



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

§. 107. Untersuchungen im convergenten polarisirten Licht

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84232](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84232)

Je höher die Brechungsquotienten sind, desto stärker reliefartig und mit desto dunklerer Umrandung treten in den Dünnschliffen die Mineralien im gewöhnlichen Licht hervor, desto mehr runzelig sieht ihre Oberfläche aus. Das Maass dieser Erscheinungen lässt also schon ungefähr auf die Höhe oder Niedrigkeit der Brechungsquotienten schliessen. Derjenige des Canadabalsams ist  $= 1,549$ .

Bei doppeltbrechenden Mineralien ist aber nicht nur die relative Höhe der Brechungsquotienten selbst, sondern auch ihr gegenseitiger Unterschied, d. h. das Maass oder die Stärke der Doppelbrechung, die Differenz zwischen  $\omega$  und  $\varepsilon$ , sowie zwischen  $\gamma$  und  $\alpha$  sehr charakteristisch und für die Diagnose geeignet, indem damit die Intensität der Interferenzfarben zusammenhängt (vgl. S. 220). Aus der Höhe oder Niedrigkeit der letzteren innerhalb der Newton'schen Farbenscala kann man bei bekannter Dicke auf die Stärke oder Schwäche der Doppelbrechung schliessen und umgekehrt<sup>1)</sup>.

Damit das Roth der ersten Ordnung entsteht, muss ein Blättchen von Chlorit ( $\gamma - \alpha = 0,004$ ) die relativ sehr beträchtliche Dicke von 0,551 mm besitzen, während dasselbe Roth sich beim Andalusit ( $\gamma - \alpha = 0,044$ ) schon bei einer Dicke von 0,05 mm, beim Muscovit ( $\gamma - \alpha = 0,042$ ) selbst bei 0,013 mm, beim Rutil ( $\omega - \varepsilon = 0,287$ ) bereits gar bei einem Blättchen von nur 0,00192 mm Dicke zeigen würde.

Mineralien (z. B. Zoisit, Melilith, Vesuvian), welche nur eine ausserordentlich schwache Doppelbrechung besitzen (und vielleicht für eine Farbe +, für eine andere — sind), zeigen zwischen gekreuzten Nicols nicht das Eisengrau im Anfang der I. Ordnung, sondern ein ganz eigenthümliches intensives Stahlgrau oder selbst Berlinerblau, welches von jedem anderen Blau der Farbenscala verschieden ist (sog. Ultra-Blau).

**§ 107. Untersuchungen im convergenten polarisirten Licht.** Diese Untersuchungen dienen allgemein dazu: 1) die einaxigen von den zweiaxigen Krystallen zu unterscheiden; 2) wiederum den relativen Werth der Elasticitätsachsen, den sog. optischen Charakter festzustellen; 3) die Dispersionen zu bestimmen; 4) den Winkel der optischen Axen zu messen; 5) kann dadurch auch für ein einfachbrechendes Blättchen ermittelt werden, ob es von einem überhaupt isotropen oder von einem einaxigen Mineral her stammt.

Interferenzbilder im convergenten polarisirten Licht. Etwas dickere planparallele Platten von doppeltbrechenden Krystallen, welche bei den optisch-einaxigen senkrecht auf die Hauptaxe, bei den zweiaxigen senkrecht auf eine der optischen Axen oder auf die Bisectrix geschnitten sind, offenbaren, namentlich wenn die Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator gekreuzt sind, im Nörremberg'schen oder einem anderen für solchen Zweck eingerichteten Polarisationsinstrument im convergenten Licht sehr schöne bunte Farbenringe, was darin begründet ist, dass die aus der Platte austretenden Lichtstrahlen, im oberen Nicol

<sup>1)</sup> *Michel Lévy*, welchem man eine grosse Menge von Bestimmungen auf diesem Gebiet und den Nachweis ihrer Bedeutsamkeit verdankt, hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, wie dadurch in manchen Fällen zwei Mineralien, deren sonstige optische Eigenschaften ähnlich sind, unterschieden werden können. So haben der Enstatit und der Hypersthen eine zweimal geringere Doppelbrechung als die monoklinen Glieder der Pyroxengruppe; ebenso unterscheiden sich der Zoisit vom Epidot, der Korund vom Turmalin u. s. w. — Eine bewundernswerth hergestellte polychromatische Tafel, auf welcher man aus der bekannten Dicke eines Minerals und der Höhe der Newton'schen Farben für dasselbe direct das Maass der Doppelbrechung und umgekehrt ablesen kann, enthält das Werk »Les minéraux des roches«, Paris 1888 von *Michel Lévy* und *Lacroix*.



auf eine Schwingungsebene reducirt, gegenseitig zur Interferenz gelangen. Die Art der an jedem Punkt sichtbaren Farbe hängt wesentlich von der Wegdifferenz der interferirenden Strahlen, somit von der Dicke der Lamelle und von der Richtung ab, in welcher die Strahlen hindurchgehen.

Bringt man nämlich, bei gekreuzten Polarisationssebenen, eine optisch-einaxige und normal auf die Hauptaxe gespaltene oder geschnittene Platte von geeigneter Dicke in den Polarisationsapparat, so sieht man im convergenten weissen Tageslicht im Analysator ein System kreisrunder, concentrischer, bunter Farberinge, welches von einem schwarzen, schattigen Kreuz durchsetzt wird, wie es Fig. 307 zeigt, in welcher die concentrischen Ringe als regenbogenähnlich farbige Curven vorgestellt werden müssen, während das schwarze Kreuz zwar in der Mitte ganz dunkel und ziemlich scharf begrenzt, nach aussen zu aber immer weniger dunkel und gleichsam vertuscht erscheint.



Fig. 307.

Die Dunkelheit des Centrums wird dadurch erzeugt, dass diejenigen Strahlen, welche vom Polarisator her senkrecht auf die Platte fallen, also parallel der optischen Axe durchgehen, als ordentliche Strahlen in dem Analysator durch Totalreflexion vernichtet werden. Die Balken des Kreuzes sind den Schwingungsrichtungen des Polarisators und Analysators (dem Fadenkreuz) parallel. Dreht man die Platte in ihrer Ebene, so bleibt die Interferenzfigur in ihrer Erscheinung ganz unverändert, da jene gekreuzten Richtungen dabei dieselben bleiben, und in der Platte rings um die optische Axe alle radialen Richtungen gleich sind. — Dreht man aber den Analysator allmählich, bis die beiderseitigen Polarisationssebenen parallel geworden sind, so ändert sich die Phase des Bildes, indem das schwarze Kreuz verschwindet und statt seiner ein weisses Kreuz erscheint, die farbigen Ringe aber die Complementärfarbe der vorherigen annehmen, etwa so, wie es Fig. 308 zeigt.



Fig. 308.

Bei gleich dicken Platten verschiedener Substanzen hängt der Durchmesser der Ringe von der Stärke der Doppelbrechung ab: die Ringe werden desto enger, je bedeutender die Differenz zwischen  $\omega$  und  $\varepsilon$  ist: der Kalkspath liefert viel engere Ringe als eine ebenso dicke Quarzplatte. Mit der Entfernung vom Centrum nimmt der Abstand der Ringe von einander ab.

Je dünner die untersuchte Platte ist, desto weiter fallen übrigens die Ringe auseinander, und so kommt es, dass man bei einer gewissen Dünne (durchschnittlich unter 1 mm) nur noch den centralen Theil der Interferenzfigur sieht und schon der erste Farbenring ausserhalb des Gesichtsfeldes liegt. Die im vorhergehenden Paragraph besprochenen Polarisationserscheinungen dünner Blättchen doppeltbrechender Mineralien im parallelen Licht sind eben weiter nichts, als der innerste Theil der Interferenzfiguren. — Betrachtet man die Ringe im homogenen Licht, z. B. durch ein rein roth gefärbtes Glas, so vermehrt sich ihre Anzahl sehr bedeutend, während sie zugleich dunkel oder anders gefärbt erscheinen.

Steht in dem Krystalschnitt die optische Axe nicht genau senkrecht, so erscheint das Interferenzbild aus dem Centrum des Gesichtsfeldes gerückt, bei stärkerer Neigung vielleicht so weit, dass nur ein Theil desselben, ein Arm des Kreuzes und ein Theil der Farberinge sichtbar ist. Bei der Drehung des Schnittes beschreibt alsdann dies Interferenzbild einen Kreis, wobei aber stets der sichtbare Theil des Kreuzes oder Kreuzarmes die gleiche Form und die gleiche Orientirung parallel dem Fadenkreuz beibehält.



Platten, in beliebiger Richtung aus einem überhaupt nur einfachbrechenden (regulären oder amorphen) Mineral entnommen, können natürlich im convergenten polarisirten Licht eine solche Interferenzfigur nicht aufweisen, sondern bleiben zwischen gekreuzten Nicols dunkel, zwischen parallelen hell, weil hier eine Zerlegung oder Aenderung der Schwingungsebene der aus dem Polarisator austretenden Strahlen in keinem Falle erfolgen kann. Durch diesen Gegensatz kann man also erkennen, ob eine im parallelen polarisirten Licht isotrope Krystalllamelle regulär oder die Basis eines tetragonalen oder hexagonalen Individuums ist.

Schneidet man von einem optisch-zweiaxigen Krystall eine planparallele Platte von geeigneter Dicke senkrecht auf eine optische Axe, so erblickt man bei derselben Untersuchung im convergenten Licht zwischen gekreuztem Polarisator und Analysator ein System von elliptischen oder ovalen bunten Farbenringen, welches von einem schwarzen schattigen Streifen oder Balken durchsetzt



Fig. 309.

wird, etwa so, wie es Fig. 309 zeigt, in welcher die concentrischen Ringe abermals buntfarbig zu denken sind; der schwarze Streifen, welcher in der Axenebene liegt, erscheint zwar in der Mitte schmal und scharf begrenzt, verbreitert und vertuscht sich aber nach aussen immer mehr. Dieses Ringsystem bildet sich also um die eine der optischen Axen. Dreht man die Platte in der Horizontalebene, so

dreht sich auch der Streifen, aber in umgekehrter Richtung. Der Streifen ist stets dann gerade gestreckt und halbirt das Gesichtsfeld dann, wenn die Axenebene mit einem der Nicolhauptschnitte zusammenfällt; in allen anderen Positionen zeigt er eine schwach hyperbolische Krümmung. Steht die optische Axe nicht genau senkrecht auf der Schnittfläche, so erscheint das Axenbild an der Seite oder am Rande und beschreibt beim Drehen des Präparats einen Kreis.

In dem Nörremberg'schen Polarisations-Instrument ermöglicht es die Grösse des Gesichtsfeldes, dass man in solchen optisch-zweiaxigen Platten, deren Axenebene rechtwinkelig auf ihnen steht, die um beide Axen gebildeten Ringsysteme zugleich beobachten kann, selbst wenn der Winkel der optischen Axen recht gross ist. Wird also eine solche senkrecht auf die spitze Bisectrix geschnittene oder gespaltene Platte (z. B. von optisch-zweiaxigem Glimmer) zwischen beide Linsensysteme so eingelegt, dass ihre Axenebene der Polarisationssebene entweder des Polarisators oder des Analysators parallel ist, so erblickt man ein Bild, wie es

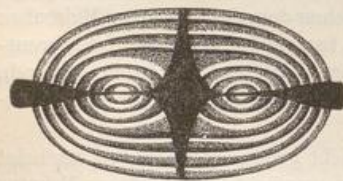


Fig. 310.

etwa Fig. 340 zeigt. Beide Ringsysteme, deren Mittelpunkte den Austritten der optischen Axen entsprechen, erscheinen mit symmetrischer Figur und Lage neben einander zugleich, umgeben von lemniscatischen Farbenringen, und getrennt durch einen dunkeln Zwischenraum, während sich der die Axenaustrittspunkte verbindende schattige Streifen in der Mitte beider Systeme schmal und scharf begrenzt zeigt, weiter

hinaus aber verbreitert und vertuscht. Es ist also auch hier gewissermassen ein schwarzes Kreuz vorhanden, wie in den optisch-einaxigen Krystallen, jedoch mit



dem Unterschied, dass zwei Arme desselben sehr breit und kurz erscheinen, während die beiden anderen Arme sehr schmal beginnen und sich erst weiterhin ausbreiten. Das Kreuz ist daher, wenn auch symmetrisch, so doch nicht regelmässig, wie in den einaxigen Krystallen.

Die beiden dunkeln Balken entstehen natürlich dadurch, dass hier in diesen Richtungen die vom Polarisator kommenden Strahlen eine Zerlegung nicht erfahren und als ordentliche Strahlen in dem Analysator absorbiert werden. — Doch ist hervorzuheben, dass jene erwähnte Symmetrie der Figur und Lage nur dann stattfindet, wenn die beiden optischen Axen gleich geneigt gegen die Lamelle sind, wie dies in den Krystallen des rhombischen Systems und in denjenigen Krystallen des monoklinen Systems der Fall ist, deren Axenebene nicht parallel der Symmetrieebene ist. — Ist der Winkel der optischen Axen sehr klein, so nähert sich bei dieser Stellung die Interferenzfigur dem Bilde, welches ein optisch-einaxiger Krystall liefert.

Dreht man hierauf die Platte in ihrer eigenen Ebene so weit, bis ihre Axenebene mitten zwischen den Polarisationssebenen des Polarisators und Analysators zu liegen kommt, also mit jeder derselben den Winkel von  $45^\circ$  bildet, so verändert sich bei dieser Diagonalstellung die Erscheinung, und man erblickt ein Bild wie Fig. 311, in welchem beide Ringsysteme nebst den Lemniscaten vollständig zu übersehen sind, und jedes derselben von einem hyperbolischen schwarzen Streifen quer durchsetzt wird. Die Scheitel beider Hyperbeln erscheinen schmal und scharf begrenzt in der Mitte der Ringsysteme in je einem Axenausstritt, die gleichseitigen Arme oder Aeste derselben nach aussen verbreitert und vertuscht.



Fig. 311.

Die Grösse des Winkels der beiden optischen Axen ist maassgebend für die gegenseitige Entfernung der beiden Axenpunkte bei der Parallelstellung sowie der Hyperbelpole bei der Diagonalstellung; die Dicke des Blättchens hat darauf keinen Einfluss.

Steht aber die Bisectrix nicht genau senkrecht auf dem Schnitt, so zeigt das Gesamt-Interferenzbild zunächst eine excentrische Stellung; bei grösserer Abweichung erscheinen Theilbilder, ähnlich den für einaxige Krystalle angeführten. Allemal ist jedoch das Bild als das einer optisch-zweiaxigen Substanz charakterisirt durch das Drehen und die Krümmung der dunkeln Balken, sowie durch das Schliessen des Kreuzes und sein Auseinandergehen in Hyperbeln bei der Drehung des Präparats.

Da nun die meisten optisch-zweiaxigen Lamellen, deren Axenebene rechtwinkelig auf ihnen steht, diese gleichzeitige Wahrnehmung beider Ringsysteme gestatten, so gewährt das convergente polarisirte Licht ein vorzügliches Hilfsmittel zur Erkennung des optisch-zweiaxigen Charakters.

Um nun in dem mit Nicols versehenen Mikroskop an dem eingestellten dünnen Krystallblättchen die von demselben erzeugte Interferenzfigur sichtbar zu machen, wie sie bei dickeren Platten in dem für mikroskopische Untersuchungen nicht eingerichteten Nörremberg'schen Polarisationsinstrument erblickt wird, mit anderen Worten, um das Mikroskop in Stand zu setzen, vermittels desselben auch Beobachtungen im convergenten polarisirten Licht auszuführen, wird das Ocular entfernt und auf den



unteren Nicol eine starke Sammellinse (Condensor) aufgesetzt; das Objectiv muss recht stark gewählt werden. So sind es also, wie im Nörremberg'schen Polarisationsapparat stark divergente Strahlenbündel, welche aus dem Präparat austreten und in der Focalebene des Objectivs zu einem Luftbilde vereinigt werden. Die Interferenzfigur erscheint zwar klar und scharf, aber sehr verkleinert und in relativ beträchtlicher Entfernung. Zur Vergrößerung der Bilder dient eine über dem Objectiv im Tubus eingeschaltete schwache Linse, die *Bertrand'sche* Linse, welche etwas gehoben oder gesenkt werden kann, da die scharfe Einstellung des Interferenzbildes bei den verschiedenen Objectiven variiert. Belässt man das Ocular, so wird die Interferenzfigur durch eine über den Analysator gehaltene Loupe erblickt. — Um den Uebergang aus dem parallelen in das convergente polarisirte Licht so vorzunehmen, dass zur Aufsetzung des Condensors auf den Polarisator weder der letztere zurückgeschlagen noch das Object von der Stelle bewegt zu werden braucht, construirte *Wülfing* eine Vorrichtung, welche im N. Jahrb. f. Min. 1889. II. 499 beschrieben ist. Eine andere wurde von *R. Brunnee* (Voigt & Hochgesang) in Göttingen ausgeführt.

Bestimmung des optischen Charakters im convergenten polarisirten Licht. Die folgenden Untersuchungen können ebenfalls sowohl in einem Nörremberg'schen Polarisationsinstrument, als in einem für convergentes polarisirtes Licht eingerichteten Mikroskop vorgenommen werden, sofern letzteres die Axenbilder hinlänglich scharf und gross zeigt.

1. Bei einaxigen Krystallen. Um zu entscheiden, ob die Doppelbrechung einer einaxigen Lamelle positiv oder negativ ist, kann man sich eines sehr dünnen Blattes von optisch-zweiachsigem Glimmer bedienen, einer sog. Viertelundulationslamelle, d. h. einer von derjenigen Dicke, dass die durch Doppelbrechung eines senkrecht auffallenden Lichtstrahls entstehenden zwei Strahlen einen Gangunterschied von  $\frac{1}{4}$  Wellenlänge ( $\frac{1}{4}\lambda$ ) über eine beliebige Anzahl ganzer Wellenlängen erhalten. Dieses Viertelundulationsglimmerblatt wird bei der Untersuchung im convergenten Licht oberhalb der zu prüfenden Lamelle entweder unmittelbar unter den Analysator eingeschoben, oder in den Schlitz am unteren Ende des Tubus eingefügt, aber stets in solcher Lage, dass dessen (durch einen Pfeil markirte) Axenebene die beiden Polarisations Ebenen unter  $45^\circ$  schneidet. Durch Einschaltung dieses Glimmerblatts trennt sich das schwarze

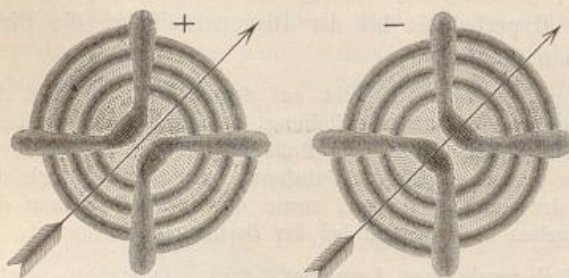


Fig. 312.

Kreuz der Interferenzfigur in zwei Hyperbeln, deren Scheiteltangenten der Axenebene des Glimmers entweder parallel sind, oder dieselbe rechtwinkelig durchschneiden wie Fig. 312 zeigt. Im ersteren Falle hat die geprüfte Lamelle positive, im zweiten Falle negative Doppelbrechung. Bei den positiven Krystallen steht also die Verbindungslinie zwischen den beiden, als graue

Punkte erscheinenden Hyperbelscheiteln gekreuzt (+) auf der Axenebene des Glimmerblatts, bei den negativen sind beide Linien parallel (=). Bei den ersteren erscheinen auch die concentrischen Ringe der Interferenzfigur erweitert in denjenigen Quadranten, durch welchen die Trace der optischen Axenebene des Glimmers nicht geht, bei den letzteren ist solches der Fall in den Quadranten, welche durch diese Trace halbiert werden. Doch sind diese Ringe oft überhaupt nicht sehr deutlich zu bemerken, und bei Substanzen von schwacher Doppelbrechung erscheinen auch wohl die grauen Punkte unbestimmt.



Man kann auch für eine basische einaxige Lamelle den Charakter der Doppelbrechung vermittle einer anderen basischen Platte bestimmen, deren Charakter bekannt ist. Wenn letztere durch Auflegung auf die zu untersuchende mit ihr combinirt wird und sich alsdann im convergenten polarisirten Licht die Ringe der Combination verengern und vermehren, so haben beide Platten (welche eben wie eine einzige verdickte wirken) dasselbe Zeichen; erweitern und vermindern sich aber die Ringe, wird also scheinbar eine Verdünnung der bekannten Platte hervorgebracht, so ist das Zeichen der Doppelbrechung für beide Platten entgegengesetzt. Als Hilfsplatte von bekanntem Charakter dient gewöhnlich der negative Kalkspath<sup>1)</sup>.

2. Bei zweiaxigen Krystallen. Um über den positiven oder negativen Charakter der Doppelbrechung (in Betreff der spitzen Bisectrix) zu entscheiden, dazu kann man, wenigstens in denjenigen Fällen, wo die Lamelle im convergenten Licht beide Systeme von Farbenringen zeigt, auf ähnliche Weise gelangen, wie bei den optisch-einaxigen Krystallen, indem man nämlich ein Viertelundulationsglimmerblatt zwischen die zu prüfende Lamelle und den Analysator so einschaltet, dass die Axenebene des Glimmers mitten zwischen beiden Polarisationssebenen liegt, dieselben also wieder unter  $45^\circ$  schneidet. In der zu untersuchenden Platte liegen die Elasticitätsachsen parallel diesen Nicolhauptsnitten. Das unregelmässige schwarze Kreuz zerfällt dann abermals in zwei (unregelmässige) hyperbolische Schweife, deren Scheiteltangenten parallel oder rechtwinkelig mit der Axenebene des Glimmerblattes sind, je nachdem die Lamelle positive oder negative Doppelbrechung besitzt. Bei der auch hier erfolgenden Störung der Interferenzfigur der Platte sind in den abwechselnden Quadranten die Ringe verengt oder erweitert (Fig. 313). Wenn die optische Axenebene

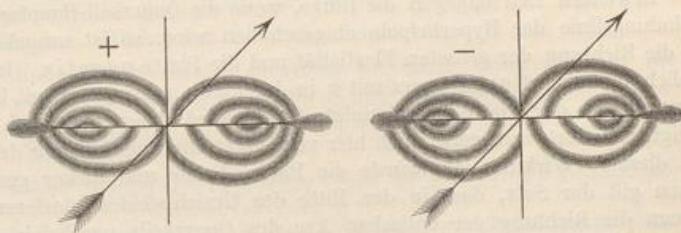


Fig. 313.

des Glimmers durch die Quadranten der verengerten Ringe geht, so ist die geprüfte Platte positiv, also ihre spitze Bisectrix Axe der kleinsten Elasticität; geht sie durch die Quadranten der erweiterten Ringe, so ist die Doppelbrechung negativ, d. h. die spitze Bisectrix ist die Axe der grössten Elasticität.

Im vorstehenden Falle ist angenommen, dass die zweiaxige Krystallplatte senkrecht zur spitzen Bisectrix geschnitten vorlag, indem ja nur dann zu erwarten ist, dass sie überhaupt in Luft die beiden Axenausstritte zeigen wird. Handelt es sich um eine senkrecht zur stumpfen Bisectrix geschnittene Platte, so würde das — allerdings meist nur in Oel zu beobachtende — Interferenzbild durch das Viertelundulationsglimmerblatt gerade die entgegengesetzte Veränderung erfahren, d. h. die oben für positiv angeführten Erscheinungen entsprechen negativem Charakter und umgekehrt.

1) Rinne schlug (N. Jahrb. f. Min. 1894. II. 24) vor, sich des Gypsblättchens vom Roth I. Ord. zu bedienen, welches man auch im parallelen polarisirten Licht anwendet. Wird dasselbe so eingeschaltet, dass seine kleinste Elasticitätsaxe  $c$  zu den Nicols unter  $45^\circ$  steht, indem dieselbe den rechten oberen (positiven) Quadranten des Gesichtsfeldes halbirt, so wird das schwarze Kreuz der Interferenzfigur durch ein rothes ersetzt, die Ringe zerfallen in Ringstücke und zwar erweitern sich bei optisch positiven Krystallen diejenigen im positiven Quadranten, bei negativen die im negativen (linken oberen) Quadranten. Namentlich charakteristisch ist, dass an der Kreuzungsstelle der beiden Kreuzarme die Quadranten abwechselnd in blauen und gelben Tönen gefärbt erscheinen: liegt das Blau im + Quadranten, so ist die Doppelbrechung positiv, liegt das Blau im — Quadranten, so ist die Doppelbrechung negativ.



Zur Ermittlung der relativen Grösse der optischen Elasticität kann man ferner jenen Quarzkeil zu Hülfe nehmen, dessen man sich auch bedient, um im parallelen polarisirten Licht die Bestimmung des optischen Charakters vorzunehmen (S. 225); an demselben ist bekanntlich eine Fläche genau parallel der Hauptaxe geschliffen, während die andere damit einen sehr kleinen Winkel bildet; die lange Kante des Keils (entsprechend der Hauptaxe) ist die Axe der kleinsten Elasticität, die Schneide des Keils liegt rechtwinkelig auf der Hauptaxe und mit ihr fällt die Axe der grössten Elasticität zusammen. Die zu prüfende, senkrecht auf die Bisectrix geschnittene Platte wird bei gekreuzten Nicols in der Diagonalstellung (so dass ihre Hauptschnitte  $45^\circ$  mit den Nicolhauptschnitten bilden, und die Hyperbeln auftreten) in den Apparat gebracht. Wird nun zwischen den Analysator und die Platte der Quarzkeil einmal so, dass seine Hauptaxe parallel der optischen Axenebene der Platte, das anderemal so, dass dieselbe senkrecht zu der letzteren geht, langsam eingeschoben, so tritt in dem einen oder anderen Falle eine Erweiterung der centralen Ringe ein. Erfolgt dieselbe in dem ersteren Falle — also wenn der Quarzkeil mit seiner langen Kante im Sinne der Verbindungslinie der beiden Hyperbelpole oder der stumpfen Bisectrix eingeführt wird —, so muss diese letztere das entgegengesetzte Zeichen haben, wie der positive Quarz, demnach negativ sein, während die spitze Bisectrix (auf welche die Angaben bezogen zu werden pflegen) die Richtung der kleinsten Elasticität und die Platte positiv ist. In diesem Falle deckt sich nämlich  $a$  im Quarz mit  $b$  in der Platte, und  $c$  im Quarz mit  $a$  in der Platte; der in der Platte beschleunigte Strahl wird daher im Quarz verzögert und der in jener verzögerte wird im Quarz beschleunigt; die Keilgestalt des bewegten Quarzes hat also dasselbe optische Ergebniss, als ob die Platte dünner und dünner gemacht würde. — Erweitern sich dagegen die Ringe, wenn die Quarzkeil-Hauptaxe senkrecht zur Verbindungslinie der Hyperbelpole eingeschoben wird, so ist umgekehrt die spitze Bisectrix die Richtung der grössten Elasticität und die Platte negativ. In diesem Falle fällt nämlich umgekehrt  $a$  im Quarz mit  $a$  in der Platte,  $c$  im Quarz mit  $b$  in der Platte zusammen; der in der Platte beschleunigte Strahl wird daher nun auch im Quarz beschleunigt, der dort verzögerte auch hier verzögert; die Einschiebung des Quarzes hat also jetzt dieselbe Wirkung, als würde die Platte dicker und dicker gemacht. — Im Allgemeinen gilt der Satz, dass in der Mitte des Gesichtsfeldes Interferenzcurven auftreten, wenn die Richtung der optischen Axe des Quarzkeils parallel ist der Richtung der grösseren Elasticität der Platte<sup>1)</sup>.

§ 408. **Winkel der optischen Axen.** Die Interferenzfiguren optisch-zwei-axiger Krystalle dienen auch zur Bestimmung des Winkels der optischen Axen; für ihn ist ein Maass der Abstand der Axenaustrittspunkte, wie sie bei der Diagonalstellung einer senkrecht auf die (spitze) Bisectrix geschnittenen Platte als Hyperbelpole erscheinen (Fig. 344). Der für die Messung benutzte, sog. Axenwinkelapparat ist ein Instrument, welches wie ein horizontal liegendes Nörremberg'sches Polarisationsinstrument construirt ist, und ein Fadenkreuz im Ocular besitzt, in welchem zuerst der Centralpunkt des einen, dann derjenige des anderen Axenbildes auf den Kreuzpunkt eingestellt wird; die zu untersuchende Platte steht

1) Benutzt man nach dem Vorschlag von Rinne das S. 234 erwähnte Gypsblättchen vom Roth I. Ordn., welches unter  $45^\circ$  eingeschoben wird, so erleidet in dem diagonal gestellten Interferenzbild um die spitze Bisectrix eines zwei-axigen Krystalls die bestimmte Interferenzfarbe, welche das in der Mitte des Gesichtsfeldes befindliche grössere Feld besitzt, eine Veränderung. Erscheint in der Mitte des Gesichtsfeldes dann der höhere Polarisationsston, wenn die leicht zu erkennende Ebene der optischen Axen senkrecht auf der Axe  $c$  des Gypsblättchens steht, so ist die Doppelbrechung positiv; erscheint der höhere Polarisationsston, wenn die optische Axenebene parallel geht mit der Axe  $c$  des Gypses, so ist die Doppelbrechung negativ. Wird die Bestimmung an einer Platte senkrecht zur stumpfen Bisectrix vorgenommen, so kehren sich natürlich für die spitze Bisectrix die Zeichen der Doppelbrechung um.