Anwendung der winkeltreuen Dreiecksprojektion

Autor(en): **Strunz, Hugo**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **16 (1936)**

Heft 2

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-16108

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Anwendung der winkeltreuen Dreiecksprojektion

Von *Hugo Strunz* in München, z. Z. in Zürich

In einer kürzlich erschienenen Mitteilung[1]) hat R. L. PARKER eine Möglichkeit angegeben, die kristallographische Dreiecksprojektion derart auszuführen, dass für sämtliche Kristallsysteme die Eintragung der Flächenpole winkeltreu erfolgen kann, ohne auf das einfache Zeichnen im gleichseitigen Dreieck verzichten zu müssen. Diese winkeltreue Dreiecksprojektion ist besonders dann wertvoll, wenn es sich darum handelt, bei strukturell-morphologischen Vergleichen von voraussichtlich verwandten Kristallarten die gegenseitige, eventuell analoge Position der Kristallflächen zu prüfen und dabei Achsenpermutationen der einen oder anderen Kristallart vorzunehmen. Die Flächenkonfiguration im Dreieck ist nämlich bei gegebenem Achsentripel unabhängig von der bevorzugten Aufstellung und der Wahl der Einheitsfläche. Man kann deshalb einfach durch Rotation und Inversion des Zeichenblattes die gewünschte Permutation vornehmen; wegen des Zeichnens im gleichseitigen Dreieck sind Vergleiche zwischen den Projektionen verschiedener Kristallarten in einfacher Weise durch Übereinanderlegen der Zeichenblätter ausführbar. Im folgenden sollen mit Hilfe der PARKER'schen Dreiecksprojektion Epidot und Zoisit, Epidot und Ardennit sowie Wagnerit und Libethenit miteinander verglichen werden.

Die zwischen Epidot und Zoisit seit langem bekannten morphologischen Beziehungen und der Vergleich von röntgenometrischen Daten liessen erkennen, dass man sich Zoisit als durch innere polysynthetische Verzwillingung aus Epidot entstanden denken kann, und dass dabei die kristallographische Orientierung für Epidot die gewöhnliche von KOKSCHAROW, für Zoisit diejenige von WEINSCHENK ist[2]). Auf Grund dieser Verwandtschaftsbeziehungen ist zu erwarten, dass eine Anzahl von analogen Flächen beider Kristallarten fast die gleiche Position einnehmen werden, und dass deshalb die entsprechen-

[1]) R. L. PARKER, diese Mitt. XVI (1936), 202.
[2]) H. STRUNZ, Kristallogr. 92 (1935), 402.

den Flächenpole in einer Übereinanderzeichnung der Dreiecksprojektionen ziemlich benachbart liegen müssen. Aus Fig. 1 ist auf diese Weise ersichtlich, welche Flächen bei Epidot und Zoisit einander analog sind und wie eng der Grad der Verwandtschaft ist. Inwiefern die Häufigkeit des Auftretens analoger Flächen auf struktureller Grundlage beruht, wird ein interessantes Nebenergebnis der Strukturbestimmung von Epidot sein.

Ebenso wie Zoisit als durch innere polysynthetische Verzwillingung nach (100) aus Epidot entstanden zu denken ist, darf man sich die Entstehung des Ardennitstrukturtypus durch innere polysynthetische Verzwillingung nach (001) aus Epidot vorstellen[3]). Entsprechend der Konvention, im monoklinen System die c-Achse vertikal zu stellen, hätte bei dieser Gegenüberstellung von Epidot und Ardennit folgende Umstellung des Epidot zu erfolgen:

$$\text{neu}\left\{\begin{array}{ccc} [100] & = & [100] \\ [010] & = & [010] \\ [001] & = & [N(001)] \\ \beta = 90^0 & & \beta = 115^0 24' \end{array}\right\}\text{alt}$$

Epidot hätte somit ein rechtwinkliges (pseudoorthohexagonales) Achsenkreuz, auf Grund dessen allerdings eine rationale Indizierung nicht mehr erfolgen könnte[4]). Bei der Ausführung der PARKER'schen Dreiecksprojektion (Fig. 2) wird diese Umstellung allein dadurch berücksichtigt, dass man davon ausgeht, den Pol der Fläche (001) mit der oberen Dreiecksecke zusammenfallen zu lassen. (Das gleiche gilt für das monokline Glied bei einem weiteren Vergleich in Fig. 5.) Als Symbolik ist zweckmässigerweise die nach der gewöhnlichen Aufstellung geltende beizubehalten.

Die metrische Verwandtschaft zwischen Epidot und Zoisit bzw. zwischen Epidot und Ardennit ist die gleiche, welche die Klino- und Orthoproxene bezw. die Klino- und Orthoamphibole miteinander verbindet. Zwischen Epidot und Ardennit bestehen, ebenso wie zwischen Epidot und Zoisit, ausser der metrischen Verwandtschaft auch morphologische Analogien. Die Verwandtschaft hinsichtlich der analogen Position der auftretenden Flächen und Zonen wird in Fig. 2 durch zwei übereinandergezeichnete winkeltreue Dreiecksprojektionen zum Ausdruck gebracht. Wie man sieht, fallen sämtliche für Ardennit bekannten Flächen sehr gut mit solchen von Epidot zusammen.

---

[3]) Z. Kristallogr. 92 (1935), 405.

[4]) Nur minimal von dieser Aufstellung abweichend ist folgendes rationales Achsenkreuz: neu [100], [010], [001] respektive gleich alt [100], [010], [102]; $\beta_{neu} = 90^0 34'$.

In Fig. 1 müssen die Pole der Flächen (100) beider Mineralarten gleiche Position einnehmen, in Fig. 2 diejenigen der Flächen (001); im ersten Fall ist (100) „Zwillingsfläche", im anderen Falle (001). Die Ausführung der Zeichnungen konnte beidemale mit Hilfe der in GOLDSCHMIDTS Winkeltabellen angegebenen Hilfskoordinaten erfolgen. Die drei Hauptpinakoide und die Flächen (110), (101) und (011) sind damit sofort projizierbar und auf Grund derselben können alle anderen Flächenpole des einen Quadranten rein konstruktiv gezeichnet werden.

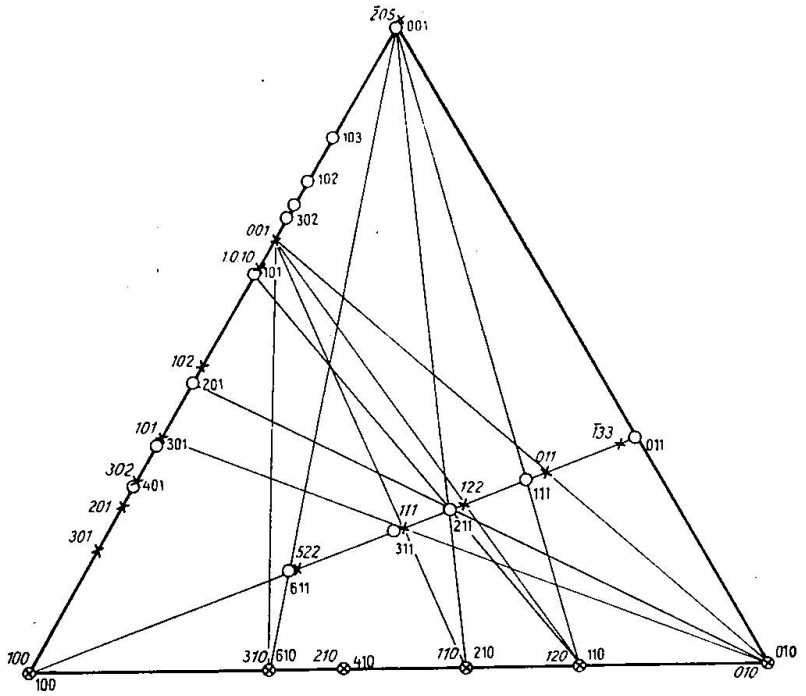

Fig. 1. Epidot (× *hkl*) und Zoisit (o hkl)

Bei einer abschliessenden Betrachtung dieser beiden Vergleiche sieht man, dass die „Verzwillingung" am Epidot jedesmal nach einer Fläche (h0l) erfolgt, welche einer pseudohexagonalen Nebenachse parallel ist. Aus diesem Grunde ist die durch „Verzwillingung" entstehende übergeordnete Epidotzelle, = Zoisit- oder Ardennitzelle, beidemale rhombisch pseudohexagonal. Es wäre nun zu erwarten, dass nach der Fläche ($\bar{1}$01), die der dritten pseudohexagonalen Nebenachse parallel ist, ebenfalls „Verzwillingung" erfolgen könnte. Dies scheint jedoch nicht der Fall zu sein, denn während man Epidotzwillinge nach den beiden ersten Gesetzen kennt, sind Zwillinge nach ($\bar{1}$01) nicht beobachtet worden.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass Epidot auf Grund seiner pseudohexagonalen Symmetrie und seiner chemischen

Formel mit Apatit in Beziehung steht. Die Formeln beider Mineralien sind folgende:

Epidot	$[(SiO_4)_6 \mid (OH)_2]\, Al_4Fe_2Ca_4$
Apatit	$[(PO_4)_6 \mid (OH, F)_2]\, Ca_6Ca_4$.

Nach den bisherigen Erfahrungen gibt es eine ganze Reihe von Silikaten und Phosphaten bzw. Arsenaten, die einander isotyp sind, die also, ohne Mischkristalle zu bilden, dem gleichen Strukturtypus angehören [5]). Bei Epidot-Apatit ist allerdings eine starke Störung eines eventuell gemeinsamen Strukturtypus deshalb zu erwarten, weil der strukturelle Ersatz von $Al_4\,(Al, Fe)_2$ durch Ca_6 eine starke Volumveränderung der vorhandenen Kationen bedeutet.

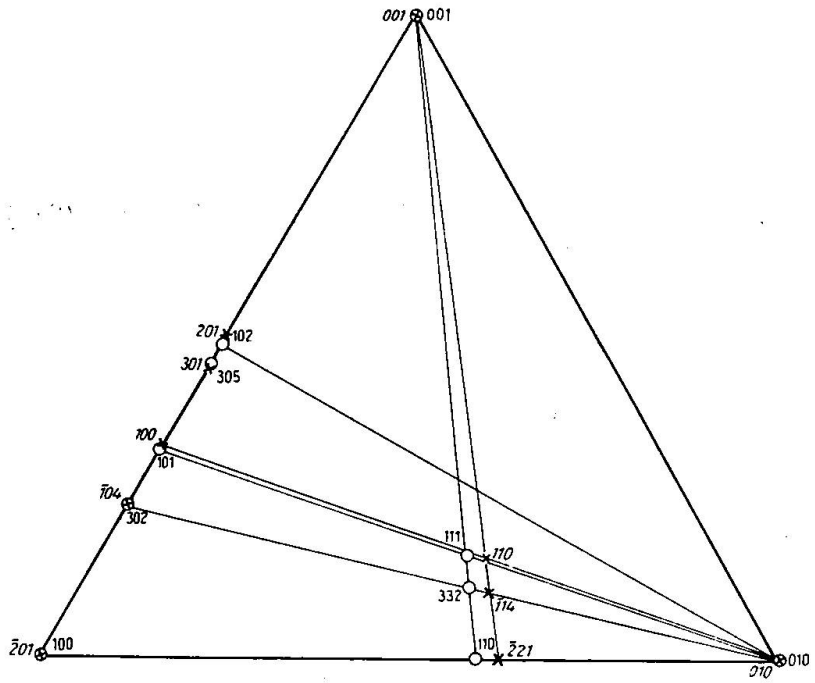

Fig. 2. Epidot (× *hkl*) und Ardennit (o hkl)

Eine ähnliche Beziehung wie zwischen Epidot und Zoisit scheint auch zwischen Wagnerit $[PO_4 \mid F]\, Mg_2$, Libethenit $[PO_4 \mid OH]\, Cu_2$ und Adamin $[AsO_4 \mid OH]\, Zn_2$ zu bestehen. Die beiden letzteren sind rhombisch und einander isomorph, Wagnerit kristallisiert monoklin:

Wagnerit	a : b : c = 0,957 : 1 : 0,753	$\beta = 108^0\, 7'$
Libethenit	a : b : c = 0,960 : 1 : 0,702	$\beta = 90^0$
Adamin	a : b : c = 0,973 : 1 : 0,716.	$\beta = 90^0$.

[5]) Z. Kristallogr. 96 (1937), 7.

Wagnerit besteht aus Ionen, die nach den Erfahrungen der Kristallstrukturlehre mit denen des Libethenit und Adamin leicht diadoch [6]) sein können, sodass vom kristallochemischen Standpunkt aus Isomorphie zwischen den Kristallen von $[PO_4 | F]Mg_2$ und $[PO_4 | OH]Cu_2$ resp. $[AsO_4 | OH]Zn_2$ zu erwarten wäre. Diese Verbindungen kristallisie-

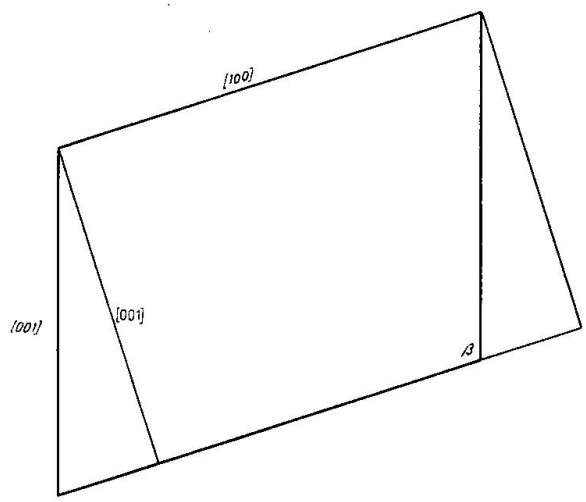

Fig. 3. Wagnerit (mkl.) und Libethenit. Projektion auf (010)

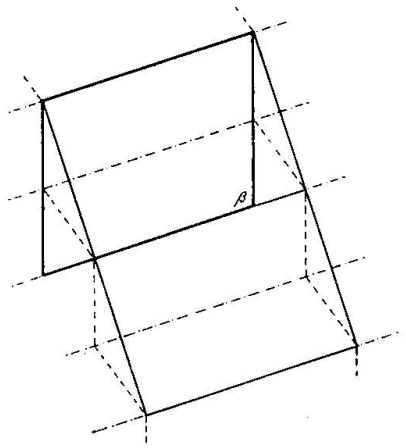

Fig. 4. Wagnerit und Libethenit. Projektion auf (010); ·—·—·- Spiegelebenen

ren nun zwar nicht isomorph, aber eine Betrachtung der kristallographischen Achsenverhältnisse lehrt, dass zwischen den beiden Strukturtypen, Wagnerit einerseits, Libethenit und Adamin andererseits, enge metrische Beziehungen bestehen. Das Achsenverhältnis a : b ist praktisch für beide Strukturtypen gleich, das Verhältnis b : c des rhombi-

[6]) Diadoche Atome, Ionen oder Radikale sind solche, die sich in Kristallstrukturen gegenseitig teilweise oder ganz ersetzen. Z. Kristallogr. 96 (1937).

schen Strukturtypes ist gleich b:c·cos (β — 90) des Wagnerit. c·cos (β — 90) des Wagnerit ist gleich 0.715, c des Adamin ist gleich 0.716.

Fig. 3 stellt eine, unter Berücksichtigung der Achsenverhältnisse ausgeführte Projektion des Adamin und Wagnerit auf die Fläche (010) dar. Fig. 4 zeigt, wie man sich den Strukturtypus des Adamin als durch innere polysynthetische Verzwillingung nach (001) aus dem Wagnerittypus entstanden denken kann. Naturgemäß könnte eine Bestätigung hierfür nur durch eine röntgenographische Untersuchung erfolgen.

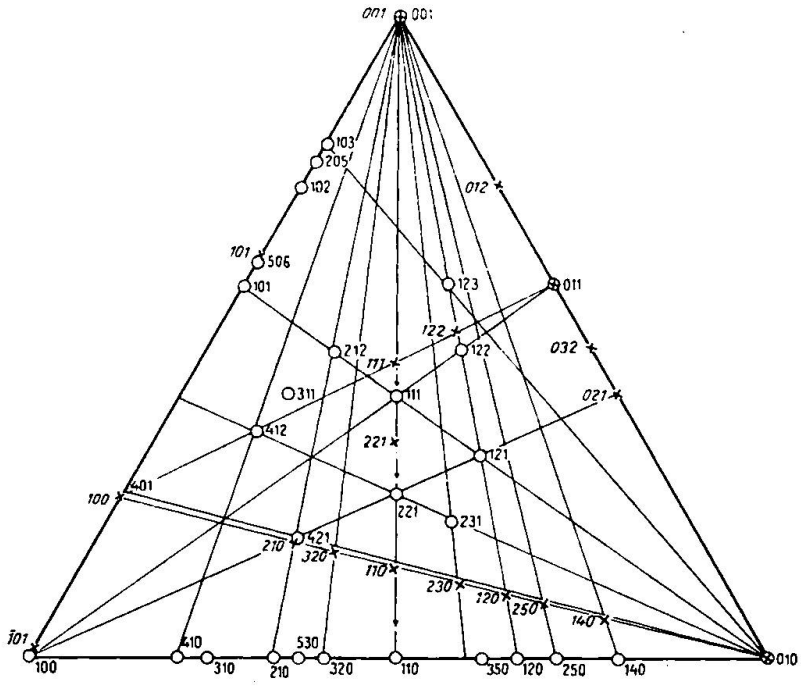

Fig. 5. Wagnerit (× *hkl*) und Libethenit + Adamin (o hkl)

Neben den rein metrischen Beziehungen bestehen auch morphologische Analogien. Fig. 5 ist eine Übereinanderzeichnung der winkeltreuen Dreiecksproportionen; die Kreuze gelten für die am Wagnerit beobachteten Flächen, die Kreise für diejenigen des Libethenit und Adamin. Man sieht, dass eine ganze Reihe von Flächen zusammenfallen; immerhin bleibt aber merkwürdig, dass die vielen Flächen der Zone [001] des Wagnerit sich mit den entsprechenden Flächen des Libethenit und Adamin decken würden, wenn nicht (001), sondern (100) „Zwillingsfläche" wäre. Um die tatsächliche Verwandtschaft erkennen zu können, soll demnächst eine diesbezügliche röntgenometrische Untersuchung durchgeführt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

In Anlehnung an einen früher durchgeführten Vergleich zwischen Epidot, Zoisit und Ardennit erfolgte durch Anwendung der PARKERschen Dreiecksprojektion eine Erweiterung der morphologischen Betrachtung dieser drei Mineralien.

Epidot zeigt hinsichtlich seiner Formel und Pseudosymmetrie Analogien mit Apatit.

Zwischen Wagnerit und Libethenit resp. Adamin besteht eine ähnliche metrische Verwandtschaft wie zwischen Epidot und Zoisit.

Die Anregung zu dieser Darstellung entstand aus Gesprächen mit Herrn Professor Dr. R. L. PARKER.

Zürich, Mineralog.-petrograph. Institut der Eidg. Techn. Hochschule.

Eingegangen: 16. November 1936.