

# Ueber das mikroskopische Verhalten gesteins- bildender Glimmer.

Von

A. Johnsen in Königsberg i. Pr.

Mit 1 Textfigur.

## Inhalt.

	Seite
1. Einleitung . . . . .	129
2. Berechnung der Auslöschungsschiefen monokliner Kristalle bei orthodomatischer Achsenebene . . . . .	131
3. Berechnung und Beobachtung von Auslöschungsschiefen gesteins- bildender Glimmer . . . . .	132
4. Allgemeine Ergebnisse . . . . .	147

## 1. Einleitung.

Gestützt auf die Erkenntnis, daß man die Auslöschungsrichtungen<sup>1</sup> einer Kristallplatte durch Projektion der optischen Achsen auf diese und durch Halbierung der beiden Winkel der Projektionslinien erhält, hat zuerst MICHEL-LÉVY<sup>2</sup> 1877 die Auslöschungsschiefen gegenüber [001] auf Flächen von [001] des Orthoklas berechnet, sodann auch die Schiefen und deren Maxima gegenüber den Spaltungstracen auf Flächen von [010],

<sup>1</sup> D. h. die Tracen der Nicol-Hauptschnitte auf der Kristallplatte bei Dunkelstellung.

<sup>2</sup> MICHEL-LÉVY, Annales des Mines. (7.) 12. 392. 1877.

[001], [100], sowie der  $\perp$  [001] in (010) gelegenen Zone der Plagioklasreihe ermittelt<sup>1</sup>.

In „Les minéraux des roches“ von MICHEL-LÉVY und LACROIX (1888) findet man eine Ableitung der Auslöschungslagen trikliner Platten aus einer Zone Z mittels stereographischer Projektion, wenn bekannt sind  $\angle \overline{AZ} : \overline{BZ}$ ,  $\angle AZ$ ,  $\angle BZ$ ,  $\angle \vartheta$ , wo A und B die optischen Achsen bedeuten und  $\vartheta$  den Winkel zwischen der Medialebene von  $\angle AZB$  und der jeweiligen Plattenebene.

In der Folgezeit ist die geometrische Behandlung solcher Beziehungen von CESÀRO<sup>2</sup>, FERRO<sup>3</sup>, SOUZA-BRANDÃO<sup>4</sup>, HARKER<sup>5</sup> und WÜLFING<sup>6</sup> mehrfach variiert und modifiziert worden, indem man z. B. bald die eine, bald die andere Variable als unbekannt annahm.

DALY<sup>7</sup> entwickelte 1899 eine Formel zur Berechnung der Auslöschungsschiefen monokliner Kristalle bei klinopinakoidaler Achsenlage und führte die Rechnung für Flächen von [001] einiger Hornblenden von verschiedenem optischen Achsenwinkel durch, wobei sich übrigens ergab, daß das Schiefenmaximum jener Zone keineswegs immer in (010) liegt.

Als ich nun auf eine freundliche Anregung von Herrn Prof. MÜGGE hin Auslöschungswinkel gesteinsbildender Glimmer zu messen und zu berechnen unternahm, erschien die Ableitung einer für monokline Kristalle mit orthodomatischer Achsenebene gültigen Formel erwünscht, die man im folgenden Abschnitt findet und die natürlich nicht nur für Glimmer 1. Art, sondern auch z. B. für monokline Amphibole mit orthodomatischer Achsenebene gilt und in ihrer Anwendung auf rhombische Körper mit DALY's Formel zusammenfallen muß.

<sup>1</sup> MICHEL-LÉVY, Etude sur la détermination des Feldspats. p. 31 ff. 1894.

<sup>2</sup> CESÀRO, Mém. Acad. R. Sc. etc. Belgique. 54. 1905.

<sup>3</sup> FERRO, Rivista di Mineralogia etc. 20. 1. Padua 1898, sowie Atti Soc. Ligust. Sc. 9. 143 u. 230. Genova 1898.

<sup>4</sup> SOUZA-BRANDÃO, Dies. Jahrb. 1902. II. 217.

<sup>5</sup> HARKER, Dies. Jahrb. 1902. II. 3.

<sup>6</sup> WÜLFING in ROSENBUSCH, Physiographie. I. 1. 253. 1904.

<sup>7</sup> DALY, Proc. Acad. Arts. Sc. 34. 311. 1899; vergl. dazu dies. Jahrb. 1901. II. 120.



auf (hkl), also  $\sphericalangle A'OC' = \alpha' =$  Neigung der einen Projektionslinie gegen  $[hkl : 010]$  und  $\sphericalangle B'OC' = \beta' =$  Neigung der anderen Projektionslinie gegen  $[hkl : 010]$ , wobei man  $\sphericalangle \alpha'$  und  $\beta'$  durch entgegengesetzte Drehung der Kante  $[hkl : 010]$  entstehen läßt,  $\sphericalangle ADA' = \vartheta =$  Neigung von (hkl) gegen (hol),  $\sphericalangle AC'A' = \varphi_1 = (\vartheta - \psi)$  und  $\sphericalangle BC'B' = \varphi_2 = (\vartheta + \psi)$ , wobei  $(\vartheta - \psi)$  die Differenz von  $\vartheta$  und  $\psi$  ohne Vorzeichen bedeutet.

Dann ergibt sich, wenn  $\Theta$  den Winkel zwischen einer Auslöschungsrichtung und der Trace von  $\overline{ABCC'}$  auf (hkl) bedeutet,

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} 2\Theta &= \operatorname{tg}(\alpha' - \beta') \\ &= \frac{\operatorname{tg} \alpha' - \operatorname{tg} \beta'}{1 + \operatorname{tg} \alpha' \cdot \operatorname{tg} \beta'} \\ &= \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi_1 - \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi_2}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2} \\ &= \frac{\operatorname{tg} \alpha [\cos(\vartheta - \psi) - \cos(\vartheta + \psi)]}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos(\vartheta + \psi) \cdot \cos(\vartheta - \psi)}. \end{aligned}$$

Ist  $\sphericalangle \alpha' > \beta'$ , so weicht die eine Auslöschungsrichtung um  $\Theta$  im Uhrzeigersinn von der Trace der Ebene  $\overline{ABCC'}$  ab.

Will man die Auslöschungsschiefe  $\Theta'$  gegenüber der Trace einer andern, von dem jeweiligen Schnitt (hkl) unabhängigen Ebene, z. B. den Spaltungsrisen der Glimmer ermitteln, so hat man  $\Theta' = \Theta \pm \Delta$ , wo  $\Delta$  den Winkel der beiden Tracen auf (hkl) bedeutet.

### 3. Berechnung und Beobachtung von Auslöschungsschiefen gesteinsbildender Glimmer.

Es soll jetzt obige Formel auf Glimmer 1. Art, sowie DALY'S Formel auf Glimmer 2. Art angewendet und das Ergebnis an Gesteinsschliffen und an orientierten Kristallschliffen geprüft werden. Da  $\sphericalangle (100) : (001)$  von  $90^\circ$  stets nur um weniger als  $6'$  abzuweichen scheint, so wurde die Abweichung vernachlässigt. Die Auslöschungsschiefen  $\Theta$  beziehen sich auf die basischen Spaltungsrisse, der Sinn der Schiefe blieb, weil im Gesteinsschliff nicht zu ermitteln, auch in der Berechnung unberücksichtigt.

## A. Prismenschnitte.

Zunächst wurden die Auslöschungswinkel  $\Theta$  bei verschiedenen  $\angle 2V$  und verschiedenen  $\angle \Phi (= \angle \alpha : c)$  für verschiedene Schnitte der Zone [001] berechnet; die gewählten (hk0) bilden mit (100) die  $\angle \vartheta = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ ; für  $\vartheta = 90$  mußte die Rechnung  $\angle \Theta = \Phi$  ergeben, was auch der Fall war. Für  $\angle \Phi$  findet man in der Literatur bei Muscovit und Lepidolith  $\frac{1}{2}-2^\circ$  angegeben, bei Anomit gewöhnlich nicht über  $4^\circ$ , bei Margarit  $6\frac{1}{2}^\circ$ . Der optische Achsenwinkel ist im Muscovit im Maximum  $2V = 45^\circ$ , geht aber fast bis auf  $0^\circ$  herab<sup>1</sup>, im Anomit ist er meist nicht größer als  $2V = 25^\circ$ , im tiroler Margarit geht er bis etwa  $2V = 70^\circ$  hinauf. Daher ist unten  $\Phi = 1\frac{1}{2}^\circ$  mit  $2V = 5^\circ, 25^\circ, 35^\circ, 45^\circ$  kombiniert,  $\Phi = 4^\circ$  mit  $2V = 25^\circ, \Phi = 6\frac{1}{2}^\circ$  mit  $2V = 70^\circ$ .

Schließlich sollte festgestellt werden, inwiefern für bestimmtes  $\Phi$  und bestimmtes  $2V$  die Auslöschungsschiefen bei klinopinakoidaler und bei orthodomatischer Achsenebene voneinander abweichen, daher wurden bei  $\Phi = 4^\circ$  und  $2V = 25^\circ$  die  $\angle \Theta$  für beide Fälle, also etwa für Anomit einerseits und Meroxen anderseits, berechnet; für den letzteren Fall wurde DALY'S Formel in folgender geringer Umformung benutzt:

$$\operatorname{tg} 2\Theta = \frac{(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) \sin \vartheta}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \sin^2 \vartheta},$$

worin  $\alpha$  und  $\beta$  die Winkel zwischen [hk0 : 010] und der optischen Achse OA resp. OB bedeuten und  $\alpha$  und  $\beta$  durch entgegengesetzte Drehung der Kante [hk0 : 010] entstehen;

<sup>1</sup> Besonders klein wird  $2V$  nach ROSENBUSCH (Physiogr. I. 2. 263. 1905) öfters im Muscovit von Kalksilikatfelsen, sowie in dichten Sericitmassen. C. SCHMIDT (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lfg. 25. Bern 1891. Anhang. p. 32) beschreibt aus feldspatarmem Adulagneis einen scheinbar einachsigen Glimmer, der beim Erhitzen zweiachsig, beim Abkühlen wieder einachsig wird und nach WÜLFING'S Analyse (ebenda) enthält: SiO<sub>2</sub> 47,69, TiO<sub>2</sub> 0,11, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 28,30, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,02, FeO 3,88, MgO 2,72, Na<sub>2</sub>O 1,87, K<sub>2</sub>O 9,06, H<sub>2</sub>O 4,07; Sa. 98,72. Um gebleichten Biotit kann es sich hier nach ZSCHIMMER'S Arbeit über „die Verwitterungsprodukte des Magnesiaglimmers“ (Dissert. Jena 1898. p. 20, 24, 25, 69) nicht handeln, da bei der Bleichung Verlust von Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, darauf auch von FeO und Ersatz von K durch H stattfinden, Mg aber nahezu konstant bleiben soll.

$\vartheta$  wie oben. Sei OA die auf (001) mehr nach hinten austretende Achse, dann erhält man, wenn  $\alpha$  auf (001) nach hinten austritt,  $\angle \Theta$  durch Drehung der Spaltungsrise im Uhrzeigersinn, wenn  $\alpha$  nach vorn austritt, im entgegengesetzten Sinne. Für unsere Untersuchungen ist der Drehungssinn, wie schon oben bemerkt, irrelevant.

$$\Phi = 1\frac{1}{2}^{\circ}, 2V = 5^{\circ}.$$

$$\text{Hilfsgrößen } \alpha = 2^{\circ} 55', \psi = 30^{\circ} 58'.$$

$\vartheta$	$\Theta$
0°	0° 0'
15	0 24
30	0 45
60	1 20
75	1 27
90	1 30 (= $\Phi$ )

$$\Phi = 1\frac{1}{2}^{\circ}, 2V = 25^{\circ}.$$

$$\text{Hilfsgrößen } \alpha = 12^{\circ} 35', \psi = 6^{\circ} 56'.$$

$\vartheta$	$\Theta$
0°	0° 0'
15	0 23
30	0 45
60	1 19
75	1 27
90	1 30 (= $\Phi$ )

$$\Phi = 1\frac{1}{2}^{\circ}, 2V = 45^{\circ}.$$

$$\text{Hilfsgrößen } \alpha = 22^{\circ} 33', \psi = 3^{\circ} 55'.$$

$\vartheta$	$\Theta$
0°	0° 0'
15	0 22
30	0 45
60	1 21
75	1 27
90	1 30 (= $\Phi$ )

$$\Phi = 4^{\circ}, 2V = 25^{\circ}.$$

1. Orthodomatische Achsenebene (Glimmer 1. Art).

$$\text{Hilfsgrößen } \alpha = 13^{\circ} 7', \psi = 17^{\circ} 54'.$$

$\vartheta$	$\Theta$
0°	0° 0'
60	3 31
90	4 0 (= $\Phi$ )

2. Klinopinakoidale Achsenebene (Glimmer 2. Art).

$$\text{Hilfsgrößen } \alpha = 16^{\circ} 30', \beta = 8^{\circ} 30'.$$

$\vartheta$	$\Theta$
0°	0° 0'
60	3 31
90	4 0 (= $\Phi$ )

$$\Phi = 6\frac{1}{2}^{\circ}, 2V = 70^{\circ}.$$

$$\text{Hilfsgrößen } \alpha = 35^{\circ} 31', \psi = 11^{\circ} 14'.$$

$\vartheta$	$\Theta$
0°	0° 0'
60	6 8
90	6 30 (= $\Phi$ )

Man sieht aus Obigem: Das Maximum der Auslöschungsschiefen der Zone [001] liegt stets in (010); dasselbe muß bei Glimmern 1. und 2. Art bei gleichem  $\Phi$  gleich sein, nämlich =  $\Phi$ ; überhaupt weichen die Schiefen  $\Theta$  auf Flächen (hk0) bei Glimmern 1. Art und 2. Art nicht meßbar voneinander ab.

Jetzt erhebt sich die Frage, ob man bestimmte Schnitte der Zone [001] im Gesteinsschliff zu ermitteln vermag, um die berechneten  $\Theta$  zu prüfen. In der Tat lassen sich zwei verschiedene Schnitte auffinden.

Die Schnitte // (100) der Glimmer 1. Art sind daran zu erkennen, daß sie die höchste aller beobachteten Interferenzfarben besitzen; gleichzeitig muß die Auslöschung parallel den (hier meist sehr scharfen) Spaltungsrissen erfolgen. Liegt ein Zwilling nach (110) vor, dessen eines Individuum // (100) getroffen ist, so weicht der Schnitt im anderen Individuum

nur um  $2'$  von (130) ab (da  $\sphericalangle 110 : 130 = 90^\circ 1'$ ); bestimmt man die Interferenzfarbe dieser 2. Hälfte und sucht dann Zwillingschnitte auf, deren beide Hälften jene Interferenzfarbe und symmetrische gleiche Auslöschungsschiefen haben, so sind hier beide Individuen // (130) getroffen; man kann also nicht nur Schnitte nach (100) ermitteln, sondern in Zwillingen überdies solche nach einer Fläche von {130} in zweierlei Weise auffinden, ihr  $\Theta$  muß mit dem für  $\vartheta = 60$  berechneten (in obigen Tabellen fettgedruckten) Werte übereinstimmen. Diese Schnitte lassen sich noch weiterhin kontrollieren: Kennt man annähernd die Brechungsindizes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , so kann man aus der höchsten beobachteten Interferenzfarbe (// 100) und dem Wert  $(\gamma - \alpha)$  die Schliffdicke berechnen und aus dieser und dem Werte  $(\xi - \alpha)$  die // {130} auftretende Interferenzfarbe ermitteln, indem man den Brechungsindex  $\xi$  des annähernd // (130) und  $\perp a$  schwingenden Strahles feststellt; aus der Indikatrix ergibt sich

$$\xi^2 = \frac{\gamma^2 \beta^2}{\gamma^2 \cdot \sin^2 \vartheta + \beta^2 \cdot \cos^2 \vartheta}.$$

Die aus dem Werte  $(\xi - \alpha)$  und der Schliffdicke sich ergebende Interferenzfarbe kann man ohne weiteres aus der MICHEL-LÉVY'schen Skala<sup>1</sup> ablesen. Diese Interferenzfarbe muß mit der beobachteten übereinstimmen.

Bei Glimmern 2. Art ist es (110), das in Zwillingen fast genau mit der Ebene von höchster Interferenzfarbe, nämlich (010), zusammenfällt.

Die zugehörigen Beobachtungen wurden an Muscovit des kalifornischen Lawsonitgesteins und an Margarit von Sterzing angestellt.

Der lawsonitführende Glaukophanschiefer von Tiburon Peninsula, Marin Co., Kalifornien, führt nach RANSOME<sup>2</sup> hellen Glimmer mit großem Achsenwinkel, nach ROSENBUSCH<sup>3</sup> Margarit. Der Glimmer des mir vorliegenden Stückes ist 1. Art, hell, optisch negativ, hat beträchtlich kleineres  $2E$  als der Margarit von Sterzing und im Gegensatz zu diesem  $\rho > \nu$ , sowie keine im Konoskop merkliche Neigung  $a : c$ ; er gibt mit HF nur

<sup>1</sup> Auch bei WÜLFING in ROSENBUSCH, Physiogr. I. 1. 1904. Taf. III.

<sup>2</sup> RANSOME, Bull. Departm. of Geol., Univ. of Calif. Berkeley. 1. 301. 1895.

<sup>3</sup> ROSENBUSCH, Physicgr. I. 2. 169. 1905.



K-Reaktion, spektroskopisch nur K- und Na-Reaktion. Zwei Blättchen ergaben im Achsenwinkelapparat  $2E_{Na} = 64^{\circ} 8'$  und  $64^{\circ} 21'$ , Mittel =  $64^{\circ} 15'$ , daraus und aus  $\beta = 1,5936$  (etwa) folgt  $2V_{Na} = 39^{\circ} 0'$ . Es handelt sich also fraglos um Muscovit<sup>1</sup>.

Schliff 1. Höchste Interferenzfarbe = Rot 3. Ordnung. Setzt man die Brechungsindizes des Muscovit (hier wie im folgenden)  $\alpha = 1,5601$ ,  $\beta = 1,5936$ ,  $\gamma = 1,5977$ , mithin  $\gamma - \alpha = 0,0376$ ,  $\beta - \alpha = 0,0335$ ,  $\gamma - \beta = 0,0041$ , so ergibt sich  $40 \mu$  Schliffdicke, ferner für (130) die Doppelbrechung  $\xi - \alpha = 0,0345$  und somit Grün 3. Ordn. Nun fanden sich in der Tat Zwillingschnitte mit Rot resp. Grün 3. Ordn., in der grünen Hälfte wurde gem.  $\Theta = 1-2^{\circ}$ , berechn. (vergl. die Tabellen)  $\Theta = 1\frac{1}{2}^{\circ}$ .

Schliff 2. Höchste Interferenzfarbe = Grün 4. Ordn., mithin Schliffdicke =  $45 \mu$ . Zwillingschnitte // (100) resp. (130) müssen Grün 4. Ordn. resp. Rot 3. Ordn. zeigen, in solchen Schnitten zeigte die rote Hälfte  $\Theta = 1^{\circ}$ , berechn.  $\Theta = 1\frac{1}{2}^{\circ}$ .

Margarit von Sterzing zeigt auf (001) Achsenaustritt außerhalb des Gesichtsfeldes von FUESS' Mikroskop IVa mit Okul. 3 und Obj. 7, starke Neigung  $a : c$ ,  $b = c$ ,  $\rho < v$  und ist vergesellschaftet mit Klinochlor<sup>2</sup> (optisch +, kleiner Achsen-

<sup>1</sup> Am Glimmer des ebenfalls lawsonitführenden Glaukophangesteins der Cottischen Alpen fand ich helle Farbe, keinen Pleochroismus, scheinbare Einachsigkeit, negative Doppelbrechung, spektroskopisch nur K- und Na-Reaktion, mit HF Mg-Reaktion; es handelt sich also wohl um einen hellen Biotit. FRANCHI, der diese oberitalischen Lawsonitgesteine als zersetzte Gabbros, Diabase etc. beschrieb, gibt anscheinend keinen Glimmer an (Boll. Soc. Geol. Ital. 16. 73. 1897, Ref. dies. Jahrb. 1899. I. -61-). Aus den Lawsonitgesteinen von Gorgona im toskanischen Archipel (E. MANASSE, Centralbl. f. Min. etc. 1904. 55), aus denen der Basilicata und Calabriens (C. VIOLA, Zeitschr. f. Krist. 28. 553. 1897) und aus denen Corsicas (LACROIX, Bull. Soc. min. Fr. 20. 309. 1897) wird kein Glimmer erwähnt.

<sup>2</sup> Auf diesen Klinochlor beziehen sich vielleicht die Angaben von DES CLOIZEAUX, sowie von BAUER über kleines 2E am Margarit von Sterzing; Klinochlor und Margarit sind nämlich hier wie in dem Vorkommen im Smirgel der Green Mountains bei Chester in Massachusetts vielfach mit parallelen (001) und anscheinend parallelen Achsenebenen verwachsen, woraus scheinbare Zwischenwerte von 2E resultieren. Das von BAUER im Lehrb. d. Min. 1886. 449 angegebene, von HINTZE in sein Handbuch (II. 1897. p. 652) übernommene Vorkommen von St. Marcel in Piemont ist

winkel, Achsenebene // (010), Pleochroismus:  $a = b$  bläulichgrün,  $c =$  gelb bei  $\frac{1}{2}$  mm Dicke,  $\gamma - \alpha = 0,01$  ca.) und Apatit.

Aus dem Lavendelgrau der Apatit-Säulenschnitte ergibt sich die Schliffdicke zu etwa  $40 \mu$ . Höchste Interferenzfarbe des Margarit = Blau 2. Ordn., also  $\gamma - \alpha = 0,017$  etwa<sup>1</sup>. Schnitte mit annähernd normalem Bisektricenaustritt zeigen Grauweiß 1. Ordn. mit einem Stich ins Gelbe, mithin  $\gamma - \beta = 0,005$  etwa. Setzt man nun nach BECKE's<sup>2</sup> Angabe  $\beta = 1,645$ , so erhält man approximative Hauptbrechungsindizes  $\alpha = 1,633$ ,  $\beta = 1,645$ ,  $\gamma = 1,650$ .

Für (130) ergibt sich  $(\xi - \alpha) = 0,014$ , also Rot 1. Ordn. Es fanden sich Zwillingschnitte mit einer blauen und einer gelbroten Hälfte, also // (100) und  $\underline{(130)}$ , in letzteren wurde gem.  $\Theta = 5^\circ$  bis  $\Theta = 9^\circ$ , berechn.  $\Theta = 6^\circ$ , und ein Zwillingschnitt mit zwei lebhaft roten Hälften mit symmetrisch gleichen Auslöschungsschiefen, also //  $\underline{(130)}$  und  $\underline{(130)}$  ergab  $\Theta = 7^\circ$ , berechn.  $\Theta = 6^\circ$ .

### B. Pyramidenschnitte.

Die meist auffallende Kleinheit der zu beobachtenden Auslöschungsschiefen gesteinsbildender Glimmer veranlaßt uns zur Berechnung der  $\bowtie \Theta$  verschiedener Pyramidenschnitte. Ermittelt man nach obigen Formeln die Auslöschungswinkel  $\Theta$  für Pyramidenschnitte, die beträchtlich von der Zone [001] abweichen, so findet man, daß unter allen Schnitten von gleicher Neigung  $\delta$  gegen (001) derjenige sehr annähernd das größte  $\Theta$  gegenüber der Basis-trace besitzt, dessen Spur auf (001) einen Winkel von  $45^\circ$  mit  $\frac{1}{a}$  und mit  $\frac{1}{b}$  bildet. Erst bei sehr steiler Aufrichtung der Schnittlage, nämlich bei  $\delta > 60^\circ$ , wandert das Maximum der Auslöschungsschiefe auf Klinodomen zu, bis es bei  $\bowtie \delta = 90^\circ$ ,

nach meinen Beobachtungen von typischem Margarit mindestens sehr abweichend: weich, biegsam,  $2E = 68^\circ$  ca.,  $\bowtie a : c$  unmerklich klein,  $\rho > \nu$ , gibt mit HF starke K-Reaktion. Ähnliches gilt für eine ebenfalls in der hiesigen Sammlung befindliche Stufe von Rohrlach bei Hirschberg in Schlesien mit  $2E = 58$ ; TRAUBE (Die Minerale Schlesiens. 1888) gibt von Rohrlach wie überhaupt aus Schlesien keinen Margarit an.

<sup>1</sup> Der von ROSEBUSCH (Physiogr. I. 2. 396. 1905) angegebene Wert  $\gamma - \alpha = 0,009$  ist erheblich zu gering.

<sup>2</sup> BECKE, Zeitschr. f. Krist. 2. 49. 1877.

d. h. in der Prismenzone nach (010) hingelangt; solch steile Pyramidenschnitte interessieren uns jetzt aber wegen ihrer geringen Auslöschungsschiefen (bei  $2V = 40^\circ$ ,  $\phi = 0^\circ$  und  $\delta > 60^\circ$  ist  $\Theta < 3^\circ$ ) nicht. Dreht man z. B. einen um  $\delta = 30^\circ$  zu (001) geneigten Schnitt, dessen Spur auf (001)  $45^\circ$  mit  $\hat{a}$  und mit  $\hat{b}$  bildet, so, daß die Neigung  $\delta$  konstant bleibt, die Neigung der Trace auf (001) zu  $\hat{a}$  aber von  $45^\circ$  auf  $35^\circ$  sinkt, so vermindert sich  $\Theta$  um  $1^\circ$ , wenn  $\sphericalangle 2V = 40^\circ$  und  $\sphericalangle \phi = 0^\circ$  gesetzt wird. Dreht man einen um  $\delta = 55^\circ$  zu (001) geneigten Schnitt, dessen Spur auf (001)  $45^\circ$  mit  $\hat{a}$  und mit  $\hat{b}$  bildet, so, daß die Neigung  $\delta$  konstant bleibt, die Neigung der Trace auf (001) zu  $\hat{a}$  aber von  $45^\circ$  auf  $35^\circ$  sinkt, so ändert sich  $\Theta$  nur um wenige Minuten.

Setzt man nunmehr umgekehrt die Spur der Schnitte auf (001) konstant =  $45^\circ$  zu  $\hat{a}$  und zu  $\hat{b}$  geneigt, so ergibt sich ein mit abnehmender Schnittneigung  $\delta$  zunehmendes  $\Theta$ ; weicht der Schnitt nur um ein Winkeldifferential von (001) ab, so ist  $\Theta$  nur um ein Winkeldifferential von  $45^\circ$  verschieden. In folgender Tabelle findet man die Auslöschungsschiefen  $\Theta$  gegen die Basistrace für Schnitte der letztgenannten Zone mit verschiedener Neigung  $\delta$  zu (001) bei verschiedenem  $\sphericalangle 2V$  und verschiedenem  $\sphericalangle \phi (= \hat{a}:\hat{c})$  berechnet.

2V	$\phi$	$\delta$	$\Theta$
40	0	90	0
40	$1\frac{1}{2}$	90	1
40	0	55	3
40	$1\frac{1}{2}$	55	4
40	0	45	5
40	0	30	$11\frac{1}{2}$
70	0	50	12
70	$6\frac{1}{2}$	50	18
25	0	45	2
25	4	45	$5\frac{1}{2}$
25 (// 010)	4	45	$6\frac{1}{2}$
25	8	45	11
10	4	45	4
10	8	45	10
0	4	45	4
0	8	45	9

Man sieht: die Zunahme von  $\Theta$  mit abnehmendem  $\delta$  erfolgt von  $\delta = 90^\circ$  an erst langsam, dann immer schneller; wenn (bei  $2V = 40$  und  $\Phi = 0$ )  $\delta$  von  $90^\circ$  auf  $45^\circ$  fällt, steigt  $\Theta$  von  $0^\circ$  auf  $5^\circ$ , fällt  $\delta$  von  $45^\circ$  auf  $30^\circ$ , so steigt  $\Theta$  von  $5^\circ$  auf  $11\frac{1}{2}^\circ$ . Ferner steigt  $\Theta$  mit zunehmendem  $2V$ , wächst (bei  $\Phi = 0$  und  $\delta = 45$ )  $2V$  von  $25^\circ$  auf  $40^\circ$  an, so steigt  $\Theta$  von  $2^\circ$  auf  $5^\circ$ , wächst  $2V$  von  $40^\circ$  auf  $70^\circ$  an, steigt  $\Theta$  von  $5^\circ$  auf über  $12^\circ$ . Auf Zunahme von  $\Phi$  reagiert  $\Theta$  in demselben Sinne, aber weit empfindlicher; wächst (bei  $2V = 40$  und  $\delta = 55$ )  $\Phi$  von  $0^\circ$  auf  $1\frac{1}{2}^\circ$  an, so steigt  $\Theta$  von  $3^\circ$  auf  $4^\circ$ , wächst (bei  $2V = 25$  und  $\delta = 45$ )  $\Theta$  von  $0^\circ$  bis  $4^\circ$  an, so steigt  $\Theta$  von  $2^\circ$  auf  $5\frac{1}{2}^\circ$ , wächst (bei  $2V = 70$  und  $\delta = 50$ )  $\Theta$  von  $0^\circ$  auf  $6\frac{1}{2}^\circ$  an, so steigt  $\Theta$  von  $12^\circ$  auf  $18^\circ$ , wächst (bei  $2V = 0$  und  $\delta = 45$ )  $\Theta$  von  $4^\circ$  auf  $8^\circ$  an, so steigt  $\Theta$  von  $4^\circ$  auf  $9^\circ$  usw. Der Maximalwert der bei obigen Schnittneigungen  $\delta$  zu beobachtenden Auslöschungsschiefen  $\Theta$  steigt also, wenn wir von einem Glimmer mit der Bisektricenneigung  $\Phi$  zu einem sonst gleichen Glimmer mit  $\Phi' = \Phi + \mathcal{A}$  übergehen, annähernd um  $\mathcal{A}$  und stimmt bei  $2V < 25$  annähernd mit  $\Phi$  überein. Schließlich ist dieser Maximalwert annähernd unabhängig davon, ob es sich um orthodomatische oder um klinopinakoidale Achsenebene handelt; es verhalten sich also z. B. Meroxene und Anomite von ungefähr gleichem  $2V$  und  $\Phi$  nicht merklich verschieden, denn es ist bei  $2V = 25$ ,  $\Phi = 4$  und  $\delta = 45$  bei Anomit  $\Theta = 5\frac{1}{2}^\circ$ , bei Meroxen  $\Theta = 6\frac{1}{2}^\circ$ .

Im folgenden wird die Übereinstimmung obiger Berechnungen mit den Tatsachen festgestellt werden. Hierzu beobachten wir Muscovit in dem kalifornischen Lawsonitgestein und in einigen Gneisen und Graniten, Lithionit in Graniten des Erzgebirges, Margarit in der Stufe von Sterzing, sowie Biotit in dem Andesittuff von Jumilla (Spanien) und in dem Nephelinit vom Katzenbuckel (Odenwald).

Es sei noch folgendes vorausgeschickt. Die größten  $\times \Theta$  müssen wir nach Vorhergehendem in solchen Schnitten finden, die besonders flach gegen (001) einfallen, also besonders niedrige Interferenzfarben zeigen. In Schnitten von einem gewissen

Neigungswinkel  $\delta$  an abwärts werden nun aber die orientierenden Spaltungsrisse nicht mehr deutlich auftreten, die  $\angle \Theta$  also nicht mehr meßbar sein. Man sucht nun unter den durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitten diejenigen von niedrigster Interferenzfarbe auf, berechnet aus letzterer und der (wie unter A festgestellten) Schliffdicke mittels der Indikatrix die zugehörigen Neigungswinkel  $\delta$ , interpoliert dann aus obiger Tabelle  $\Theta$  und mißt dieses gleichzeitig im Schliff. Es ist ohne weiteres klar, daß das gemessene  $\Theta$  nicht gleich dem interpolierten sein muß, sondern nur nicht größer sein darf. In flacheren und spaltungsrissefreien Zwillingschnitten kann man die Auslöschungsdifferenz beider Hälften messen und halbieren und sodann die Schnittneigung  $\delta$  aus der niedrigeren der beiden Interferenzfarben berechnen; der gemessene  $\angle \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2}$  kann auch hier wiederum nicht größer sein als der berechnete  $\angle \Theta$ .

Muscovit im kalifornischen Lawsonitgestein (optische Konstanten siehe oben unter A).

Schliff 1. Höchste Interferenzfarbe = Rot 3. Ordn., also Schliffdicke = 40  $\mu$ . Niedrigste Interferenzfarbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Grün 2. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 50^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 4^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 2\frac{1}{2}^\circ$ .

Schliff 2. Höchste Interferenzfarbe = Grün 4. Ordn., also Schliffdicke = 50  $\mu$ . Niedrigste Farbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Blau 3. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 50^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 4^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 2\frac{1}{2}^\circ$ . In einem Zwillingschnitt ohne Spaltungsrisse fand ich die niedrigere Interferenzfarbe = Rot 2. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 45^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 6^\circ$ , gem.  $\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} = 7^\circ$ .

Muscovit im Gneis von Selb in Bayern (optische Konstanten ungefähr wie oben).

Höchste Interferenzfarbe = Blau 3. Ordn., also Schliffdicke = 30  $\mu$ . Niedrigste Farbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Grün 2. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 55^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 3\frac{1}{2}^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 3\frac{1}{2}^\circ$ . In einem Zwillingschnitt ohne Spaltungsrisse war die niedrigere

Farbe = Gelb 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 30^\circ$ , daraus berechn.  $\Theta \leq 12^\circ$ , gem.  $\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} = 8^\circ$ .

Muscovit im Gneis von Silberberg i. Schl. (optische Konstanten ungefähr wie oben).

Höchste Interferenzfarbe = Grün 3. Ordn., also Schliffdicke =  $35 \mu$ . Niedrigste Farbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Grün 2. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 50^\circ$ . In einem Zwillingschnitt ohne Spaltungsrisse war die niedrigere Farbe = Ockergelb 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 30^\circ$ , daraus berechn.  $\Theta \leq 12^\circ$ , gem.  $\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} = 10^\circ$ .

Muscovit im echten Granit von Nantes (optische Konstanten ungefähr wie oben).

Höchste Interferenzfarbe = Grün 3. Ordn., also Schliffdicke =  $35 \mu$ . Niedrigste Farbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Rot 2. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 50^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 3^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 2\frac{1}{2}^\circ$ . In einem Zwillingschnitt ohne Spaltungsrisse war die niedrigere Farbe = Rot 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 30^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 12^\circ$ , gem.  $\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} = 7^\circ$ .

Muscovit im echten Granit vom Bernecktal im Schwarzwald (optische Konstanten ungefähr wie oben).

Höchste Interferenzfarbe = Grüngelb 2. Ordn., also Schliffdicke =  $25 \mu$ . Niedrigste Farbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Rötlichgelb 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 45^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 5\frac{1}{2}^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 4^\circ$ .

Muscovit im echten Granit von Schlierbach bei Heidelberg (optische Konstanten ungefähr wie oben).

Höchste Farbe = Rot 3. Ordn., also Schliffdicke =  $40 \mu$ . Niedrigste Farbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Rötlichgelb 2. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 50^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 4\frac{1}{2}^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 4^\circ$ .

Muscovit im Turmalingranit von der Hirschgasse bei Heidelberg (optische Konstanten ungefähr wie oben).

Höchste Farbe = Grün 2. Ordn., also Schliffdicke =  $20 \mu$ . Niedrigste Farbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Rot 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 50^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 4\frac{1}{2}^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 3\frac{1}{2}^\circ$ .

Muscovit im echten Granit von Karlsbad (optische Konstanten ungefähr wie oben).

Höchste Farbe = Grün 4. Ordn., also Schlifffdicke = 50  $\mu$ .  
Niedrigste Farbe der durch deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Rot 2. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 50^\circ$ .

Lithionit<sup>1</sup> im Alkaligranit von Greifenstein im Erzgebirge (2V = 30° ca., sonst ungefähr wie oben).

Höchste Farbe = Blau 2. Ordn., also Schlifffdicke = 20  $\mu$ .  
Niedrigste Farbe der durch Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Ockergelb 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 45^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 3^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 1\frac{1}{2}^\circ$ .

Zinnwaldit im Greisen von Zinnwald im Erzgebirge (optische Konstanten wie am Lithionit,  $\Phi = \hat{a} : \hat{c} = 1^\circ 4'$  nach TSCHERMAK).

Höchste Farbe = Grün 2. Ordn., also Schlifffdicke = 20  $\mu$ .  
Niedrigste Farbe der durch Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Rötlichgelb 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 45^\circ$ . In einem Zwillingschnitt ohne Spaltungsrisse war die niedrigere Farbe = Gelb 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 40^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 5^\circ$ , gem.  $\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} = 5^\circ$ .

Margarit in einer Stufe von Sterzing in Tirol (optische Konstanten siehe oben unter A).

Höchste Farbe = Blau 2. Ordn., also Schlifffdicke = 40  $\mu$ .  
Niedrigste Farbe der durch Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Hellgelb 1. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 40^\circ$ . Schnitte mit Rötlichgelb 1. Ordn., also mit  $\delta \geq 45$  zeigten  $\Theta \leq 15\frac{1}{2}^\circ$ , berechn.  $\Theta \leq 18^\circ$ . In sehr flachen Schnitten von Grau 1. Ordn. kann man  $\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} \leq 40^\circ$  beobachten.

Biotit<sup>2</sup> im Andesittuff von Jumilla in Murcia.

OSANN<sup>3</sup> beschrieb aus dem Verit vom Cabo de Gata einen Biotit als Glimmer 2. Art, mit ziemlich großem Achsenwinkel und dem Pleochroismus: a = annähernd farblos, b = hell-

<sup>1</sup> Die Lithionite und Zinnwaldite des Erzgebirges haben vielfach braune pleochroitische Flecken; die Doppelbrechung der letzteren ist stets beträchtlich höher als diejenige der farblosen Hauptpartien.

<sup>2</sup> Unter „Biotit“ sind hier nach TSCHERMAK „Meroksen“ und „Anomit“ zusammengefaßt.

<sup>3</sup> OSANN, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 43. 323 u. 688. 1891.

bräunlich,  $c =$  bräunlichgelb bis fast reingelb, und bemerkte, daß der Glimmer der normalen Andesite vom Cabo de Gata dem obigen durchaus gleiche und daß ähnliche Andesite auch in Murcia, nämlich bei Fortuna und bei Jumilla, auftreten. ROSENBUSCH<sup>1</sup> schreibt: „sicher gehört zu den Anomiten der Glimmer in dem Verit OSANN's mit  $a$  fast farblos,  $b$  hellbräunlich,  $c$  kanariengelb und  $b > c > a$ .“

Nun fand ich im Andesittuff von Jumilla sowohl Meroxen wie Anomit; der Meroxen entspricht OSANN's Angaben, er besitzt bei etwa  $40 \mu$  Dicke den Pleochroismus:  $a =$  farblos,  $b =$  hellrötlichbraun,  $c =$  tiefgelb, und die Absorption:  $c > b > a$ ; der Anomit zeigte abweichend von ROSENBUSCH's Angaben den Pleochroismus:  $a =$  farblos,  $b =$  tiefgelb,  $c =$  hellrötlichbraun, und die Absorption:  $b > c > a$ . Die Vertauschung der Elastizitätsachsen  $b$  und  $c$  hat also die Orientierung von Pleochroismus und Absorption gegenüber den Symmetrieelementen nicht geändert.

Im Gegensatz hierzu macht STRÜVER<sup>2</sup> über Meroxen und Anomit aus Tuffen des Gebietes von Rom die Angabe, daß bei beiden die Absorption  $b > c > a$  sei. Die manganhaltigen Biotite (Manganophyll) von Långbanshyttan und von Pajsberg in Schweden haben bei gleicher Orientierung der Elastizitätsachsen wie im Meroxen eine abweichende Absorption:  $a > b$  und  $c$ , bei höherem Mangan Gehalt aber nach HAMBERG wiederum  $a < b$  und  $c$ .

Die Dispersion fand ich in den Glimmern von Jumilla (anscheinend übrigens nicht ganz normal) am Anomit im Gegensatz zum Meroxen  $\rho > \nu$ , was schon TSCHERMAK an den Anomiten von Greenwood Furnace im Orange Co., N. Y., und vom Baikalsee (ich fand hier ebenfalls  $\rho > \nu$ , ferner in  $\frac{1}{10}$  mm dicken Platten  $c =$  hellrosa,  $b =$  hellgrün) beobachtete, während für andere Vorkommen stets  $\rho < \nu$  (wie am Meroxen) angegeben wird; letzteres gilt z. B. sicher für den Anomit in dem Alnöit von Alnö mit  $b > c > a$ . Die Lithionite, obwohl Glimmer 2. Art, scheinen stets  $\rho > \nu$  zu besitzen. Für die Lepidolithe 1. Art wird stets  $\rho > \nu$ , für diejenigen 2. Art bald  $\rho > \nu$ , bald  $\rho < \nu$  angegeben. Auch findet man Chlorite

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Physiogr. I. 2. 260. 1905.

<sup>2</sup> STRÜVER, Rendic. R. Acc. Linc. 2. 112. Roma 1893.



1. Art beschrieben, welche die Dispersion der gewöhnlichen Chlorite 2. Art zeigen sollen, nämlich  $\varrho < \nu$  bei positiver,  $\varrho > \nu$  bei negativer Doppelbrechung. Der Margarit ist 2. Art und zeigt  $\varrho > \nu$ .

Man sieht, in wie mannigfacher, komplizierter Weise Pleochroismus und Dispersion bei z. T. geringen chemischen Veränderungen wechseln. Allerdings können zwillingsmäßige Verwachsungen von Glimmer 1. Art mit solchen 2. Art sehr leicht zu falschen Angaben führen; bei Biotiten mit merklicher Bisektrienneigung jedoch entscheidet das Achsenbild mit Sicherheit zwischen der 1. und der 2. Art.

Weiter fand ich in den Glimmern von Jumilla  $2E \leq 33^\circ$ , also  $2V \leq 20^\circ$  etwa;  $\sphericalangle a : c = 8^\circ$  etwa in Luft, also im Kristall  $\varphi = 5^\circ$  etwa. Schließlich wurde für die folgenden Berechnungen  $\alpha = 1,562$  und  $\beta = \gamma = 1,603$  nach Bestimmungen von ZIMANYI<sup>1</sup> am Biotit von Rocca di Papa gesetzt.

Höchste Interferenzfarbe = Rot 3. Ordn., also Schlifffdicke =  $40 \mu$ . Niedrigste Farbe der durch Spaltungsrisse ausgezeichneten Schnitte = Gelb 2. Ordn., also Neigung  $\delta \geq 45^\circ$ , hieraus berechn.  $\Theta \leq 5\frac{1}{2}^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 5^\circ$ .

Biotit im Nephelinit vom Katzenbuckel im Odenwald.

Nach ROSENBUSCH kommen in diesem Gestein Anomit und Meroxen nebeneinander vor; ich fand in den Handstücken der hiesigen Sammlung nur Meroxen;  $\varrho < \nu$ ,  $b > c > a$  und  $2E = 60^\circ$  etwa, also  $2V = 36^\circ$  etwa; an Spaltungsblättchen wurde  $\sphericalangle a : c = 10^\circ$  ca. in Luft gemessen, also im Kristall  $\varphi = 6\frac{1}{2}^\circ$  ungefähr<sup>2</sup> (nach ROSENBUSCH kommen im Biotit dieses Gesteins Bisektrienneigungen von  $9^\circ$  im Maximum vor); in Schnitten mit annähernd senkrechtem Austritt der optischen Normale, also ungefähr // (010), wurde beobachtet  $\Theta = \varphi = 5-7\frac{1}{2}^\circ$ , in guter Übereinstimmung mit dem Vorhergehenden. Einige Schnitte lieferten einen einzigen

<sup>1</sup> ZIMANYI, Zeitschr. f. Krist. 22. 350. 1893.

<sup>2</sup> Diese approximativen Messungen wurden mittels Mikrometerokular und SCHWARZMANN's Achsenwinkelskala angestellt; hinsichtlich der Genauigkeit dieser Methode sei bemerkt, daß mir letztere für den Muscovit des kalifornischen Lawsonitgesteins  $2E = 66^\circ$  lieferte, während der Achsenwinkelapparat  $2E = 64^\circ 15'$  ergeben hatte; die oben berechneten „wahren Winkel“  $2V$  und  $\varphi$  weichen also wohl wenig mehr als um  $1^\circ$  von den tatsächlichen ab.

Achsenbarren mit außerhalb des Gesichtsfeldes austretender Achse; nach der Apertur des benutzten Konoskops müssen die Normalen solcher Schnitte von der Basisnormale in Luft um mehr als  $55^\circ$ , im Kristall also um über  $30^\circ$  abweichen, die Bisektrix also um über  $30^\circ + V = 48^\circ$ , folglich ist die Schnittneigung  $\delta > 48^\circ$ , hieraus berechnet sich  $\Theta < 8\frac{1}{2}^\circ$ , gem.  $\Theta \leq 7\frac{1}{2}^\circ$ .

### Orientierte Schnitte.

Im vorhergehenden sahen wir u. a., daß deutliche Spaltungsrisse in Glimmerschnitten, die flacher als  $40-45^\circ$  zu (001) geneigt sind, im allgemeinen nicht auftreten. Um diese Beobachtungen zu kontrollieren, sollten einige orientierte Pyramidenschnitte angefertigt werden. Dabei wünschte ich gleichzeitig die berechneten Auslöschungsschiefen noch genauer zu prüfen als oben, wo der berechnete Wert immer nur die obere Grenze der zu beobachtenden Werte darstellte.

Es wurden aufgewachsene Muscovitkristalle von bis 10 mm Basisdurchmesser und bis 10 mm Höhe von Catawba Co. in Nord-Carolina gewählt; die Exemplare dieser Stufe besitzen {001} mit sechseitigem Umriß und infolge von oszillatorischer Kombination horizontal geriefte Seitenflächen und sind annähernd mit einem (hhl) aufgewachsen; auf {001} sind stellenweise Rutilnadeln anscheinend regelmäßig aufgelagert, deren Längsrichtungen den Strahlen der Schlagfigur parallel laufen, während ich an nordamerikanischen Phlogopiten beobachtete, daß die mikroskopischen Nadelchen (wohl ebenfalls Rutil) hauptsächlich, wenn auch nicht ausschließlich, der Druckfigur (und mithin die Asterismusstrahlen der Schlagfigur) folgen. Eine Fläche eines Spaltungsprismas ist // (001) des Glimmers, ob (110) oder (100), war nicht zu entscheiden, da Endflächen sowohl wie Zwillingsbildungen zu fehlen schienen.

Farbe makroskopisch grasgrün. Pleochroismus bei 1 mm Dicke: a = hellbläulichgrün, b = gelbbraun, c = olivgrün.  $2E = 64^\circ$ , also  $2V = 40^\circ$  ungefähr. Brechungsindices annähernd wie bei obigen Muscoviten;  $\angle a:c = \Theta = \frac{1}{2}^\circ$ .

Es wurden 1—2 mm dicke Tafeln abgespalten, mittels etwas Wachs orientiert in kleine offene Kästchen gesetzt und mit Gipsbrei übergossen; 24 Stunden bei  $60^\circ$  gehalten, war

die Masse vollkommen trocken; nun wurden mittels Laubsäge kleine, zum eingeschlossenen Glimmer orientierte Gipswürfel von etwa 1 cm Kantenlänge herausgeschnitten, in Canada-balsam derart scharf eingekocht, daß dieser den Gips durchweg imprägnierte und selbst vollständig erhärtete. Hierauf ließ sich das Ganze orientiert anschleifen und auf die Dünne von Gesteinsschliffen bringen, ohne daß Aufblätterung des Muscovit erfolgte.

Schl. 1. // (010). Farbe = Grün 4. Ordn., also Schliffdicke =  $50 \mu$ . Auslöschungsschiefe<sup>1</sup> =  $0^\circ$  gem.,  $\Theta = \frac{1}{2}^\circ$  berechn. Viele scharfe Spaltungsrisse.

Schl. 2. Neigung  $\delta = 55^\circ$ , Trace auf (001) =  $30^\circ$  gegen  $\frac{1}{b}$  geneigt. Farbe = Rot 1. Ordn., also Schliffdicke =  $20 \mu$ .  $\Theta = 3^\circ$  gem.,  $\Theta = 3^\circ$  berechn. Am Rande einige Spaltungsrisse.

Schl. 3. Neigung  $\delta = 45^\circ$ , Trace auf (001) =  $45^\circ$  zu  $\frac{1}{a}$  und zu  $\frac{1}{b}$  geneigt. Interferenzfarbe = Rötlichgelb 1. Ordn. bis Blau 2. Ordn., also Dicke des etwas keilförmigen Schliffes =  $25-50 \mu$ ;  $\Theta = 7^\circ$  gem.,  $\Theta = 6^\circ$  berechn. Bei stark zusammengezogener Irisblende bemerkt man u. d. M. einige wenig scharfe Spaltungsrisse, ebenso, wenn man bei diffuser Beleuchtung mittels Lupe in der Einfallrichtung von (001) schräg durch den Schliff hindurchsieht.

Schl. 4. Neigung  $\delta = 32^\circ$ , Trace auf (001) etwa  $40^\circ$  gegen  $\frac{1}{b}$  geneigt. Interferenzfarbe = Blau 2. Ordn., also Schliffdicke =  $45 \mu$ ;  $\Theta = 8\frac{1}{2}^\circ$  gem.,  $\Theta = 9\frac{1}{2}^\circ$  berechn. Ohne deutliche Spaltungsrisse.

#### 4. Allgemeine Ergebnisse.

Das Maximum der Auslöschungsschiefe in Prismenschnitten der Glimmer gegenüber der Basis-Trace liegt auf dem Klinopinakoid, ist also gleich der Bisektrixeneigung gegen die Basis-Normale und geht somit bei Muscovit und Lepidolith kaum über  $2^\circ$  hinaus, bei Lithionit nicht über  $4^\circ$ , erreicht

<sup>1</sup> In diesen Schnitten besitzt man die Trace von (001) als scharfe gerade Umgrenzungslinie, während man in Gesteinsschliffen einen geradlinigen Teil des Glimmerumrisses nicht ohne weiteres mit jener Trace wird identifizieren dürfen.

bei Margarit etwa  $6\frac{1}{2}^{\circ}$  und steigt in manchen Meroxenen und Anomiten bis gegen  $9^{\circ}$  an.

Bei Glimmern 1. Art läßt sich das Orthopinakoid (bei solchen 2. Art das Klinopinakoid) im Gesteinsschliff daran erkennen, daß es die höchste aller zu beobachtenden Interferenzfarben aufweist. In Zwillingen fallen (100) und (130) (bezw. (010) und (110)) bis auf  $2'$  genau in eine Ebene; zeigt also die eine Hälfte eines Zwillingsschnittes die höchste Interferenzfarbe, so ist die andere // (130) (bezw. // (1 $\bar{1}$ 0)) getroffen. Die Auslöschungsschiefe von (130) läßt sich also z. B. am Muscovit und am Lepidolith und noch besser am Margarit in Gesteinsschliffen messen und ist nur wenig kleiner als die Bisektrickenneigung zur Basis-Normale.

Die Auslöschungsschiefen der Schnitte von  $60^{\circ}$  und weniger Neigung ( $\delta$ ) zur Basis sind bei gegebener Neigung  $\delta$  dann am größten, wenn die Schnitt-Trace auf der Basis ungefähr  $45^{\circ}$  mit der Orthoachse und mit der Klinoachse bildet, und wachsen in derartigen Schnitten mit abnehmender Neigung  $\delta$ , ferner mit zunehmendem wahren Achsenwinkel und besonders schnell mit zunehmender Bisektrickenneigung; der wahre optische Achsenwinkel muß größer als  $20^{\circ}$  sein, um die Auslöschungsschiefen merklich zu beeinflussen. Daher beobachtet man an Biotiten mit beträchtlicher Bisektrickenneigung und kleinem Achsenwinkel größere Auslöschungsschiefen, als am Muscovit mit seiner kleinen Bisektrickenneigung und seinem relativ großen Achsenwinkel. Die Angabe von G. LATTERMANN in ROSENBUSCH'S Physiographie (I. 2. 260. 1905), daß der Anomit des Alnöits von Alnö bei Anwachsen des inneren Achsenwinkels von  $0^{\circ}$ — $15^{\circ}$  eine gleichzeitige Zunahme der maximalen zu beobachtenden Auslöschungsschiefen zeige, kann daher nur dann zutreffen, wenn mit dem Achsenwinkel in jenem Glimmer auch die Bisektrickenneigung merklich zunimmt, was an Chloriten in der Tat beobachtet worden ist.

Die approximative Kenntnis der Hauptbrechungsindizes und die Ermittlung der höchsten im Gesteinsschliff auftretenden Interferenzfarbe eines Glimmers ermöglicht eine Schätzung der Schliffdicke; die Kenntnis der letzteren ermöglicht dann weiter (auf Grund der Betrachtungen von p. 141), aus der Interferenzfarbe eines Glimmerschnittes das Minimum der bei dieser Farbe

möglichen Schnittneigungen  $\delta$  zur Basis zu berechnen und somit auch das Maximum der bei jener Farbe möglichen Auslöschungsschiefen. Die so berechnete Auslöschungsschiefe stimmt mit der größten der in jenen Schnitten beobachteten Schiefe gut überein und ist in der Tat niemals wesentlich kleiner als diese.

Bestimmt man im Gesteinsschliff die niedrigsten Interferenzfarben der durch einigermaßen deutliche Spaltungsrisse ausgezeichneten Glimmerschnitte und aus jenen Farben dann die kleinstmögliche Neigung dieser Schnitte zur Basis ( $\delta$ ), so findet man, daß deutliche Spaltungsrisse in Schnitten mit weniger als 40—45° Neigung  $\delta$  selbst bei nur 20  $\mu$  Schliffdicke nicht mehr auftreten, in dickeren Schliffen sogar oft schon bei 50—55° Neigung verschwinden. Auch in orientierten Kristallschnitten von Muscovit konnten von 45° Neigung an abwärts Spaltungsrisse kaum mehr bemerkt werden, obwohl eine ganze Anzahl beim Schleifen — durch Aufblättern innerhalb der relativ nachgiebigen Einbettungsmasse — entstandener Klüfte bei entsprechender Sehrichtung vom bloßen Auge oder mittels Lupe festgestellt werden konnten.

Die Ursache liegt offenbar in der Feinheit und dem schrägen Einfallen der Spalten.

In flacheren Pyramidenschnitten fehlen also die zur genaueren Messung der Auslöschungsschiefen benötigten Spaltungsrisse, und daher rührt es, daß man z. B. am Muscovit dessen bei 30° Schnittneigung zur Basis bis über 12° betragende (und bei verschwindender Neigung bis 45° anwachsende) Auslöschungsschiefe gegenüber Spaltungsrisen niemals auch nur annähernd jenem Wert entsprechend, sondern kaum über 5° groß beobachtet, daß man nur an manchen Biotiten mit großer Bisektrinneigung und namentlich am Margarit mit seiner stets starken Bisektrinneigung und seinem stets außerordentlich großen Achsenwinkel gegenüber Spaltungsrisen erhebliche Auslöschungsschiefen (bis 9° am Biotit und bis über 18° am Margarit) findet und daß man schließlich Glimmerzwillinge seltener und schwerer an der Auslöschungsdifferenz der beiden Hälften als an dem Unterschied der Interferenzfarbe oder auch — bei pleochroitischen Varietäten — der Färbung erkennt.

Übrigens kann man, wie oben z. T. geschehen, an Zwillingen auch die größeren Auslöschungsschiefen flacherer Pyramidenschnitte annähernd bestimmen, indem man die Auslöschungsdifferenz beider Hälften mißt und halbiert und sodann die Schnittneigung  $\delta$  aus der niedrigeren Interferenzfarbe des zweifarbigen Schnittes berechnet; es läßt sich beweisen, daß Schnitte von der berechneten Neigung eine maximale Auslöschungsschiefe besitzen, die der so ermittelten mindestens gleichkommt. Diese Methode macht offenbar über den Verlauf der Zwillingsgrenze, die nach meinen Beobachtungen in der Tat oft beträchtlich von der Basis abweicht, keinerlei Voraussetzungen.

Die maximalen gegenüber den Spaltungsrissen zu beobachtenden Auslöschungsschiefen sind bei gleichem Achsenwinkel und gleicher Bisektricenneigung an Glimmern 1. und 2. Art annähernd gleich und geben überdies bei einem  $20^\circ$  nicht übersteigenden inneren Achsenwinkel, also bei den meisten Anomiten und Meroxenen, nahezu den Betrag der Bisektricenneigung an, da die maximale Auslöschungsschiefe der über  $40^\circ$  zur Basis geneigten Schnitte diejenige von (010) nur sehr wenig übersteigt.

Die obigen für gesteinsbildende Glimmer gewonnenen Resultate sind einer direkten Anwendung auf Chlorite, Sprödglimmer, Talk, Kaolin, Hydrargillit und ähnliche pseudorhombisch-monokline (oder rhombische), durch einen orthodomatischen Blätterbruch ausgezeichnete Minerale fähig.

Königsberg i. Pr., Min.-geol. Institut, März 1907.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [1907\\_2](#)

Autor(en)/Author(s): Johnsen Arrien

Artikel/Article: [Ueber das mikroskopische Verhalten gesteinsbildender Glimmer. 129-150](#)