

## Neue Instrumente und Beobachtungsmethoden.

### Methoden zur Erkennung und Messung optischer Anisotropie undurchsichtiger Substanzen.

(2. Mitteilung.)

Von **Joh. Koenigsberger** in Freiburg i. B.

(Mit 5 Textfiguren.)

Im folgenden wird eine neue Methode, die zwar nicht so exakt wie die erst<sup>1</sup> angegebene, aber viel bequemer in der Handhabung und auch für stärkere Vergrößerung geeignet ist, beschrieben. Ferner ist die erste Methode noch etwas ausführlicher ihrem Prinzip und ihrer Handhabung nach erläutert, da von verschiedenen Kollegen ein diesbezüglicher Wunsch geäußert wurde.

Der Grundgedanke der älteren ersten Methode ist folgender: Eine anisotrope Substanz zeigt, auch wenn sie undurchsichtig ist, d. h. in ziemlich dünnen Schichten das Licht stark absorbiert, in bezug auf ihr optisches Verhalten ebenfalls Anisotropie. Das kann aber wegen der Undurchsichtigkeit nicht im durchgehenden Licht, sondern nur im reflektierten Licht wahrgenommen werden. Bei der Reflexion an quadratischen, hexagonalen, rhombischen Kristallen und in erster Annäherung auch bei monoklinen und triklinen sind für jede Platte wie sonst im durchgehenden Licht auch wieder zwei Schwingungsrichtungen für den optischen Vorgang maßgebend. Das auffallende natürliche Licht wird also in zwei reflektierte, senkrecht zueinander schwingende Komponenten zerlegt<sup>2</sup>. Diese können sowohl der Amplitude wie der Phase nach verschieden sein. Die Verschiedenheit der Phase entspricht genau dem Gangunterschied der beiden Lichtstrahlen in einer durchgehenden Platte; nur ist die Phasendifferenz bei der Reflexion für eine bestimmte Fläche von der darunter liegenden Schichtdicke unabhängig und recht klein. Die Verschiedenheit der Amplitude oder der Intensität des reflektierten Lichtes für die zwei Schwingungsrichtungen wird durch die erste Vorrichtung mit Savart'scher Platte sichtbar ge-

<sup>1</sup> Vergl. dies. Centralbl. November 1908.

<sup>2</sup> Bei monoklinen und triklinen Kristallen tritt statt geradliniger eine meist geringe elliptische Polarisation ein; es sei bezügl. dieser Fragen auf die vorzügliche Darstellung bei F. POCKELS, Lehrbuch der Kristalloptik. Leipzig 1906 verwiesen.

macht. Läßt man natürliches Licht durch irgend eine doppeltbrechende Platte, z. B. auch durch die empfindliche Savartdoppelplatte fallen, so bemerkt man, auch wenn sich über der Platte ein Nicol befindet und man auf Unendlich einstellt, beim Drehen der Platte bekanntlich keine Interferenzerscheinungen. Wird aber jetzt unter der doppeltbrechenden Platte oder der Savartplatte ein Nicol z. B. der Polarisator eingeschoben und die Savartplatte gedreht, so treten im weißen Licht farbige Streifen oder Ringe auf. Diese sind äußerst deutlich, wenn Analysator und Polarisator gekreuzt sind und die Savartplatte exakt geschnitten ist; dann muß im durchgehenden Licht die herausnehmbare Savartplatte einen oder zwei tiefschwarze, ganz scharfe lange Streifen umgeben von farbigen zeigen; das Fernrohr wird so eingestellt, daß die Streifen möglichst scharf sind. Dieselben Erscheinungen treten bei der Reflexion auf. Läßt man mit Hilfe eines Vertikalilluminators natürliches Licht auf eine isotrope Fläche (z. B. Silber- oder Platinspiegel, Glasplatte etc.) fallen, so wird natürliches unpolarisiertes Licht zurückreflektiert, und man sieht mit Fernrohr und Analysator keine Streifen in der im Apparat befindlichen Savartplatte. Die Lichtquelle muß genau in derselben Höhe wie der Vertikalilluminator aufgestellt sein, damit das Licht in horizontaler Richtung auf ihn auffällt und nicht polarisiert wird. Die Platte muß ebenfalls genau horizontal justiert sein; man erkennt das daran, daß beim Drehen keine Streifen auftreten. Wird aber das Licht an einer anisotropen Fläche reflektiert, so wird die Intensität der einen Schwingungsrichtung etwas größer sein als die der andern. Wir haben also teilweise polarisiertes Licht; dies läßt die Interferenzstreifen sehen. Je stärker der Unterschied im Reflexionsvermögen für die beiden Schwingungsrichtungen ist, um so vollständiger ist das Licht polarisiert, um so deutlicher die Erscheinung. Da aber meist der Unterschied nicht sehr groß ist, so sind die Streifen nur schwach sichtbar. Sie verschwinden, wenn man die Fläche so dreht, daß eine ihrer Schwingungsrichtungen mit der vom Analysator  $45^{\circ}$  bildet und sind bei der 0- bzw.  $90^{\circ}$ -Stellung am deutlichsten sichtbar. Damit die Streifen noch besser sichtbar werden, kann eine Kontrastplatte aus zwei zueinander senkrechten Rauchquarzplatten, parallel zur Achse geschnitten, angebracht werden.

Wenn die Trennungslinie der beiden Rauchquarzplatten im Fernrohr scharf sichtbar ist, was eine Linse vor dem Vertikalilluminator ermöglicht, so erscheinen die Interferenzstreifen schwach und um eine halbe Streifenbreite gegeneinander verschoben; sie sind auf beiden Hälften des Gesichtsfeldes von gleicher geringer Stärke. Sowie jetzt das Licht an einer anisotropen Fläche reflektiert wird, tritt ein Kontrast zwischen beiden Gesichtshälften auf: bei etwas stärkerer Anisotropie sind die Streifen in beiden Hälften in einer Linie liegend und ziemlich scharf. Nur genau in der  $45^{\circ}$ -

Stellung der reflektierenden Fläche, in der ohne Kontrastplatte die Streifen verschwunden sind, ist wieder die ursprüngliche geringe gleichmäßige Stärke der Streifen zu sehen.

Um die Trennungslinie der beiden Rauchquarzplatten mitten im Gesichtsfeld scharf zu sehen, muß der Tubus etwas gehoben und eventuell das Prisma des Vertikalilluminators langsam etwas gedreht werden.

Die Messung der Verschiedenheit des Reflexionsvermögens geschieht durch Drehung einer Glasplatte. Man liest an der Skala die Stellung des Zeigers ab, bei welcher gerade Kompensation der Anisotropie für die O-Lage der Schwingungsrichtungen in der reflektierenden Fläche erfolgt. Die Fläche muß so liegen, daß die Schwingungsrichtung mit stärkerem Reflexionsvermögen senkrecht zu der des oberen Nicols steht. Eine beigegegebene Tabelle erlaubt für jede Zeigerstellung die Größe der Anisotropie direkt abzulesen.

Bezüglich der ersten Methode ist noch folgendes nachzuholen und zu berichtigen. Das Verhältnis der Reflexionsvermögen für die 2 Schwingungsrichtungen eines Spaltblättchens von Gips ist falsch angegeben: das Intensitätsverhältnis beträgt für Gips und auch für Quarz nahezu 97 Proz., für das Kalkspatrhomboeder 64,8 Proz.

Die Formel lautet 
$$\frac{J}{J'} = 1 - \frac{4d}{(n' - 1)(n' + 1)}$$
 Als Vertikalilluminator ist das bisher benutzte gewöhnliche rechtwinklige Prisma am besten. Der kurz erwähnte nach Analogie des NACHER'schen Zeichenprismas konstruierte Vertikalilluminator ist kostspieliger und erwies sich nicht besser. Sehr leicht oxydierbare Metalle und Legierungen sind vorteilhafter mit Tonerdehydrat nach LE CHATELIER zu polieren. Bei Erwähnung der Schleif- und Poliermethoden sind die grundlegenden Untersuchungen von A. MARTENS<sup>1</sup> über die Mikrostruktur des Eisens, welche die Grundzüge der mikroskopischen Metallographie im natürlichen Licht enthalten, versehentlich nicht zitiert worden. A. MARTENS<sup>2</sup> hat auch erörtert, durch welche mechanische Vorgänge das Schleifen bezw. Polieren bewirkt wird. — Im Verlauf der Jahre kann der Polarisationswinkel der Glasplatte, die zur Messung dient, sich etwas ändern. Es genügt nach 5 Jahren eine einfache Nachprüfung für ein Kalkspatspaltungsstück.

### Neue Methode.

Die neue 2. Methode<sup>3</sup> ist experimentell viel einfacher. Vor den Vertikalilluminator wird ein Nicol mit horizontaler Schwingungs-

<sup>1</sup> A. MARTENS, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingenieure. 22. 11, 1878. 34. 398. 1880.

<sup>2</sup> A. MARTENS, Mitt. k. techn. Versuchsanstalten. 4. 3. 1886.

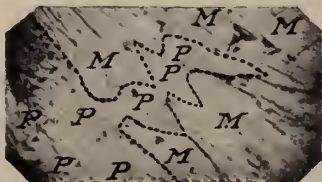
<sup>3</sup> Die dazu erforderlichen instrumentellen Zubehöerteile, Vertikalilluminator mit Nicol und KLEIN'sche Quarzplatte in geeigneter Kombination werden ebenfalls von der Firma FUSS nach den Angaben d. Verf.'s hergestellt.

richtung aufgesteckt. Darüber wird der Innennicol eingeschoben und dazwischen die BIOT-KLEIN'sche Quarzplatte. Der Innennicol wird so gedreht, daß bei Reflexion des Lichtes an isotroper Fläche die Farbe violett ist. Das Licht geht also zuerst durch den einen Nicol, wird von dem totalreflektierenden Prisma nach unten auf die zu untersuchende Fläche geworfen, von dieser zurückreflektiert und gelangt durch Quarzplatte und Innennicol in das Ocular. Anisotrope Substanzen geben dann den Farbenumschlag in rot oder blau, der beim Drehen wechselt, bei stärkerer Anisotropie hellgelb oder grün. Man kann beliebig starke Vergrößerung anwenden, wenn die Quarzplatte gut geschliffen ist und auch die Erscheinung photographieren. Die Objektive müssen frei von Doppelbrechung sein. Die Beobachtungsmethode ist genau dieselbe wie im durchgehenden Licht am Dünnschliff mit Quarzplatte. Nur ist der Kontrast bei der  $45^{\circ}$  Stellung der Platte am größten, bei  $0^{\circ}$ — $90^{\circ}$ -Stellung verschwindet er. Theoretisch ist jedoch die Verwertung zu quantitativer Messung fast ausgeschlossen, weil Amplituden- und Phaseneffekt gleichzeitig wirken. Doch lassen sich sonst alle im Centralblatt Nov. 1908 angegebenen Erscheinungen damit wahrnehmen. Nur sind kleine Differenzen der Anisotropie nicht so sicher zu erkennen, wie nach der ersten Methode, die auch besonders für homogenes Licht geeignet ist.

Die beistehenden Photographien geben das Bild unter dem Mikroskop nicht in voller Klarheit und Schöuheit wieder, weil die Farben der Quarzplatte nicht wiedergegeben werden können.



Vergr. 15. Zwillinge von Markasit von Bräx.  
Alles verschieden orientierter Markasit.

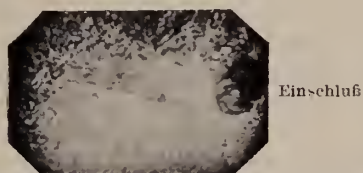


Vergr. 50. „Pyrit“ vom Schauinsland. Pyrit etwas dunkler (rötlich),  
Markasit heller (blau).





Vergr. 50. Spannungen am Einschluß in Britanniametall  
heller und dunkler (blau bezw. rot).



Vergr. 220. Blei-Zinn-Zink-Legierung. Anisotrope Zinnkristalle (hell)  
am Einschluß (rechts) gruppiert, gleichförmig orientiert.

Ble

Blei reflektiert schlechter, daher an sich schon dunkler, aber die helleren kleinen Zinnpartien, die zwei Drittel des Bildes von unten her einnehmen, zeigen sowohl



rötliche wie blaue Farbe, sind also anisotrop und ungeordnet. Auf der Photographie drückt sich das durch verschiedene Schattierung der hellen Partien aus.

Vergr. 220. Blei-Zinn-Legierung.

### Nachtrag bezüglich Okular und Kompensator zur Erkennung und Messung geringster Doppelbrechung<sup>1</sup>.

In der früheren Notiz<sup>1</sup> sind einige störende Druckfehler untergelaufen. Der Name von Herrn F. HIMSTEDT ist falsch angegeben. Statt  $6,10^{-4}$  und  $3,10^{-4}$  muß es:  $6.10^{-4}$  und  $3.10^{-4}$  heißen. Mit dem Okular ist also ein Gangunterschied von drei zehntausendstel Wellenlänge erkennbar und als Mittel aus 10 Beobachtungen meßbar. Die einzelne Beobachtung ist auf etwa ein tausendstel Wellenlänge genau. Diese Größen sind mit dem dort erwähnten Kompensator gemessen. Das Okular hat den Vorzug ziemlich leichter Herstellbarkeit und daher geringer Kosten (etwa 15 Mk.). Dasselbe Ziel auf andere Weise hat in einer soeben erschienenen höchst interessanten Abhandlung Herr F. E. WRIGHT<sup>2</sup> verfolgt. Durch

<sup>1</sup> Vergl. dies. Centralbl. 1898. No. 23.

<sup>2</sup> F. E. WRIGHT, Americ. Journ. of Science, 26. 349. 1908.

einen vierfachen geeignet kombinierten Quarzkeil, dessen Keile  $\perp$  zur Achse geschnitten sind, kann eine sehr geringe Drehung, auf den beiden Hälften des Gesichtsfeldes im entgegengesetzten Sinn erzeugt werden. Die Trennungslinie kann schärfer hergestellt werden als in dem Glimmerokular und für Messungen der Drehung der Polarisationssebene ist es dem Glimmerokular jedenfalls vorzuziehen. Zur Erkennung geringer Doppelbrechung dürfte es jedoch nur bei sehr exakter Herstellung dem Glimmerokular gleich kommen und ist viel kostspieliger. Bezüglich der Bestimmung der Auslöschungsschiefe lassen sich ohne Versuch die beiden Okulare nicht vergleichen; es dürfte sehr darauf ankommen, was auch F. E. WRIGHT hervorhebt, ob die Platte, an der die Auslöschungsschiefe bestimmt wird, schwache oder starke Doppelbrechung besitzt und ferner ob weißes oder homogenes Licht genommen wird. Es ist eben, wie theoretisch leicht nachzuweisen, die Empfindlichkeit jeder derartigen Vorrichtung der Stärke der Doppelbrechung in den zwei oder vier Kontrastteilen des Gesichtsfeldes umgekehrt proportional. Die schwächste Doppelbrechung läßt sich aber durch Spalten von Glimmerplättchen am einfachsten erreichen. — Der (Centralbl. Nov. 1908 erwähnte) Kompensator gibt ein vollkommen gleichmäßiges Gesichtsfeld; er wird mit Quarzplatte parallel zur Achse von gemessener Dicke geeicht. Der für Herrn Prof. F. HIMSTEDT angefertigte Kompensator gibt für 1 Skalenteil etwa ein zehntausendstel Wellenlänge.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [1909](#)

Autor(en)/Author(s): Koenigsberger Johann G.

Artikel/Article: [Methoden zur Erkennung und Messung optischer Anisotropie undurchsichtiger Substanzen. 245-250](#)