

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.

10. Ueber eine neue Methode, den wahren optischen Achsenwinkel im Dünnschliff zu bestimmen.

Von J. Uhlig in Bonn.

Bekanntlich kann man aus den 3 Hauptbrechungsexponenten eines optisch zweiachsigen Kristalls den wahren Achsenwinkel $2V_c$ um die Richtung kleinster Ätherelastizität berechnen nach der Formel¹:

$$\cos V_c = \frac{\alpha}{\beta} \sqrt{\frac{\gamma^2 - \beta^2}{\gamma^2 - \alpha^2}}$$

Diese läßt sich auch schreiben:

$$\cos V_c = \frac{\alpha}{\beta} \sqrt{\frac{\gamma + \beta}{\gamma + \alpha}} \sqrt{\frac{\gamma - \beta}{\gamma - \alpha}}$$

Hierin ist der Ausdruck $\frac{\alpha}{\beta} \sqrt{\frac{\gamma + \beta}{\gamma + \alpha}}$ nahe gleich 1, $\frac{\alpha}{\beta}$ ist etwas kleiner, $\sqrt{\frac{\gamma + \beta}{\gamma + \alpha}}$ etwas größer als 1, und die Annäherung an 1 ist um so stärker, je geringer der Unterschied von α und β ist. Es besteht demnach die Näherungsformel:

$$\cos V_c = \sqrt{\frac{\gamma - \beta}{\gamma - \alpha}} \quad \text{I.}$$

In analoger Weise läßt sich finden:

$$\sin V_c = \sqrt{\frac{\beta - \alpha}{\gamma - \alpha}} \quad \text{II.}$$

In der Formel I erhält man $2V$ als spitzen Winkel, wenn $\gamma - \beta > \beta - \alpha$, als stumpfen Winkel, wenn $\gamma - \beta < \beta - \alpha$ ist. Im letzteren Falle trifft also die 1. Mittellinie mit α zusammen, und man findet den kleineren Achsenwinkel um diese nach der Formel:

$$\sin V_a = \sqrt{\frac{\gamma - \beta}{\gamma - \alpha}}$$

Allgemein ergibt sich daher der Achsenwinkel um die 1. Mittellinie aus den Formeln:

¹ Vergl. ROSENBUSCH-WÜLFING, Mikroskop. Physiogr. etc. 1904. I, 1. p. 96.

und

$$\left. \begin{aligned} \sin V &= \sqrt{\frac{d_{\min}}{d_{\max}}} \\ \cos V &= \sqrt{\frac{d_{\text{med}}}{d_{\max}}} \end{aligned} \right\} \text{III.}$$

wo d_{\min} , d_{med} und d_{\max} bezw. die kleinste, mittlere und größte Differenz der Hauptbrechungs-exponenten bezeichnen. Diese Differenzen lassen sich aus den Polarisationsfarben entsprechender Kristallschnitte ermitteln und mit Hilfe von Interferenzfarbentafeln, z. B. derjenigen von MICHEL-LÉVY¹ oder der der ROSENBUSCH-WÜLFING'schen Physiographie beigegebenen, bis auf eine Einheit der 3. Dezimale genau bestimmen. In einem Dümschliff von gleichmäßiger Dicke ist es dabei gar nicht nötig, die letztere noch zu ermitteln, um damit die Differenzen der Brechungs-exponenten selbst zu bestimmen. Da nämlich die Phasendifferenzen mit der Dicke im gleichen Verhältnis anwachsen, kann man an Stelle von d_{\min} , d_{med} , d_{\max} der Formeln III direkt die betreffenden Phasendifferenzen setzen, die auf der Farbentafel für die beobachtete Farbe angegeben sind. Ich habe es bei meinen Bestimmungen aber vorgezogen, die für eine Präparatdicke von 0,05 mm auf den Farbentafeln angegebenen Exponentendifferenzen zu verwenden, da dann gerade jede Einheit der 3. Dezimale einem Phasenunterschied von 50 $\mu\mu$ entspricht, außerdem die genannte Reihe von Differenzen am besten den einzelnen, wohlunterscheidbaren Farben entspricht.

Was nun die praktische Durchführung des Verfahrens betrifft, so findet man d_{\max} aus der maximalen Polarisationsfarbe, die überhaupt an allen Schnitten eines bestimmten Minerals in einem Dümschliff zu beobachten ist, am einfachsten unter Zuhilfenahme eines Quarzkeils mit Farben von 1.—4. Ordnung. Auf Schnitten mit Antritt der 1. Mittellinie ermittelt man aus der Polarisationsfarbe d_{\min} , auf Schnitten senkrecht zur 2. Mittellinie d_{med} ; die ersteren Schnitte unterscheiden sich also von den letzteren durch die niedrigere Polarisationsfarbe. Die geringsten Polarisationsfarben überhaupt geben Schnitte, auf denen eine Achse austritt, meist Grau bis Weiß 1. Ordnung. Indem man auf Schnitte für Gelb 1. Ordnung übergeht, findet man vielleicht, daß auf diesen ebenfalls noch schiefer Achsenaustritt stattfindet, während dann etwa bei Rotorange die 1. Mittellinie zu beobachten ist; man hat dann für d_{\min} 0,010 gefunden. Darans läßt sich bei bekanntem d_{\max} die Farbe für d_{med} schon vorausbestimmen, man hat so zugleich eine gute Kontrolle der Richtigkeit. Bei gefärbten Mineralien und solchen, die um die 1. Mittellinie mit Grau der 1. Ordnung polarisieren, hält man sich überhaupt besser an die lebhafteren und

¹ A. MICHEL-LÉVY et A. LACROIX, Les minéraux des roches. Paris 1888.

leichter unterscheidbaren Farben um die 2. Mittellinie. Natürlich muß man darauf achten, daß nur Kristallschnitte von etwa gleicher Dicke geprüft werden. Die Randpartien eines Dünnschliffes bleiben daher im allgemeinen unberücksichtigt. Bei Anwendung des Quarzkeiles steckt man diesen in den Schlitz oberhalb des Objektivs seines Mikroskops. Da sich unter dem Schlitz bei den neueren Instrumenten ein stark vorragender Ansatz für die Objektivklammer befindet, so kann man sich leicht mit Hilfe von Marken auf diesem Ansatz über die im mittleren Gesichtsfeld auftretende Farbe des Keils orientieren.

Was die Genauigkeit der Methode anbelangt, so trifft zunächst die Annahme, daß der weggelassene Faktor 1 betrage, recht nahe zu. Für Ammoniumsulfat¹ mit den Brechungsexponenten $\alpha = 1,521$, $\beta = 1,523$, $\gamma = 1,533$ ist der Wert des Faktors 0,999, für Olivin² mit $\alpha = 1,661$, $\beta = 1,678$, $\gamma = 1,697$ ist er 0,992. Im letzteren Falle ist die Abweichung relativ stark und bedingt, daß $2V$ um knapp 1° zu niedrig gefunden wird. Man kann jedoch auch hier eine Korrektur anbringen, wenn man besondere Genauigkeit anstrebt. Die Unrichtigkeit wird hauptsächlich durch die Größe $\frac{\alpha}{\beta}$

bedingt, und der Fehler beträgt nahe $\frac{\beta - \alpha}{\beta}$, in dem besonderen Falle also $\frac{0,017}{1,7}$, d. h. 1% für $\sin V$, bzw. $\cos V$, welche man daher mit 1,01 zu multiplizieren, bzw. dadurch zu dividieren hat. Was die Größen d_{\min} , d_{med} , d_{\max} betrifft, so lassen sich diese wohl meist bis auf die 3. Dezimale genau ermitteln, höchstens bei Schnitten, welche Gran der 1. Ordnung geben, kann dies schwierig sein. Wie man sich dann hilft, soll weiter unten erörtert werden. Unter der Voraussetzung, daß d_{\min} usw. bis auf die 3. Dezimale genau bestimmt wurde, betragen für kräftig doppelbrechende Substanzen mit großem $2V$ (z. B. Olivin), bei denen also β etwa dem Werte nach zwischen α und γ in der Mitte steht, die möglichen Abweichungen nach oben und unten höchstens etwa 3° , wenn sich alle Ungenauigkeiten addieren, bei kleinem $2V$ schon mehr, bei $2V = \text{ca. } 20^\circ$ und $\gamma - \alpha = 0,03$ z. B. etwa 5° . Sehr ungenau bis undurchführbar werden die Bestimmungen dann bei schwach doppelbrechenden Substanzen mit den niedrigen Polarisationsfarben der 1. Ordnung, z. B. den Feldspäten in Schliffen von gewöhnlicher Dicke. Man muß dann entweder Dickschliffe verwenden, oder kann sonst höchstens ermitteln, daß $2V$ klein, mittelgroß oder groß ist. Ihre Hauptverwendung wird die Methode also bei den lebhafter polarisierenden Mineralien finden, solange sie keine zu tiefe Eigenfarbe besitzen, so bei der Pyroxengruppe, der Olivin-

¹ Vergl. P. GROTH, Physikalische Kristallographie. 1905. p. 407

² Ebendort. p. 410.

gruppe und ähnlichen, dürfte hier aber zur Unterscheidung von Varietäten sehr gute Dienste leisten.

Für die Veränderung von $2V$ mit der Veränderung von d_{\min} bzw. d_{\max} seien folgende Beispiele angeführt.

Olivin ($\gamma - \alpha = 0,036$, $\beta - \alpha = 0,017$, $2V = 86\frac{3}{4}^\circ$).

d_{\max}	d_{\min}	$2V$
0,036	0,016	$83\frac{1}{2}^\circ$
	0,017	$86\frac{3}{4}$
	0,018	90
0,035	0,017	$88\frac{1}{2}^\circ$
		$86\frac{3}{4}$
		$85\frac{1}{2}$

Sillimanit ($d_{\max} = 0,032$, $d_{\min} = 0,002$ bei 0,05 mm Dicke, $\beta = 1,66$,
 $2V = 29^\circ$, $2E = 49^\circ$)

d_{\max}	d_{\min}	$2V$	$2E$
0,032	0,001	$20\frac{1}{2}^\circ$	$34\frac{1}{4}$
	0,0015	25	$42\frac{1}{4}$
	0,002	29	49
	0,0025	$32\frac{1}{2}$	$55\frac{1}{4}$
	0,003	$35\frac{3}{4}$	61

Treten in den zu untersuchenden Kristallschnitten die grauen Farben der 1. Ordnung auf, die untereinander kaum weiter unterscheidbar sind, so erhöht man sie durch Hinzufügung eines Gipsplättchens vom Rot der 1. Ordnung, so daß je nach der Lage der Elastizitätsrichtungen im Plättchen und im fraglichen Schnitt die gut unterscheidbaren Farben vom Anfang der 2. Ordnung oder vom Ende der 1. Ordnung zu beobachten sind. Die den Mikroskopen beigegebenen Gipsplättchen zeigen dabei etwas verschiedene Polarisationsfarben, also auch verschiedene Phasendifferenz. Um die durch Kombination der Farbe des Gipsplättchens mit einem Grau der 1. Ordnung von bekannter Phasendifferenz auftretende Farbe zu bestimmen, verfähre ich folgendermaßen. Ich bringe den dem Mikroskop beigegebenen, mit einer Marke versehenen Quarzkeil auf den Objektstisch über die darauf angebrachte Skala, so daß für eine bestimmte, ins Fadenkreuz eingestellte Farbe des Keils ein bestimmter Teilstrich der Skala notiert werden kann. Dann schiebe ich das Gipsplättchen in den dafür bestimmten Schlitz, und zwar so, daß seine optischen Elastizitätsachsen gegen die gleichen des Keiles gekreuzt sind. Dann kann die Stelle, wo der Kompensationsstreifen auftritt, wo sich also auf dem Keil die Farbe des Plättchens befindet, abgelesen werden. Das von mir benutzte

den wahren optischen Achsenwinkel im Dünnschliff zu bestimmen. 309

Gipsplättchen zeigt Tiefrot 1. Ordnung (Phasendifferenz ca. $550 \mu\mu$)¹. Das von dieser Farbe um genau eine Ordnung unterschiedene Rot der 2. Ordnung ist dann ebenso leicht zu finden, indem das durch Kompensation auf dem Keil entstehende Rot der 1. Ordnung, welches mit der Farbe des Gipsplättchens übereinstimmt, unter das Fadenkreuz geschoben wird. Läßt man den Keil das Gesichtsfeld nur halb bedecken, so kann man seine Farben unmittelbar neben der des Plättchens sehen. Das Rot 1. und 2. Ordnung unterscheiden sich durch eine Phasendifferenz von $550 \mu\mu$, ihnen entspricht an meinem Mikroskop eine Verschiebung auf dem Objektisch um 11 Teilstriche, so daß eine Verschiebung um 1 Teilstrich die Phasendifferenz um $50 \mu\mu$ ändert. Verschiebt man den Keil um 11 Teilstriche im entgegengesetzten Sinne über das Rot 1. Ordnung hinaus, so kommt die Stelle des Keils in das Fadenkreuz, wo theoretisch seine geringste Dicke mit der Phasendifferenz $0 \mu\mu$ liegen sollte. Mein Keil beginnt mit einer Phasendifferenz von ca. $30 \mu\mu$. Es läßt sich also jetzt für jede Farbe des Keils mit Hilfe der Skala auf dem Objektisch ihre Phasendifferenz angeben. Schiebt man noch das Gipsplättchen vom Rot 1. Ordnung darüber, so kann man jetzt feststellen, welche Kombinationsfarbe mit diesem irgend eine Farbe von bekannter Phasendifferenz gibt. Für ein Grau der 1. Ordnung treten dann die Farben am Anfang der 2. Ordnung auf, wenn die optischen Elastizitätsrichtungen im Keile oder auch in einem zu untersuchenden Kristallschnitt parallel mit den gleichen Richtungen im Gips liegen, die Farben am Ende der 1. Ordnung, wenn die Elastizitätsrichtungen gekreuzt sind. In der folgenden Tabelle sind beide Farbumschläge für die niedrigsten Farben der 1. Ordnung (Grau), denen Phasendifferenzen von $25-200 \mu\mu$ entsprechen, angegeben.

Phasendifferenz	Differenz der Brechungsexponenten b. 0,05 mm Schliffdicke	Farbumschlag	
		2. Ordnung	1. Ordnung
25 $\mu\mu$	0,0005	violett	gelbrot
50 $\mu\mu$	0,001	indigo	orange
100 $\mu\mu$	0,002	leuchtend blau	braungelb
150 $\mu\mu$	0,003	grünblau	dunkelgelb
200 $\mu\mu$	0,004	blaugrün	lichtgelb

Hat man also einen tiefgrau polarisierenden Schnitt vor sich, so schiebt man das Gipsplättchen darüber und erkennt aus der dann auftretenden Farbe mit Hilfe der letzten Tabelle die dem Schnitt zukommende Phasendifferenz und Doppelbrechung. Die Angaben der Farbentafeln stimmen durchaus überein mit meinen Feststel-

¹ Die Phasendifferenz des verwendeten Gipsplättchens kann mit dem BABINET'schen Kompensator oder mit dem MICHEL-LÉVY'schen Komparateur oder angenähert auch mit Hilfe von Quarzkeil und Farbentafel bestimmt werden.

lungen, so daß man auch auf diesen die Doppelbrechung aus der auftretenden Kombinationsfarbe ablesen kann. Man darf sich dabei allerdings nicht an die aufgetragenen Farben selbst halten, da sie ziemlich ungenau sind, sondern muß die beigeschriebenen Farbbezeichnungen benutzen. Mit Hilfe des eben beschriebenen Verfahrens kann man sich jedoch leicht von dem wirklichen Aussehen der Farben überzeugen. Außer bei Grau 1. Ordnung ist die Zuhilfenahme des Gipsplättchens überall da zu empfehlen, wo man bezüglich der auftretenden Interferenzfarbe nicht ganz sicher ist. In Schnitten mit Austritt einer Mittellinie ist die Polarisationsfarbe besonders auch im konvergenten Licht gut zu erkennen.

Ehe ich einige praktische Anwendungen der mitgeteilten Methode anführe, möchte ich eben noch einiges über die Ermittlung der Lage der Achsenebene und des optischen Charakters erwähnen. Schnitte parallel der Achsenebene besitzen bekanntlich die stärkste Doppelbrechung, also auch die höchsten Polarisationsfarben, und man kann so die Achsenebene gegen die kristallographischen Flächen leicht orientieren. Bei einem monoklinen Mineral kann man so z. B. ohne weiteres entscheiden, ob die Achsenebene symmetrisch oder normalsymmetrisch liegt. Im ersteren Falle polarisieren die schief auslöschenden Schnitte am höchsten, im letzteren gerade auslöschende. Schnitte, aus denen die erste Mittellinie austritt, sind immer leicht an ihrer geringen Doppelbrechung zu erkennen, besonders auch gegenüber den Schnitten senkrecht zur 2. Mittellinie. Auf diese Weise lassen sich z. B. die drei rhombischen Pyroxene einigermaßen unterscheiden. Beim Enstatit treten die niedrigsten Polarisationsfarben in basalen Schnitten mit gekreuzten Spaltrissen auf, bei Hypersthen in vertikalen Schnitten mit einer Spaltbarkeit. Bei Bronzit mit $2V$ ca. 90° polarisiert die Basis und ein Teil der Vertikalschnitte etwa gleich. In ähnlicher Weise läßt sich auch leicht der optische Charakter, selbst bei großem Achsenwinkel, feststellen. Bei dem noch zu erwähnenden Hypersthen vom Laacher See tritt die 1. Mittellinie, durch ihre niedrigen Polarisationsfarben vom Gelb der 1. Ordnung charakterisiert, auf Vertikalschnitten mit dem Pleochroismus grün-gelb aus, mit der 1. Mittellinie selbst fällt danach die braune Färbung zeigende Elastizitätsachse α zusammen, der optische Charakter ist also negativ.

Die Brauchbarkeit der Methode mögen folgende Beispiele belegen:

Sillimanit aus einem Einschluß vom Ölberg im Siebengebirge¹:

¹ Derselbe Sillimanit wird erwähnt von R. BRAUNS in dies. Centralbl. 1908. p. 101; an dieser Stelle ist auch $2E$ mit 44° angegeben. Herr Geheimrat BRAUNS stellte mir sein Originalpräparat freundlichst zur Verfügung.

den wahren optischen Achsenwinkel im Dünnschliff zu bestimmen. 311

Mit SCHWARZMANN'scher Achsenwinkelskala gemessen $2E = 44^{\circ}$ (Hyperbeln recht verwaschen).

Höchste Polarisationsfarbe Rot am Ende der 3. Ordnung ($d_{\max} = 0,032$), Polarisationsfarbe um die 1. Mittellinie Grau 1. Ordnung, durch Gips erhöht auf leuchtend blau bezw. braungelb ($d_{\min} = 0,002$). Daraus ergibt sich $2V = 29^{\circ}$, $2E = 49^{\circ}$ ($\beta = 1,66$ angenommen).

Olivin aus Melilithbasalt vom Hochbohl in Württemberg.

(An dem hohlgeschliffenen Präparat wurden gesonderte Bestimmungen an den dickeren Randpartien und in der dünneren Mittelpartie vorgenommen.)

Am linken Rand trat als maximale Polarisationsfarbe lichtetes Rot am Ende der 3. Ordnung ($d_{\max} = 0,031$), um die 1. Mittellinie Blau der 2. Ordnung ($d_{\min} = 0,013$) auf; $2V = 81^{\circ}$.

Die dünnere Stelle zeigte $d_{\max} = 0,021$ (Rot Ende der 1. Ordnung), $d_{\min} = 0,009$ (Braungelb der 1. Ordnung); $2V = 82^{\circ}$.

In den Tabellen zu ROSENBUSCH-WÜLFING's Physiographie wird $2V = \text{ca. } 88^{\circ}$ angegeben; es scheint in der Literatur bisher nur eine einzige Bestimmung von DES CLOIZEAUX ($2V = 87^{\circ} 46'$)¹ zu existieren.

Hypersthen vom Laacher See.

Die Messungen wurden an einem Präparat angestellt aus der Originalstufe, in welcher G. VOM RATH² den zunächst als Amblystegit bezeichneten Hypersthen entdeckte. Der Hypersthen zeigt recht kräftigen Pleochroismus: a = braun, b = gelb, c = grün. Die 1. Mittellinie fällt mit a zusammen, der optische Charakter ist also negativ wie überhaupt beim Hypersthen. Es wurde gefunden: $d_{\max} = 0,016$ (Grün 2. Ordnung), $d_{\text{med}} = 0,010$ (Rötlichorange 1. Ordnung); um die 1. Mittellinie trat Gelb 1. Ordnung auf, das aber wegen der Eigenfarbe des Hypersthens nicht näher identifizierbar war. Diesen Feststellungen nach ist $2V = 75\frac{1}{2}^{\circ}$. Den gleichen Achsenwinkel stellte ich an einem Hypersthen in einem anderen Präparat vom Laacher See fest. Der Hypersthen von der St. Paulsinsel zeigt bei 22,59 % FeO + MnO $2V = 72^{\circ} 16'$. Da beim Hypersthen mit Abnahme des Eisengehaltes der Achsenwinkel um a steigt, so entspräche einem $2V$ von $75\frac{1}{2}^{\circ}$ etwa ein FeO-Gehalt von 20 %. Die von G. VOM RATH ausgeführte Analyse ergab 25,6 % FeO, doch war das Analysenmaterial wahrscheinlich mit etwas Magnetit verunreinigt (vergl. a. a. O. p. 593), so daß in Wirklichkeit der FeO-Gehalt wohl geringer ist. Es ist weiter zu beachten, daß der Achsenwinkel sich nie so regelmäßig allein mit dem FeO-Gehalt ändert, da er naturgemäß auch durch die übrigen chemisch beigemengten Stoffe beeinflusst wird.

¹ Vergl. C. HINTZE, Handbuch d. Mineralogie. II. (1897.) p. 9.

² POGGENDORFF's Annalen. 138. (1869.) p. 529.

Die angeführten Beispiele zeigen bereits, daß die einfache Methode recht befriedigende Resultate ergibt. Die Bestimmungen lassen sich ziemlich schnell, in etwa 10—15 Minuten, ausführen, es sind dazu auch keine anderen als die einfachsten, jedem Mikroskop beigegebenen Hilfsmittel nötig, was einen Vorzug vor der MALLARD-BECKE'schen Methode bedeutet, bei der man außerdem nicht direkt den wahren Achsenwinkel $2V$, sondern denjenigen in Luft $2E$ findet. Bei Anwendung beider Methoden ließe sich übrigens theoretisch auch der mittlere Brechungsexponent β bestimmen aus der bekannten Beziehung: $\beta = \frac{\sin E}{\sin V}$. Doch scheint für die praktische Ausführung diese Methode, β zu finden, zu ungenau zu sein. In glücklicher Weise wird die SCHWARZMANN'sche Methode der Bestimmung mit der Achsenwinkelskala durch die vorliegende Methode ergänzt, indem diese gerade für große Winkel am genauesten ist, die sich auf die erstere Weise gar nicht bestimmen lassen.

Um die Methode nicht unnötig zu komplizieren, ist vorläufig auf die Anwendung des BABINET'schen Kompensators verzichtet worden; der MICHEL-LÉVY'sche Komparateur steht mir leider nicht zur Verfügung. Ich möchte auch geradezu behaupten, daß bei einiger Übung, besonders bei Anwendung des Gipsplättchens und bei Beobachtung im konvergenten Licht, wo man ja auch benachbarte Interferenzfarben sehen kann, mit Hilfe der Farbentafel etwa die gleiche Genauigkeit wie mit dem Kompensator erreicht werden kann. Bei den Farben der 1. Ordnung läßt sich mit letzterem auch keine besondere Genauigkeit erzielen, zur Bestimmung der maximalen Polarisationsfarbe ist er jedoch im kritischen Falle sicher mit Vorteil zu verwenden.

Gajit, ein neues Mineral.

Von Fr. Tućan in Agram (Zagreb, Kroatien).

Auf einer Studienreise (im Jahre 1909) in den Distrikt Gorski kotar (Hochkroatien) fand ich ein magnesitähnliches Mineral, von welchem ich einige Worte mitteilen möchte. Das Mineral habe ich an der nordwestlichen Seite des Dorfes Plešće gefunden, am Wege, welcher nach Kamenit hrib führt.

Das petrographische Bild der Umgebung von Plešće ist sehr einfach. Hier beobachtet man verschiedene Carbonschiefer, welche von ungeheueren Massen von Kalken und Dolomiten überlagert sind. In diesen Kalken fand ich das erwähnte Mineral, aber nicht auf seiner primären Lage, sondern zwischen anderem Kalksteindetritus.

Nach seinem äußeren Aussehen ähnelt dieses Mineral sehr dem Magnesit, und auf den ersten Blick möchte man es wirklich für einen Magnesit halten. Es ist nämlich von dichter Zusammen-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [1911](#)

Autor(en)/Author(s): Uhlig J.

Artikel/Article: [Ueber eine neue Methode, den wahren optischen Achsenwinkel im Dünnschliff zu bestimmen. 305-312](#)