

# Über Gesetzmässigkeiten im Verlaufe der Migrationskurven der Plagioklase (Federow-Methode)

Autor(en): **Glauser, Alfred / Wenk, Eduard**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **37 (1957)**

Heft 1

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-29171>

## **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.

# Über Gesetzmässigkeiten im Verlaufe der Migrationskurven der Plagioklase (Fedorow-Methode)

Von *Alfred Glauser* und *Eduard Wenk* (Basel)

Seit einigen Jahren führt der eine von uns (A. G.) Drehtischuntersuchungen an Plagioklasen durch, die er zum Teil auch chemisch analysierte. Diese Arbeiten wurden durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt, wofür dem Forschungsrat auch hier der beste Dank ausgesprochen sei. Die Ergebnisse sollen später ausführlich behandelt werden; diese vorläufige Mitteilung gibt nur einige kristalloptische Resultate allgemeiner Natur wieder, die im Interesse der im Gange befindlichen Plagioklas-Diskussionen erwähnenswert erscheinen.

Die Autoren danken Prof. C. E. Tilley und Dr. J. H. Scoon, Cambridge University, für die Ausführung einer chemischen Analyse, den Professoren C. Burri und F. de Quervain für die Überlassung von Untersuchungsmaterial und für anregende Diskussionen, dem Naturhistorischen Museum in Basel für die Ausleihe der von Dr. F. Weber gesammelten indonesischen Feldspäte und Fräulein Dr. E. Jäger, Bern, für die Präparate von Anzola. Zu besonderem Dank sind wir Prof. M. Reinhard verpflichtet für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und für mannigfache Ratschläge.

## EINIGE ERGEBNISSE VON NEUEN DREHTISCHUNTERSUCHUNGEN

Es wurden sowohl Hoch- als auch Tieftemperatur-Feldspäte untersucht. Da vorerst versucht wird, den Verlauf der Migrationskurven weiter abzuklären, werden die neuen Messergebnisse noch nicht durch die von BURRI (1956a) eingeführten Euler-Winkel charakterisiert. Wir beschränken uns auf die graphische Wiedergabe und benützen zum

Vergleich die Stereogramme von REINHARD (1931, Tafel 2 und 3), mit den Korrekturen von SPAENHAUER (1933).

In den Tabellen 1 bis 5 sind die Daten der hier behandelten Plagioklasse zusammengestellt. Die Listen enthalten das meiste Material, das von uns untersucht wurde. Nicht darin enthalten sind: 1. die Feldspäte aus dem Taveyannaz-Sandstein der Schweizeralpen; 2. solche aus mehreren hypabyssischen Gesteinen Schottlands; 3. Feldspäte aus magmatischen und metamorphen Gesteinen der Kinzigit-Diorit-Zone am Südfuss der Alpen, soweit sie nicht von uns chemisch analysiert wurden; und 4. Plagioklasse und Alkalifeldspäte aus dem Capanne-Granit der Insel Elba. Es ist beabsichtigt, dieses Material später auszuwerten.

In die Stereogramme wurden in der Regel nicht die Projektionspunkte der einzelnen Messungen eingezeichnet, sondern die Schwerpunkte von Häufungsstellen. Da diese in den meisten Fällen eine recht kleine Fläche erfüllen, konstruierten wir die Schwerpunkte durch visuelle Schätzung.

Die chemischen Analysen wurden an möglichst reinem Material ausgeführt — nach Entfernung eventueller Verunreinigungen unter dem Binokular oder der Lupe. Die Feldspäte aus dem südlichen Schwarzwald und aus der „Zona diorito-kinzigitica“ der südlichen Schweizeralpen und aus Oberitalien waren leicht zersetzt. Dies geht schon daraus hervor, dass sämtliche chemischen Analysen der Feldspäte aus diesen Gebieten  $H_2O +$  enthalten. Berechnet man aus den Oxyden  $CaO$ ,  $Na_2O$  und  $K_2O$  dieser Analysen die Feldspatkomponenten, so gehen die  $SiO_2$ - und  $Al_2O_3$ -Gehalte der Analysen nicht restlos in diesen auf, sondern es resultieren mehr oder weniger grosse Unter- oder Überschüsse (siehe Tabelle 3). Geht man bei der Berechnung der Feldspäte vom  $SiO_2$ - und  $Al_2O_3$ -Gehalt aus, so kann man sich leicht überzeugen, dass diese Restbeträge nicht derartig sind, dass sie wesentliche Abweichungen im An Gehalt bedingen. Die Feldspäte aus den Ergussgesteinen waren frisch und wiesen nur wenig  $H_2O +$  auf; dementsprechend gehen  $SiO_2$  und  $Al_2O_3$  im grossen ganzen ziemlich gut in den Feldspatanteilen auf — mit Ausnahme der Nummer 10. Dieser Feldspat zeigte aber viele fremde Einschlüsse.

#### **Darstellung der Mess-Ergebnisse des Ergussgesteinsmaterials in der Projektion auf Längspinakoid (010)**

Wenn immer möglich wurden Zwillingsgruppen eingemessen, bei denen das Karlsbad- oder das Komplex-Albit-Karlsbad-Gesetz verwirk-

Tabelle 1. *Verzeichnis der in den Tafeln I bis III dargestellten Plagioklase*

Nr.	Nr. im Institut	Feldspat-Art	Muttergestein	Fundort
1	Sc. 272	Albit	Granitporphyr	Schlüchtal, Schwarzwald
2	Sc. 48	Albit	Granitporphyr	Kropbach (Münstertal), Schwarzwald
3	Sc. 40	Albit	Granitporphyr	Kleinkinzigtal, Schwarzwald
4	Sc. 254	Albit	Granitporphyr	Gutenberg, Schlüchtal, Schwarzwald
5	Auv. 11	Andesin	Trachyt: „Domit“	Puy de Dôme, Auvergne
6	Isl. 7	Andesin-Labradorit	Deckenbasalt	Moräne bei Akureyri, Island
7	Lin. 3	Andesin-Labradorit	Andesitische Asche	Nebenkrater des Mte. Rosso, Linosa
8	Auv. 46	Labradorit	Andesit	SW Clermont-Ferrand
9	F. 25	Labradorit	Basalt?	SE Kraksaan, Ost-Java
10	Isl. 20b	Bytownit	Olivin-Dolerit	Kleifarvatn S Reykjavik, Island
11	Isl. 25b	Bytownit	Basalt	S Reykjavik, Island
12	Isl. 25c	Bytownit	Dolerit (pyroklastisch)	Kleifarvatn S Reykjavik, Island
13		Bytownit	Olivin-Basalt	Mte. Vetore; am Átna, Sizilien
14	F. 26	Anorthit	Basaltische Asche	Gunung Guntur, Java
15	W. W. 161	Labradorit	Gabbroporphyr (Gang)	Werner-Berge, Nordost-Grönland
16	51	Andesin-Labradorit	Dolerit	Nord-Schottland



licht war. In diesen Fällen konnten die entsprechenden Zwillingsachsen und Zwillingsebenen konstruiert werden. Oft trat dabei der Fall ein, dass sich punktförmige oder beinahe punktförmige Konstruktionsorte ergaben, d. h. die Fehlerdreiecke der Zwillingsachsen waren in diesen Fällen sehr klein. Konnten dann ferner auch Azimut und Höhe von (010) genau bestimmt oder die Zwillingsachse des Albit-Gesetzes exakt konstruiert werden, so ergaben sich aus den Projektionen auf diese Ebene gute Symmetrieverhältnisse in bezug auf die einander entsprechenden optischen Vektoren der Zwillingspartner. Nur in solchen Fällen bestand Gewähr, dass die Messungen hinreichend genau waren. Bei den im synoptischen Stereogramm (Tafel I) verwerteten Zwillingsverbänden waren die erwähnten Bedingungen tatsächlich erfüllt. Die Seiten der Fehlerdreiecke betragen bei den dargestellten intermediären und basischen Feldspäten in der überwiegenden Zahl der Fälle 0 bis 3°. Bei den Albiten waren sie oft grösser, was damit zusammenhängen mag, dass bei sauren Plagioklasen die optischen Vektoren  $n_{\alpha}$  der beiden Individuen eines Karlsbad-Zwillings nahe beieinander liegen. Ein kleiner Fehler bei der Bestimmung dieser Richtung vergrößert sich dann stark beim Konstruieren der Zwillingsachsen.

In manchen Fällen ergaben die einzelnen optischen Vektoren von Plagioklasen aus je einem Dünnschliff so eng begrenzte Häufungsstellen, dass lediglich ihre Schwerpunkte in das Sammeldiagramm einge-

Tabelle 2. An-, Ab-, Or-Gehalte basischer Feldspäte aus Ergussgesteinen und Vergleich der An-Gehalte mit den durch Bestimmungen mit dem Fedorowschen Drehtisch erhaltenen Resultaten. (Zu den Tafeln I und III; siehe auch Tabellen 1 und 5)

Nr.	An %	Ab %	Or %	± SiO <sub>2</sub>   ± Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pro 100% Feldspatsubstanz		An % Pol (010)	An % Pol (001)
				%	%		
Auf Grund der chemischen Analysen						Auf Grund der Kurven von REINHARD	
10	89,4	10,3	0,3	+ 2,5	+ 0,02	91	
11	82,6	16,8	0,6	- 0,15	+ 0,81	89	
13	86,5	12,8	0,7	- 0,95	- 0,88	88—89	100
14	90,4	9,0	0,6	+ 0,27	- 0,10	91	100
Intermediärer Plagioklas aus Ganggestein							
15	63,0	36,4	0,6	+ 0,83	- 0,18	ca. 63% nach Tafel 2 von REINHARD	

Tabelle 3. *Analysierte basische Feldspäte aus Tiefengesteinen.* (Zu Tafel IV; siehe auch Tabelle 5)

Nr.	Nr. im Institut	Muttergestein	Fundort	Auf Grund der chemischen Analysen					An %	
				An %	Ab %	Or %	$\pm \text{SiO}_2$ Auf 100% Feldspat-Substanz	$\pm \text{Al}_2\text{O}_3$ Feldspat-Substanz	An % Pol (010)	An % Pol (001)
17	Fin. 4	Hornblendegabbro	Finero, Valle Cannobina, Italien	79,8	19,2	1,0	-1,9	-0,5	83	86
18	G. 12	Hornblendegabbro	Valle Monedasco, Centovalli, Ticino	87,6	9,5	2,9	-2,5	-0,2	93	95
19	—	Ader in Hornblendit	Finero, Valle Cannobina, Italien	90,8	8,1	1,1	-1,9	+1,8	95	95
20	9	Leukogabbro	Anzola, Valle d'Ossola, Italien	75,0	24,9	0,1	+0,72	+0,08	76	74
21	Sc. 94	Hornblendegabbro	Häg b. Ehrnsberg, südlicher Schwarzwald	67,3	30,4	2,3	+1,0	+1,8	73	74
22	Sc. 100	Leukogabbro	Ehrnsberg, südlicher Schwarzwald	76,2	22,2	1,6	-1,4	+0,25	88	91
23	Sc. 104	Leukogabbro	Ehrnsberg, südlicher Schwarzwald	85,9	12,6	1,5	+0,73	+0,53	91	97

tragen wurden. In Tafel I sind die Messergebnisse (Schwerpunkte) der folgenden Feldspäte eingetragen (siehe Tabelle 1): Albit Nr. 1; die beiden Zwillinggruppen a und b des Albites Nr. 3; Andesin Nr. 5; Zwillinggruppen a—e des Andesin-Labradorites Nr. 6; die Zwillinggruppen a und b des Andesin-Labradorites Nr. 7; Labradorit Nr. 8; die Zwillinggruppen a und b des Labradorites Nr. 9; die Zwillinggruppen a und b des Bytownites Nr. 10; Bytownit Nr. 11; die Zwillinggruppen a und b des Bytownites Nr. 12; Bytownit-Anorthit Nr. 13, Labradorit Nr. 15; die Zwillinggruppen a und b des Andesin-Labradorites Nr. 16. Mit Ausnahme der Feldspäte Nr. 1, 3, 10, 15 und 16, die aus hypabyssischen Gesteinen stammen, handelt es sich hier um Material aus Ergussgesteinen.

Tafel I weist folgende charakteristische Züge auf: der optische Vektor  $n_\gamma$  der intermediären und basischen Plagioklase fällt genau oder doch nahezu auf die entsprechende Migrationskurve der Tafel 3 von REINHARD. Mit Ausnahme von Nr. 13, die später diskutiert werden wird, beträgt die Abweichung von der Kurve höchstens  $2^\circ$ <sup>1)</sup>. Die optische Symmetrieachse  $n_\alpha$  der gleichen Feldspäte kommt ebenfalls auf die entsprechende Migrationskurve zu liegen; mit Ausnahme wiederum von Nr. 13 streuen die Punkte nicht mehr als einen Grad von der Kurve ( $n_\alpha$  von Nr. 6b zeigt die maximale Abweichung von  $1^\circ$ ). Die optische Richtung  $n_\beta$  dagegen folgt selten der gegebenen Migrationskurve; die

Tabelle 4. *Mit dem Fedorowschen Drehtisch untersuchte Feldspäte aus Amphiboliten und Kontaktgesteinen des südlichen Schwarzwaldes. (Zu Tafel V.)*

Nr.	Nr. im Institut	Feldspat-Art	Muttergestein	Fundort
24	Sc. 243	Andesin	Chloritisiertes Kontaktgestein	Nickelgrube Horbach
25	Sc. B	Andesin	Feldspat-Ader in Amphibolit	Waldmatt bei Ehrberg
26	Sc. 215	Labradorit	Amphibolit	Tiefenstein, Albtal
27	Sc. 138	Labradorit	Amphibolit	Hohe Muttlen, Wiesental
28	Sc. 125	Bytownit	Pyroxenamphibolit	Altensteiner Kreuz, Angenbachtal.

<sup>1)</sup> Die hin und wieder auftretenden geringen Abweichungen sind systematischer Natur und sollen in einer späteren Publikation diskutiert werden.

Tabelle 5. Chemische Analysen der Feldspäte, deren Optik im ersten Teil dieser Arbeit ausgewertet wurde

Nr.	7 <sup>1)</sup>	7 <sup>2)</sup>	10	11	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub>	57,75	57,97	46,25	46,07	46,04	44,84	51,80	46,60	44,21	42,29	49,36	48,86	47,55	46,03
TiO <sub>2</sub>	0,08	<0,01	0,09	0,38	0,06	0,15	0,19	0,04	Spur	0,03	—	—	0,03	Spur
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,22	26,48	33,71	33,98	33,46	34,25	29,52	32,74	34,39	36,49	32,57	31,97	32,88	34,21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,68	0,45	0,96	0,81	0,89	1,16	1,11	0,77	0,83	1,53	0,20	0,67	0,34	0,42
MgO	0,09	0,07	0,94	0,63	0,06	0,14	0,17	0,02	0,12	0,03	—	0,80	0,04	0,13
CaO	8,60	8,27	17,46	16,37	17,58	17,94	12,74	16,34	17,85	17,57	15,31	13,02	15,47	17,00
SrO	—	—	—	Spur ?	0,17	Spur	—	Spur	Spur	0,20	—	—	Spur	—
Na <sub>2</sub> O	6,40	6,72	1,12	1,84	1,45	0,99	4,05	2,16	1,07	0,88	2,81	3,26	2,48	1,38
K <sub>2</sub> O	0,40	0,41	0,06	0,11	0,12	0,10	0,21	0,17	0,51	0,06	<0,01	0,34	0,29	0,25
+ H <sub>2</sub> O	0,21	0,10	—	—	0,10	0,09	0,18	0,56	1,19	1,00	—	0,52	0,57	0,55
- H <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00	0,16	0,14	0,19	—	0,18	0,13	0,09
Summe	100,43	100,47	100,59	100,24	99,93	99,73	99,97	99,56	100,31	100,27	100,27	99,62	99,78	100,06

<sup>1)</sup> Analyse einer Durchschnittsprobe mit einem mittleren An-Gehalt, analysiert von A. GLAUSER.

<sup>2)</sup> Gleiche Probe wie <sup>1)</sup>, analysiert von J. H. SCOON (Mineralogical Department, Cambridge University).  
Analytiker: J. H. SCOON: Nr. 7; E. JÄGER: Nr. 20; A. GLAUSER: Nr. 7—19, 21—23.

Projektionspunkte liegen auf der dem Zentrum zugewandten Seite. Nur die Pole der Feldspäte 9, 12b und 15 kommen genau oder doch beinahe auf die  $n_\beta$ -Kurve zu liegen. Der Tafel I können folgende geometrische Gesetzmäßigkeiten entnommen werden:

1. Die Projektionspunkte  $n_\beta$  der aufgeführten intermediären und basischen Ergussgesteins-Plagioklase besetzen in guter Annäherung einen Kreisbogen mit dem Pol (010) als Zentrum (Projektionsmittelpunkt). Der Radius des Kleinkreises beträgt  $61^\circ$ . Die Lage der einzelnen  $n_\beta$  weicht maximal  $2^\circ$  (Nr. 7b und 12b) vom Kreisbogen ab. Diese Feststellungen gelten für eine Kreisbogenlänge von  $52,5^\circ$ , sofern man von den Positionen 10b und 11 bis zur Mitte von 6a und 16a misst. Die  $n_\beta$  dieser Feldspäte umhüllen als Erzeugende einen Kreiskegel, dessen Achse dem (010)-Pol entspricht.

2. Die optischen Vektoren  $n_\alpha$  liegen ebenfalls auf einem Kleinkreis. Er ist allerdings schwerer zu erkennen als der vorhin erwähnte, da sein Mittelpunkt nicht mehr im Projektionszentrum liegt. Kontruiert man den sphärischen Mittelpunkt<sup>2)</sup> aus je zwei  $n_\alpha$ -Positionen, so streuen die einzelnen geometrischen Örter maximal  $12^\circ$ ; eine starke Häufung kommt auf die Zone [001] zu liegen. Misst man vom Zentrum dieser Häufungsstelle aus, so haben sämtliche gemessenen Positionen  $n_\alpha$  einen Abstand von  $55^\circ$  bis  $56^\circ$ . Dies gilt wiederum für eine Kreisbogenlänge von  $52,5^\circ$ , wenn der Abstand von den Positionen 10b und 11 bis zum Mittel zwischen 6a und 16a gemessen wird. Somit strahlen also auch die optischen Richtungen  $n_\alpha$  von der Spitze eines Kreiskegels aus und ummanteln diesen. Die Achse des Kreiskegels steht senkrecht zur Zonenachse [001] und stimmt nahezu mit der Polrichtung (120) überein.

3. Es ist bereits erwähnt worden, dass die beiden erkannten Kleinkreise für  $n_\alpha$  und  $n_\beta$  gleich lang sind, wenn von entsprechenden Positionen aus gemessen wird. Es lassen sich leicht weitere korrespondierende Abstände finden; besonders gut ist die Übereinstimmung, wenn die Abstände von Mittelpositionen zwischen je zwei nahe beieinander gelegenen Projektionsorten beurteilt werden. Tafel II bringt diese Verhältnisse zur Darstellung. Der Befund bedeutet folgendes: Dreht sich bei einer gegebenen Änderung in der Basizität des Plagioklases der eine vom Projektionszentrum ausstrahlende Vektor auf dem Mantel des ersten Kreiskegels um einen bestimmten Betrag, so dreht auch der zweite Vektor im gleichen Sinne und mit gleichem Winkel auf dem Mantel des zweiten Kreiskegels, während der dritte optische Vektor  $n_\gamma$  sich in

<sup>2)</sup> Vgl. H. TERTSCH: Die stereographische Projektion, Wiesbaden 1954, p. 12.

einer Bahn nahe der Zone [100] verschiebt. Leider besitzen wir noch nicht genügende chemische Daten, die es erlauben würden, die Kreisbogen zu kalibrieren. Es muss jedoch eine reizvolle Aufgabe bleiben, den Beziehungen zwischen Drehwinkel und Anorthit-Gehalt nachzuspüren.

4. Bei Anorthit-Gehalten, die kleiner sind als diejenigen der Andesine 6a und 7a, scheinen die erwähnten geometrischen Gesetzmässigkeiten nicht mehr zu bestehen (siehe Pos. 5 in Tafel I). Dafür nähert sich der Winkel  $n_\alpha$ -Pol(010) jetzt dem Betrage von  $90^\circ$ . Bei den drei in Tafel I eingezeichneten sauren Plagioklasen werden maximal  $3\frac{1}{2}^\circ$  Abweichung vom rechten Winkel festgestellt — anscheinend unabhängig vom Anorthitgehalt, da der Wert von  $88^\circ$  des ca. 30% An enthaltenden Andesins 5 sich von demjenigen der Albite 1 und 3 nicht unterscheidet.

Bemerkenswert ist noch, dass sich die optischen Eigenschaften der Feldspat-Zwillingsysteme aus zwei hypabyssischen Gesteinen, nämlich der Labradorite aus einem Porphyritgang von Grönland (Nr. 15) und aus einem Quarzdolerit von Schottland (Nr. 16) in die beschriebenen Gesetzmässigkeiten eingliedern. Leider ist das Übergangsgebiet 35—40% An nicht belegt.

Die vorgefundenen geometrischen Gesetzmässigkeiten lassen erkennen, worin sich die sogenannten Hoch- und Tieftemperatur-Feldspäte optisch unterscheiden. Die Richtungen  $n_\alpha$  und  $n_\gamma$  folgen bei beiden Gruppen ziemlich genau den Migrationskurven, wie sie seinerzeit durch REINHARD anhand von Tieftemperatur-Material konstruiert wurden. Während  $n_\alpha$  bei beiden Gruppen mit ändernder Basizität die erwähnte Drehung auf dem Mantel eines Kreiskegels ausführt, ist dies für den optischen Vektor  $n_\beta$  nur bei den sogenannten Hochtemperatur-Feldspäten der Fall. Bei den Tieftemperatur-Feldspäten beschreibt  $n_\beta$  mit ändernder Basizität eine Migrationskurve, die keine einfache geometrische Gesetzmässigkeit erkennen lässt. Die Tieftemperatur-Feldspäte zeigen darin also ein abweichendes Verhalten.

Es wird die Aufgabe struktureller Untersuchungen sein, abzuklären, welche Gesetzmässigkeiten die Rotationen der optischen Vektoren bedingen und weshalb eine solche für die Richtung  $n_\beta$  nur bei den Hochtemperatur-Feldspäten auftritt. Es sei auch darauf hingewiesen, dass die beim Andesin der Ergussgesteins-Plagioklasse festgestellten, recht unvermittelt auftretenden Änderungen hinsichtlich der optischen Gesetzmässigkeiten im nahen Bereiche der von W. F. COLE, H. SÖRUM und W. H. TAYLOR (1951) erwähnten Strukturänderung liegt.

## Darstellung des optischen Verhaltens der Plagioklase im Stereogramm senkrecht $n_\beta$

### 1. Feldspäte aus Ergussgesteinen und einzelnen Ganggesteinen

Neben den Migrationskurven der (010)- und (001)-Flächenpole wurden in Tafel III auch die Migrationskurven der Zwillingsachsen des Karlsbad- und des Komplex-Albit-Karlsbad-Gesetzes eingezeichnet. In das Stereogramm wurden ausser den bereits in Tafel I benutzten Messungen von Ergussgesteinsplagioklasen<sup>3)</sup> auch der Anorthit 14 aus Java und die Albite 2 und 4 aus Granitporphyren des südlichen Schwarzwaldes aufgenommen. Überdies berücksichtigten wir weitere Schwerpunkte von Häufungsstellen ausgezeichneter kristallographischer Richtungen der Feldspäte 6 und 7.

Die (010)-Pole zeigen die für die sogenannten Hochtemperatur-Feldspäte charakteristische Anordnung auf der rechten Seite der klassischen Migrationskurve von REINHARD, wie dies schon von vielen Autoren festgestellt wurde. Selbstverständlich müssen auch bei dieser Darstellung die (010)-Pole der oben diskutierten Karlsbad- und Komplex-Zwillinge ungefähr auf dem Kleinkreis mit dem Radius  $61^\circ$  um  $n_\beta$  liegen; dies gilt aber auch für die neu aufgenommenen Punkte. Dieser Kreisbogen nähert sich bei etwa 70% An der klassischen Migrationskurve der Tieftemperatur-Feldspäte (Nr. 9).

Am basischen Ende häufen sich die (010)-Pole auf einer eng begrenzten Fläche: Die Schwerpunkte der (010)-Häufungsstellen von fünf verschiedenen Feldspäten divergieren maximal um  $2^\circ$ . Vier dieser Plagioklase wurden chemisch analysiert; ihre Daten sind in Tabelle 2 enthalten. Aus ihr geht hervor, dass die An-Gehalte relativ stark voneinander abweichen. Bestimmt man aber den An-Gehalt dieser Plagioklase nach der Fedorow-Methode, indem man auf die Lage des (010)-Poles abstellt, so ergeben sich Beträge von 88 bis 91%. Der Bytownit 11, der dieser Gruppe angehört, ist laut chemischer Analyse jedoch wesentlich saurer. Bei den basischen Feldspäten aus Tiefengesteinen werden wir die gleiche Erscheinung zu erwähnen haben.

Die Streuung der (010)-Pole der Albite kann im Diagramm deutlich erkannt werden.

<sup>3)</sup> Die Feldspäte Nr. 15 und 16 aus hypabyssischem Gestein wurden hier weggelassen. Feldspat Nr. 10 aus einem isländischen Dolerit, der als hypabyssisch angesehen werden kann, wurde dagegen berücksichtigt, da sein Muttergestein mit effusivem Material vergesellschaftet ist. Zudem wurde dieser Feldspat von uns chemisch analysiert.



Die (001)-Pole der intermediären und basischen Feldspäte liegen im allgemeinen unterhalb der Migrationskurve. Es fällt ferner auf, dass bei unseren Anorthiten die Schwerpunkte der Häufungsstellen dieses Poles etwas rechts des Endpunktes 100% An liegen, obschon es sich bei unserem Material keineswegs um reine Anorthite handelt (siehe Tabelle 2). Die Basis-Pole der untersuchten Albite dagegen sind deutlich oberhalb der Migrationskurve angeordnet. Es ist zu erwarten, dass bei den Oligoklasen der Ergussgesteine die (001)-Pole im allgemeinen auf die Migrationskurve fallen werden, doch liegen unseres Wissens keine optischen Daten vor, die unsere Vermutungen bestätigen.

Über die Zwillingsachsen des Karlsbad- und des Roc-Tourné-Gesetzes gibt Tafel III Auskunft; über die Verhältnisse beim Albit werden wir an anderer Stelle referieren. Im übrigen scheinen auch hier die Hoch- und Tiefkurven einander zu schneiden.

## 2. Basische Feldspäte aus Tiefengesteinen

In Tafel IV sind die Positionen der (010)-, (001)- und der Periklin-Pole der von uns analysierten Feldspäte aus basischen Tiefengesteinen und massigen Metamorphiten zusammengestellt. Bei diesen Feldspäten handelt es sich einesteils um Material aus Schollen aus der Gegend von Ehrberg im südlichen Schwarzwald (H. PHILIPP, 1910, und D. HOENES, 1940), andernteils um solche aus basischen Gesteinen der „Zona diorito-kinzigitica“ am Südfusse der Alpen. In Tabelle 3 sind die Fundorte und die An-Gehalte zusammengestellt. Die (010)-Pole dieser Feldspäte liegen ebenfalls deutlich rechts der Migrationskurve von REINHARD — in der Nähe der Kurve von VAN DER KAADEN (1951). Die Lage der (010)-Pole der von uns untersuchten basischen Feldspäte aus Tiefengesteinen ist sozusagen identisch mit derjenigen der basischen Ergussgesteins-Plagioklase. Wir werden hinsichtlich des Materials aus dem Schwarzwald später anhand von Plagioklasen aus Amphiboliten dieser Gegend zeigen, dass man sich mit Fug und Recht fragen kann, ob dort wirklich echte sogenannte Tieftemperatur-Feldspäte vorliegen. Dieser Zweifel ist aber bei den basischen Feldspäten aus der „Zona diorito-kinzigitica“ nicht mehr gut möglich, wie das synoptische Stereogramm von VENKAYYA (1956) S. 75 zeigt, das auch saure und intermediäre Plagioklase berücksichtigt. Nach unserer Erfahrung können bei Bytowniten und Anorthiten keine (010)-Migrationskurven mehr gezeichnet werden.

Wie die Zusammenstellung der Anorthit-Gehalte in Tabelle 3 und der Vergleich mit Tafel IV zeigen, sind wiederum die (010)-Pole von Feldspäten ganz verschiedener chemischer Zusammensetzung auf eng



begrenztem Raume zusammengedrängt. Aus der Tabelle 3 geht auch hervor, dass die Feldspäte meistens wesentlich saurer sind als die Bestimmungen nach der Fedorow-Methode erkennen lassen. Es gilt dies besonders für Nr. 22 und 23.

Ferner sei noch darauf hingewiesen, dass die Schwerpunkte der Häufungsstellen der (010)-Pole in der Nähe des oben erwähnten Kreisbogens stehen — im Abstand  $61^\circ$  von  $n_\beta$ . Die maximale Abweichung von diesem Kleinkreise beträgt  $3^\circ$ .

Die (001)-Pole aller untersuchten Fälle bilden Häufungsstellen mit Schwerpunkten, die deutlich unterhalb der ursprünglichen Migrationskurve liegen. Auch hier zeigt sich in bezug auf den Anorthitgehalt dasselbe, was für die (010)-Lagen erwähnt wurde: die Feldspäte sind in der Regel saurer als die Fedorow-Bestimmungen vermuten lassen. Die Positionen der Periklin-Flächen dieser Feldspäte weichen von der entsprechenden Kurve stark ab.

### 3. Feldspäte aus metamorphen Gesteinen

Auf Tafel V sind die optischen Untersuchungsergebnisse an Feldspäten aus Amphiboliten und einem Kontaktgestein aus dem südlichen Schwarzwald synoptisch dargestellt. Die Feldspäte dieser typisch kristallisationsschiefrigen Gesteine stammen ebenfalls aus den basischen Schollen in der Gegend von Ehrsbach, zum Teil auch aus dem Albtal und aus der Nickelgrube von Horbach (siehe Tabelle 4). Es wurden dieses Mal nicht die Schwerpunkte von Häufungsstellen der einzelnen Pole, sondern die Messdaten direkt eingetragen. Für jedes Gestein, dessen Feldspäte wir untersuchten, wurde eine besondere Signatur verwendet. Im Stereogramm senkrecht  $n_\beta$  zeigen die (010)-Pole wiederum die deutliche Tendenz, rechts der Migrationskurve zu liegen. Es fällt allerdings auf, dass die Pole nicht so extreme Positionen haben, wie sie bei den Andesinen aus Linosa (Nr. 7) und aus Island (Nr. 6) festgestellt wurden. Offenbar handelt es sich um intermediäre Typen. Auch die (001)-Pole liegen rechts und unterhalb der entsprechenden Tieftemperatur-Migrationskurve.

### ÜBERPRÜFUNG UND ERGÄNZUNG DER NEUEN ERGEBNISSE ANHAND DES BISHERIGEN DATENMATERIALS

Einige der angeführten Befunde des ersten Autors sind so wichtig für unsere Vorstellungen über die Plagioklasoptik, dass sich ihre Überprüfung anhand der bisher bekannten Daten aufdrängt. Es geht um

die Frage, ob die bekannten Migrationskurven der Plagioklasreihe unregelmässige Serpentina darstellen, oder ob ihr Verlauf kristallographisch vorgeschrieben ist. Es muss auch geprüft werden, ob die Hoch- und die Tiefkurven aus heterogenen Teilstücken zusammengesetzt sind und ob die Knickstellen Strukturänderungen entsprechen.

Schon manchem Betrachter von Plagioklas-Stereogrammen mag wohl aufgefallen sein, dass die Wanderungsbahnen optischer Vektoren stückweise mit guter Annäherung kristallographischen Richtungen folgen (z. B.  $n_\gamma$  der Zone [100]), dass aber andernteils oft knickartige Richtungsänderungen auftreten. In Diagrammen, deren Kurven die Pole von Originaldaten verbinden, ist die zweite Erscheinung deutlicher ausgeprägt als in solchen, die auf Grund von interpolierten Mittelwerten konstruiert sind. So tritt beispielsweise auf Tafel I von REINHARD (1931) ein Hiatus im Verlaufe der  $n_\beta$ -Kurve bei 30% An deutlich hervor, während in die abgeleiteten und von 10 zu 10% An unterteilten Kurven von Tafel 2 dieses Autors Serpentina mit ausgeglichenen Richtungsänderungen eingezeichnet sind. Das gleiche gilt für die entsprechenden Darstellungen von BERĚK (1924), NIKITIN (1936), VAN DER KAADEN (1951) und BURRI (1956a). Diesen idealisierten Migrationsbahnen können kaum irgendwelche Anhaltspunkte für die Richtigkeit der Befunde des ersten Autors (A. G.) entnommen werden.

Ein natürliches Misstrauen gegen die Mittelwertbildung aus wenigen und dazu sehr ungleichwertigen, zum Teil stark veralteten Einzeldaten und zugleich der Verdacht, dass gerade die Knickpunkte der Wanderungsbahnen strukturell von Bedeutung sein könnten, veranlassten den zweiten Autor (E. W.), die Originalwerte heranzuziehen. Sie wurden hauptsächlich der sehr verdienstvollen Zusammenstellung von BURRI (1956a) entnommen, und in Einzelfällen wurde die Originalliteratur konsultiert. Die uns fragwürdig erscheinenden, extrapolierten Mittelwerte von WÜLFING für 0% und 100% An wurden ausgeschaltet. Die durch BURRI in die Kristalloptik eingeführten Euler-Winkel bieten eine beachtenswerte mathematische Formulierung geometrischer Lagebeziehungen. Sie haben sich ausgezeichnet bewährt zum Eintragen der Messdaten in das Wulffsche Netz ( $d = 40$  cm).

Aus den genannten Originaldaten wurde das Stereogramm senkrecht zur Zone [001] neu konstruiert, das in Tafel VI dargestellt ist. Dem Thema entsprechend interessiert uns zunächst nur der Verlauf der Migrationskurven, nicht ihre An-Unterteilung, die in einer späteren Arbeit behandelt werden soll.

Tafel VI lässt folgendes erkennen:

$n_{\alpha}$ 

a) Die optischen Mittellinien  $n_{\alpha}$  aller natürlichen und synthetischen Hoch-Plagioklase von 0 bis 100% An und der Tief-Plagioklase im Anorthitintervall 30—100% fallen auf einen Kleinkreis, dessen sphärischen Mittelpunkt der Pol (120) bildet. Tafel VI belegt, dass die  $n_{\alpha}$  der optisch und chemisch genau untersuchten Plagioklastypen der genannten An-Bereiche auf ein Streuband fallen, das durch die Kleinkreise mit Radius  $54^{\circ}$  und  $57^{\circ}$  begrenzt wird, und das über eine Bogenlänge von  $85^{\circ}$  vom synthetischen Albit bis zum synthetischen Anorthit reicht. Die von Ab zu An variable Lage des (120)-Poles kommt in dieser Darstellung sogar im Verlaufe des Kreisbogens zum Ausdruck. Die übereinstimmende Bahn für Hoch- und Tief-Plagioklase 30 bis 100% An ist bedeutsam.

b) Die Richtungen  $n_{\alpha}$  der Tief-Plagioklase mit An-Gehalt 0 bis 30% divergieren deutlich von diesem Kleinkreis. Sie folgen mit guter Annäherung der Ebene (010) — besonders, wenn man vom durch WÜLFING extrapolierten und stärker streuenden Wert 0% An absieht. Der Übergang zwischen den Tendenzen a und b erfolgt dort, wo die Zone [100] aussticht, bei einem Anorthitgehalt von etwa 30%. Der von verschiedenen Forschern festgestellte Strukturwechsel der Plagioklase in der Nähe von 30% An äussert sich also auch optisch sehr deutlich. Bereits BURRI (1956a, S. 566) hat erwähnt, dass die  $\Phi$ -Kurve der Euler-Winkel die Richtung bei diesem Anorthitgehalt ändert.

 $n_{\beta}$ 

Die optischen Normalen  $n_{\beta}$  der Hoch-Plagioklase mit 45 bis 80% An<sup>4)</sup> liegen auf einem Kleinkreis (Streuband) mit  $59^{\circ}$  bis  $61^{\circ}$  Radius und dem Pol (010) als sphärischem Mittelpunkt. Am sauren und basischen Ende ändert der Verlauf; er lässt sich bis jetzt nicht kristallographisch präzisieren. Ausgesprochene Knickstellen der  $n_{\beta}$ -Hoch-Kurven treten jedenfalls zwischen 30 und 45% An und zwischen 80 und 90% An auf. Die zwischen zwei Hochtemperatur-Plagioklasen verschiedener chemischer Zusammensetzung gemessenen Bogenlängen der  $n_{\alpha}$ - und  $n_{\beta}$ -Kleinkreise stimmen nahezu überein. So betragen beispielsweise die längs den Kreisen abgelesenen Abstände der beiden  $n_{\alpha}$  und  $n_{\beta}$  des Linosa-Andesines 45% An und des synthetischen Bytownites 80% An  $48\frac{1}{2}$  resp.  $49\frac{1}{2}^{\circ}$ . Der Winkelabstand der beiden  $n_{\gamma}$  hingegen ist wesentlich kleiner; dieser Vektor ändert seine Lage ja überhaupt in viel geringerem Masse mit wechselndem Chemismus.

Den erwähnten Kleinkreis kann man übrigens schon aus manchen

<sup>4)</sup> Bemerkung während der Drucklegung: Diese Gesetzmässigkeit gilt bis zum synthetischen Anorthit, wie die Nachkontrolle der Originalwerte von TERTSCH ergab.

publizierten Stereogrammen senkrecht  $n_\beta$  ablesen, soweit sie Ergussgesteins-Plagioklase im Anorthitbereich 35 bis 80% berücksichtigen (WENK, 1933, Fig. 6a; LARSSON, 1940, Fig. 46a; besonders deutlich in BARBER, 1936, Fig. 9b). In diesen Darstellungen sind, umgekehrt, die (010)-Pole auf dem Kleinkreis mit  $n_\beta$  als sphärischem Mittelpunkt angeordnet;  $n_\beta$  als Projektionszentrum ist hier zugleich der planimetrische Mittelpunkt des Kreisbogens.

Die Richtungen  $n_\beta$  der Tief-Plagioklase und der Übergangsglieder streuen stark; sie lassen sich einstweilen nicht geometrisch interpretieren. Zwischen 40 und 70% divergieren sie deutlich vom Verlaufe der Hoch-Plagioklase; am basischen Ende stimmen die Pole der Hoch- und Tief-typen jedoch überein. Auch für die Tief-Plagioklase gelten die auf Strukturwechsel hinweisenden Richtungsänderungen der Streubänder bei 30 bis 40% und 80 bis 90% An. Ein weiterer Knick bei ca. 15% An ist angedeutet.

#### $n_\gamma$

Tafel VI zeigt zunächst, dass die optischen Symmetrieachsen  $n_\gamma$  der Hoch- und der Tief-Plagioklase im grossen ganzen den gleichen Verlauf zeigen. Er folgt von 25 bis 50% An recht genau der Zone [100]. Am sauren Ende (0—25% An) liegen die Projektionspunkte auf einem Grosskreise etwas abweichender Richtung. Ähnliches gilt für die Plagioklase 50—100% An, deren  $n_\gamma$  ihre Richtung auffallend wenig verlagern mit änderndem Chemismus.

Für alle drei optischen Symmetrieachsen gilt, dass die Projektionsorte der Plagioklase mit mehr als 80% An einen sehr engen Bereich besetzen, und dass die vorhandenen Daten keine dem zunehmenden Anorthitgehalt entsprechende Staffelung mehr erkennen lassen. Im übrigen verzichten wir hier auf die Behandlung des Problemes der Kalibrierung der Kurven; sie soll später erfolgen, wenn das Material des ersten Autors mitverarbeitet werden kann. Die diskutierten Literaturdaten dürften jedoch gezeigt haben, dass die im ersten Abschnitt vorgelegten Befunde zu Recht bestehen und sogar erweitert werden können.

Diese vorzeitige und ihrer Art nach unvollständige Publikation erfolgt im Interesse der für Strukturforscher, Kristalloptiker und Petrographen gleich brennenden Bemühungen um die Lösung der Feldspat-Probleme.

#### **Zusammenfassung**

Neue Drehtischuntersuchungen an Plagioklasen verschiedener Gesteinsklassen und die Sichtung von Originaldaten, die der Literatur entnommen wurden, zeitigten folgende Ergebnisse:

1. Die optischen Vektoren  $n_\alpha$  der Hochtemperatur-Plagioklase 0 bis 100% An und der Tieftemperatur-Plagioklase 30 bis 100% An besetzen einen Kleinkreis mit dem Pol (120) als sphärischem Mittelpunkt. Die Richtungen  $n_\alpha$  der Tieftemperatur-Plagioklase 0 bis 30% An liegen angenähert in der Ebene (010).

2. Die optischen Vektoren  $n_\beta$  der Hochtemperatur-Plagioklase 40 bis 100% An liegen auf einem Kleinkreis mit dem Pol (010) als sphärischem Mittelpunkt. Diese Gesetzmässigkeit gilt nicht für die übrigen Hoch- und Tieftemperatur-Plagioklase.

3. Die Kleinkreise  $n_\alpha$  und  $n_\beta$  der Hochtemperatur-Plagioklase besitzen gleiche Bogenlänge, wenn von entsprechenden Positionen aus gemessen wird.

4. Diese in der stereographischen Projektion zu Tage tretenden Gesetzmässigkeiten sind räumlich folgendermassen zu deuten: Die optischen Vektoren  $n_\alpha$  und  $n_\beta$  der basischen und intermediären Hochtemperatur-Plagioklase drehen sich beide mit änderndem An-Gehalt als Erzeugende von Kreiskegeln. Die Achsen der Kreiskegel stimmen im Falle von  $n_\beta$  mit dem Flächenlot (010) und im Falle von  $n_\alpha$  mit demjenigen von (120) überein. Drehsinn und Drehbetrag beider optischen Vektoren sind die gleichen.

5. Die Knickpunkte der Migrationskurven entsprechen Plagioklassen mit Anorthitgehalten, für welche von anderen Autoren Strukturwechsel nachgewiesen sind.

6. Die optischen Vektoren der Bytownite und Anorthite streuen sehr wenig und lassen keine klaren Beziehungen zwischen Chemismus und Lageveränderung erkennen.

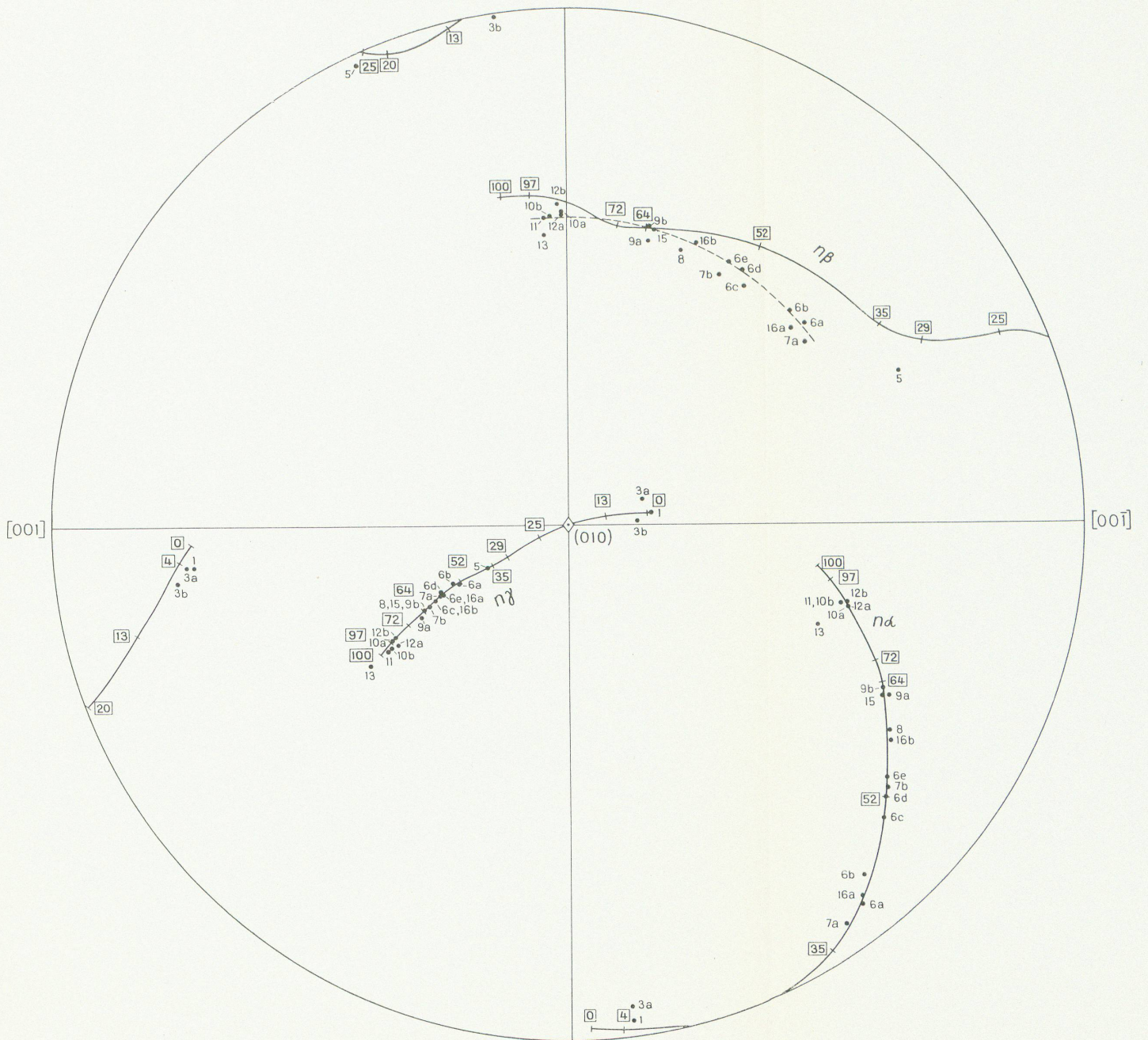
7. Die Plagioklase von Amphiboliten (basischen Schollen) aus dem südlichen Schwarzwald zeigen eine Orientierung der Indikatrix, die zwischen derjenigen der Hoch- und der Tiefformen liegt. Sie stellen intermediäre Typen dar, wie sie bis jetzt aus hypabyssischen Gesteinen bekannt geworden sind.

### Literaturverzeichnis

- BACKLUND, H. G. (1930): Om anortiten i gabbro på Rådmansö. Geologiska Förening. i Stockholm Förhandl. 52 (4), p. 674—688.
- BARBER, C. T. (1936): The Tertiary Igneous Rocks of the Pakokku District and the Salingyi Township of the Lower Chindwin District, Burma, with special reference to the Determination of the Felspars by the Fedoroff Method. Mem. Geol. Surv. India 68 (2).
- BEREK, M. (1924): Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universal-drehtischmethoden. Berlin, Borntraeger.

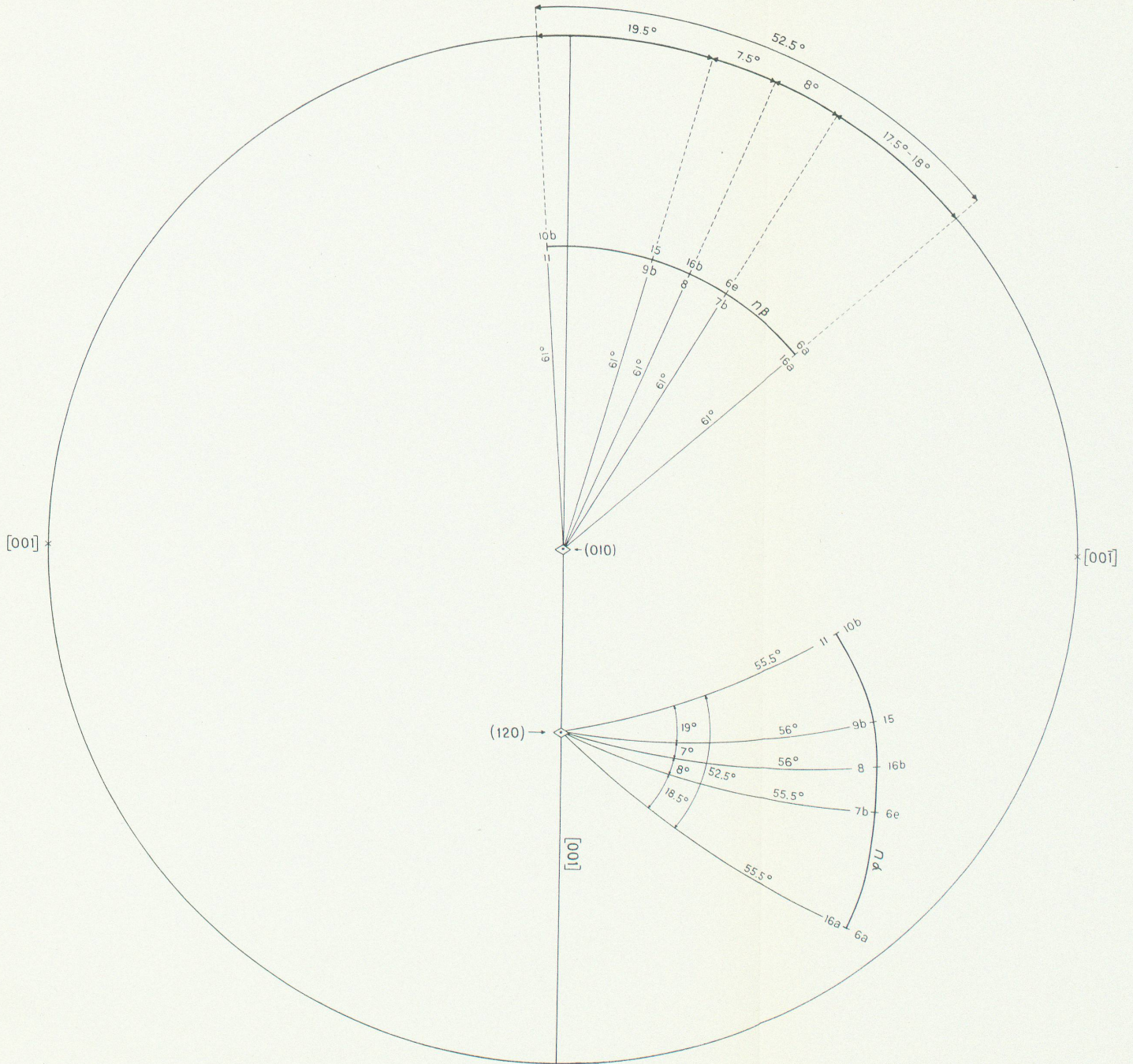
- BURRI, C. (1956a): Charakterisierung der Plagioklasoptik durch drei Winkel und Neuentwurf des Stereogramms der optischen Orientierung für konstante Anorthit-Intervalle. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 36 (2), p. 539—592.
- (1956b): Optische Charakterisierung von zwischen Hoch- und Tieftemperaturformen gelegenen Übergangsstadien bei Plagioklasen. *Z. Kristallogr.* 108 (1/2), p. 15—43.
- CHUDOBA, K. (1925): Die optische Orientierung des Albites von Rischuna (Schweiz). *Tschermaks Mitt. NF* 38 (Festbd. Becke), p. 88—99.
- COLE, W. F., SÖRUM, H. and TAYLOR, W. H. (1951): The Structures of the Plagioclase Felspars I. *Acta Crystallogr.* 4 (1), p. 20—29.
- EMMONS, R. C. a. o. (1953): Selected petrogenic relationships of Plagioclase. *Geol. Soc. America Mem.* 52.
- ENGELS, A. (1937): Chemismus und optische Orientierung kalifeldspathaltiger Plagioklasse. *Diss. Bonn.*
- ERNST, E. und NIELAND, H. (1934): Plagioklasse von Linosa, ein Beitrag zur Anemousitfrage. *Mineral. u. Petrog. Mitt.*, begr. v. Tschermak, NF 46 (2/3), 1935, p. 93—126.
- HOENES, D. (1940): Magmatische Tätigkeit, Metamorphose und Migmatitbildung im Grundgebirge des südwestlichen Schwarzwaldes. *N. Jb. Mineral., Geol., Pal., Abh. Abt. A, B. B.* 76, 1941, p. 153—256.
- JÄGER, E. und HUTTENLOCHER, H. (1955): Beobachtungen an basischen Plagioklasen der Ivrea-Zone. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 35 (1), p. 199—207.
- KARL, F. (1954): Über Hoch- und Tieftemperaturoptik von Plagioklasen und deren petrographische und geologische Auswertung am Beispiel einiger alpiner Ergussgesteine. *Tscherm. Mitt. 3. F.*, 4 (Festband Bruno Sander), p. 320—328.
- KÖHLER, A. (1942): Die Abhängigkeit der Plagioklasoptik vom vorausgegangenen Wärmeverhalten. *Miner. u. Petr. Mitt.*, begr. v. Tschermak, Nr 53, p. 159—179.
- LARSSON, W. (1940): *Petrology of Interglacial Volcanics from the Andes of Northern Patagonia.* *Diss. Uppsala, Bull. Geol. Inst. Uppsala* 28.
- LAVES, F. (1954): The coexistence of two plagioclases in the oligoclase compositional range. *J. Geol.* 62 (4), p. 409—411.
- MUIR, I. D. (1955): Transitional optics of some andesines and labradorites. *Mineral. Mag.* 30, 1953/55, No. 228, p. 30—545.
- NIKITIN, W. W. (1933): Korrekturen und Vervollständigungen der Diagramme zur Bestimmung der Feldspate nach Fedorows Methode. *Mineral. u. Petrogr. Mitt.* begr. v. Tschermak, NF 44 (2/3), p. 117—167.
- (1936): *Die Fedorow-Methode.* Berlin, Borntraeger.
- OFTEDAHL, O. (1948): Studies on the igneous rock complex of the Oslo Region. IX. The feldspars. *Skrifter Norske Vidensk. Akad. Oslo*, 1. Mat.-Natw. Kl., No. 13.
- PHILIPP, H. (1910): Studien aus dem Gebiete der Granite und umgewandelten Gabbro des mittleren Wiesentales. *Mitt. Grossh. bad. geol. Landesanstalt*, 6 (1).
- REINHARD, M. (1931): *Universaldrehtischmethoden.* Basel, Wepf.
- SCHUMANN, H. (1931): Lagebestimmung der Optik eines norwegischen Labradors mittels der Drehtischmethode. *Schweiz. Min. Petr.* 11, p. 231—239.
- SMITH, CAMPBELL W. (1928): The optical orientation of labradorite from County Down determined by the Fedorow method. *Mineral. Mag.* 21, 1926/28, No. 122, p. 543—551.





Leere Seite  
Blank page  
Page vide





Leere Seite  
Blank page  
Page vide



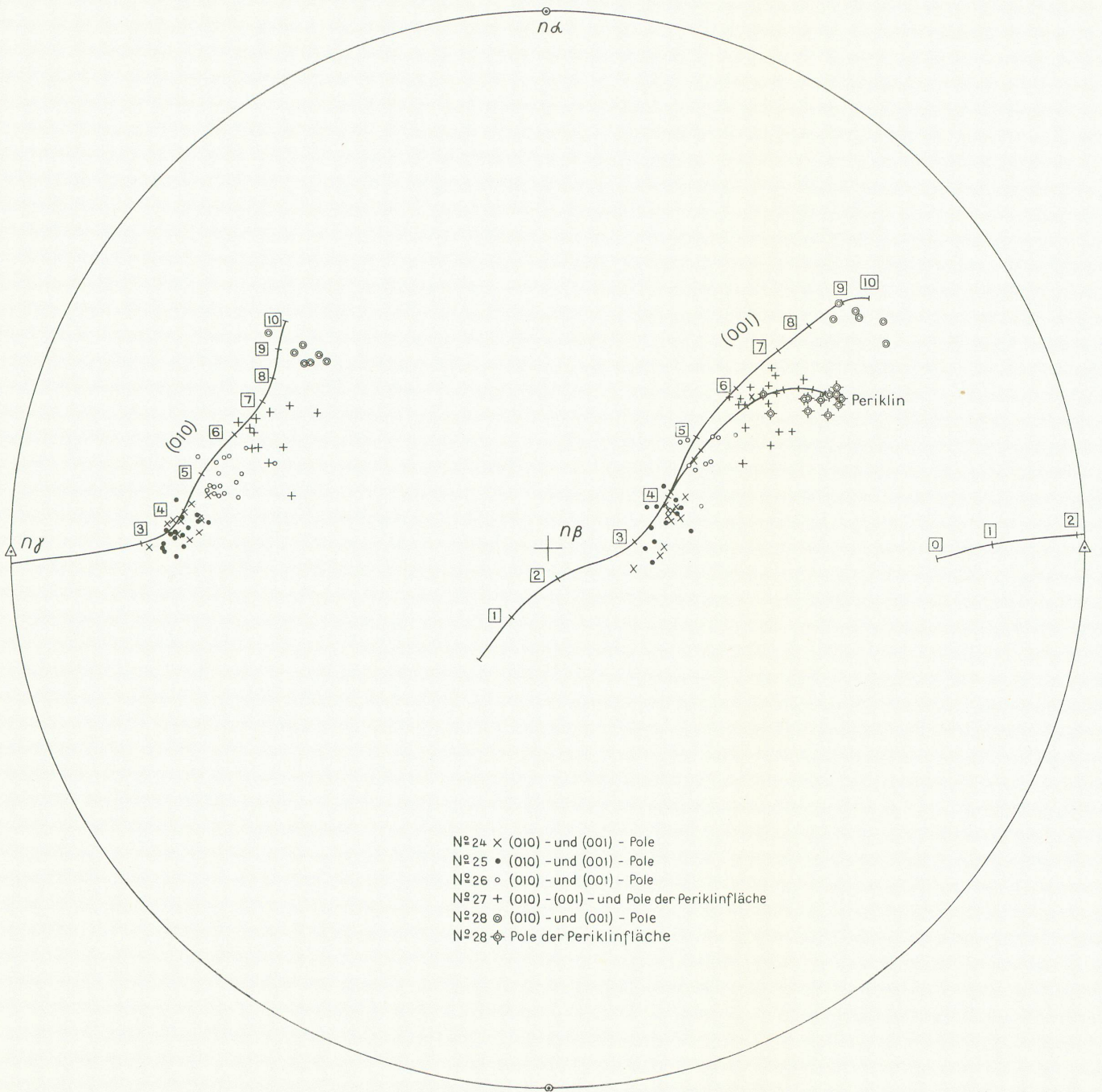


Leere Seite  
Blank page  
Page vide



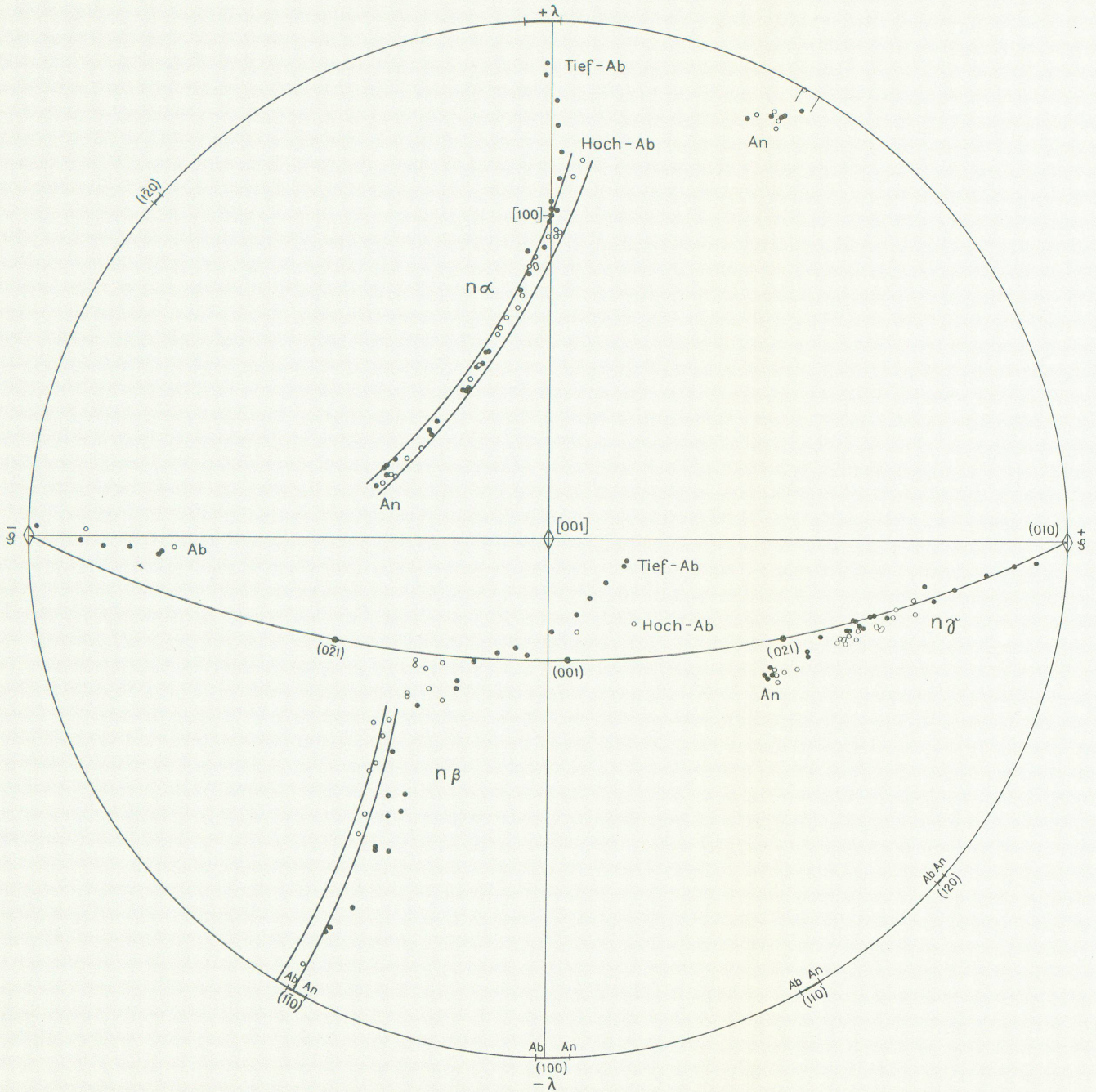


Leere Seite  
Blank page  
Page vide



Leere Seite  
Blank page  
Page vide





Leere Seite  
Blank page  
Page vide

- SPAENHAUER, F. (1933): Über das Ergebnis von Messungen an synthetischen Plagioklasen mit Hilfe des Universaldrehtisches. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 13, p. 356—365.
- STELLA STARRABBA, F. (1927): Anortite dei Monti della Ciacca (Etna). Boll. delle sedute Accad. Gioenia Sc. nat. Catania. Ser. 2, Fasc. 57, 1920/30.
- TERTSCH, H. (1942a): Die optische Orientierung des Hochtemperatur-Anorthits. Mineral. u. Petr. Mitt., begr. v. Tschermak, NF, 53, p. 50—66.
- (1942b): Zur Hochtemperaturoptik basischer Plagioklase. Mineral. u. Petrogr. Mitt., begr. v. Tschermak, NF 54, p. 193—224.
- (1942c): Zur Hochtemperaturoptik der Plagioklase. Zbl. Mineral. Geol. Pal. Abt. A., p. 137—144, 193—200.
- (1944): Untersuchungen über die Hochtemperaturoptik saurer Plagioklase. Probeabzug zu Mineral. u. Petrogr. Mitt., begr. v. Tschermak, 55 (6) (nicht erschienen).
- (1950): Untersuchungen über die Hochtemperaturoptik saurer Plagioklase. N. Jb. Mineral., Monatshefte 1, p. 121—138.
- VAN DER KAADEN, G. (1951): Optical studies on natural plagioclase feldspars with high- and low-temperature-optics. Diss. Utrecht.
- VENKAYYA, E. (1956): Petrological observations in the Maggia hydroelectric tunnel between Lake Maggiore and Centovalli. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 36 (1), p. 69—226.
- WASHINGTON, H. S. (1910): A Feldspar from Linosa and the existence of soda anorthite (Carnegieite). American J. Sc. 29, p. 52—70.
- WENK, E. (1933): Statistische Drehtischuntersuchungen an Plagioklasen rumänischer Ergussgesteine. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 13, p. 205—219.
- (1945): Kritischer Vergleich von simultan nach der Drehtisch- und Immersionsmethode ausgeführten Anorthitbestimmungen an Plagioklasen. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 25, p. 349—382.

### Verzeichnis der Tafeln

*Tafel I.* Projektionsebene Längspinakoid (010). Karlsbad- und Komplex-Albit-Karlsbad-Zwillingsverbände von Plagioklasen aus Erguss- und einigen Ganggesteinen.

*Tafel II.* Projektionsebene Längspinakoid (010). Das Stereogramm stellt die im Text beschriebenen  $n_\alpha$ - und  $n_\beta$ -Kleinkreise von basischen und intermediären Plagioklasen dar.

*Tafel III.* Projektionsebene senkrecht  $n_\beta$ . Plagioklase aus Erguss- und einzelnen Ganggesteinen. Pole von (010) und (001); Zwillingsachsen [001] und  $\perp$  [001].

*Tafel IV.* Projektionsebene senkrecht  $n_\beta$ . Pole (010), (001) und der Periklinebene von analysierten Plagioklasen basischer Tiefengesteine.

*Tafel V.* Projektionsebene senkrecht  $n_\beta$ . Pole (010), (001) und z. T. der Periklinebene von Plagioklasen aus 4 Amphiboliten und einem Kontaktgestein des südlichen Schwarzwaldes.

*Tafel VI.* Projektionsebene senkrecht zur Zonenachse [001]. Migration optischer Vektoren von Plagioklasen; konstruiert auf Grund von publizierten Daten. Kreise beziehen sich auf Hochtemperatur-, Punkte auf Tieftemperatur-Plagioklase.