

schwermuschalige und sessile Formen, wie Pectiniden, Ostreiden, Balaniden u. dgl. scheinen nicht selten auf. Die Vergesellschaftungsart und die oben dargelegten Vorkommenserscheinungen finden sich in der seichten Flachsee; sie stimmen weitest mit den der Sandfauna von Neudorf a. d. March, welche die kennzeichnenden Biozönosen eines Flachstrandes aufweist, überein (vgl. Sieber, 3). Die erwähnten Sandbewohner gehörten den Rinnensandgebieten an. Auf den Böden, die abschnittsweise von festem Grund und Lithothamnienbeständen unterbrochen waren, siedelte das erwähnte Benthos. Diese Tierwelt ist biotopisch verschieden von der anderer bekannter Grunder Lokalitäten, wie der aus der Nähe eines Flußmündungsgebietes stammenden von Gaidorf. „A Windpassing il mare doveva essere un po' più profondo; la costa doveva essere un po' più lontana.“ (Boni, S. 132.) Sie weicht aber auch von der weniger weit entfernten von Braunsdorf ab; das Biotop der letzteren, entspricht einem tieferen Flachseebestand (vgl. Sieber, 4). Die als euryhalin anzunehmenden Arten sind mit Ausnahme von *Turritella (Eichwaldiella) bioarinata* wenig häufig und kleinwüchsig (*Neritina picta*, *Pirenella picta* u. a.). Es ist zum Unterschied von den Faunen aus Platt und Gr. Nondorf (vgl. Sieber, 2 u. 4) kein brackischer Einschlag festzustellen.

#### Literatur.

Boni, A., Studi comperativi fra Neogene del bacino di Vienna e quello de bacino Piemontese Ligure. — Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. LVI, Fasc. 1, Rom, 1937.

Sieber, R. (1), Zur Biologie der Miozänfauna des Wiener Beckens. — Biol. gen. Wien, 1934.

Sieber, R. (2), Kurze Mitteilung über die Grunder Fauna von Platt bei Zellerndorf, N.-Ö. — Verhdlg. Geol. Bundesanst. Wien, 1935, Nr. 6.

Sieber, R. (3), Über Anpassungen und Vergesellschaftung miozäner Mollusken des Wiener Beckens. — Palbiol., Bd. VI, Wien, 1938.

Sieber, R. (4), Die Grunder Fauna von Braunsdorf und Groß-Nondorf in Niederösterreich (Bez. Hollabrunn). — Verhdlg. Geol. Bundesanst. Wien, 1945, Nr. 1—3.

#### Alexander Köhler und Franz Raaz, Gedanken über die Bildung von Feldspat-Zwillingen in Gesteinen.

Keine Mineralgruppe ist so eingehend untersucht worden wie die Feldspate; ihre Bedeutung als Gesteinsbildner ist außerordentlich groß und die Geschichte vieler Gesteine spiegelt sich in der Beschaffenheit der Feldspate klar wieder. Die heute weitgehend ausgearbeiteten Untersuchungsmethoden sind somit für den Petrographen und Geologen ein unentbehrliches Hilfsmittel. Trotz intensiver Feldspatforschung ist mehr, als man meinen möchte, doch durchaus problematisch, wenn man die Feldspate näher unter die Lupe nimmt. Einige Streiflichter sollen daher in diesen Zeilen auf solche unklare, nicht oder schwer deutbare Tatsachen geworfen werden.

So birgt die Verzwilligung nach den häufigsten Gesetzen viele Rätsel, wenn man sie nicht geometrisch-kristallographisch beurteilt,

sondern das genetische Moment ins Auge faßt. Es hat den Anschein, als würden hier in mehrfacher Hinsicht althergebrachte Meinungen zu revidieren sein; das gilt zunächst bezüglich der Karlsbader Zwillinge und deren Tracht. Um das Resultat unserer Überlegungen vorauszunehmen und zur Diskussion zu stellen, sei gleich bemerkt, daß bei Zwillingen, die sich schwebend in einem Schmelzfluß gebildet haben, nicht immer ein Zwillingwachstum vom Keim aus angenommen werden kann. Zahlreiche Beobachtungen deuten vielmehr darauf hin, daß sich zwei bereits größer entwickelte Einlinge mit ihren (010)-Flächen orientiert (d. h. die Zonen der beiden z-Achsen liegen parallel) aneinanderlegen. Eine gewisse Voraussetzung dazu ist, daß die Einlinge mehr oder weniger tafelig nach der (010)-Fläche ausgebildet sind, also nicht die gewohnte „Leistenform“ — die Erstreckung nach der x-Achse — aufweisen. Wie die mikroskopische Betrachtung von Dünnschliffen etwa trachytischer Gesteine zeigt, sind gar nicht so selten auch dünne, nach (010) tafelige Kristalle zu finden.

Es scheint nun durchaus der Fall zu sein, daß die großen (010)-Flächen orientierend auf die gleichen Flächen anderer Einlinge einwirken und imstande sind, sie unter Parallelorientierung der z-Achsen anzulagern<sup>1)</sup>.

Dieser Gedankengang ist nicht neu. C. Viola (1) hat das gleiche behauptet und die Möglichkeit einer derartigen gegenseitigen Orientierung auch experimentell bestätigt. Vom physikalischen Standpunkt aus ist dieser Vorgang durchaus verständlich, da schon eine reine Adhäsionswirkung ein Aneinanderlegen größerer Flächen bedingt. Es wäre wünschenswert, die Versuche von Viola neuerlich zu wiederholen und die Ergebnisse mehr zu berücksichtigen, als dies bisher der Fall war.

Für die Richtigkeit der oben geäußerten Meinung spricht zunächst der Umstand, daß die Verwachsungsfläche in Schmelzflüssen entstandener Karlsbader Zwillinge nach H. Tertsch (2) nur selten die (010)-Fläche ist; im allgemeinen ist die Verwachsung eine unregelmäßige, nur im Kern fällt die Verwachsungsfläche mit der (010) zusammen. Die Ursache der unregelmäßigen Verwachsung ist in der Tracht der magmatisch gebildeten Kalifeldspate begründet, die durch das Auftreten der  $\gamma$ -Fläche (201) charakterisiert ist; dieser Fläche kommt im Einzelkristall eine doppelt so große Zentraldistanz zu als der (001)-Fläche, die ihr nun im Zwilling benachbart liegt; sie ragt daher vermöge ihres rascheren Wachstums über diese hinaus. Nun wird, trivial ausgedrückt, die  $\gamma$ -Fläche gegen den in Zwillingstellung befindlichen Nachbarkristall nicht wie von einer Feuermauer eines Hauses abgegrenzt sein, es erfolgt auch Stoffansatz von der Seite her und dadurch greift die  $\gamma$ -Fläche stets über die (001) des Zwilling hinaus. Bei einem Zwillingwachstum vom Keime aus müßte dies auch schon frühzeitig beginnen, da man kaum annehmen

<sup>1)</sup> Solche orientierende Kräfte zeigen sich klar in der Parallelverwachsung ungleichartiger Kristalle an (z. B. bei der Parallelverwachsung Kalifeldspat—Albit und umgekehrt, bei Staurolith—Disthen u. a.).

kann, daß die Tracht ursprünglich eine wesentlich andere war. Selbst wenn neben der  $y$  die  $x$  (101) vorhanden gewesen sein sollte, so gilt für diese hinsichtlich des Anlagerungsmechanismus in bezug auf das Zwillingindividuum die gleiche Überlegung; denn die Zentraldistanz der  $x$  übertrifft bei Gesteinsorthoklasen sogar noch jene der  $y$ , was auch ihr späteres Verschwinden aus der Kombination verständlich machen würde<sup>2)</sup>. Das Zusammenfallen der Verwachsungsfläche mit der (010) im Kern läßt nur schließen, daß sich die Einlinge erst in diesem Stadium aneinandergelegt haben.

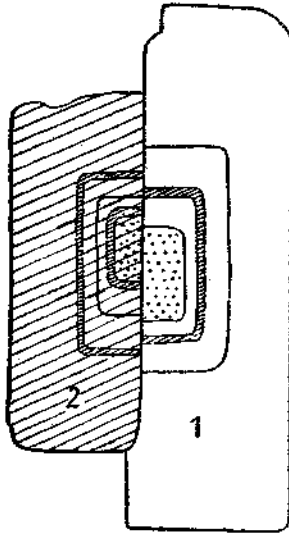


Abb. 1.

Zu der oben gebrachten Annahme über die für magmatische Bildung oft zutreffende Art der Entstehung von Karlsbader Zwillingen kommt man aus rein physiographischen Beobachtungen leichter bei der Betrachtung der Plagioklase. Hier fällt jedem Mikroskopiker die häufige Erscheinung auf, daß die beiden Zwillingshälften bedeutende Größenunterschiede zeigen und daß ein vorhandener Zonenbau durchaus nicht immer gleichmäßig in beiden Individuen den Keimpunkt umgibt, ferner daß mitunter die scharf gezeichneten Zonen in einem Individuum sogar an der Zwillingsgrenze absetzen (Abb. 1) — Tatsachen, die bei der gewohnten Meinung, daß Zwillinge immer vom Keime aus wachsen müßten, nicht erklärbar wären. Nimmt man jedoch eine Anlagerung bereits größerer Einlinge an, so sind

<sup>2)</sup> Anders liegen die Verhältnisse allerdings bei den pegmatitischen Orthoklasen. Hier besteht kein solch extrem großer Unterschied in den Wachstumsgeschwindigkeiten bezüglich der  $P$  und  $x$  bei den Einzelkristallen! Karlsbader Zwillinge zeigen häufig eine Ausbildung, als ob sie bestrebt gewesen wären, die  $x$  und  $P$  der korrelierten Zwillingindividuen — die infolge der fast übereinstimmenden Neigungswinkel praktisch in dieselbe Ebene fallen — wie einheitliche Kristallgebilde weiterwachsen zu lassen (3).

weder die Größenunterschiede noch der Verlauf des Zonenbaues verwunderlich. Rätselhaft mag nur dieses „Absetzen“ der Zonen erscheinen; man müßte erwarten, daß in jedem Zwillingsteil die Zonen konzentrisch um ihren Kern herumlaufen und erst beim gemeinsamen Wachsen konzentrisch bezüglich des Doppelindividuums liegen. Es sieht aber oft so aus, als wäre eine ganze Schichte — sogar bis zur Hälfte des Einzelindividuums — abgeschnitten (Abb. 1). Gewöhnlich ist dies bei einem Individuum mehr der Fall als beim anderen. Eine Erklärung kann man vielleicht nur darin erblicken, daß jedes Teilindividuum, vor allem das größere, bis zu einem gewissen Grade auflösend auf das andere wirkt und sich seine Substanz selbst einverleibt.

Bietet somit die hier gegebene Ansicht auch gewisse Schwierigkeiten, so findet dennoch das sich aufdrängende Bild eine zwanglosere Erklärung, wenn man von einer Zwillingbildung vom Keim aus in solchen Fällen absieht. Ein klarer Beweis ist schließlich noch dadurch gegeben, daß der Anorthitgehalt in beiden Zwillingshälften oft bedeutend verschieden ist. Bis vor nicht langer Zeit blieb uns dies noch verborgen; erst die Fedorow-Methoden haben eindeutig darauf hingewiesen. Ein kleiner, jedoch meßbarer Unterschied dürfte häufiger sein als man annimmt. Es ist dies insofern eine peinliche Angelegenheit, als dadurch in die vielgebrauchte Bestimmungsmethode mit Hilfe der „konjugierten Auslöschungen“ ein Fehler hineingetragen wird, da sie auf der Annahme völlig gleichen Anorthitgehaltes in beiden Individuen beruht<sup>3)</sup>.

Letzten Endes spricht folgende Beobachtung an synthetischen Plagioklasen nach H. Tertsch (4) für unsere Annahme: genaue Fedorow-Messungen haben gezeigt, daß bei Karlsbader Zwillingen die z-Achsen und ihre Zonen nicht genau parallel liegen, das Gesetz somit nicht genau realisiert ist. Bei dem schnellen Wachstum solcher synthetischer Produkte ist das nicht zu verwundern, bei natürlichen Vorkommen sind uns solche verdrehte Aneinanderwachsungen noch nicht bekanntgeworden; man müßte sie bei Ergußgesteinsplagioklasen erst suchen.

Zunächst unerklärbar ist das Fehlen von polysynthetischen Wiederholungen; nur ganz selten ist eine dritte Karlsbader Zwillinglamelle beobachtet worden, vielfache Wiederholung ist unbekannt. Warum keine weitere Anlagerung in Zwillingstellung zustande kommt, ist fürs erste nicht einzusehen, sofern wir an kleinere Individuen denken, die noch Bewegungsmöglichkeit in der Matrix besitzen; bei größeren Individuen ist diese durch die Viskosität der Schmelze und durch den Raumangel schon sehr eingedämmt, jeder Einling und jedes Zwillingpaar bleibt für sich und lagert sich den restlichen Stoffbestand an. Daß polysynthetische Verzwilligung nach dem Karlsbader Gesetz überhaupt unmöglich ist, ergibt sich aus den weiter unten angeführten Überlegungen über die Ursache der polysynthetischen Albit-Verzwilligung. Es wäre natürlich falsch, wollte

<sup>3)</sup> Siehe diesbezüglich A. Köhler, im Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 1947.

man jedes Wachstum vom Keim aus bei schwebend in der Schmelze gebildeten Feldspäten verneinen; gewiß ist auch dies der Fall.

Nach diesen Vorbemerkungen kann die Frage der Tracht aufgerollt werden. Die Tracht der magmatisch gebildeten Kalifeldspate ist durch die Längserstreckung nach der  $x$ -Achse und durch das Auftreten der Fläche  $y$  ( $201$ ) und das Fehlen der  $x$  ( $101$ ) charakterisiert (von anderen Flächen kann hier abgesehen werden). Bei Karlsbader Zwillingen ist die Tracht gegenüber dem Einling grundsätzlich verschieden, soweit es sich um Bildungen aus dem Schmelzfluß handelt, die Zwillinge sind breittafelig nach  $(010)$  und mehr nach der  $z$ -Achse gestreckt. Man nimmt an, daß in der den beiden Zwillingsteilen gemeinsamen Richtung verstärktes Wachstum stattfindet. Diese schon von alten Mineralogen gemachte Feststellung ist zweifellos eine allgemein gültige Regel, die auch hier zur Geltung kommt. Wenn sich aber zufällig breittafelig nach der  $(010)$ -Fläche entwickelte Kristalle zu Zwillingen zusammenfügen, so ist die „Zwillingstracht“ schon durch die Tracht des Einlings vorgezeichnet, sie wird sich beim Weiterwachsen nur noch verstärken. Es ist also nicht die Zwillingverzerrung allein für die Tracht maßgebend! Wäre dem so, dann müßten auch Karlsbader Zwillinge in pegmatitischen Drusen die gleiche Verzerrung aufweisen. Diese aufsitzenden und daher vom Keim aus gewachsenen Zwillinge sind aber nur selten von der Tracht der magmatischen Feldspate, sie sind oft überhaupt kaum verzerrt, sondern von nußförmiger Gestalt wie die Einzelkristalle selbst. Zahlenmäßige Angaben über Zentraldistanzen sind daher bei magmatischen Karlsbader Zwillingen nur mit Vorbehalt zu solchen von Einlingen in Beziehung zu setzen.

Bei Adularen sind Karlsbader Zwillinge so gut wie unbekannt. Zunächst ist gar nicht einzusehen, warum; vielleicht liegt der Grund darin, daß hier die Entwicklung der  $(010)$  sehr bescheiden ist (bei manchen Typen fehlt sie überhaupt) und es deshalb nicht zur Zwillingbildung kommen kann. Sichtlich ist ein Zusammenhang zwischen der Bildungsgeschichte der Kalifeldspate und der Häufigkeit des Karlsbader Gesetzes vorhanden. Dies unmittelbar zu erklären ist nicht möglich und wird durch das Milieu allein wahrscheinlich nicht bedingt. Die physikalisch-chemischen Faktoren bei der Entstehung der Kalifeldspate (vor allem die abnehmenden Temperaturbereiche) vom magmatisch gebildeten Feldspat über den pegmatitischen bis zum Adular (der aus wässerigen Lösungen entstanden ist) beeinflussen in erster Linie die Tracht der Einlinge und von dieser ist augenscheinlich die Art des Zwillinggesetzes und die Häufigkeit desselben abhängig.

Vielleicht noch schwieriger ist die Deutung der Genesis der Bavenoer und Manebacher Zwillinge. Die ersteren, die am häufigsten in Pegmatiten, aber auch in manchen Erstarrungsgesteinen und bei Kluftadularen vorkommen, sind im allgemeinen in komplizierter Weise durcheinandergewachsen, wie die Parallelverwachsung mit Albit an Striegauer Stufen schon äußerlich erkennen läßt. Die Entstehung ist vermutlich so zu erklären, daß sich Keime derart aneinanderlegen, indem sich die Fläche  $(010)$  mit einer Fläche  $(001)$  des

Zwillings berührt und beim Weiterwachsen ein System von Streifen oder unregelmäßigen Partien zustande kommt, das äußerlich die bekannte Säulenform mit quadratischem Querschnitt annimmt. Die abstumpfende Fläche der Kante  $010:001$  wird dann zur Spiegelebene, die ihr am nächsten liegende Strukturfläche  $(021)$  — die von der gerade Abstumpfenden der Kante  $001:010$  ( $45^\circ$ ) nur um wenige Minuten abweicht — übernimmt dann die Rolle der Zwillingsebene im strukturellen Sinne. Es kann mehrmalige Wiederholung stattfinden, die zu Vierlingen oder Achtlingen führt.

Man möchte erwarten, daß sich dieses Gesetz mit dem Manebacher und Karlsbader Gesetz öfters verknüpft; das ist auch der Fall, was die Kombination mit dem ersteren betrifft und Vierlinge können auch so aufgefaßt werden, daß ein Paar von Bavenoer Zwillingen mit dem zweiten Paar nach dem Manebacher Gesetz verzwillingt ist. Die Kombination mit dem Karlsbader Gesetz kommt kaum vor — nur einige seltene Zwillinge werden als solche aufgefaßt — obwohl die nach außen gekehrten  $(010)$ -Flächen des Bavenoer Zwillings dazu Anlaß geben könnten. Die Gesamtsymmetrie ist ausgesprochen pseudotetragonal und bleibt es bei Verbindung mit dem Manebacher Gesetz. Diese erreichte Symmetrie würde durch die Kombination mit dem Karlsbader Gesetz wieder erniedrigt werden; sollte darin der Grund liegen, daß eine solche Verbindung nicht zustande kommt?

Das Manebacher Gesetz herrscht bei Adularen vor, fehlt aber auch in Erstarrungsgesteinen (insbesondere bei den Plagioklasen) nicht. Es ist bei der großen Entwicklung der  $(001)$ -Fläche bei einfachen Kristallen magmatischer Bildung verwunderlich, daß dieses Gesetz nicht häufiger infolge orientierter Anlagerung auftritt. Die Möglichkeit der Bildung bei Adularen mit ihrer kleinen, sogar fehlenden  $(001)$ -Fläche scheint ja eine geringere zu sein. Wir stehen hier vor einem ungelösten Rätsel und können nur die Beobachtungen über das Auftreten vorläufig registrieren und die Bildungsbedingungen (Temperatur, Lösungsgenossen) als verantwortlich bezeichnen.

Noch ungeklärter ist die Genesis der Zwillingsbildung nach dem Albit- und Periklingesetz bei den Plagioklasen. Bezüglich der Albitzwillinge ist zu bemerken, daß bei aufgewachsenen Kristallen in Klüften gewöhnlich nur zwei Individuen in Zwillingsstellung stehen, selten schließt sich eine dritte Lamelle oder ein Karlsbader Zwilling an; polysynthetische Wiederholung fehlt. Bei der mehr oder weniger tafeligen Entwicklung nach  $(010)$  des Einzelkristalls scheint dies sonderbar, denn die Anlagerung eines neuen Keims in Zwillingsstellung könnte erwartet werden. Bei den Albitzwillingen aus den meisten Erstarrungsgesteinen ist das umgekehrte der Fall, hier überwiegen durchaus die vielfachen Wiederholungszwillinge. Das muß seinen Grund haben. Fassen wir den ersten Fall ins Auge: auch zwei Individuen ergeben bereits die erstrebte monokline Symmetrie des ihm verwandten Kalifeldspates. Diese Befriedigung des Bedürfnisses nach erhöhter Symmetrie als Motiv aufzufassen, dürfte jedoch hier nicht ausschlaggebend sein. Es ist vielmehr das Wachstum eines richtigen polysynthetischen Zwillings von Keimen aus überhaupt nicht vorstellbar. Nehmen wir

das mikroskopische Bild eines polysynthetischen Zwillingstockes in Erstarrungsgesteinen als Beispiel, so ist es undenkbar, daß sich zuerst eine Kette von Keimen in abwechselnder Albitstellung bildet, die dann in Form so scharf abgegrenzter Lamellen weiterwachsen; wir kennen auch keine solchen „Anfangsstadien“. Wir kommen dadurch notwendigerweise zur Ansicht, daß polysynthetische Zwillinge → das gilt nicht nur für die Plagioklase — niemals primär gewachsen sind, sondern das Ergebnis sekundärer Prozesse sind. Freilich bietet die Erklärung wieder große Schwierigkeiten, wenn wir hier an Druckwirkung denken, denn eine solche spielt wohl bei der Entstehung von polysynthetischen Periklinzwillingen oft eindeutig eine Rolle. Für die Albitlamellierung kann man das nicht beweisen und außerdem spricht das Auftreten polysynthetischer Verzwilligungen nach beiden Gesetzen in Gesteinen, die keiner mechanischen Beanspruchung ausgesetzt waren, gegen die Verallgemeinerung dieser Annahme. Es bleibt somit nur eine — scheinbar gewagte — Hypothese übrig.

Man berücksichtigt vielleicht zu wenig die Analogien zwischen den Plagioklasen und den Kalifeldspaten, die doch wegen ihrer großen strukturellen Übereinstimmung vorhanden sein müssen. Die polysynthetische Verzwilligung beim Mikroklin ist gewiß nur so zu deuten, daß sie bei der Umwandlung des bei hohen Temperaturen sicher monoklinen Orthoklases in den bei niedrigen Temperaturen stabilen triklinen Mikroklin entsteht. Die umgekehrte Annahme, daß der scheinbar monokline Kalifeldspat aus einem submikroskopisch verzwilligten Mikroklin besteht (Mallard, Becke, Groth u. a.) erklärt zwar in einfacher Weise das Erscheinungsbild, ist jedoch genetisch nicht begreiflich. Es kann nun ein Umschlagen des gesamten Kristalls in ein anderes Kristallsystem nicht gleichzeitig erfolgen, dieses geht an verschiedensten Punkten im Kristall vor sich und führt zu der bekannten Gitterung, wodurch der Kristall sich bemüht, seine ursprünglich monokline Kristallform beizubehalten<sup>4)</sup>. Auch bei den Plagioklasen können wir heute bis zu einem gewissen Grade von einer Dimorphie sprechen, die sich allerdings nur durch die Hoch- und Tieftemperaturoptik anzeigt<sup>5)</sup>. Das lenkt den Gedankengang auch auf eine mögliche Änderung der Kristallgestalt bei den Plagioklasen in Abhängigkeit von der Temperatur. Man muß nicht unbedingt an die Existenz eines monoklinen Plagioklases (Barbierit)<sup>6)</sup> bei Temperaturen nahe dem Schmelzpunkt denken: es würde die Annahme genügen, daß es eine dem monoklinen System sehr nahe kommende Modifikation gibt, wie wir sie für die Albitkomponente im Kalinatronfeldspat anzunehmen geneigt sind, um bei weiterer Abkühlung auf analoge Weise wie bei Mikroklin zu einem Lamellen- und Gitterwerk zu gelangen, wodurch wieder

<sup>4)</sup> Man denke an die Verzwilligung bei  $\beta$ -Leuzit und  $\beta$ -Borazit! Auch in anderen Fällen ist polysynthetische Verzwilligung nur bei Modifikationsänderung in die  $\beta$ -Form möglich (z. B. bei Kupferglanz, Silberglanz).

<sup>5)</sup> Näheres siehe bei A. Köhler, im Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 1947. Von dem vielleicht komplizierten Falle einer zusätzlichen Isodimorphie-Reihe soll hier abgesehen werden. Vgl. F. Raaz, im Anzeiger der Akad. d. Wiss. in Wien. Jg. 1947, Nr. 8.

die ursprünglich höhere Symmetrie erreicht wird. Es dürfte vergeblich sein, nach monokliner Optik zu suchen, denn alle Plagioklase, auch aus hochtemperierten und rasch abgekühlten Ergußgesteinen oder bei Synthesen, sind lange genug im Laufe ihrer Bildung in einem Temperaturbereich gewesen, der nur die triklone Ausbildung gestattet. Diese Annahme ermöglicht vorläufig die einzige Erklärung der polysynthetischen Verzwilligung.

Natürlich kann man dagegen einwenden, daß in Pegmatiten bei wesentlich niedrigeren Temperaturen gewöhnlich ausgezeichnete polysynthetische Verzwilligung vorliegt. Die Kristallisationsbedingungen sind jedoch hier völlig andere, und es ist nicht ausgeschlossen, daß unter diesen Bedingungen schon bei wesentlich niedrigeren Temperaturen eine Hochform entsteht. Es sind ja auch die Kalifeldspate aus Pegmatiten in klassischer Weise gegittert und perthitisch entmischt; es ist eine umstrittene Sache, ob hier „primäre“ Gitterung und „primäre“ Perthitbildung vorliegt oder ob doch eine Entmischung und polysynthetische Verzwilligung ursprünglich homogener monokliner Kalinatronfeldspate vorliegt. Nachdem man das Wachstum des Gitterwerkes nach obigem nicht annehmen kann, gewinnt die Meinung, daß auch in Pegmatiten monokline Kalinatronfeldspate und Plagioklase in der vermuteten Hochform zur Bildung kamen, an Bedeutung.

Wenn wir zum Schlusse noch die Periklinzwillinge betrachten, so bietet ihre Bildungsweise z. T. durchaus ungelöste Rätsel. In Klüften herrscht entweder das Albitgesetz oder das Periklingesetz, und während die Albitzwillinge oft wasserklar sind, sind die Periklinzwillinge trübweiß, ein Zeichen, daß hier Lösungsgenossen vermutlich mitspielen. Auch bei gesteinsbildenden Plagioklasen können wir nur aussagen, daß Periklinzwillinge bei basischen Mischgliedern bevorzugt auftreten und oft vom Druck abhängig sind. Offenbar liegt der Grund polysynthetischer Periklinverzwilligung wieder — wie bei den polysynthetischen Albiten — in einer Dimorphie; ursprünglich hochtemperierte Individuen werden bei der Abkühlung so wie in Albitlamellen auch in Periklinlamellen — oder in die Kombination beider — zerfallen. Druck begünstigt diese Umwandlung. Dadurch könnte man auch die künstliche Erzeugung<sup>6)</sup> erklären; bei instabilen Kristallen wird Druck das Umschnappen auslösen können. Es ist unwahrscheinlich, daß ein solcher Versuch auch bei stabilen Periklinen oder Albiten aus Klüften zu einem Erfolg führt.

Fassen wir zusammen, so zeigt sich zunächst ein betrübliches Bild; trotz unserer „großen Kenntnis“ der Feldspate wissen wir sehr wenig in genetischer Hinsicht. Wir sind erst auf dem Wege von ihrer Beschreibung zu ihrer Geschichte. Diese Zeilen sollen eine Anregung zur Diskussion über die aufgerollten Fragen geben und den Petrographen und Geologen ermuntern, der Zwillingsbildung bei den Feldspaten vermehrtes Augenmerk zu widmen. Durch Erweiterung unserer Kenntnisse über Auftreten und Ausbildung von Zwillingen werden wir in der Lage sein, unsere Ansichten besser zu unterbauen

<sup>6)</sup> Vgl. A. Köhler, im Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 1947.



und umgekehrt wird es dann erst möglich sein, kristallographische Beobachtungen für Deutungen des Werdeganges eines Gesteins zu benutzen. Vorläufig mag die Feststellung belanglos erscheinen, ob in einem Gestein etwa Manebacher Zwillinge von Plagioklasen auftreten oder nicht, oder ob zwei Periklinlamellen oder viele in einem Individuum auftreten. Es ist dem aber nicht so; z. B. sind im Granit-Typus Eisgarn (n.-ö. Waldviertel) die sauren Plagioklase verhältnismäßig häufig nach dem Manebacher Gesetz verzwillingt, polysynthetische Albitlamellierung ist nicht hervorstechend. Beide Erscheinungen sprechen hier augenscheinlich für niedrige Bildungstemperatur. Die relative Häufigkeit von Bavenoer Zwillingen im Brockengranit oder ihr Vorherrschen in einem Quarzdiorit von Japan wird ebenso seinen Grund haben wie das seltene Vorkommen von mehrfacher Albitverzwillingung in vielen Gneisen der Alpen. Wissen wir auf ersteres noch keinen Reim, so ist letzteres nach obigen Ausführungen über die Entstehung polysynthetischer Albitzwillinge schon verständlich. Bei der Umprägung in kristalline Schiefer ohne Stoffzufuhr können die neugebildeten Plagioklase nicht als polysynthetische Albit- oder Periklinzwillinge wachsen; wo sie dennoch vorliegen, handelt es sich um gepreßte Relikte (z. B. Gfleitzwillinge) oder um Bildungen unter dem Einfluß einer Stoffzuwanderung in hohen Temperaturbereichen.

Inwieweit wir obige Ansichten sowie andere Erscheinungen kristallographischer und optischer Art an Kalifeldspaten und Plagioklasen zur Klärung der Genesis gewisser kristalliner Schiefer und zur Aufhellung der „Granitisation“ heranziehen können, soll in einem weiteren Artikel dargestellt werden.

#### Literatur.

1. Viola, C., Beitrag zur Zwillingbildung. — Zeitschr. f. Krist. **38**, 67—81, 1904.
2. Tertsch, H., Beobachtungen an Orthoklaszwillingen nach dem Karlsbader Gesetz. — Zentralbl. f. Min. (A), 198—207, 1936.
3. Raaz, F., Trachtstudium am Orthoklas. — Min. petr. Mitt. **36**, 321—356, 1925.
4. Tertsch, H., Die optische Orientierung des Hochtemperatur-Anorthites. — Min. petr. Mitt. **53**, 50—66, 1941.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1945

Band/Volume: [1945](#)

Autor(en)/Author(s): Köhler Alexander, Raaz Franz Friedrich

Artikel/Article: [Gedanken über die Bildung von Feldspat-Zwillingen in Gesteinen  
163-171](#)