

## IV. Orthoklaszwillinge von ungewöhnlicher Ausbildung.

Von

W. E. Ford und E. W. Tillotson in New Haven, Conn.<sup>1)</sup>.

(Mit 6 Textfiguren.)

---

Die Orthoklaszwillinge, welche wir im folgenden beschreiben, sammelte Prof. L. V. Pirsson im Sommer 1906 aus Anlaß einer geologischen Untersuchung in Montana im Auftrage der United States Geological Survey. Sie fanden sich in einem umgewandelten Tinguaitporphyrit, welcher nahe dem Ursprunge des West Armell Creek in den Judith Mountain eine zwischen dunkle schieferige Schichten eingedrungene Bank darstellt. Diese ist zehn bis zwölf Fuß<sup>2)</sup> mächtig und führt zahlreiche Feldspatkrystalle, von denen einzelne  $4 \times 2 \times 1$  Zoll in ihren Dimensionen erreichen. Die Grundmasse des Gesteines ist feinkörnig und von grünlichgrauer Farbe; der grünliche Ton rührt von feinen Ägirinkrystallen her, während die verwitterte Oberfläche zahlreiche gelbe Flecke, bestehend aus Eisenoxyd, aufweist. Für die Überlassung des Materials sind wir Herrn Prof. Pirsson zu großem Danke verpflichtet.

Die Krystalle sind gut ausgebildet und, wie schon erwähnt, von beträchtlicher Größe. Sie sind undurchsichtig und oberflächlich oft mit Eisenoxyd bedeckt und durch eine dünne Kruste von Ägirin grün gefärbt. Auf Bruchflächen zeigen sie Glasglanz und ein frisches Aussehen. Die rauhen Krystallflächen erlaubten nur Messung mit dem Contactgoniometer; die vorhandenen Formen ließen sich leicht durch die Zonenbeziehungen ermitteln, nämlich  $b\{010\}$ ,  $c\{001\}$ ,  $m\{110\}$ ,  $x\{130\}$ ,  $n\{021\}$  und  $o\{111\}$ . Nur einige Krystalle waren ohne Zwillingsbildung und zeigten die in Fig. 1 dargestellte Ausbildungsweise. Zum größeren Teile waren sie Zwillinge nach dem

---

1) Übersetzt von B. Goßner.

2) Weed und Pirsson, *Unit. St. Geol. Surv. Ann. Rep.* 1896/97, **3**, 524.

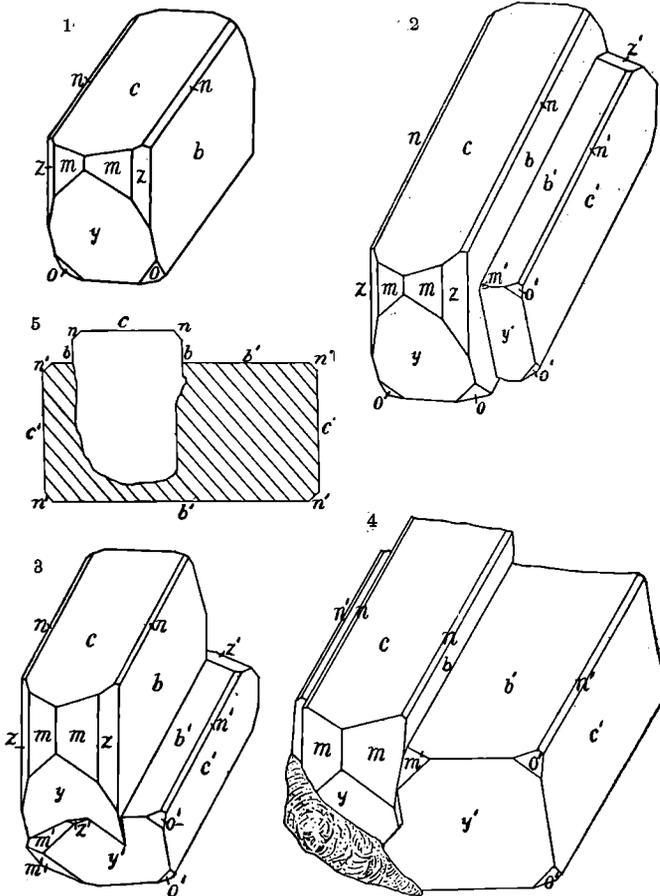
Bavenoer Gesetze, nach  $n\{024\}$ , waren aber im Habitus merklich verschieden von den gewöhnlichen Bavenoer Zwillingen. Die Berührungsebene geht nicht diagonal durch die rechtwinkelig prismatischen Krystalle; die Zwillinge sind vielmehr Contactzwillinge, indem die beiden Individuen mehr oder minder vollständig ausgebildet und senkrecht zu einander verwachsen sind, ohne eine größere Durchdringung. Fig. 2 und 3 zeigen die Art der Ausbildung. Die Grenze der beiden Individuen kann man deutlich verfolgen; sie ist praktisch eine einheitliche Ebene. In Fig. 2 ist das in der gewöhnlichen Stellung gezeichnete Individuum vollständig und symmetrisch ausgebildet, der kleinere, nicht so vollkommene Teil ist bloß an den größeren angewachsen. Die Grundfläche dieses Zwillinges besteht aus der Fläche  $c(00\bar{1})$  des ersten und  $b'(0\bar{1}0)$  des zweiten Individuums; die Grenze zwischen beiden ist deutlich erkennbar, weil in unserem Falle das Klinopinakoid einen etwas lebhafteren Glanz hat als die Basis, und bildet fast eine Gerade. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Krystalle sind beide Individuen fast gleich groß und hier erscheint wiederum die Verwachsung durch eine einheitliche Ebene zu erfolgen. Die zusammengesetzte Ebene findet sich in der Zeichnung links am Krystalle, die Unterscheidung zwischen  $c$  und  $b$  ist sehr deutlich, da  $c$  mit einer dünnen Schicht von grünem Ägirin überzogen ist, während  $b$  rein erscheint.

Fig. 4 stellt im allgemeinen denselben Typus dar; ein Unterschied besteht darin, daß das in Normalstellung gezeichnete Individuum in das zweite hineingesetzt erscheint und von diesem in gewissem Sinne umgeben ist. Um die Beziehung zwischen den beiden Individuen des Zwillinges deutlich zu machen, legten wir einen Schnitt durch den Krystall senkrecht zu den  $b$ - und  $c$ -Flächen. Fig. 5 zeigt diese Beziehung, wie sie der Schnitt nach dieser Ebene erkennen ließ; die gestrichelte Partie der Figur stellt den in Zwillingstellung befindlichen Teil dar. Wo die Begrenzungslinie gerade und scharf erschien, entstand ein leichter Riß zwischen beiden Individuen; an anderen Stellen fand sich beträchtliche Kaolinisierung und die Grenzlinie war mehr unregelmäßig und undeutlich.

Um zu sehen, ob diese eigentümliche Ausbildungsweise mit anderen Besonderheiten zusammenhänge, haben wir die Krystalle optisch und chemisch untersucht. Schnitte nach den drei Pinakoiden  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$  und  $c\{001\}$  zeigten eine schwache Kaolinisierung. Mikroskopische Zwillingbildung oder parallele Verwachsung verschiedener Feldspäte war nicht wahrzunehmen. Die optische Orientierung ist wie gewöhnlich beim Orthoklas; die optische Axenebene ist senkrecht zu  $b\{010\}$ ;  $a$  bildet mit der  $a$ -Axe  $+40^{\circ}54'$ ,  $\rho > v$ . Die Übereinstimmung mit dem normalen Orthoklas hinsichtlich der optischen Eigenschaften ist ziemlich überraschend, wenn man den großen Natrongehalt betrachtet. Tillotson erhielt bei der Analyse:

$SiO_2$	$= 64,04$
$Al_2O_3$	$= 20,19$
$K_2O$	$= 10,48$
$Na_2O$	$= 5,37$
<b>Summe</b>	<b>100,05</b>

Figg. 4—5.



Der Tinguait wurde angesichts der Verwitterungserscheinungen nicht analysiert. Ein ganz ähnliches, frisches Gestein von Cone Butte hat früher Pirsson<sup>1)</sup> analysiert; der dabei gefundene Gehalt an Alkalien stimmt nahe mit unseren Zahlen überein. Es wurde jedoch angenommen, daß der Natrongehalt des Tinguait von Cone Butte von Albit oder Nephelin her-

1) Am. Journ. Sci. 1896, 2, 192.

rühre; beim Gestein vom West Armell Creek würde jedoch, vorausgesetzt, daß beide Magmen identisch sind, das Natron im Orthoklas enthalten sein. Der Gehalt an Kieselsäure wurde wahrscheinlich deswegen etwas niedrig befunden, weil der Feldspat im Mikroskope etwas Kaolinisierung zeigt.

Zeichnen der Krystalle. Die Krystalle wurden nach einer stereographischen Projection gezeichnet. Die angewandte Methode bringt zwar nichts neues; da sich aber instructive Beispiele für die Benutzung der stereographischen Projection zur Lösung solcher Probleme selten in der Literatur finden, so möge eine kurze Beschreibung des Verfahrens folgen, wie man die Flächenpole aus der normalen in die Zwillingstellung transformiert. Nach dem Bavenoer Gesetze ist  $n\{021\}$  Zwillingsebene; da der Winkel  $c:n = 44^{\circ}56\frac{1}{2}'$ , so ist der Winkel  $c:c'$  (Zwillingstellung) =  $89^{\circ}53'$ . Für die Zwecke der Zeichnung kann man den Wert  $90^{\circ}$  nehmen und dementsprechend ist die Fläche  $c$  des Zwilling parallel der  $b$ -Fläche des Individuums in Normalstellung.

Fig. 6.

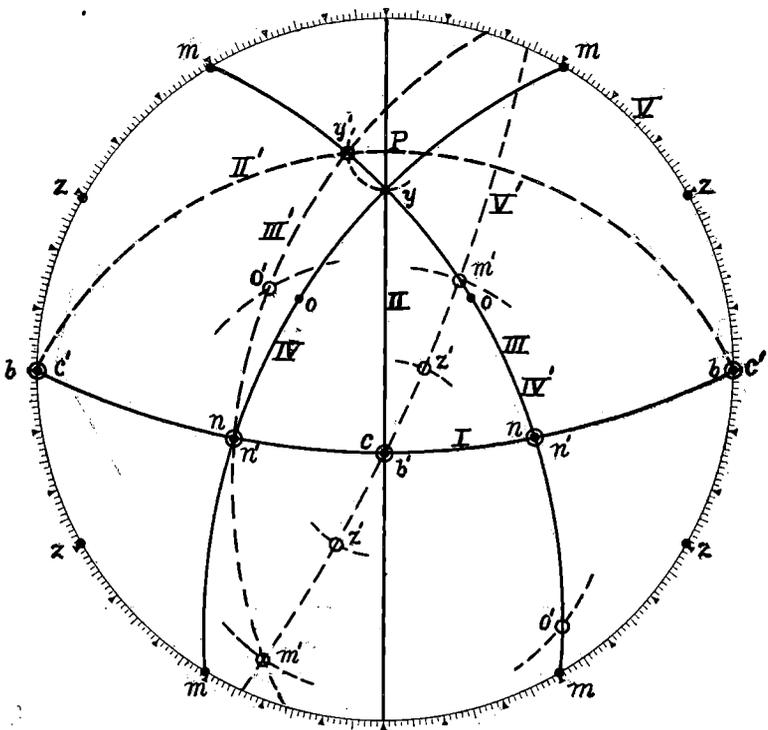


Fig. 6 zeigt die beobachteten Formen in normaler und in Zwillingstellung; die Flächen in Zwillingstellung bedeuten offene kleine Kreise;

die entsprechenden Buchstaben sind mit einem (') versehen, während die Zonen in Zwillingstellung durch gestrichelte Linien angedeutet sind. Ausgehend von den Flächen in Normalstellung ist zunächst die Basis  $c$  zu transformieren. Diese Form kommt entsprechend dem Zwillingsgesetze nach  $c'$ , d. h. in die Lage der Fläche  $b$  des normalen Individuums; natürlich kommt dann  $b$  selbst nach  $b'$ , in den Punkt, wo  $c$  des Individuums in der Normalstellung liegt.

Dreht man also den Krystall nach links aus der normalen in die Zwillingstellung, dann bewegen sich  $c$  und  $b$  auf dem größten Kreise I um  $90^\circ$ , bis sie ihre respective Zwillinglage erreichen. Wir haben mit anderen Worten den Krystall um  $90^\circ$  nach links gedreht um eine Axe, parallel den Flächen der Zone I. Der Pol dieser Axe liegt in der stereographischen Projection  $90^\circ$  vom größten Kreise I entfernt, auf der Geraden II, welche als zweiter größter Kreis die Zone I senkrecht schneidet. Mit Hilfe des stereographischen Transporteurs findet man diesen Pol  $P$  leicht auf dem größten Kreise II  $90^\circ$  entfernt von  $c$ . Die Aufgabe besteht dann darin, die Flächenpole aus ihrer normalen Lage um den Punkt  $P$  nach links um den Bogen von  $90^\circ$  zu drehen.

Bei dieser Drehung bleiben die Pole von  $n$  auf dem größten Kreise I; da  $n : n = 90^\circ$ , so ist ihre Lage in Zwillingstellung identisch mit jener in Normalstellung und  $n'$  fällt auf  $n$ . Wir können jetzt den größten Kreis II aus seiner normalen in die Zwillingstellung bringen, nachdem  $P$  fest bleibt und die Zonenstellung von  $c$  ermittelt ist. Die gestrichelte Curve II' liefert die Zwillinglage des größten Kreises II. Die Fläche  $y$  des Zwillings muß auf dem Bogen II' liegen, nämlich bei  $y'$ ; der Abschnitt auf Bogen II' entspricht einem Kreise um  $P$  mit dem Radius  $P : y$ . Wir können jetzt den Bogen III transformiert nach III' construieren, denn zwei Punkte des letzteren,  $y'$  und  $n'$ , sind bereits bekannt. Mit Hilfe des Penfieldschen durchsichtigen Großkreistransporteurs kann man die Lage des größten Kreises, auf welchem sich diese beiden Punkte befinden, bestimmen. Auf III' müssen auch  $o'$  und  $m'$  liegen. Man kann ihre Lage leicht finden mit Hilfe von Kleinkreisen um  $b'$  mit den Radien  $b : o = 63^\circ 8'$  und  $b : m = 59^\circ 22\frac{1}{2}'$ ; die Punkte, in welchen diese Kleinkreise Bogen III' schneiden, bedeuten die Pole  $o'$  und  $m'$ . Gleichzeitig findet man die entsprechenden Punkte auf IV', nachdem IV' und III dieselben Bogen sind. Weiter ist das Prisma  $\alpha$  zu transformieren.  $b'$  und  $m'$  sind bereits ermittelt, mit Hilfe des Großkreistransporteurs ist der zugehörige größte Kreis leicht zu ermitteln. Ein Kleinkreis um  $b'$  mit dem Radius  $b : \alpha = 29^\circ 24'$  liefert gleichzeitig die beiden Pole der  $\alpha$ -Flächen im Durchschnitt mit diesem größten Kreise.

Nachdem die Flächen auch in Zwillingstellung eingezeichnet sind, ist

es leicht die Figuren aus der Projection abzuleiten<sup>1)</sup>. Wünscht man hierfür die Anwendung der gnomonischen Projection, so läßt sich die stereographische Projection leicht in die gnomonische umwandeln, indem man die Winkeldistanz vom Centrum der Projection zu jedem Pole mit Hilfe des stereographischen Transporteurs verdoppelt. Von welcher Art der Projection man auch ausgehe, die stereographische Projection bietet jedenfalls mit Hilfe des Penfieldschen Transporteurs die einfachste Methode, um die Flächenpole aus ihrer Normalstellung in die Zwillingstellung zu bringen.

---

1) Penfield, Am. Journ. Sci. 1906, **21**, 206.