VIII. Über die Becke-Wright'sche Streitfrage.

Von

V. Souza-Brandão in Lissabon.

(Mit 4 Textfiguren.)

In dem III. Bande (Jahrgang 1913) der von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft herausgegebenen »Fortschritte der Mineralogie, Krystallographie und Petrographie« hat Herr P. Kaemmerer einen sehr interessanten Aufsatz veröffentlicht¹⁾, in welchem dieser Herr u. a. die komplizierten Aufgaben der Bestimmung der Polarisationsebenen der beiden aus einer Krystallplatte austretenden, zusammengehörigen, d. h. von derselben auffallenden (ebenen) Welle erzeugten Wellen berührt. Er vermochte aber den Kernpunkt der Frage, worüber die Meinungen von Becke und Wright auseinandergehen, nicht klarzulegen, womit keineswegs behauptet wird, daß Herr Kaemmerer desselben sich nicht wohl bewußt war.

Bekanntlich handelt es sich bei diesem Streit um die Entscheidung, ob die Polarisationsrichtung einer sich in einer Platte eines zweiaxigen Krystalles fortpflanzenden ebenen Lichtwelle, deren repräsentativer Punkt (Pol) in der Brennebene des Beobachtungsobjektives zur Hauptisogyre gehört und damit senkrecht auf der Polarisationsebene des Analysators polarisiert ist, — dem Durchschnitt der Wellenebene mit der Polarisationsebene des Polarisators parallel läuft (Wright'sche Auffassung), oder durch die Projektion der Polarisationsrichtung des Polarisators auf die Wellenebene, von der Wellennormale aus, gegeben wird (Becke'sche Behauptung).

Durch Wiedergabe der Fig. 3 und 4 des Artikels Kaemmerers werden diese Verhältnisse am besten erläutert. In beiliegender Fig. 4 (Fig. 3 Kaemmerers) ist die Becke'sche Konstruktion dargestellt, während Fig. 2

1) Über die Bestimmung des Winkels der optischen Axen eines inaktiven, durchsichtigen Krystalles mit Hilfe des Polarisationsmikroskops für konvergentes Licht; l. c. 1913, S. 444—458.

Diese Bestimmungsart, wenn auch bequem und rasch zum vorgesteckten Ziele führend, scheint indessen dem Verfasser nicht ganz korrekt. Wenn N ein Punkt der stereographischen Projektion des sphärischen Schnittes reiner Richtungen und Ebenenlagen innerhalb der Krystallplatte, und zwar der sphärische Schnitt der betrachteten Wellennormale selbst ist, darf man ihn nicht zugleich als den Punkt N' des Interferenzbildes behandeln, wie es stillschweigend damit angenommen wird, daß man durch N die auf der Polarisationsebene AA des Analysators senkrecht stehende Polarisationsrichtung des Interferenzpoles N' zieht und mit deren Hilfe die Bestimmung der Wellenpolarisationsrichtung weiterführt. Natürlich soll jede zweckdienliche Konstruktion erlaubt sein und man hat insbesondere gegen die oben besprochene in praktischer Hinsicht nichts einzuwenden, wenn sie auch ein Absurdum in geometrischer Beziehung bedeutet. Solche Konstruktionen haben aber manchmal, wie eben diese, den Nachteil, die Schlußfolgerung zu verdecken, welche zum Endergebnis führt. Deshalb zöge Verfasser folgende Konstruktion der früheren vor.

Wie vorhin gesagt, ist die stereographische Projektion allein fähig, Richtungen (allgemeine) und Ebenenlagen, dagegen keine individuellen Geraden und Ebenen in sich aufzunehmen. Wenn man also in obige stereographische Projektion die der dioptrischen Axe des Objectives parallelen, somit unter sich parallelen Strahlen zur Darstellung bringen will, welche die Axe der dünnen Strahlenbündel des hinteren Objectivraumes sind, die mit den auf die kleine Vorderfläche des Objectives fallenden Strahlenzylindern verschiedener Neigung konjugiert sind und das Interferenzbild in der Objectivbrennebene hervorbringen¹⁾, hat man den oberen Pol des Grundkreises als deren gemeinschaftlichen sphärischen Schnitt und Projektion anzusehen, ohne daß es irgendwie möglich sei, hier die verschiedenen Punkte N' des Interferenzbildes getrennt zur Darstellung zu bringen. Die Daten für die nun auszuführende Konstruktion sind hiernach (Fig. 3) die Polarisationsrichtungen PP und AA der Nicols'schen, die Einfallsebene EE der Welle N , bzw. deren Normale DD und der obere Pol O des Grundkreises, als Repräsentant sämtlicher Punkte des Interferenzbildes in der hinteren Objectivbrennebene oder genauer der Axen sämtlicher dünnen Strahlenbündel des hinteren Objectivraumes. Hierzu kommt der in der genannten Brennebene selbst mikrometrisch gemessene oder darauf reduzierte Abstand $\overline{O'N'}$ des gewählten Punktes N' der Hauptisogyre vom dioptrischen Mittelpunkt O' der Brennebene hinzu. Um den senkrecht unter O liegenden Mittelpunkt

1) Man darf in erster Annäherung diese dünnen Strahlenbündel durch ihre der dioptrischen Axe des Objectives parallelen Axen vertreten denken, welche letzteren dann die Objectivbrennebene in den Punkten des Interferenzbildes durchstoßen, die durch jene Strahlenbündel erzeugt werden.

nichts Experimentelles oder Theoretisches auferlegt, trotzdem Herr Kaemmerer sich auf die einschlägigen Arbeiten über die Polarisationsazimuthe der aus einer Krystallgrenzebene emergierenden Wellen beruft; das ist eben nur eine naheliegende Annahme. Ebensonahe liegt aber auch die Annahme, daß die Polarisationsebene der Wellen N' (wir wollen sie aus Einfachheit so nennen) einfach durch Projektion der Polarisationsrichtung der konjugierten Wellen N (im Krystall) aus der dioptrischen Axe des Objectives bzw. Plattennormale erhalten wird, sodaß umgekehrt die Polarisationsrichtung einer Welle N im Krystall die Schnittgerade der Polarisationsebene von N' (Ebene des Großkreises PP) durch die Wellenebene (Großkreisebene) WW ist. Hieraus ergibt sich unmittelbar die Wright'sche Konstruktion, wonach S , der Schnittpunkt der Großkreise PP und WW , den Pol dieser Polarisationsrichtung, und der Großkreis durch N und S den sphärischen Schnitt der bezüglichen Polarisationsebene (ebenso wie der Großkreis durch N und M den sphärischen Schnitt der Becke'schen Polarisationsebene) darstellt. Durch seine besondere Annahme hatte Herr Kaemmerer im voraus die Frage zugunsten der Becke'schen Auffassung gelöst, konnte daher zu keinem anderen Schluß gelangen als dem, daß die Becke'sche Konstruktion richtig, die Wright'sche dagegen falsch sei.

Höchstwahrscheinlich sind beide Methoden fehlerhaft. Aber sie führen in gleicher Weise zu Resultaten, welche dank des sonstigen verhältnismäßig großen Fehlers der Messungen unter dem Mikroskop, zumal bei Anwendung konvergenten Lichtes bzw. von Interferenzbildern, sie völlig annehmbar erscheinen lassen. Welche von beiden sich von der Wirklichkeit am meisten entfernt, dürfte derzeit kaum anzugeben sein.

Verfasser glaubt hiermit die streitige Frage ins helle Licht gestellt zu haben. Die eigentliche Lösung derselben ist nur auf Grund theoretischer Erwägungen, vor allem aber durch experimentelle Arbeiten zu erreichen.

Von der herrschenden Unsicherheit über die Polarisationsrichtung der Welle N im Krystall kann man sich leicht freimachen. Fig. 3 erläutert die Art, wie man nach der einen oder der anderen Auffassung die Polarisationsrichtung einer beliebigen Welle findet, deren Interferenzpol also eine zu den Nicolhauptschnitten beliebig orientierte Polarisationsrichtung besitzt. Ist z. B. P' der Pol der Polarisationsrichtung im Interferenzpol N' , für welchen im übrigen dasselbe Azimuth (Einfallsebene) und derselbe Zentralabstand wie früher gelten möge, so findet man den Pol der Polarisationsrichtung der zugehörigen Welle N im Krystall durch Konstruktion des Schnittpunktes der geraden Linie NP' mit dem Wellenkreis WW (Becke) oder der gesuchte Pol ist der Schnittpunkt des Wellenkreises mit dem Großkreis OP' selbst (Wright).

Es gibt aber einen Punkt des Interferenzbildes und nur einen, bezüglich dessen beide Konstruktionen zu derselben Polarisationsrichtung führen.

Wenn dieser Punkt insbesondere zur Hauptisogyre gehören soll, sodaß seine Polarisationsrichtung parallel derjenigen des Polarisators ist, muß sein (Fig. 3)

$$\widehat{DM} = \widehat{DS},$$

somit, da

$$\operatorname{tg} \widehat{DS} = \frac{\operatorname{tg} \widehat{DM}}{\cos \widehat{ON'}},$$

$$\widehat{ON} = 0:$$

die gesuchte Polarisationsrichtung ist diejenige des Polarisators selbst und der Punkt N' des Interferenzbildes ist dann der dioptrische Mittelpunkt der Brennebene des Objectives, wenn die Krystallplatte so in ihrer eigenen Ebene gedreht wird, daß die Hauptisogyre durch ihn geht (Auslöschungslage der Platte im sogenannten parallelen Licht).

H. Collingridge¹⁾ hat hiernach das Becke'sche Verfahren dahin abgeändert, daß er die Auslöschungsschiefe der Platte (im parallelen Licht) in bezug auf das Azimuth der vorher bestimmten sichtbaren optischen Axe mißt. Die zweite (nicht sichtbare) optische Axe hat dann zum Pol den Schnittpunkt der Hauptisogyre in der ersten Stellung mit der Geraden, welche gegen jene Auslöschungsrichtung dieselbe Neigung hat wie das Azimuth der sichtbaren Axe (nach entgegengesetzter Seite). Beim Becke'schen Verfahren heißt dies die Platte aus der ersten Stellung so lange zu drehen, bis die Hauptisogyre durch den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes geht und hiernach die Polarisationsrichtung des Polarisators einzuzichnen. Die Zentralgerade (vertikaler Großkreis), welche mit letzterer Polarisationsrichtung denselben Winkel nach der entgegengesetzten Seite bildet, wie die Zentralgerade (Großkreis) durch die vorher bestimmte optische Axe schneidet die Hauptisogyre der ersten Stellung in der zweiten optischen Axe. Sehr bequem und ohne Zuhilfenahme eines rotierenden Zeichentisches läßt sich diese Bestimmung mit einem Mikroskop ausführen, bei welchem die Nicols gleichzeitig rotieren ohne jedoch das Okular mit sich zu führen²⁾. Durch Hin- und Herdrehen der Nicols erkennt man die Lage der optischen Axe (im konvergenten Licht), die man durch Drehen des Tisches etwa in den Quersfaden führt, um hier ihren Zentralabstand mikrometrisch zu messen. Darauf schaltet man das konvergente Licht aus und liest den Drehungswinkel der Nicols ab, durch welchen die Auslöschung (im parallelen Licht) herbeigeführt wird. Das ist der erforderliche Winkel³⁾. Das Verfahren mit

1) Note on the Determination of the optic axial angle of a crystal in thin-section by the Mallard-Becke method. *Mineralogical Magazine*, **16**, No. 77 (July 1913), S. 348.

2) Modell nach dem Verf., diese Zeitschr., **49**, 193.

3) Mit Hilfe des kippbaren Tisches dieses Mikroskops lassen sich derartige Beobachtungen noch bequemer und, weil in parallelem Lichte, genauer vollziehen.

der Auslöschungslage der Platte versagt, wenn letztere normal zur optischen Axenebene steht und kann sonst zu so schiefen Schnitten führen, daß man sich veranlaßt sehe, mehrere Bestimmungen nach dem allgemeinen Becke'schen oder Wright'schen Verfahren vorzunehmen, um daraus das (graphische) Mittel zu konstruieren.

Endlich sei dem Verfasser erlaubt noch auf einen Punkt des in Rede stehenden Aufsatzes Bezug zu nehmen. Herr Kaemmerer gibt sich eine unverhältnismäßig große Mühe um zu beweisen, daß der Schnittpunkt des zum Pol einer gegebenen Wellennormale gehörigen Äquatorialkreises mit einem durch diesen Pol gezogenen Großkreise (Längskreise) auf ersterem dadurch bestimmt wird, daß man den Pol geradlinig mit dem Endpunkte desjenigen Halbmessers des Grundkreises verbindet, welcher der Tangente des Längskreises im gegebenen Pol parallel ist (S. 154 des Aufsatzes).

Dieser Satz läßt sich aber mit wenigen Worten, jedenfalls ohne den großen Formelnaufwand von Herrn Kaemmerer, in folgender Weise dartun. Ist ab (Fig. 4) die Tangente dem Längskreise NR im gegebenen Pole N , KSL der zu N gehörige Äquatorialkreis und OP der zur Tangente ab parallele Halbmesser des Grundkreises, wobei P um mehr als 90° von N entfernt liegt, so sind, der Konstruktion nach, die Ebenenwinkel $\widehat{RNQ}$ und $\widehat{POQ}$ einander gleich, also

$$\widehat{RNQ} = \widehat{POQ} = \widehat{PQ}.$$

Nun aber wird jeder Großkreisbogen durch den Bogen des Grundkreises gemessen, nach welchem er von seinem Pol aus geradlinig auf letzteren projiziert wird. Es gilt somit auch

$$\widehat{MS} = \widehat{PQ}$$

und

$$\widehat{RNS} = \widehat{MS},$$

was, in Anbetracht dessen, daß der eine der beiden Längskreise, welche den Winkel in N einschließen, nämlich NQ , durch S geht, zu bedeuten hat, daß NR durch M geht, da der Winkel in N durch den Bogen seines Äquatorialkreises gemessen wird, der zwischen seinen Schenkelkreisen liegt.

Lissabon, Geologische Kommission von Portugal, den 18. Februar 1914