©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Apatitzwillinge von Elba

Von

Alfred Himmelbauer

Korr. Mitglied d. Akad. d. Wiss.

(Mit 9 Textfiguren und 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. April 1929)

Apatit als Drusenmineral der bekannten Elbaner Pegmatitvorkommen wurde bereits im Jahre 1872 von G. Grattarola[1] beschrieben. Später lieferte E. Artini[2] nähere Angaben. Die kleinen violetten Krystalle, die gewöhnlich in Begleitung von Lepidolith, rotem Turmalin, Petalit, Quarz, Orthoklas und Albit auftreten, haben annähernd isometrische bis kurzsäulenförmige Form mit ziemlich groß entwickeltem x $(10\bar{1}1)$. An Krystallformen wurden angegeben: c (0001), a $(10\bar{1}0)$, b $(11\bar{2}0)$, h $(21\bar{3}0)$, r $(10\bar{1}2)$, x $(10\bar{1}1)$, y $(20\bar{2}1)$, s $(11\bar{2}1)$, m $(21\bar{3}1)$ in beiden Stellungen.

Aus dem Winkel $c : x = 40° 18' 48''$ berechnete Artini ein Achsenverhältnis $a : c = 1 \quad 0{\cdot}7347895$.

Auch R. Panebianco[3] und G. d'Achiardi[4] gaben das Vorkommen von S. Piero in Campo an.

An einem neueren Vorkommen von diesem Fundorte konnte ich die älteren Abgaben im wesentlichen bestätigen. Die blaßvioletten Krystalle, im Maximum etwa 5 *mm* groß, zeigten die bereits bei Artini angegebenen Formen mit Ausnahme von *h*.[5] $(10\bar{1}0)$ und $(10\bar{1}1)$ halten sich annähernd das Gleichgewicht, $(11\bar{2}0)$ ist schmal, (0001) sehr klein entwickelt; die übrigen Flächen wurden nur vereinzelt als schmale Kantenabstufungen festgestellt. Bemerkenswert ist, daß auch bei diesen kleinen Krystallen die Flächen a und b durch Vizinalflächen ersetzt sind, ebenso noch x, so daß sich auch bei vorsichtiger Zusammenstellung von Mittelwerten doch von Krystall zu Krystall nicht unbeträchtliche Schwankungen der Position dieser Fläche ergeben[6] und damit eine gewisse Unsicherheit des Achsenverhältnisses — eine Tatsache, welche bei isomorphen Mischungen sehr häufig zu beobachten ist und bei manchen theoretischen Erwägungen über den Zusammenhang

---

[1] G. Grattarola, Boll. d. R. Com. Geol., 1872, 290.

[2] E. Artini, Rend. d. R. Ac. d. Linc., Vol. IV., 2. Sem., Ser. fasc. 10, 259.

[3] R. Panebianco, Stud. cryst., 1896, 55.

[4] G. d'Achiardi, Proc. Verb. Soc. Tosc. d. Sc. Nat., Pisa, 1914, 14. Bd., 89. Ref.: Zeitsch. f. Kryst., 42. Bd., 75.

[5] Bezeichnungen nach V. Goldschmidt, Krystallographische Winkeltabellen, Berlin, 1897.

[6] Durchschnittswert $x = 40° 18'$, maximale Schwankungen 39° 50' und 40° 34'.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zwischen Mischungsverhältnis und Krystallform mehr Beachtung verdiente. Paragenetisch bemerkenswert ist das Zusammenvorkommen des Minerales mit einigen Zeolithen (Foresit, Heulandit).

Von demselben Fundort erhielt R. Görgey im Jahre 1903 mehrere ungewöhnlich ausgebildete, schön violett gefärbte Krystalle; einige andere Stücke kamen noch in den Handel.[1] Görgey veröffentlichte im Zentralblatt für Mineralogie, 1909, Nr. 11, eine kurze Mitteilung, daß hier Zwillinge, beziehungsweise Drillinge von Apatit »scheinbar nach einer Pyramidenfläche« vorlägen. Eine nähere Untersuchung ist nicht vorhanden. Görgey fiel im Jahre 1915, das Material kam durch einen Zufall erst längere Zeit nach Beendigung des Krieges wieder zum Vorschein. In Anbetracht der Seltenheit von Zwillingsbildungen beim Apatit — zwei nicht ganz sichere Angaben von Zwillingsbildung nach *s* $(11\bar{2}1)$ bei W. E. Hidden und H. S. Washington[2] und bei A. Lacroix[3] — habe ich eine genauere Untersuchung der Krystalle durchgeführt.

Unter den vorhandenen Krystallen zeigen vier das Zwillingsgesetz: Achse der Hemitropie die Normale zur Fläche $(10\bar{1}3)$. Es sind jeweils drei Krystalle im Wirtel angeordnet, in einer sehr bezeichnenden Art und mit so starker Verzerrung der Einzelindividuen, daß man ursprünglich an ein neues Mineral dachte und sogar kurze Zeit ein neuer Name dafür auftauchte.

Der einzelne Krystall zeigt starke Streckung nach der *c*-Achse, sehr stark geriefte Prismenflächen, so daß es zu gar keiner Ausbildung deutlich gesonderter Flächen in dieser Zone kommt. Von Pyramidenflächen ist *x* größer ausgebildet, *v* $(11\bar{2}2)$, *y*, *s* und *m* ganz untergeordnet als kleine Facetten, auch die Endfläche ist ganz zurücktretend. [Gute Spaltflächen nach (0001) liefern gelegentlich recht brauchbare Signale für die Messung.] Die Krystalle sind nun annähernd nach einer Prismenfläche *a* oder *b* stark gestreckt, so daß sich scheinbar monokline Formen wie Fig. 1 und 2 ergeben. Im ersten Falle, Abflachung nach einer Fläche $(10\bar{1}0)$, sind von den herrschenden Pyramidenflächen $(10\bar{1}1)$ zwei groß ausgebildet, im zweiten Falle, Verbreiterung nach $(11\bar{2}0)$, ist eine Fläche $(10\bar{1}1)$ sehr groß, die beiden anliegenden sind schmäler und die übrigen klein. Manche Krystalle zeigen noch Knickungen und ein stufenweises Absetzen der Pyramidenflächen, so daß sägeartige Gebilde parallelverwachsener tafeliger Krystalle vorzuliegen scheinen (Photographie eines Teilkrystalles, Tafel I, Fig. 3).

Die goniometrische Messung (zweikreisiges Goniometer nach V. Goldschmidt) ergab zunächst bezüglich der einzelnen Krystalle,

---

[1] Eine Stufe aus der Sammlung Dr. J. Bakeš, Brünn, welche mir von ihrem Besitzer in zuvorkommender Weise zur Besichtigung übersandt wurde, zeigt einen kleinen Apatitzwilling zwischen trübweißen Quarz- und weißen Kalifeldspatkrystallen sitzend; weiters sind noch Turmalin und ein Zeolith (Desmin?) vorhanden.

[2] W. E. Hidden und H. S. Washington, Am. Journ. of Sc., III. Ser., Vol. 33, 1887, 501.

[3] A. Lacroix, Miner. de France, IV., 387 1910.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

daß in der Prismenzone an Stelle der Hauptflächen *a* und *b* Komplexe von Vizinalflächen auftreten, die über mehrere Grade reichende, fast kontinuierliche Reflexzüge liefern. Dann zeigen aber die Reflexe tiefer und höher liegender Teile der Prismenflächen Verschiebungen sowohl der ρ-Werte als auch der φ-Werte bis zu mehreren Graden und dem entspricht eine wiederholte leichte Knickung der vertikalen Streifung in der Prismenzone.

Auch die Pyramidenflächen, namentlich die durch die Verzerrung der Krystalle vergrößerten, lassen Knickungen erkennen und liefern im Reflexbilde mehrfache Reflexe, die bei größeren Krystallen um mehrere Grade voneinander abweichen.

Trägt man die Messungen an den zwillingsartigen Gebilden in eine stereographische Projektion ein, so fallen die Prismenzonen und Endflächen im allgemeinen noch gut in die Positionen, wie sie durch das Zwillingsgesetz: Zwillingsachse die Normale der

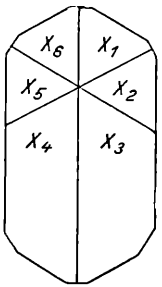

Fig. 1.

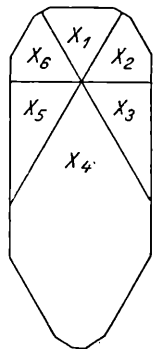

Fig. 2.

Fläche σ $(10\bar{1}3)$ vorgeschrieben sind. Der Winkel der beiden Endflächen, beziehungsweise der Prismenzonen würde nach diesem Zwillingsgesetz 31° 36′ betragen. [Berechnet aus $\rho\,(10\bar{1}3) = 15°\,46'$ der Fläche σ $^1/_3\theta$ für das bei Goldschmidt angegebene Achsenverhältnis.] Dabei kämen theoretisch zur Deckung eine Prismenfläche *b* und die Zonen $a_1\,x_1\,c\,x_4\,a_4$ (stereographische Projektion Fig. 4). Es wäre noch die Deutung einer Zwillingsbildung: Zwillingsebene $(40\bar{4}1)$ möglich (mit einem Werte $\rho = 73°\,33'$), wobei die beiden Endflächen einen Winkel von 32° 54′ einschließen sollten. Doch erscheint dieses Zwillingsgesetz weniger wahrscheinlich als das oben angegebene.

Während Rechnung und Beobachtung bezüglich der Positionen der Endfläche und der Prismenzone leidlich gute Übereinstimmung ergeben, zeigen die Pyramidenflächen *x* bedeutend stärkere Abweichungen. Und zwar weichen alle *x*-Flächen in demselben Sinne derart von den vorausberechneten Stellungen ab, daß sich für den Kopfteil jedes Einzelkrystalls eine bestimmte Drehung ergibt, wenn man die Prismenzonen beider Zwillingskrystalle in die richtige Stellung bringt. Der Betrag der Drehung ist von Krystall zu Krystall verschieden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Verhältnisse werden nun weiters dadurch kompliziert, daß in drei von den beobachteten Fällen Drillingskrystalle vorliegen, und zwar anscheinend so, daß zwei benachbarte Flächen σ gleichzeitig als Zwillingsebenen auftreten. Die Rechnung hiefür ergibt, daß die Endflächen der beiden in Zwillingsstellung befindlichen Individuen gegen den Ausgangskrystall je einen Winkel von 31° 36′, der beiden Zwillingskrystalle untereinander 30° 19′ einschließen, so daß eine fast symmetrische Anordnung aller drei Krystalle in einem dreizähligen Wirtel um eine Achse vorliegt, welche die Stellung $\varphi = 30°$, $\rho \sim 19°$ gegenüber dem Ausgangskrystalle hat. Die dreizählige Achse stünde ungefähr senkrecht auf einer Fläche $(11\bar{2}4)$, deren ρ-Wert 20° 09′ beträgt.

Alle drei Individuen zeigen nun wieder, wenn man ihre Prismenzonen, beziehungsweise die darauf senkrecht stehenden Endflächen richtig aufstellt, die kennzeichnende Verdrehung der Pyramidenflächen, und zwar bei allen Teilkrystallen eines Zwillingsgebildes in demselben Sinne; dabei sind allerdings in einzelnen Fällen die Stellungen je eines Krystalles doppeldeutig, die Projektionspunkte der gemessenen Krystallflächen sind von je zwei x-Flächen in der theoretisch richtigen Stellung annähernd gleich weit entfernt.

Die Aufstellung des Zwillings wurde auch durch Ätzversuche mit 10% HNO_3 (35° C.) geprüft. Die erste Erscheinung, die bei vorsichtigem Ätzen beobachtet wird, ist eine zarte Streifung senkrecht zur Riefung.[1] Bei sehr starker Vergrößerung, am besten an Kollodiumabdrücken, erkennt man, daß kleine reihenweise angeordnete Ätzgrübchen die Streifung hervorrufen. Dazwischen liegen einzelne Ätzgrübchen von deutlich monosymmetrischem Charakter (horizontale Symmetrieebene), kleine Dreiecke, die alle ihre Spitzen gegen eine Prismenkante zuweisen. Die Form ist ähnlich der Fig. 12*a* bei J. Lorenz.[2] Die Ätzerscheinungen treten übrigens viel rascher und energischer ein, als es nach den Mitteilungen von Lorenz zu erwarten wäre; bei 10% HNO_3 sind bereits nach 30″ deutliche, allerdings sehr kleine Ätzgrübchen zu beobachten, welche sich dann so rasch vermehren, daß ihre Einzelgestalt nicht mehr erkennbar ist. Auch die $(10\bar{1}1)$-Flächen bedecken sich sehr rasch mit winzigen, spitzdreiseitigen Ätzfiguren, die sich in ihrer Entwicklung gegenseitig stören.

Bei zwei Apatitdrillingen, deren unterster Teil mit HNO_3 geätzt wurde,[3] zeigten die Ätzfiguren an den Zwillingsgrenzen sich berührender Prismenflächen eine gleichsinnige Lage, die Spitzen der Dreiecke nach derselben Seite gewendet. Die Oberseiten der

---

[1] An einfachen Krystallen von Elba auch bei längerer Einwirkung des Ätzmittels nicht beobachtet.

[2] Joh. Lorenz, Ber. über d. Verh. d. sächs. Akad. d. Wiss., Leipzig, math.-phys. Kl., Bd. 73, 1921, 249.

[3] Kopf des Krystalles durch eine Wachskappe von der Säureeinwirkung geschützt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Teilkrystalle, Prismen und Pyramiden dritter Art sind demnach gleich orientiert.

An dem größten der Zwillingskrystalle (Nr. I) ist Oberseite und Unterseite entwickelt. Bezeichnenderweise ist hier der Sinn der Verdrehung für die Teilkrystalle auf der Unterseite der entgegengesetzte wie auf der Oberseite.

Auch die Orientierung der Verzerrung läßt sich genauer angeben. Jeder Einzelkrystall erfährt eine Streckung und Verbreiterung in einer Ebene, welche durch die gemeinsame Drehachse des Drillings und die Endflächennormale des Einzelkrystalls hindurchgelegt wird; je nachdem, ob mit dieser Ebene die Flächennormale einer x-Fläche annähernd zusammenfällt, oder ob zwei x-Flächen zu dieser Ebene mehrminder symmetrisch liegen, erscheinen dann eine oder zwei Pyramidenflächen (und zwar die der gemeinsamen Drehachse des Drillings abgewendeten!) stark vergrößert.

Einzelbeschreibung.

Zwillinge nach $(10\bar{1}3)$.

Zwillingskrystall I. 21 *mm* hoch, doppelendig ausgebildet. Drei flachtafelige, zirka 1 *mm* dicke Krystalle durchdringen einander; sie sind auf dem einen Ende sehr regelmäßig angeordnet, so daß die kleinen Endflächen sich fast berühren, das andere Ende (»Unterseite«) zeigt infolge Durchdringung in ungleicher Höhe scheinbar unregelmäßige Verteilung (Tafel I, Fig. 1, dreifach vergrößerte Photographie). Bei der zweikreisigen Messung wurde das größte Individuum (6) mit seiner Endfläche polar gestellt (Oberseite, stereographische Projektion Fig. 5).

Zwillingskrystall II. 8 *mm* hoch, auf der Unterseite abgebrochen. Ausbildung wie bei Apatit I. Hier wurde versucht, den mittleren Teil der Prismenzone mit seiner Achse polar zu stellen; die Endfläche erweist sich dabei etwas aus der Polarstellung herausgerückt.

Zwillingskrystall III. 10 *mm* hoch, unterseitig abgebrochen, auf der Oberseite die Spitze des einen Individuums abgebrochen, durch eine Spaltfläche (0001) ersetzt. Ausbildung wie bei I, die Endfläche des Individuums A polar gestellt.

Zwillingskrystall IV Abweichende Ausbildung, ein wenig verzerrter Krystall A sitzt auf einem in Zwillingsstellung befindlichen B auf. Krystall A mit Endfläche polar gestellt (Gesamtkrystall $4^1/_2$ *mm* hoch).

In der folgenden Zusammenstellung der Messungen sind aus der Prismenzone nur die Hauptreflexe, welche meist innerhalb eines Reflexbandes hervortreten, besonders angeführt; sie entsprechen fast durchwegs Vizinalen zu $(10\bar{1}0)$ und $(11\bar{2}0)$. Wenn in der zweiten Rubrik Werte φ und ρ angeführt sind, rühren sie von Reflexen aus tiefer liegenden Teilen der Prismenfläche her. Die Pyramidenflächen sind in einer bestimmten Reihenfolge $x_1 x_2 x_3 \ldots$ bezeichnet, die aus dem Idealkopfbilde des Drillingskrystalles zu ersehen ist (Fig. 3).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Soweit die Pyramidenflächen (namentlich die größeren) einen Aufbau aus mehreren Teilflächen erkennen lassen, sind die Reflexe dieser Teilflächen mit α, β, γ bezeichnet in der Anordnung, daß mit α der höchstgelegene, der Endfläche benachbarte Teil berechnet ist.

Die Aufstellung ist analog der von V. Goldschmidt gewählten (G_1 Winkeltabellen); für x_1 $(10\bar{1}1)$ ist $\varphi = 0° 00'$.

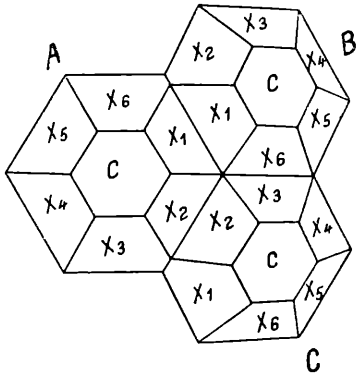

Fig. 3.

Apatit I, Oberseite.

(0001) von Individuum *C* polar gestellt. Verkl. Signal.

Individuum *C*.

Fläche	Reflex	ρ		Reflex	ρ		
Prismenzone	gut	0° 00'	—				
				gut	102° 53'	89° 47'	
	mäßig	110 48	90° 09'		109 47	89 45	
		112 50	90 09	»	112 54	89 45	
				mäßig	114 13	89 42	
	gut	117 51	90 09	sehr gut	117 28	89 38	breite Prismenfläche
		122 01	89 37				
		144 13	89 21				
	»	147 13	89 21				
	mäßig	233 57	89 37				
	gut	290 33	90 17				
		291 52	90 17				
		300 32	90 21				
		301 31	90 21	gut	301 40	91 35	
	sehr gut	302 43	90 21				
					318 52	91 45	
	gut	325 48	90 11				breite Prismenfläche
		326 51	90 11	sehr gut	327 16	91 51	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fläche		Reflex			Reflex			
	α	gut	120° 13'	40° 20'				
x_4	α	sehr gut	179 29	39 51				
	β		179 43	39 55				große
	γ		179 57	39 48				Pyramidenfläche
	δ		180 13	40 20	ε s. gut	181° 38'	38° 36'	
	α		240 04	39 32				
	β		240 04	39 00				
	γ		239 51	39 54				große
	δ		240 53	40 01				Pyramidenfläche
	ε		240 00	39 57				
			241 02	39 57				
	ϑ		242 43	40 29				
	α		300 10	39 55				
	β		300 10	40 13				
s			150 40	53 42				
s			211 23	54 35				
s		mäßig	272 13	56 22				
y			180 56	57 52				
y		sehr gut	241 23	59 53				

Individuum *B*.

		sehr gut	358 28	29 51				
		gut	62 18	104 16				
Prismen-		sehr gut	223 19	68 02	sehr gut	227 18	70 18	breite Prismen-
zone			230 39	70 47		230 18	71 24	fläche
		gut	264 23	87 22				
x_4		sehr gut	14 05	68 18				
x_2			294 13	45 11				
x_3	α		333 48	64 10				große
	β		333 07	65 27				Pyramidenfläche
	γ		333 04	65 17	sehr gut	331 45	65 12	
			304 34	70 14				

Individuum *C*.

			—					
		gut	139 26	90 04				
		s. gut	147 26	84 51		146 47	84 36	
		»	150 27	82 59		150 31	82 15	
			153 42	81 02				
		gut	156 29	79 16		157 23	78 14	breite Prismen-
Prismen-			159 39	77 27				fläche
zone			161 50	76 11				
			173 11	70 17				
		s. gut	174 45	69 33				
		gut	176 58	68 33				
			325 11	93 29				
			326 29	94 22	sehr gut	326 25	94 50	
			329 52	96 24				
x_4		sehr gut	17 09	65 31				

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fläche	Reflex	ρ	Reflex	
α	sehr gut	56° 52'	72° 40'	große
β		56 32	72 27	Pyramidenfläche
		95 19	58 20	
		33 44	86 56	

Apatit I, Unterseite.

Individuum *C*.

	mäßig	0 00	—					
	sehr gut	176 44	90 12					
	gut	182 40	90 07					
	sehr gut	205 25	90 00	sehr gut	205° 33'	90° 00	
		211 08	89 58					
	gut	233 40	89 48					
	s. gut	236 18	89 48					
		239 07	89 51					
	gut	246 01	52					breite Fläche
Prismen-		260 47	52					
zone		271 10	49					
		272 59	49					
	s. gut	298 14	44	sehr gut	298 24	89 44	
	»	300 13	44					
	gut	325 34	43					
	s. gut	357 08	47	sehr gut	356 58	89 45	
	gut	2 58	46					
		19 08	49	gut	21 04	90 02	
					35 18	90 10	
α	gut	118 30	40 02					
β	sehr gut	119 34	40 40					
x_4 α	gut	179 08	39 37					große Fläche
x_4 β	sehr gut	178 00	40 27					
x_3	»	240 27	39 54	gut	237 13	39 25	
x_2	mäßig	299 58	40 14					
v		148 03	36 29					

Individuum *B*.

	sehr gut	3 15	28 57					
	gut	154 31	63 38					
	s. gut	168 34	61 52					
	gut	182 02	61 09					
		222 00	66 48					
	s. gut	224 46	67 38					
Prismen-	gut	225 29	67 51					
zone	mäßig	247 07	76 25					
	»	249 24	77 33					
	gut	254 34	80 06					
		277 15	92 22					
		279 44	93 40					

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fläche	Reflex			Reflex			
α	gut	27° 38'	65° 15'				
β	sehr gut	27 38	65 49				breite Fläche
α		67 29	44 53				
β		66 54	44 47				
γ		66 24	44 39				
x_1		123 38	17 12				
x_6	mäßig	259 55	23 30				
α	sehr gut	307 02	50 48				
β		307 02	50 26				
x_4 α		347 03	67 32				
β		347 09	67 20				
	mäßig	105 45	42 45				

Individuum *A*.

	sehr gut	310 40	31 27				
	gut	31 02	95 51				
	s. gut	53 17	82 13				
	»	57 35	79 41				
		83 36	67 24				
	gut	113 55	59 43				
Prismen-	s. gut	147 53	59 41				
zone	»	152 44	60 20				
	mäßig	161 42	62 10				
	s. gut	179 48	68 07				
	»	183 49	69 47				
	mäßig	192 38	74 01				
		198 24	77 00				
x_4 α	sehr gut	18 57	41 57				
β	gut	18 17	42 05				
x_1	sehr gut	222 11	27 31				
x_6 α	»	262 13	55 39				breite Fläche
β	gut	261 56	56 00				
x_3	mäßig	340 33	64 44				

Apatit II.

Individuum *A* polar gestelit (Prismenzone).

	sehr gut	180 37	2 24				
	»	1 59	87 46				
	mäßig	28 20	88 07				
		60 55	89 18				
	gut	92 58	89 52				
		96 19	89 39				
Prismen-	mäßig	112 51	89 52				
zone		121 18	89 52				
	gut	147 53	89 58				
	sehr gut	174 26	90 00				
	gut	178 28	90 00				
		203 42	90 00				

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

		gut	218°	49′	90°	00′	
		sehr gut	236	50	89	58	
		gut	273	16	89	43	
			292	29	89	12	
		sehr gut	296	31	89	48	
			302	51	88	12	
		gut	321	45	88	12	
		s. gut	328	19	88	05	
x_1	α		0	56	32	19	geknickte Flächen
	β		2	15	37	41	
	α		64	49	39	09	
	β	mäßig	71	56	38	47	
x_3		sehr gut	122	38	41	06	
	α	»	173	42	41	12	
	β	gut	178	49	40	48	
x_1	γ		178	55	40	02	
	δ	sehr gut	179	23	40	02	große Fläche
	ε		180	07	42	07	
	α		237	47	41	28	
	β		234	47	41	05	
	γ		238	32	40	57	
	α	gut	297	48	40	23	
	β	sehr gut	297	59	39	05	
	γ		298	14	38	32	

Individuum *B*.

		sehr gut	1	02	32	23	
		mäßig	80	03	89	42	
			90	59	96	25	
Prismen-		gut	228	04	67	39	
zone			239	37	72	32	
		s. gut	260	36	84	02	
		gut	270	25	89	53	
	α	sehr gut	32	54	64	33	
	β		34	40	64	01	
	γ		35	30	64	01	
			278	20	31	24	
	α		314	27	58	53	
x_3	β		316	13	58	41	große Fläche
	γ	gut	318	17	52	15	
	α		353	18	72	22	
	β	sehr gut	355	18	71	28	
x_1	γ	gut	355	18	70	32	große Fläche
	δ		359	16	66	06	
		mäßig	284	25	57	21	

Individuum *C*.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fläche	Reflex		ρ	Reflex	φ	ρ	
Prismenzone	gut	163° 47'	76° 53'				
		168 16	74 10				
	sehr gut	192 51	62 50				
	gut	315 32	83 16				
	s. gut	322 10	88 14				
	»	342 41	102 21				
		343 37	102 51				
x_1 α		31 43	70 29				große Fläche
x_1 β		31 21	70 49				
x_1 γ		29 29	70 59				
α		70 43	72 50				
β		69 40	74 32				
x_6		107 28	53 56				

Apatit III.

Individuum *A* polar gestellt (0001).

	gut	0 00	—				
Prismenzone	mäßig	30 59	89 51				
	gut	123 58	90 56				
	mäßig	153 27	91 09				
	gut	170 23	90 05				
		172 23	90 03				
		181 54	89 49				
		183 58	89 56				
	sehr gut	216 58	88 57				
	»	244 53	87 58				
	gut	268 25	88 35				
	s. gut	276 01	88 38				
	gut	303 31	88 54				
x_3 α	sehr gut	120 02	40 54				
x_3 β		120 07	41 04				
x_3 γ		122 51	42 08				
x_4 α	gut	179 47	40 06				große Fläche
x_4 β		179 36	39 41				
α		240 18	38 54				
β		241 27	38 16				
x_6	sehr gut	299 06	37 46				

Individuum *C*.

		—	—				
Prismenzone		174 22	76 05				
		176 29	74 52				
		181 36	72 44				
		202 25	64 02				
		351 16	92 01		349° 03'	91° 41'	
		354 11	91 29				
x_1	sehr gut	38 09	68 34				

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fläche	Reflex			Reflex			
α	sehr gut	78° 42′	69° 09′				
β		77 59	69 07				große Fläche
γ		78 11	69 31				
α	mäßig	116 26	50 42				
β		116 13	50 26				

Individuum *B*.

		—		—			
	gut	98 56	90 31				
		104 51	85 28				
Prismenzone	mäßig	228 56	61 06				
	gut	250 07	69 20				
	mäßig	260 38	75 45				
		279 40	88 00				
	gut	287 11	95 23				
α		11 06	75 20				große Fläche
β		11 48	75 59				
x_1 γ	sehr gut	12 32	75 36				
δ	mäßig	13 15	75 42				
α	sehr gut	49 04	62 49				
β	gut	49 01	62 33				
x_2	sehr gut	300 16	37 48				
α	gut	332 45	65 16				große Fläche
x_3 β	sehr gut	333 46	65 35				
γ	gut	333 46	65 35				
	»	304 13	64 28				

Apatit IV.

Individuum *A*.

	sehr gut	0 00					
		28 32	89 51				
	gut	34 10	89 51				
	mäßig	60 46	89 47				
		209 16	89 51				
	sehr gut	240 20	90 15				
Prismenzone	mäßig	270 00	90 16				
		274 25	90 21				
		302 25	90 23				
		328 14	90 14				
	sehr gut	332 48	90 14				
		359 09	90 02				
		2 58	90 02				

Subparalleles Individuum *A'*.

α	sehr gut	239 25	40 16		241° 00′	40° 09′	
x_5 β		239 22	39 48				
x_6		299 42	40 09				
x_1		359 46	39 54				

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fläche	Reflex	ρ		Reflex	ρ	
x_2	sehr gut	60° 53′	40° 10′			
x_3				sehr gut	122° 08′	39° 54′
x_1					182 05	40 16
			Individuum *B*.			
	gut	349 17	31 37			
	mäßig	74 18	93 45			
		98 42	78 20			
		130 40	64 12			
		159 32	58 45			
Prismen-		168 12	58 22			
zone		171 50	62 24			
		228 55	72 24			
		230 32	73 22			
	sehr gut	255 34	87 25			
	gut	259 54	90 21			
x_5	sehr gut	24 41	63 05			
x_6		62 17	38 10			
x_1		142 56	9 13			
x_2		267 33	31 42			
x_1	gut	344 04	71 30			

Wie ersichtlich ergeben sich in den Positionen der Teilkrystalle gegenüber den theoretischen Stellungen nicht ganz unbedeutende Abweichungen.[1] Es betragen die Winkel der Endflächen, beziehungsweise der Prismenzonen bei:

Apatit I: $c_C : c_B = 29° 51′$;
Oberseite $c_C : c_A = ?$ Winkel der Prismenzone zirka 32°
Unterseite $c_C : c_B = 28° 57′$, $c_C : c_A = 31° 27′$.

Apatit II: $c_A : c_B = 32° 32′ \pm 2° 24′$;
$c_A : c_C = ?$ Winkel der Prismenzone $34^1/_2°$

Apatit III: $c_A : c_B = ?$ Winkel der Prismenzone 32°
$c_A : c_C = ?$ 33°

Apatit IV: $c_A : c_B = 31° 37′$.

Auch der Betrag der Drehung ist bei den einzelnen Teilkrystallen nicht gleich groß. Wenn man versucht, die drei Krystalle des Drillings möglichst symmetrisch (um die pseudotrigonale Achse des Drillings) aufzustellen, erhält man z. B. bei Apatit I:

[1] Die auf ein kleines Schwanken der *c*-Achsen hinweisen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Oberseite: Ind.	C	nach rechts verdreht um zirka	15°,
	B		25°,
	A		10°
Unterseite:	C	links	10°,
	B		20°,
	A		10°

Ähnliches Verhalten zeigt Apatit II und III.

Abweichend ist bei Apatit IV, der übrigens auch nach dem äußeren Ansehen von den ersten drei Drillingen abweicht, der Be-

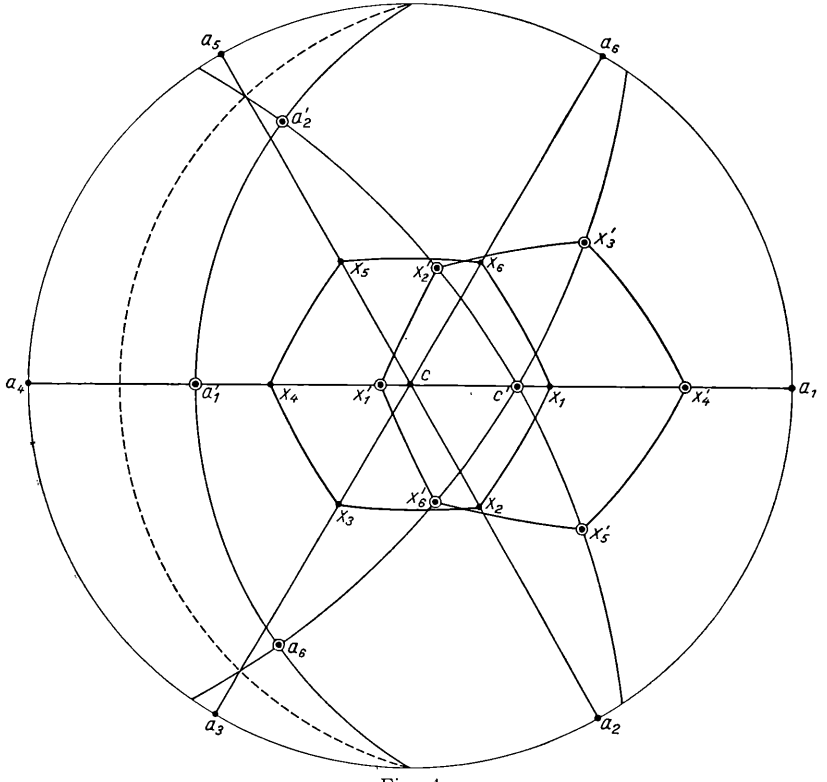

Fig. 4.

trag der Drehung bei dem einen Individuum A nach rechts 11°, beim anderen B nach links 9° Hier ist die Unterseite des Krystalls A in Spiegelstellung zur Oberseite des Krystalls B, also die Fläche $(10\bar{1}3)$ Zwillingsebene.

Zwilling nach $(11\bar{2}3)$ (?).

Apatit V entspricht nach dem Winkel, den die Endflächen der beiden Teilkrystalle einschließen und nach entsprechendem Winkel der Prismenzonen am ehesten einem Zwillingsgesetze:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zwillingsebene die Fläche $^1/_3$ (1123). Die Position der Fläche c des Zwillingsindividuums wäre $\varphi = 30°$, $\rho = 52° 08'$, gemessen wurde $c_A : c_B = 51° 36'$, bei sehr unregelmäßigem Bau des einen Individuums (A). Bei diesem Zwillingsgesetze wäre gemeinsam eine Prismenfläche erster Art und die Zone $b_1\ s_1\ c\ s_4\ b_4$.

Bringt man Endflächen und Prismenzonen in die richtige Stellung, so ergibt sich wieder eine Drehung der Pyramidenflächen; und zwar lassen alle Flächennormalen der x-Flächen des polar gestellten Teilkrystalls A eine Rechtsdrehung von zirka 11° gegen-

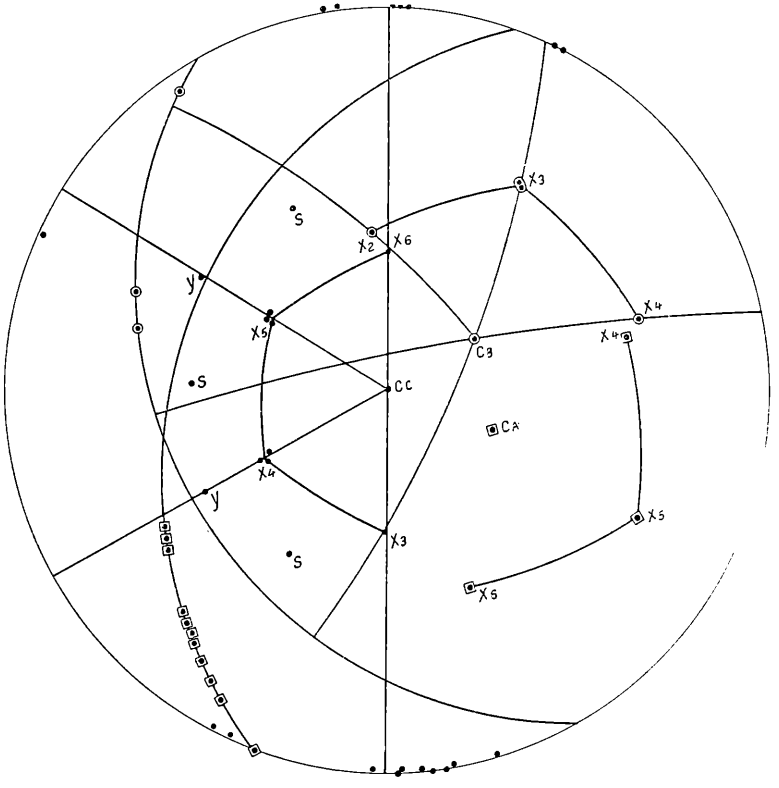

Fig.

über der Ausgangsstellung, die x-Flächen des Individuums B eine Linksdrehung um zirka 14° erkennen.

Die folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der goniometrischen Messungen, die Figuren 6 und 7 liefern die stereographische Projektion des berechneten und des beobachteten Zwillings, dessen Gestalt die Photographie Tafel I, Fig. 2, zeigt (Original 5 *mm* hoch).

Es soll jedoch darauf hingewiesen werden, daß auch die Deutung als Zwillingsbildung nach 21 $(21\bar{3}1)$ eventuell noch in Betracht käme. Aus den Koordinaten dieser Fläche $\varphi = 19° 06'$,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Apatit V.

Fläche	Reflex	ρ	Reflex	φ	ρ	
			Individuum *A*.			Subparalleles Individuum *A'*.
			gut α	129° 00′	2° 02′	
			mäßig β	158 43	−0 48	
	s. gut	23° 33′ 90° 26′				
		31 40 90 24				
	»	59 38 90 16				
	mäßig	121 18 89 52				
		151 07 89 58				breite Fläche
Prismen-		152 52 89 58				
zone		179 15 89 58				
		238 28 89 56				
	sehr gut	271 27 90 00				
	gut	294 10 90 00				breite Fläche
	mäßig	303 12 90 00				
	s. gut	325 09 90 01				
	gut	331 38 90 01				
	s. gut α	0 57 39 47				
	» β	0 53 39 00	sehr gut	1 55	39 05	
	»	61 23 40 10		59 38	40 24	
		119 00 41 37	»	119 55	39 26	
	gut	178 07 40 31	mäßig	179 28	40 07	
		238 19 39 08	gut	239 17	40 16	große Fläche
	α	299 54 40 13				
	β	299 43 39 17	sehr gut	300 06	38 52	
			Individuum *B*.			
	sehr gut	19 18 51 36				
	gut	97 31 103 07				
	mäßig	104 37 94 35				
Prismen-	gut	139 35 56 23				
zone	»	253 06 53 57				
	mäßig	278 03 77 28				breite Fläche
	s. gut	286 32 87 55				
	mäßig	27 34 90 35				große Fläche
	gut	59 47 69 49				
α		72 43 33 00				
β		73 29 33 28				
	sehr gut	339 27 15 56				
	mäßig	350 47 83 22				große Fläche

$\rho = 65° 57'$ berechnet sich die Lage von *c* des Zwillingsindividuums $\varphi = 199° 06'$, $\rho = 48° 05'$, also mit einer zirka 3° betragenden Abweichung gegenüber der Messung, dagegen wäre der Betrag der Verdrehung beider Teilkrystalle ein viel geringerer.

Es soll daher das oben angeführte Zwillingsgesetz zunächst als nicht vollkommen sichergestellt betrachtet werden, bis weitere Beispiele hiefür bekannt werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wie nun aus den Messungsdaten zu ersehen ist, kommt man bei den Apatitzwillingen von Elba zur Vorstellung einer gedrehten Lagerung der Einzelkrystalle. Bei diesem Minerale sind derlei Bildungen bisher nicht beobachtet worden. In der Apatitgruppe sollen gewisse hypoparallele Verwachsungen, wie sie beim Pyromorphit und Mimetesit vorkommen, und vor allem die faßförmigen Kampylite daraufhin näher geprüft werden.

Die Vermutung, daß der gedrehte Bau der Apatitzwillinge von Elba mit der Symmetrieverminderung bei diesem Minerale in Zu-

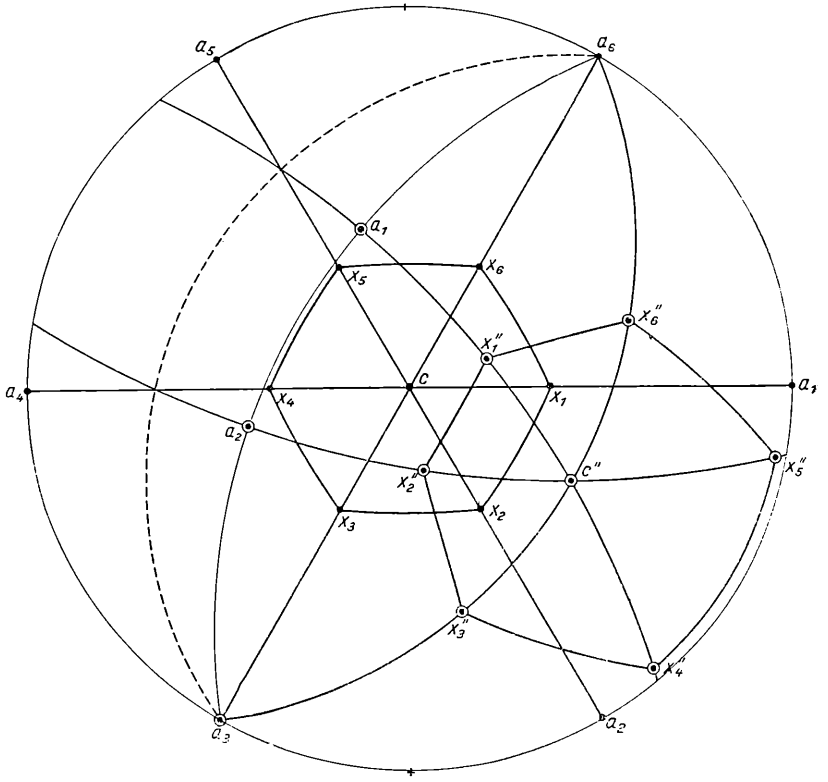

Fig. 6.

sammenhang stehe, wird bestärkt durch die Beobachtung, daß auch bei anderen Mineralien, die ebenso durch eine (gegenüber der holoedrischen Klasse) verminderte Symmetrie ausgezeichnet sind, krumme Krystalle oder eigentümlich verdrehte Krystallaggregate auftreten (Prehnit, Kieselzinkerz, Dolomit, Quarz).

Die krystallographischen Beobachtungen an gekrümmten Krystallen scheinen aber auch eine allgemeinere Wichtigkeit für die genetische Deutung der Krystalle, beziehungsweise Krystallzwillinge zu haben. Wenn sich an einem Kernkrystall aus der Lösung neue Substanz (Molekel, Molekelgruppen) ansetzt, kann diese entweder

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Angaben von G. Tschermak bei den halb und ganz geschlossenen Bildungen noch eine zweite Verdrehung hinzu, die am einfachsten als geringe Drehung um die dreizählige Hauptachse beschrieben werden kann (Schichten nach der Basis, jede gegen die vorige um einen kleinen Winkel gewendet).[1]

Beim Apatit ist der Bau des Krystallaggregates, das als Teilkrystall der Elbaner Zwillinge fungiert, nicht unmittelbar zu erkennen, da hier einzelne Prismenflächen infolge der starken Vizinalen-

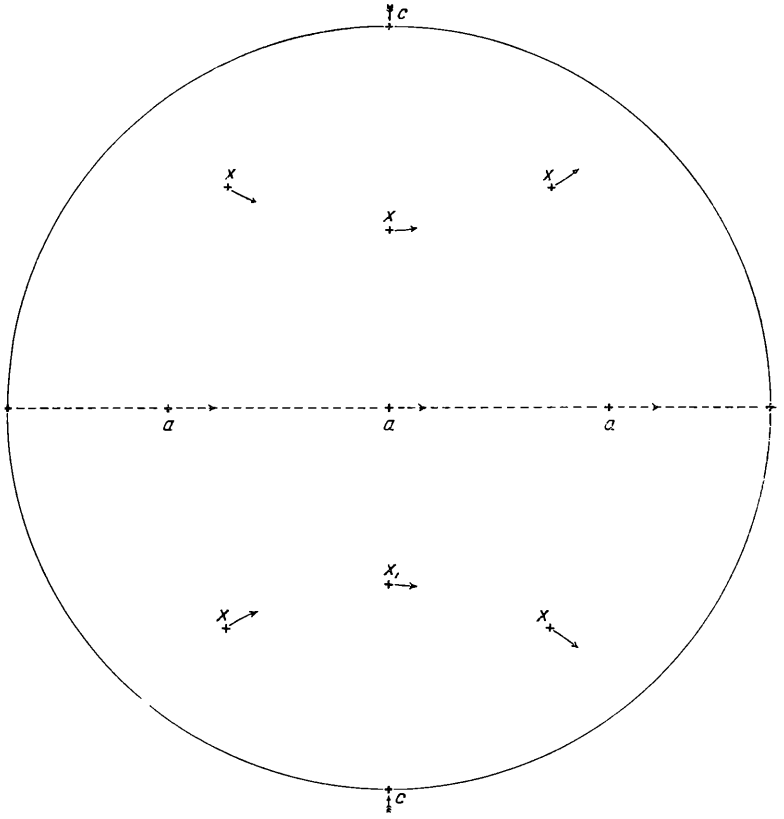

Fig. 9.

bildung und Riefung nicht sicher festgestellt werden können. Soweit die Messungen in verschiedener Höhe der Prismenflächen, unmittelbar an der Grenze gegen die oberen Pyramidenflächen und etwas tiefer, eine Angabe zulassen, dürfte sich wohl eine Verdrehung der ganzen Zone um die Hauptachse (und gleichzeitig ein kleines Schwanken der Hauptachse selbst) ergeben; dieselbe Drehung erscheint auch

[1] Ich sehe hier ab von der Deutung dieser Gebilde als »Vizinalzwillinge«. G. Tschermak, Denkschr. d. Akad. d. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., Bd. LXI, 1894. Siehe zu dieser Frage noch: E. Billows, Riv. di min. e crist. ital., Vol. XXXVII, 1909, 3.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bei den größeren Pyramidenflächen angedeutet. In größerem Ausmaße erscheint die Verdrehung aber durch die oben beschriebene Zwillingsbildung sichergestellt; wenn man die naheliegende Annahme macht, daß der Keimzwilling krystallographisch streng orientiert war, lassen die Bildungen wohl nur die Deutung zu, daß die Teilkrystalle des Zwillings jeder eine Drehung um die Hauptachse aufweisen. Für den Aufbau eines solchen Teilkrystalls kann man entweder eine Anlagerung und geringe Wendung kurzprismatischer Apatitkryställchen in der Richtung der Hauptachse annehmen (der oberste, einseitig frei ausgebildete würde dann gegen den Keimkrystall wieder am weitesten verdreht sein) oder aber Umhüllung eines Keimkrystalls durch Schichten, die Schwerpunkt und Hauptachse gemeinsam hätten, im übrigen aber wieder die Wendung gegeneinander aufwiesen. Im letzteren Falle wäre der entgegengesetzte Sinn der Verdrehung bei Betrachtung von oben und unten unmittelbar verständlich, im ersteren Falle müßte, vom Keimkrystall beginnend, bei einem schwebend gebildeten Krystalle die Verdrehung der Schichten oben und unten im entgegengesetzten Sinne erfolgen (stereographische Projektion Fig. 9, in welcher die Hauptachse in dem Grundkreise N—S gelegen ist). Die Projektionspunkte der Prismenflächen würden entweder in die Hauptsymmetrieebene selbst fallen oder auf einem Kreiszylinder, von der Mitte beginnend, in zwei Schraubenlinien mit entgegengesetztem Sinne angeordnet sein, so daß wieder für den ganzen scheinbar einfachen Krystall die (Haupt-)Symmetrieebene heraustritt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

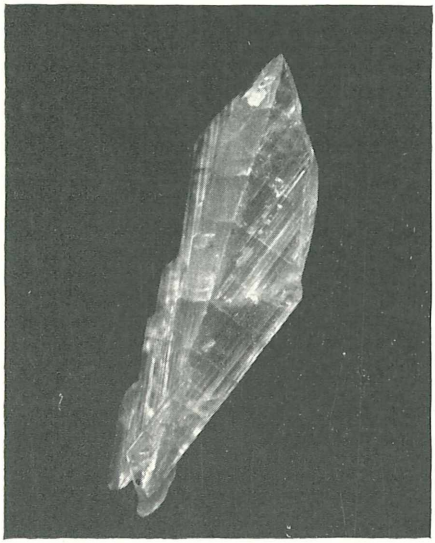

Fig. 1.

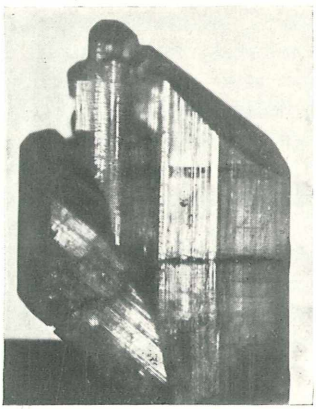

Fig. 2.

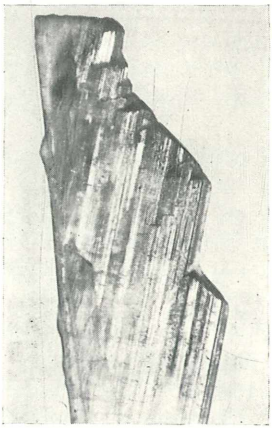

Fig. 3.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: 138

Autor(en)/Author(s): Himmelbauer Alfred

Artikel/Article: Apatitzwillinge von Elba 251-271