

Einstellung der Zunge	Flächen
$\varrho = 28^{\circ}20'$	No. 9, 14; 6, 10.
28 40	„ 7, 12, 13, 15, 17, 20, 23, 24; 2, 3, 16.
29 0	„ 4, 11, 19; 1, 8, 18, 21.
29 20	„ 5, 22; —.

Bei der zweiten Punktmenge wurde nur einmal auf $\varrho = 80^{\circ}$ eingestellt und mit Glasläufer ermittelt, daß bis zu $\varrho = 28'$ keine Änderung der Werte ϱ beim Umrechnen in ϱ' nötig ist; deshalb sind nur für die Flächen No. 31, 35 und 40 neue Werte ϱ' eingesetzt worden.

Die Berechnung von δ' für die Formel $\varrho' = \varrho_1 - \varrho + \delta'$ wurde nur für die Flächen No. 11, 12, 4, 24, 19 in der ersten und die Fläche No. 35 in der zweiten Gruppe mit den in der Kolonne VII angegebenen Resultaten durchgeführt. Daraus ergaben sich die Korrekturen für die Flächen 11 und 12, bei allen übrigen wurde $\varrho' \approx \varrho_1 - \varrho$ gesetzt.

Die Punktmenge 1 konnte nun mit ihren Koordinaten $\varrho' \varrho'$ in die Projektion eingetragen werden (Fig. 7). Nach Drehung des Koordinatensystems um 112° gegen den Uhrzeiger wurde die Punktmenge 2 mit ihr vereinigt. Die Zugehörigkeit der einzelnen Punkte zur ersten oder zweiten Punktmenge wurde durch parallel zur Koordinatenrichtung ϱ' gezeichneten Durchmesser der kleinen Kreise bezeichnet.

Künstliche Schiebung im Titanit.

Von A. Johnsen in Kiel.

Mit 1 Textfigur.

I. Künstliche Schiebung im Sphen.

O. MÜGGE¹ hat es sehr wahrscheinlich gemacht, daß die in vielen gesteinsbildenden Titanitkristallen annähernd // {221} eingelagerten Zwillingslamellen infolge von Schiebung // $\sigma_1 = [1\bar{1}0]$ längs der irrationalen Ebene $K_1 = (1, 1, 0.4108 \dots)$ entstanden sind und daß die zweite Kreisschnittsebene dieser Deformation // $K_2 = (\bar{1}31)$ liegt².

Um diese oder ähnliche Schiebungen künstlich zu bewirken, preßte ich fünf Sphenkristalle. Von vier Binnentaler Zwillingen nach (100) wurde je eines der beiden Individuen durch Abschleifen entfernt, während ein einfacher Kristall aus einer unregelmäßigen Verwachsung mehrerer Sphenindividuen vom St. Gott-

¹ O. MÜGGE, N. Jahrb. f. Min. etc. 1889. II. p. 98 u. Taf. II.

² Diese und alle folgenden Indizes sind auf das DES CLOIZEAUX'sche Achsenkreuz bezogen.

hard herausgebrochen werden konnte. Die Binnentaler Zwillinge zeigten $\{100\}$ (oft wie angefressen), $\{102\}$ (meist durch Vizinalflächen ersetzt), $\{001\}$, $\{\bar{1}12\}$, $\{111\}$, $\{131\}$ (selten) und $\{221\}$ (selten; gestreift // $[110]$); der Gottharder Kristall war von $\{102\}$, $\{100\}$, $\{001\}$ und $\{\bar{1}12\}$ begrenzt. Die fünf Präparate waren tafelig // $\{100\}$, $\{001\}$ oder $\{102\}$ und 1—3 mm dick sowie etwa 5—6 mm breit und lang. Als Einbettungsmittel für die Pressung wählte ich wieder Schwefelpulver, das im Stahl-Hohlzylinder um den Kristall herum festgestampft wurde. Die Tafelebene des Präparates lag stets normal zur Achse des in den Hohlzylinder genau passenden Stahlstempels, so daß der Pressungsdruck \perp $\{100\}$, $\{001\}$ oder $\{102\}$ gerichtet war; dieser wurde binnen 20—60 Minuten von Null auf 3000—12000 Atmosphären gesteigert und dann sogleich binnen wenigen Minuten auf Null herabgesetzt.

Nach der Pressung zeigten die Flächen (100), (102), ($\bar{1}12$) und (131) je ein System paralleler Streifen, welche überall auf Gleitung längs einer und derselben Stellung K_1 hinwiesen. Da eine Absonderung // K_1 anscheinend nicht auftrat, wurde die Orientierung dieser Ebene aus deren Spuren auf der Kristalloberfläche, also aus jenen Streifen erschlossen. Die Tabelle A enthält die auf vier verschiedenen Kristallflächen (pqr) gemessenen Winkel σ , welche die Spur $[K_1, (pqr)]$ mit je zwei in (pqr) liegenden Kanten [uvw] des Kristalles bildete, sowie die für $K_1 = (1, 1, 0.41083)$ berechneten Werte jener Winkel. Die Übereinstimmung ist befriedigend, da die Flächen (pqr) von vornherein nicht ganz eben und infolge der Pressung z. T. verbogen, z. T. von Sprüngen durchsetzt waren. Sonach bildet K_1 mit (100), (010), (001) und ($\bar{1}31$) der Reihe nach die Außenwinkel $31^\circ 39'$, $61^\circ 47'$, $51^\circ 43'$ und $73^\circ 21'$.

Ist K_1 die Gleitfläche einer Schiebung // $\sigma_1 = [110]$ mit $K_2 = (\bar{1}31)$, so geht jede Kristallfläche (pqr) in eine Fläche ($p'q'r'$) über und es ist

$$(1) \quad p' : q' : r' = -(p + q) : -(3p - q) : -(p - q + 2r),$$

wobei das Achsenkreuz eine halbe Umdrehung um $\sigma_1 = [1\bar{1}0]$ erfährt. Tabelle B enthält die hiernach berechneten Winkel $\widehat{K_1(pqr)} = \varphi$ und $\widehat{K_1(p'q'r')} = \varphi'$ sowie die gemessenen Neigungswinkel $(\varphi - \varphi')$ zwischen (pqr) und ($p'q'r'$). Die Übereinstimmung ist ausreichend; die Lamellenoberflächen ($p'q'r'$) lieferten z. T. Spiegelreflexe, z. T. nur Schimmerreflexe.

Die in der Gleitfläche K_1 entworfene stereographische Projektion der Flächen (pqr) und ($p'q'r'$) nebst K_2 und σ_1 (siehe Textfigur) erscheint zweckmäßig zur Veranschaulichung und Kontrolle der Neigungswinkel $\widehat{(pqr)(p'q'r')} = (\varphi - \varphi')$ und ihres Vorzeichens. Nachdem man die Pole der Flächen (pqr) eingetragen

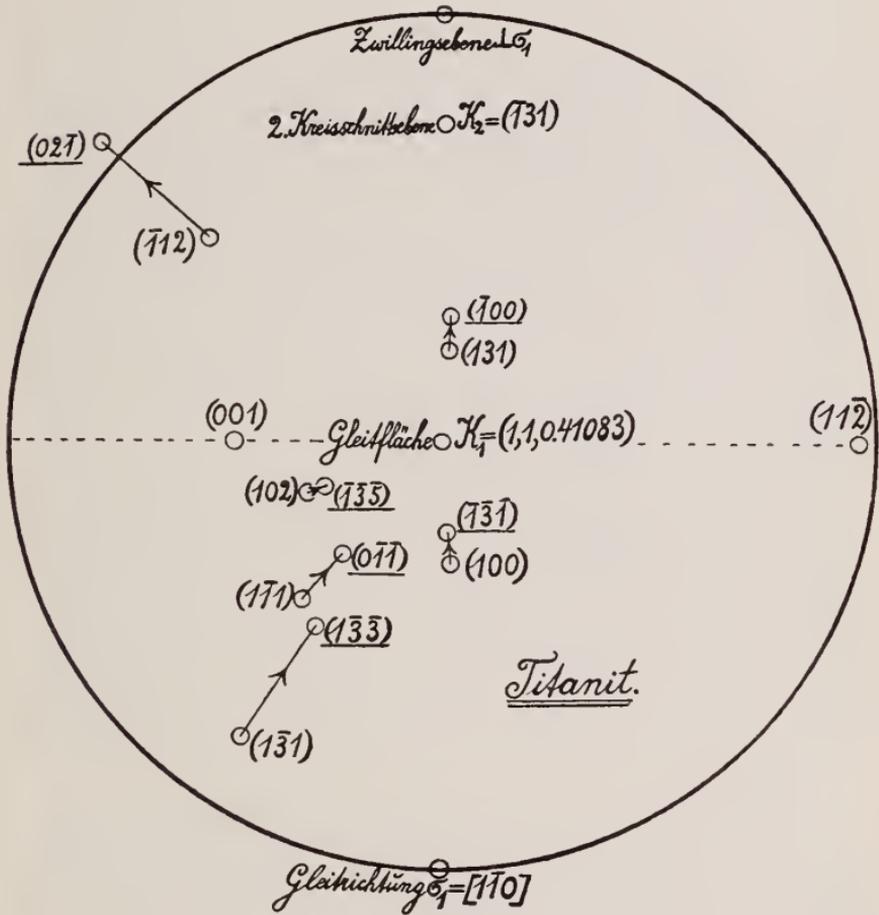
Tabelle A.

(p q r)	[u v w]	$\sphericalangle [(1, 1, 0.41083), (p q r)] : [u v w] = \sphericalangle \sigma$, gemessen					$\sphericalangle \sigma$, berechnet
		Kristall I	Kristall II	Kristall III	Kristall IV	Kristall V	
(100)	[(100), (112)]	38° 22' ± 30'	39° 7' ± 10'	—	—	—	41° 10'
	[(100), (102)]	65° 10' ± 35'	65° 5' ± 20'	—	—	—	64° 18'
(102)	[(102), (100)]	—	—	51° 59' ± 4'	53° 21' ± 3'	—	52° 30½'
	[(102), (111)]	—	—	—	13° 4' ± 1° 6'	8° 54' ± 30'	11° 41½'
(112)	[(112), (112)]	66° 30' ± 30'	66° 20' ± 20'	68° 1' ± 14'	70° 45' ± 6'	66° 5' ± 25'	66° 42½'
	[(112), (100)]	23° 57' ± 15'	20° 0' ± 18'	23° 50' ± 13'	—	24° 13' ± 7'	25° 9½'
(131)	[(131), (111)]	24° 30' ± 30'	26° 7' ± 20'	—	—	—	29° 5'
	[(131), (112)]	82° 42' ± 42'	—	—	—	—	86° 52'

Tabelle B.

(p q r)	(p' q' r')	$\sphericalangle K_1 : (p q r)$ $= \sphericalangle \varphi$, berechnet	$\sphericalangle K_1 : (p' q' r')$ $= \sphericalangle \varphi'$, berechnet	$\sphericalangle (\varphi - \varphi')$, gemessen			
				Kristall I	Kristall II	Kristall III	Kristall IV
(100)	(131)	31° 39'	24° 15½'	+ 7° 23½'	+ 8° 14' ± 22'	+ 7° 15' ± 2'	—
(102)	(135)	36° 35'	32° 36'	+ 3° 59'	—	+ 3° 16½' ± 29½'	+ 4° 23' ± 18½'
(112)	(021)	70° 41½'	92° 38'	— 21° 56½'	— 21° 58½' ± 4½'	— 21° 33½' ± 39½'	+ 2° 40' ± 17'
(131)	(100)	24° 15½'	31° 39'	— 7° 23½'	— 7° 32' ± 14'	—	— 21° 5' ± 7'

hat, fixiert man die den Symbolen ($\underline{p'q'r'}$) entsprechenden Pole so, als gehörten sie nicht den Zwillinglamellen, sondern dem primären Individuum an (diese Ausgangspositionen der ($\underline{p'q'r'}$) sind in der Textfigur nicht dargestellt); hierauf werden die Pole ($\underline{p'q'r'}$) um 180° um die Zwillingachsens σ_1 gedreht und somit den Zwilling-



lamellen zugeordnet (siehe Figur). Jeder Pfeil der Figur verbindet eine Fläche (pqr) mit der durch die Schiebung aus ihr hervorgegangenen Lamellenoberfläche ($\underline{p'q'r'}$), wobei (pqr), ($\underline{p'q'r'}$) und K_1 stets auf einem und demselben Radius des Grundkreises, weil in einer und derselben Zone liegen. Die Pole der zu σ_1 parallelen Flächen, wie (001) und (112), liegen auf dem in der Figur rechts — links verlaufenden Durchmesser des Grundkreises; infolge der Schiebung wandern alle oberhalb jenes Durchmessers befind-

lichen Flächenpole von dem Pole der Gleitfläche K_1 fort, alle Pole des unteren Halbkreises aber nach K_1 hin.

Auch die Achsen des Deformationsellipsoides $a = 1,343$, $b = 1$ und $c = 0,745$, sowie die Größe der Schiebung $s = a - c = 0,598$ lassen sich leicht aus obiger Projektion entnehmen, da $a = \text{ctg } \psi$, $c = \text{tg } \psi$ und $s = 2 \text{ctg } 2 \psi$ ist, wo $2 \psi = \widehat{K_1 K_2}$.

II. Druck und Volumen beim Schiebungsvorgang.

Da Titanit bereits bei Pressungsdrucken von 3000 Atmosphären die nachgewiesene Schiebung einzugehen vermag, die Sphene der alpinen Klüfte aber keine Zwillingslamellen aufweisen, so scheinen sie niemals derartigen Pressungen ausgesetzt, d. h. die Klüfte seit der Sphenbildung nie durch vorübergehende Ausfüllung geschlossen gewesen zu sein. Jedoch zeigt das eigentümliche Verhalten des Rutil¹, daß das Eintreten gewisser Schiebungen nicht nur ein bestimmtes Minimum des Pressungsdruckes erfordert, sondern auch vom hydrostatischen Drucke abhängt, der bei unserer bisherigen Versuchsanordnung im Gegensatz zum Pressungsdruck nicht gemessen werden konnte. Diese Abhängigkeit leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß der Schiebungsvorgang höchstwahrscheinlich von einer vorübergehenden Volumänderung des Kristalles begleitet ist. Die in der „Ebene der Schiebung“, S, auftretende Verzerrung muß offenbar die Atomanziehung in Richtung \perp S beeinflussen, so daß während der Deformation in drei zueinander senkrechten Richtungen entweder zwei Kontraktionen und eine Dilatation oder zwei Dilatationen und eine Kontraktion auftreten; die hiermit verbundene Volumänderung erreicht in einem gewissen Stadium der Schiebung ein Maximum, nimmt dann ab und wird am Schluß des Vorganges Null, weil dann die Atomanordnung in S wieder die ursprüngliche ist.

Das Vorzeichen dieser Volumänderung ist zunächst unbekannt und möglicherweise bei verschiedenen Schiebungen entgegengesetzt. Dann können in der Natur die verschiedenen Tiefenzonen der kristallinen Schiefer sowie Streßgebiete und Zerrungsbereiche teils für diese, teils für jene sekundäre Zwillingsbildung günstige Bedingungen dargeboten haben; hierbei mochten auch die Temperaturen eine besondere Rolle spielen.

Nach diesen Gesichtspunkten werden wir künftig unsere Experimente über mechanische Zwillingsbildung einrichten und die natürlichen Vorkommen vergleichen.

¹ A. GRÜHN und A. JOHNSEN, dies. Centralbl. p. 366. 1917.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [1918](#)

Autor(en)/Author(s): Johnsen Arrien

Artikel/Article: [Künstliche Schiebung im Titanit. 152-156](#)