Statistische Drehtischuntersuchungen an Plagioklasen rumänischer Ergussgesteine

Autor(en): **Wenk, Ed.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **13 (1933)**

Heft 1

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-14066

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

Statistische Drehtischuntersuchungen an Plagioklasen rumänischer Ergussgesteine

Von *Ed. Wenk* in Basel

INHALTSANGABE

Plagioklase aus Andesitbasalten und Andesiten von Siebenbürgen wurden mit Hilfe der Universaldrehtischmethode untersucht. Ziel der Arbeit war, durch Messung möglichst vieler Einsprenglinge in einem Schliff eine Statistik der Anorthitwerte und der Zwillingsgesetze aufzustellen. Parallelverwachsungen und Regelungen werden kurz beschrieben. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Lage der 200 eingemessenen Flächenpole in der Projektion senkrecht n_β geschenkt. Die erhaltenen Projektionsbanden werden mit den Migrationskurven von REINHARD und BEREK verglichen.

EINLEITUNG

In dieser Arbeit werden die Resultate von Drehtischmessungen beschrieben, die im Winter 1931/32 im Mineralogischen Institut der Universität Basel ausgeführt wurden. Die Messungen sollten zunächst nur eine praktische Einführung in die moderne Feldspatbestimmungsmethode bilden. Es zeigte sich aber, dass das Material eine eingehende Bearbeitung verdiente. So ist daraus die vorliegende Untersuchung entstanden.

Die Schliffe wurden mir freundlicherweise von den Herren Dr. ST. N. CANTUNIARI und Prof. A. STRECKEISEN aus Bukarest zur Verfügung gestellt. Vor allem bin ich aber meinem Lehrer Prof. REINHARD zu Dank verpflichtet für die gründliche Einführung in die von ihm ausgebaute Fedoroffmethode und für die stete Anteilnahme an der Arbeit. Anregung erhielt ich auch durch Diskussion der Resultate mit meinem Kollegen G. PALIUC, der gleichzeitig eine ähnliche Arbeit über Andesite und Dazite ausführte.

GEOLOGISCHES VORKOMMEN

Die untersuchten Gesteine stammen aus der Ergussmasse, die in Siebenbürgen am Innenrand der Ostkarpathen auftritt. Dieses vulkanische Massiv ist nach der Karpathenfaltung entstanden. Es handelt sich also um posttektonische Gesteine von tertiärem Alter. Die Schliffe 1, 2 und 3 zeigen den Andesitbasalt von Ditro, den STRECK-

EISEN in seiner Arbeit über das Nephelinsyenitmassiv von Ditro beschrieben hat (Lit. 11). Aus den fluvioglazialen Schottern bei Ditro stammen die Hyaloandesite 4, 5 und 6. Die Andesite 7 und 8 sind im Steinbruch Bicsad (Bicsadul Oltului) aufgeschlossen.

QUANTITATIV MINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER GESTEINE

Die in Tabelle 1 zusammengestellten Volumprozente sind nicht genau ermittelt worden; es dürften sich hingegen keine prinzipiellen Fehler finden. Die Prozente wurden abgeschätzt mit Hilfe von Schwarzweissprozenttafeln, wie sie HOLMES (Lit. 5) beschreibt.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die quantitativ mineralogische Zusammensetzung der Gesteine. Grundmasse und Einsprenglinge sind in der obern Hälfte der Tabelle gesondert ausgeschieden. In den Schliffen mit holokristalliner Grundmasse ist auch diese analysiert worden. Der untere Teil der Tabelle gibt die Mineralkomponenten von Grundmasse und Einsprenglingen zusammen an.

Tabelle 1.

Quantitativ mineralogische Zusammensetzung der untersuchten Gesteine (Volumprozente).

Gesteine		olivinführende Andesitbasalte			olivinführende Hyaloandesite			Andesite	
Herkunft		Ditro			Ditro			Bicsad	
Schliffnummer		1	2	3	4	5	6	7	8
Einsprenglinge	Plagioklas An %	40 65—100	40 65—95	35 65—95	50 65—75	40 40—65	45 60—90	30 50—65	30 50—65
	Pyroxen	10	8	10	12	10		12	12
	Olivin	5	8	5	3	2	5		
	Erz	2	2	1	2	1		1	1
Grundmasse Struktur		43 holokr.	42 holokr.	49 holokr.	33 hypokr. + Glas	47 hypokr. + Glas	50 + Erz hyalin	57 holokr.	57 holokr.
Einsprenglinge + Grundmasse	Plagioklas	62	61	60	Mineralien der Grundmasse nicht messbar			77	77
	Pyroxen	24	22	27				18	18
	Olivin	8	11	8					
	Erz	6	6	5				5	5
Helle / Dunkle	Gemengteile	62 / 38	61 / 39	60 / 40				77 / 23	77 / 23

MINERALOGISCHE BESCHREIBUNG DER EINSPRENGLINGE

Die Plagioklase bilden in den Schliffen 1, 2, 3, 4, 5, 7 und 8 selbständige, meist verzwillingte Einsprenglinge, die nie die Grösse von

3,4 mm übersteigen. Nur in Schliff 6 sind die Feldspate zu sternförmigen Gruppen zusammengewachsen; dies ist das einzige Präparat mit vollständig glasiger Grundmasse.

Die monoklinen Pyroxene haben die Eigenschaften des Augits ($n_\gamma - n_\alpha = 0{,}025$, $n_\gamma \wedge c = 41^\circ$, $2V = +57^\circ$ am Drehtisch bestimmt). Teils untergeordnet, teils überwiegend tritt Hypersthen auf (siehe den Abschnitt über Drehtischmessungen an rhombischen Pyroxenen). Rhombische und monokline Pyroxene bilden manchmal Parallelverwachsungen. Hypersthen bildet dann den Kern und Augit die Randpartien. Eine Verwachsungsfläche konnte auf dem Drehtisch nicht

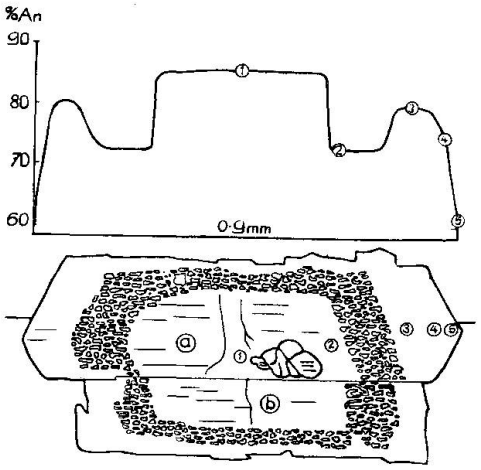

Fig. 1.
Zonarer Plagioklaseinsprengling mit Einschlußzone, nach dem Karlsbadgesetz verzwillingt. Die Kurve zeigt die Schwankungen des Anorthitgehalts im Längsschnitt von Individuum a.

eingestellt werden; doch dürfte es sich um eine hk0-Fläche handeln. Die Augite sind meist verzwillingt. Oft sind die Pyroxenkörner zu kleinen Häufchen agglomeriert.

Der Olivin ist fast durchwegs in Serpentin und Erz umgewandelt. Nur in Schliff 6 ist der Olivin limonitisch zersetzt. In der Regel ist er nur noch an seinen typischen kristallographischen Umrissen erkennbar. Manchmal ist der Kern noch als frischer Olivin erhalten; die Randpartien sind aber immer in ein intensiv grünes Serpentinmineral umgewandelt. Erzadern durchziehen unregelmässig das Korn. Die Olivinkristalle sind durch einen „reaction rim", bestehend aus monoklinem Pyroxen, vom Plagioklas getrennt.

Ob sich in der Grundmasse auch Apatit findet, konnte nicht sicher entschieden werden. Ausscheidungsreihenfolge: Olivin-Augit-Plagioklas.

UNTERSUCHUNGSMETHODE

Die Messungen wurden mit einem Universaltisch der Firma Leitz ausgeführt. Als Mikroskop wurde ein C. M.-Stativ mit den neuen Spezialobjektiven 2, 3 und 4 benützt. Bevorzugt wurden die Objektive 2 und 3 mit Okular 3 und Periplanokular 12. Nur bei ganz kleinen Einsprenglingen (min. $0{,}05 \times 0{,}008$ mm) wurden Spezialobjektiv 4 und Periplanokular 15 benützt. Bei dieser Optik sind die Dunkelstellungen aber schwer einstellbar. Das Instrumentarium wurde jeweils vor und nach den Messungen geprüft (Doppelbrechung etc.). Zur Interpretation der Messresultate wurden die von REINHARD entworfenen Tafeln benützt (Lit. 8). Aus der grossen Zahl der Einsprenglinge wurden jeweils die ausgesucht, die mindestens zwei morphologische Bezugsrichtungen zeigten (Zwillingsebenen und Spaltrisse). Auf diese Weise konnten fast alle Zwillingsgesetze eindeutig interpretiert werden. Anfangs wurden in einem Zwillingsstock alle (2 bis 4) Individuen eingemessen und auf den Tafeln 2, 3 und 4 (Lit. 8) interpretiert. Diese Messungen sollten Aufschluss geben über die Differenz der Anorthitgehalte verzwillingter Lamellen. Später wurde jeweils nur ein Individuum gemessen, und die Zwillingsfläche auf Tafel 2 (Lit. 8) ermittelt. Mit Hilfe der Auslöschungen senkrecht zur Verwachsungsebene wurden die Zwillingsgesetze bestimmt (Normal, Parallel, Komplex).

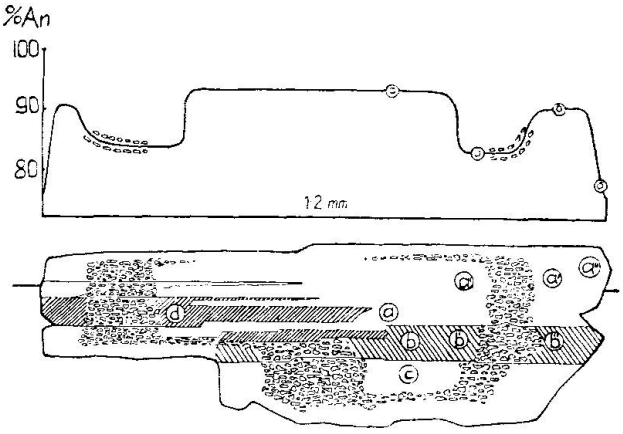

Fig. 2.
Zonarer Plagioklaseinsprengling mit Einschlußzonen, nach Albit (a-d, b-c) Karlsbad (b-d) und Komplex Albit-Karlsbad (a-b) verzwillingt. Die Kurve zeigt die Schwankungen des Amorthitgehalts im Individuum a.

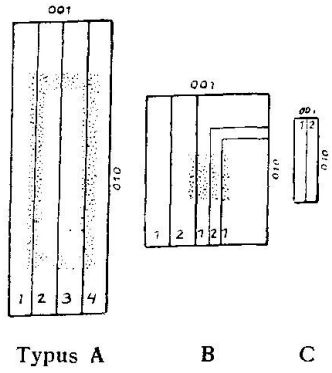

Fig. 3.
Schematische Darstellung der Verzwillingung und der Einschlußzonen in Plagioklasen verschiedener Größe.

In verschiedenen Fällen wurde die Genauigkeit der erhaltenen Projektionspunkte geprüft. Das gleiche Plagioklaskorn wurde bei

neu montiertem Tisch nochmals gemessen. Die Abweichungen waren nie grösser als 3 % An.

ANORTHITGEHALT, ZONEN UND EINSCHLÜSSE DER PLAGIOKLASE

Eine Übersicht der Schwankungen des Anorthitgehaltes in den untersuchten Schliffen gibt Tabelle 1; diese ist auf Grund von 205 Anorthitbestimmungen aufgestellt worden.

Die Schliffe 1, 2 und 3 eignen sich ausgezeichnet zu statistischen Untersuchungen. In jedem dieser Präparate dürften etwa 100 einmessbare Plagioklase vorhanden sein; so wurden z. B. in Schliff 3 im ganzen 56 Anorthitbestimmungen ausgeführt. Die Einsprenglinge sind maximal 1,2 mm lang und gehen ohne Sprung nach unten in die Grundmassefeldspate über.

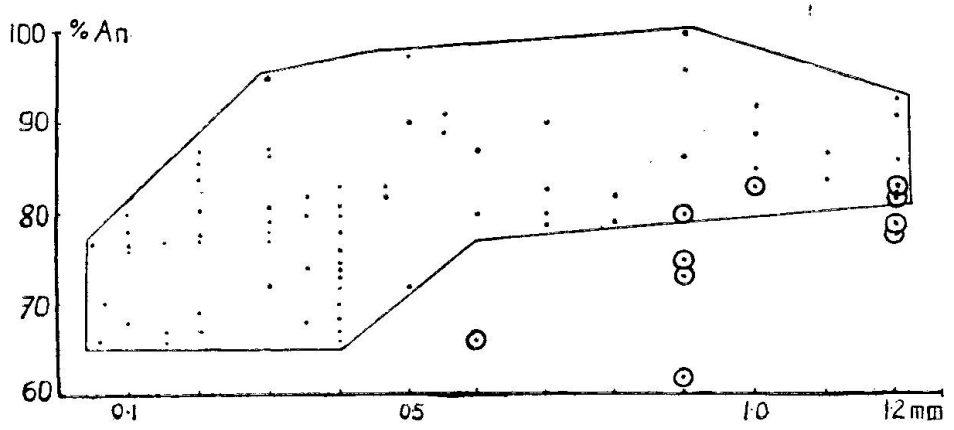

Fig. 4.
Verhältnis der Grösse zur Basizität der Feldspate des Basaltes von Ditro (Schliffe 1, 2 und 3). Zonen der grossen Einsprenglinge mit Kreissignatur.

Die grössern Plagioklase zeigen Zonarstruktur. Ausser diesen durch verschiedenen Anorthitgehalt bedingten Zonen kommen auch Einschlusszonen vor. Bei stärkster Vergrösserung zeigt sich, dass die staubförmigen Gebilde aus Pyroxen, Serpentin (Olivin) und Erz bestehen. Die Einschlusspartikel legen durchwegs ihre längste Achse in die 010-Ebene des Wirts und zwar scheinbar parallel zu dessen c-Achse; sie sind also geregelt (siehe Figur 1). Diese Einschlusszonen bilden in den grossen Kristallen (Typus A in Figur 3) einen, selten zwei Ringe. Es folgt auf einen klaren Kern eine bestäubte Zone; die Randpartien sind wiederum einschlussfrei. In Plagioklasen mittlerer Grösse (Typus B) ist der Kern von Einschlüssen getrübt. Die kleinsten Feldspate sind meist klar (Typus C). Wenn nur e i n e Einschlusszone ausgebildet ist, wie das meist der Fall ist, so kann mit

deren Hilfe eine Altersklassifikation der Plagioklase durchgeführt werden. Die Kerne der grössten Einsprenglinge wären demnach zuerst gebildet worden, und die kleinsten Plagioklase zuletzt. Die erhaltenen Anorthitwerte decken sich ebenfalls mit dieser Annahme (siehe Figur 4). Die Kerne der grossen Einsprenglinge (0,8—1,2 mm) sind am basischsten; ihre Zonen werden nach aussen in der Regel saurer. Die 0,05—0,4 mm grossen Feldspate haben die Zusammensetzung dieser Zonen (65—80 % An). Figur 4 zeigt deutlich, dass ein Zusammenhang besteht zwischen der Grösse und der Basizität der Feldspate dieser Schliffserie.

Eine Prüfung der Zonen zeigte, dass die Einsprenglinge vom Typus A (Figur 3) nicht stetig vom Kern gegen den Rand zu saurer werden. Auf die Einschlusszone folgt eine basischere Partie. Die Einschlusszonen selber konnten nicht gemessen werden, doch zeigt der Verlauf der Auslöschungswelle, dass schon der Rand der Einschlusszone basischer wird. Die Kurve bei den Figuren 1 und 2 stellt diese Verhältnisse dar. Nur in einem Falle konnte konstatiert werden, dass der Kern saurer ist; um den sauren Kern legte sich eine Korrosionslinie und machte dieses Beispiel leicht kenntlich. Die Differenz der Anorthitwerte von Kern und äusserster Zone eines Kristalls kann bis 25 % betragen.

Einzelne Lamellen verzwillingter Individuen können in ihrer Zusammensetzung ziemlich stark voneinander abweichen. Ihre Kerne differieren im Anorthitgehalt bis 10 %, in einem extremen Falle sogar 20 % (bei einem Bavenozwilling). Diese Abweichungen im Chemismus zeigen sich schon in der asymmetrischen Auslöschung von Normalenzwillingen. Man kann sich diese Differenzen im Anorthitgehalt erklären, wenn man annimmt, dass sich die Kerne zu verschiedenen Zeiten gebildet haben. Der in Figur 1 dargestellte Feldspat stützt diese Annahme. Hier lässt sich schon morphologisch erkennen, dass die Einschlusszone in Individuum b zentraler gelegen ist, wie in Individuum a. Individuum a scheint also älter zu sein; in der Tat ist a 10 % basischer als b.

Die Untersuchungen sollten vor allem durch Messung möglichst vieler Einsprenglinge in einem Schliff Auskunft geben über die Grenzen, in denen sich die Basizität der Plagioklase in einem Ergussgestein bewegt. Die Differenz zwischen sauerstem und basischstem Feldspat beträgt in den Basaltandesiten 1, 2, 3 und 6 regelmässig etwa 30 % An, in den Andesiten 7 und 8 sogar nur 15 %. Vergleicht man damit die Unterschiede von 8—97 %, die GHIKA (Lit. 4) in den Banatiten nachwies, so scheinen die Feldspate der bearbeiteten Er-

gussgesteine auffallend homogen zu sein. Noch geringere Schwankungen zeigen aber die Plagioklase kristalliner Schiefer (Silvrettagneise max. 10 %).

ZWILLINGSGESETZE

In den untersuchten Schliffen sind fast alle Plagioklase verzwillingt. Das gilt sowohl für die Einsprenglinge wie für die Grundmassefeldspate.

Die grossen Feldspate (Typus A in Figur 3) sind nach dem Schema Albit, Karlsbad und Komplex Albit-Karlsbad verzwillingt. In derartigen Fällen wurden jeweils alle Individuen eingemessen, um festzustellen, wie gross die Anorthitdifferenz der verschiedenen Zwillingslamellen ist. Bei diesem Zwillingstypus fanden sich oft feine Lamellen nach 001, deren Gesetz nicht genau ermittelt werden konnte und die darum nicht in der Statistik figurieren.

Die Plagioklase mittlerer Grösse zeigen die mannigfachsten Zwillingsbildungen. Oft bilden Zwillingslamellen rechte Winkel nach Albit und Manebach (Typus B in Figur 3). In Feldspaten dieser Grössenordnung kommt auch das Bavenogesetz vor.

Die kleinsten Einsprenglinge hingegen sind wieder eintönig nach Albit oder nach Karlsbad, selten nach Komplex Albit-Karlsbad verzwillingt.

Die unten dargestellte Statistik der Verbreitung der Zwillingsgesetze gibt ein Bild, das den wirklichen Verhältnissen nicht ganz entspricht. Denn bei den Messungen wurden jeweils die Einsprenglinge mit möglichst vielen morphologischen Bezugsrichtungen bevorzugt. Die eintönigen Zwillingsbildungen nach 010 wurden darum etwas vernachlässigt; sie bilden in der Statistik ca. 75 % aller Zwillinge. Die Verbreitung dieses Typus dürfte aber noch grösser sein, schätzungsweise dürfte sie 90 % übersteigen.

Komplexstellung wurde nur dann als solche gezählt, wenn zwei benachbarte Individuen tatsächlich nach diesem Gesetz verzwillingt sind und nicht etwa, wenn sich das Gesetz rein geometrisch aus dem gleichzeitigen Vorhandensein von Normal- und Parallelstellung ergibt. Eine Sichtung des Materials nach diesem Gesichtspunkt ergab aber, dass beim Auftreten von Normal- und Parallelstellung meist auch das Komplexgesetz durch schmale Lamellen verwirklicht ist. Komplexstellung wurde auch bei einfachen Zwillingen (2 Individuen) gefunden. Auch bei einem Grundmassefeldspat konnte das allein auftretende Komplexgesetz Albit-Karlsbad einwandfrei festgestellt werden (grösste Länge des Feldspats 0,08 mm).

Tabelle 2.

Statistik der untersuchten Zwillingsgesetze

Schliff-nummer	Normalengesetze				Kantengesetze				Komplexgesetze		An-gehalt %	Gestein	Her-kunft
	Albit	Manebach	Bavenо rechts	Bavenо links	Karlsbad	Aklin	Periklin	Ala	Albit-Ala	Albit-Karlsbad			
1	9	2			3		1			2	65—100	olivinführende Andesitbasalte	Ditro
2	14	2	2		5		2			5	65—95		
3	19	3	3	2	5		5			4	65—95		
4	3				2		1			1	65—75	olivinführende Hyaloandesite	Ditro
5	5	1			7		2			4	40—65		
6	5	3			1		1				60—90		
7	5				1		1			1	50—65	Andesite	Bicsad
8	7				2		6			2	50—65		
Total	67	11	5	2	26		19			19			

Eigentlich sollte das Gesetz bei jeder Zwillingsebene gezählt werden. Das Überwiegen von Albit würde so noch deutlicher zutage treten (polysynthetische Lamellen). Eine derartige Statistik wäre aber in den untersuchten Schliffen infolge der ausgezeichneten Lamellierung fast unmöglich. Oft scheiterte sogar die Einmessung grosser Einsprenglinge an dem feinen Lamellenbau.

Bei einem Anorthitgehalt von 40—60 % sind Periklinzwillinge von Parallelen- und Komplexzwillingen nach 001 ununterscheidbar und die Verwachsungsebene nach dem Periklingesetz fällt mit 001 zusammen. Daher sind in den Schliffen 7 und 8 alle Verzwillingungen nach 001 zum Periklingesetz gezählt worden. Periklinlamellen sind oft bogenartig verkrümmt.

Spaltrisse sind hauptsächlich nach 001 und 010, sehr selten nach 011 gebildet. Ihre Pole stimmen mit denen der Zwillingsflächen überein. Oft keilt eine schmale Lamelle in einen Spaltriss aus.

PARALLELVERWACHSUNGEN

Es kommen manchmal Verwachsungen vor, die man morphologisch von einer gesetzmässigen Verzwillingung nicht unterscheiden kann. Erst die Einmessung am Universaltisch zeigt, dass es sich um Parallelverwachsungen handelt. Bei der Interpretation solcher vermeintlicher Zwillingsbildungen auf den Diagrammen hat sich für das eine Individuum als Verwachsungsfläche 010, für das andere Individuum des „Zwillings" aber 001 ergeben. Dieses merkwürdige Resultat wurde in drei Fällen erhalten. Die Verwachsungsebene konnte absolut scharf eingestellt werden, und die Resultate waren eindeutig.

Es kann sich also nur um eine Parallelverwachsung handeln nach dem Schema Figur 5 a.

Ein ganz eigenartiger Fall, der sich nur durch Einmessung am Drehtisch erklären lässt, ist der in Figur 5 b dargestellte Einsprengling. Die Individuen a und b sind nach dem Albitgesetz verzwillingt. Beide besitzen Spaltrisse nach 001. Die schrägen Flächen gegen die eng verzwillingten Individuen c und d lassen sich als $0\bar{2}1$ für a und $0\bar{2}1$ für b identifizieren. Die Individuen c, d und e sind nach Albit,

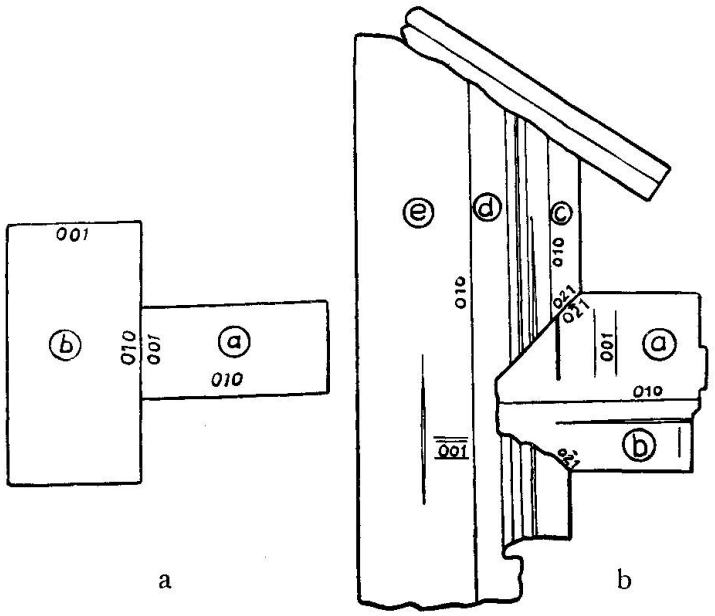

Fig. 5.
Parallelverwachsungen von Plagioklaskörnern.

Karlsbad und Komplex Albit-Karlsbad verzwillingt. Diese 010-Richtung haben wir aber schon für die Individuen a und b als 001-Fläche interpretiert. Weiterhin ist die negative Bavenofläche $0\bar{2}1$ von a positiv 021, wenn wir sie auf Individuum c beziehen. Es entsprechen sich also drei Flächenpaare:

001	in	Individuum	a	entspricht	010	in	Individuum c
010	„	„	a	„	001	„	„ c
$0\bar{2}1$	„	„	a	„	021	„	„ c.

Es muss sich also hier um eine Parallelverwachsung handeln, wobei der eine Zwillingskomplex in den andern eingedrungen ist.

Manchmal fanden sich auch scheinbare Zwillinge, deren scharfe Berührungsfläche nur in einem der beiden Individuen einer bekannten kristallographischen Fläche entsprach.

Ähnliche Parallelverwachsungen finden sich auch in den kristallinen Schiefern der Silvretta; hier sind sie sogar weit häufiger.

REGELUNG

Bei der Einmessung der Indikatrix wurden oft in einem Schliff fast ausschliesslich n_β und n_γ gefunden; n_α stand also steil zur Schliffebene. Ausserdem wichen die Polhöhen der optischen Symmetrieachsen n_β und n_γ recht wenig voneinander ab. Diese Ergussgesteine scheinen also geregelt zu sein. Leider wurde nicht mit Parallelschieber und nicht an orientierten Schliffen gemessen.

In Schliff 8 besteht die holokristalline, fluidale Grundmasse zur Hauptsache aus leistenförmigen Plagioklasen. Mit Hilfe des Gipsblättchens wurden diese Feldspate bei starker Vergrösserung auf etwaige Regelung geprüft. Es zeigte sich, dass dort, wo die Grundmasse zwischen grossen Einsprenglingen fliesst, der Farbumschlag in allen Plagioklasen gleichzeitig geschieht. Die Feldspate legen ihre längste Achse in die Fliessrichtung. Hinter grossen Einsprenglingen bilden sich oft Wirbel. Leider ist dieses Problem der Grundmassefeldspate der Gefügeanalyse resp. dem heutigen Fedorofftisch nicht mehr zugänglich.

Die Regelung der Plagioklaseinsprenglinge soll einmal an orientierten Schliffen eingehend geprüft werden. Die Frage dürfte sich besonders lohnen, da wir über die Regelung bei Ergussgesteinen noch recht wenig wissen (Lit. 9). Die Andesite der Karpathen eignen sich für solche Messungen ausgezeichnet, weil sie junge, nachtektonische Ergussgesteine sind. Die Regelung ist also primär (Fluidalgefüge).

DIE PROJEKTIONSORTE DER GEMESSENEN PLAGIOKLASE, VERGLICHEN MIT DEN MIGRATIONSKURVEN VON REINHARD UND BEREK.

Bei der Interpretation der Flächenpole auf Tafel 2 (Lit. 8) ergaben sich gewisse Abweichungen, die in diesem Ausmass weder auf instrumentelle, noch auf persönliche Fehler zurückzuführen sind. Die Projektionspunkte der 010-Flächen fielen fast beständig auf die rechte Seite dieser Kurve, also gegen das Zentrum der Projektion zu (siehe Fig. 6). H. SCHUMANN hat schon darauf aufmerksam gemacht (Lit. 10). Andere Drehtischbeobachter im Mineralogischen Institut Basel erhielten ähnliche Resultate: G. PALIUC an rumänischen Andesiten (Lit. 7), und F. HOMMA an Erguss- und Tiefengesteinen aus Borneo (Lit. 6).

Figur 6 zeigt die Projektionsorte aller gemessenen Plagioklase, die ein einwandfreies Resultat ergaben. Die entsprechenden Diagramme der Einzelschliffe ergeben das gleiche Streuungsbild. Die Darstellung zeigt deutlich, dass die Flächenpole nicht auf eine Linie fallen, sondern auf ein Band. Das Streufeld der 010-Pole wird auf

der linken Seite durch die Migrationskurve von REINHARD begrenzt; nur ganz wenige Punkte fallen auf die westliche Seite dieser Kurve. Die BEREK'sche Migrationskurve bildet ungefähr die Mittellinie des

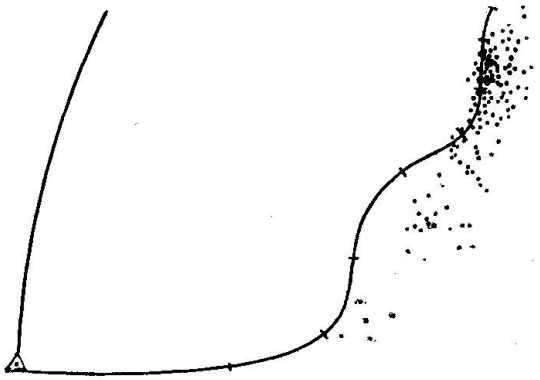

Fig. 6a.
Lage der 010-Pole verglichen mit der Migrationskurve von REINHARD (Lit. 8, Tafel 2).

Streubandes; sie entspricht vor allem zwischen 40 und 70 % An dem Verlauf der durch Messung erhaltenen Projektionspunkte annähernd.

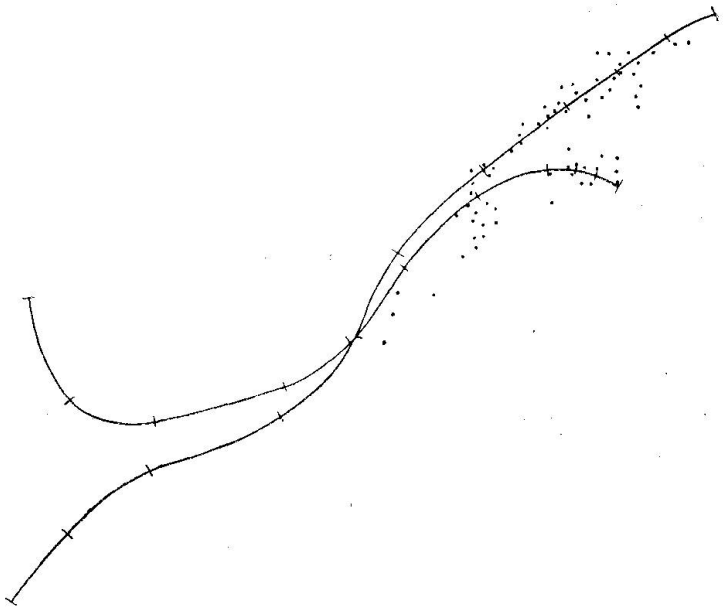

Fig. 6b.
Lage der 001- und Periklinpole verglichen mit den Migrationskurven von REINHARD (Lit. 8, Tafel 2).

Die Einengung der Streuung bei 70 % An, die PALIUC nachwies (Lit. 7), tritt in dieser Schliffserie nicht so deutlich in Erscheinung; sie ist aber auch vorhanden. Ein Zusammenhang zwischen den Abweichungen von den Kurven und dem morphologischen Aussehen

der Feldspate oder der Struktur der Gesteine scheint nicht zu bestehen. Es konnte keine Abhängigkeit weder von Einschlüssen in den Plagioklasen, noch von der Grösse der Feldspate, noch von der Zusammensetzung der Grundmasse (hyalin oder holokristallin) nachgewiesen werden. Da diese Streuung der Pole bis ans basische Ende der Kurven anhält, dürfte dafür auch nicht nur der Kaligehalt verantwortlich sein (siehe Figur 19 in ALLING (Lit. 1)).

Tabelle 3.

Vergleich der aus verschiedenen Flächenpolen des gleichen Individuums sich ergebenden Anorthitwerte. In dieser Statistik sind nur Beispiele angeführt, bei denen die 010-Pole rechts der Kurve, die 001- und Periklinpole aber auf die Kurve fallen.

010	001 + Periklin	Differenz
55 % An	60 % An	5 % An
57	61	4
60	63	3
60	63	3
66	67	1
66	69	3
67	70	3
77	90	13
80	90	10
90	100	10

Vor und nach diesen Untersuchungen an Andesiten wurden Plagioklase aus Silvrettagneisen eingemessen; hier fielen die Projektionspunkte ausgezeichnet auf die Kurven, trotzdem diese Feldspate kristalliner Schiefer viel schwieriger einzumessen sind als die der Ergussgesteine. Auch die optischen Achsenwinkel stimmen in diesem Fall gut mit der erhaltenen Basizität überein, was bei den Plagioklasen der Ergussgesteine nicht immer der Fall ist. Der Anorthitgehalt der Feldspate aus den untersuchten Orthogneisen und Amphiboliten variiert von 0—45 %. Die Tatsache, dass saure Feldspate im allgemeinen besser auf die Kurven fallen als basische, braucht aber trotzdem kein Beweis für die Richtigkeit des erhaltenen Anorthitgehaltes zu sein. Wenn im Bereich von 0—35 % An eine Abweichung in der W—E-Richtung erfolgt, so würde ein derartiger Fehler kaum bemerkt werden, da der Pol trotzdem auf die Migrationskurve zu liegen käme. Die Bestimmung würde in diesem Fall einen Plagioklas mit zu hohem Anorthitgehalt liefern. Erst bei basischeren Plagioklasen würden die Pole bei gleichsinniger Abweichung östlich der Kurve fallen und sollten eigentlich auf der Periklin- und Manebach-

kurve grössern Anorthitgehalt ergeben, wie auf 010. Tabelle 3 zeigt, dass diese Feststellung tatsächlich in mehreren Fällen gemacht wurde. In dieser Zusammenstellung sind aber nur die typischen Beispiele angeführt, in denen die 010-Pole östlich der Kurve fielen, die 001- oder Periklinpole aber die Kurve trafen.

Im Hinblick auf die diskutierten Abweichungen von den Kurven können wir nur sagen, dass die Indikatrix im Kristallgebäude der untersuchten Feldspate eine andere Lage einnimmt, wie in den Beispielen, die zur Konstruktion der Kurven dienten. Da die genau gemessenen Flächenpole auf Banden und nicht auf Kurven fallen, da also zur Verschiebung längs der Kurve eine solche normal dazu tritt, müssen wir annehmen, dass zum binären System Ab—An wenigstens ein dritter Stoff hinzukommt. Die untersuchten Feldspate lassen sich wegen ihrer geringen Grösse nicht aus dem Gestein isolieren und würden auch wegen ihrer Einschlüsse und der Zonarstruktur kein geeignetes Material für eine Analyse bieten. Über die Natur dieser Abweichungen sind wir also nicht im Klaren. Wir können einstweilen nur die anomale Lage der Indikatrix konstatieren.

VERGLEICH DER MESSUNGSRESULTATE NACH DER GEWÖHNLICHEN FELDSPATBESTIMMUNGSMETHODE MIT DENJENIGEN DES UNIVERSALTISCHES

Ein 3,4 mm grosses Feldspatkorn schien besonders geeignet zu sein für eine Anorthitbestimmung nach der gebräuchlichen Methode, da es senkrecht 010 und 001 geschnitten schien. Der Einsprengling ist nach Albit, Karlsbad und Komplex Albit-Karlsbad verzwillingt und zeigt Spaltrisse nach 001. Die Auslöschungsschiefe gegen 010 beträgt für Individuum a + 30,5 und für Individuum b + 38,5 (Mittel aus 10 Messungen). Diese Werte ergeben einen Anorthitgehalt von 56 % für a und 67 % für b (Lit. 3).

Der gleiche Feldspat wurde nun auch nach der Drehtischmethode eingemessen und interpretiert. Es ergab sich dabei, dass die 010-Zwillingsebene mit der Schliffebene einen Winkel von 4—5° bildet. Nach Tafel 2 (Lit. 8) hat a etwa 45 % An und b ebenfalls zwischen 43 und 48 % An. Die Projektionspunkte fallen allerdings in beiden Fällen weit rechts der 010-Kurve (siehe den vorhergehenden Abschnitt). Der Winkel der optischen Achsen beträgt + 83° und + 81°; er entspricht ebenfalls 43 bis 45 % An, gilt aber auch für 60 % An. Messungen der Auslöschungsschiefen des auf dem Drehtisch orientierten Plagioklaskornes weisen auf einen Anorthitgehalt von 48 und 50 % An. Individuen a und b zeigen nahezu symmetrische

Auslöschung. Aus diesem Grund kann eine Differenz von über 10 % An, wie sie sich aus der ersten Bestimmungsmethode ergibt, nicht in Frage kommen. Es zeigt sich da, dass auch scheinbar orientierte Schnitte mit grösster Vorsicht zu taxieren sind. Schon wenig schiefe Schnitte führen zu ungenauen Resultaten.

DREHTISCHMESSUNGEN AN RHOMBISCHEN PYROXENEN

Es wurde die Indikatrix einiger Hypersthe neinsprenglinge eingemessen. Der Winkelabstand der ohne Korrektur ins Stereogramm eingetragenen optischen Symmetrieachsen wich nie mehr als 2° von einem rechten Winkel ab. Rhombische Pyroxene scheinen sich also zu solchen Messungen zu eignen.

Es wurde besonders danach getrachtet, die optischen Achsenwinkel zu messen. Die Grösse derselben ist ziemlichen Schwankungen unterworfen. Das ist aber kaum auf Messfehler zurückzuführen, sondern auf wechselnden Chemismus. In der Tat ändert im Enstatit-Hypersthensystem der Achsenwinkel sehr stark mit der Zusammensetzung. Da zwischen dem Brechungsindex der Halbkugel (1,65) und dem des Minerals eine grössere Differenz besteht, wurden alle optischen Achsenwinkel korrigiert. Die korrigierten Werte der Achsenwinkel lauten: — 55°, — 58°, — 60°, — 61°, — 63°, — 64°, — 64°, — 65° (Schliff 4), — 62°, — 63°, — 70° (Schliff 5). Nach Figur 91 in WHINCHELLS Optical Mineralogy resultieren folgende Molekularprozente $FeSiO_3$:

in Schliff 4 ca. 40 bis 50 % $FeSiO_3$
in Schliff 5 ca. 30 bis 40 % $FeSiO_3$.

LITERATUR

1. H. L. ALLING: The Mineralography of the Feldspars. The Journal of Geology XXIX, 193, 1921.
2. M. BEREK: Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universaldrehtischmethoden. Berlin 1924.
3. L. DUPARC et M. REINHARD: Détermination des Plagioclases dans les coupes minces. Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève, Vol. 40, Fasc. I, 1924.
4. ST. GHIKA-BUDESTI: Les plagioclases des Banatites étudiés par la méthode de Fédoroff. Schweiz. Min. Petr. Mitteil. X, 12, 1931.
5. A. HOLMES: Petrographic methods and calculations. London 1921.
6. F. HOMMA: Über das Ergebnis von Messungen an zonaren Plagioklasen aus Andesiten mit Hilfe des Universaldrehtisches. Schweiz. Min. Petr. Mitteil. XII, 345, 1932.
7. G. PALIUC: Untersuchungen der Plagioklase einiger tertiärer Ergussgesteine Siebenbürgens (Rumänien) mittelst der Universaldrehtischmethode. Schweiz. Min. Petr. Mitteil. XII, 423, 1932.

8. M. REINHARD: Universaldrehtischmethoden. Einführung in die kristalloptischen Grundbegriffe und die Plagioklasbestimmung. Basel 1931.
9. B. SANDER: Gefügekunde der Gesteine. Wien 1930.
10. H. SCHUMANN: Lagebestimmung der Optik eines norwegischen Labradors mittels der Drehtischmethode von Fedorow. Schweiz. Min. Petr. Mitteil. XI, 231, 1931.
11. A. STRECKEISEN: Über das Nephelinsyenitmassiv von Ditro (Rumänien). Neues Jahrbuch für Min. etc., Beilageband 64, Abt. A, 615, 1931.
12. A. N. WHINCHELL: Elements of Optical Mineralogy. New York 1924.

Eingegangen: 15. Januar 1933.