

### 3. Optisch zweiachsige Kristalle.

a) Rhombische Kristalle. Auslöschungsschiefe zur Drehachse stets  $= 0^\circ$ , wenn letztere mit einer der drei kristallographischen Achsen (Durchschnittslinien der drei optischen Symmetrieebenen) zusammenfällt. In einem dieser drei Fälle machen sich die beiden optischen Achsen durch Aufhellung und (beim Tischdrehen) stete Helligkeit des Gesichtsfeldes geltend.

b) Monokline Kristalle. Auslöschungsschiefe zur Drehachse stets  $= 0^\circ$ , wenn letztere mit der Achse  $b$  (der Senkrechten auf der optischen Symmetrieebene) zusammenfällt.

c) Triklone Kristalle. Im allgemeinen stets Schiefe der Auslöschung in kristallographischen Zonen.

Durch geeignete Überlegungen gelingt es schon durch qualitative Beobachtungen, die Zugehörigkeit eines Kristalls zu einem bestimmten der fünf optischen Systeme festzulegen bzw. die Unterscheidung zwischen z. B. zwei möglichen zu treffen, etwa, wenn es sich darum handelt, ob das erste Pinakoid eines monoklinen oder rhombischen Kristalls vorliegt. Beim Drehen um Achse  $c$  wird sich im monoklinen Fall bald Auslöschungsschiefe zeigen (nach rechts und links gleich groß), im rhombischen Falle nicht.

Die Konstruktion und Berechnung der Auslöschungskurven geschieht mit Hilfe der Biot-Fresnelschen Regel (S. 141).

## 25. Bestimmung des optischen Plattencharakters (Schwingungsrichtung der langsameren und der schnelleren Welle).

Die Arme eines Auslöschungskreuzes sind nicht gleichwertig. Der eine entspricht der Schwingungsrichtung der geschwinderen, der andere der Schwingungsrichtung der langsameren der Lichtbewegungen, welche die Platte durchsetzen. Oft ist es zweckmäßig, diese Richtungen zu unterscheiden, da eine weitere Einteilung der Kristalle hiermit verknüpft ist.

Um festzustellen, ob  $RR$  (Fig. 430/31, S. 145) Schwingungsrichtung größerer oder kleinerer (mithin  $SS$  Richtung kleinerer bzw. größerer) Lichtgeschwindigkeit ist, verwendet man Präparate bekannter optischer Orientierung, die man mit der zu untersuchenden Platte optisch kombiniert.

a) Benützung des Gipsblättchens vom Rot 1. Ordnung, d. h. eines Gipsspaltblattes, welches gerade das Rot 1. Ordnung als Polarisationsfarbe zwischen gekreuzten Nicols aufweist. Es wird zwischen Glasplättchen eingelegt. Die Gipsplatte habe ihre Schwingungsrichtungen (Auslöschungskreuz) in  $kk$ ,  $gg$  (Fig. 430/31), und es sei bereits bekannt, daß  $kk$  Schwingungsrichtung der Lichtbewegung mit kleinster,  $gg$  Schwingungsrichtung der Lichtbewegung

mit größter Geschwindigkeit in der Gipsplatte ist<sup>1)</sup>. Wir legen den Gips in Diagonalstellung, in der er seine rote Polarisationsfarbe zeigt, und zwar so, daß  $kk$  wie in Fig. 430 und 431 von unten links nach oben rechts schräg im Gesichtsfelde verläuft (Regelstellung des Gipsblättchens). Am besten schiebt man das Gipsblättchen unmittelbar über dem Polarisator ein; bei den meisten Mikroskopen ist aber dafür ein Schlitze über dem Objektiv vorgesehen; seltener legt man es unter den aufgesetzten Analysator auf das Okular.

Die zu untersuchende Platte bringt man nunmehr durch Tischdrehen in die beiden Lagen Fig. 430 und 431, so daß einmal  $SS$ , das andere Mal  $RR$  mit  $kk$  zusammenfällt, und beobachtet in den beiden Lagen die Polarisationsfarbe, die das eine Mal hoch, das andere Mal niedriger ist. Wenn der höhere Polarisationsston erscheint, so

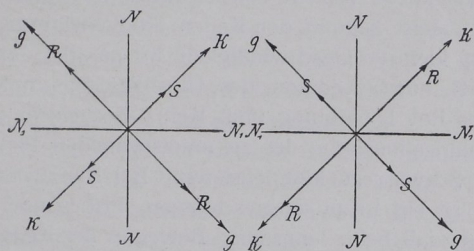


Fig. 430.

Fig. 431.

Anwendung des Gipsblättchens vom Rot 1. O. zur Bestimmung der Schwingungsrichtung der schnelleren und langsameren Welle.

liegt die Schwingungsrichtung der langsamen Lichtbewegung in der zu untersuchenden Platte parallel  $kk$  des Gipses, so daß man hieraus erschließen kann, ob  $RR$  oder  $SS$  der Platte Schwingungsrichtung der Lichtbewegung mit kleinster Geschwindigkeit ist.

Anmerkung. Die Benützung des Gipsblättchens vom Rot 1. Ordnung erscheint besonders in folgenden Fällen durchaus zuverlässig. a) Der Polarisationsston der zu untersuchenden Platte für sich ist ein Grau 1. Ordnung. Mit dem Gipsblättchen zusammengesaltet erscheinen in den beiden Lagen Blau bzw. Gelb. Blau ist der höhere Polarisationsston. b) Polarisationsston der Platte Rot 1. Ordnung. Kombinationsfarben: Rot und Schwarz. Schwarz

<sup>1)</sup> Gewöhnlich ist die Richtung  $kk$  vom Mechaniker mit einem Pfeil bezeichnet. Man tut natürlich gut, mit Hilfe eines bekannten Präparats [z. B. Quarz nach  $(10\bar{1}0)$ ,  $c = k$ ] nachzuprüfen. Auch kann man folgenden Umstand benützen. Dreht man ein Gipsblättchen vom Rot 1. Ordnung um die eine und die andere Auslöschungsrichtung derart, daß die Drehachse  $45^\circ$  mit den Nicolhauptschnitten bildet, so geht die rote Polarisationsfarbe einmal in Blau, das andere Mal in Gelb über. Im Falle sie sich in Blau verändert, dreht man um  $kk$ .



(niedriger Polarisationsston) läßt keinen Zweifel bezüglich der Ordnung zu und ist deshalb besonders kennzeichnend. Eine von diesen einfach zu benutzenden Polarisationsfarben (Grau bzw. Rot 1. Ordnung) kann man oft bei starker Vergrößerung an einzelnen Stellen, z. B. am auseinanderfallenden Rande oder an Löchern des Präparats, erkennen, auch wenn der übrige Plattenteil höhere Töne aufweist, deren Benutzung gelegentlich täuscht.

#### b) Benutzung eines doppelbrechenden Keils.

Bei jeder ebenen einheitlichen Platte, so also auch beim Gips vom Rot 1. Ordnung, hat man zur Kombination mit dem des zu untersuchenden Körpers nur eine Polarisationsfarbe zur Verfügung. Ausgiebiger sind natürlich doppelbrechende Keile (Quarzkeil, Gipskeil). Sie stellen ganze Reihen von Polarisationsfarben bis zu höheren Ordnungen hinauf dar. Insbesondere bei der Untersuchung stark doppelbrechender Substanzen ist ein solcher Hilfsteil des Mikroskops nicht zu entbehren. Meist liegt in den Keilen die Schwingungsrichtung der Lichtbewegung kleinster Geschwindigkeit  $kk$  parallel der Keilschneide (Kontrolle z. B. durch Addition des Gipsblättchens unter Benutzung des Grau oder Rot 1. Ordnung vom Keil). Recht sehr zu empfehlen ist es, die Polarisationsfarbe der zu untersuchenden Platte durch den Keil bis zum Schwarz zu kompensieren. Bei Benutzung dieser Subtraktionsfarbe ist ein Irrtum ausgeschlossen, insbesondere wenn man sich überzeugt, daß beim langsamen Bewegen des Keils nach beiden Seiten von der Kompensationslage (Doppelbrechung = 0) die Interferenzfarben symmetrisch steigen.

Anmerkung. Der Fedorowsche Glimmerkeil bietet zufolge treppentartig übereinandergelegter Glimmerblättchen eine um je  $\frac{1}{4}\lambda$  wechselnde Folge von Polarisationsfarben dar.

#### c) Benutzung der Wrightschen Quarz-Gipskombination.

Es handelt sich um einen Quarzkeil 1.—3. Ordnung, über den ein Gipsblättchen oder eine Quarzplatte vom Grün 2. Ordnung (oder einer anderen Farbe niederer Ordnung) derart gekittet ist, daß der Gips den Quarz an der Stelle gleicher Wegdifferenz kompensiert. Hier lagert also ein dunkler Streifen. Nach rechts und links steigen die Polarisationsfarben allmählich vom Dunkel an. (Beim gewöhnlichen Quarzkeil fehlt das Schwarz, weil man ihn nicht dünn genug zu schleifen vermag.) Am Ende des Apparats hat man noch ein Gipsblättchen vom Rot 1. Ordnung für sich angebracht. Zudem gestattet eine Lücke freie Durchsicht.

Bemerkung. Außer dem Tisch mit der zu untersuchenden Platte läßt sich bei neueren Mikroskopen die Kompensationsvorrichtung drehen.

Zur Erklärung obiger Verhältnisse sei darauf hingewiesen, daß bei gleichartiger Überlagerung zweier doppelbrechender Platten (Schwingungsrichtung schneller und langsamer Lichtbewegung in den Platten parallel)

sich die Vergrößerung des in der ersten Platte entstehenden Gangunterschiedes durch die zweite Platte in einem hohen Polarisationsston kennzeichnet gegenüber dem entgegengesetzten Fall (Schwingungsrichtung schneller Lichtbewegung der einen Platte parallel der Schwingungsrichtung langsamer Lichtbewegung der anderen), bei dem der verringerte Gangunterschied sich in einem niedrigeren Polarisationsston geltend macht.

Anmerkung. Dispersion der Doppelbrechung kann die Kompensation mehr oder weniger verwischen.

## 26. Nachweis sehr schwacher Doppelbrechung.

Für gewöhnlich erkennt man die Doppelbrechung an der Aufhellung bzw. an den Farben, welche ein Kristall im dunklen Gesichtsfelde der gekreuzten Nicols hervorruft. Bei sehr schwacher Doppelbrechung ist diese Aufhellung gering, und sie entgeht dann wohl dem Auge. Grelle Beleuchtung des Präparats, event. durch Bogenlicht, hilft in solchem Falle. Noch besser ist die Benutzung von doppelbrechenden Platten, deren Polarisationsfarbe durch die schwache Doppelbrechung einer mit ihnen kombinierten Substanz stark verändert wird. Geeignet in der Hinsicht ist das Gipsblättchen vom Rot 1. Ordnung. Seine rote Polarisationsfarbe wird in Blau oder Gelb umgeändert, wenn die auch nur sehr schwache Doppelbrechung eines anderen Körpers sich mit der des Gipses vereinigt. Hat man es also mit Fällen zweifelhafter Doppelbrechung zu tun, so schiebt man das Gipsblättchen über dem Objektiv oder bei aufgesetztem Analysator unter letzteren in den Gang der Strahlen so ein, daß es dem Gesichtsfelde die rote Polarisationsfarbe gibt, und untersucht das Präparat auf dem Objektisch unter Drehen auf etwaige Änderung dieser Polarisationsfarbe. Auch kann man zum nämlichen Zwecke das Calderonsche oder Bertrandsche Okular benutzen (S. 135/36).

Objektträger sind zuweilen schwach doppelbrechend durch Spannungen infolge zu schneller Abkühlung des Glases; sie sind zu verwerfen. Hingegen ist das schwarze Kreuz starker Objektive zwischen + Nicols keine Spannungserscheinung, sondern Folge der Polarisation durch Brechung und nicht zu vermeiden.

## 27. Optischer Charakter der Kristalle (optisch positive und optisch negative Kristalle).

1. Optisch einachsige Kristalle (trigonale, tetragonale und hexagonale Kristalle).

Bei allen optisch einachsigen Kristallen verlaufen die Schwingungs-