

Tschermak's Zwillingstheorie und das Gesetz der Glimmerzwillinge.

Von A. Johnsen in Königsberg i. Pr.

Mineralog. Institut, 3. Mai 1907.

I.

Tschermak's Zwillingstheorie.

Im Jahre 1880 entwickelte TSCHERMAK¹ seine „Theorie der Zwillingbildung“. Dieselbe geht von Molekular- und Raungittervorstellungen aus, schreibt der Kristallmolekel 3 Hauptanziehungsrichtungen a, b, c parallel 3 nicht in einer Ebene liegenden Kristallkanten zu und betrachtet eine bestimmte gegenseitige Orientierung zweier gleicher Kristallmolekeln als um so wahrscheinlicher, je mehr von ihren 3 + 3 „Molekularlinien“ a, b, c und a', b', c' zusammenfallen. Abgesehen von vollkommen paralleler sowie von vollkommen unparalleler Orientierung gelangte TSCHERMAK zu 3 Fällen, jenachdem zusammenfallen: 1. $+a, +b$ mit $-a', -b'$; 2. $+a$ und $+a'$; 3. $+a$ und $-a'$. Es repräsentierte (1) die sogen. Zwillinge 1. Art, (2) die sogen. Zwillinge 2. Art und (3) die BAUER'schen „Cyanitzwillinge nach der Normale von $[001]$ in (100) “, denen später von TSCHERMAK Glimmerzwillinge und von BRÖGGER Eudidymit-zwillinge angereicht wurden.

Im Jahre 1890 beschrieb BRÖGGER² an südnorwegischem Hydrargillit ein neues Zwillingsgesetz: Zwillingssachse normal zu der Mediale des Winkels zweier ungleichnamiger Kanten in deren Ebene gelegen. Vom Standpunkte der TSCHERMAK'schen Vorstellungen sieht man zu obigen 3 Möglichkeiten hiermit eine 4. hinzutreten, die durch das Zusammenfallen von $+a, +b$ mit $+b', +a'$ gekennzeichnet wird. Die Summe sämtlicher nach TSCHERMAK's Theorie möglichen Fälle ist jedoch noch weit größer, wie die Tabelle A zeigt.

No. 1 dieser Tabelle stellt offenbar die sogen. Zwillinge 1. Art dar, No. 2 diejenigen 2. Art, No. 3 TSCHERMAK's Glimmergesetz, No. 4 BRÖGGER's Hydrargillitgesetz, No. 8 entspricht den Kieselzinkerzwillingen, No. 9 den Schwefelkieszwillingen nach $\{101\}$ und No. 14 den Zwillingen des Rohrzuckers, während die übrigen Fälle bisher unbekannt sind.

¹ Min. Mitt. 2. 499. 1880.

² Zeitschr. f. Krist. 16. 24. 1890.

Tabelle A.

No.	Zusammenfallen		Notwendige Bedingungen
	von	mit	
1	+ a, + b	- a', - b'	} a:b = c:b = 90°
2	+ a	+ a'	
3	+ a	- a'	
4	+ a, + b	+ b', + a'	
5	+ a, + b	- b', - a'	
6	+ a	+ b'	
7	+ a	- b'	
8	+ a, + b, + c	- a', + b', - c'	
9	+ a, + b, + c	+ c', - b', + a'	
10	+ a, + b, + c	- c', - b', - a'	
11	+ a, + b, + c	+ b', + c', + a'	
12	+ a, + b, + c	+ c', + a', - b'	
13	+ a, + b, + c	- b', + c', - a'	
14	+ a, + b	- a', + b'	
15	+ a, + b	+ c', + b'	
16	+ a, + b	- c', + b'	
17	+ a, + b	+ c', - b'	
18	+ a, + b	- c', - b'	
19	+ a, + b	+ b', - a'	
20	+ a, + b	+ b', + c'	
21	+ a, + b	+ b', - c'	
22	+ a, + b	- b', + c'	
23	+ a, + b	- b', - c'	

Nach TSCHERMAK ist eine gewisse Zwillingbildung um so wahrscheinlicher, also um so häufiger, je mehr „Molekularlinien“ zusammenfallen, bei Betrachtung obiger Tabelle A jedoch kann man oft infolge ungleicher Vorzeichen sowie ungleicher Wertigkeit zusammenfallender Richtungen sehr im Zweifel über die relative Wahrscheinlichkeit zweier Fälle sein.

Vor allem aber erscheint in anbetracht des zwischen Kristallflächen und Kristallkanten bestehenden Dualismus TSCHERMAK'S Identifizierung der 3 Hauptanziehungsrichtungen mit Kristallkanten unter Vernachlässigung der Flächennormalen als willkürlich¹.

¹ Ganz abgesehen von der physikalischen Unzulänglichkeit jener Vorstellungen, die sich z. B. aus der Existenz verschiedener Zwillinggesetze an einer und derselben Substanz ergibt; so würden die Augitzwillinge nach (100) und diejenigen nach (001) als Hauptanziehungsrichtungen [001], [100] und [010] erfordern, die Zwillingbildung nach (122) aber würde

Identifizieren wir einmal die 3 Hauptanziehungsrichtungen a, b, c mit 3 nicht in einer Ebene liegenden Flächennormalen, so gelangen wir wiederum zur Aufstellung von 23 Fällen, die den obigen dualistisch gegenüberstehen und offenbar ebenfalls durch obige Tabelle formal dargestellt werden, nur daß jetzt umgekehrt No. 1 die Zwillinge 2. Art repräsentiert und No. 2 diejenigen 1. Art, während No. 4 bisher nicht bekannt ist; wie im vorigen Fall gehören wieder die Kieselzinkerzzwillinge zu No. 8, die Schwefelkieszwillinge nach {101} zu No. 9 und die Rohrzuckerzwillinge zu No. 14, während die übrigen Fälle wieder bisher nicht realisiert sind. Besonders zu betonen ist die Umkehrung der relativen Wahrscheinlichkeit der Zwillinge 1. und 2. Art; in den ersteren haben die beiden Individuen von den 3 Kanten 2, von den 3 Flächennormalen aber nur 1 gemeinsam, in den letzteren umgekehrt von den 3 Kanten 1, von den 3 Flächennormalen 2. Danach müßten wir gleiche Häufigkeit der Zwillinge 1. und 2. Art erwarten, während TSCHERMAK die ersteren für bevorzugt hielt. Die folgende Statistik wird in der Tat die Richtigkeit des obigen Ergebnisses beweisen.

Die meisten Zwillinge besitzen eine zur Zwillinge-achse normale geradzählige Deckbewegungsachse und lassen sich infolgedessen, wie leicht nachgewiesen werden kann, ebenso als Zwillinge 1. Art wie als Zwillinge 2. Art auffassen. Sie werden nur deswegen gewöhnlich als solche 1. Art, d. h. mittels der rationalen Zwillingsebene definiert, weil erstens jene Zwillingsebene in der Regel als Verwachsungsfläche fungiert und weil zweitens die Flächenbezeichnungen (nach WEISS, MILLER oder NAUMANN) einfacher, anschaulicher und geläufiger sind als die Kantenbezeichnungen.

Von den übrigen Zwillingen kommen für unsere Statistik nur noch die rhombischen, monoklinen und triklinen Zwillinge nach rationalen Zwillingsebenen bzw. Zwillingeachsen von allgemeinsten Lage in Betracht, die in Tabelle B verzeichnet sind.

Man ersieht aus nebenstehender Tabelle B, deren 2. Absatz die im folgenden ermittelten Fälle von Zwillingbildung enthält, daß in der Tat Zwillinge 1. und 2. Art sehr annähernd gleich häufig sind; dazu kommt noch, daß Zwillinge 2. Art schwerer erkannt werden als solche 1. Art, da ihre irrationale Zwillingsebene nicht als Verwachsungsfläche fungiert und somit die Ver-

keine jener Richtungen mit ihr oder einer der beiden andern zur Deckung bringen, also zur Annahme neuer Anziehungsrichtungen nötigen. Auch würde die Lage der Hauptanziehungsrichtungen vielfach der Symmetrie des Kristalls widersprechen.

Tabelle B.

Substanzen	Rationale Zwillingsebene der Zwillinge	Rationale Zwillingssachse der Zwillinge
	1. Art	2. Art
Pyroxen	($\bar{1}22$)	—
Staurolith	(232)	—
$\text{FeCl}_2 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$	—	[111]
$\text{NiCl}_2 \cdot \text{NH}_4\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	(111)	—
Feldspat	(021)	—
Titanit	—	[110]
Kryolith	(112) und ($\bar{1}12$)	[110]
Leadhillit	(310)	[110]
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 4 \text{ aq.}$	(110)	[310]
$\text{NiNa}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. .	(110)	[310]
Plagioklas	(010)	[010]
Cyanit	(100) und ($12\bar{1}$)	[001]
$\text{K}_2\text{Cd}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	(010)	[010]
$\text{BaCdCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	(010)	[010]
$\text{MnCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)	[101]
Anisyltetrazotsäure	(001)	[100] und [010]
Glimmer und Verwandte	(110) und (130)	[310]
Eudidymit	—	[130]
Hydrargillit	(110)	[130]
Cyanit	—	[010]

wachungsfläche im allgemeinen nicht wie bei den meisten Zwillingen 1. Art eine Symmetrieebene darstellt.

Im folgenden soll gezeigt werden, daß auch TSCHERMAK'S Glimmerzwillinge dem Gesetz der Zwillinge 2. Art gehorchen und daß dieses Gesetz der Glimmerzwillinge auch von Eudidymit, Hydrargillit und Cyanit befolgt wird.

II.

Das Gesetz der Glimmerzwillinge.

1. Glimmer, Klinochlor, Xanthophyllit, Margarit.

Nachdem schon vom RATH Glimmerzwillinge, jedoch unter Voraussetzung rhomboedrischer Symmetrie, bekannt gemacht hatte, beschrieb TSCHERMAK¹ 1877 Zwillinge von Meroxen, Zinn-

¹ Zeitschr. f. Krist. 2. 22. 1877.

waldit und Muscovit als solche nach dem monoklinen Vertikalprisma (110). Es war wohl der vollkommene Parallelismus der Basisflächen dieser Zwillinge, der TSCHERMAK¹ 1881 veranlaßte, als Zwillingssachse, d. h. Drehungsachse statt der Normale von (110) die in (001) liegende Normale von [110] anzunehmen. Ein ähnliches Zwillingsgesetz hatte ja auch BAUER² 3 Jahre vorher für den Cyanit aufstellen zu können geglaubt, indem er die Normale von [001] in (100) als Zwillingssachse fungieren ließ, und TSCHERMAK selbst hatte, wohl z. T. im Hinblick auf den Cyanit, ein Jahr vorher seine oben besprochene Theorie der Zwillingbildung entwickelt, nach welcher nun die Glimmerzwillinge neben BAUER's Cyanitzwillinge in die 3. der drei von TSCHERMAK vorgesehenen Gruppen zu stellen waren.

Da nun — gerade auch nach TSCHERMAK's Vorstellungen — Zwillingbildung nach einer rationalen Achse von vornherein wahrscheinlicher ist als TSCHERMAK's Glimmergesetz und überdies an pseudohexagonalen Körpern wie Leadhillit, Calciumchloroaluminat und Nickelnatriumuranlyacetat Zwillingbildung nach (110) und [310] (bezw. [110] und (130)) namentlich auch auf Grund „einfacher Schiebungen“ mit vollkommener Sicherheit nachgewiesen ist, liegt die Vermutung nahe, daß auch die Glimmer jene für rhombische und monokline Körper von pseudohexagonalem Charakter geradezu typische Zwillingbildung nach [310] zeigen. Derartige Substanzen pflegen häufig Kristallflächen aus der Zone jener Zwillingssachse zu besitzen und, wenn Zwillingbildung erfolgt, nach einer Fläche dieser Zone zu verwachsen. In der Tat treten am Glimmer außer {001} noch {131} und {261} nicht selten auf, und die Verwachsung erfolgt nach TSCHERMAK parallel oder doch nahe parallel (001). Die Rechnung ergibt für Glimmer wie für Klinochlor und für Xanthophyllit³ $\angle [310]:[\bar{1}\bar{1}0] = 90^{\circ}0'$ und mithin als Lage des rhombischen Schnittes (001); Abweichungen jenes Winkels von 90° um $\pm 5'$ würden Abweichungen des rhombischen Schnittes von (001) um 6° im Sinne von $\mp P$ zur Folge haben. Solange derartige Abweichungen des $\angle [310]:[\bar{1}\bar{1}0]$ von 90° nicht festgestellt sind, fällt natürlich die soeben angenommene Zwillingssachse mit der TSCHERMAK'schen zusammen, so daß Messung und Berechnung von Kristallwinkeln die Richtigkeit des obigen Wahrscheinlichkeitschlusses nicht erweisen können.

In der Tabelle C sind die von TSCHERMAK an Glimmerzwillingen erhaltenen Messungsdaten — es scheinen die einzigen zu

¹ Lehrb. d. Miner. 1. Aufl. 1. Heft. 1881.

² Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 30. 320. 1878.

³ Für Margarit ergibt sich aus TSCHERMAK's Messungen $\angle [310]:[\bar{1}\bar{1}0] = 90^{\circ}18'$.

sein, die bislang vorliegen — mit den für Zwillingsachse = [310] berechneten Werten zusammengestellt. M_2 und M_3 sind negative Hemipyramiden, die letztere aus der Zone [110]; $\angle M_2 : (001) = 85^\circ 6'$, $\angle M_2 : (010) = 60^\circ 19'$, $\angle M_2 : M'_3 = 59^\circ 21'$, $\angle M_3 : (001) = 84^\circ 56'$. Für die Berechnung der Ziffer des Zinnwaldits sind die Elemente des Meroxens benutzt.

Tabelle C.

Glimmerart	\angle	gem. von TSCHERMAK	ber. f. Z.A. = [310]
Meroksen (Vesuv)	$(\bar{1}11) : (\bar{1}11)$	17° 25'	17° 21'
	$(\bar{1}11) : (010)$	8 41	8 40½
Zinnwaldit (Zinnwald)	$(010) : (010)$	59 57	60 0
Muscovit (Abühl im Sulzbachtal)	$M_3 : M_2$	10 0	9 58
	$M_2 : (010)$	4 50	4 54
	$M_3 : (010)$	5 5	5 4
Muscovit (Rotenkopf im Zillertal)	$(221) : (221)$	8 43	8 48
	$(221) : (0.17.1)$	3 19	3 23

Das Zwillingsgesetz von Klinochlor, Xanthophyllit und Margarit entspricht nach den (nicht zahlenmäßigen) Angaben von TSCHERMAK¹ und SIPÖCZ¹ demjenigen der Glimmer, lautet also ebenfalls: Zwillingsachse = [310]. Es scheinen am Glimmer und seinen Verwandten noch weitere Zwillingbildungen vorzukommen, welche ebenfalls für den pseudohexagonalen Typus charakteristisch sind. So hat v. KOKSCHAROW² am Klinochlor von Achmatowsk Drillinge nach (110) beobachtet, deren (001) kleine, ein- und ausspringende Winkel bildeten (berechnet = $0^\circ 34'$); derselbe vergleicht diese Drillinge mit den Aragonitdrillingen und führt den anscheinend hexagonalen Charakter des Ripidolith auf ähnliche Bildungen zurück. Später konstatiert v. KOKSCHAROW³ auch am Klinochlor von Texas in Pennsylvanien außer dem Glimmergesetz wiederum Zwillingbildung nach (110). In beiden Fällen werden keine Messungen mitgeteilt. Schließlich gibt TSCHERMAK⁴ für Klinochlor von Ala, von Pfitsch und von Achmatowsk außer Zwillingen nach dem Glimmergesetz (sowie solchen nach (001) und nach (100)) auch Zwillinge nach (130)

¹ Sitzungsber. Wien. Akad. Math.-phys. Cl. 78. 555. 1878.

² Materialien z. Mineral. Rußl. 2. 7. 1855.

³ Ebenda. 10. 41. 1888.

⁴ Sitzungsber. Wien. Akad. Math.-phys. Cl. 99. (1.) 174. 1890 u. 100. (1.) 29. 1891.

an, deren Basisflächen Knicke von $0^{\circ} 20'$ bilden (die Rechnung ergibt den gleichen Wert).

Versuche, an Zinnwaldit von Zinnwald, Muscovit von Haddam (Connecticut) und Lepidolith von Auburn (Maine), durch Erhitzen bis zur Rotglut (der Zinnwaldit schmolz dabei randlich) unter dem LEHMANN'schen Mikroskop einfache Schiebungen zu bewirken, blieben erfolglos.

2. Eudidymit.

Am Eudidymit hat BRÖGGER¹ außer Zwillingsbildung nach (001) noch eine andere beobachtet, die er, ohne Messungsdaten anzugeben, auf Grund wahrgenommener Tautozonalität von (001) : (111) : (001) : (111) dem TSCHERMAK'schen Glimmergesetz unterordnet. Hier liegt wiederum die Vermutung des Gesetzes nahe: Zwillingsachse = $[130]$; da aber $[130]$ von der Normale von $[\bar{1}\bar{1}0]$ in (001) um $0^{\circ} 37'$ im Sinne von $[010]$ abweicht, so würde bei Zwillingsbildung nach $[130]$ die Fläche (111) um $0^{\circ} 57'$ aus der Zone $[\bar{1}\bar{1}0]$ herausfallen. Nun weichen aber, wie am Nickelnatriumuranylacetat² gezeigt wurde, die Winkel pseudo-hexagonaler Drillings zuweilen derart von den berechneten ab, daß eine weitere Annäherung an die nachgeahmte Symmetrie entsteht, indem etwa die Teilchen a, b, c des Drillings in dessen statu nascendi zwischen mehreren durch die Zwillingsbildungen ab, bc und ac gegebenen Gleichgewichtslagen oszillieren und in irgend einer Phase ihrer Schwingung durch Anlagerung neuer Teilchen arretiert werden. Die Zwillingsachsen $[130]$ und $[\bar{1}\bar{3}0]$ würden einen Eudidymit-Drilling ergeben, dessen 3 Kanten $[100]$ folgende 3 Winkel bilden: $120^{\circ} 36'$, $120^{\circ} 36'$, $118^{\circ} 48'$; die normal auf $[110]$ und $[\bar{1}\bar{1}0]$ in (001) angenommenen Zwillingsachsen würden statt obiger Winkel folgende ergeben: $119^{\circ} 22'$, $119^{\circ} 22'$, $121^{\circ} 16'$. Die gemessenen Winkel würden also entsprechend einer Vervollkommnung der Pseudosymmetrie von den für Z.A. = $[130]$ berechneten tatsächlich im Sinne der TSCHERMAK-BRÖGGER'schen Formulierung abweichen.

Die Zwillingsverwachsung erfolgt nach BRÖGGER entweder nach der Zwillingssebene(?) oder // (001) oder aber etwas schief zu (001); Z.A. = $[130]$ ergibt einen rhombischen Schnitt, der um $11^{\circ} 41'$ im Sinne einer negativen Hemipyramide von (001) abweicht, während nach der TSCHERMAK-BRÖGGER'schen Formulierung (001) den rhombischen Schnitt darstellen würde. Es wäre

¹ Zeitschr. f. Krist. 16. 591. 1890.

² N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIII. 266. 1907.

daher wohl eine genaue Ermittlung der Verwachsungsflächen dieser durch gleichzeitige Verzwillingung nach (001) etwas komplizierten Gebilde angebracht.

In den Zonen der Zwillingssachsen [130] treten {001} und {310} als Kristallflächen auf.

3. Hydrargillit.

BRÖGGER¹ beschrieb an südnorwegischem Hydrargillit außer einigen anderen Zwillingbildungen eine solche, die nach seiner Auffassung folgender Formulierung genügt: Die Zwillingsebene ist normal zu (001) und halbiert den \angle [110]:[010]. Die letzteren beiden Kanten sollen also ineinander übergeführt werden, entsprechend dem ersten Fall der dualistischen Gruppe (4) (siehe Tab. A im Abschn. I). Die Trace der Zwillingsebene auf (001) würde von der Kante [110] um $0^{\circ}30\frac{1}{2}'$ im Sinne von [100] abweichen, bei Zwillingbildung nach [130] dagegen um $0^{\circ}40'$ im gleichen Sinne. Die Tabelle D stellt den von BRÖGGER im Mittel gemessenen und den von BRÖGGER berechneten Werten die für Z.A. = [130] berechneten gegenüber.

Tabelle D.

\angle	von BRÖGGER gem.	von BRÖGGER ber.	für Z.A. = [130] ber.
(010):(010)	59°30'	59°39'	59°26'
(100):(110)	2 26	2 14	2 13
(001):(101)	50 47	50 50	50 50
(100):(001)	85 11	85 29	85 29
(001):(110)	87 45	87 43	87 43
(101):(101)	45 13	45 21	45 12
(110):(110)	4 42	4 41	4 45
(110):(110)	0 2	0 0	0 20

Die für Zwillingbildung nach [130] berechneten Winkel stimmen ebenso gut mit den gemessenen überein, wie die nach BRÖGGER's Formulierung berechneten. Daß die Abweichungen der Messungswerte von den für Z.A. = [130] berechneten im Sinne der BRÖGGER'schen Formulierung erfolgen, erklärt sich auch hier wiederum aus der Tendenz der Drillingswinkel, die Unvollkommenheiten der Mimesie zu korrigieren, denn in einem Drilling nach [130] bilden die Kanten [010] folgende Winkel: $120^{\circ}40'$, $120^{\circ}40'$, $118^{\circ}40'$, in einem BRÖGGER'schen Drilling würden diese Winkel betragen: $120^{\circ}20'$, $120^{\circ}20'$, $119^{\circ}20'$.

¹ Zeitschr. f. Krist. 16. 16. 1890. Taf. I.

Die Verwachsung folgt nach BRÖGGER (Taf. I Fig. 15 u. 17) häufig einer flachen negativen Hemipyramide. BRÖGGER berechnet die Lage des rhombischen Schnittes = $(3 \cdot \bar{1} \cdot 18)$ annähernd und die Neigung seiner Trace auf $(\bar{1}10)$ zur Kante $[110] = 12^{\circ} 54'$, für Z.A. = $[130]$ ergibt sich jene Neigung = $7^{\circ} 54'$ im gleichen Sinne, indem der rhombische Schnitt gegen (001) um $15^{\circ} 15'$ im Sinne einer negativen Hemipyramide geneigt ist; die genaue Messung seiner Trace auf $(\bar{1}10)$ gegenüber der Kante $[110]$ wäre nach obigem ganz interessant. Zuweilen erfolgt nach BRÖGGER die Zusammensetzung auch $//(001)$, in beiden Fällen also wiederum parallel unserer Zwillingsachse $[130]$, deren Zone bezeichnenderweise auch durch Kristallflächen, nämlich $\{001\}$, $\{\bar{3}12\}$ und $\{623\}$ markiert wird.

4. Cyanit.

Im Jahre 1851 veröffentlichten BEER¹ und PLÜCKER² Untersuchungen über den Cyanit und stellten bei dieser Gelegenheit lediglich auf Grund der optischen Orientierung 3 Zwillingsgesetze auf: 1. Z.A. = Normale von (100) , 2. Z.A. = $[001]$, 3. Z.A. = Normale von $[001]$ in (100) . Das 3. Gesetz wurde ein Jahr später von G. ROSE mit Z.A. = $[010]$ definiert und darauf ebenso von DES CLOIZEAUX und von QUENSTEDT. Erst 1878 stellte BAUER gegenüber den Ergebnissen VOM RATH's die Abweichung des $\angle [010]:[001]$ von 90° und hiermit die Tatsache fest, daß obige 2 Definitionen des 3. Gesetzes, nämlich die BEER- und PLÜCKER'sche einerseits und die ROSE'sche andererseits, nicht ident sind. BAUER fand nun, daß von vier fraglichen Zwillingssexemplaren eines $[001] // [001]$ zeigte, zwei dagegen sicher nicht, während das vierte keine Entscheidung gestattete, und nahm an, daß die gegenseitige Abweichung der Zonen $[001]$ und $[001]$ in obigen 2 Fällen leicht eine bloße Folge von Verbiegungen, der in einem Fall beobachtete Parallelismus aber nicht so leicht zufällig sein könnte. So gelangte BAUER zu der Definition: Zwillingsachse = Normale N von $[001]$ in (100) . Die Rechnung zeigt nun aber, daß z. B. 1. $\angle (010):(010) = 32^{\circ} 8'$ für Z.A. = Normale N. 2. $\angle (010):(010) = 32^{\circ} 6'$ für Z.A. = $[010]$.

Man wird bei einer derartigen Ähnlichkeit der beiden Hemitropie-Effekte durch Messungen kaum eine Entscheidung fällen können und daher das — auch gerade nach TSCHERMAK's Vorstellungen — wahrscheinlichere Gesetz Z.A. = $[010]$ annehmen. Freilich könnten auch hier ähnlich wie bei obigen mimetischen Viellingen Winkelabweichungen im Sinne einer zweiten sehr be-

¹ Pogg. Ann. 82. 57. 1851.

² Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 30. 320. 1878.

nachbarten Gleichgewichtslage auftreten, indem z. B. bei der Anlage des Zwillinges die Richtkräfte $[010]$ und $[001]$ miteinander konkurrierten.

Dazu kommt noch die Tatsache, daß die Kombinierung eines Zwillinges der Kristalle $a + b$ nach dem bekannten Gesetz Z.E. = (100) mit einem solchen der Kristalle $b + c$ nach dem bekannten Gesetz Z.A. = $[001]$ die Individuen $a + c$ als nach der Normale von $[001]$ in (100) verzwillingt erscheinen läßt. Derartige „indirekte Zwillingbildungen“ sind bereits an verschiedenen Substanzen beobachtet.

III.

Resultate.

1. Die Zwillinge 2. Art sind ebenso wahrscheinlich und ebenso häufig wie diejenigen 1. Art.
2. Das Gesetz der TSCHERMAK'schen Glimmerzwillinge lautet: Zwillingssachse = $[310]$.
3. Das Gesetz der BRÖGGER'schen Eudidymitzwillinge lautet: Zwillingssachse = $[130]$.
4. Das Gesetz der BRÖGGER'schen Hydrargillitzwillinge lautet: Zwillingssachse = $[130]$.
5. Das Gesetz der BEER-PLÜCKER'schen Cyanitzwillinge lautet: Zwillingssachse = $[010]$.
6. Die Formulierung der Zwillinge des Glimmers als solcher nach $[310]$ ist mit der TSCHERMAK'schen Deutung so lange identisch, als Abweichungen der $\sphericalangle [110]:[\bar{1}10]$ von 120° nicht gefunden sind.
7. Wie die Drillingswinkel des Natriumuranylacetats so nähern sich auch diejenigen des Eudidymits und des Hydrargillits der hexagonalen Symmetrie mehr als die Rechnung ergibt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [1907](#)

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

Artikel/Article: [Tschermak's Zwillingsstheorie und das Gesetz der Glimmerzwillinge. 400-409](#)