

## Optisches Praktikum, Aufgabe 11:

### Schlierenmethoden

#### 1. Ziel der Aufgabe

Umgang mit verschiedenen Beobachtungsmethoden für optische Inhomogenitäten (Schlieren)

#### 2. Grundlagen

##### 2.1 Einführung

Unregelmäßig verteilte Inhomogenitäten in einem sonst homogenen Medium bezeichnet man als Schlieren. Die Schlieregebiete besitzen also von der Umgebung abweichende Brechzahlen. Die charakteristische Eigenschaft einer Schliere besteht daher darin, das sie durchlaufende Licht abzulenken. Dies wird dadurch bewirkt, daß am Ort der Schliere die optische Weglänge  $n \cdot d$  des Lichtes gegenüber der Umgebung verändert ist.  $n$  steht hierbei für die Brechzahl und  $d$  für die Dicke des optischen Mediums.

Schlieren entstehen durch Temperaturgradienten (zum Beispiel in durch eine Kerzenflamme erhitzter Luft), durch Konzentrationsunterschiede zweier Flüssigkeiten (zum Beispiel Sirup in Wasser) oder durch Druckschwankungen (zum Beispiel Strömungen) in durchsichtigen Medien. Sie können unerwünscht sein (wie Glasschlieren in einer Linse) oder aber auch erwünscht (wie bei der Beobachtung von Wirbelbahnen). Da von Schlieren nur die Phase des durchfallenden Lichtes beeinflusst wird, das menschliche Auge aber phasenunempfindlich ist, bedarf es besonderer Untersuchungsmethoden, um Schlieren qualitativ und quantitativ beobachtbar zu machen.

## 2.2 Schattenverfahren

Das einfachste Verfahren zur qualitativen Prüfung eines Objektes auf Schlieren ist das Schattenverfahren, bei dem eine möglichst punktförmige Lichtquelle (beleuchtete Lochblende) einen Auffangschirm gleichmäßig ausleuchtet, solange sich kein Objekt zwischen Lochblende und Schirm befindet. Beim Einbringen von Schlierenobjekten wird das die Schliere durchsetzende Licht seitlich abgelenkt. Bei dieser Projektion des Objekts auf den Schirm erscheinen die den Schlieren im Objekt entsprechenden Stellen dunkler.

## 2.3 Töplersches Schlierenverfahren

Die Untersuchung von Schlierenobjekten mit dem Töplerschen Schlierenverfahren benutzt die optische Abbildung in Form des verketteten Strahlengangs. Die Verkettung von Beleuchtungsstrahlengang und Schlierenabbildung gestattet neben der gesteigerten Empfindlichkeit bei der Feststellung von Schlieren auch deren quantitative Beurteilung, das heißt, der von der Schliere verursachten Ablenkung des Lichtstrahls. In Bild 1 ist der Aufbau schematisch dargestellt:

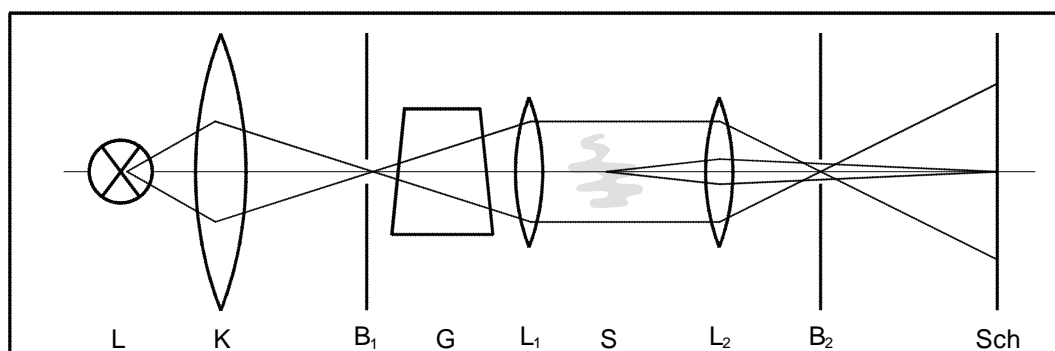


Bild 1: Versuchsaufbau Töplersches / Farbschlierenverfahren

Eine Lichtquelle (Halogenlampe) wird mittels eines Kondensators auf die Eintrittsblende  $B_1$  abgebildet. Dieser Spalt dient als Sekundärlichtquelle geeigneter geometrischer Abmessung. Er wird von den Linsen  $L_1$  und  $L_2$  auf die Schlierenblende  $B_2$  des Aufbaues abgebildet. Im parallelen Strahlengang zwischen den Linsen befindet sich das Schlierenobjekt mit der Schliere  $S$ . Sie wird von  $L_2$  auf den Schirm abgebildet. Unterschiedliche Formen von Eintrittsblende (Spalt, Lochblende, Kreisringblende) und Schlierenblende (gleichgeformte oder komplementäre Blende) geben die Möglichkeit, die Schlierenabbildung dem jeweiligen Verwendungszweck anzupassen. Je nach der Stellung der Schlierenblende zum Bild der Eintrittsblende und ihrer

Ausführung erscheinen die Schlieren dunkel auf hellem Grund oder umgekehrt, da entweder das durch die Schliere abgelenkte Lichtbündel - im Gegensatz zum nicht abgelenkten der ungestörten Umgebung - von der Schlierenblende abgefangen wird, oder - beim Ausblenden des ungestörten Lichtquellenbildes - gerade nur das abgelenkte Licht auf den Schirm gelangt (Hellfeld- beziehungsweise Dunkelfeldabbildung). Die Empfindlichkeit der Töplerschen Schlierenmethode hängt wesentlich von der Brennweite der Linse  $L_2$  ab (*wie und warum?*). In der vorliegenden Aufgabe 11 werden Hohlspiegel statt Linsen verwendet. *Welche Vor- und Nachteile hat das?*

## 2.4 Farbschlierenverfahren

Besonders anschaulich ist das Farbschlierenverfahren nach Schardin. Es ermöglicht, aus Farbänderungen im Schlierenbild auf die Stärke der Lichtauslenkung einer Schliere zu schließen. Bei diesem Verfahren wird zusätzlich zum Töplerschen Aufbau hinter der Blende  $B_1$  ein Geradsichtprisma  $G$  in den Strahlengang eingebracht. Das Geradsichtprisma fächert das parallele Licht nach seinen Spektralfarben auf. Am Ort der Schlierenblende entstehen dann die Bilder des Eintrittsspalt in den einzelnen Spektralfarben des beleuchtenden Lichtes. Die Schlierenblende sollte bei der Dunkelfeldabbildung das gesamte Spektrum zurückhalten. Durch eine Schliere wird jedoch - je nach Stärke der Ablenkung - Licht einer anderen Wellenlänge durch den Spalt gelenkt. Daher erscheinen die Schlieren in den Farben des Spektrums.

## 3. Aufgaben

3.1 Als Vorübung soll zunächst das Schattenverfahren aufgebaut und erprobt werden. *Welchen Einfluß haben Größe der Sekundärlichtquelle (Lochblende) und Abstandsverhältnisse zwischen Lochblende, Schliere und Schirm auf das Schlierenbild?*

3.2 Aufbau der Töplerschen Anordnung unter Verwendung von Hohlspiegeln als abbildende Systeme  $L_1$  und  $L_2$ . Die Töpler-Methode soll mit einem variablen Eintrittsspalt und den verschiedenen vorhandenen Schlierenblenden (Spalt, Fadenblenden, Schneide in Hell- und Dunkelfeldstellung) erprobt werden. Anhand der vorhandenen Schlierenobjekte (Glasproben, drehbare Glasplatte, Kerzenflamme) sollen Empfindlichkeit, Vor- und Nachteile bei Verwendung der verschiedenen Blenden untersucht werden. Es ist eine etwa maßstäbliche Zeichnung des aufgebauten Strahlenganges im Protokoll anzufertigen! Beim Einbringen der

---

Schlierenobjekte ist darauf zu achten, daß sie auch wirklich scharf auf den Schirm abgebildet werden. *Wie groß ist der Abstand  $L_1L_2$  zu wählen?* (Berechnung mit Hilfe der Newtonschen Abbildungsgleichung)! *Wie beeinflussen die Breite und die Orientierung der Blende  $B_2$  das Schlierenbild?*

3.3 Veränderung des Töplerschen Aufbaues nach Schardin. Es sollen ebenfalls die verschiedenen Schlierenblenden und die gegebenen Objekte verwendet werden. Die Unterschiede der nach Aufgabe 3.2 und 3.3 erhaltenen Schlierenbilder sind kurz und prägnant zu beschreiben. *Welche Blendenformen und Orientierungen eignen sich besonders gut für das Verfahren nach Schardin?*

---

## Literatur

1. K. Mütze et al. (Hrsg.): **ABC der Optik**  
Verlag W. Dausien, Hanau / Main 1972
2. H. Slevogt: **Technische Optik**  
Sammlung Göschen, Bd. 9002, Walter de Gruyter, Berlin 1974