

# **V408: Geometrische Optik**

Simon Schulte  
simon.schulte@udo.edu

Tim Sedlaczek  
tim.sedlaczek@udo.edu

Durchführung: 02.05.2017

Abgabe: 09.05.2017

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Durchführung</b>	<b>2</b>
3.1	Versuchsaufbau . . . . .	2
3.2	Versuchsablauf . . . . .	3

## 1 Zielsetzung

In diesem Versuch sollen die Brennweiten von Linsen und Linsensystemen bestimmt werden.

## 2 Theorie

Die Meisten Linsen bestehen aus Glas. In diesem Versuch wird auch eine mit Wasser gefüllte Linse verwendet. Entscheidend ist, dass diese Linsen aus einem Material sind, welches optisch dichter ist als die Umgebung. So wird das Licht an ihren Oberflächen gebrochen. Dabei ist zwischen zwei Arten von Linsen zu unterscheiden. Den Sammellinsen, welche wegen ihrer Form das Licht bündeln und eine positive Brennweite besitzen, und den Streuungslinsen, welche Gegenteiliges bewirken und eine negative Brennweite besitzen. Bei Sammellinsen entsteht dabei ein reelles Bild, während bei Streuungslinsen ein virtuelles Bild entsteht (d.h., dass die Bildweite negativ ist).

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist werden zur Bildkonstruktion drei Strahlen verwendet, welche sich dadurch auszeichnen, dass sie durch einen der Brennpunkte oder durch den Mittelpunkt der Linse verlaufen. Mithilfe der Strahlensätze ergibt sich das so genannte Abbildungsgesetz

$$V = \frac{B}{G} = \frac{b}{g}. \quad (1)$$

Dabei wird  $V$  als Abbildungsmaßstab bezeichnet.  $B$  ist die Bildgröße,  $G$  die Gegenstandsgröße,  $b$  die Bildweite und  $g$  die Gegenstandsweite. Zusätzlich ergibt sich daraus die Linsengleichung

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}. \quad (2)$$

Für dünne Linsen wird vereinfachend angenommen, dass das Licht an der Mittelebene gebrochen wird. Für dickere Linsen und Linsensysteme gilt dies nicht mehr. Als Vereinfachung ergeben sich dann zwei Hauptebenen  $H$  und  $H'$ , für die Bild- und für die Gegenstandsweite, für die die Linsengleichung dann erfüllt ist.

Bei Linsen und Linsensystemen entstehen im Allgemeinen zwei Abbildungsfehler. Aufgrund der sphärischen Form besitzen Linsen für achsenferne Strahlen unterschiedliche Brennpunkte, die von der eigentlichen Brennweite abweichen. Dem kann durch einen speziellen Schliff oder durch eine Irisblende entgegengewirkt werden.

Zudem zeigt sich für verschiedene Wellenlängen im Licht ein unterschiedliches Brechungsverhalten, weshalb die Brennweite der Linse für verschiedene Farben variiert.

### 3 Durchführung

#### 3.1 Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau besteht aus einer Halogenlampe, einem Gegenstand  $G$  (eine Blende aus L-förmig angeordneten Kreisblenden), verschiedenen Linsen, zwei Farbfiltern und einem Schirm, auf den das Bild  $B$  projiziert wird.

In den Abbildungen 1 bis 3 sind die schematischen Aufbauten bzw. die Bildkonstruktionen für die verschiedenen Messungen dargestellt.

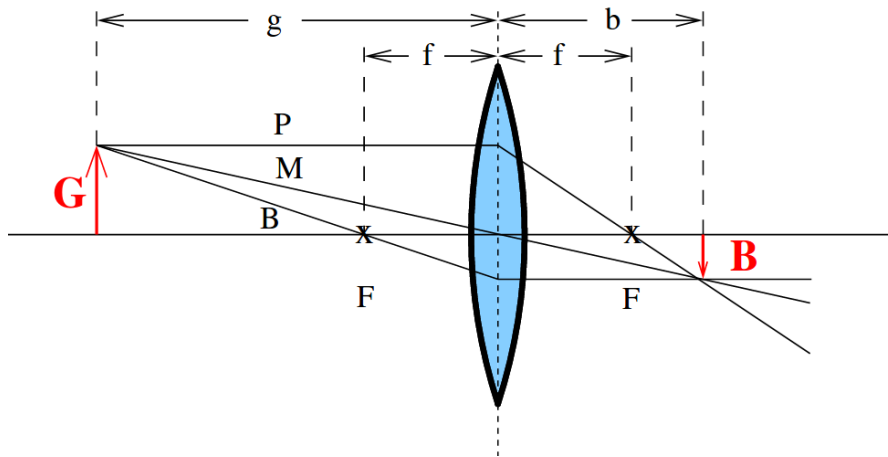


Abbildung 1: Aufbau für den ersten Versuchsteil [anleitung].

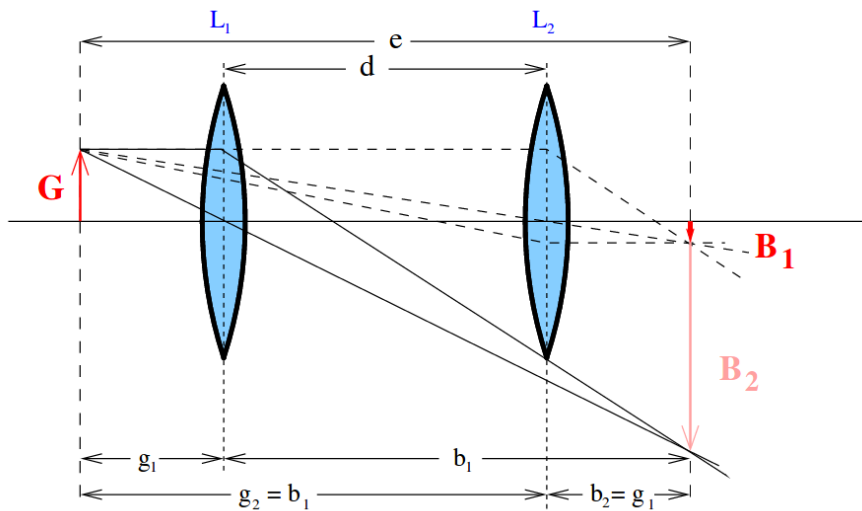


Abbildung 2: Aufbau für die Methode von Bessel [anleitung].

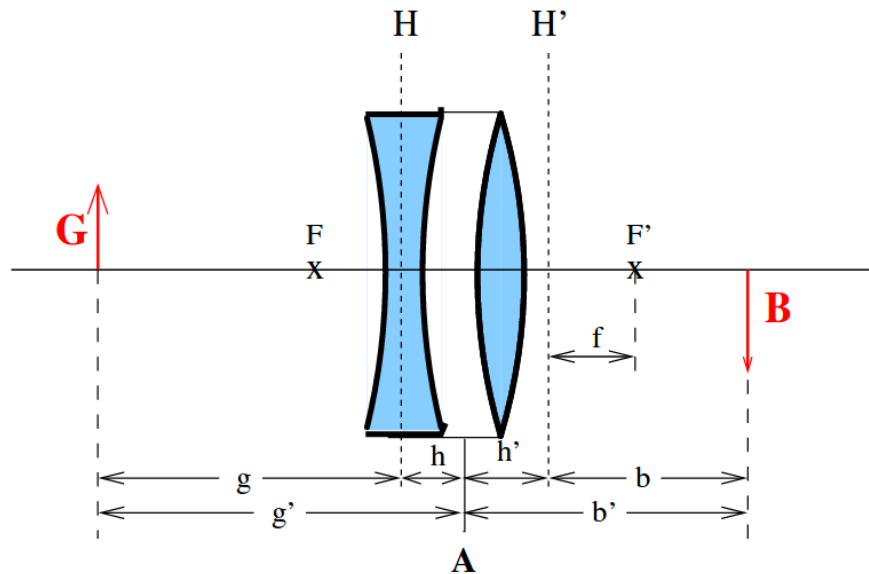


Abbildung 3: Aufbau für die Methode von Abbe [anleitung].

### 3.2 Versuchsablauf

Der Versuch besteht aus drei Abschnitten.

Zuerst sollen das Abbildungsgesetz und die Linsengleichung überprüft werden. Hierzu wird eine Linse mit bekannter Brennweite (in unserem Fall 100 mm) verwendet. Diese wird dann in zehn verschiedenen Abständen zum Gegenstand platziert und entsprechend der Abstand des Schirms für eine scharfe Abbildung angepasst. Dabei werden die Gegenstandsweite, die Bildweite und bei fünf Messungen zusätzlich die Bildgröße notiert. Danach wird die Messung für eine unbekannte Linse wiederholt. Jedoch ohne dabei die Bildgröße zu notieren.

Im zweiten Abschnitt soll die Brennweite einer Linse mit der Methode von Bessel bestimmt werden. Hierzu wird der Schirm in einem festen Abstand zum Gegenstand platziert. Aufgrund des festen Abstands gibt es dann zwei Symmetriepunkte, in denen Bild- und Gegenstandsweite, bei scharfer Abbildung, die jeweils zum anderen Symmetriepunkt vertauschten Werte annehmen (wie in Abbildung 2 zu sehen). Die Gegenstands- und Bildweite beider Punkte werden dann für zehn verschiedene Abstände zwischen Gegenstand und Schirm bestimmt. Anschließend wird die gleiche Messung jeweils fünf mal mit einem roten und einem blauen Filter vor dem Gegenstand durchgeführt.

Im letzten Abschnitt soll die Brennweite eines Linsensystems mit der Methode von Abbe bestimmt werden. Hierzu werden zwei Linzen verwendet. Eine Linse mit einer Brennweite von  $-100$  mm und eine Linse mit einer Brennweite von  $100$  mm. Diese werden möglichst dicht beisammen, in der Reihenfolge wie sie in Abbildung 3 zu sehen ist, zwischen Gegenstand und Schirm platziert. Nun wird ein Referenzpunkt A gewählt, von welchem aus im Folgenden immer der Abstand zu Schirm und Gegenstand bestimmt wird. Die

Linsen werden nun in zehn verschiedene Positionen gebracht und der Schirm für eine scharfe Abbildung verschoben. Für jede Position der Linsen wird dann der Abstand zum Schirm, der Abstand zum Gegenstand und der Abbildungsmaßstab (Bildgröße messen und nach (1) ausrechnen) bestimmt.