

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse  
vom 29. Mai 1947

(Sonderabdruck aus dem Akademischen Anzeiger Nr. 8)

„Dimorphe Mischungsreihen“ oder „Isodimorphie“ bei den Plagioklasen? Von Franz Raaz, Wien.

Die verschiedenen Glieder der triklinen Kalk-Natron-Feldspate (Plagioklase) wurden von G. Tschermak in seiner klassischen Arbeit (Sitzungsbericht der Wiener Akademie, 1864) als isomorphe Mischungsreihe zwischen der Albit- und Anorthitkomponente gedeutet (Mischungsgesetz). M. Schuster gelang es 1881, den gesetzmäßigen Verlauf der optischen Orientierung in dieser Mischungsreihe festzulegen. In der Folgezeit haben sich mit den diesbezüglichen Problemen, vor allem der Ausarbeitung der optischen Untersuchungsmethoden F. Becke und seine Schüler sowie E. A. Wülfing in erfolgreicher Weise beschäftigt. Seitdem sind neue Erkenntnisse dazugekommen, welche die so lange herrschende Tschermak'sche Auffassung zu modifizieren nötigen.

Durch die grundlegenden Untersuchungen von A. Köhler<sup>1</sup> wurde das Vorhandensein einer Hoch- und Tieftemperaturoptik bei den Plagioklasen festgestellt. Es handelt sich dabei um eine Abweichung in der Lage der Indikatrix bei den verschiedenen Gliedern der isomorphen Mischungsreihe der Kalk-Natron-Feldspate in Abhängigkeit von dem vorangegangenen Wärmezustand bei ihrer Bildung. Es war damit erstmalig eine Erklärung gegeben für die seit Jahrzehnten so beunruhigende Tatsache, daß bei gewissen Feldspaten immer wieder unerklärliche Abweichungen gegenüber den verwendeten optischen Bestimmungskurven auftraten. Es hat sich ferner daraus die wichtige Einsicht ergeben, daß die so sorgfältig ausgearbeiteten optischen Bestimmungsmethoden unrichtige Anorthitwerte liefern müssen, falls man Plagioklase aus Erguß-

<sup>1</sup> A. Köhler, Die Abhängigkeit der Plagioklasoptik vom vorangegangenen Wärmeverhalten. Min. u. Petr. Mitt. 53, 1941. S. auch Anz. Akad. Wiss., Wien.

gesteinen und manche Relikte in kristallinen Schiefen danach bestimmte. Heute werden solche Fehler durch die modernen Köhler'schen Methoden vermieden und obendrein können in gewissen Fällen Schlüsse bezüglich der Gesteinsgeschichte gezogen werden.

Mit der Erkenntnis einer grundsätzlich verschiedenen Optik bei Ergußgesteinsplagioklasen und solchen aus Tiefengesteinen, bzw. kristallinen Schiefen — denen je nach ihrer Bildungsgeschichte hinsichtlich des erlittenen Wärmeschicksals ein recht ungleichartiges Vorleben zuzuschreiben ist —, drängt sich die Frage auf, ob die beobachteten Unterschiede in der optischen Charakteristik als ausreichend angesehen werden können, um von zwei Modifikationen im physikalisch-chemischen Sinne zu sprechen, oder ob diese eher im Sinne eines morphotropischen Effektes zu verstehen seien.

Wollte man die erstere Annahme bejahen, so würde jedes Mischungsmitglied der Plagioklasreihe in zwei Modifikationen möglich sein, einer Hoch- und einer Tieftemperaturform. Es würden demnach zwei isomorphe Mischungsreihen existieren, eine für die Hochtemperatur- und eine für die Tieftemperaturmodifikation.

Im Hinblick auf solche Erwägungen verdienen besondere Beachtung die Feststellungen bei den Röntgenuntersuchungen an Feldspaten<sup>2</sup> dahingehend, daß der Albit-reichen Hälfte der Mischungsreihe der einfache c-Achsen-Parameter (7,17 Å) zukäme, der Anorthit-reichen Hälfte der Reihe hingegen der doppelte Parameterwert 14,16 Å; die einfache Periode wäre demnach nur als Pseudoachse aufzufassen. Theoretisch wäre das Umschlagen der Struktur bei einem Mischungsverhältnis von 50 % Ab : 50 % An anzunehmen.

Auf Grund dieser röntgenographischen Tatsachen wäre die Plagioklasreihe als eine isomorphe Mischungsreihe aufzufassen. Es ist natürlich die Frage, inwieweit im Zusammenhang mit dieser Verdoppelung der c-Achsenperiode eine Änderung in der Gesamtstruktur Hand in Hand geht.

Nach den Feststellungen von Taylor und Mitarbeitern wäre aber die Dimorphie der Strukturverhältnisse ausschließlich vom Mischungsverhältnis abhängig. Untersucht wurden in dieser Hinsicht ein Albit von Rischuna, zwei Andesine (der eine von Bolouris, der andere von Bodenmais), ein Labradorit von Madagaskar und drei Anorthite, zwei vom Vesuv, der dritte unbekannter Herkunft.

<sup>2</sup> W. H. Taylor, J. A. Darbyshire and H. Strunz, An X Ray Investigation of the Felspars. Z. f. Krist. 87, 1934.

Es drängte sich mir der Verdacht auf, ob nicht diese Strukturverschiedenheiten ihre Ursache auch in der Wärmevorbehandlung der untersuchten Feldspate haben könnten, wie die von A. K ö h l e r beobachteten optischen Abweichungen. Denn die röntgenographisch geprüften Kristalle waren — mit Ausnahme der Anorthite — der Herkunft nach zu schließen wahrscheinlich „tieftemperierte“ Plagioklasse. Nur die Anorthite — der eine Kristall aus einem Olivin- und Biotit-führenden Kontaktkalk vom Monte Somma (Vesuv), jener zum Vergleich herangezogene aus einem Biotit-Augitblock vom Vesuv — waren offenbar Hochtemperaturfeldspate; und gerade diese zeigten die Verdopplung des c-Achsenparameters. Bedenklich war allerdings von vornherein die Tatsache, daß der Labrador von Madagaskar, ein blaugrüner Kristall vom Mischungsverhältnis  $Ab : An = 1 : 1$ , der vermutlich ein tieftemperierter war, auch bereits die Verdopplung der c-Achse aufwies; doch waren die dafür maßgeblichen, zusätzlichen Reflexe der eingeschalteten Schichtlinienlage nicht dieselben wie beim Anorthit.

Ich glaubte daher, die Untersuchung in der Richtung ergänzen zu sollen, daß ich einen mit Sicherheit als Tieftemperatur-Anorthit anzusehenden wasserklaren Kristall vom Vesuv — es war dies der schon zu den klassischen Untersuchungen Becke's verwendete Originalkristall — auf den c-Achsenparameter hin prüfte. Das angefertigte Schichtliniendiagramm ergab aber auch bei diesem Kristall — wie bei allen drei von Taylor untersuchten Anorthiten — den doppelten c-Achsenwert. Das erwartete Resultat des einfachen Parameterwertes trifft also nicht zu.

Diese Feststellung liegt schon mehr als zwei Jahre zurück. Es war meine Absicht, die Untersuchung auf breiterer Grundlage fortzuführen, wurde aber durch anderweitige Umstände daran gehindert. Doch glaube ich, daß in dieser Frage noch nicht das letzte Wort gesprochen ist und daß es lohnend wäre, durch eingehende Untersuchungen den hier vorliegenden merkwürdigen Verhältnissen auf den Grund zu gehen.

Das einfache Bild der Plagioklasse in ihrer ursprünglichen Form als normale isomorphe Mischungsreihe ist heute ein kompliziertes und durchaus ungeklärtes geworden. Mit der von A. K ö h l e r festgestellten Existenz einer Hoch- und Tieftemperaturoptik ist die eine Schwierigkeit in die physikalisch-chemische Deutung hineingetragen worden. Die Tatsache des erwähnten doppelten Parameters in der basischen Reihe läßt — falls sie nicht eine Folge der Hochtemperatur ist — das Bild noch unklarer werden. Es gesellt sich letzten Endes eine weitere Erscheinung hinzu, die vor-

läufig die Verhältnisse völlig undurchsichtig gestalten. Es wurde von A. K ö h l e r und dem Autor die Meinung ausgesprochen, daß den Plagioklasen bei Temperaturen nahe ihrem Schmelzpunkt monokline oder der monoklinen Symmetrie nahekommende Kristallform zukommt (s. Verh. geol. Bund.-Anst., 1947), da die polysynthetische Verzwillingung nach dem Albit- und dem Periklingesetz nur durch den Zerfall in eine mindersymmetrische Modifikation, nicht aber durch Wachstum erklärt werden kann.

Das sind bis jetzt nur Vermutungen, die allerdings aus den Erscheinungsbildern in Gesteinen mit großer Wahrscheinlichkeit erhärtet werden können. Alle diese Rätsel physikalisch-chemisch zu erklären oder durch strukturelle Erkenntnisse zu stützen, sind bisher vergeblich; wir müssen aber mit der komplexen Natur der Plagioklasse rechnen.

Die ungemein empfindlichen und weit ausgearbeiteten optischen Methoden laufen neben den deduktiven Schlüssen, die aus den physiographischen Gegebenheiten im Gesteinsdünnschliff gezogen werden können, den röntgenographischen und physikalisch-chemischen Erkenntnissen voraus. Bei der Bedeutung der Plagioklasse als Gesteinsgemengteil — und auch für die Deutung der Gesteinsgenesis — wären weitere Untersuchungen auf diesem Gebiete von vordringlicher Art.