

## Ein neuer Titanitfund aus dem Hollersbachtale.

Von C. Hlawatsch.

(Mit 4 Figuren im Texte und 1 Tafel).

Im Jahre 1926 fand der Bergführer und Verwalter der „Thüringer Hütte“, Herr Karl Wurnitsch, im Hintergrunde des Habachtales an der Ostwand des Großen Lienzinger, die steil gegen das Hollersbachtal abfällt, ein reiches Vorkommen von Titanit, welches er zur Gänze ausbeutete und welches dann zum allergrößten Teile von dem Mineralienhändler Herrn Anton Berger in Mödling erworben wurde. Von ihm erstand auch die mineralogische Abteilung des Naturhistorischen Museums einige Stücke, darunter ein besonders großes, das durch eine Widmung des Vereines von Freunden des Naturhistorischen Museums für das Museum gewonnen werden konnte. Es trägt die Nummer J 7156.

Vom Hollersbachtale, mutmaßlich vom kleinen Lienzinger, war schon in früherer Zeit (1898) eine Stufe durch den Mineralienhändler Otto an das Museum gekommen, sie trägt die Acquisitionsnummer G 7877.

Die paragenetischen Verhältnisse sind bei dieser älteren Stufe dieselben, wie bei dem neuen Funde.

Bemerkenswert ist bei diesen Stufen, daß von einem Quarzbande, wie es J. Königsberger<sup>1</sup> bei den als Typus der „Alpinen Klufftmineralien“ beschriebenen Schweizer Mineralien aus dem Aare- und Gotthardtmassive als stets vorhanden, wenn auch nicht über die ganze Klufft ausgedehnt, voraussetzt, bei keiner der Stufen vom großen Lienzinger etwas zu sehen ist.

Gleichwohl ist es nicht ausgeschlossen, daß ein solches vorhanden ist, denn die Unterlage, auf der die frei krystallisierten Minerale sitzen, zeigt eine von normalen Gesteinen abweichende Beschaffenheit.

Bei der Mehrzahl der Stücke besteht sie vorwiegend aus ziemlich stark getrübttem Albit, der jedoch nur selten eine Andeutung von Zwillingbildung zeigt, die Individuen greifen meist zackig ineinander. Der Brechungsexponent ist bisweilen etwas höher, als der des verwendeten Kanadabalsams, ein Schnitt, der nahezu senkrecht zu einer optischen Axe getroffen war, (also nur  $\beta$  vergleichen ließ), zeigte fast gar keinen Unterschied gegen den Kitt.

<sup>1</sup> Abh. d. bayr. Akad. Mus. 28. Heft 2 u. Schweizer miner. petrogr. Mitt. 1923 5 67.

Danach scheint also ein saurer Oligoklas vorzuliegen, doch deuten andere Bestimmungen entschieden auf eine dem Albit-Endgliede nahe-stehende Zusammensetzung. Der optische Charakter ist deutlich positiv; die Auslöschungsschiefe von  $\alpha'$  in Schnitten, die nicht allzu weit von der Normalen auf  $\alpha$  lagen, (also nahe senkrecht auf P und M) gegen die Trace von M beträgt gegen  $17^{\circ}$ . Dies konnte nur an einem Schnitt sicher beobachtet werden, der zufällig ein Albit-Zwilling, nur aus zwei Einzel-individuen bestehend, war; im allgemeinen ist in diesen Schliften weder eine Zwillingsbildung, noch die Spaltbarkeit nach M zu beobachten.

Es dürften somit auch die meisten aufsitzenden Kristalle unverzwil-lingt sein, was ohne Messung nicht festgestellt werden konnte.

Abgebrochene Stückchen ließen ebenfalls keine Zwillingsbildung er-kennen. Außer Albit beteiligt sich an der Zusammensetzung der Unter-lage noch ziemlich reichlich Muskovit, der aber unter den frei sitzenden Mineralien nicht zu finden ist, ferner ziemlich spärlich der Chlorit. Quarz und Kalifeldspat fehlen dieser weißen Unterlage fast gänzlich. In verein-zelten Individuen findet sich Titanit, außerdem Spuren eines zersetzten Mineralen. In der Nähe der Calcitdrusen setzen sich diese in die Unterlage fort, fast eine pegmatitische Verwachsung mit Albit bildend.

Bei einem der Stücke war jedoch der weiße Teil der Unterlage nur wenige mm breit, dann folgte ein an Chlorit reicheres Gestein. Dieses führte auch viel Quarz, welcher in der weißen Zone hier nicht gänz-lich verdrängt war, aber gegenüber der chloritreicheren Partie doch wes-entlich zurücktrat. Auch ein einzelnes Korn von Kalifeldspat, an der geringeren Lichtbrechung kenntlich, war vorhanden. Der Quarz ist mit dem Albit ebenfalls verzahnt. Im Allgemeinen macht also dieses Unter-lagsgestein eher den Eindruck eines Hornfelses, denn eines Gneißes oder anderen kristallinen Schiefers. Vor allem ist auffällig, daß der Muskovit keine Anzeichen paralleler Lagerung zeigt, eher ab und zu der Chlorit, was mitunter den Anschein erweckt, als hätte man es mit einem Zentralgneiß zu tun.

Es erscheint dem Verf. daher nicht ausgeschlossen, daß diese ganze Unterlage zur Kluftausfüllung gehört und das Quarzband nur an diesen Stücken nicht erhalten ist. Verf. mußte leider einen Besuch des Vor-kommens, den er im Jahre 1927 mit Herrn Wurnitsch ausführen wollte, wegen Ungunst der Witterung aufgeben. Nach einer Schilderung von Herrn Berger jun., der auch eine photographische Aufnahme der Stelle machte, besteht die Fundstelle aus einem Haufwerk von Gesteinsblöcken, das Anstehende scheint also durch die Wirkung der Atmosphärien und Temperatur-Unterschiede zertrümmert worden zu sein.

Die Anzahl der Kluftmineralien dieser Stufen ist keine große: in der Reihenfolge ihres Alters sind aufzuführen: Rutil (bezw. Sagenit), Albit, Calcit, Titanit, Chlorit; eine zweite Generation Calcit ist durch ganz ver-einzelte, wasserklare Individuen angedeutet.

Der Rutil ist nur spärlich zu beobachten, er bildet dünne, rote Säul-

chen, nach Art des Sagenites oft gesetzmäßig verwebt, in der Nähe der Aufwachsungsstelle im Titanit eingeschlossen, frei war er nicht zu beobachten.

Albit, bezw. Periklin bildet die Hauptmenge der Mineralien, er ist überall auf den älteren Flächen der Grundlage in kleinen, farblosen Individuen weitergewachsen. Die Ausbildung dieser Kristalle ist mehr isometrisch, nicht tafelförmig, durch Zunahme der P-Fläche geht sie in den Periklintypus über, diese Kristalle sind dann auch meist weiß. Zwillinge nach dem Periklingsgesetz scheinen mitunter vorzukommen.

Der Calcit bildet taflige Kristalle nach (0001), die jedoch selten gut erhalten und durchsichtig sind, sondern meist zerfressen oder auch hohl und stark braun bestäubt sind. Besonders stark braune Fragmente gaben deutliche Manganreaktion. Die Bildungsperioden von Calcit und Albit scheinen stark übereinander zu greifen, die des Albites sogar bisweilen über die des Calcites hinauszureichen. Eine zweite Generation von Calcit war an dem großen Stücke des Museums zu beobachten, da aber nur ganz wenige, kleine, verzerrte, wasserklare Kristalle vorhanden waren, konnte die Kombination nicht ermittelt werden. Die Bestäubung des älteren Calcites mit Mn-Oxyden erinnert etwas an die der Carbonatite aus den Einschlüssen der Laachersee Phonolithe.

Der Chlorit ist, soferne er als das jüngste Kluftmineral (von der zweiten Calcitgeneration abgesehen) auftritt, in kleinen, wurmförmigen Aggregaten auf die älteren Minerale aufgewachsen. Er ist opt. +, scheinbar opt. einaxig, was jedoch auf die Zwillingungsverwachsung nach dem bekannten Tschermakschen Gesetze zurückzuführen ist; dunkelgrün ( $\omega$ )<sup>1</sup>. Ein Blättchen, das der Unterlage entstammte, zeigte ziemlich großen Axenwinkel, die meisten anderen, von derselben Stelle, aber nicht. Im Schlitze selbst, in dem er in verhältnismäßig dunkelgrün gefärbten Blättchen mit unternormalen, bräunlichen Interferenzfarben auftritt, kann man mitunter die Zwillingbildung deutlich erkennen. Als Kluftmineral scheint er nach seiner Ausbildung zu schließen zum Ripidolith zu gehören.

Das größere Interesse wandte sich natürlich dem schönsten Minerale des Vorkommens, dem Titanite zu. Dieser bildet teils kleine, gelbbraune, durchsichtige, einfache, nach (102) taflige Kristalle (bis zu 6 mm Kantenlänge, seltener auch etwas größere Individuen) sowie größere Zwillinge nach (100), welche bisweilen einen grünen Kern, namentlich in der Mitte der Längsrichtung sichtbar, aufweisen. Besonders schön zeigt diese Erscheinung, die ja bei Schweizer Titaniten allbekannt ist, der größte Kristall der Stufe J 7156. Dieser ist 3 cm lang und 8 mm dick, nach der Symmetrieaxe gestreckt und parallel derselben auf der Unterlage aufgewachsen. Seine Oberfläche ist mit Chlorit etwas bewachsen. Die Ausbildung der Kristalle wird im folgenden näher besprochen; als Beispiele wurden zwei

<sup>1</sup> Als  $\omega$  ist hier die dem ordentlichen Strahle bei einaxiger Auffassung entsprechende Schwingungsrichtung in der Spaltfläche bezeichnet.

Kristalle, die abgebrochen waren, am zweikreisigen Goniometer gemessen, sie dienen als Typus für die beiden verschiedenen Ausbildungen des Titanites auf den Stufen, je nachdem, ob Zwillinge oder einfache Kristalle vorliegen.

Einige Kristalle allerdings nehmen insoferne eine Mittelstellung ein, als sie, obwohl Zwillinge, doch die Fläche (102) ziemlich groß entwickelt zeigen; diese Kristalle sind aber nicht, wie die anderen, Durchkreuzungszwillinge, sondern reine Juxtapositionszwillinge, sie ähneln am meisten der Ausbildung, die im Atlas der Kristallformen von V. Goldschmidt, Bd. VIII, Taf. 91, Fig. 116, dargestellt ist; sie bezieht sich auf einen Titanit von St. Marcel, Aosta, nach Angabe von W. H. Miller, 1852.

Die oberwähnten beiden Kristalle wurden am Goldtschmidtschen Goniometer, Modell 1897, unter Polarstellung der Orthodomenzone gemessen. Aus den so erhaltenen Werten, die den Winkeln  $\xi_0$  und  $90 - \eta$  der Winkeltabellen entsprechen, erhält man leicht die Koordinaten für die übliche Projektionsmethode:  $x = \operatorname{tg} \xi_0$ ,  $y = \operatorname{tg} \eta / \cos \xi_0$ . Dabei ist natürlich  $\xi_0$  bezogen auf die Normale zur Prismenzone als Origo.

Beide Kristalle erwiesen sich als ziemlich flächenreich, wenn auch die Mehrzahl der Flächen gegen die Träger der Kombination stark an Ausdehnung zurücktreten. Bemerkenswert und anscheinend an Titanit häufig ist die Erscheinung, daß Flächen mit einfachen Indices, die im Zonenverband eine nicht unwichtige Rolle spielen, durch Vicinale ersetzt sind, die dann auch merklich aus der Hauptzone, der die betreffende Form angehören sollte, abweichen. Für solche Flächen lassen sich wohl nicht allzu hochziffrige Symbole berechnen, die aber nicht gesichert sind, da in der betreffenden Lage geringe Winkeldifferenzen schon bedeutende Änderung der Koordinaten und damit der Indices bewirken. Auch läßt sich beobachten, daß die Entwicklung von Flächen sehr von den örtlichen Verhältnissen in dem betreffenden Kristallraume abhängt. Störungen durch Chloriteinschlüsse bewirken oft einen stufenartigen Aufbau an der betreffenden Stelle und damit eine andere Flächenentwicklung als sie durch die Symmetrie gefordert würde.

Kristall I ist wohl ein Zwilling, doch ist das Zwillings-Individuum stark verbrochen und nur mit Resten von Flächen (111) noch angedeutet, im übrigen verhält sich der Kristall wie ein Einzelkristall, aber nicht in Bezug auf die Kombination. Seine Dimensionen sind 25 : 11 : 6 mm.

Er ist etwas gestreckt nach der Orthodomenzone, die Aufwachungsstelle dürfte einen spitzen Winkel mit dieser Richtung gebildet haben, wie aus den Bruchstellen zu vermuten ist. Bei der Zeichnung (Fig. 2) wurden dieselben angedeutet, das Zwillingsindividuum, welches mitten darin liegt, nicht gezeichnet. Fig. 1 gibt das Kopfbild, Fig. 2 das perspektivische.

Träger der Kombination dieses Kristalles sind die Flächen  $n = (1)$  f (10) P ( $\infty 0$ ), y (0) und  $1 (\frac{1}{2} \frac{1}{2})$ , das Kopfbild um 010 wird gebildet von den Flächen s (02), d (13), M ( $\frac{1}{2} 3/2$ ), F ( $\frac{3}{4} 5/4$ ),  $\lambda (\frac{3}{5} 7/5)$  (bisher nur

einmal von Césaro am Sphen vom Druntobel beobachtet.)<sup>1</sup> Die Kante  $l : n$  wird zugespitzt durch die Flächen  $t$  ( $\bar{1}1$ ) und  $\eta$  (2), an der Kante zwischen  $f$  und  $n$  erscheint die Vicinale zu  $u$  ( $1\frac{1}{2}$ )  $u_x$ , schon makroskopisch fällt ihre Abweichung von der Zonen durch den schiefen Verlauf der Kante gegen  $n$  auf. Untergeordnet ist die Fläche  $o$  ( $3\infty$ ) durch die Fläche  $o_x$  vertreten. Auffallend groß entwickelt ist dort, wo der Kristall sich am

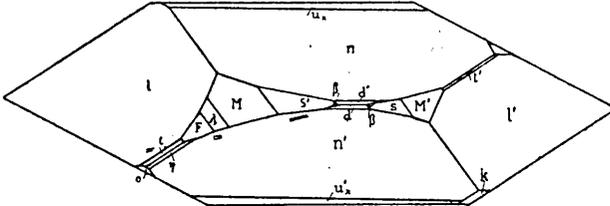


Fig. 1. Kopfbild des Kristalles I.

anderen Ende freier entwickeln konnte, aber noch nahe der Anwachstelle auf der einen Seite des Kristalles, die Fläche  $k$  ( $\frac{1}{4}$ ).

Die Flächen der Orthodomenzone, besonders  $P$  und  $f$ , sind mit Wachstumsfiguren bedeckt, an deren Begrenzung auch  $u_x$  teilnimmt, sie geben Züge von Reflexen und sind zur genauen Polarstellung ungünstig,

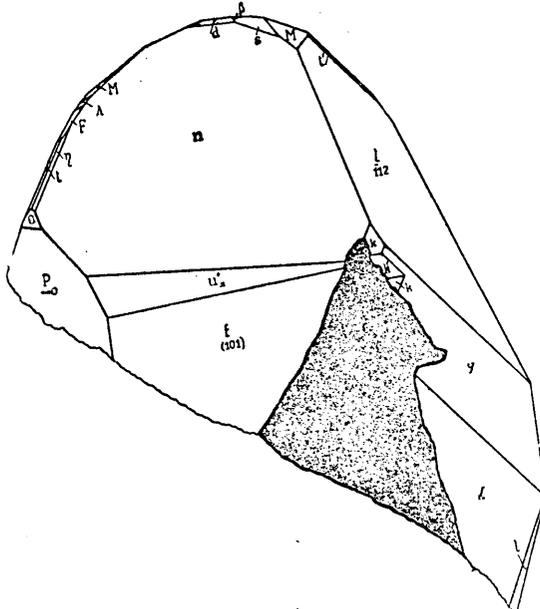


Fig. 2. Perspektivisches Bild des Kristalles I.

weshalb dieselbe unter Zuhilfenahme der Flächen  $n$  und  $l$ , die ausgezeichnete Reflexe gaben, korrigiert wurde. Eine genauere Behandlung dieser Wachstumsfiguren wird im Institute von Herrn Prof. Dr. V. Gold-

<sup>1</sup> Mem. Acad. Belge 1907, 331, ref. n. Gdt. Atlas VIII, Text, S. 152

s c h m i d t in Heidelberg vorgenommen werden, ebenso eine ausführliche kristallographische Bearbeitung des Vorkommens.

Da die Flächen  $n$  (1) ausgezeichnet reflektierten und sehr glänzend waren, wurde mit denselben eine Bestimmung von  $\beta$  für Na-Licht mittelst Prismenmethode vorgenommen, dieselbe ergab  $\beta = 1,9118$ . Das abgelenkte Bild war vollkommen einfach, es entspricht also das Azimuth  $= 90 - \xi_0$  derselben dem eines Kreisschnittes des Indexellipsoides. Demgemäß ist, da die spitze Bissectrix senkrecht auf  $a$  ( $\frac{1}{2}0$ ) steht, die Differenz der beiden Azimuthe  $\xi_0$  für  $a$  und  $n$  nahezu gleich dem Winkel  $V$ , dieser Winkel sollte also, wenn man statt der gemessenen die berechneten

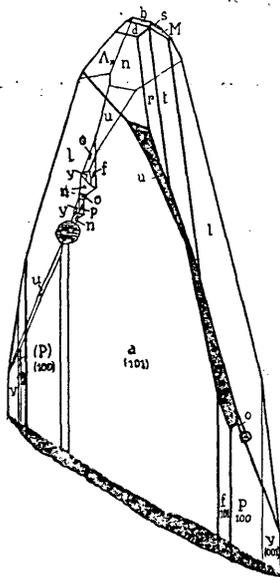


Fig. 3. Kristall II.

Größen einführt,  $11^{\circ}11'$  betragen. Der tatsächlich gemessene Winkel  $2 E$  bei dem Kristall II wurde gemessen zu  $47^{\circ} 24\frac{1}{2}'$ , daraus würde sich nach obigem Brechungsexponenten  $V$  zu  $12^{\circ} 08'12''$  ergeben.

Die Messung wurde in Jodmethylen wiederholt, dessen Brechungsexponent ebenfalls mittelst Prismenmethode bestimmt worden war  $N_{Na} = 1,7220$ ,  $2 H$  war  $28^{\circ} 41,6'$ , daraus berechnet sich  $2 V$  zu  $12^{\circ} 34,9'$ . Da letztere Messung die richtigere sein dürfte, (weil die Unebenheiten der Fläche  $a$  bei der geringeren Differenz der Brechungsexponenten weniger Eintrag machen), so würde sich eine Differenz der Axenwinkel in den beiden Kristallen zu ungefähr  $3^{\circ}$  ergeben. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß eine Azimuthdifferenz von  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  im Minimum der Ablenkung keine sehr deutliche Trennung der beiden Bilder verursachen würde, andererseits auch bei dem zweiten Kristall der Brechungsexponent und der Axenwinkel etwas verschieden sein.

Der zweite Kristall, s. Fig. 3, wesentlich kleiner,  $6 : 5 : 1$  mm, ist hell

bräunlichgelb, nach a taflig. Träger der Kombination sind a ( $\frac{1}{2}0$ ), l ( $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ), P ( $\infty 0$ ), y (0) n (1). Ziemlich groß entwickelt ist auch die als Vicinale zu 1, aber matt ausgebildete Fläche  $\Lambda_x$ , welche ungefähr ( $\frac{1}{2}\frac{3}{4}$ ) entspricht. Kopfflächen sind ferner, in geringer Ausdehnung d (13), s (02), M ( $\frac{1}{2}\frac{3}{2}$ ), q ( $0\infty$ ).

Bbe	Index	Berechnete Positionswinkel					Beobachtete Werte an				
		Gdt	Miller	$\varphi$	$\rho$	$\xi_0$	90 - $\eta$	Kryst. I		Kryst. II	
								$\xi_0$	90 - $\eta$	$\xi_0$	90 - $\eta$
y	0	001	90 00	29 43	29 43	90 00	29 19	90 02	29 45	89 56.	
q	$0\infty$	010	0 00	90 00	90 00	0 00	—	—	unbest.	0 02	
P	$\infty 0$	100	90 00	90 00	90 00	90 00	90 03.	89 59.	90 03	89 53	
r	$\infty$	110	56 45.	90 00	90 00	56 45.	—	—	90 01	56 47	
o	$3\infty$	310	77 40.	90 00	90 00	77 40.	—	—	88 57	78 05	
$o_x^*$	$11\frac{1}{4}\infty$	11.4.0	$76\ 35\frac{1}{2}$	90 00	90 00	$76\ 35\frac{1}{2}$	89 57	76 35	—	—	
s	02	021	18 28.	60 57.	29 43	33 59	29 40.	33 59	29 48.	33 59	
$\beta$	$08/3$	083	14 04	66 55.	29 43	26 49.	30 18.	26 56.	—	—	
f	10	101	90 00	61 54.	61 54.	90 00	$\left\{ \begin{array}{l} v. 116\ 04 \\ b. 117\ 22 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 75\ 54 \\ 96\ 43 \end{array} \right.$	61 56	90 00	
a	$\frac{1}{2}0$	102	90 00	50 43	50 43	39 17	—	—	$\left\{ \begin{array}{l} 50\ 44 \\ 50\ 23 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 90\ 11 \\ 89\ 54 \end{array} \right.$	
$y^*$	$\frac{1}{3}0$	103	90 00	45 08.	45 08.	90 00	—	—	45 47.	90 00	
$a^*$	$\bar{5}0$	$\bar{5}01$	$\bar{8}0\ 27$	90 00	$\bar{8}0\ 27$	90 00	—	—	$\bar{8}0\ 59.$	90 06.	
$\eta$	2	221	61 44	74 30	72 31.	62 51	72 17	63 05	—	—	
n	1	111	65 30	64 06	61 54.	68 05.	62 01.	68 07	61 56	68 09	
k	$\frac{1}{4}$	114	76 36	42 40	41 52.	80 58	41 22	80 14	—	—	
l	$\frac{1}{2}$	$\bar{1}12$	$\bar{1}0\ 42$	23 29.	$\bar{4}\ 37$	66 56.	$\bar{4}\ 38$	66 56	$\bar{4}\ 40$	66 55.	
t	$\bar{1}$	$\bar{1}11$	$\bar{4}0\ 36.$	48 22	$\bar{3}6\ 12$	55 26	$\bar{3}6\ 13.$	55 28	$\bar{3}6\ 15.$	55 25.	
u	$1\frac{1}{2}$	212	77 10	62 30.	61 54.	78 38	—	—	62 19.	79 34	
$u_x^*$	$12/11.\frac{1}{2}$	24.11.2	77 54	67 50.	63 20.	79 09.	62 49.	79 08	—	—	
d	13	131	36 11	72 31	61 54.	39 39.	61 59	39 41	62 00	39 58	
M	$\frac{1}{2}\ 3/2$	$\bar{1}32$	$\bar{3}\ 36$	52 05	$\bar{4}\ 31$	38 04	$\bar{4}\ 36$	38 03	$\bar{4}\ 40$	38 00	
i	$3/2\ \frac{1}{2}$	$\bar{3}12$	$\bar{7}2\ 51$	55 22	$\bar{5}4\ 08.$	75 57.	—	—	$\bar{5}4\ 10$	76 16.	
F	$3/4\ 5/4$	$\bar{3}54$	$\bar{2}0\ 50$	48 48	$\bar{2}2\ 07$	45 19	$\bar{2}2\ 17$	45 23	—	—	
$l^*$	$1\frac{2}{3}$	321	75 13	62 42.	61 54.	75 00	—	—	61 59	75 31	
$\lambda$	$3/5\ 7/5$	$\bar{3}75$	$\bar{1}0\ 01$	50 31	$\bar{1}1\ 55$	40 31	$\bar{1}1\ 55$	40 28	—	—	
g	31	311	79 12.	77 38	77 25	79 27.	—	—	77 46	79 34	
$g_x^*$	$4\ 4/3$	12.4.3	78 51.	80 22.	80 11	79 01	—	—	80 26	79 40	
$\Lambda_x^*$	$\frac{1}{2}\ \frac{3}{4}$	$\bar{2}34$	$\bar{7}\ 11$	32 50.	$\bar{4}\ 37$	57 21.	—	—	$\bar{6}\ 01$	56 31	

Da zwischen 1 und a ein sehr spitzer Winkel liegt, ist hier eine besonders reiche Flächenentwicklung eingetreten, die aber bei der um  $180^\circ$  verwendeten Stelle, wo die Entwicklung des Kristalles durch Einschlüsse etwas gestört war und ein treppenartiger Bau vorhanden ist, ärmer an Flächen ist.

Zunächst treten an der genannten Kante die beiden Flächen r ( $\infty$ ) und t ( $\bar{1}1$ ) auf, und sehr klein i ( $3\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ), dann zieht sich aber ein Komplex

z. T. matter, gerundeter Flächen von  $n$  gegen  $f$ , bzw.  $P$  hinab, an dem die Flächen  $g$  (31) und  $g$   $4^{4/3}$ ,  $I$  (32) teilnehmen, diese Indices gelten natürlich nur genähert. Auf der Gegenseite bildet hingegen  $u$  ( $1\frac{1}{2}$ ) eine größere Fläche. An der Kante zwischen  $P$  und  $I$  tritt als kleine Fläche, durch einen Chloriteinschluß abgeschnitten,  $o$  ( $3\infty$ ), welches auf der Gegenseite an dem Treppenaufbau ebenfalls teilnimmt, auf. Die Orthodomänezone wird außer den schon genannten Flächen  $a$ ,  $P$  und  $y$  noch gebildet von  $f$  (10), die hier nur eine schmale Entwicklung zeigt, gegenüber dem Kristall  $I$ , dann die zwei neuen Flächen  $\eta$  ( $1/30$ ) und  $\alpha$  ( $50$ ). Dieser Kristall ist also ziemlich reich an Flächen, welche für Titanit neu sind, dieselben sind auf der folgenden Tabelle, welche die an den beiden gemessenen Kristallen beobachteten Flächen mit den nach Goldschmidt's Winkeltabellen berechneten Werten für  $\xi_0$ ,  $90 - \eta$   $\varphi$  und  $\varrho$  und den gefundenen Positionswinkel  $\xi_0$  und  $90 - \eta$  enthält, durch einen Stern bezeichnet.

Bei dieser Tabelle sind die Winkel mit jenem Vorzeichen eingesetzt, wie sie der gewöhnlichen Aufstellung entspricht, also bei positiven Pyramiden im vorderen, rechten, oberen Oktanten, bei negativen im rückwärtigen, rechten, oberen Oktanten. Der Messung nach hätte jedoch bei dem ersten Kristall das Vorzeichen für  $\xi_0$  umgekehrt genommen werden müssen, da die gemessene Hälfte dem negativen Ende der  $b$  Axe entsprach, die Indices hätten also auch mit negativem Index  $l$  angegeben werden müssen. Der Leichtigkeit des Vergleiches halber wurde jedoch die obige Angabe gewählt. Eine Ausnahme wurde bei  $f$  in Kol. 8 gemacht.

Was die Zonenentwicklung der Flächen anbelangt, so fällt namentlich die starke Entwicklung der Zonen  $[\bar{1}\bar{1}2]$  und  $[110]$  auf, sowie die bedeutende Stellung der Fläche  $l$  ( $\bar{1}12$ ) auf, die jene von  $n$  ( $111$ ) bei dem Typus der kleineren Kristalle übertrifft. Die genannten Zonen stehen nahezu senkrecht aufeinander, so daß es bei der häufigen, aber natürlich nicht allgemein gültigen Regel, daß jene Aufstellung die bequemste ist, in der der Winkel  $\beta$  möglichst nahe an  $90^\circ$  ist, passend erscheint, sie zu Haupt-Parallelzonen zu wählen. Dieser Regel suchte auch die Naumannsche Aufstellung gerecht zu werden, die noch in einigen Lehrbüchern in Gebrauch ist, aber wesentlich kompliziertere Indices gibt, als jene Descloizeaux's.

Betrachten wir jedoch die obgenannten Zonen als Haupt-Parallelzonen, so ergibt sich eine andere Aufstellung, bei der ebenfalls  $\beta$  nahe an  $90^\circ$  ist, aber wesentlich einfachere Indices liefert, als jene Naumanns, wenigstens für die Flächen, die bei diesem Vorkommen beobachtet wurden. Sie sind durch das Transformationssymbol  $p$  Hlawatsch =  $= 3p/2 + p$  Descl.  $q$  (Hlawatsch) =  $3q/2 + p$  Descl., beziehungsweise

$$p_{HL} = \frac{p}{2+p} \text{ Descl.} \quad q_{HL} = \frac{q}{2+p} \text{ Descl.}$$

gegeben. In folgender Tabelle sind die so gewonnenen Indices mit denen von Descloizeaux zusammengestellt. Dabei sind diejenigen Flächen, die bei Gleichung 1 denselben Index beibehalten, am Schlusse angeführt. (n, y, f, u, l, d.) In Klammer sind die durch 3 geteilten Indices, also jene nach der zweiten Gleichung gesetzt.

Buchst.	Index Descl.	Hlaw.		Bbe	Descl.	Hlaw.	
P	$\infty 0$	30	(10)	—	—	—	—
r	$\infty$	33	(11)	M	$\frac{1}{2} 3/2$	$\bar{1} 3$	$(\bar{1}/3 1)$
o	$3 \infty$	31	$(1\frac{1}{3})$	i	$\frac{3}{2} \frac{1}{2}$	$\bar{9} 3$	$(\bar{3} 1)$
o	$11/4 \infty$	3 12:11	$(1\frac{1}{11})$	λ	$\frac{3}{5} \frac{7}{5}$	$\bar{9}/7 3$	$(\bar{3}/7 1)$
x							
s	02	03	(01)	g	3 1	9/5 3,5	(3 5 1/5)
β	0 8/3	04	$(0\frac{1}{3})$	g	4 4/3	$2 \frac{2}{3}$	$(2/3 2/9)$
a	$\frac{1}{2} 0$	3/5 0	$(\frac{1}{5} 0)$	Λ	$\frac{1}{2} \frac{3}{4}$	$\bar{1} 3/2$	$(\bar{1}/3 1/2)$
				x			
η	$\frac{1}{3} 0$	3 7 0	$(\frac{1}{7} 0)$	n	11	11	$1/3 1/3$
α	$\bar{5} 0$	50	$(\frac{5}{3} 0)$	y	0	0	0
η	2 2	$\frac{3}{2} \frac{3}{2}$	$(\frac{1}{2} \frac{1}{2})$	f	10	10	$1/3 0$
k	$\frac{1}{4} \frac{1}{4}$	$\frac{1}{3} \frac{1}{3}$	$(\frac{1}{9} \frac{1}{9})$	l	1 2/3	1 2/3	$1/3 2/9$
l	$\frac{1}{2} \frac{1}{2}$	$\bar{1} 1$	$(\frac{1}{3} \frac{1}{3})$	d	1 3	1 3	$1/3 1$
t	$\bar{1} 1$	$\bar{3} 3$	$(\bar{1} 1)$	—	—	—	—
ux	$12/11 \frac{1}{2}$	18/17. 33/68	$\frac{6}{17}, \frac{11}{68}$	--	—	—	—

Diesen geänderten Indices entsprechen die Elemente:

$$\begin{array}{lll}
 p_0 = 0.6564 & a = 0.7548 & \text{bzw. } p_0 = 1.9693 \\
 q_0 = 0.4946 & b = 1 & q_0 = 1.4837 \\
 \mu = 86^\circ 27' & c = 0.4955 & a = 0.7548 \\
 & \beta = 93^\circ 33' & c = 1.4866.
 \end{array}$$

Die Tafel gibt eine Projektion der meisten, in den Winkeltabellen von Goldschmidt angeführten Flächen in der Aufstellung von Descloizeaux. Die am Titanit vom Lienzinger nicht beobachteten Flächen sind durch kleine schwarze Punkte, die an demselben beobachteten bekannten durch zentrierte Kreise, die neuen Flächen durch leere Kreise bezeichnet. Dabei fällt die pseudotrigonale Anordnung der hauptsächlichsten Zonen um y auf.

Die erstere Aufstellung hat mit der zweiten zusammen den Nachteil, daß eine Fläche, die erst vor Kurzem am Titanit beobachtet wurde,<sup>1</sup> und anscheinend eine sehr nebensächliche Rolle spielt, den Index ( $\infty 0$ ) (= 100) erhält, sie hat vor der zweiten den Vorteil, daß bei dieser die beiden Flächen n und l, die die größte Entwicklung unter den prismatischen Flächen aufweisen, höherzahlige Indices erhalten, als die kleineren

<sup>1</sup> Dieselbe findet sich nur in der Zusammenstellung, die P. Koller N. Jb. f. Min. 1922, I, pag. 18 gibt, als ??? angeführt.

Flächen  $r$ ,  $t$  und  $s$ , dafür sind bei letzterer die Indices im allgemeinen einfacher. Die beiden Flächen  $n$  und  $l$  jedoch etwa als  $(110)$  und  $(011)$  zu wählen, erscheint deswegen nicht angezeigt, weil die beiden, wie aus der Projektion auf  $(010)$  (Fig. 4) hervorgeht, eine fast symmetrische Lage und ganz analoge Rollen aufweisen. Eine Entscheidung, welche Aufstellung zu wählen ist, könnte wohl eine Strukturaufnahme geben, dem Verfasser, der nicht in der Lage ist, eine solche Aufnahme zu machen, wurde aus der Literatur aber nicht bekannt, ob eine solche schon gemacht wurde. Vielleicht bietet das neue Material jemandem Gelegenheit dazu.

Es sei an dieser Stelle noch Herrn Direktor Dr. Michel für die Erlaubnis, das im Besitze des Museums befindliche Material zur Bearbeitung zu verwenden, der beste Dank ausgesprochen.

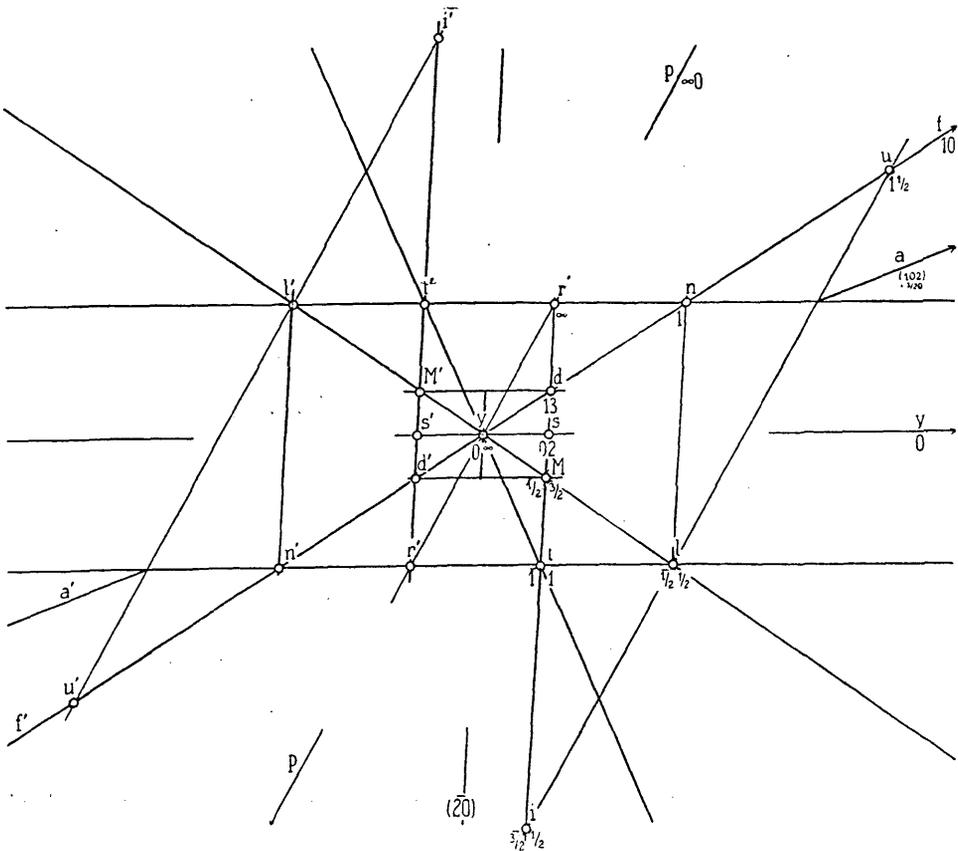
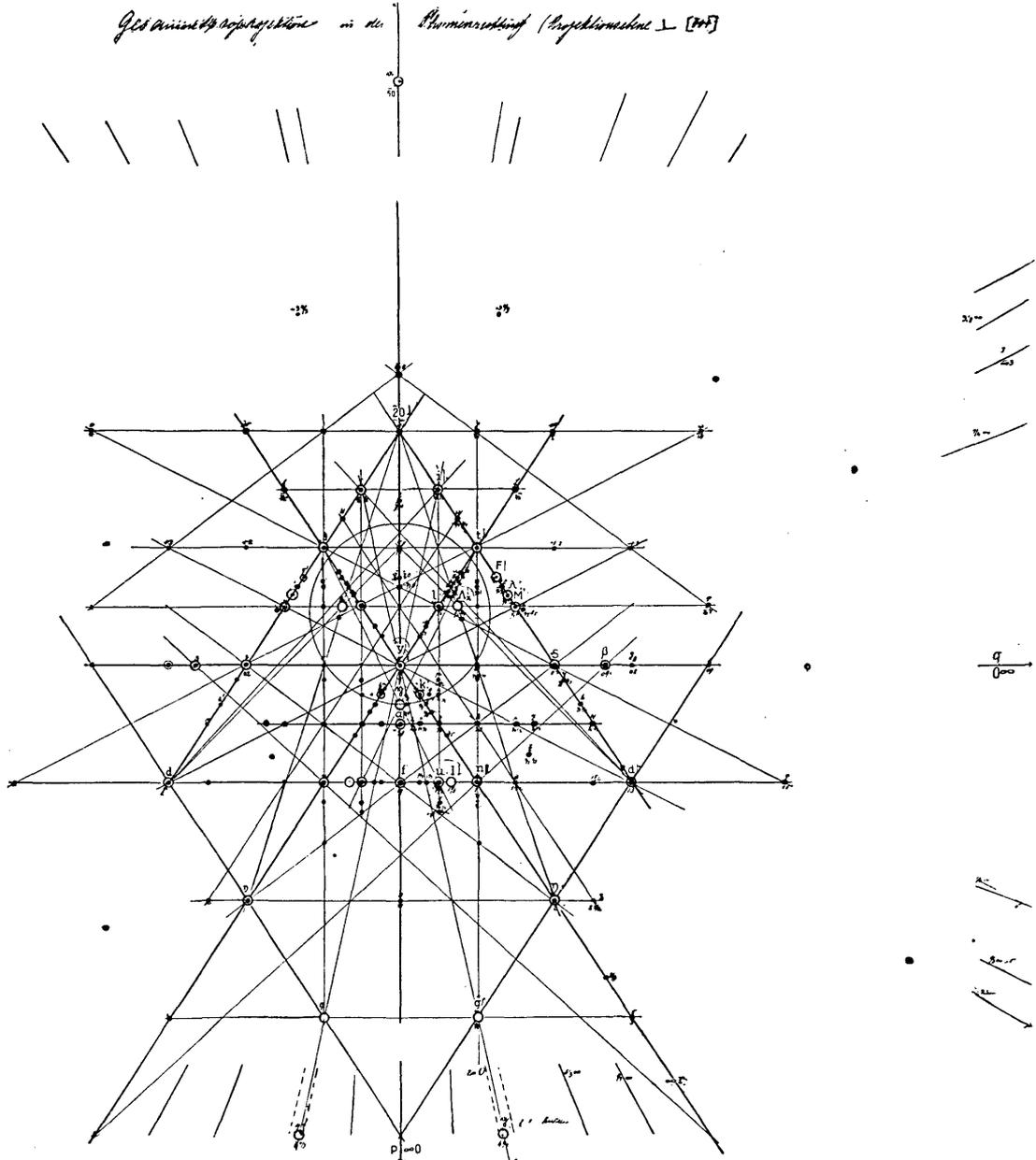


Fig. 4. Projektion der wichtigsten Flächen auf  $(010)$ .

Gesamtprojektion in der *Flächenrichtung* (Projektionskone  $\perp$  [100])



Gesamtprojektion für Titanit. Die mit  $\circ$  bezeichneten Flächen sind neu.