

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
<b>Band:</b>	45 (1965)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Bemerkungen zur Formulierung der Zwillingsgesetze monokliner Feldspäte
<b>Autor:</b>	Burri, Conrad
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-35200">https://doi.org/10.5169/seals-35200</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Bemerkungen zur Formulierung der Zwillingsgesetze monokliner Feldspäte**

Von *Conrad Burri* (Zürich)\*)

Mit 2 Textfiguren

## *Zusammenfassung*

Monokline Zwillinge mit Zwillingsachse in der Symmetrieebene lassen sich sowohl als normale wie als parallele Hemitropien deuten, wobei allerdings die zweite Möglichkeit früher vielfach ausser acht gelassen wurde. Die Zwillingsgesetze der monoklinen Feldspäte werden unter diesem Gesichtspunkte diskutiert, und es wird auf einige historisch interessante Punkte aufmerksam gemacht. Anschliessend wird die Spezialisierung der triklinen komplexen Zwillingsgesetze für monokline Symmetrie untersucht.

## *English Summary*

Monoclinic twins with the twin axis in the symmetry plane may be described either as normal or as parallel hemitropies, the second possibility having however often been overlooked in former times. The twin laws of the monoclinic feldspars are examined from this point of view and some details of historical interest are given. It is also pointed out how the triclinic complex twin laws specialize for monoclinic symmetry.

## **1. Einleitung**

Bei den triklinen Feldspäten ist jedes Zwillingsgesetz durch die Angabe der Zwillingsachse (ZA) oder der dazu normalen Zwillingsebene (ZE) eindeutig definiert. Umgekehrt führt auch jede ZA beziehungsweise ZE auf ein einziges Zwillingsgesetz. Bei den monoklinen Feldspäten ist der Zusammenhang nicht mehr so eindeutig, indem in gewissen Fällen unterschiedliche ZA auf das gleiche Gesetz führen können beziehungsweise eine gegebene Art der Verwachsung bei symmetrischer Stellung der

---

\*) Zürich, Institut für Kristallographie und Petrographie der Eidgenössischen Technischen Hochschule.

Einzelindividuen (Zwilling) sich geometrisch auf verschiedene Weise deuten lässt. Dieser Umstand spielt nicht nur für die Definition der Zwillingsgesetze an sich eine Rolle, sondern auch für die Übertragung der monoklin konstatierten Gesetze auf den triklinen Fall. Angesichts der weitgehenden Übereinstimmung in der Zonen- und Flächenentwicklung, welche für die monoklinen und triklinen Feldspäte besteht sowie der monoklinen Pseudosymmetrie der letztern, muss jedoch verlangt werden, dass für die Definition der in beiden Fällen auftretenden Gesetze die formale Analogie gewahrt bleibt.

Die trikline Symmetrie stellt den allgemeinen Fall dar. Historisch gesehen ist die Sachlage jedoch so, dass die wichtigsten Zwillingsgesetze der Feldspäte, soweit sie monoklin überhaupt möglich sind, zuerst für diese Symmetrie konstatiert wurden und erst später für die trikline. Die Übertragung hatte daher vom Spezialfall zum allgemeinen zu erfolgen, was gewisse Unzulänglichkeiten mit sich bringen musste, wie zum Beispiel im Falle des Karlsbader Gesetzes.

Für die triklinen Feldspäte entsprechen die konventionellen kristallographischen Achsen  $a$ ,  $b$ ,  $c$  den ZA der drei parallelen Hemitropien Ala (Estérel), Periklin und Karlsbad, diejenigen des reziproken Systems  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$  jedoch denjenigen der drei normalen Hemitropien X, Albit und Manebach (BURRI, 1964). Überträgt man diese Betrachtungsweise auf die monoklinen Feldspäte, so tritt eine Vereinfachung ein, indem wegen  $\alpha = (b, c) = \gamma = (a, b) = 90^\circ$ ,  $b$  mit  $b^*$  zusammenfällt. Da  $b = [010]$  jedoch im monoklinen System ohnehin schon Digyre ist, kommt es als ZA nicht in Betracht, und die Gesetze mit ZA =  $b$  bzw.  $b^*$  fallen weg. Die ZA  $a = [100]$  sowie  $a^* = \perp(100)$  und  $c = [001]$  und  $c^* = \perp(001)$  kommen in die SE zu liegen, stehen somit insgesamt normal zur Digyre. Es entstehen daher für diese Fälle nach einem bekannten Satz der Symmetrielehre automatisch neue Digyren, welche zu den durch  $b$  und die betreffenden ZA bestimmten Ebenen normal stehen und ebenfalls als ZA aufgefasst werden können. Schon TH. LIEBISCH hat auf diesen Umstand aufmerksam gemacht (LIEBISCH, 1896, vgl. auch MÜGGE, 1911). Bei monoklinen Kristallen hat somit ein Kantengesetz mit ZA in der SE immer automatisch ein Flächennormalengesetz mit ZA ebenfalls in der SE zur Folge, und umgekehrt.

In früheren Zeiten wurde in solchen Fällen allgemein die Deutung nach dem Flächennormalengesetz unter Angabe der ZE vorgezogen, wohl einzig deshalb, weil diese als SE des Zwillings augenfällig in Erscheinung tritt. Aus demselben Grunde würden wohl auch früher die Kantengesetze in den Lehrbüchern überhaupt nur nebenschließlich er-

wähnt oder gänzlich ignoriert. Auch heute noch werden ja zum Beispiel die bekannten Verzwilligungen monokliner Pyroxene und Amphibole immer als Normalenzwillinge nach (100) definiert, während die Deutung als parallele Hemitropie mit der ZA [001] durchaus gleichberechtigt wäre. Systematisch wurde dieser Gesichtspunkt jedoch nie weiter verfolgt, insbesondere wurde er nie für die monoklinen Feldspäte diskutiert. Es dürfte daher von einem Interesse sein, diese Diskussion für die Zwillingsgesetze derselben, insofern die ZA in der SE liegen, durchzuführen und in ihren Auswirkungen zu untersuchen. Im Anschluss daran soll auch die Spezialisierung der bekannten Komplexgesetze der triklinen Feldspäte für monokline Symmetrie betrachtet werden.

## 2. Die Zwillingsgesetze der monoklinen Feldspäte mit ZA in (010)

Für die monoklinen Feldspäte werden allgemein 4 Zwillingsgesetze aufgeführt, für welche die ZA in der SE (010) liegt (BURRI, 1962a). Sie werden üblicherweise wie folgt formuliert:

### a) Normale Hemitropien (Flächennormalengesetze)

ZA	ZE	VE	Gesetz
$\perp(001)$	(001)	(001)	Manebach (Four-la-Brouque)
$\perp(\bar{2}01)$	( $\bar{2}01$ )	( $\bar{2}01$ )	Cunnersdorf
$\perp(100)$	(100)	(100)	X-Gesetz

### b) Parallelle Hemitropie (Kantengesetz)

[001]	$\perp[001]$	(010), auch (100), oder unregelmässig	Karlsbad
-------	--------------	--	----------

### a) Manebacher Gesetz

Für Orthoklas ist das Zwillingsgesetz mit ZE und VE (001) schon lange bekannt. Es findet sich schon 1801 bei HAUY abgebildet, ein Adular-Vierling nach den Gesetzen von Manebach und Baveno sogar schon 1783 bei ROMÉE DE L'ISLE. Die Bezeichnung nach dem Fundort Manebach in Thüringen, wo die Zwillinge als Einsprenglinge in einem Felsit auftreten, stammt von J. BLUM (BLUM, 1863), welcher irrtümlicherweise der Ansicht war, ein neues Gesetz gefunden zu haben. Die in der französischen Literatur häufig gebrauchte Bezeichnung „Four-la-Brouque“, nach einer Lokalität in der Auvergne, geht auf J. GONNARD zurück (GONNARD, 1883). An triklinen Feldspäten wurde das Gesetz

ebenfalls schon sehr früh, nämlich 1834 durch G. E. KAYSER beschrieben (KAYSER, 1834, 1835, vgl. auch BURRI, 1962), wobei allerdings, wie allgemein bei KAYSER, keine spezielle Namengebung erfolgte. ZE und zugleich VE beim Manebacher Gesetz ist die Basis (001), es kann daher als normale Hemitropie mit ZA  $\perp(001)$  definiert werden, wie dies auch üblich ist. Da jedoch im monoklinen Fall die Richtung  $\perp(001)$  auch normal zur Digyre [010] =  $\perp(010)$  steht, können derartige Zwillinge auch als parallele Hemitropien mit ZA [100] = a gedeutet werden, weil diese Richtung auf der durch die Normalen zu (001) und (010) bestimmten (irra-

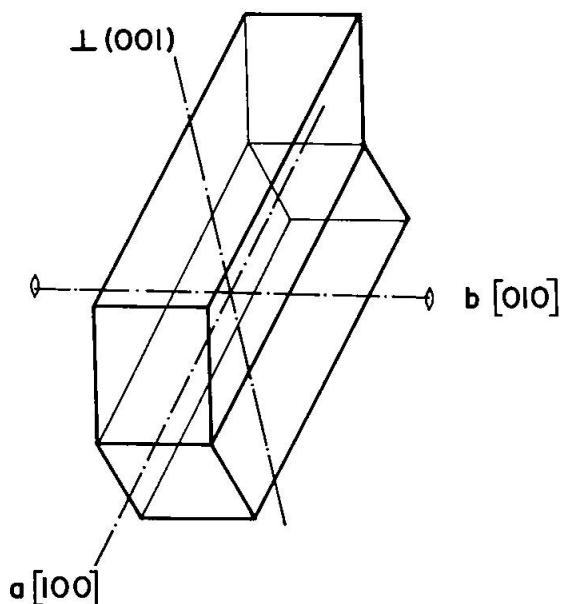


Fig. 1. Monokliner Feldspatzwilling mit VE (001), üblicherweise als Normalen-zwilling mit ZA  $\perp(001)$  gedeutet (sog. Manebacher Gesetz). Da diese ZA jedoch in der SE liegt und somit normal zur Digyre [010] = b steht, kann der Zwilling auch als Kantenzwilling mit ZA [100] = a definiert werden, das heisst nach einem Gesetz, welches dem Ala-(Estérel-)Gesetz der triklinen Feldspäten entsprechen würde.

tionalen) Ebene senkrecht steht, das heisst nach einem für die monoklinen Feldspäte im allgemeinen nicht in Betracht gezogenen Gesetz, welches dem Ala-(Estérel-)Gesetz bei den triklinen Feldspäten entspräche (Fig. 1). Das Ala-Gesetz wurde anscheinend erstmals ebenfalls durch G. E. KAYSER (KAYSER, 1834, 1835) an einer Periklinstufe konstatiert, welche als von Miask stammend angesehen wurde. G. ROSE machte es jedoch in der Folge wahrscheinlich, dass es sich um ein alpines Vorkommen handeln müsse, vermutlich um eines vom Gotthard. Ohne Kenntnis von KAYSERS Arbeit wurde das Gesetz fast 30 Jahre später durch A. DES CLOIZEAUX am Albit von Ala im Piemont und am Andesin

des Estérel-Gebirges (Dep. Var, Frankreich) neu entdeckt (DES CLOIZEAUX, 1862, 321), und 1886 nahm G. VOM RATH die Priorität für dieses Gesetz anlässlich seiner Studien über den Andesin des Monte Arcuentu auf Sardinien, anscheinend ebenfalls ohne Kenntnis der früheren Arbeiten, für sich in Anspruch (VOM RATH, 1886). Die viel gebrauchte Synonymbezeichnung „Estérel-Gesetz“ stammt von A. LACROIX (LACROIX, 1897, 29).

Die Möglichkeit der Formulierung des monoklinen Manebach-Gesetzes als Kantengesetz mit ZA [100] ist auch für die Deutung der bekannten Adular-Vierlinge nach dem Baveno-Gesetz (R. L. PARKER, 1942, mit Literaturangaben) von Interesse. Theoretisch bilden die ZA  $\perp(021)$  und  $\perp(0\bar{2}1)$  einen Winkel von  $90^\circ 06'$ . Würde dieser Winkel bei der Bildungstemperatur genau  $90^\circ$  betragen oder findet sonst eine Anpassung statt, so würde sich automatisch die zu den beiden ZA normale Richtung [100] als neue ZA einstellen. Dies macht die vielfach gegebene Erklärung dieser Bildungen unter Zuhilfenahme des Manebach-Gesetzes verständlich.

Dass das Manebach-Gesetz der monoklinen Feldspäte durchwegs als Normalengesetz mit ZE (001) beziehungsweise ZA  $\perp(001)$  formuliert und die zweite Möglichkeit der Formulierung als Kantengesetz mit ZA [100] völlig ausser acht gelassen wurde, entspricht durchaus der schon erwähnten, früher herrschenden und auch von O. MÜGGE in seinem Sammelreferat (MÜGGE, 1911) betonten Tendenz zur allgemeinen Bevorzugung der Normalengesetze. Es erscheint daher auch durchaus als folgerichtig, wenn auch das trikline Gesetz mit ZA  $\perp(001)$  heute als Manebach bezeichnet wird und dass das Kantengesetz mit ZA [100] einen neuen Namen erhielt (Ala- bzw. Estérel-Gesetz). Hätte man die monoklinen Zwillinge mit ZE = VE (001) als Kantenzwillinge mit ZA [100] gedeutet, so hätte man bei der späteren Übertragung der Nomenklatur auf die triklinen Feldspäte die heutigen Ala-Zwillinge als Manebacher bezeichnen und für diejenigen mit ZA  $\perp(001)$  einen neuen Namen beibringen müssen.

Würde man die Übertragung des monoklinen auf den triklinen Fall so vornehmen, dass man die Normale auf die durch die Normale zu (001) und die trikline b-Achse [010] bestimmte Ebene in Betracht ziehen würde, so würde ein neues Gesetz resultieren, nämlich das zu Ala benachbarte Komplexgesetz Manebach-Periklin mit ZA  $\perp[010]/(001)$ . Dieses, welches für monokline Symmetrie ebenfalls mit dem Gesetze ZA  $\perp(001)$  beziehungsweise ZA [100] identisch wird, wurde ebenfalls schon 1834 durch G. E. KAYSER beobachtet. Es wurde später, anscheinend ohne Kenntnis von KAYSERS Arbeit, durch C. VIOLA an Kluftalbiten des Piz Scopi

(Graubünden) neu beschrieben, und es wird nach dieser Lokalität als Scopi-Gesetz bezeichnet (VIOLA 1900, 303). Würde man statt der  $b$ -Achse die Normale auf  $(010)$  in Betracht ziehen und die ZA als Normale zu der durch diese und  $[100]$  bestimmten Ebene definieren, so würde ein weiteres der erstmals durch KAYSER definierten Komplexgesetze resultieren, das Gesetz Albit-Ala mit  $\text{ZA} \perp [100]/(010)$ .

### b) Karlsbader Gesetz

Auch für das häufige Karlsbader Gesetz lässt sich nicht genau feststellen, wann es zum ersten Male beschrieben wurde. Auf alle Fälle muss es schon sehr früh bekannt gewesen sein, da es ebenfalls schon 1801 bei R. J. HAUY figuriert. Bekannt ist auch das Interesse, welches schon GOETHE daran genommen hat. Heute wird es sowohl für den monoklinen wie für den triklinen Fall einheitlich als parallele Hemitropie mit ZA  $[001]$  definiert. Die VE ist oft  $(010)$  (Fig. 2a), selten auch  $(100)$  (Fig. 2b), vielfach aber ganz unregelmässig. L. DUPARC und M. REINHARD haben den Fall mit VE  $(010)$  als Karlsbad-A, denjenigen mit VE  $(100)$  als Karlsbad-B bezeichnet (DUPARC und REINHARD, 1924). In älteren Lehrbüchern findet man jedoch für den monoklinen Fall fast ausschliesslich

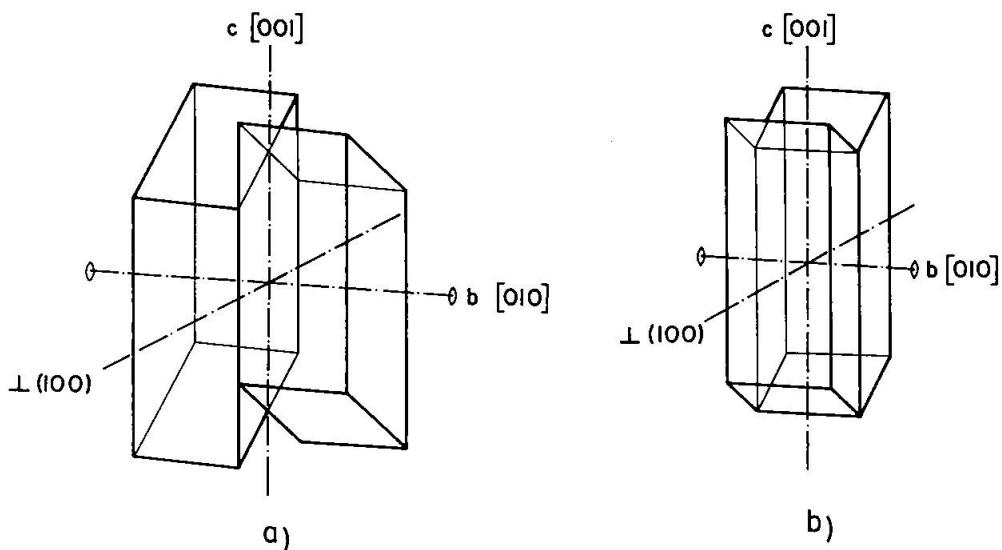


Fig. 2. Monokline Feldspatzwillinge nach dem Karlsbader Gesetz. a) Mit VE  $(010)$  (Karlsbad-A), b) Mit VE  $(100)$  (Karlsbad-B). Üblicherweise erfolgt heute die Definition dieses Gesetzes als Kantengesetz mit ZA  $[001] = c$ . Da für monokline Symmetrie jedoch  $[001] = c$  in der SE  $(010)$  liegt und somit normal zur Digyre  $[010] = b$  steht, kann auch die Richtung  $\perp (100)$  als ZA betrachtet werden, was einem Normalengesetz mit ZE  $(100)$  entsprechen würde. In älteren Zeiten war diese Auffassung, welche jedoch nicht auf den triklinen Fall übertragbar ist, allgemein vorherrschend.

angegeben: ZE (100), oder damit gleichbedeutend, ZA  $\perp$ (100), ganz in Übereinstimmung mit der schon mehrfach erwähnten Tendenz zur Bevorzugung der Normalengesetze. Da die beiden Richtungen [001] und  $\perp$ (100) beide in (010) liegen und somit normal zur Digyre stehen, sind beide Formulierungen gleichberechtigt. Triklin trifft dies jedoch nicht mehr zu, da die ZA  $\perp$ (100) auf ein besonderes Gesetz führt, das sogenannte X-Gesetz, welches 1834 durch G. E. KAYSER aus theoretischen Gründen postuliert wurde (KAYSER, 1834, 1835; vgl. auch BURREI, 1962). Es wurde bis jetzt jedoch anscheinend noch nie mit Sicherheit konstatiert, wenn auch E. HERRMANN (1924) und M. GORAI (1951) entsprechende Beispiele anführen.

Auf das Gesetz mit ZA  $\perp$ (100) führt auch die Übertragung des triklinen Komplexgesetzes mit ZA  $\perp$ [001]/(010) (Roc-Tourné-Gesetz) auf das monokline System, da für dieses die so definierte ZA zur Normalen auf (100) wird. Würde man die Übertragung monoklin-triklin jedoch so vornehmen, dass man die ZA als Normale zu der durch die Richtungen  $\perp$ (100) und [010] bestimmten Ebene definierte, so würde ein weiteres, zu Karlsbad eng benachbartes, Komplexgesetz, X-Periklin, mit ZA  $\perp$ [010]/(100) resultieren. Auch dieses wurde schon 1834 durch G. E. KAYSER postuliert. Anhand exakter goniometrischer Messungen ist es bis heute nie konstatiert worden. Es besteht jedoch die begründete Tendenz, bei Plagioklasuntersuchungen mit dem U-Tisch die nur selten auftretenden Zwillinge nach dem Karlsbad-B-Gesetz als derartige Komplexzwillinge zu deuten, da sich die Richtung  $\perp$ [010]/(100) innerhalb der mit dieser Methode erreichbaren Genauigkeit nicht von [001] unterscheiden lässt. Wird für das Karlsbader Gesetz eine Definition gefordert, welche sowohl den monoklinen wie den triklinen Fall umfasst, so ist dies nach dem Gesagten nur möglich, indem es als parallele Hemitropie mit Za [001] aufgefasst wird, eine Ansicht, welche sich heute wohl allgemein durchgesetzt haben dürfte.

Historisch ist bemerkenswert, dass die ursprüngliche, nur für den monoklinen Fall gültige Definition des Karlsbader Gesetzes mit ZE (100) offenbar so stark eingewurzelt war und dass die Alternative mit ZA [001] gar nicht in Betracht gezogen wurde, dass bei der Neuentdeckung der schon KAYSER bekannten Karlsbaderzwillinge am Anorthit zuerst gar nicht bemerkt wurde, dass es sich um solche handelte und dass sich diese Erkenntnis später nur zögernd durchsetzte. So beschrieb zum Beispiel G. STRÜVER (1868) Karlsbader Zwillinge am Anorthit der Somma ausdrücklich als ein neues Gesetz. Schon kurz darauf bemerkte G. VOM RATH jedoch in bezug auf dieses STRÜVERSche Gesetz: „Es entspricht

diese Verwachsung dem sogenannten Carlsbader Zwillingsgesetz des eigentlichen Feldspaths“ (VOM RATH, 1869, 449). Auch in einer weiteren Arbeit über die chemische Zusammensetzung der Plagioklase (VOM RATH, 1872a, 245) wird anlässlich der Beschreibung des Andesins von Fréjus, aus dem Estérelgebirge im französischen Departement Var, ausdrücklich von „sog. Carlsbader Zwillingen (Drehungsachse die Verticale)“ gesprochen. Im Gegensatz hierzu wird diese Bezeichnung in einer im gleichen Jahre etwas früher erschienenen Mitteilung über den Anorthit der Somma (VOM RATH, 1872, 54) nicht gebraucht, indem nur „ein drittes Gesetz, Drehungsachse die Verticale, Verbindungsebene M (010)“ erwähnt wird. Dabei wird ausdrücklich bemerkt, dass es sich um das von STRÜVER gefundene Gesetz handle.

### c) Gesetz von Cunnersdorf

Zwillinge mit ZE  $(\bar{2}01)$  wurden durch F. KLOCKMANN von Cunnersdorf im Riesengebirge beschrieben (KLOCKMANN, 1882). Die Bezeichnung des Gesetzes nach diesem Fundorte wurde durch C. BURRI vorgeschlagen (1962a). Obschon dieses Gesetz offensichtlich selten ist und es für Plagioklas bis jetzt nicht mit Sicherheit nachgewiesen wurde, gelten doch dafür die gleichen Überlegungen wie für die andern Gesetze mit ZA in der SE  $(010)$ . Weil monoklin die Richtungen  $\perp(\bar{2}01)$  und  $\perp(010) = b$  normal zueinander stehen, können Normalenzwillinge nach  $(\bar{2}01)$  auch als Kantenzwillinge mit ZA  $[102]$  aufgefasst werden, da diese Richtung ihrerseits normal zu der durch die Flächennormalen von  $(\bar{2}01)$  und  $(010)$  bestimmten Ebene steht. Welche von den beiden Deutungsmöglichkeiten hier eventuell vorzuziehen ist, kann erst entschieden werden, wenn Näheres über das Auftreten des Gesetzes für trikline Feldspäte bekannt ist.

## 3. Spezialisierung der triklinen Komplexgesetze für monokline Symmetrie

Im Laufe der angestellten Betrachtungen wurde schon verschiedentlich auf die Beziehungen zwischen triklinen Komplexgesetzen und monoklinen Zwillingsgesetzen hingewiesen. Diese sollen hier noch zusammenfassend betrachtet werden, da die vektorielle Darstellung die Zusammenhänge übersichtlich darzustellen erlaubt.

Definitionsgemäss steht jede der drei Achsen des konventionellen Systems (a, b, c) beziehungsweise des reziproken ( $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$ ) normal zu je zwei Achsen des Systems anderer Art, das heisst es ist:

$$[\alpha \mathbf{b}] = \mathbf{c}^* \quad [\mathbf{b} \mathbf{c}] = \mathbf{a}^* \quad [\mathbf{c} \mathbf{a}] = \mathbf{b}^*$$

$$[\mathbf{a}^* \mathbf{b}^*] = \mathbf{c} \quad [\mathbf{b}^* \mathbf{c}^*] = \mathbf{a} \quad [\mathbf{c}^* \mathbf{a}^*] = \mathbf{b}$$

und somit  $(\mathbf{b}^* \mathbf{a}) = (\mathbf{c}^* \mathbf{a}) = (\mathbf{a}^* \mathbf{b}) = (\mathbf{c}^* \mathbf{b}) = (\mathbf{b}^* \mathbf{c}) = (\mathbf{a}^* \mathbf{c}) = 0$

Die ZA der 6 komplexen Zwillingsgesetze, wie sie zuerst durch G. E. KAYSER formuliert wurden (KAYSER, 1834, 1835; vgl. auch BURRI, 1962), erhält man wie folgt durch Bildung der entsprechenden Vektorprodukte (BURRI, 1964):

1. ZA =  $[\mathbf{b}^* \mathbf{a}] = \perp[100]/(010)$  Albit-Ala-(Albit-Estérel-)Gesetz
2. ZA =  $[\mathbf{c}^* \mathbf{a}] = \perp[100]/(001)$  Manebach-Ala-(= Aklin-)Gesetz
3. ZA =  $[\mathbf{a}^* \mathbf{b}] = \perp[010]/(100)$  X-Periklin-(= Karlsbad-B-)Gesetz
4. ZA =  $[\mathbf{c}^* \mathbf{b}] = \perp[010]/(001)$  Manebach-Periklin-(= Scopi-)Gesetz
5. ZA =  $[\mathbf{a}^* \mathbf{c}] = \perp[001]/(100)$  X-Karlsbad-(= Aklin-B-)Gesetz
6. ZA =  $[\mathbf{b}^* \mathbf{c}] = \perp[001]/(010)$  Albit-Karlsbad-(= Roc-Tourné-)Gesetz

Die restlichen drei Kombinationen je einer konventionellen und reziproken Achse führen auf keine weiteren Komplexgesetze, da die skalaren Produkte  $(\mathbf{a}^* \mathbf{a})$ ,  $(\mathbf{b}^* \mathbf{b})$ ,  $(\mathbf{c}^* \mathbf{c})$  sämtlich von 0 verschieden sind.

Für monokline Symmetrie fällt, wegen  $\alpha = \gamma = 90^\circ$ ,  $\mathbf{b}^*$  mit  $\mathbf{b}$  zusammen und sowohl  $\mathbf{a}^*$  wie  $\mathbf{c}^*$  kommen in die SE  $\mathbf{ac} = (010)$  zu liegen. Man erhält daher für die ZA der oben angeführten Gesetze im monoklinen Fall:

1. ZA =  $[\mathbf{b} \mathbf{a}] = \mathbf{c}^* = \perp(001)$  Manebach-Gesetz
2. ZA =  $[\mathbf{c}^* \mathbf{a}] = \mathbf{b} = [010]$  —
3. ZA =  $[\mathbf{a}^* \mathbf{b}] = \mathbf{c} = [001]$  Karlsbad-Gesetz
4. ZA =  $[\mathbf{c}^* \mathbf{b}] = \mathbf{a} = [100]$  Manebach-Gesetz
5. ZA =  $[\mathbf{a}^* \mathbf{c}] = \mathbf{b} = [010]$  —
6. ZA =  $[\mathbf{b} \mathbf{c}] = \mathbf{a}^* = \perp(100)$  Karlsbad-Gesetz

Für die 6 triklinen Komplexgesetze spezialisiert sich demnach die ZA in zwei Fällen (Manebach-Ala = Aklin und X-Karlsbad = Aklin-B) zu  $\mathbf{b} = [010]$ , welches monoklin schon Digyre ist, so dass sie als Zwillingsachse ausfällt. In zwei weiteren Fällen (Albit-Ala und Manebach-Periklin = Scopi) wird die ZA zu  $\perp(001)$  beziehungsweise  $[100]$ , führt also auf das Manebach-Gesetz in seinen beiden für monoklin möglichen Formulierungen. Für die beiden restlichen Fälle (X-Periklin und Roc Tourné) resultieren als ZA  $[001]$  bzw.  $\perp(010)$ , was den beiden monoklin möglichen Formulierungen des Karlsbader Gesetzes entspricht.

## Literatur

- BLUM, J. (1863): Über das „Manebacher Gesetz“ am Feldspath (Mitteilung an G. Leonhard), N. Jb. Min. etc. 343.
- BURRI, C. (1962): Gustav Eduard Kayser (geb. 1808) und die Zwillingsgesetze der Plagioklase. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 42, 25—36.
- (1962a): A Survey of Feldspar Twinning. Norsk. geol. Tidskr. 42 (Feldspar Vol.), 193—206.
- (1964): Versuch einer einfachen Systematik der wichtigsten Plagioklas-Zwillingsgesetze. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 44, 27—33.
- DES CLOIZEAUX, A. (1862): Manuel de Minéralogie. Vol. 1, Paris, Dunod.
- DUPARC, L. und REINHARD, M. (1924): La détermination des plagioclases dans les coupes minces. Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève 41, fasc. 1, 150 p., 13 pl.
- GORAI, M. (1951): Petrological studies on plagioclase twins. Amer. Mineral. 36, 884—901.
- GONNARD, J. (1883): Note sur l'orthose du porphyre quartzifère de Four-la-Brouque près Issoire. Bull. Soc. Franç. Minéral. 6, 265—281.
- HERRMANN, E. (1924): Über Zwillingsverwachsungen gesteinsbildender Plagioklase. Z. Kristallogr. 59, 513—547.
- KAYSER, G. E. (1834): De cyclo quodam legum duodecim, secundum quas crystalli generum feldspathi familiae singulariorum geminatim conjunctae inveniuntur. Inaug. Diss. Univ. Berlin, Typis Nauckianis.
- (1835): Über einen Cyclus von 12 Zwillingsgesetzen, nach welchen die ein- und eingliedrigen Feldspathgattungen verwachsen. Pogg. Ann. 34, 109—128 und 301—319.
- KLOCKMANN, F. (1882): Die Zwillingsverwachsungen des Orthoklases aus dem Granit des Riesengebirges. Z. Kristallogr. 6, 493—510, im besondern 500—501.
- LACROIX, A. (1897): Minéralogie de la France et de ses colonies. Vol. 2, Paris, Baudry.
- LIEBISCH, TH. (1896): Grundriss der physikalischen Krystallographie. Leipzig, Veit.
- MÜGGE, O. (1911): Über Zwillingsbildung der Kristalle. Fortschr. Min. Petr. Krist. 1, 38—67.
- PARKER, R. L. (1942): Daten zur Kristallographie des schweizerischen Adulars. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 22, 271—299.
- vom RATH, G. (1869): Über die Zwillingsbildung des Anorthits vom Vesuv. Pogg. Ann. 138, 449—464.
- (1872): Über die chemische Zusammensetzung der Kalknatron-Feldspäthe, ein Beitrag zur Isomorphie. Pogg. Ann. 144, 219—260.
- (1872a): Ein Beitrag zur Kenntnis des Anorthits. Pogg. Ann. 147, 22—63.
- (1886): Über den Andesin vom Berge Arcuentu, Insel Sardinien. Festschr. Natw. Ver. Kassel. Ref. in Z. Kristallogr. 12 (1887), 538—539.
- STRÜVER, G. (1868): Su una nuova legge di geminazione della Anortite. Atti R. Acad. Sc. Torino 4 (1868/69), 38—42,
- VIOLA, C. (1900): Feldspatstudien. Z. Kristallogr. 32, 305—337.