

## Petrographie.

1. **E. v. Fedorow**: Universal- (Theodolith-) Methode in der Mineralogie und Petrographie. II. Theil. Krystall-optische Untersuchungen. (Zeitschr. f. Kryst. etc. **22**. 229—268. Taf. IX. 22 Fig. 1893.)

2. **A. Michel-Lévy**: Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches. Paris. 8°. 70 p. 8 pl. en couleurs. 9 Fig. 1894.

In kurzen Zwischenräumen sind in der letzten Zeit Arbeiten erschienen, welche die Bestimmung der Plagioklase auf optischem Wege zum Gegenstand haben und einen bedeutenden Fortschritt auf jenem Wege bezeichnen, der durch die bekannte bahnbrechende Untersuchung von **Max**

SCHUSTER eröffnet wurde<sup>1</sup>. Die beiden Arbeiten gehen darauf aus, die vollständige optische Orientirung der Plagioklase zu ermitteln, ein Problem, dessen völlige Lösung von SCHUSTER noch nicht erreicht wurde; wie die Wege, die zur Erreichung dieses Zieles eingeschlagen werden, so sind auch die vorgeschlagenen Bestimmungsmethoden verschieden. Um so erfreulicher ist die Übereinstimmung in den Resultaten.

1. v. FEDOROW verwendet einen neuen Apparat, das „Universaltischchen“. Wichtiger noch als dieses mechanische Hilfsmittel ist seine Art der Darstellung, welche auf der sogenannten Theodolith-Methode beruht, und darin besteht, dass in den Kreis der stereometrischen Projection ein Netzwerk von Linien eingetragen wird, welche den Meridianen und Parallelkreisen eines Planigloben entsprechen. Die Parallelkreise gehen parallel (010); die Meridiane laufen von 010 zu 010. So wird jeder Punkt der Projection durch zwei Winkel bestimmt, die mit geographischer Länge ( $\lambda$ ) und Breite ( $\varphi$ ) analog sind. Giebt man dem Mittelpunkt der Projection die Werthe  $\varphi = 0$ ,  $\lambda = 0$  und zählt man die  $\varphi$  nach rechts i. e. gegen 010 positiv, ferner die  $\lambda$  nach rückwärts (i. e. gegen 100) positiv, so kann man jeden Punkt der Projection unzweideutig durch  $\varphi$  und  $\lambda$  bestimmen.

Bei den üblichen Polarisationsmikroskopen können dem Präparat nur Parallelverschiebungen und Drehungen um die Mikroskopaxe ertheilt werden. Um dasselbe Präparat in mehreren Richtungen prüfen zu können, hat v. FEDOROW ein sogenanntes Universaltischchen construirt, welches eine Drehung des Präparates um zwei zu einander senkrechte Axen zulässt; eine derselben ist horizontal; die zweite ist in einer Variante des Apparates ebenfalls horizontal in der anderen vertical angeordnet. Beide gestatten das Präparat nacheinander in verschiedenen Richtungen im parallelen Licht zu prüfen, die in Bezug auf die Ausgangsrichtung durch Polarcordinaten  $\varphi$  und  $\lambda$  orientirt sind. Die betreffenden Winkel können an den beiden senkrecht zu einander orientirten Limben abgelesen werden.

Ist ein Durchschnitt mit Hilfe beider Drehungen so orientirt, dass der Lichtstrahl in der Richtung der optischen Axe die Platte durchsetzt, so bleibt er während der Umdrehung des Mikroskoptisches dunkel. Diese Beobachtung lässt sich auch an feinen Zwillinglamellen, an Anwachsstreifen von zonal gebauten Krystallen anstellen, wo die Beobachtung im convergenten Licht schwierig [aber nicht unmöglich, der Ref.] ist.

Schnitte senkrecht zu einer Elasticitätsaxe bleiben bei Drehung um beide Auslöschungsrichtungen dunkel, wenn diese mit den Nicolhaupt-schnitten zur Deckung gebracht sind. In der 45°-Stellung liefern sie bei Drehung in dem einen und im entgegengesetzten Sinne symmetrische Farbenänderungen.

Enthält der Schnitt nur eine Elasticitätsaxe, so wird er bloss bei

<sup>1</sup> Vergl. auch F. BECKE, Bestimmbarkeit der Gesteinsgemengtheile auf Grund ihres Lichtbrechungsvermögens. Wiener Akad. 1893. I. Juliheft. Dies. Jahrb. 1894. II: -49-. Bestimmung kalkreicher Plagioklase durch die Interferenzbilder von Zwillingen. Min. u. petr. Mitth. XIV. Heft 5.

Drehung um diese dunkel bleiben, und bei Drehung um die zu ihr senkrechte Gerade symmetrische Farbenänderung erfahren<sup>1</sup>.

Dieses Verhalten giebt ein Mittel an die Hand, das Krystallsystem von unregelmässig begrenzten Durchschnitten zu bestimmen, indem bei tetragonalen und hexagonalen Krystallen jeder Durchschnitt symmetrisch in Bezug auf eine der beiden Auslöschungsrichtungen sein muss, während bei den übrigen doppelbrechenden Krystallen solche symmetrische Durchschnitte nur bestimmten Zonen zukommen.

[Ref. bemerkt, dass alle diese Untersuchungen sich auch ohne Universaltisch durch konoskopische Beobachtung anstellen lassen, wobei man noch den Vortheil hat, das Verhalten in verschiedenen Richtungen gleichzeitig zu übersehen. Durch Einführung der Irisblende im Ocular nach CZAPSKI ist die Grenze der Anwendbarkeit des Mikroskops als Konoskop fast so weit hinausgerückt wie für die orthoskopische Beobachtung, so dass auch an recht feinen Zwillinglamellen und Anwachsstreifen mit Erfolg konoskopische Beobachtungen angestellt werden können (vergl. Ref. Min. u. petr. Mitth. XIV. Heft 4 u. 5). Bezüglich der Einrichtung der von v. FEDOROW construirten Apparate sei auf das Original verwiesen, ebenso wie bezüglich einer vom Autor bloss angedeuteten Methode zur Messung mikroskopisch kleiner Krystalle und zur Bestimmung der Brechungsexponenten.]

Der nächste Abschnitt ist Betrachtungen über die optische Symmetrie von Zwillingkrystallen gewidmet. Aus der Combination der zweizähligen Symmetrieaxe des Zwillings (Zwillingsaxe) und der drei zweizähligen Symmetrieaxen  $a$ ,  $b$ ,  $c$  des optischen Elasticitätsellipsoides ergeben sich für den Zwilling neue Symmetrieaxen, die v. FEDOROW als optische Zwillingssachsen bezeichnet. Im Zwilling herrscht auch bezüglich der optischen Eigenschaften Symmetrie nach der Zwillingsebene.

Als Haupttrichtung bezeichnet der Autor eine Linie, welche dadurch charakterisirt ist, dass in einem Schnitt senkrecht zu derselben beide Individuen gleichzeitig, und zwar parallel und senkrecht zur Zwillingsebene auslöschten.

Werden die optischen Axen des einen Individuums mit  $AB$ , die des anderen mit  $A'B'$  bezeichnet, so schneiden die durch  $AB'$  und durch  $A'B$  gelegten Grosskreise die Symmetrieebene des Zwillings in dieser „Haupttrichtung“. Ausser dem Schnitt senkrecht zur Haupttrichtung giebt es noch viele andere Schnitte, in denen die beiden Individuen des Albitzwillings gleichzeitig, aber unter von  $0^\circ$  verschiedenen Winkeln auslöschten. Ihre Pole ordnen sich auf Curven, die von der Haupttrichtung aus zu den optischen Axen und dem Pol von (010) laufen.

Die Winkel, welche mit Hilfe des Universaltischchens ermittelt werden, sind scheinbare. Um diese Angaben in wahre Werthe überzuführen, ist die angenäherte Kenntniss des Brechungsindex erforderlich. Von der Verschiedenheit von  $\alpha\beta\gamma$  kann abgesehen werden. v. FEDOROW giebt ein einfaches graphisches Verfahren für diese Reduction an.

<sup>1</sup> In der Arbeit steht irrthümlich: bei Drehung um die zu dieser Axe senkrechte Gerade dunkel bleiben.

Optische Bestimmung der Plagioklase. Kennt man die Lage einer der optischen Axen genau, so kann man die Auslöschungsschiefen auf M und P benutzen, um die Lage der anderen optischen Axe zu ermitteln. Es sei die Lage der einen optischen Axe  $A_2$  gegen die Normale von M und die Trace von P durch Polarcordinaten mittelst des Universal-tischchens bestimmt. Man lege durch M und  $A_2$  einen Grosskreis und ziehe von dem Winkel  $PMA_2$  den Winkel  $\beta = PMC$  gleich der Auslöschungsschiefe auf M ab. Der Schenkel MC bildet mit  $MA_2$  den Winkel  $CMA_2$ . Unter gleichem Winkel auf der anderen Seite von MC ziehe man einen Grosskreis, welcher nach der bekannten FRESNEL'schen Regel die andere optische Axe enthalten muss. Dasselbe wiederholt man auf der Fläche P; so erhält man zwei Grosskreise, in deren Durchschnitt die zweite Axe  $A_1$  liegen muss.

Der Autor wählt die der Axe b genäherte, durch (010) M einstellbare Axe zum Ausgangspunkt, weil die Zwillingbildung nach dem Albitgesetz erlaubt, sich von der Ungenauigkeit des Schliffes unabhängig zu machen. Ist der Schliff nicht genau parallel M, so werden die Lamellen nach dem Albitgesetz sichtbar. Man sucht nun jene Stellung auf, bei welcher die Lamellen verschwinden und der Schliff sich wie ein einheitliches Individuum verhält. Die hiezu nöthigen Drehungen seien  $A_0 \alpha_0$ ; sodann führt man die Drehungen aus, die zur Einstellung senkrecht zur Axe führen,  $A' \alpha'$ ; aus den beiden Paaren von Coordinaten ergibt sich dann leicht die Orientirung der optischen Axe gegen die Zwillingaxe.

Die Resultate v. FEDOROW's sollen hier in der Weise aufgeführt werden, dass die Coordinaten  $\varphi$  und  $\lambda$  für die optischen Axen angegeben werden. Den Werth dieser Ermittlungen beeinträchtigt einigermaassen der Umstand, dass die Zusammensetzung der optisch untersuchten Feldspathe nicht untersucht ist. Für manche ergibt sie sich aus dem Fundort. (Anorthit vom Vesuv und Labradorit von Labrador  $Ab_1 An_1$ .) Für die beiden Bytownite lässt sie sich aus den Auslöschungsschiefen auf P und M ermitteln. Für den Oligoklas fehlt jede Angabe. Die Daten für Oligoklas und Albit sind nicht unmittelbare directe Bestimmungen; vielmehr wurden die bei Oligoklas an einem Schliff nach (110), bei Albit nach (010) beobachteten Axenlagen so lange abgeändert, bis sie mit den auf M und P beobachteten Auslöschungsschiefen und mit den Angaben DES CLOIZEAUX' und SCHUSTER's über den Winkel der optischen Axen möglichst übereinstimmen.

			Auslöschungsschiefe		Zusammen-	
			auf M	auf P	setzung	
Anorthit, Somma	$A_1 \varphi = 0$	$\lambda = -5$	$-36^\circ$	—	An	
	$A_2$	$-54$	$+63$			
Bytownit, PESS-						
gow'sche Hütte.	$A_1$	$+12$	$-2$	$-24$	$-15^\circ$	$Ab_{37} An_{63}$ —
	$A_2$	$-53$	$+68$			$Ab_{29} An_{71}$ <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Die erste Formel folgt nach M. SCHUSTER's verbesserter Tabelle aus der Auslöschungsschiefe auf M, die zweite aus der auf P.

				Auslöschungsschiefe		Zusammen- setzung
				auf M	auf P	
Bytownit, Labra- dorit, Koisu-Thal	A <sub>1</sub>	+22	+2	—	— 9	Ab, An <sub>3</sub>
	A <sub>2</sub>	—54	+80			
Labradorit, Labra- dor	A <sub>1</sub>	+37	+21	—15½	—	Ab, An <sub>1</sub>
	A <sub>2</sub>	—53	+80			
Oligoklas von?	A <sub>1</sub>	+41	+62	?	?	?
	A <sub>2</sub>	—41	+70			
Albit von?	A <sub>1</sub>	—48	—77	?	?	Ab
	A <sub>2</sub>	—47	+65			

Im nächsten Abschnitt behandelt v. FEDOROW die aus der ermittelten Orientirung sich ergebenden Hilfsmittel zur Bestimmung von Plagioklasen. Zunächst werden Schnitte senkrecht zu den optischen Axen behandelt. Ein Schnitt dieser Art trifft das nach dem Albitgesetz verzwilligte Individuum in einer anderen Richtung. Die Auslöschungsrichtung dieses Individuums, die Einstellbarkeit einer oder der anderen optischen Axe in demselben, der Winkel zwischen den optischen Axen der beiden Individuen geben eine Anzahl wichtiger Bestimmungsmomente. Weiter werden Diagramme und Regeln für die Schnitte senkrecht zur Hauptrichtung, Schnitte senkrecht zur Zwillingsaxe, ferner für die Schnitte der symmetrischen Zone senkrecht zu M (010) und für Schnitte der Zone P M [100] angegeben. Insbesondere die Angaben über die gegenseitige Neigung der optischen Axen in den Zwillingen sind durchaus neu und wie Ref. in einer Arbeit in den mineralogischen und petrographischen Mittheilungen XIV zeigt, auch ohne Anwendung des Universalischens durch Beobachtung der Interferenzbilder zu einer exacten Bestimmung der Plagioklase zu verwerthen.

Bezüglich der weitaus wichtigsten Zone senkrecht zu (010) sind v. FEDOROW's Resultate wenig verschieden von jenen MICHEL-LÉVY's. Die vorhandenen geringen Differenzen haben wohl für gewisse theoretische Fragen Bedeutung, für die praktischen Zwecke der Feldspathbestimmung sind sie ziemlich belanglos.

2. Das Buch von MICHEL-LÉVY giebt in der Einleitung (S. 1—14) einen historischen Überblick über die Entwicklung der Kenntniss von den optischen Eigenschaften der Feldspathe. Es wird auf die Nothwendigkeit hingewiesen, auch die Mikrolithen der Grundmasse zu bestimmen, wenn aus der mineralogischen Zusammensetzung auf die chemische Zusammensetzung des Gesteines geschlossen werden soll. Eine Classification, welche bloss Orthoklas- und Plagioklas-Mikrolithen unterscheidet, führt zur künstlichen Zusammenfassung von sehr sauren und sehr basischen Gesteinen. Diese Bemerkungen sind augenscheinlich gegen die Gruppe der Andesite und Porphyrite der deutschen Petrographen gemünzt. Es kann ohne weiteres zugestanden werden, dass für eine weitere Scheidung dieser umfangreichen Gruppen die exacte Bestimmung der Grundmasse-Mikrolithen werthvolle Behelfe liefern kann; doch ist zu berücksichtigen, dass in vielen Gesteinen

auch nach Bestimmung der Feldspath-Mikrolithen ein oft erheblicher Rest in Form von glasiger oder kryptokrystalliner Grundmasse zurückbleibt, und dass andererseits die gewonnenen Abgrenzungen ebenso unbestimmte fluctuirende sein müssen, wie die Zusammensetzung der Grundmasse-Mikrolithen selbst.

Die französischen Petrographen haben, ausgehend von der Ansicht, dass die verschiedenen Plagioklase scharf gesonderte Arten darstellen, die Bestimmbarkeit dieser Mikrolithen auf optischem Wege von jeher behauptet. Die deutschen Petrographen haben sich, ausgehend von der TSCHERMAK'schen Theorie, ablehnend verhalten und an den ersten Versuchen MICHEL-LÉVY's diese Bestimmbarkeit zu erweisen, eine, wie die Folge lehrte, nicht unberechtigte Kritik geübt.

Wie nun einerseits die von einer unrichtigen Voraussetzung ausgehende mathematische Behandlung des Problems durch MICHEL-LÉVY 1877 dem damaligen Stande der gesicherten Kenntnisse weit vorausleitete und in der That falsche Resultate zu Tage förderte, so ist andererseits die Kritik zu weit gegangen, wenn sie die „statistische Methode“ gänzlich verwarf. In der That bringt MICHEL-LÉVY's Buch den Beweis, dass bei der jetzigen Vervollkommnung der Methoden und bei dem jetzigen Stand der Kenntnisse eine innerhalb nicht sehr weiter Grenzen sichere Bestimmung der Feldspath-Mikrolithen möglich ist. Erfreulich ist es, dass sich nunmehr MICHEL-LÉVY völlig auf den Boden der TSCHERMAK'schen Theorie stellt, und auch das letzte Restchen, wo noch ein gewisses Widerstreben gegen die Anerkennung zahlreicher Mittelglieder zwischen Anorthit und Albit sich festgesetzt hatte, die Erklärung der Zonenstructur durch submikroskopische Zwillingsbildung aufgegeben erscheint.

Von v. FEDOROW entlehnt MICHEL-LÉVY die Art der Darstellung in stereographischer Projection mit eingezeichnetem Gradnetz. Die Darstellung wird noch weiter ausgebildet durch Eintragung der Auslöschungsschiefen gegen die Trace von (010) (Zwillingsgrenze) für die Schnittpunkte der Meridiane und Parallelkreise. Die Auslöschungsschiefe bezieht sich immer auf die negative ( $\alpha'$  entsprechende) Auslöschungsrichtung, wird gezählt von  $0-90^\circ$  und als  $\pm$  ( $-$ ) bezeichnet, wenn sie im (entgegen dem) Uhrzeigersinn von der Trace von (010) abweicht. Die Zahlen für die Auslöschungsschiefe sind auf graphischem Wege aus der Position der optischen Axen nach der FRESNEL'schen Regel abgeleitet. Die Vertheilung derselben wird noch durch Curven gleicher Auslöschungsschiefe anschaulich gemacht, welche von den optischen Axen ausstrahlen und in den Punkten (010) und (0 $\bar{1}$ 0) zusammenlaufen.

Eine werthvolle Zugabe bilden ferner die Curven gleicher Doppelbrechung; die erste dieser Curven, einer Doppelbrechung von 0,25 der maximalen entsprechend, umschliesst die optischen Axen, darauf folgen, um je  $\frac{1}{10}$  fortschreitend, weitere bis zur Curve 0,85, welche die optische Normale  $\bar{h}$  umgiebt.

Ein Blick auf die sehr sauber in Farbendruck angeführten Diagramme lässt sofort durch den Verlauf der Curven den Grad der Symmetrie im

optischen Verhalten erkennen. Man gewahrt beim Albit Annäherung an die Symmetrie nach der Querfläche, beim Oligoklas eine bemerkenswerthe Annäherung an die Symmetrie nach (010) (Ähnlichkeit mit dem monoklinen Orthoklas).

Die Diagramme gestatten noch eine wichtige Anwendung zur Ermittlung der Auslöschungsschiefen von Zwillingskrystallen. Die Plagioklase (es gilt das auch von den Mikrolithen der Grundmassen) zeigen sich sehr häufig aus zwei nach dem Carlsbader Gesetz vereinigten Individuen (1) und (2) aufgebaut, deren jedes wieder Lamellen nach dem Albitgesetz (1') und (2') enthält. Bisweilen fehlt (1') oder (2').

Es habe nun der Schnitt das Individuum (1) so getroffen, dass der Pol der Schnittfläche durch die Coordinaten  $+\varphi + \lambda$  dargestellt wird. Derselbe Schnitt trifft das Individuum (1') in einer Richtung, die durch den in Bezug auf die Ebene von (010) symmetrischen Pol, also durch die Coordinaten  $-\varphi + \lambda$  dargestellt wird. Unter Berücksichtigung, dass die Verticalaxe die Zwillingsaxe für das Carlsbader Gesetz ist, erhält man für (2) die Coordinaten  $-\varphi - \lambda$ , für (2')  $+\varphi - \lambda$ . An den durch diese Coordinaten bestimmten Stellen findet man Auslöschungsschiefen angeschrieben, welche nur noch für (1') und (2') der Umkehrung des Vorzeichens bedürfen, um die Auslöschungsrichtungen in allen 4 Individuen des Doppelzwillings zu repräsentiren. MICHEL-LÉVY nennt 4 derartige Auslöschungsschiefen conjugirte Auslöschungsschiefen.

Es ist leicht einzusehen, dass einem solchen Doppelzwilling drei Zonen mit symmetrischen Auslöschungsschiefen zukommen:

1. Zone senkrecht zu (010). Es löschen symmetrisch aus: (1) und (1') (2) und (2').
2. Zone parallel der Verticalaxe: (1) = -(2); (1') = -(2').
3. Zone durch die Normale von (010) und die Verticalaxe: (1) = -(2'); (2) = -(1').

Der nächste Abschnitt (S. 23—28) giebt Aufschluss über die Wahl der optischen Constanten, die zur Zeichnung der Diagramme verwendet wurden. Die wichtigsten Daten lieferten neue Beobachtungen von v. Fouqué, welche umfassten: die Orientirung der Mittellinien  $c$  und  $a$  gegen zwei oder drei Krystallflächen; ferner die Auslöschungsrichtungen von Platten senkrecht zu  $c$  und  $a$  gegen die Trace von (010), endlich die Grösse des wahren Axenwinkels  $2V$ . Mit diesen Daten ist es möglich, die Orientirung der optischen Constanten in der Projection zu geben. Zur Verification wurden die Auslöschungsschiefen auf (010) und (001), sowie die Diagramme v. FEDOROW's herangezogen.

Die von v. Fouqué gelieferten Daten sind an einer anderen Stelle des Buches wie folgt zusammengestellt.

Plagioklas	Fundort	Dichte	SiO <sub>2</sub> -Geh.	2V	Auslöschungsschiefe $\beta$	senkrecht zu	
						$\alpha$	$c$
Albit	Modane	2,600	68 %	+ 75°	1,5340	75°	18° <sup>1</sup>
Oligoklas	Bakersville	2,651	63	- 88	1,5395	87	2 <sup>1</sup>
Andesin	Roche Sauve	2,680	59	- 82	1,5578	61	15 <sup>1</sup>
Labradorit	Pico (Lava 1720)	2,695	56	+ 77	1,5589	60	20
"	" (Cône)	2,698	55,4	+ 77	1,5583	59	24
"	S. Jorge (Fayal)	2,705	53	+ 78	1,5635	58	32
Anorthit	Somma	2,750	44	- 78	1,5837	55	48

Die in den Tafeln I—VII zur Darstellung gebrachten Typen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Auch hier bedeutet A, B die optischen Axen,  $\varphi$  die Breite,  $\lambda$  die Länge der Position auf der Projectionskugel.

		$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$
Albit .	Ab	A <sup>2</sup> - 47½	+ 65	B <sup>2</sup> - 49	- 76
Oligoklas	Ab <sub>4</sub> An <sub>1</sub>	A - 44	+ 70	B + 46	+ 70
Oligoklas	Ab <sub>3</sub> An <sub>1</sub>	A - 41	+ 70	B + 41	+ 61
Andesin .	Ab <sub>5</sub> An <sub>3</sub>	A - 47	+ 72	B + 39	+ 41
Labradorit	Ab <sub>1</sub> An <sub>1</sub>	A - 53	+ 80	B + 39	+ 21
Labradorit	Ab <sub>3</sub> An <sub>4</sub>	A - 54	+ 86	B + 25	+ 10
Anorthit	Ab <sub>11</sub> An <sub>200</sub>	A - 59	+ 62	B + 3	- 7

Zu dieser Tabelle sei Folgendes bemerkt: Die Angaben für Andesin wurden interpoliert zwischen Ab<sub>3</sub>An<sub>1</sub> und Ab<sub>1</sub>An<sub>1</sub>; sie beruhen nicht auf directer Beobachtung. Dem unter Ab<sub>3</sub>An<sub>4</sub> dargestellten Labradorit sind zu Grunde gelegt die Angaben von v. Fouqué für den Plagioklas von S. Jorge, Fayal (siehe die Tabelle oben). Dieser Plagioklas entspricht genauer der Formel Ab<sub>2</sub>An<sub>3</sub>. Auf S. 71 bei der Tafelerklärung ist die Zusammensetzung der auf Taf. VI dargestellten Plagioklase angegeben: Ab<sub>2</sub>An<sub>3</sub> à Ab<sub>3</sub>An<sub>4</sub>. Beobachtungen des Ref. über die Lage der optischen Axe B bei Bytownit machen es wahrscheinlich, dass die auf Taf. VI dargestellte optische Orientierung dem Plagioklas Ab<sub>2</sub>An<sub>3</sub> zukommt (vergl. Min. u. petr. Mitth. XIV. Heft 5). Beim Anorthit fand der Ref. die Orientierung der Axe B auf directem Wege:  $\varphi = -2,4$ ,  $\lambda = -5,7$ , also weder in der Ebene (010), wie v. FEDOROW angiebt, noch rechts von ihr, wie M. LÉVY sie einzeichnet, sondern links von derselben. Es ist zu bemerken, dass v. Fouqué's Angaben in demselben Sinn, wie die Beobachtungen des Ref. von dem Diagramm M. LÉVY's abweichen. Auch die von SCHUSTER beobachtete Auslöschungsschiefe von -37° auf (001) (nicht -33°, wie M. LÉVY S. 28 anführt) am Anorthit der Somma stimmt schlecht mit dem Diagramm M. LÉVY's überein, aus dem sich die Auslöschungsschiefe -31° ableitet.

Diese Bemerkungen zeigen, dass die M. LÉVY'schen Diagramme noch

<sup>1</sup> Die Auslöschungsschiefe bezogen auf (001), da (010) der Schnitt- richtung zu nahe liegt.

<sup>2</sup> A M. LÉVY = A, v. FEDOROW, B M. LÉVY = A, v. FEDOROW.

verbesserungsfähig sind, diese kleinen Divergenzen haben aber keinen wesentlichen Einfluss auf die Brauchbarkeit der übrigen Resultate.

Der folgende Abschnitt „praktische Anwendungen“ S. 29—57 kann im Rahmen eines Referats nicht erschöpft werden; diese Zeilen wollen vielmehr nur darauf hinweisen, dass in der That in dem Buch des französischen Petrographen ein Hilfsmittel bei der mikroskopischen Gesteinsuntersuchung geboten ist, welches binnen Kurzem von allen Petrographen als unentbehrlich erkannt werden dürfte. Nur einige orientirende Bemerkungen seien hier gestattet. Zunächst werden die Auslöschungsschiefen in Zonenschnitten besprochen, eine Frage, welche M. LÉVY schon 1877 in Angriff genommen hat. Weitans am wichtigsten ist die Zone senkrecht zu (010). Die ihr angehörenden Schnitte sind durch die feine und bestimmte Zeichnung der Zwillinglamellen, durch die gleiche Aufhellung bei Coincidenz der Zwillingsgrenze mit den Nicolhauptschnitten auf den ersten Blick zu erkennen und durch die symmetrischen Auslöschungsschiefen leicht zu controliren. Die Maxima der Auslöschungsschiefen ergeben sich für Schnitte dieser Zone wie folgt:

	1894	1890	1877
Ab .	— 16	— 18	15° 45'
Ab <sub>4</sub> An <sub>1</sub>	+ 1		
Ab <sub>8</sub> An <sub>1</sub>	+ 5	+ 4	18 30
Ab <sub>6</sub> An <sub>3</sub>	+ 16		
Ab <sub>1</sub> An <sub>1</sub>	+ 27	+ 32	31 15
Ab <sub>3</sub> An <sub>4</sub>	+ 38		
An	+ 53	> + 50	> 37

Unter 1890 stehen die Zahlen aus dem Buche von M. LÉVY und A. LACROIX, *Minéraux des roches*, unter 1877 jene aus der Arbeit M. LÉVY's, *De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle*. *Ann. des Mines* 1877. Man sieht, wie berechtigt MAX SCHUSTER's Kritik der ersten von M. LÉVY mitgetheilten Zahlen war. Gleichwohl ist der Gedanke, den M. LÉVY damals im Princip verfolgte und nun zu einem hohen Grade von Exactheit gebracht hat, ein richtiger gewesen. Diese so leicht kenntliche Zone bietet in den Maximalwerthen nur eine Unsicherheit: jene zwischen Albit und den sauren Andesinen. Es giebt vorläufig kein Mittel, das Vorzeichen der beobachteten Auslöschungsschiefen im Dünnschliff zu bestimmen. Die Zweideutigkeit wird behoben, wenn im Schnitt ausser den Lamellen des Albitzwillings auch solche nach dem Carlsbader Gesetz zur Beobachtung kommen. Beim Albit und den sauren Oligoklasen sind die Differenzen der Auslöschungsschiefen (1) = (1') einerseits, (2) = (2') andererseits sehr klein, beim Andesin erreichen sie 10°.

Solche Doppelzwillinge lassen sich, wie M. LÉVY ausführlich darlegt, recht leicht erkennen. M. LÉVY zeigt nun weiter, wie man an einem einzigen Schnitt, der der Lage senkrecht zu (010) nur nahe kommt, die Zugehörigkeit zu den Hauptabtheilungen der Plagioklasereihe ermitteln könne. Diese höchst sinnreiche Methode beruht auf den „conjugirten

Auslöschungsschiefen“ der 4 Lamellensysteme (1), (1'), (2), (2') und besteht in einer Art Casuistik. Zu bestimmten Werthen von (1) und (1') gehören in jeder Plagioklasgruppe andere Werthe von (2) und (2'), die in tabellarischer Form aufgeführt sind, und aus den Diagrammen Taf. I—VII leicht entnommen werden können. Selbstverständlich handelt es sich hierbei nicht um eine exacte Ermittlung des Mischungsverhältnisses von Ab und An, wie sie beispielsweise auf Grund von Auslöschungsschiefen auf (001) und (010) nach MAX SCHUSTER möglich ist, und wie sie, nebenbei bemerkt, Ref. in der citirten Arbeit in den Min. u. petr. Mitth. durch Beobachtung der Interferenzbilder anstrebt, sondern nur um die Ermittlung der Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Hauptgruppe der Plagioklasreihe. Für petrographische Zwecke wird man aber in vielen Fällen mit einer solchen beiläufigen Bestimmung völlig zufrieden sein können.

Es werden dann weiter die Zonen durch die Normale von (010) und die Verticalaxe, dann die Zone [001] besprochen, welche geringen determinativen Werth besitzen, endlich die Zone [100] parallel der Kante PM, welche bei den Plagioklas-Mikrolithen der Variolite und ähnlichen Gebilden eine etwas beschränktere Anwendung findet. Bei letzterer ist eine Verwechslung von Albit und Labradorit möglich, wie die folgenden Maximalzahlen beweisen: Ab 20°, Ab<sub>4</sub>An<sub>1</sub> ½°, Ab<sub>3</sub>An<sub>1</sub> 0, Ab<sub>5</sub>An<sub>3</sub> 7°, Ab<sub>1</sub>An<sub>1</sub> 18°, Ab<sub>3</sub>An<sub>4</sub> 32°, An 55°.

M. LÉVY hebt am Schluss der Betrachtung der Zonenschnitte noch hervor, dass jeder Feldspath innerhalb gewisser Grenzen bevorzugte Auslöschungsschiefen gegen die Trace von (010) besitzt, welche eine bedeutende Fläche der Projectionskugel einnehmen, so dass der Versuch nicht aussichtslos erscheint, aus der Mittelzahl der Auslöschungsschiefe einer grösseren Anzahl nach dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit vertheilter zufälliger Schnitte eine Bestimmung des Plagioklases vorzunehmen. Beim Anorthit umfassen die Curven von 30—50° Auslöschungsschiefe die Hälfte der Projectionskugel. Beim Oligoklas nehmen die Felder zwischen 0—5° Auslöschungsschiefe den überwiegenden Raum ein.

Kürzer kann sich das Referat fassen bezüglich der Untersuchung bestimmter Schnitte (S. 46—56). Unter allen Schnitten sind in den Dünnschliffen jene nach (010) am leichtesten zu erkennen durch das Verschwinden der Lamellen des Albitgesetzes, durch die leicht deutbaren Umrisse oder Zuwachszonen, die Spaltrisse nach (001) und (110). Ein werthvolles Kennzeichen sind bei Carlsbader Zwillingen die Spaltrisse nach (001), welche 128° einschliessen. Misst man den Winkel zwischen den negativen Auslöschungsrichtungen, welche dieselbe Winkelhalbirende haben wie die Spaltrisse nach (001), so ergiebt sich folgende Zusammenstellung: Albit 168°, Oligoklas 128°, Andesin 112°, Labrador 96°, Anorthit 54°. Man hat ferner in diesem Schnitt die beste Gelegenheit, die Zonenstructur zu studiren. Ein besonderer Vortheil liegt auch darin, dass Orientierungsfehler des Schliffes die Auslöschungsschiefe wenig beeinflussen; im Durchschnitt entspricht einem Orientierungsfehler von 1° ein solcher der Auslöschungsschiefe von nur ½°.

Durch die Bilder im convergenten Licht sind ferner die Schnitte senkrecht zu den Mittellinien leicht kenntlich. Die diesen Schnitten entsprechenden Auslöschungsschiefen sind z. Th. recht charakteristisch, doch ist auch hier Verwechslung von Albit und Andesin möglich. Schnitte senkrecht zu den optischen Axen geben im konoskopischen Bilde einen brauchbaren Werth für die Lage der Axenebene gegen die Trace von (010), ausserdem erhält man gemäss der Regel der conjugirten Punkte charakteristische Auslöschungsschiefen für die Lamellensysteme (1'), (2), (2'). Endlich werden noch die Schnitte gleichzeitiger Auslöschung für die Lamellen (1), (1') besprochen, die schon v. FEDOROW studirt hat, und einige Ungenauigkeiten in dessen Darstellung corrigirt.

Der nächste Abschnitt handelt von den Brechungsindices der Feldspathe (S. 58—63). Die folgende Tabelle zeigt, dass die Brechungsexponenten der Feldspathe von Orthoklas bis Anorthit regelmässig zunehmen. Zum Vergleich ist Quarz und Canadabalsam hinzugefügt.

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Orthoklas, Gotthard .	1,519	1,524	1,526
Mikroclin, Narestö .	1,523	1,526	1,529
Anorthoklas, Quatro Ribeiras .	1,523	1,529	1,530
Albit, Narestö	1,532	1,534	1,540
Oligoklas, Bamle .	1,534	1,538	1,542
Oligoklas, Bakersville .	1,539	1,543	1,547
Andesin, Roche Sauve .	1,549	1,553	1,556
Labradorit, Labrador	1,554	1,557	1,562
Anorthit, Saint Clément .	1,574	1,579	1,586
Quarz . . . . .	1,544	—	1,553
Canadabalsam (Maximum)	—	1,549	—

Der Verf. erörtert sodann die vom Ref. angegebene Methode, die Brechungsindices zweier aneinander grenzender Durchschnitte zu vergleichen, die er in fruchtbringender Weise erweitert, indem er an Stelle des Quarz als Vergleichsmaassstab den Canadabalsam oder eine stark lichtbrechende Flüssigkeit anwendet. Insbesondere wird von ihm die D. KLEIN'sche Flüssigkeit empfohlen. Indem man den Index der Flüssigkeit entweder mit Totalreflectometer oder durch den Vergleich mit bekannten Mineralen ermittelt und dann einen vom Canadabalsam befreiten Rand des Dünnschliffes mit der Flüssigkeit benetzt, kann man die Lichtbrechung der Feldspathe ermitteln. Dieses Verfahren findet insbesondere Anwendung zur Unterscheidung von Oligoklas und Sanidin oder Anorthoklas in Mikroolithenform, die auf anderem Wege schwer unterscheidbar sind.

Den Schluss bilden Beispiele der Feldspathbestimmung in verschiedenen Gesteinen.

Die in schönem Farbendruck hergestellten Tafeln I—VII (Gradnetz lichtblau, Curven gleicher Auslöschungsschiefe roth, Curven gleicher Doppelbrechung violett) stellen die Orientirung von Albit, zwei Oligoklasen, Andesin, zwei Labradoriten und Anorthit dar. Tafel VIII bringt die Ver-

änderung der optischen Constanten in der ganzen Reihe zur Anschauung und zeigt ferner die Bestimmungen von v. FEDOROW; die Übereinstimmung ist im Allgemeinen recht gut. Die grössten Differenzen finden sich in der Bytownitreihe. Taf. VIII liefert auch Curven gleicher Winkel der Spalt-  
risse nach (001) und (010). Im Quadranten rechts oben ändere man  
— 80 — 70 in + 80 + 70.

**F. Becke.**

---