

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

**Band:** 21 (1941)

**Heft:** 2

**Artikel:** Zur optischen Bestimmung der orthorhombischen Pyroxene

**Autor:** Burri, Conrad

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-18944>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Zur optischen Bestimmung der orthorhombischen Pyroxene

von *Conrad Burri* (Zürich)

## A. EINLEITUNG

Beim petrographischen Arbeiten stellt sich vielfach das Problem der Bestimmung des  $\text{FeSiO}_3$ -Gehaltes der Orthaugite aus ihren optischen Eigenschaften. Ein erstes diesbezügliches Diagramm, das die Abhängigkeit von  $2V$  vom Chemismus zeigte, wurde schon 1899 von J. MRHA<sup>1)</sup> gegeben, nachdem bereits A. DES CLOIZEAUX<sup>2)</sup> erkannt hatte, dass die Orthaugite eine Mischungsreihe mit den beiden Endgliedern  $\text{MgSiO}_3$  und  $\text{FeSiO}_3$  und kontinuierlich sich ändernden optischen Eigenschaften darstellen. Am meisten ist wohl gegenwärtig das von A. N. WINCHELL<sup>3)</sup> gegebene Diagramm im Gebrauch, das die Abhängigkeit von  $n_\alpha$ ,  $n_\beta$ ,  $n_\gamma$ ,  $2V$ ,  $n_\gamma - n_\alpha$  und  $d$  von der chemischen Zusammensetzung zeigt. Entsprechend dem damaligen Stand der Kenntnisse brechen die Kurven für die Brechungsindices bei ca. 40 Mol. %  $\text{FeSiO}_3$ , diejenige für  $2V$  bei ca. 55 % ab.

Anno 1935 zeigten ungefähr gleichzeitig, aber voneinander unabhängig, R. WALLS<sup>4)</sup> und N. F. M. HENRY<sup>5)</sup> durch Untersuchung von Hypersthenen mit bisher unbekannt hohem Fe-Gehalt, dass die Brechungsindices in der Fortsetzung des bekannten Gebietes zwar weiterhin regelmässig ansteigen, dass jedoch  $2V_\alpha$  bei ca. 55 %  $\text{FeSiO}_3$  ein Minimum durchläuft, um gegen die  $\text{FeSiO}_3$ -reiche Seite des Systems wieder zuzunehmen. Eine Extrapolation der gegenwärtig bekannten Daten lässt es sogar als wahrscheinlich erscheinen, dass

<sup>1)</sup> J. MRHA, Beiträge zur Kenntnis des Kelyphit. Tscherm. Mitt. 19 (1900) 111—141, Anhang 140.

<sup>2)</sup> A. DES CLOIZEAUX, Manuel de Minéralogie I (1862) 45 u. II (1874) XIV—XVIII.

<sup>3)</sup> A. N. WINCHELL, Studies in the Pyroxene Group. Am. J. Sc. 51 (1923) 504—520, im bes. 507. Vergl. a. Elements of Optical Mineralogy II desselben Autors.

<sup>4)</sup> R. WALLS, A critical review of the data for a revision of the enstatite-hypersthene series. Min. Mag. 24 (1935) 165—172.

<sup>5)</sup> N. F. M. HENRY, Some data on the iron-rich hypersthenes. Min. Mag. 24 (1935) 221—226.

Glieder mit über 90 %  $\text{FeSiO}_3$ , falls sie überhaupt auftreten, wiederum optisch + sind, wie diejenigen mit weniger als 16 %  $\text{FeSiO}_3$ . Damit werden die meisten Bestimmungen, die sich nur auf die in Dünnschliffen mittels des U-Tisches leicht zu ermittelnde Grösse  $2V$  stützen, zweideutig. Da die ebenfalls leicht zu bestimmende maximale Doppelbrechung ( $n_\gamma - n_\alpha$ ) nur eine geringe Variation zeigt und daher praktisch zu Bestimmungszwecken nicht in Betracht kommt, muss in den meisten Fällen somit die Bestimmung der Lichtbrechung an Körnerpräparaten herangezogen werden. Dieses Vorgehen wird sich überhaupt ganz allgemein empfehlen, da die Achsenwinkelbestimmungen erfahrungsgemäss vielfach Streuungen aufweisen, die nicht immer erklärt werden können<sup>6)</sup>. Der Bestimmung der Hauptbrechungsindices vermittels der Immersionsmethode stellt sich aber die Schwierigkeit entgegen, dass in Folge der guten Spaltbarkeit der Pyroxene nach (110) nur  $n_\gamma$ , nicht aber  $n_\beta$  und  $n_\alpha$  der Messung zugänglich sind, es sei denn, dass die pinakoidalen Absonderungen nach (010) resp. (100) besser ausgebildet sind als die prismatische Spaltbarkeit, was auch schon beobachtet werden konnte.

Da man bei der Ausführung von Lichtbrechungsbestimmungen nach der Immersionsmethode im allgemeinen an die obere Grenze von  $n = 1,74$  (Methylenjodid) gebunden ist, wenn man die z. T. schwierig zu handhabenden, z. T. nicht haltbaren Media höherer Brechung vermeiden will, so ist eine Bestimmung der Orthaugite nach dieser Methode nur bis ca. 62 %  $\text{FeSiO}_3$  ( $n_\gamma = 1,74$ ) möglich. Entwirft man sich jedoch ein Diagramm für den kleinern Brechungsindex  $n'_\alpha = n_1$  der prismatischen Spaltblättchen, so werden Bestimmungen bis ca. 73 %  $\text{FeSiO}_3$  ermöglicht und höhere Fe-Gehalte benötigen weniger Zusatz von S oder  $\text{CHJ}_3$  zum  $\text{CH}_2\text{J}_2$ . Dieser Vorteil, sowie der Umstand, dass sich die Bestimmung von  $n_1$  auch gut zur Kontrolle von nach  $n_\gamma = n_2$  erfolgten Bestimmungen verwenden lässt, lassen es als gerechtfertigt erscheinen, ein entsprechendes Diagramm, das sich im Gebrauche des Autors seit längerer Zeit bewährt hat, hier zu veröffentlichen. Für die Konstruktion desselben konnten auch einige neuere Daten verwandt werden, die seinerzeit A. N. WINCHELL, R. WALLS und N. F. M. HENRY noch nicht zur Verfügung gestanden hatten<sup>7)</sup>.

<sup>6)</sup> S. TSUBOI, A Peculiarity of Japanese Rhombic Pyroxenes in their Optical Properties. Jap. J. Geol. Geogr. 12 (1935) 109—111.

<sup>7)</sup> Vergl. a. S. TSUBOI, A dispersion method of discriminating rock-constituents and its use in petrogenetic investigation. J. Fac. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Sect. II 1 (1926) 139—180.

B. KONSTRUKTION DES DIAGRAMMES

Die Indicatrix der Orthaugite ist ein dreiachsiges Ellipsoid, gegeben durch die Gleichung<sup>8)</sup>:

$$\frac{x^2}{n_\beta^2} + \frac{y^2}{n_a^2} + \frac{z^2}{n_\gamma^2} = 1 \quad (1)$$

Daraus ergibt sich die Gleichung der Schnittellipse mit der (001)-Ebene ( $z = 0$ ) zu

$$\frac{x^2}{n_\beta^2} + \frac{y^2}{n_a^2} = 1 \quad (2)$$

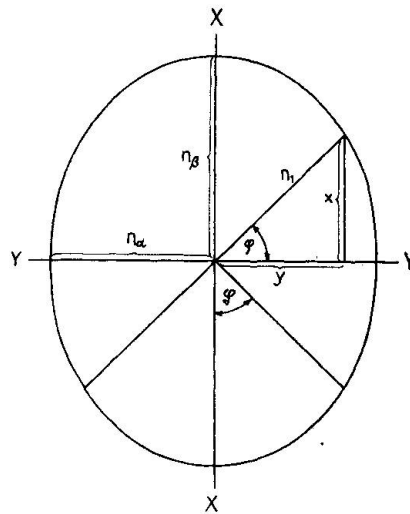


Fig. 1

Ist (Fig. 1)  $n_1$  ein radius vector, entsprechend der Spur einer Ebene parallel  $n_\gamma = c$ , die mit der Achsenebene (100) einen Winkel  $\varphi$  bildet, so gilt

$$x = n_1 \sin \varphi \quad y = n_1 \cos \varphi.$$

Diese Werte in (2) eingesetzt und nach  $n_1$  aufgelöst, ergibt

$$n_1 = \frac{n_a n_\beta}{\sqrt{n_a^2 \sin^2 \varphi + n_\beta^2 \cos^2 \varphi}} \quad (3)$$

$n_1$  ist aber der gesuchte Brechungsindex der zweiten Schwingungsrichtung der Spaltblättchen nach (110), wobei  $n_2 = n_\gamma$ .

Zur Berechnung von  $n_1$  benötigt man noch die Kenntnis des Winkels  $\varphi$ . Dieser entspricht dem Normalenwinkel (100)/(110) und ergibt sich somit direkt aus dem Achsenverhältnis  $a:b$ . Für die hier angestrebte und mit der Immersionsmethode überhaupt zu er-

<sup>8)</sup> Wegen der Beziehungen zu den Klinaugiten wird hier für die Orthaugite die Aufstellung nach TSCHERMACK mit  $a > b$  angenommen. Für die optische Orientierung gilt somit in der Folge immer:  $a = n_\beta$ ,  $b = n_a$ ,  $c = n_\gamma$ .

reichenden Genauigkeit kann dieses für den ganzen Variationsbereich der Orthaugite als konstant angesehen werden.

Nach G. VOM RATH gilt für den Hypersthen (sog. „Amblystegit“) vom Laacher See

$$a:b:c = 0,9713:1:0,5700.$$

Werden a und b vertauscht (Aufstellung nach TSCHERMACK) und wiederum  $b = 1$  gesetzt, so resultiert

$$a:b:c = 1,0295:1:0,5700$$

$$\text{und } \varphi = \arctg 1,0295 = 45^{\circ} 50'.$$

In der folgenden Tabelle sind für eine Reihe chemisch und optisch untersuchter Orthaugite, geordnet nach steigendem  $\text{FeSiO}_3$ -Gehalt in Mol.%, die Werte für  $n_a$ ,  $n_\beta$ ,  $n_\gamma = n_2$ ,  $2V$ ,  $n_1$  und sp. Gew. gegeben. Das daraus resultierende Diagramm gibt Fig. 2.

Tabelle

No.	$\text{FeSiO}_3$ Mol. %	Fundort	$n_a$	$n_\beta$	$n_\gamma$	$2V$	$n_1$	sp. Gew.
1	0,5	Blithfield, Ont. Canada (a. Meteorit)	1,657	1,650	1,667	+ 58°	1,659	—
2	7,2	Almeklovdal, Norwegen	1,660	1,665	1,671	+ 76°	1,663	—
3	8,4	Vuoka Ruopsak, Schweden	1,662	1,667	1,673	+82° 22'	1,665	3,275
4	9,9	Espedalen Norwegen	1,666	1,670	1,675	+ 75°	1,668	3,254
5	12,2	Loderio, Tessin, Schweiz	1,662	1,667	1,674	ca. +80°	1,665	3,232
6	14,4	Stora Alke, Väster- botten, Schweden	1,665	1,670	1,676	ca. +87°	1,668	3,301
7	26,8	Mason's Mt. N. C. U. S. A.	1,685	1,696	1,699	—	1,691	3,301
8	31,2	Komagataké, Japan	1,698	1,706	1,713	-60-66°	1,702	—
9	33,0	Odawara-mati, Japan	1,691	1,701	1,705	- 60°	1,696	—
10	35,3	Sheep Mt. S. Juan Mts. Colo. U. S. A.	1,702	1,707	1,712	—	1,704	3,481
11	47,5	Quilquox, Aberdeens- shire, Schottland	—	—	1,730	- 53°	—	3,53
12	51,6	Quilquox, Aberdeens- shire, Schottland	—	—	1,731	- 55°	—	3,56
13	56,4	Craig Wood, Glen Buchat, Aberdeens- shire, Schottland	1,715	1,728	1,731	- 51°	1,722	3,60
14	77,0	Vittinki, Finland	1,740	1,751	1,757	- 70°	1,746	3,77
15	77,2	Druideag Lodge, Loch Duich, Ross- shire, Schottland	1,738	1,749	1,755	- 68°	1,744	3,75
16	83,6	Mansjö Berg, Schweden	1,751	1,760	1,769	- 83°	1,756	3,84
17	83,7	Tunaberg, Schweden	1,750	1,760	1,768	- 81°	1,755	3,83

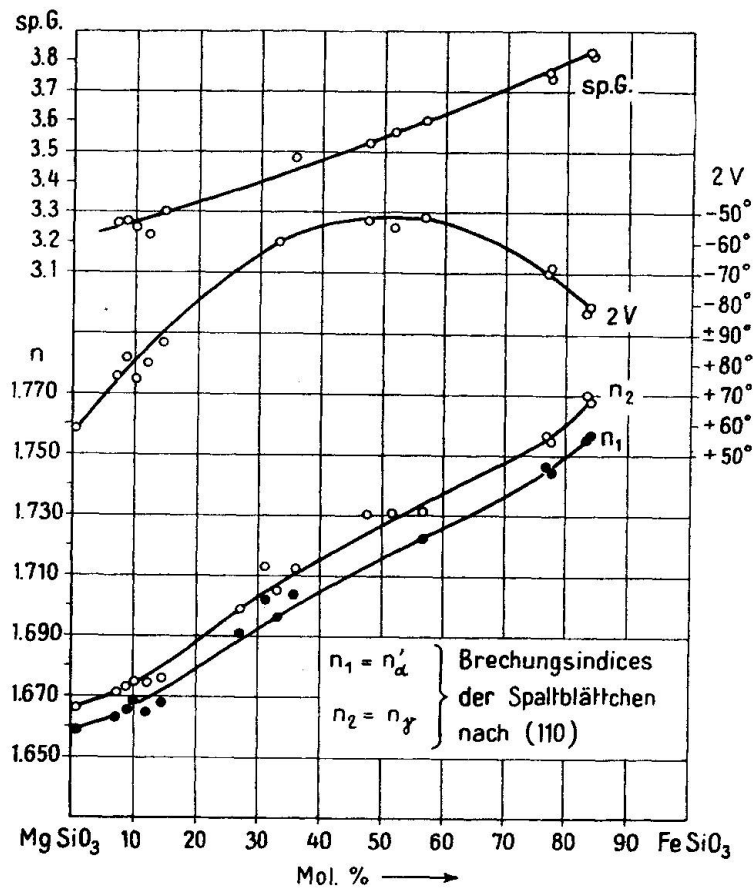


Fig. 2

Die Daten stammen aus folgenden Quellen:

- No. 1: R. A. A. JOHNSTON u. M. F. CONNOR, Trans. R. Soc. Canada (3) 16 (1922) 192. Analytiker: M. F. CONNOR.
- No. 2: K. JOHANNSON, Z. Kristallogr. 23 (1894) 152. Analytiker: K. JOHANNSON.
- No. 3: T. DU RIETZ, Geol. För. Ferh. Stockholm 57 (1935) 143. Analytiker: I. SUCKSDORFF.
- No. 4: H. S. WASHINGTON u. H. E. MERWIN, Am. Min. 8 (1923) 63. Analytiker: H. S. WASHINGTON.
- No. 5: F. DE QUERVAIN, Schweiz. Min. Petr. Mitt. 14 (1934) 447. Analytiker: F. DE QUERVAIN.
- No. 6: E. GRIP, Bull. geol. Inst. Upsala 23 (1932) 171. Analytiker: K. ALMSTRÖM.
- No. 7: E. P. HENDERSON, Am. Min. 16 (1931) 563. Analytiker: E. P. HENDERSON.
- No. 8: S. KÔZU, Min. Petr. Mitt. 45 (1934) 163. Analytiker: K. SETO.
- No. 9: H. KUNO, Proc. Imp. Ac. Tôkyo 14 (1932) 219. Analytiker: S. TANAKA.
- No. 10: E. S. LARSEN, J. IRVING, F. A. GONYER u. E. S. LARSEN, 3<sup>rd</sup>, Am. Min. 21 (1936) 695. Analytiker: F. A. GONYER.
- No. 11: R. WALLS, Min. Mag. 24 (1935) 166. Analytiker: A. W. GROVES.
- No. 12: wie No. 11.
- No. 13: N. F. M. HENRY, Min. Mag. 24 (1935) 222. Analytiker: N. F. M. HENRY.

- No.14: M. SAXÉN, Fennia 45 (1925) 18. Analytiker: N. SAHLBOM. Optik:  
N. F. M. HENRY.
- No.15: wie No. 13.
- No.16: wie No. 13.
- No.17: N. SUNDIUS, Arsb. Sver. geol. Und. 26 (1932) No. 2. 16. Analytiker:  
R. MAUZELIUS.

Bei der Berechnung der Analysen wurde so vorgegangen, dass das gesamte Fe (ev. vorhandenes Fe<sup>'''</sup> auf Fe<sup>''</sup> umgerechnet) mit Mn zu FeSiO<sub>3</sub> vereinigt und dem MgSiO<sub>3</sub> gegenübergestellt wurde. Teilweise vorhandenes Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O und H<sub>2</sub>O wurde vernachlässigt. Insbesondere wurde darauf verzichtet, event. vorhandenes CaO dem MgO zuzuzählen, wie schon vorgeschlagen wurde und was für gewisse Mischglieder zwar eine Verbesserung, für andere aber eine Verschlechterung der Punktlagen im Diagramm bedeutet hätte. Um den Einfluss eines in Orthaugiten vorhandenen geringen CaO-Gehaltes richtig in Rechnung setzen zu können, müsste vor allem in jedem Falle bekannt sein, ob das Mineral homogen ist oder nicht, m. a. W. ob ein homogener Mischkristall mit geringer Diopsid-Beimischung vorliegt oder ob die CaO-haltige Phase in Form von eingelagerten Lamellen in entmischter Form vorliegt, wie dies u. a. von H. H. HESS für Orthaugite vom sog. „Bushveld-Typ“ beschrieben wurde<sup>9)</sup>. Da Pigeonite, auch bei nur geringer Diopsidbeimengung, eine beträchtliche, kaum zu übersehende Auslöschungsschiefe auf (010) aufweisen, so ist anzunehmen, dass der CaO-Gehalt der als orthorhombisch beschriebenen Pyroxene wohl vorwiegend auf eingelagerte Diopsidlamellen zurückzuführen ist. Sind diese grob ausgebildet, so würde sich die Optik des orthorhombischen Wirtes gesondert bestimmen lassen und bei der Berechnung der Analyse könnte der Diopsidgehalt in Abzug gebracht werden. Sind die Lamellen sehr fein, ev. sogar submikroskopisch ausgebildet, so wird eine optische Trennung nicht durchführbar sein.

Mineralogisch-petrographisches Institut der Eidg. Technischen Hochschule, 1. Oktober 1941.

Eingegangen: 24. Oktober 1941.

<sup>9)</sup> H. H. HESS, Orthopyroxenes of the Bushveld Type. Am. Min. 23 (1938) 450—456.