesetzten Seiten eines Spaltes liegenden Flächentheile gesonderte Reflexe. Mehrfach, wenn auch nicht oft, war es nothwendig, die von der zu messenden Kante entfernter liegenden Flächentheile zuzudecken, um scharfe Einstellung zu ermöglichen. Einzelne Krystalle, welche anscheinend vortrefflich ausgebildet waren, erwiesen sich dennoch zu genauen Messungen wenig geeignet. Die Messungen wurden mit einem Fuess'schen Goniometer, Modell 2, angestellt; $\frac{1}{4}$ Minuten konnten noch geschätzt werden. Die weiter unten angeführten Werthe sind, abgesehen von ausdrücklich ausgenommenen, durchgehends auf gute, häufig auf sehr gute Messungen zurückzuführen. Die letzteren werden durch ein vorgesetztes * hervorgehoben.

Die von mir untersuchten, nach der Basis tafelförmigen (resp. kurz-säulenförmigen) Apatitkrystalle lassen sich, soweit sie unter sich gut übereinstimmende Messungsergebnisse ergaben, in folgende drei Abtheilungen bringen:

1. Krystalle, welche auf das A.-V. 4:0,73434 zu beziehen sind ((0004):(10 $\bar{1}$ 1) berechnet zu 40°40'46"); dahin gehören diejenigen vom Rothenkopf, sowie ein solcher von Ala.

2. Krystalle, welche dem A.-V. 4:0,73333 entsprechen ((0004):(10 $\bar{1}$ 1) = 40°45'26"); diese Abtheilung wird gebildet von den Krystallen von der Knappenwand.

3. Krystalle mit dem A.-V. 4:0,73400, dem nämlichen, welches A. Schmidt aus seinen oben angeführten Messungen ableitete ((0004):(10 $\bar{1}$ 1) = 40°47'); hierhin die Vorkommnisse vom Schwarzenstein, St. Gotthard (Sella), Flöitenthal.

Bevor ich die ermittelten Winkel mittheile, seien zunächst die aus den obigen A.-V. berechneten Werthe zum Vergleiche zusammengestellt.

1.	2.	3 *).
$a:c = 4:0,73434$	$4:0,73333$	$4:0,73400$
(ber. aus (11 $\bar{2}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) = 44°21'48"):	(ber. aus (11 $\bar{2}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) = 44°18'44"):	(ber. aus (10 $\bar{1}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) = 49°43'):
(0004):(11 $\bar{2}$ 1) = 55°38'22"	55°42'47"	55°44'16"
(0004):(20 $\bar{2}$ 1) = 59 22 12	59 26 21	59 27 45
(0004):(10 $\bar{1}$ 1) = 40 10 46	40 15 26	40 17 0
(0004):(10 $\bar{1}$ 2) = 22 53 26	22 56 50	22 57 59
(10 $\bar{1}$ 1):(01 $\bar{1}$ 1) = 37 38 24	37 42 8	37 43 24
(10 $\bar{1}$ 1):(10 $\bar{1}$ 1) = 80 21 32	80 30 52	80 34 0
(10 $\bar{1}$ 1):(10 $\bar{1}$ 2) = 17 17 20	17 18 36	17 19 1
(10 $\bar{1}$ 1):(20 $\bar{2}$ 1) = 19 11 26	19 10 55	19 10 45
(10 $\bar{1}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) = 49 49 14	49 44 34	49 43 0
(20 $\bar{2}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) = 30 37 48	30 33 39	30 32 15
(11 $\bar{2}$ 1):(11 $\bar{2}$ 1) = 68 43 16	68 34 26	68 31 28
(11 $\bar{2}$ 0):(11 $\bar{2}$ 1) = 34 21 38	34 17 13	34 15 44
(10 $\bar{1}$ 2):(11 $\bar{2}$ 1) = 37 3 27	37 5 7	37 5 47
(10 $\bar{1}$ 2):(10 $\bar{1}$ 0) = 67 6 34	67 3 10	67 2 1
(21 $\bar{3}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) = 30 24 23	30 21 42	30 20 46
(21 $\bar{3}$ 1):(11 $\bar{2}$ 1) = 43 57 25	43 57 2	43 56 59

Der Fundamentalwerth bei 1. (44°21'48") ist das Mittel aus neun sehr guten Messungen, derjenige bei 2. (44°18'44") das Mittel aus 15 sehr guten Messungen. Für 3. berechnet sich aus (10 $\bar{1}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) = 49°43' der Winkel (11 $\bar{2}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0) zu 44°17'45".

Da zwischen den obigen drei Reihen theilweise nur recht geringe Abweichungen stattfinden, so hielt ich es für richtig, nicht einfach die Mittelwerthe aus den gemessenen Winkeln, sondern das Resultat einer jeden

*) Nach A. Schmidl. c.

einzelnen Messung besonders mitzuthellen. Einmal wird sich daraus um so bestimmter die Berechtigung jener Eintheilung ergeben, dann aber wird aus einer solchen Zusammenstellung auch ersichtlich sein, in wie weit Schwankungen bei den einzelnen gemessenen Krystallen, welche fast sämtlich von vortrefflicher Ausbildung sind, auftreten. Aus dem letzteren Grunde war ich auch mehr bestrebt, gleichartige Kanten in möglichst grosser Zahl zu messen, als eine grössere Reihe verschiedenartiger Kanten zu bestimmen. An den Krystallen der ersten Art erhielt ich folgende Zahlen:

a) Krystalle vom Rothenkopf (Zillerthal).

	I.	II.	III.	IV.	V.
	$*44^0 22'$				$*44^0 22'$
$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	$*44 \ 22$	$*44^0 24\frac{1}{2}'$	—	$*44^0 24'$	$*44 \ 22$
	$44 \ 22\frac{3}{4}$				$*44 \ 22$
					$44 \ 20$
	$*55 \ 37\frac{1}{2}$				
$(0004):(11\bar{2}1) =$	$55 \ 37$	$*55 \ 38$	$*55^0 36\frac{3}{4}$	$*55 \ 37\frac{1}{2}$	$*55 \ 38\frac{1}{4}$
	$55 \ 38$				$*55 \ 37$
$(0004):(10\bar{1}1) =$	—	—	$*40 \ 9\frac{1}{2}$	—	$40 \ 10\frac{1}{2}$
					$22 \ 53\frac{1}{2}$
$(0004):(10\bar{1}2) =$	$*22 \ 53\frac{1}{2}$	—	$*22 \ 54\frac{1}{2}$	$*22 \ 54\frac{1}{2}$	$22 \ 52\frac{1}{2}$
	$22 \ 52\frac{1}{2}$				$22 \ 53\frac{1}{4}$
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2) =$	—	—	—	—	$17 \ 17$
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$	—	—	—	—	$49 \ 49\frac{3}{4}$
$(10\bar{1}2):(11\bar{2}1) =$	$*37 \ 2\frac{3}{4}$	—	—	—	$37 \ 3\frac{1}{2}$
$(10\bar{1}2):(10\bar{1}0) =$	—	—	—	—	$*67 \ 6\frac{1}{2}$
$(21\bar{3}1):(10\bar{1}0) =$	—	—	—	—	$30 \ 23\frac{1}{4}$
$(21\bar{3}1):(11\bar{2}1) =$	—	—	—	—	$13 \ 56\frac{1}{2}$
$(10\bar{1}0):(01\bar{1}0) =$	$*60 \ 0$	—	—	—	$*59 \ 59\frac{1}{4}$

b) Krystall von Ala (Piemont).

$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	$*44^0 24\frac{1}{2}'$	$*44^0 22\frac{1}{4}'$	$44^0 22'$
$(0004):(11\bar{2}1) =$	$*55 \ 36$		
$(0004):(10\bar{1}2) =$	$*22 \ 50\frac{3}{4}$	$22 \ 52$	
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2) =$	$17 \ 14\frac{1}{2}$		
$(10\bar{1}1):(20\bar{2}1) =$	$19 \ 13$		
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$	$49 \ 50$		
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	$30 \ 40\frac{1}{2}$	$30 \ 38$	$*30 \ 38\frac{1}{4}$
$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1}) =$	$*68 \ 45\frac{1}{2}$		
$(11\bar{2}0):(11\bar{2}1) =$	$34 \ 22\frac{1}{4}$	$34 \ 23\frac{1}{4}$	
$(21\bar{3}1):(10\bar{1}0) =$	$30 \ 25$	$30 \ 26\frac{1}{4}$	
$(21\bar{3}1):(11\bar{2}1) =$	$13 \ 56\frac{1}{2}$	$13 \ 55\frac{3}{4}$	
$(10\bar{1}0):(0004) =$	$90 \ 0$		

Die Krystalle I—IV vom Rothenkopf entstammen demselben Handstücke; sie waren eingewachsen in ein Chloritgestein. Sie sind dicktafelförmig, vollkommen klar, jedoch mit einem Stich in's Grünliche. Manche Flächen spiegeln ausgezeichnet, andere sind allerdings etwas matt in Folge einer feinen Zeichnung oder Streifung, vielleicht auch einer beginnenden Corrosion. In Folge dessen konnte ich auch an II, III und IV nur wenige, dann aber sehr gute Messungen ausführen. Der mit V bezeichnete lose Krystall stammt aus der Sammlung des Herrn Seligmann, war jedoch mit der Fundortsbezeichnung »Schwarzenstein« versehen. Meiner Ansicht nach stammt er jedoch gleichfalls vom Rothenkopf, indem er jenen Krystallen sehr ähnlich ist und auch noch Chloritheilchen an sich trägt. Dazu kommt die grosse Uebereinstimmung seiner Winkel mit denjenigen der Krystalle vom Rothenkopf. Die vorzügliche Beschaffenheit dieses Krystalles ermöglichte eine grössere Zahl guter und sehr guter Messungen.

Der Krystall von Ala, gleichfalls Eigenthum des Herrn Seligmann, ist vollkommen wasserhell, flächenreich und von vortrefflicher Ausbildung.

Die Krystalle von der Knappenwand lieferten Werthe, welche von den oben mitgetheilten merklich abweichen. Die im Folgenden mit I, II und III bezeichneten sind Bruchstücke eines grossen Krystalles, an VIII und IX wurden nur je zweierlei Kanten gemessen.

(Siehe die Tabelle auf S. 38).

Wie man sieht, bewegen sich die Werthe für die Kante $(11\bar{2}1):(10\bar{1}0)$, welche sich ganz besonders zu scharfen Messungen eignet, bei den sonst wegen ihrer vortrefflichen Ausbildung bekannten Sulzbacher Krystallen immer noch zwischen verhältnissmässig weiten Grenzen. Sie schwanken im Ganzen zwischen $44^{\circ} 12\frac{3}{4}'$ und $44^{\circ} 22'$, bei den sehr guten Messungen freilich nur zwischen $44^{\circ} 16'$ und $44^{\circ} 21'$. Bei den Krystallen vom Rothenkopf und von Ala, an welchen allerdings weniger Messungen angestellt wurden, beträgt die Schwankung der genannten Kante im Ganzen nur $2\frac{3}{4}'$, bei den sehr guten Messungen sogar nur $1\frac{1}{4}'$.

Als Krystalle, welche dem von Schmidt aufgestellten Axenverhältnisse $1:0,73400$ entsprechen, sind unter den von mir gemessenen die vom St. Gotthard, vom Schwarzenstein und aus dem Floitenthal stammenden zu bezeichnen. Sie ergaben folgende Werthe:

Krystall I vom St. Gotthard, II desgl. (Sella?), III Schwarzenstein, IV Floitenthal.

	I.	II.	III.	IV.
$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	—	—	$*44^{\circ} 17'$ $44^{\circ} 17\frac{1}{2}'$	$44^{\circ} 17'$ $44^{\circ} 16'$ $44^{\circ} 17\frac{3}{4}'$
$(0004):(11\bar{2}1) =$	—	—	$55^{\circ} 42\frac{1}{2}'$	—

Krystalle von der Knappenwand (Sulzbachthal).

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
$\begin{matrix} *44047\frac{1}{2}' \\ *44417\frac{1}{2}' \\ *44449\frac{1}{2}' \\ 4424 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 44020\frac{3}{4}' \\ *44418\frac{1}{2}' \\ 44020\frac{3}{4}' \text{ und } 44045\frac{1}{2}' \\ (\text{auf } (41\bar{2}4) \text{ zwei Refl.}) \end{matrix}$	$\begin{matrix} *44019\frac{1}{2}' \\ *44418\frac{1}{2}' \\ *44418\frac{1}{2}' \\ *44418\frac{1}{2}' \\ *44419\frac{1}{2}' \end{matrix}$	$\begin{matrix} 44019' \\ 44412\frac{3}{4}' \\ *5543\frac{1}{2}' \\ 5542' \\ 4041\frac{1}{2}' \end{matrix}$	$\begin{matrix} 44015' \\ 44416' \\ *44416' \\ *44421' \\ 44422' \end{matrix}$	$\begin{matrix} 44018' \\ *44418\frac{1}{2}' \\ *44419' \\ *44418' \end{matrix}$	$\begin{matrix} 44016\frac{1}{2}' \\ *44420' \end{matrix}$
$(41\bar{2}4):(40\bar{1}0) =$						
$(0004):(41\bar{2}4) =$	5544				5544	—
$(0004):(40\bar{1}4) =$	—	—		—	—	—
$(0004):(40\bar{1}2) =$	$\begin{matrix} 23040' \\ 23055' \text{ und } 23059' \\ (\text{auf } (0004) \text{ zwei Refl.}) \end{matrix}$	—	—	$\begin{matrix} 232 \\ 2251 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 2253\frac{1}{2}' \\ 2258\frac{1}{2}' \end{matrix}$	—
$(40\bar{1}4):(40\bar{1}2) =$	$4703'$	—	—	—	$4748\frac{3}{4}'$	—
$(40\bar{1}4):(20\bar{2}4) =$	$1940\frac{1}{2}'$	—	—	—	$1940\frac{1}{2}'$	—
$(20\bar{2}4):(40\bar{1}0) =$	$3035\frac{1}{2}'$	—	—	—	$3033\frac{1}{2}'$	—
$(41\bar{2}4):(41\bar{2}1) =$	—	—	$*6834$	$*6830\frac{3}{4}'$	—	$\begin{matrix} *6833\frac{3}{4}' \\ *6835' \\ 3447\frac{1}{2}' \\ 3447\frac{1}{2}' \end{matrix}$
$(41\bar{2}0):(41\bar{2}0) =$	—	—	—	—	—	—
$(40\bar{1}2):(41\bar{2}4) =$	$372\frac{1}{2}'$	—	—	—	$\begin{matrix} *374\frac{1}{2}' \\ *376' \\ 376\frac{3}{4}' \end{matrix}$	—
$(24\bar{3}4):(40\bar{1}0) =$	$3020\frac{1}{4}'$	—	$\begin{matrix} 3048 \\ 3022 \end{matrix}$	$*3018\frac{1}{2}'$	—	$3022\frac{3}{4}'$
$(24\bar{3}4):(41\bar{2}4) =$	—	4356	$\begin{matrix} 4357 \\ 4354\frac{3}{4}' \end{matrix}$	$*4357\frac{1}{2}'$	—	$4357\frac{1}{2}'$
$(40\bar{1}0):(40\bar{1}0) =$	$5959\frac{1}{2}'$	$600\frac{1}{4}'$	—	—	—	—
$(40\bar{1}0):(0004) =$	8959	—	—	—	904	—
VIII.						
$\begin{matrix} 44020' \\ 44419' \\ *44419\frac{1}{2}' \end{matrix}$						
$(41\bar{2}4):(40\bar{1}0) =$	$\begin{matrix} 55044' \\ 5542\frac{1}{2}' \\ *5543\frac{1}{2}' \\ 5542' \end{matrix}$			$\begin{matrix} 68033\frac{1}{2}' \\ *6834\frac{3}{4}' \end{matrix}$	$\begin{matrix} (41\bar{2}0):(41\bar{2}4) = \\ (41\bar{2}0):(41\bar{2}4) = \end{matrix}$	$\begin{matrix} 34046\frac{1}{2}' \\ 3447' \end{matrix}$
IX.						

	I.	II.	III.	IV.
$(0001):(20\bar{2}1) =$	$*59^{\circ}28'$	—	—	—
$(0001):(10\bar{1}1) =$	—	$40^{\circ}16'$	—	—
		23 3		
		$*22\ 58$		
$(0001):(10\bar{1}2) =$	—	$22\ 57\frac{1}{4}$	—	—
		$22\ 54\frac{1}{4}$		
		$*22\ 53\frac{1}{2}$		
		$*17\ 48$		
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2) =$	—	$*17\ 49$	—	—
		$17\ 49\frac{1}{2}$		
$(10\bar{1}1):(20\bar{2}1) =$	$49\ 40\frac{1}{2}$	$49\ 40$	—	—
		$49\ 42\frac{1}{4}$		
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$	—	$*49\ 42\frac{3}{4}$	$*49^{\circ}43\frac{1}{2}'$	$49^{\circ}42\frac{3}{4}'$
		$49\ 42$	$*49\ 43\frac{1}{2}$	$49\ 40\frac{1}{4}$
		$*49\ 43$	$49\ 45\frac{3}{4}$	$49\ 44\frac{1}{4}$
	$*30\ 34\frac{1}{2}$			
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	$30\ 34\frac{1}{2}$	$30\ 33$	—	—
	$30\ 32$			
$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1}) =$	—	—	$*68\ 33\frac{1}{4}$	—

An zwei kleinen, mit III unregelmässig verwachsenen Krystallen wurde noch je eine Kante $(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ gemessen und gefunden $*49^{\circ}43'$ und $49^{\circ}42'$. Das Mittel aus sämmtlichen Werthen für diese Kante (wobei die mit * bezeichneten doppelt gerechnet sind) beträgt $49^{\circ}42'49''$, also sehr nahe mit dem geforderten Werthe $49^{\circ}43'$ übereinstimmend.

Krystall I ist klein, wasserhell, II ziemlich gross, dicktafelförmig, wasserhell, nur stellenweise etwas trübe, zeigt vorherrschend $\{0001\}$, $\{10\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{10\bar{1}0\}$; III gross, dünntafelig, wasserhell, jedoch nur theilweise ausgebildet; IV ziemlich gross, dicktafelförmig, wasserhell, stellenweise schwach getrübt, mit ganz vorherrschenden $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{10\bar{1}0\}$.

Wenngleich der Unterschied zwischen den Winkelwerthen der Krystalle zweiter und dritter Art nur sehr gering ist, so glaube ich denselben dennoch aufrecht erhalten zu sollen. Für diese Unterscheidung sprechen auch folgende, mit den oben S. 35 angeführten berechneten zu vergleichenden Mittelwerthe.

Krystalle zweiter Art (Knappenwand).

$$(0001):(11\bar{2}1) \text{ (Mittel aus 9 Messungen) } = 55^{\circ}42'40''$$

$$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1}) \left(\begin{array}{ccc} - & - & 6 \end{array} \right) = 68\ 33\ 38^*)$$

*) Lässt man den von den übrigen am meisten abweichenden Werth $68^{\circ}30\frac{3}{4}'$ unberücksichtigt, so erhält man $68^{\circ}34'17''$.

$$(11\bar{2}0):(11\bar{2}1) \text{ (Mittel aus 4 Messungen) } = 34^{\circ} 17' 7\frac{1}{2}''$$

$$(10\bar{1}2):(11\bar{2}1) \left(\begin{array}{ccc} - & - & 4 \\ & & - \end{array} \right) = 37 \quad 4 \quad 57\frac{1}{2}''$$

Krystalle dritter Art (St. Gotthard etc.).

$$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) \text{ (Mittel aus 5 Messungen) } = 44^{\circ} 17' 21''$$

$$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) \left(\begin{array}{ccc} - & - & 4 \\ & & - \end{array} \right) = 30 \quad 31 \quad 54$$

Der Winkel $(0004):(10\bar{1}2)$ wurde nicht zum Vergleiche herangezogen, weil er innerhalb zu weiter Grenzen (bis zu $49'$) schwankend gefunden wurde.

Wir können nunmehr die von Jeremejew aufgestellte Reihe nach steigendem Winkel $(0004):(10\bar{1}1)$ in folgender Weise vervollständigen:

Achmatowsk und Laacher See	40° 6' 21"
Rothenkopf und Ala	40 10 46
Kirjabinsk	40 13 30
Jumilla	40 13 37
Knappenwand	40 15 26
Berg Blagodat und Nordmarken	40 16 10
St. Gotthard, Tavetsch, Schwarzenstein und	
Floienthal	40 17 0
Hiddenite-Mine	40 17 45
Turkistan	40 18 10
Smaragdgruben, Ehrenfriedersdorf, Pisek	40 18 30
Schlaggenwald	40 20 0

Auf meine Bitte hatte Herr Prof. J. König, Dirigent der landwirthschaftlichen Versuchsstation in Münster, die grosse Freundlichkeit, drei Analysen auszuführen, und zwar:

1. von Krystall II nebst einigen anderen Krystallen desselben Handstückes vom Rothenkopf;
2. von Krystall VI (von demselben Handstücke wie I, II und III) von der Knappenwand;
3. von Krystall III vom Schwarzenstein.

Ueber das Ergebniss theilte er mir Folgendes mit. Das feine Pulver wurde mit verdünnter Salpetersäure (1:2) in der Kochhitze behandelt und das hierdurch nicht Gelöste (anhängende Theilchen von Chlorit, Strahlstein, Feldspath etc.) in Abzug gebracht. Das Ungelöste betrug bei 1. 0,29 %, bei 2. 1,29 %, bei 3. 8,10 %. In Procenten des löslichen Antheiles ergab sich:

	1. Rothenkopf:	2. Knappenwand:	3. Schwarzenstein:
Phosphorsäure	42,67	43,05	42,60
Kalk	54,45	56,04	55,20

	1. Rothenkopf:	2. Knappenwand:	3. Schwarzenstein:
Eisenoxyd + Thonerde	0,19	0,59	0,22
Chlor	0,085	0,028	Spur
			(nicht wägbar)

Leider waren, wie Prof. König hervorhebt, die Mengen etwas zu gering, um die Bestimmung des Chlors mit hinreichend grosser Quantität Substanz ausführen und auch die Bestimmungen wiederholen zu können. Dennoch stimmt, wie man sieht, das Resultat der Analysen hinsichtlich des Chlorgehaltes vollkommen mit der Annahme überein, dass mit zunehmendem Chlorgehalte der Normalenwinkel (0001):(10 $\bar{1}$ 4) kleiner werde. Allerdings sollte man z. B. bei den Krystallen vom Rothenkopf, entsprechend den Angaben von Pusyrewsky, einen grösseren Chlorgehalt erwarten. Das geringe, noch in meinem Besitze befindliche Material möchte ich indess nicht gern für weitere Analysen opfern.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes mittelst Wasserwägung führte ich aus: 1. an Krystall IV vom Rothenkopf bei 12° C., 2. an einem ziemlich grossen, aber etwas trüben und einige fremde Einschlüsse enthaltenden Krystall von der Knappenwand bei 12° C., 3. an Krystall II vom St. Gotthard (Sella ?) bei 10° C. Dabei fand ich für

1. 3,1495
2. 3,1530
3. 3,2154.

Auch diese Zahlen fügen sich der von Pusyrewsky aufgestellten Regel, dass mit zunehmendem Chlorgehalte das specifische Gewicht des Apatit sich vermindere.

Mit den obigen Resultaten harmonirt nun auch in interessanter Weise das Verhalten der Krystalle vom Rothenkopf, der Knappenwand und vom Schwarzenstein (desgl. vom Floitenthal und St. Gotthard) beim Aetzen mit Schwefelsäure von verschiedener Concentration. Wenn auch die betreffende Untersuchung*) noch nicht abgeschlossen ist, so ergab sie doch schon mit Bestimmtheit, dass die Krystalle vom Rothenkopf wesentlich andere Erscheinungen zeigen, als die übrigen genannten, welche einander weit näher stehen. Dieses abweichende Verhalten ist es gerade gewesen, welches mich auf die Bedeutung der Winkelverhältnisse und der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Apatitkrystalle für die Ergebnisse der Aetzung besonders aufmerksam gemacht hat.

*) Inzwischen in den Sitzungsberichten d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin als zweite Mittheilung erschienen (s. S. 34). Da die Krystalle vom St. Gotthard, Schwarzenstein etc. mit Schwefelsäure die besten Aetzfiguren lieferten, wurden sie in jener Abhandlung an erster Stelle (als solche erster Art), diejenigen vom Rothenkopf hingegen an letzter Stelle besprochen.

Zum Schlusse theile ich noch die an einigen Krystallen anderer Fundorte angestellten Messungen mit, welche indess nicht hinreichen, um in jedem Falle mit Genauigkeit ein bestimmtes Axenverhältniss daraus abzuleiten.

4. Krystall von Lauine bei Reckingen (Canton Wallis), dem Fundorte des Phenakit. Derselbe ist wasserhell, mehrfach von Sprüngen durchsetzt, nach der Basis tafelarig. Letztere giebt neben dem Hauptreflexe zahlreiche schwächere Nebenreflexe. Ich fand:

$$\begin{aligned}(11\bar{2}4):(10\bar{1}0) &= *44^{\circ} 18\frac{3}{4}' \\ (0004):(10\bar{1}1) &= 40^{\circ} 20\frac{1}{2}', \quad 40^{\circ} 13\frac{3}{4}' \\ (10\bar{1}1):(20\bar{2}4) &= *49^{\circ} 7', \quad 49^{\circ} 14\frac{1}{2}' \\ (20\bar{2}4):(10\bar{1}0) &= *30^{\circ} 33\frac{1}{4}', \quad *30^{\circ} 34\frac{1}{2}' \\ (0004):(10\bar{1}0) &= 90^{\circ} 0\frac{3}{4}', \quad 89^{\circ} 56\frac{3}{4}'\end{aligned}$$

Eine sichere Entscheidung darüber, ob dieser Krystall auf das zweite oder das dritte oben angegebene Axenverhältniss zurückzuführen sei, ist hiernach nicht zu treffen. Am meisten nähern sich die Mittel aus obigen Zahlen den Winkelwerthen, welche dem Axenverhältnisse 1:0,7340 entsprechen.

2. Ein ziemlich grosser, säulenförmiger und ein sehr kleiner Krystall von Schlaggenwald, beide wasserhell. Bei dem ersteren gaben die Flächen des Protoprismas und der Basis mehrfache Reflexe; überhaupt sind die an demselben erhaltenen Resultate von geringerer Güte.

$$\begin{aligned}(0004):(10\bar{1}1) &= 40^{\circ} 9\frac{1}{2}', \quad 40^{\circ} 26' \\ (0004):(10\bar{1}2) &= 23^{\circ} 5', \quad 22^{\circ} 53\frac{1}{2}' \\ (10\bar{1}1):(10\bar{1}2) &= 17^{\circ} 21' \\ (20\bar{2}4):(10\bar{1}0) &= 30^{\circ} 20\frac{1}{2}', \quad 30^{\circ} 19'\end{aligned}$$

Auch die Messungen an dem kleinen Krystalle lassen zu wünschen übrig. Die am wenigsten zuverlässigen sind eingeklammert. Ich fand:

$$\begin{aligned}(0004):(10\bar{1}1) &= 40^{\circ} 15\frac{1}{4}', \quad 40^{\circ} 16\frac{1}{4}' \\ (0004):(20\bar{2}4) &= (59^{\circ} 20\frac{1}{4}'), \quad 59^{\circ} 26\frac{1}{2}' \\ (20\bar{2}4):(10\bar{1}0) &= 30^{\circ} 33\frac{1}{2}' \\ (10\bar{1}1):(20\bar{2}4) &= (49^{\circ} 5'), \quad 49^{\circ} 10\frac{1}{4}' \\ (11\bar{2}4):(10\bar{1}1) &= 26^{\circ} 44\frac{1}{4}' \\ (0004):(11\bar{2}4) &= 55^{\circ} 44\frac{1}{4}' \text{ und } 55^{\circ} 54\frac{1}{2}' \text{ (auf (0004) zwei Refl.)} \\ (0004):(10\bar{1}0) &= 90^{\circ} 0'\end{aligned}$$

Angesichts der grossen Differenzen unterlasse ich es, für diese beiden Krystalle ein besonderes Axenverhältniss zu berechnen.

3. Zwei säulenförmig-pyramidale Krystalle von Jumilla (Murcia), vollkommen durchsichtig, gelb. Ich erhielt:

	I.	II.
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) =$	$37^{\circ}36\frac{1}{2}'$	$37^{\circ}42'$
	$37\ 44$	$37\ 38$
		$37\ 42$
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$	$49\ 45\frac{1}{2}$	—
$(10\bar{1}0):(01\bar{1}1) =$	$74\ 5\frac{1}{4}$	$74\ 8$

Diese Messungen sind als ziemlich gute zu bezeichnen. Der Mittelwerth für $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 37^{\circ}39'54''$ kommt dem von v. Kokscharow ermittelten $37^{\circ}40'40''$ recht nahe.

4. Dicksäulenförmiger, durch die Grundpyramide und die sehr kleine Basis am nicht aufgewachsenen Ende begrenzter, gelblichgrüner, durchscheinender Krystall von Berg Blagodat (Ural). Die Beschaffenheit der Flächen gestattete nur wenige Messungen, und diese sind von relativ geringer Güte. Es wurde gefunden:

$$\begin{aligned}(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) &= 37^{\circ}53\frac{3}{4}', & 37^{\circ}34\frac{1}{2}' \\ (10\bar{1}1):(10\bar{1}0) &= 49\ 30\frac{1}{2}, & 49\ 30\frac{1}{2}\end{aligned}$$

5. Dicksäulenförmiger, gleichfalls durch die Grundpyramide geschlossener, durchsichtiger, gelber Krystall von Cerro del Mercado (Durango, Mexico). Die Flächen gaben nur nach starker Zudeckung der von der zu messenden Kante entfernter liegenden Theile ziemlich gute Reflexe. Ich fand:

$$\begin{aligned}(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) &= 49^{\circ}36', & 49^{\circ}47\frac{1}{2}', & 49^{\circ}42' \\ (10\bar{1}0):(01\bar{1}1) &= 74\ 5\frac{1}{4}, & 74\ 3\end{aligned}$$