# Ueber durch Druck entstandene Zwillinge von Titanit nach den Kanten [110] und [110].

Von

O. Mügge in Münster i. W.

Mit Taf. II.

Am Titanit kennt man seit langer Zeit Absonderung nach zwei symmetrisch zur Symmetrieebene gelegenen Flächen, deren Neigung etwa 125° beträgt. WERNER schon unterschied nach QUENSTEDT (Mineralogie 1873. p. 440) derartige grüngelbe späthige Massen von Arendal als Gelbmenakerz; später beobachtete C. U. SHEPARD solche (von ihm Lederit genannte) Krystalle von Natural Bridge, Lewis Co., und von Grenville in Canada, den Winkel der Absonderungsflächen bestimmte er zu 123° 30′, BROOKE corrigirte denselben nachmals in 125° 30′ <sup>1</sup>, QUENSTEDT (l. c.) erkannte dieselbe Blättrigkeit an Titanit aus Hornblendegeschieben von Villerspitz im Stubaythal, er fand den Winkel der Absonderungsflächen zu 126°. HESSENBERG beobachtete Analoges am Greenovit von S. Marcel (Min. Not. 8. p. 17) und am Titanit von Pfitsch (das. 4. p. 18)<sup>2</sup>.

JEREMEJEW hat dann derartige Titanite, und zwar aus dem Uralitsyenit von Turgojask anscheinend zuerst etwas

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Nach den Angaben von WILLIAMS. (Amer. Journ. of science. XXIX. 1885. p. 487; dies. Jahrb. 1887. I. - 244 -.)

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Auch GROTH (dies. Jahrb. 1866. 47) gibt vom Titanit aus dem Syenit des Plauenschen Grundes deutliche Spaltbarkeit an, aber nach den Flächen <sup>§</sup>P2 G. Rose — — P Des CLOIZEAUX. Nach meinen Beobachtungen erfolgt aber auch hier die Absonderung annähernd nach — 2P Des CLOIZEAUX.

näher untersucht. Nach seiner ersten Mittheilung darüber (dies. Jahrb. 1872. 405) ähnelt die Absonderung derjenigen am Eisenglanz und Korund, indessen ergab die optische und mikroskopische Untersuchung, dass die "tafelartige Bildung" der Krystalle (sc. Absonderung) nicht als polysynthetische Zwillingsbildung angesehen werden kann, sondern von der Paramorphisirung des Minerals herrührt, welche letztere eine Folge des Druckes ist, der bei der Umwandlung anderer Gemengtheile des Gesteins erfolgen konnte. In einer späteren Mittheilung, über welche mir nur das Referat in der Zeitschr. f. Kryst. 5. p. 499 zur Verfügung steht, berichtet J. dagegen von Krystallen aus dem Ilmengebirge, parallel der Fläche -2P (221) (Des Cloizeaux' Aufstellung) sei keine Spaltbarkeit vorhanden, sondern nur Absonderung in Folge Zwillingsbildung nach dieser Fläche<sup>1</sup>. Auf welche Beobachtungen sich letztere Angabe stützt, ist aus dem Ref. nicht zu ersehen.

Vor einiger Zeit ist dann WILLIAMS (Am. Journ. of sc. XXIX. 1885. p. 486; dies. Jahrb. 1887. I. -244-), anscheinend ohne die Angaben von JEREMEJEW zu kennen, in einer durch G. v. RATH veranlassten Untersuchung der Titanite von Pitcairn, N.-Y. und anderer nordamerikanischer Vorkommen ebenfalls zu dem Resultat gekommen, die Absonderung, welche nach seinen Messungen // -2P (221) der Des CLOIZEAUX'schen Aufstellung erfolgt, werde bewirkt durch parallel der Absonderungsfläche eingelagerte Zwillingslamellen. Er macht zugleich darauf aufmerksam, dass die den Titanit begleitenden Minerale, Kalkspath und Malakolith, zahlreiche Lamellen // --- R, bezw. // OP enthalten, so dass es wahrscheinlich sei, dass die Lamellen des Titanit durch Druck entstanden seien. - Fast gleichzeitig mit Williams erwähnt der Späthigkeit der derben Titanite von Renfrew auch Foote (dies. Jahrb. 1885. I. - 15-). ebenso etwas später auch W. C. BRÖGGER (Nyt Mag. f. Naturvid. 1886. p. 27) aus Biotitgneiss von Ekeberg in der Nähe einer Verwerfung, "der Titanit zeigt eine ungewöhnlich deutliche, vielleicht als Druckerscheinung aufzufassende Spaltbarkeit." C. SCHMIDT (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IV. 408, 1886) be-

7\*

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Der Winkel der Absonderungsflächen ist in dem Ref., wohl durch Versehen, zu 22° 44' angegeben.

merkte häufige Zwillingsstreifung am Titanit in schiefrigem Hornblendegneiss des Maderaner Thals.

Schon ehe die WILLIAMS'sche Arbeit erschien, hatte ich mich ebenfalls mit der Untersuchung der Absonderung des Titanit, welche, wie eine kurze Untersuchung zeigte, durch eingelagerte Lamellen bewirkt wurde, beschäftigt, und namentlich versucht, aus der Begrenzung der Lamellen nachzuweisen, dass die Zwillingsbildung eine secundäre sei, in der Art, wie dies später von mir für den Eisenglanz durchgeführt ist. Indessen war das damals in Hamburg mir zur Verfügung stehende Material zu ungünstig. Das jedoch liess sich schon damals feststellen, dass die auf  $\infty P = (1\overline{1}0)$  und  $-P = (1\overline{1}1)$ austretenden Lamellen bei Annahme einer Zwillingsbildung nach  $-2P = \{221\}^1$  jedenfalls nicht wie gewöhnliche Zwillinge symmetrisch zum Haupttheil begrenzt waren. Wäre letzteres der Fall, so müsste nämlich, da die Neigung (221) :  $\langle 1\overline{1}0 \rangle = 117^{\circ} 22'$  ist, auf  $\langle 1\overline{1}0 \rangle$  ein einspringender Winkel von 234° 44' entstehen, während stets ausspringende Winkel von ca. 160° zu beobachten waren. Da der von Williams angegebene Werth dem vorher genannten sehr nahe kam und die optischen Untersuchungen von Williams die Zwillingsorientirung nach -2P(221) ebenfalls nicht bewiesen, so sah ich mich veranlasst, den Gegenstand weiter zu verfolgen.

Ein in der hiesigen Sammlung vorgefundenes, für die Ermittlung der Begrenzungselemente der Lamellen sehr günstiges Material, namentlich nordamerikanischer Krystalle, hat mir dabei gute Dienste geleistet.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Herren Prof. Hosius, welcher in zuvorkommender Güte das Material der hiesigen Sammlung zur Verfügung stellte, sowie Prof. ULRICH in Hannover und Prof. WILLIAMS in New-Haven meinen Dank auszusprechen.

I.

Obwohl die Absonderung am Titanit anscheinend recht leicht erfolgt und die erhaltenen Flächen meist weit fortsetzen,

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Ich folge hier und im Weiteren der Des CLOIZEAUX'schen Aufstellung.

ergeben die Messungen doch auffallend grosse Abweichungen von der für -2P (221) geforderten Lage. Da die zur Untersuchung namentlich geeigneten nordamerikanischen Krystalle von Renfrew, Pitcairn etc. fast stets aus mehreren, nicht ganz parallel verwachsenen, oder vielmehr wohl zerbrochenen Krystallen bestehen, wurde immer nur die Neigung möglichst benachbarter Krystalltheile unter Abblendung aller übrigen gemessen und an den besseren Stücken die in Tabelle I. Columne a aufgeführten Werthe erhalten, während Columne b die Differenzen gegenüber den für -2P (221) nach dem Des Cloizeaux'schen Axenverhältniss berechneten Werthe enthält<sup>1</sup>. Zu bemerken ist, dass das Bild der Absonderungsflächen trotz der erwähnten Vorsichtsmassregel fast niemals einfach oder gar tadellos war, dass vielmehr stets mehrere, meist stark umflorte Reflexe erhalten wurden, auch wenn die unmittelbar benachbarten Krystallflächen, zu welchen gemessen wurde, einfache Bilder gaben. Es sind daher in der Tabelle neben der Neigung des Hauptreflexes der Absonderungsflächen auch die Grenzwerthe angegeben. Auf den Absonderungsflächen bemerkt man häufig eine feine Streifung oder besser Fältelung parallel der Kante zu OP (001), welche offenbar ebenfalls zur Verschlechterung der Reflexe beiträgt.

T	ał	۱D'	H.	Δ	Т
1	al	ле.	u	e	Τ.

	a.	b.	
Turgojask	50° 2'	$+0^{\circ}47'$	
St. Philippeb. Markirch	50 8	+0.53	
ກ ່ ກ ກ <del>ກ</del>	51 20	+2 5	
Renfrew	49 58 - 50° 43'	$+0\ 43\ -1^{\circ}28'$	
,,	49 21	+0 6	
·	49 19 -51 20	+0 4 $-2$ 5	
,	49 47 (49 31 - 50° 3')	$+0 32 (+0 16 - 0^{\circ} 48')$	
• ,	50 1 (49 37 - 51 12)	+0.46(+0.22-1.57)	
"	50 17 (50 43 u. 51 4)	+1 2 (+1 28 u. 1 49)	
Wildkreuzjoch, Tirol.	50 3 (49 41)	+0.48(+0.26)	
Renfrew	50 10 (50 30 u. 51 10)	+0.55(+1.15 u. 1.55)	
» · · · · ·	49 21 (49 47 u. 51 0)	+0 6( $+0$ 32 u. 1. 45)	

Absonderungsfläche zur Basis:

<sup>1</sup> Im Folgenden sind stets Normalenwinkel angegeben.

Südgruben, Skut	terud	55° 45'	$+1^{\circ}27'$
Stubbenthal, Tir	ol .	54 34	+0.16
<i>"</i> "		56 30	+2 12
37 77		54 37	+0.19
St. Philippeb. Ma	rkirch	55 47	+1 29
Renfrew		55 50	+1 32
" • • •		$53  0 = 54^{\circ}56'$	$-1$ 18 $-(+0^{\circ}38')$
		$52 \ 25 - 53 \ 50$	-153 - (-028)
" • • •		54 43	+0.25
"		54 10	-0 8
"	• •	54 40	+0.22
"		54 49	+0.31
Miask	• •	54 26	+0 8

Absonderungsfläche zur Absonderungsfläche:

Da nach diesen Messungen die Lage der Absonderungsfläche nicht genau —2P (221) entspricht, so soll die in der Zone [1 $\overline{1}0$ ] bezw. [110] liegende Absonderungsfläche im folgenden kurzweg als K<sub>1</sub>, bezw. <sub>1</sub>K bezeichnet werden.

Hinsichtlich der Begrenzungsflächen der auf einer Fläche  $P = \langle h k l \rangle$  austretenden, parallel K<sub>1</sub>, bezw. K eingelagerten Lamelle ergab die Beobachtung zunächst ganz allgemein, dass dieselben, wie am Eisenglanz, Kalkspath etc. stets in der Zone P: K<sub>1</sub>, bezw. P: K liegen. Dies konnte auf folgenden Flächen mehr oder minder genau ermittelt werden: am genauesten (auf die parallel K, eingelagerten Lamellen bezogen) auf (110) und (111), weniger gut auf (118), (115), (111) und auf der symmetrisch zu K, liegenden Fläche "K. Aus den in Tabelle II, Columne a aufgeführten Winkeln zwischen je einer Fläche P und der auf ihr austretenden Lamelle ist weiter ersichtlich, dass diese von {111} bis {118} stetig abnehmen, auf (001) fällt stets der Reflex der Lamelle vollständig mit demjenigen der Hauptfläche zusammen, derart, dass die Spur der Lamelle auf {001} nur bei sehr genauer Betrachtung noch an unebenen Stellen der Fläche beobachtet werden kann. Es ist dies sehr gut festzustellen, da öfter Lamellen von beträchtlicher Breite (bis 1/2 mm.) bis an die

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Diese letzten beiden Flächen treten nur schmal auf; ihre Neigungen zur Basis entsprechen den angegebenen Indices nicht sehr genau:

 $<sup>1\</sup>overline{18}:001 = 8^{\circ} 11'$  gem. (  $8^{\circ} 0'$  ber. n. Des CL.)  $1\overline{15}:001 = 15$  7 , (14 32 , , ).

Kante  $\{1\overline{1}1\}$ :  $\{001\}$  herantreten, so dass sogar die Richtung der Kante, welche von der Begrenzungsfläche der Lamelle und  $\{001\}$  gebildet wird, als abweichend von der Kante  $\{1\overline{1}1\}$ :  $\{001\}$  erkannt werden konnte<sup>1</sup>, während doch die an dieser (sehr kurzen) Kante anliegenden Flächentheile von  $\{001\}$ vollkommen im Niveau der Hauptfläche lagen. Man darf also annehmen, dass die Fläche  $\{001\}$  der Lamelle und dem Hauptkrystall gemeinsam ist.

Macht man nun die Annahme, dass die jedenfalls nicht symmetrisch zum Haupttheil begrenzten Lamellen ähnlich wie am Kalkspath etc. durch eine einfache Schiebung längs der Zusammensetzungsfläche  $K_1$ , bezw. <sub>1</sub>K entstanden seien, so muss nach dem Vorhergehenden die Schiebungsrichtung offenbar parallel der Kante  $K_1 : \langle 001 \rangle = [1\overline{10}]$ , bezw. <sub>1</sub>K :  $\langle 001 \rangle$ = [110] sein.

Mit dieser Voraussetzung stimmen nun die in Tabelle II, Columne a aufgeführten Winkel soweit überein, als es nach der Beschaffenheit des Materials überhaupt zu erwarten ist. Geht man aus von der Neigung der längs K<sub>4</sub> verschobenen Fläche {110} zur ursprünglichen Fläche (110), welche am genauesten zu messen war und im Mittel zu 20° 30' gefunden wurde, und nimmt vorläufig an, es sei die Zusammensetzungsfläche wirklich genau  $-2P = \{221\}$ , so berechnen sich für die übrigen Flächen, auf welchen die Begrenzung der Lamelle ermittelt werden konnte, die in Columne a stehenden Werthe. Es ist dabei das aus den DES CLOIZEAUX'schen Daten folgende Axenverhältniss zu Grunde gelegt:

> $\hat{\mathbf{a}}: \overline{\mathbf{b}}: \hat{\mathbf{c}} = 0,7547: 1: 0,8543$  $\beta = 60^{\circ} \ 17^{\circ 2}$

Mit der obigen Annahme steht ferner im Einklang, dass sämmtliche verschobene Flächentheile, ebenso wie die ursprünglichen, in der Zone zu  $\{001\}$  liegen, dass ferner namentlich an allen untersuchten Krystallen die Begrenzung der // K<sub>1</sub> eingelagerten Lamellen auf allen Flächen der Zone [110] mit den Flächen selbst dieser Zone zusammenfällt (vgl. Fig. 1).

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Öfters ist auch das Wiederauftreten der Lamellen an der Kante (001) : (110) zu beobachten.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Das von PATTON (dies. Jahrb. 1887. I. 266) aus den DES CLOIZEAUX'schen Daten abgeleitete Axenverhältniss ist nicht ganz richtig.

#### Tabelle II.

{110} zur	La	mell	e auf	dieser Fläche:	a.	b.
Renfrew .				. 20° 30′		
Pitcairn .				. 20 36		*
Renfrew .				. 20 45		
77 ·				. 19 52		
				. 20 31	- <	$20^{\circ}  40^{1}_{2}$
<del>,,</del> ,				. 20 26		
77 *				. 20 40		
" •				$19 \ 58 - 20^{\circ} 34'$		
<i>"</i> " •		• •	• •	. 20 26		
(111) zur	La	mell	e auf	dieser Fläche:		
Renfrew .				12º 11½' u. 11º 38')		
Pitcairn .				12 32 u. 12 29		
Renfrew .				12 51		
<del>77</del> •				12 40		
<i>n</i> •				12 39	$\cdot 12^{\circ}31'$	$12^{\circ}54'$
				$11 \ 55\frac{1}{2}$		
<del></del>				$12 \ 14\frac{1}{2}$		
<del>7</del> 7 *			• •	12 54		
<i>77</i> •	`•	• •		12 40 J		
K zur	Lan	nelle	auf d	lieser Fläche:		
Renfrew .			15°25'	u. 16º 23' u. 17º 21'	$15^{\circ}44'$	$16^{\circ}45'$
{118} zur	La	mell	e auf	dieser Fläche:		
Renfrew .				2º 59'	3°16'	$3^{\circ}24\frac{1}{2}'$
(115) zur	La	mell	e auf	dieser Fläche:		2
Renfrew .				5º 10'	5º 39'	5º 24'
(111) zur	T.a	mell	Aguf	dieser Fläche:		
Renfrew	па	mon	2801	' (26º 41'-29º 13')	28º414	28º 31 /
and the second sec						

Zur Bestimmung der Indices der verschobenen Flächentheile war natürlich zunächst die physikalische Orientirung der Lamellen zu ermitteln. Bei der Schmalheit derselben und dem Mangel einer deutlichen Spaltbarkeit konnte es sich nur um die Ermittlung der optischen Orientirung handeln und zwar waren wegen der geringen Durchsichtigkeit des Materials nur Dünnschliffe zu verwerthen. Diese ergaben nun folgendes:

1) In Schliffen senkrecht zur Kante [110], also auch senkrecht zur Zusammensetzungsfläche  $K_4$ , löschten die parallel der letzteren Fläche eingelagerten Lamellen, welche im gewöhnlichen Licht wegen ihrer etwas stärkeren Trübung ganz gut zu sehen waren, durchaus gleichzeitig mit dem Haupttheil aus, und zwar liegen, wie die Untersuchung mit dem Quarzkeil ergab, die gleichnamigen Elasticitätsaxen nicht gekreuzt, sondern parallel, so dass die Lamellen zwischen gekreuzten Nicols bei keiner Stellung hervortraten. Nur in zerbrochenen Krystalltheilen machte sich eine geringe Auslöschungsdifferenz bemerklich, offenbar, weil die Schliffe hier nicht ganz senkrecht zur Kante [110] waren. Die Lamellen parallel <sub>1</sub>K zeigen andere, aber wegen des schrägen Einfallens nicht bestimmbare Orientirung. Im convergenten Natriumlicht erscheint in den parallel  $K_1$  eingelagerten Lamellen dasselbe Interferenzbild wie im Haupttheil, aber in symmetrischer Lage zur Normale der Platte; bei Dunkelstellung der Platte etwa so wie in Fig. 2 skizzirt<sup>1</sup>.

Daraus ging schon hervor, dass die Zusammensetzungsfläche  $K_1$  nicht Zwillingsfläche ist, vielmehr konnte, falls überhaupt Zwillingsbildung vorlag, ein derartiges Verhalten nur im Schliff parallel der Zwillingsebene statthaben, es konnte also eventuell nur [110] die rationale Zwillingsaxe, die Schliffebene senkrecht dazu die irrationale Zwillingsebene sein. Das bestätigten nun die folgenden

2) Schliffe aus der Zone [110]. Solche wurden parallel3 Flächen der Zone hergestellt:

a) senkrecht zur Zusammensetzungsfläche K<sub>1</sub>. Die Auslöschungsrichtungen der Lamellen lagen symmetrisch zu denjenigen des Haupttheils in Bezug auf die Grenze zwischen beiden, ca. 11º zu derselben geneigt. Im convergenten Natriumlicht erscheint im Haupttheil bei Dunkelstellung desselben eine optische Axe am Rande des Gesichtsfeldes, deren Barre einem Nicolhauptschnitt parallel geht. In den Lamellen erscheint ein dem vorigen deckbar gleiches Interferenzbild, nachdem die Platte um 22º (bis zur Auslöschungsrichtung der Lamelle) gedreht ist. Denkt man sich daher, nachdem das Interferenzbild des Haupttheils fixirt ist, die beiden Nicols um 22° in demselben Sinne gedreht, so erscheint das Interferenzbild der Lamellen zu dem des Haupttheils, wie Fig. 3 zeigt, d. h. symmetrisch gelegen in Bezug auf die Normale der Zwillingsgrenze, das ist symmetrisch in Bezug auf die Ebene  $Z \perp [1\overline{1}0];$ 

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Durch den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes geht nicht annähernd, wie in Fig. 2 gezeichnet, eine Symmetrielinie der Interferenzfigur.

b) parallel  $\{001\}$ . Da eine optische Axe von der normalen zu  $\{001\}$  nicht viel abweicht (sie liegt für roth und blau nach verschiedenen Seiten gegen dieselbe geneigt), so war die Auslöschungsrichtung nicht zu bestimmen. Im convergenten Natriumlicht erscheint im Haupttheil ein Interferenzbild wie Fig. 4. In den Lamellen erscheint ein mit dem vorigen deckbar gleiches Interferenzbild (im weissen Licht auch mit der gleichen charakteristischen Farbenvertheilung) nach Drehung der Platte um 72° ca.<sup>1</sup>; es neigt also die Klinoaxe des Haupttheils gegen die Klinoaxe der Lamellen unter 72° ca., während dieser Winkel bei Zwillingsbildung nach [110] gleich 74° 5′ sein müsste;

c) parallel K. Schliffe von einiger Dicke löschen in keiner Lage vollkommen aus. Schleift man aber ein Absonderungsblättchen, welches eine dickere Lamelle enthält, soweit an. dass die Schlifffläche mit der Grenzfläche der Lamelle zusammenfällt, kittet diese Seite auf und schleift vorsichtig soweit ab, dass der Schliff nur noch die Dicke der Lamelle (oder weniger) hat, so findet man, dass hier wie bei a) und b) die Hauptauslöschungsrichtungen wieder symmetrisch zu denjenigen eines eben so präparirten Haupttheiles, und zwar in Bezug auf [110] liegen. Schleift man ein wenig schief zur Absonderungsfläche, so kann man, wenn eine etwas dickere Lamelle im angeschliffenen Theile sich auskeilt, auch beide optische Orientirungen in demselben Schliff neben einander beobachten. In Fig. 5 sind die Umrisse (in Bezug auf den Haupttheil) angedeutet. Im Haupttheil liegt eine Auslöschungsrichtung 21° ca. geneigt zur Kante [110] im stumpfen Winkel der Kanten zu (001) und (110). Im convergenten Natriumlicht erkennt man bei Dunkelstellung, dass im Haupttheil eine optische Axe etwas ausserhalb des Gesichtsfeldes liegt, ihre Barre zieht schräg durch dasselbe. In den Lamellen tritt, wenn man die Nicols um 42° in gleichem Sinne dreht, ein gleiches Interferenzbild auf, symmetrisch in Bezug auf  $Z \perp [1\overline{10}]$ gelegen (vergl. Fig. 5).

Die optische Orientirung der Lamellen be-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Die Verschiebung auf dem Mikroskoptisch, um nach dem Interferenzbild des Haupttheils dasjenige der Lamelle zu erhalten, musste mit freier Hand geschehen, die Messungen sind daher nur annähernde.

weist also Zwillingsstellung derselben nach der Kante [110] (bezw. [110]).

Eine derartige Zwillingsbildung, nämlich nach einer, nicht in der Symmetrieebene liegenden Kante ist, so viel ich weiss, im monoklinen System noch nicht mit Sicherheit beobachtet<sup>1</sup>.

Aus dem gemessenen Winkel des verschobenen Flächentheiles von (110) zur Basis, nämlich 55° 25', und zur Hauptfläche {110}, nämlich 21º 30', und dem von Des CLOIZEAUX angegebenen Winkel  $(1\overline{10})$ :  $(001) = 65^{\circ} 30'$ , berechnet sich der ebene Winkel der Kante (001) : (110) zur Kante zwischen Basis und dem verschobenen Theil von (110) zu 20° 50' (derselbe wurde an einem Krystall u. d. M. zu 22º ca. gefunden). Die Klinoaxe von nach [110] verzwillingten Theilen neigt dagegen zur Kante (001) : (110) unter 21º 7' in demselben Sinne; es ist daher wohl als sicher anzusehen, dass die Kante (001): (110) durch die Verschiebung zur Klinoaxe geworden ist, dass also die Flächen der Zone [110], deren Umlagerung allein ermittelt werden konnte, in Kliondomen übergegangen sind, und zwar erhalten die letzteren, da (001) mit (001) zusammenfällt, und in Rücksicht auf die in Fig. 4 angegebene optische Orientirung das Zeichen  $(0\overline{kl})$  (vergl. auch Fig. 1).

Die in Tabelle III, Columne a, aufgeführten gemessenen Winkel der umgelagerten Flächentheile zu  $(001) = (00\overline{1})$  ergaben dann weiter, dass folgende Flächen vor und nach der Umlagerung einander entsprechen:

## Tabelle III.

Lamellen auf 111:001:

					a.	υ.
Renfrew					35°36'	)
77					$35 \ 23$	
77	·		•	•	37 40	36º 34'
27	•	•	•	•	36 33 u. 36°	9'
77	•	·	•	·	36 11	
<b>m</b>	•	•	•	• 1	36 Z	) .

<sup>1</sup> Vielleicht gehören hierher von BAUMHAUER aus den Ätzfiguren des Kryolith gefolgerte "regelmässige Verwachsungen". In dem Ref. darüber

Lamellen auf 110:001: b. a. Renfrew . . . . 560 40' 54 56 Lamellen auf 115:001: Renfrew . . . . 16°23' 130534 Lamellen auf 118:001: Renfrew . . . . 90234 9º 22' Lamellen auf 111:001: Renfrew . . . . 88° 8' 90° 0'

### II.

Die aus den vorstehenden Beobachtungen abzuleitende Deformation weicht in mehrfacher Beziehung von allen jenen ab, welche bisher vom Kalkspath, Diopsid etc. bekannt geworden sind. Sie charakterisirt sich allerdings ebenfalls als eine einfache Schiebung, und zwar ist die Schiebungsrichtung [110], oder [110], auch führt sie die umgelagerten Theile in Zwillingsstellung zum Haupttheil, aber die Zwillingsfläche ist irrational, nur die Zwillingsaxe ist rational. Nun lassen sich allerdings die am Kalkspath, Diopsid etc. mechanisch erzeugten Zwillinge auch als solche nach einer rationalen Zwillingsaxe auffassen, dies ist nämlich die Durchschnittslinie der gewöhnlich angegebenen Zwillingsebene mit der zu ihr senkrechten Symmetrieebene, aber auch bei dieser Auffassung zeigen sich die Zwillinge des Titanit darin wesentlich von den übrigen verschieden, dass bei ihnen eine zur Zwillingsaxe parallele Symmetrieebene nicht mehr vorhanden ist. Im Zusammenhange damit steht der auffallendste äusserliche Unterschied: die Zwillingsebene ist bei den bisher mechanisch erzeugten Zwillingen zugleich Gleitfläche und Zusammensetzungsfläche, beim Titanit ist die Gleitfläche = Zusammensetzungsfläche eine, wie sich zeigen wird, irrationale Fläche aus der Zone der Zwillingsaxe.

Nach dem Vorgange von LIEBISCH (dies. Jahrb. Beil.-Bd. VI. 1888. p. 105) habe ich versucht, die allgemeinen Verhält-

<sup>(</sup>dies. Jahrb. 1887. I. - 240 -) bemerkte ich, dass die geometrischen Verhältnisse und die Lage der Ätzfiguren mit Zwillingsbildung nach der Kante [110], bezw. [110] im Einklang sind.

nisse dieser Deformation festzustellen; möchte dieselben aber hier nur soweit berühren, als zum Verständniss der Umlagerungen am Titanit nothwendig ist, indem ich beabsichtige, die nähere Charakteristik von Deformationen dieser Art demnächst darzulegen im Zusammenhange mit denjenigen einer sehr verwandten Art, bei welcher nämlich zwar die Zwillingsfläche rational und zugleich Gleitfläche ist, aber eine Symmetrieebene nicht mehr senkrecht zu derselben steht. Für beiderlei Deformationen bietet nämlich das in Untersuchung befindliche trikline Doppelsalz Cd Cl<sub>2</sub>. Ba Cl<sub>2</sub>. 4 H<sub>2</sub> O ein ausgezeichnetes Beispiel.

In Fig. 6 sei ABCD die Gleitfläche, ABEF bezeichne die Lage der zweiten Kreisschnittsebene  $K_2$  vor der Deformation, dagegen ABE'F' dieselbe Ebene nach der Deformation; dann ist AD // GE  $\perp$  AB die Richtung der Schiebung. Zwei beliebige Flächen aus der Zone der Schiebung BCGE  $= \{h_1 k_1 l_1\}$  und EFGH  $= \{h_3 k_3 l_3\}$ , deren Indices sich auf das der Substanz zukommende krystallographische Axensystem  $\pi_1 \pi_2 \pi_3$  beziehen, bestimmen mit der zweiten Kreisschnittsebene  $K_2 = \{h_2 k_2 l_2\}$  und einer rationalen Fläche BFG  $= \{p q r\}$ ein Tetraëder BFGE. Bezieht man die Fläche BFG auf das von den Flächen BCEG, EFHG und ABEF bestimmte Axenkreuz:

 $BE = \pi_{01} = [001], EG = \pi_{02} = [010], FE = \pi_{03} = [100],$ so erhält sie die Indices  $p_0 q_0 r_0$  und zwar ist:

(1) 
$$\begin{cases} \varrho P_0 = \frac{u_1 p + v_1 q + w_1 r}{u_1 + v_1 + w_1} \\ \varrho q_0 = \frac{u_2 p + v_2 q + w_2 r}{u_2 + v_2 + w_2} \\ \varrho r_0 = \frac{u_3 p + v_3 q + w_3 r}{u_3 + v_3 + w_3}; \end{cases}$$

darin ist *e* ein Proportionalitätsfactor und

(1 a) 
$$\begin{cases} [u_1 v_1 w_1] = [h_2 k_1 l_2 : h_3 k_3 l_3] \\ [u_2 v_2 w_2] = [h_3 k_3 l_3 : h_1 k_1 l_1] \\ [u_3 v_3 w_3] = [h_1 k_1 l_1 : h_2 k_2 l_2] \end{cases}$$

Das von den nunmehrigen Axenebenen und der Fläche  $BFG = \{p_0 q_0 r_0\}$  gebildete Tetraëder geht durch die Deformation in das in Fig. 6 durch gestrichelte Linien angedeutete Tetraëder E'F'G'B über, und zwar sind die ebenen Winkel in K<sub>2</sub> unverändert geblieben, während diejenigen der beiden anderen Axenebenen in ihre Complemente zu 180° übergegangen sind. Gleichzeitig ist  $FGB = \{p_0 q_0 r_0\}$  in die Lage F'G'Bgekommen und erhält in Bezug auf das zum Axensystem  $\pi_{01} \pi_{02} \pi_{03}$  gleichwerthige und symmetrisch zu demselben in Bezug auf CDRS =  $Z \perp [u_2 v_2 w_2]$  gelegene Axensystem  $\pi_{01}' \pi_{02}' \pi_{03}'$  die Indices:

(2) 
$$p_0': q_0': r_0' = -p_0: q_0: -r_0.$$

Löst man die Gleichungen (1) nach p, q, r auf, so erhält man:

(3) 
$$\begin{cases} \varrho p = d_1 p_0 (v_2 w_3 - w_2 v_3) - d_2 q_0 (v_1 w_3 - w_1 v_3) + d_3 r_0 (v_1 w_2 - w_1 v_2) \\ \varrho q = -d_1 p_0 (u_2 w_3 - w_2 u_3) + d_2 q_0 (u_1 w_3 - w_1 u_3) - d_3 r_0 (u_1 w_2 - w_1 u_2) \\ \varrho r = d_1 p_0 (u_2 v_3 - v_2 u_3) - d_2 q_0 (u_1 v_3 - v_1 u_3) + d_3 r_0 (u_1 v_2 - v_1 u_2) \end{cases}$$

Darin ist zur Abkürzung gesetzt:

(3 a) 
$$\begin{cases} d_1 = u_1 + v_1 + w_1 \\ d_2 = u_2 + v_2 + w_2 \\ d_3 = u_3 + v_3 + w_3. \end{cases}$$

So wie die Gleichungen (3) den Übergang von dem Axensystem  $\pi_{01} \pi_{02} \pi_{03}$  zu dem krystallographischen Axensystem  $\pi_1 \pi_2 \pi_3$  vermitteln, geben sie auch den Übergang von  $\pi_{01}' \pi_{02}' \pi_{03}'$ zu einem krystallographischen Axensystem  $\pi_1' \pi_2' \pi_3'$  an, welches dem ursprünglichen gleichwerthig und zu ihm symmetrisch in Bezug auf Z liegt. Bezeichnen wir daher die Indices der Fläche F'G'B, bezogen auf  $\pi_1' \pi_2' \pi_3'$ , mit p'q'r', so ist:

$$\begin{split} \varrho \, \varrho_0' &= \ d_1 \, p_0' \left( v_2 \, w_3 - w_2 \, v_3 \right) - d_2 \, q_0' \left( v_1 \, w_3 - w_1 \, v_3 \right) + d_3 \, r_0' \left( v_1 \, w_2 - w_1 \, v_2 \right) \\ \varrho \, q_0' &= \ - \, d_1 \, p_0' \left( u_2 \, w_3 - w_2 \, u_3 \right) + d_2 \, q_0' \left( u_1 \, w_3 - w_1 \, u_3 \right) - d_3 \, r_0' \left( u_1 \, w_2 - w_1 \, u_2 \right) \\ \varrho \, r_0' &= \ d_1 \, p_0' \left( u_2 \, v_3 - v_2 \, u_3 \right) - d_2 \, q_0' \left( u_1 \, v_3 - v_1 \, u_3 \right) + d_3 \, r_0' \left( u_1 \, v_2 - v_1 \, u_2 \right) \end{split}$$

Setzt man in diese Gleichungen die Werthe von  $p_0'$ ,  $q_0'$ und  $r_0'$  aus Gleichung (2) mit Rücksicht auf Gleichung (1) und (3 a), so erhält man:

$$(4) \begin{cases} \varrho p' = -(u_1 p + v_1 q + w_1 r) (v_2 w_3 - w_2 v_3) - (u_2 p + v_2 q + w_2 r) \\ (v_1 w_3 - w_1 v_3) - (u_3 p + v_3 q + w_3 r) (v_1 w_2 - w_1 v_2) \\ \varrho q' = +(u_1 p + v_1 q + w_1 r) (u_2 w_3 - w_2 u_3) + (u_2 p + v_2 p + w_2 r) \\ (u_1 w_3 - w_1 u_3) + (u_3 p + v_3 q + w_3 r) (u_1 w_2 - w_1 u_2) \\ \varrho r' = -(u_1 p + v_1 q + w_1 r) (u_2 v_3 - v_2 u_3) - (u_2 p + v_2 q + w_2 r) \\ (u_1 v_3 - v_1 u_3) - (u_3 p + v_3 q + w_3 r) (u_1 v_2 - v_1 u_2). \end{cases}$$

Diese Gleichungen lassen noch eine erhebliche Vereinfachung zu. Da man nämlich jede beliebige Richtung  $[u_2 v_2 w_2]$ als die Durchschnittslinie einer prismatischen und einer domatischen Fläche darstellen kann, so darf man in (Ia) setzen:

$$\langle \mathbf{h}_3 \, \mathbf{k}_3 \, \mathbf{l}_3 \rangle = \langle \mathbf{h}_3 \, \mathbf{k}_3 \, \mathbf{0} \rangle, \ \langle \mathbf{h}_1 \, \mathbf{k}_1 \, \mathbf{l}_1 \rangle = \langle \mathbf{h}_1 \, \mathbf{0} \, \mathbf{l}_1 \rangle,$$

mit Rücksicht darauf nehmen dann die Gleichungen (4) die einfachere Form an:

(4a) 
$$\begin{cases} \varrho p' = p (-u_2 h_2 + v_2 k_2 + w_2 l_2) - 2 h_3 (v_2 q + w_2 r) \\ \varrho q' = q (+u_2 h_2 - v_2 k_2 + w_2 l_2) - 2 k_2 (w_2 r + u_2 p) \\ \varrho r' = r (+u_2 h_2 + v_2 k_2 - w_2 l_2) - 2 l_2 (u_2 p + v_2 q) \end{cases}$$

Aus (4 a) ist ersichtlich, dass die Deformation bestimmt ist durch die Indices der Schiebungsrichtung  $[u_2v_2w_2]$  und die Indices der zweiten Kreisschnittsebene  $\{h_2k_2l_2\}$ . So lange diese rational sind, hat eine rationale Fläche auch nach der Deformation wieder rationale Indices.

Setzt man in (4 a) der Beobachtung gemäss

 $p q r = \langle 1\bar{1}0 \rangle$ ,  $p' q' r' = \langle 0\bar{2}\bar{1} \rangle$ ,  $[u_2 v_2 w_2] = [1\bar{1}0]$ , so erhält man daraus:

$$\mathbf{h}_2 \, \mathbf{k}_2 \, \mathbf{l}_2 = \langle \bar{1} 3 1 \rangle.$$

Die Formeln (4 a) nehmen daher für die Deformation des Titanit durch Gleitung längs  $u_2 v_2 w_2 = [1\overline{10}]$  die Gestalt an:

(5) 
$$\begin{cases} \varrho p' = p + q \\ \varrho q' = 3p - q \\ \varrho r' = 2r + p - q \end{cases}$$

Für die Gleitung längs der Kante  $u_2 v_2 w_2 = [110]$ , dagegen erhält man<sup>\*</sup>:

(5 a) 
$$\begin{cases} \varrho \cdot {}^{\prime}p = p - q \\ \varrho \cdot {}^{\prime}q = - (3p + q) \\ \varrho \cdot {}^{\prime}r = 2r + p + q \end{cases}$$

Demnach erhalten die Flächen, auf welchen die Begrenzung der Lamellen ermittelt werden konnte, übereinstimmend mit der Beobachtung die schon p. 107 aufgeführten Indices.

In den Columnen b, Tabelle II und III, sind die aus diesen Indices folgenden Winkel zwischen den Flächen P und P', und (001) und P' mit den gemessenen zum Vergleich aufgeführt. Wenn die Übereinstimmung keine grosse ist, so ist zu bedenken, dass es sich stets nur um die Reflexe schmaler Lamellen an wenig homogenen Krystallen handelt. Der Umstand, dass die Lamellen an zahlreichen gemessenen Flächen stets wenigstens annähernd die geforderte Begrenzung haben, zeigt zugleich, dass dies kaum auf Zufall beruhen kann.

Für diejenigen Flächen, welche vor und nach der Verschiebung die gleichen Indices haben, erhält man aus Gleichung (5), indem man

p = p', q = q', r = r'

setzt:

$$p:q = +\frac{1}{3} \pm \frac{2}{3}; \ \frac{r}{p} = \frac{-1 + \frac{q}{p}}{+1 - \frac{q}{p}};$$

demnach entweder:

$$p:q:r = 1:1:\frac{0}{0},$$

oder

## p:q:r = -1:3:1.

Dem ersten Verhältniss genügen die Indices aller Flächen aus der Zone der Schiebung; dem zweiten nur die zweite Kreisschnittebene K<sub>2</sub>.

Soll p' = p, q' = -q, r' = r sein, so geben die Gleichungen (5):

$$\mathbf{p}:\mathbf{q}=\sqrt{-\frac{1}{3}}.$$

Da im monoklinen System nur Flächen  $\{pqr\}$  und  $\{p\bar{q}r\}$ gleichwerthig sind, so gibt es also bei der Deformation des Titanit keine Flächen, welche in gleichwerthige übergeführt würden ausser der zweiten Kreisschnittsebene und sämmtlichen Flächen aus der Zone der Schiebungsrichtung.

Das ist ebenfalls ein wesentliches Merkmal dieser einfachen Schiebung gegenüber den bisher bekannten.

Weitere bemerkenswerthe Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der Lage der ersten Kreisschnittsebene, der Gleitfläche K<sub>1</sub>. Sie liegt einmal in der Zone der Schiebung, [1I0], ausserdem in der Zone, welche bestimmt wird durch die zweite Kreisschnittsebene K<sub>2</sub> und die zur Schiebungsrichtung senkrechte Ebene Z. Die letztere erhält die Indices: (unter  $\beta$ den stumpfen Winkel der Axen à und c verstanden):

$$\mathbf{Z} = \langle \mathbf{a}^2, \mathbf{1}, \mathbf{a} \mathbf{c} \cdot \cos \beta \rangle.$$

Daher sind die irrationalen Indices der ersten Kreisschnittsebene, Zusammensetzungs- und Gleitfläche:  $K_1 = \langle 3 a^2 - 1, -(3 a^2 - 1), 4 a c \cdot \cos \beta + a^2 + 1 \rangle.$ 

Für die Neigung dieser Fläche zur Basis findet man:

$$\operatorname{ctg} B = \frac{(c \cdot \cos \beta + a) \sqrt{a^2 + 1}}{(3 a^2 - 1) c \cdot \sin \beta};$$

daraus, bei zu Grundelegung der Des CLOIZEAUX'schen Axenwerthe:

 $B = 51^{\circ} 43'; (K_1 = -2,43407...P).$ 

Wie man sieht, weicht dieser Winkel beträchtlich von dem für -2P (221) erforderlichen (49° 15') ab.

Die zahlreichen gemessenen, in Tabelle I. p. 6 zusammengestellten Werthe liegen fast alle zwischen dem für die Gleitfläche und dem für — 2P (221) berechneten, sowohl hinsichtlich der Neigung  $K_1$ : (001), wie der Neigung  $K_1$ : <sub>1</sub>K. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Absonderung nicht genau nach der Gleitfläche erfolgt, sondern durch ein untergeordnetes Cohäsionsminimum senkrecht — 2P (221) beeinflusst wird; es deutet auf oscillatorische Lage der Absonderungsfläche auch wohl die feine Fältelung parallel der Kante zu (001) hin. Jedenfalls folgt auch aus den stets einseitigen Abweichungen der Absonderungsfläche von der Lage — 2P (221) (selbst bei recht guten Reflexen, z. B. Wildkreuzjoch), dass ihre Indices nicht {221} sind, wie es die Theorie verlangt.

Auch die auf der Gleitfläche senkrecht stehende Ebene aus der Zone der Schiebung, welche die stärksten Verzerrungen erleidet, ist irrational, da sie auf der rationalen zweiten Kreisschnittsebene senkrecht steht.

Der Winkel der beiden Kreisschnittsebenen beträgt:

$$K_1 : K_2 = 73^{\circ} 21';$$

daraus folgt für das Verhältniss der Schiebung:

$$\sigma = 1,3428$$

die Grösse der Schiebung:

$$\sigma - \frac{1}{\sigma} = 0,5981.$$

Was endlich die Ursache der Deformation und die Verbreitung der deformirten Krystalle betrifft, so ist darüber Folgendes zu bemerken.

Aus den Beobachtungen über die Begrenzungsflächen der N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. 1889. Bd. II. 8 nach (001) und (100) primär verzwillingten Krystalle von Ba Cl. 2H, O (dies. Jahrb. 1888. I. 142) folgt, dass dieselbe durchaus nicht immer symmetrisch zum Hauptheil ist. sondern mit derjenigen vielfach übereinstimmt, welche durch secundäre Zwillingsbildung erzeugt wird; es wäre also auch möglich, dass am Titanit die Zwillingslamellen nach der Kante [110] und [110] trotz ihrer auffallenden Begrenzung primär wären: indessen wird das sehr unwahrscheinlich in Anbetracht des Vorkommens dieser Titanitzwillinge. Sie finden sich nämlich nur, wie schon aus den in der Einleitung aufgeführten, bisher bekannten Vorkommen ersichtlich ist, eingewachsen und zwar in Gesteinen, welche nach andern Anzeichen Druck unterlegen haben. Die nordamerikanischen Krystalle von Pitcairn, Renfrew, Grenville etc. sind eingewachsen in späthigen, von zahllosen Zwillingslamellen // - 1Rz (0112) durchsetzten Kalkspath, gemengt mit Augit, der ebenfalls nach OP (001) polysynthetisch verzwillingt ist. Dasselbe gilt für die Krystalle von Auerbach a. d. Bergstr. und St. Philippe bei Markirch. Diejenigen vom Wildkreuzjoch sitzen in Chlorit-Strahlsteinschiefer, welcher bekanntlich vielfach gefaltet ist; andere vom Geschnitzthal in Tirol sitzen in Hornblendeschiefer, solche vom Zillerthal sind mit Chlorit und stark verzwillingtem Kalkspath vergesellschaftet; ähnlich sind Vorkommen vom Lanzathal in Piemont (in Chloritschiefer). Stubbenthal, Tyrol (in Amphibolit), Westpoint, N-Y. (ebenso).

Auch die häufigen Krystalle von Arendal, Dybingdalen b. Snarum (Yttrotitanit), Südgruben bei Skutterud, Gulsjö und von Pressnitz in Böhmen, welche alle diese Zwillingsbildung zeigen, sind in Gesteinen eingewachsen, welche sehr wohl Druckkräften ausgesetzt gewesen sein können. Sehr verbreitet scheinen solche Zwillinge endlich in den Titaniten der massigen plutonischen Gesteine zu sein. Von grobkörnigen Gesteinen, welche sich zur Untersuchung nach dieser Richtung allein eignen, erwähne ich granitische und syenitische Gesteine (z. Th. Gneisse?) vom Klingerhof bei Waldbessenbach im Spessart, Hirschkopf bei Weinheim a. d. B. und dem Plauenschen Grund bei Dresden.

Der Titanit der jüngeren Eruptivgesteine scheint dagegen

von diesen Zwillingslamellen frei zu sein. (Laacher See, Phonolith von Aussig.)

Es ist daher mindestens sehr wahrscheinlich, dass diese Zwillinge mechanisch entstanden sind, obwohl an ca. 10 Krystallstücken nach der früher (dies. Jahrb. 1886. I. 185) beschriebenen Methode angestellte Versuche, dieselbe künstlich hervorzubringen, erfolglos geblieben sind (auch Erhitzen war erfolglos). Aber auch wenn der Nachweis gelingen sollte, dass diese Zwillingsbildung nicht secundären Ursprungs sei, sondern dass die Lamellen so entstanden, wie diejenigen des auf dem Objectglas krystallisirten Chlorbaryum, wird man doch der zweiten Kreisschnittsebene  $K_1 = \{I31\}$  (und  $_1K$  $= \{I31\}$ ) eine besondere Bedeutung für diese Zwillingsbildung einräumen müssen.

Münster i. W., 25. Nov. 1888. Mineral. Museum der Akademie.

# N. Jahrbuchf Mineralogie etc 1889 Bd. II.















Taf. II

Bd. IV. Heft 1 (October). — M. NOWAKOWSKY: Über die Salpeterlagerstätte in Transkaukasien. 31. — S. GLINKA: Die Albite aus russischen Fundorten (Schluss). 49.

26) Berichte der k. russischen geographischen Gesellschaft. Jahrg. 1889. St. Petersburg. 8°. (r.) [Jb. 1889. I. - 505 -.]

Bd. XXV. Heft 3. — A. TILLO: Die Hypsometrie des europ. Russlands. 229. — J. LISTOW: Angaben über die Tektonik der Berge der Krim. 270.

27) Materialien zur Untersuchung russischer Bodenarten. Herausgegeben von A. Sowietow und W. Dokutschajew. 8°. St. Petersburg. (r.) [Jb. 1889. II. -238-.]

Lief. 5. 1889. — K. GLINKA: Über sogen. Waldböden. 1. — F. STEIN: Der Einfluss des Abhanges auf die mechanische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften der Böden. 20. — G. TANFILIEW: Zur Frage über die Tschernosjom-Flora. 51.

Transactions of the Seismological Society of Japan.
8º. Yokohama.

Vol. XIII. Part I. 1889. — H. HOEFER: Peculiar Phenomena in the Propagation of Earthquakes. 1. — J. MILNE: Earth Tremors in Central Japan. 7. — E. ODLUM: How were the Cone-shaped Holes on Bandai-san formed? 21; — On the Distribution of Earthquake Motion within a small Area. 41; — Report on Earthquake Observations made in Japan during the year 1886. 91. — ST. MEUNIER: Abstract of a Theory as to the Cause of Earthquakes. 133.

#### Berichtigungen.

1889. I. p. XVII Z. 26 v. u. lies Sardinien statt Sicilien. 1889. I. p. 247 Z. 1 v. o. lies ∞P2 statt ∞P. 1889. I. p. - 422 - Z. 3 v. o. ergänze "dem" vor regionalmetamorphe. 1889. I. p. -427 - Z. 14 v. u. lies Sardinien statt Sicilien. 1889. II. p. 100 Z. 5 v. u. lies Baltimore statt New-Haven. 1889. II. p. 102 Z. 9 v. u. streiche Columne a. 1889. II. p. 109 Z. 8 v. u. lies K. statt K. 1889. II. p. - 104 - Z. 2 v. u. lies Wall statt Wald. 1889. II. p. -114 - Z. 15 v. u. lies Kalium und Wasser statt Natrium und Kieselsäure. 1889. II. p. - 126 - Z. 1 v. u. lies Schrauf statt Schranz. 1889. II. p. -449 - Z. 2 v. o. lies: H<sub>2</sub> (Mg, Fe) Si O<sub>4</sub> + 2 aq. statt: H<sub>6</sub>  $(Mg, Fe)_4 Si_8 O_{16} + 6 aq.$ Beil.-Bd. VI. p. 186 Z. 19 v. u. lies (010) statt (101). Beil.-Bd. VI. p. 191 Z. 15 v. u. lies (221) statt (221). Beil.-Bd. VI. p. 291 Z. 11 v. o. streiche "sogar".

# **ZOBODAT - www.zobodat.at**

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: <u>Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und</u> <u>Paläontologie</u>

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: 1889\_2

Autor(en)/Author(s): Mügge Johannes Otto Conrad

Artikel/Article: <u>Ueber durch Druck entstandene Zwillinge von Titanit</u> nach den Kanten [110] und [110]. 98-115