

Fortgeschrittenenpraktikum

**Versuch 18: Auflösungsvermögen von Mikroskop
und Prismenspektralapparat**

Ort: F-Praktikum, P 047

Unter dem Auflösungsvermögen optischer Instrumente versteht man die Fähigkeit des Instrumentes, eng benachbarte Objekteinzelheiten auch getrennt wieder zu geben. Diese Fähigkeit wird durch die unvermeidbare Beugung des Lichtes begrenzt.

In diesem Versuch sollen die Aussagen der Abbeschen Theorie zum Auflösungsvermögen des Mikroskops für nicht selbst leuchtende Objekte experimentell nachgeprüft werden. Außerdem soll demonstriert werden, dass außer den Linsen bzw. Linsensystemen auch die Lage und Form von Blenden oder anderen Strahl begrenzend wirkenden Teilen entscheidenden Einfluss auf die Abbildung im Mikroskop haben können.

Am Prismenspektralapparat werden analoge Untersuchungen durchgeführt, die Dispersionskurve von Prismen ausgemessen und das Auflösungsvermögen berechnet. Mit Hilfe der Natrium-Doppellinie wird die Theorie überprüft.

Mess-/Arbeitsprogramm:

1. Prüfung der Aussagen der Abbeschen Theorie des Auflösungsvermögens eines Mikroskops. Die Beobachtungen sind zu skizzieren und die Resultate im Gesamtprotokoll zu erklären.
 - 1.1 Beobachtung des primären und sekundären Bildes mehrerer Strichgitter (mit unterschiedlichen Gitterkonstanten) mit einem Spezialmikroskop
 - 1.2 Einsetzen von 4 verschiedenen Spaltblenden in der Ebene des primären Bildes und Beobachtung der Auswirkungen auf das primäre und sekundäre Bild der Strichgitter.
 - 1.3 Beobachtung des sekundären Bildes eines Kreuzgitters bei unterschiedlicher Lage, Größe und Form der Blende in der Ebene des primären Bildes (3 Spalte, 2 Lochblenden)
2. Untersuchungen zum Auflösungsvermögen eines Prismenspektralapparates
 - 2.1 End-Justierung des Prismenspektralapparates nach Bedienungsanleitung (**nur nach Anweisung des Betreuers !!!**)
 - 2.2 Ermittlung der Dispersionskurve $n(\lambda)$ von zwei Prismen nach der Methode der minimalen Ablenkung mit Hilfe von 6 Linien des Quecksilberspektrums
 - 2.3 Untersuchung der Natrium-Doppellinie (Wellenlängen 589,0 nm und 589,6 nm) mit beiden Prismen und Abschätzung des Auflösungsvermögens der Prismen aus der Beobachtung der Na-Linien
 - 2.4 Diskussion der Dispersionskurven, Berechnung des Auflösungsvermögens der Prismen für den gelben Spektralbereich und Vergleich mit dem Ergebnis von 2.3.

Stichwortverzeichnis:

Beugung, Fouriertransformation, Huygens-Fresnelsches Prinzip, Beugung an Spalt, Doppelspalt und Gitter, Beugung an kreisförmigen Öffnungen, Auflösungsvermögen optischer Instrumente (Grundvorstellungen und quantitative Fassung), Rayleigh-Kriterium, Helmholtzsche und Abbesche Theorie des Mikroskops, numerische Apertur, Prismenspektralapparat (Wirkungsweise und Auflösungsvermögen), Bestimmung der Brechzahl, Ursachen der Dispersion, Cauchy-Dispersionsgleichung, Hochauflöstechniken, z.B. STED (stimulated depletion emission).

Literaturangaben:

- Bergmann/Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 3 Optik, Verlag de Gruyter Berlin, New York 1993 * (Bergmann/Schaefer Physik Online 2004 ISSN: 2193-2867)
- W. Zinth, U. Zinth, Optik, 3. Aufl. Oldenbourg Verlag München, 2011
- W. Demtröder, Experimentalphysik 2 - Elektrizität und Optik, Springer-Lehrbuch. Springer, Berlin ; Heidelberg 2013. ISBN: 978-3-642-29943-8 (Print) 978-3-642-29944-5 (Online)
- Bedienungsanleitung des Goniometer-Spektrometers *
- Auszug aus wikipedia (18.8.2010) zur Cauchy-Dispersionsgleichung*

* In der Literaturliste enthalten.

Liste der Geräte:

1. Spezialmikroskop mit Diffraktionsapparat
2. Goniometer-Spektrometer mit zwei Prismen
3. Quecksilber- und Natriumdampflampen

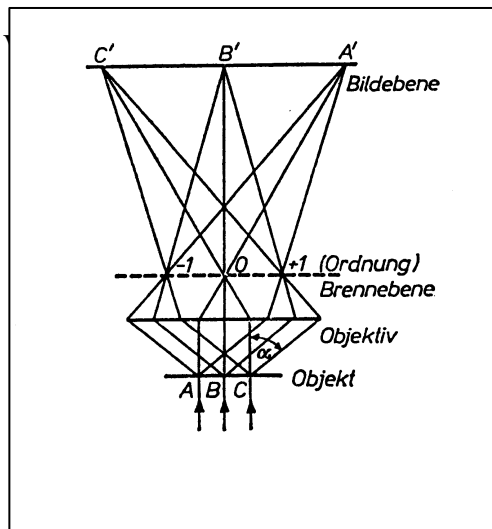


Abb. 1 Zur Bildentstehung im Mikroskop nach Abbe

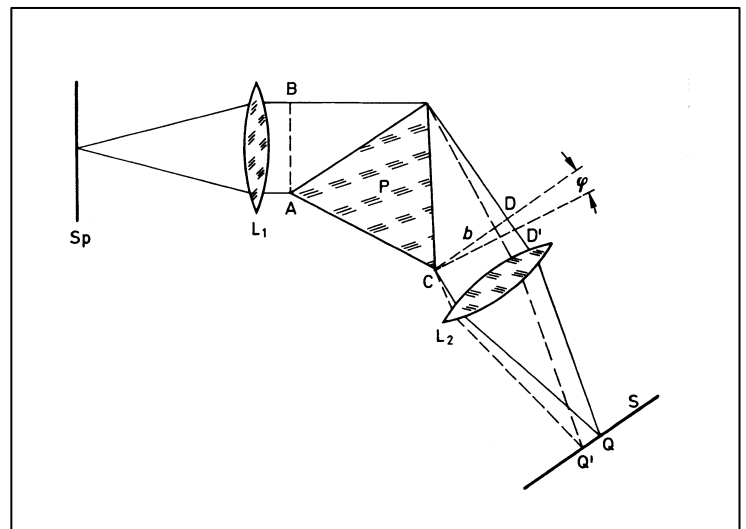


Abb. 2 Zum Auflösungsvermögen eines Prismenspektralapparates

Wichtige Hinweise:

- Vorsicht beim Umgang mit dem Mikroskop! Es ist unbedingt zu vermeiden, dass das Objektiv das Präparat berührt, da das Präparat dadurch zerstört werden kann.
- Die Spektrallampen können erst nach vollständiger Abkühlung wieder gestartet werden. Sie dürfen deshalb während der Messung nicht ausgeschaltet werden.
- Es ist zu beachten, dass die Quecksilberspektrallampen auch ultraviolette Strahlung emittieren. Deshalb muss unbedingt die Öffnung des Lampengehäuses mit einer Abdeckplatte geschlossen werden, wenn die Lampe nicht direkt vor dem Eintrittsspalt steht. Während der Messung ist die Platte mit Öffnung zu verwenden.
- Beim Justieren des Prismenspektralapparates ist besondere Sorgfalt erforderlich, um korrekte Messergebnisse zu erhalten.