

DIE BECKESCHE LICHTLINIE

Mit 6 Abbildungen

Von PROF. DR. HERMANN TERTSCH, Wien

Wer bei einer Dünnschliffuntersuchung, aber auch an biologischen Objekten (Zellgewebe usw.) unter Verwendung stärkerer Objektive zwecks Scharfeinstellung den Mikroskoptubus hebt und senkt, wird mit Überraschung beobachten, daß dabei die verschiedenen Mineralkörner oder Gewebeteile verschieden hell erscheinen und das Maß dieser Helligkeit sich je nach der Tubuseinstellung ändert. Bei aufmerksamer Beobachtung sieht man sogar an geeigneten Stellen parallel zum Kornrand eine Lichtlinie auftreten, die auch wieder von der Tubuseinstellung abhängig ist.

F. BECKE¹⁾ war es, der zuerst auf diese Erscheinung aufmerksam machte und ihre Entstehung bzw. praktische Verwendbarkeit darstellte. Es war damit ein einfaches und überaus empfindliches Verfahren entdeckt, die Brechbarkeit benachbarter Stoffe zu vergleichen und so ein ausgezeichnetes diagnostisches Mittel in die Hand zu bekommen, wenn man die Brechbarkeit eines der beiden verglichenen Körper kennt. Da diese nun bei der Einbettungsflüssigkeit, mag es nun der Kanadabalsam bei Dünnschliffen oder eine andere Flüssigkeit bei biologischen Präparaten sein, wohl immer bekannt ist, kann sicher an jenen Stellen, wo das Präparat gegen die Einbettungsmasse grenzt, ein solcher Vergleich durchgeführt werden. So sind z. B. der Kalifeldspat und von den Plagioklasen der Albit und Ologoklas-Albit hiebei deutlich als schwächer lichtbrechend gegenüber dem Kanadabalsam zu erkennen, wogegen die übrigen Plagioklase in zunehmendem Maße sich als höher lichtbrechend erweisen.

Die Erscheinung der Lichtlinie ist am deutlichsten an Korngrenzen, die ungefähr parallel zur Mikroskopachse, also senkrecht zur Schliffebene liegen. Je schräger die Grenzfläche verläuft, desto unklarer wird die Erscheinung. Stellt man auf eine günstig gelegene²⁾ Grenzfläche zweier Medien möglichst scharf ein, so erscheinen die beiden Körner, abgesehen von dem sog. „Relief“, worüber noch einiges zu sagen ist, bei farblosen Medien gleich hell, und die Grenze ohne irgendeine besondere Lichterscheinung. Wenn man aber aus dieser Einstellung den Tubus hebt, zeigt sich parallel zur Korngrenze eine zarte, aber sehr deutliche Lichtlinie, die beim Heben in das höher brechende Korn wandert und mit zunehmender Unschärfe verschwindet. Umgekehrt wandert beim Senken des Tubus die auftretende Lichtlinie in das schwächer brechende Korn.

Je stärker der Brechungsunterschied der beiden aneinandergrenzenden Medien ist, desto deutlicher ist die Erscheinung, deren Empfindlichkeit aber so

¹⁾ F. BECKE, Sitzber. Wr. Ak. Wiss. 102 (1893): 358 und Tschermaks Min. petr. Mitt. 13 (1892/93): 385.

²⁾ Die günstige Lage senkrecht zur Schliffebene ist leicht daran zu erkennen, daß bei Heben und Senken des Mikroskoptubus die scharf erscheinende Grenzlinie sich seitlich nicht verschiebt.

groß ist, daß sie sogar bei einem Brechungsunterschied von 0,001 noch erkennbar bleibt. Allerdings ist es in solchen Fällen vorteilhaft, den Lichteintritt durch eine geeignete Blende stark einzuengen oder schief einfallendes Licht zu verwenden, indem man eine Seite des Beleuchtungskegels abblendet.

Die BECKESche Lichtlinie findet ihre Deutung in den Erscheinungen der Totalreflexion an der Grenze zweier Medien. In Abb. 1 ist schematisch und sehr vergrößert der Gang der Lichtstrahlen eines Strahlenbüschels (a—e) dargestellt, das zentrisch auf die senkrechte Grenzfläche zweier verschieden brechender Körper (N und n) auftrifft. Man erkennt sofort, daß das ursprünglich symmetrische Strahlenbüschel dabei in seinen Teilen ein sehr verschiedenes Verhalten zeigt. Wenn der Strahl b den Grenzwinkel der Totalreflexion

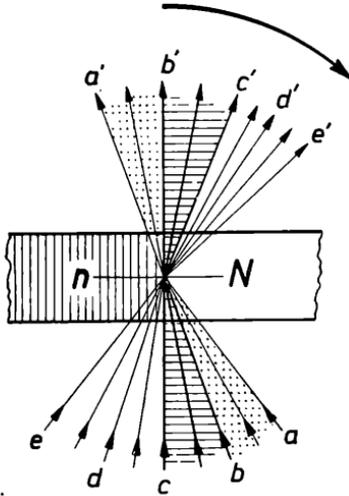


Abb. 1.

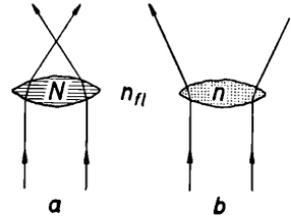


Abb. 2.

bezeichnet, dann können nur die von der Seite des stärker brechenden Mediums (N) kommenden Strahlen a — b in den schwächer brechenden Körper eindringen. Die Strahlen b — c werden total nach b' — c' reflektiert und die Strahlengruppe c — d — e wird zur Gänze nach c' — d' — e' gebrochen. Wie ersichtlich, erfährt das ursprünglich symmetrische Strahlenbüschel bei seinem Austritt (a' — e') eine deutliche Verschiebung nach der Seite des höher brechenden Mediums. Wenn man also den Mikroskoptubus hebt, sieht man das Licht der Grenzfläche als parallele Lichtlinie in den höher brechenden Körper wandern³⁾. Bei Senken des Tubus stellt sich der gegenteilige Vorgang ein.

³⁾ Dieses Wandern der Lichtlinie parallel der Korngrenze bedeutet nicht das gleiche wie die Tatsache, daß höher brechende Körner in einer Flüssigkeit heller bzw. schwächer brechende dunkler erscheinen als die umgebende Flüssigkeit. In diesem Falle wirken die Körner ähnlich wie Sammell- bzw. Zerstreuungslinsen und die beobachtete Änderung der Lichtstärke ist eine einfache Folge der prismatischen Ablenkung an den keiligen Rändern (Abb. 2).

Es leuchtet ein, daß das Erkennen und Beobachten der Lichtlinie um so schwieriger wird, je geringer der Brechungsunterschied der aneinandergrenzenden Medien ist. Hier kann man verschiedene Methoden anwenden, um die BECKESche Lichtlinie möglichst deutlich werden zu lassen. Am einfachsten ist es, das Heben und Senken des Tubus ziemlich rasch durchzuführen, denn Helligkeitsänderungen sind leichter zu beobachten als Helligkeitsunterschiede. Eine andere Methode besteht darin, daß man den eintretenden Lichtkegel ziemlich stark einengt, so daß nur Strahlen etwa $b-c$ bzw. $b-d$ einfallen⁴⁾. Dieser Strahlenbereich, der „Raum der Totalreflexion“, ist aber um so kleiner, je geringer der Brechungsunterschied

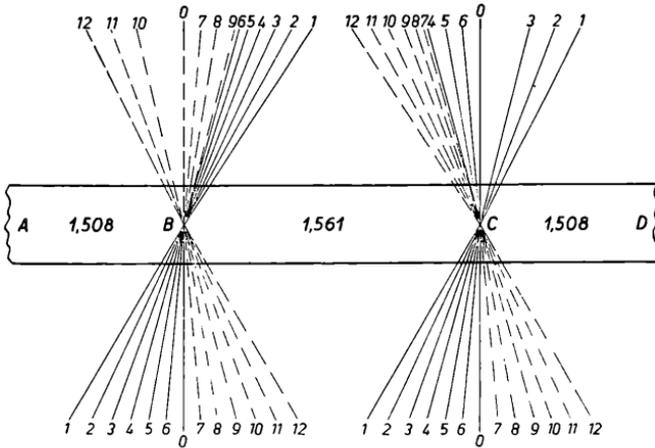


Abb. 3.

beider Medien ist. In diesem Falle muß die Irisblende sehr stark zugezogen werden, soll die Erscheinung deutlich werden. Diese Einengung der Strahlen verhindert, daß die außerhalb des Bereiches der Totalreflexion liegenden und entsprechend gebrochenen Strahlen durch ihre Helligkeit die Erscheinung überblenden.

Ein sehr wirksames Mittel besteht in der schiefen Beleuchtung, wie sich das leicht erreichen läßt, wenn man mit dem Finger oder einem entsprechender Schuber das eintretende Licht einseitig abblendet. Die Wirkung einer solchen schiefen Beleuchtung ist aus der beigegebenen Abb. 3 (nach ROSENBUSCH-WÜLFING) zu entnehmen, wobei die wirksam gebliebenen Strahlen in den den eingeschriebenen Brechzahlen entsprechenden,

⁴⁾ Eine unter dem Mikroskopisch angebrachte Irisblende tut hiebei ausgezeichnete Dienste.

richtig konstruierten Lagen ausgezogen eingetragen sind. Man sieht, daß das wirksame Lichtbündel kräftig nach der Seite des stärker brechenden Körpers abgelenkt ist und die anderen, allenfalls überblendenden Strahlen ausfallen. Bezüglich der praktischen Handhabung sei daran erinnert, daß infolge der Bildumkehrung im Mikroskop der helle Rand des höher brechenden Mediums auf der gleichen Seite liegt, wie der Eintritt des Lichtes. Vgl. dazu den Strahlengang in Abb. 4 (nach ROSENBUSCH-WÜLFING) für die Grenze zwischen Quarz (höher) und Mikrolin (schwächer) brechend.

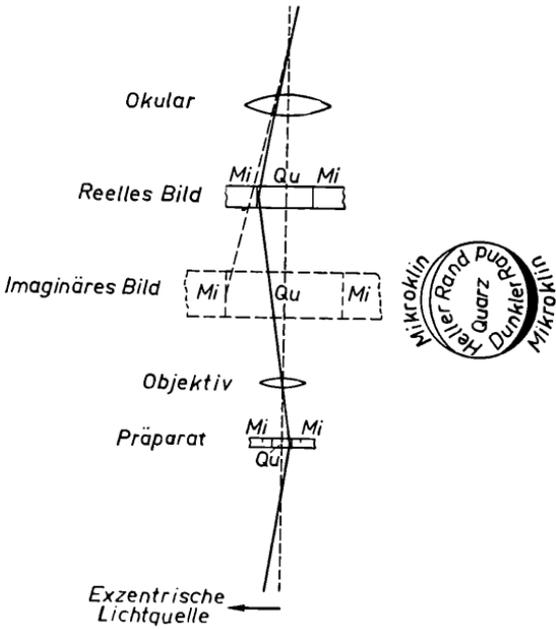


Abb. 4.

Bei Lichteintritt von links und Einstellung auf die Oberfläche des Schliffes erscheinen also die höher brechenden Körper links hell, rechts dunkel umrandet.

An der Hand der Abb. 5 lassen sich die Erscheinungen sehr gut verfolgen. Es ist die Wiedergabe des gleichen Mikropertit-Dünnschliffes unter verschiedenen Beobachtungsbedingungen. In Abb. 5 a ist die Grenze eines (010)-Schnittes von Mikropertit gegen den Kanadabalsam zunächst zwischen gekreuzten Polarisatoren (mit REICHERT-Objektiv 5) aufgenommen, um die Bestandteile des Schliffes leichter zu unterscheiden. Man sieht in einem grau erscheinenden Orthoklasgrund hellere Spindeln und Adern von Albit. In

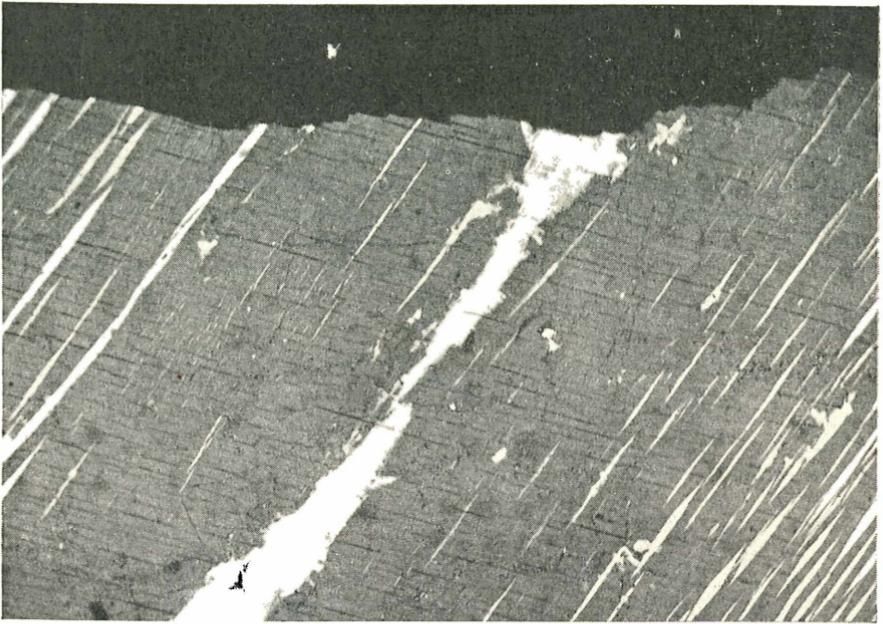


Abb. 5a.

Abb. 5 b ist unter Ausschaltung des Analysators die gleiche Stelle bei gehobenem Tubus und zugezogener Irisblende photographiert. Man sieht, daß der Orthoklas und der Albit niedriger brechend sind als der Kanadabalsam, denn die Lichtlinie ist an der Grenze im Balsam zu sehen. Die Albitspindeln zeigen aber gegenüber dem Orthoklas die höhere Brechung, enthalten die Lichtlinie und sind heller. In der Tat liegen in einem (010)-Schnitt die Brechzahlen für Orthoklas zwischen 1,519—1,523, für Albit zwischen 1,529—1,532 und für Kanadabalsam bei 1,54. Endlich ist in Abb. 5 c noch die gleiche Stelle bei schiefe m Lichteinfall von vorne aufgenommen. Alle höher brechenden Körper zeigen daher den nach vorn gekehrten Rand hell.

Schließlich darf nicht übersehen werden, daß bei doppelbrechenden Körpern in der gleichen Richtung sich zwei Strahlen mit verschiedenen Brechzahlen bewegen. Es ist interessant, daß bei Verwendung gewöhnlichen Lichtes und starker Einengung des eintretenden Strahlenbüschels auch bei starker Doppelbrechung nicht zwei getrennte Lichtlinien auftreten, wie zu erwarten wäre, sondern nur eine. Die Trennung der beiden Lichtlinien ist nur dann zu beobachten, wenn die Einbettungsmasse, also das angrenzende einfach brechende Medium, in der Brechbarkeit zwischen den beiden Brechzahlen α' und γ' des doppel-

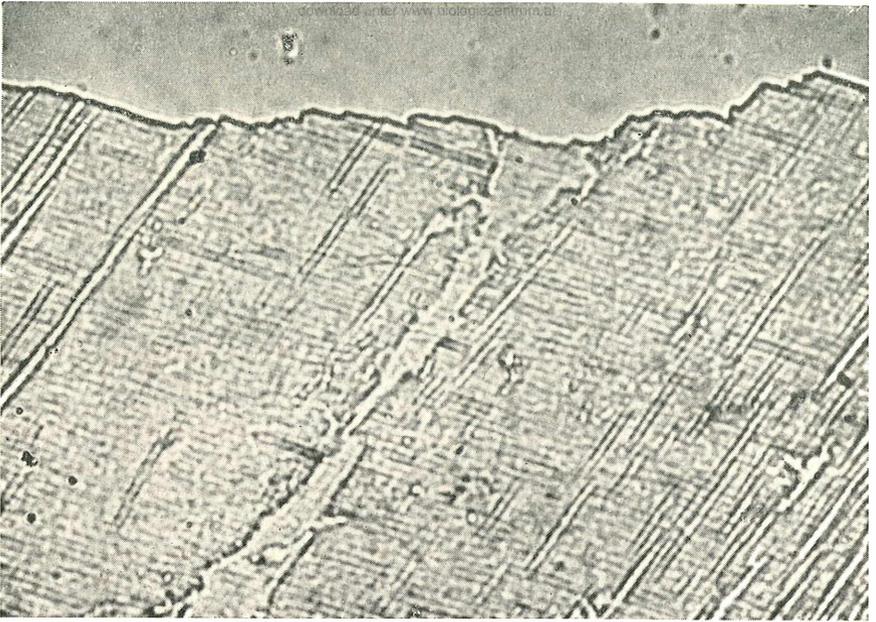


Abb. 5b.

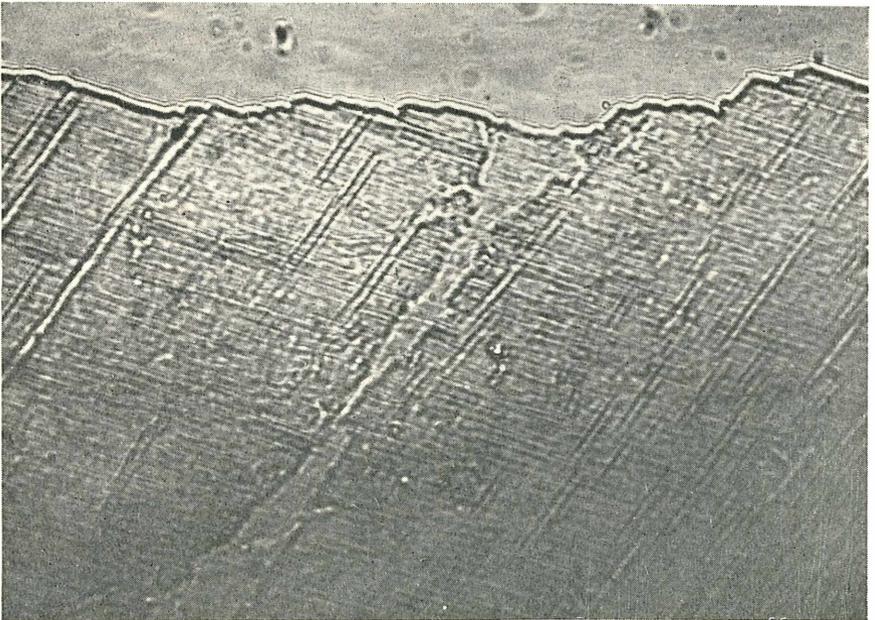


Abb. 5c.

brechenden Kornes liegt ($\alpha' < n < \gamma'$). In diesem Falle erscheinen die Lichtlinien beiderseits der Korngrenze, wenn man auf die Schliffoberseite oder noch höher einstellt. Das Auftreten nur einer Lichtlinie, wenn $n < \alpha' < \gamma'$ oder $\alpha' < \gamma' < n$ ist, läßt erkennen, daß die Erscheinung mit der BECKESchen Deutung nicht vollständig erklärt wird, sondern ein viel komplexeres Phänomen darstellt, als man ursprünglich annahm.

Bei doppelbrechenden Körpern beobachtet man darum zweckmäßig im einfach linear polarisierten Licht, so daß von vornherein nur einer der beiden Strahlen in jedem Körper zur Geltung kommt. Es ist sofort klar, daß man dazu die Körner zunächst in Auslöschungstellung bringen und dann unter Ausschaltung des Analysators im einfach polarisierten Licht beobachten muß. Auch da ist es für feinere Unterscheidungen nötig, nur solche Paare von Medien zu verwenden, die zu gleicher Zeit auslöschend⁵⁾, wo also die Schwingungsrichtungen des Lichtes innerhalb der Kristalle gleichsinnig oder wechselweise (gekreuzt) zueinander parallel laufen.

In allen Fällen, wo keine Doppelbrechung vorliegt, also bei der überwiegenden Mehrheit der biologischen Präparate, fällt die Notwendigkeit der Verwendung einfachpolarisierten Lichtes und der Beobachtung der Auslöschungstellung weg. Das Verfahren des Brechungsvergleiches mit Hilfe der BECKESchen Lichtlinie wird dadurch überaus einfach und von einer kaum zu überbietenden Empfindlichkeit. Gerade diese letztere Eigenschaft ist bei biologischen Präparaten besonders wertvoll, da ja im allgemeinen die Brechungsunterschiede bei verschiedenen Gewebeteilen oder Inhaltskörpern der Zelle, soweit es sich nicht geradezu um Kristalle handelt, ziemlich gering sind. Es wäre für die Bestimmung gewisser organischer Substanzen sehr vorteilhaft, wenn in höherem Maße als bisher die Höhe der Brechbarkeit berücksichtigt bzw. die BECKESche Lichtlinie verwendet würde. Über die weitestgehende Verwendung dieser Methode im Bereich der Mineralogie und Petrographie soll hier nicht weiter berichtet werden, da ja hierüber vorzügliche Arbeiten und Zusammenstellungen vorliegen⁶⁾.

Wichtig scheint es aber, auf einige Schwierigkeiten aufmerksam zu machen, die sich der weitesten Anwendung der so einfach erscheinenden Untersuchungsmethode entgegenstellen. Die von BECKE gegebene und hier wiederholte Deutung der Lichtlinie aus der Totalreflexion allein trifft, wie schon bemerkt, nicht die ganze Erscheinung. Sie übergeht auch den Einfluß

⁵⁾ Nicht allzu selten kann man in Quarz führenden Gesteinen Quarzstengel finden, die zueinander gekreuzt sind, wo also die Schwingungsrichtung des außerordentlichen Strahles mit $\epsilon = 1,553$ in dem einem Kristall parallel liegt zur Schwingungsrichtung des ordentlichen Strahles mit $\omega = 1,544$ in dem anderen Korn. Bringt man diese Quarze in die Auslöschungstellung und verwendet nur den unteren Polarisator, so ist das Auftreten der BECKESchen Lichtlinie bei dem Quarzkorn mit ϵ sehr schön zu beobachten.

⁶⁾ Vgl. besonders H. ROSENBUSCH und E. A. WÜLFING: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. 5. Aufl., Schweizerbart, Stuttgart, 1924.

des Strahlenganges nach Austritt aus den beiden verglichenen Medien. BECKE selbst machte schon aufmerksam, daß der Vergleich der Brechbarkeit zwischen Augit und Granat sehr erschwert wird, wenn die Einbettungsmasse (Kanadabalsam) eine wesentlich kleinere Brechzahl besitzt als die untersuchten Körper (ungefähr 1,7 und 1,8 gegen 1,54). Bei dem Austritt der Strahlen aus den verglichenen Medien und Übergang in den Kanadabalsam und in das Deckglas und endlich in Luft erfolgt, wie man sich leicht an einer Strahlenskizze überzeugen kann, eine starke Zerstreuung der Strahlen, wodurch die ganze Erscheinung sehr an Deutlichkeit verliert. In dem angegebenen Falle empfiehlt darum BECKE die Benützung von Jodmethylen als Einbettungsmasse.

So erfolgreich daher die Beobachtung und Auswertung der BECKE'schen Lichtlinie bei Vergleich von Quarz und allen Arten von Feldspäten ist, da diese Mineralien sich in ihrer Brechbarkeit nicht allzusehr von jener des Kanadabalsams unterscheiden, so unsicher oder unverwendbar wird sie bei den höher brechenden Pyroxenen, Hornblenden, Granaten, Olivinen, Epidoten, ja auch bei manchen Glimmern usw., also gerade bei besonders wichtigen, gesteinsbildenden Mineralien. Es muß also zwischen der Einbettungsmasse und der Brechbarkeit des untersuchten Körpers eine gewisse nähere Zahlenbeziehung bestehen. Ist diese erfüllt, dann erweist sich allerdings die Methode der Lichtlinie von einer kaum mehr zu übertreffenden Empfindlichkeit. Es ist darum vorteilhaft, die fraglichen Stoffe in verschiedene Einbettungsflüssigkeiten, deren Brechbarkeit bekannt ist, zu bringen und mit Hilfe der BECKE'schen Lichtlinie dann festzustellen, zwischen welchen Zahlengrenzen sich die Brechbarkeit des untersuchten Körpers einschließen läßt. Ist die Brechbarkeit des Präparates und der Einbettungsflüssigkeit gleich, dann verschwindet die Körpergrenze⁷⁾, und auch ein Heben und Senken des Tubus läßt diese Grenze nicht sichtbar werden.

Eine weitere Schwierigkeit bereitet aber das Verhalten von Präparaten, die weit dünner sind, als das bei Dünnschliffen üblich ist, und deren „Dicke“ sich schon in der Größenordnung der Lichtwellen bewegt, wie das an ganz dünnen Kriställchen gelegentlich zu beobachten ist. Hier versagen die üblichen Strahlengangskonstruktionen, und trotzdem ist auch in solchen Fällen die Lichtlinie deutlich zu beobachten. Die theoretische Optik führt nun zu der Vorstellung, daß bei geringer Neigung der einfallenden Strahlen gegenüber der brechenden (Grenz-) Fläche diese um so mehr wie ein enger Spalt wirkt, je geringer ihre (Höhen-) Ausdehnung ist. Das bedeutet aber, daß bei sehr dünnen Präparaten in erster Linie nicht die Brechung und Totalreflexion, sondern die Beugung und Interferenz für den weiteren Strahlengang bestimmend sind und daß die Einwirkung um so wirksamer wird, je dünner das Präparat ist. Selbst bei normaler Dünnschliffdicke

⁷⁾ Da im allgemeinen die Dispersion der Brechzahlen bei dem eingebetteten Körper und der Flüssigkeit nicht gleich sein werden, erscheinen bei Verwendung gewöhnlichen weißen Lichtes farbige Säume an der Grenze, d. h. man sollte in diesem Falle besser mit monochromatischem Licht arbeiten.

ist dieser Einfluß nicht mehr zu vernachlässigen und erklärt die zunächst befremdliche Tatsache, daß die Höhe der Grenzfläche auf die Erscheinung der Lichtlinie keinen wesentlichen Einfluß zu nehmen scheint.

Nach den rein geometrisch-optischen Deutungsversuchen sollte man aus der Höhe der Grenzfläche, den Brechzahlen der aneinandergrenzenden Körper und dem Öffnungswinkel des Beleuchtungskegels die Breite der Lichtvermehrung leicht berechnen können. Deren Messung ergäbe umgekehrt damit die Möglichkeit, die Brechbarkeit zahlenmäßig zu bestimmen, wenn diese nur für einen der beiden Stoffe bekannt ist. Alle diesbezüglichen Versuche, die zuerst von C. VIOLA vorgeschlagen wurden, hatten durchwegs ein negatives Ergebnis⁸⁾. Auch dieser Mißerfolg ist nur verständlich, wenn außer der BECKESchen Deutung noch andere optische Faktoren, wie eben die Beugung, maßgebend einwirken. Es scheint, daß die Lage der Beugungsmaxima hier sehr wesentlich mitspielt und daß demnach bei Präparaten normaler Dünnschliffdicke beide Erscheinungen (Totalreflexion und Beugung) sich überlagern⁹⁾.

Und schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß die Intensität der BECKESchen Lichtlinie allem Anschein nach zur Differenz der Brechzahlen der aneinandergrenzenden Medien im geraden Verhältnis steht. Es ist aber in keiner Weise gelungen, diese Beobachtungstatsache durch irgendeinen der gegebenen Deutungsversuche auch nur angenähert zu erklären.

So einfach und klar also alle Beobachtungen und Verwendungen der BECKESchen Lichtlinie sind, so wenig wollte es bisher gelingen, eine restlos erschöpfende, theoretische Erklärung dafür zu geben. Im wesentlichen ist die, freilich nur grob angenäherte Deutung durch BECKE noch immer jene, die der Mehrzahl der beobachteten Erscheinungen gerecht wird.

Wie schon hervorgehoben wurde, ist die Deutlichkeit der Erscheinung von der Lage der Grenzfläche der beiden Körper sehr wesentlich abhängig. Alle eingehenderen Erklärungsversuche gehen immer davon aus, daß die Grenzfläche parallel oder sehr nahe parallel der Tubusachse liegt. Je größer die Abweichung von dieser Ideallage ist, desto unsicherer und unverlässlicher wird die Beobachtung der Lichtlinie. Bei stark geneigter Grenzfläche kann sogar nach BECKES eigenen Beobachtungen die Intensitätsvermehrung (Lichtlinie) nach der Seite des schwächer brechenden Mediums verlegt werden, wenn an der Grenze der stärker brechende Körper den schwächer brechenden überragt.

⁸⁾ Vgl. hierzu wie überhaupt zur Frage der Theorie der BECKESchen Lichtlinie die vorzügliche und übersichtliche Zusammenstellung bei K. SPANGENBERG, Die Einbettungsmethode, Fortschr. Mineral., Kristallogr., Petrogr. 7 (1922): 3.

⁹⁾ Daß die Korngrenzen bei scharfer Einstellung auch in allerdünnsten Präparaten als zarte, schwarze Striche erscheinen, ließe sich als nulltes Minimum (das ist Abbildung der Grenze) verstehen. Die begleitenden Maxima- und Minima-Streifensysteme sind in ihrer Breite von der Höhe der Einstellung abhängig, ihre Abstände vergrößern sich mit zunehmender Entfernung von der Scharfeinstellung sowohl nach oben wie nach unten.

Aus allem ergeben sich gewisse Regeln, die bei der Beobachtung der BECKE'schen Lichtlinie einzuhalten sind. 1. Aufsuchen möglichst vertikal liegender, glatter und sauberer Grenzflächen, 2. Verwendung stärkerer (mittlerer) Vergrößerungen, 3. Einengung des eintretenden Lichtbüschels (oder schiefer Lichteintritt), 4. (bei doppelbrechenden Körpern) Verwendung einfach polarisierten Lichtes zur Trennung der beiden Brechzahlen α' und γ' , 5. bei starkem Unterschied in der Dispersion der Brechbarkeit Beobachtung im monochromatischen Licht. Unter genauer Beachtung dieser Regeln lassen sich Brechungsunterschiede von 0,001 mit Hilfe der Lichtlinie noch sicher nachweisen und zu Bestimmungszwecken verwenden.

Im Anhang zu diesen kurzen Ausführungen mögen noch einige andere Erscheinungen besprochen werden, die in einem gewissen, loseren Zusammenhang mit der Lichtlinie stehen. Wie schon früher (Note auf S. 297 und Abb. 2) bemerkt wurde, zeigen sich oft Körner, deren Brechbarkeit höher ist als jene ihrer Umgebung, auch heller, was bei sonst farblos durchsichtigen Medien sehr zur leichteren Unterscheidung beiträgt. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß sich dabei vor allem aus der Brechbarkeit Erscheinungen ergeben müssen, wie sie bei Linsen zu beobachten sind. Die Erscheinung wird meist deutlicher, wenn man den Tubus etwas hebt, so daß Heben des Tubus, Hellerwerden des Kornes und höhere Lichtbrechung zusammengehören. Hier wirken wohl Brechung und Totalreflexion in gleicher Weise zusammen.

Ganz besonders auffällig ist aber die Erscheinung des verschieden starken „Reliefs“ der Körner. Es sieht oft so aus, als lägen manche Mineralkörner höher, manche tiefer als andere, und doch sind praktisch in einem normalen Dünnschliff alle Körner gleich dick⁴⁰⁾. Da die höher brechenden Körner durch die BECKE'sche Lichtlinie auch in der verwaschensten Form am Rande und oft auch im ganzen heller erscheinen, wird damit der Eindruck größerer Nähe gegen das Auge vorgetäuscht. Es scheint also, als ragten diese hellen Körner inselartig aus ihrer Umgebung heraus, ohne daß in Wirklichkeit ein solcher Höhenunterschied besteht. Besonders bei Anwendung schiefer Beleuchtung zwecks besserer Beobachtung der Lichtlinie ist das Auftreten eines kräftigen „Reliefs“ trotz gleicher Dicke aller Körner sehr auffällig (vgl. Abb. 5 c).

Auch eine andere Erscheinung spielt hierbei noch mit, nämlich das sehr verschiedenartige Aussehen der Oberfläche farblos durchsichtiger Körper im Dünnschliff. Bei manchen erscheint die Oberfläche ganz glatt, bei anderen auffallend rau und zerklüftet, obwohl alle Körper in gleicher Weise abgeschliffen wurden. Die „chagrinierte“ Oberfläche ist eine einfache Folge

⁴⁰⁾ Es darf nicht verschwiegen werden, daß bei starken Härteunterschieden der einzelnen Körner eine geringe Verschiedenheit der Dicke tatsächlich vorhanden ist. Die härteren Teile schleifen sich weniger ab und ragen darum ganz wenig aus der Oberfläche des Schliffes heraus, während die weicheren Teile in ganz flachen Mulden ausgeschliffen werden. Diese Tatsache vermag aber die auffallend starken, scheinbaren Höhenunterschiede in keiner Weise zu erklären.

des Brechungsunterschiedes zwischen Mineralkorn und Einbettungsmasse und verschwindet vollständig, wenn Korn und Einbettungsflüssigkeit die gleiche Brechbarkeit zeigen. In diesem Falle erscheint die Kornoberfläche völlig glatt und eben. Man erreicht aber diese „Glätte“ auch, wenn man die Oberfläche des Mineralkornes sorgfältig glättet und poliert, ein Beweis dafür, daß die mikroskopischen Unebenheiten der gewöhnlichen Schliffoberfläche die Ursache für das zu beobachtende „Chagrin“ sind. Die Abb. 6 zeigt schematisch die Wirkung verschiedener Brechbarkeit auf den Strahlengang bei Austritt an der Kristalloberfläche. Bei starken Brechungsunterschieden gegenüber der Einbettungsmasse werden die austretenden Strahlen an den Rauigkeiten der Oberfläche in den verschiedensten Maßen abgelenkt und zerstreut, die Beleuchtung erscheint unruhig, unterbrochen, die Oberfläche

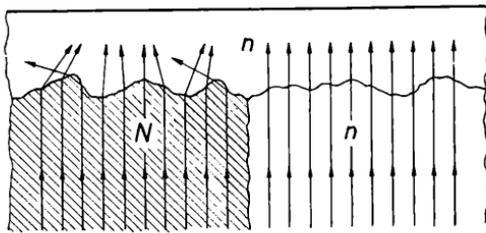


Abb. 6.

rauh¹¹⁾. Ist dagegen kein oder nur ein geringer Brechungsunterschied zwischen Korn und Einbettungsmasse, dann gehen die Lichtstrahlen an der Grenzfläche ohne wesentliche Ablenkung durch, die Beleuchtung ist gleichmäßig, die Oberfläche erscheint glatt, obwohl sie in Wirklichkeit die gleiche Schliffrauigkeit besitzt wie im ersten Falle¹²⁾.

So kommt es, daß stärker brechende Medien im Dünnschliff ein geradezu aufdringlich wirkendes Relief und Chagrin zeigen, gleichsam, als lägen die Schnitte mit derben Rissen und Klüften oben auf dem Schliff darauf. Der Vergleich des Aussehens der Oberfläche von Plagioklasen, Augit und Olivin, wie diese z. B. in einem Olivinabbro zu beobachten sind, läßt in zunehmendem Maße die Rauigkeit und Zerklüftung der Oberfläche mit steigender Brechbarkeit erkennen.

¹¹⁾ Es gibt auch ein sog. negatives Relief, richtiger Chagrin, wenn nämlich der beobachtete Körper eine wesentlich geringere Brechbarkeit besitzt als die Einbettungsmasse (z. B. bei Flußspatkörnern). Maßgebend ist eben nur die Größe des Unterschiedes in der Brechbarkeit des Mineralkornes und der Einbettungsmasse.

¹²⁾ Darum erscheinen die Feldspate und Quarz oder Nephelin im Dünnschliff immer so glatt, da ihre Brechbarkeit jener des Kanadabalsams ziemlich nahe liegt oder ganz mit ihr übereinstimmt.

Es ist leicht, aus den an Dünnschliffen von Mineralien und Gesteinen gewonnenen Erfahrungen die Folgerungen für die Beobachtung an biologischen Präparaten zu ziehen, und es ist eigentlich merkwürdig, daß bei diesen so selten in bewußter Weise von dem wunderbar einfachen und empfindlichen Hilfsmittel der BECKESchen Lichtlinie Gebrauch gemacht wird. Die Gleichheit oder Ungleichheit einzelner Substanzen, die an einem biologischen Präparat beteiligt sind, läßt sich sehr oft in einfachster und überzeugendster Weise durch Beachtung der Brechbarkeit und diese wieder durch Verwendung der Lichtlinie, oder Beachtung von Helligkeit, Relief und Chagrin feststellen. Es kann darum nicht eindringlich genug empfohlen werden, die Erscheinungen der BECKESchen Lichtlinie in viel höherem Maße als bisher auch in der biologischen Mikroskopie zu verwerten.

FLUORESZENZ UND METACHROMASIE

Von DR. LEOPOLD STOCKINGER

(Histologisch-embryologisches Institut der Universität Wien. Vorstand Prof. Dr. V. Patzelt)

Die Ansichten über den Begriff Metachromasie sind recht verschiedene und haben im Laufe der Zeit mehrere Wandlungen durchgemacht. Nach EHRlich versteht man darunter im weiteren Sinne die Erscheinung, daß sich verschiedene Gewebssorte mit bestimmten Farbstoffen anders färben, als es dem Farbton der Farblösung entspricht. Über die Ursachen dieser Erscheinungen gehen die Meinungen weit auseinander. Abzugrenzen von den sogenannten echten metachromatischen Erscheinungen sind vor allem die, die durch Farbstoffverunreinigung oder Begleitstoffe hervorgerufen werden (LEHNER). Neben rein physikalischen Ursachen, wie Unterschiede im Brechungsindex verschiedener Gewebsbestandteile und Dispersitätsänderung der Farbstoffe, werden auch chemische Veränderungen, wie intramolekulare Farbstoffumlagerungen und Bildung von Gewebs-Farbstoffverbindungen, für das Auftreten der verschiedenen Farben verantwortlich gemacht (ZEIGER). Die Farbwechselmechanismen wurden bisher hauptsächlich an basischen Farbstoffen, wie Toluidinblau, Thionin, Neutralrot, Hämatoxylin usw., eingehender, daneben aber auch an sauren Farbstoffen, z. B. aus der Kongorotgruppe, untersucht. MÖLLENDORF unterscheidet zwischen Niederschlags- und Durchtränkungs-färbung, von denen erstere metachromatisch sein kann. Er nimmt an, daß dabei elektrostatisch bedingte Absorptionsverbindungen mit neuen farbgebenden Eigenschaften entstehen.

LISON, der ausgedehnte Untersuchungen auf diesem Gebiet durchgeführt hat, kommt zu dem Ergebnis, daß ein Teil der metachromatischen Erscheinungen durch sogenannte chromotrope Substanzen hervorgerufen wird, die durchwegs Schwefelsäureester höherer Polysaccharide darstellen,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mikroskopie - Zentralblatt für Mikroskopische Forschung und Methodik](#)

Jahr/Year: 1949

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Tertsch Hermann Julius

Artikel/Article: [Die Beckesche Lichtlinie. 296-307](#)