

# Brennweite von Linsenkombinationen



Die Aufgabe des Versuches besteht darin, den Verlauf des Lichts durch Kombinationen aus Konvex- und Konkavlinsen zu untersuchen. Konkret wird dabei die Brennweite und resultierende Brechkraft der einzelnen Systeme betrachtet.

Physik

Licht &amp; Optik

Optische Geräte &amp; Linsen



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

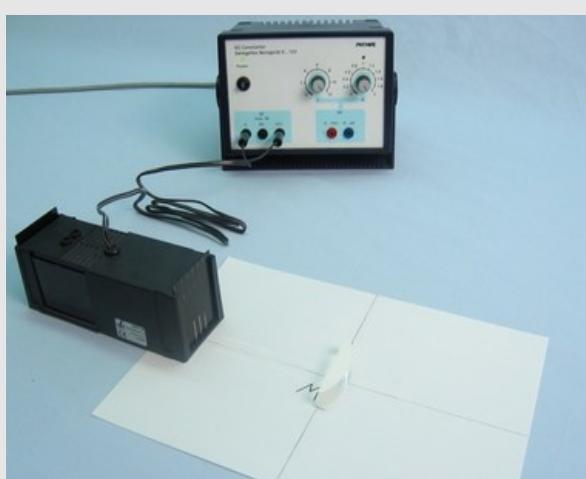


<http://localhost:1337/c/5f6a538fb07c92000385c8f9>

**PHYWE**

## Lehrerinformationen

### Anwendung

**PHYWE**

Brennweite von Linsenkombinationen

In optischen Geräten werden meist nicht nur einzelne, sondern Kombinationen mehrerer Linsen verbaut. Solche Linsensysteme weisen ganz unterschiedliche Eigenschaften auf. Beispielsweise kann man durch verschiedene Kombinationen die Brennweite variieren und anwendungsbezogen anpassen.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

### Vorwissen



Die Strahlengänge von Konkav- und Konvexlinsen, sowie der Zusammenhang zwischen Brennweite und Brechkraft sollten bekannt sein.

### Prinzip



Je nach Kombination verschiedener Linsen ergeben sich spezifische Strahlengänge und somit wird auch eine unterschiedliche Brechkraft erzielt.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler sollen bei diesem Versuch ihre Kenntnisse über den Lichtweg durch Konvex- und Konkavlinsen festigen. Die Beobachtung der gebrochenen Lichtbündel verdeutlichen dem Schüler die Möglichkeit der gezielten Brennweitenveränderung mit Hilfe von Linsensystemen. In Verbindung mit den Versuchen zu den Linsenfehlern werden damit gute Voraussetzungen für das Verständnis des Aufbaus vieler optischer Geräte geschaffen.

### Aufgaben



Die Aufgabe des Versuches besteht darin, den Verlauf des Lichts durch Kombinationen aus Konvex- und Konkavlinsen zu untersuchen. Konkret wird dabei die Brennweite und resultierende Brechkraft der einzelnen Systeme betrachtet.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

### Anmerkung

Der Versuch ist anspruchsvoll hinsichtlich der Fähigkeiten und experimentellen Fertigkeiten. Erst mit sorgfältiger Justierung der jeweiligen Lage der Modellkörper werden vergleichbare quantitative Ergebnisse erzielt.

Da die im Versuch verwendeten Linsen bereits nicht mehr als "dünne" Linsen angesehen werden können, ist die Lage der Hauptebenen  $H$  und  $H'$  nicht mit der senkrechten Linie des Linienkreuzes identisch. Die Brennweitenbestimmung mit Hilfe des Abstandes  $\overline{MF}$  ist daher ungenau. Für die im Anfangsunterricht wichtigen qualitativen Vorstellungen genügt das beschriebene Verfahren aber den Anforderungen.

## Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

### Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung

Bei diesem Versuch sollte besonderes Augenmerk auf die genaue Justierung der Lage der Modellkörper und die präzise Stellung der Leuchtbox (Einfall des mittleren schmalen Lichtbündels entlang der optischen Achse) bei den einzelnen Versuchsschritten gelegt werden.

Die Brennweitenbestimmung ist bei großen Brennweiten infolge des sehr flachen Lichteinfalls und der damit nicht eindeutigen Fixierung des Schnittpunktes der Lichtbündel auf der optischen Achse relativ schwierig. Weiter von der optischen Achse entfernte parallel einfallende Lichtbündel können aber aufgrund der auftretenden sphärischen Aberration (Öffnungsfehler) nicht zur Brennweitenbestimmung herangezogen werden. Aus diesem Grunde sollte auch auf den Einsatz der Fünfspaltblende verzichtet werden.

## Sicherheitshinweise

PHYWE

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE



## Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE

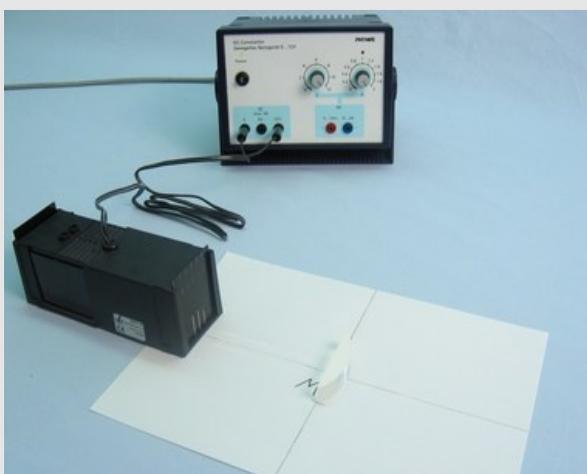
In optischen Bauelementen sind meist nicht nur Konkav- oder Sammellinsen sondern Kombinationen verschiedener Linsentypen vorhanden. Ein typisches Beispiel dafür ist das Lichtmikroskop. Ein gewöhnliches Mikroskop besteht aus zwei Sammellinsen, einem Objektiv und einem Okular. Das Okular fungiert dabei als Lupe.



Mikroskop als Beispiel einer Linsenkombination

## Aufgabe

PHYWE



Versuchsaufbau

### Welchen Vorteil haben Linsenkombinationen?

- Bestimme die Brennweite von Plankonvexlinsen, Bikonvexlinsen und verschiedene Linsenkombinationen.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Leuchtbox, Halogen 12 V/20 W	09801-00	1
2	Modellkörper, halbkreisförmig, $r = 30 \text{ mm}$	09810-01	1
3	Modellkörper, plankonvex, $f = +100 \text{ mm}$	09810-04	2
4	Modellkörper, plankonkav, $f = -100 \text{ mm}$	09810-05	1
5	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

## Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Menge
1	Lineal (ca. 30cm)	1
2	Weißes Papier (DIN A4)	1

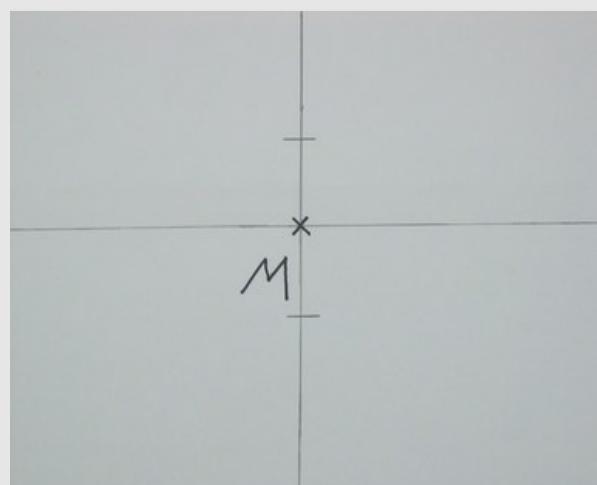
## Aufbau (1/2)

PHYWE

### Achtung!

Achte darauf, dass die Linsen mit der planen Fläche jeweils genau an der senkrechten Linie des Linienkreuzes liegen und dass sich ihre justierte Lage beim Bewegen der Leuchtbox nicht verändert.

- Zeichne in der Mitte deines Blattes Papier ein rechtwinkliges Linienkreuz. Der Schnittpunkt der Linien sei ( $M$ ).
- Zeichne in jeweils 3 cm Abstand von  $M$  auf der senkrechten Linie je eine Markierung.

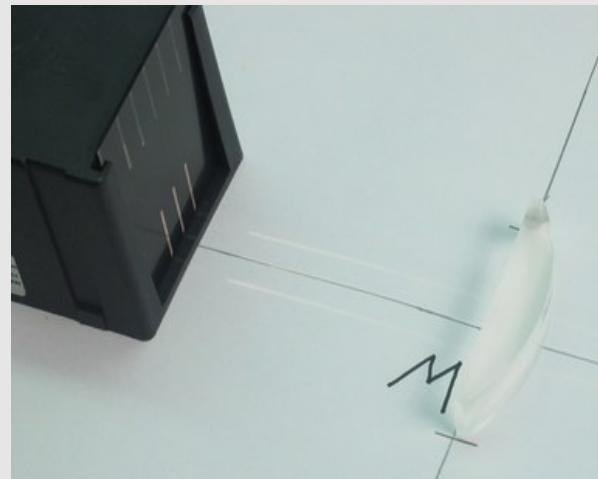


Vorbereitung

## Aufbau (2/2)

PHYWE

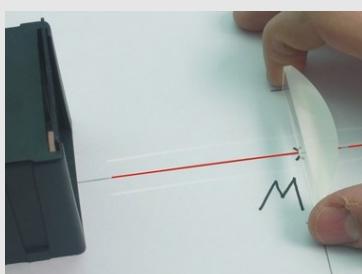
- Lege die Plankonvexlinse (aufgerauhte Seite nach unten) mit der planen Fläche genau an die senkrechte Linie des Linienkreuzes innerhalb der beiden Markierungen.
- Setze die Dreispaltblende in die Leuchtbox auf der Linsenseite ein und stelle diese in etwa 10 cm Abstand gegenüber der planen Fläche des Modellkörpers auf.



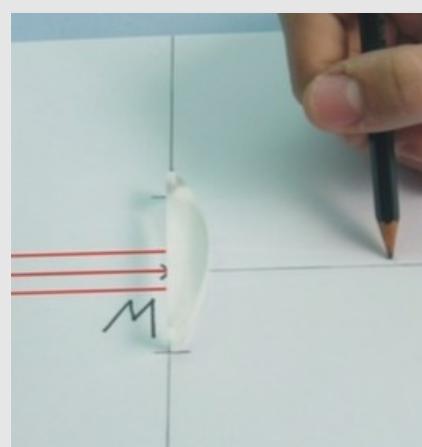
Vorbereitung

## Durchführung (1/2)

PHYWE



- Schließe die Leuchtbox an das Netzgerät an (12 V ~).
- Verschiebe die Leuchtbox und die Linse, bis das mittlere Lichtbündel genau entlang der optischen Achse verläuft
- Beobachte den Verlauf der parallelen Lichtbündel beim Durchgang durch die Linse und notiere deine Beobachtungen.
- Markiere den Schnittpunkt der Lichtbündel auf der optischen Achse und bezeichne ihn mit  $F_1$ .

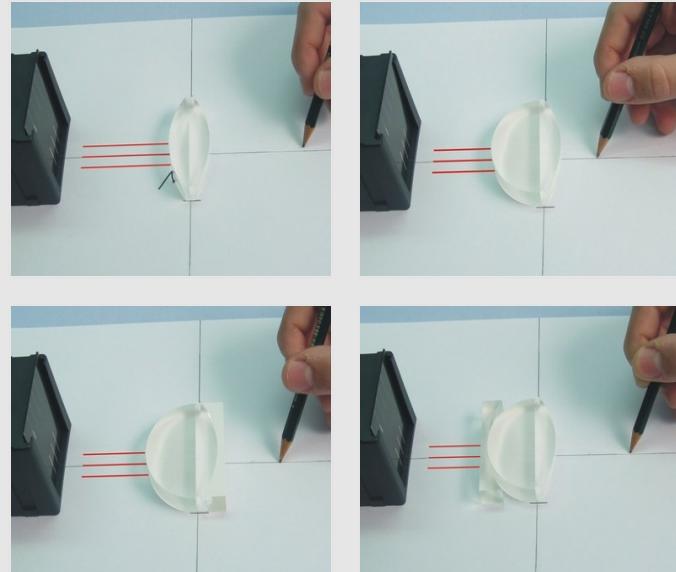


Brennpunkt Markierung

## Durchführung (2/2)

PHYWE

- Beschreibe den beobachteten Lichtbündelverlauf und markiere die Schnittpunkte der Lichtbündel auf der optischen Achse:
  - Symmetrische Bikonvexlinse, der Schnittpunkt sei  $F_2$  (links oben), Unsymmetrische Bikonvexlinse, der Schnittpunkt sei  $F_3$  (rechts oben).
  - Linsenkombination 1, der Schnittpunkt sei  $F_4$  (links unten), Linsenkombination 2, der Schnittpunkt sei  $F_5$  (rechts unten).
- Schalte das Netzgerät aus und nimm die Leuchtbox und den Modellkörper vom Papier.



PHYWE

## Protokoll



## Aufgabe 1

PHYWE  
10°

Bestimme jeweils den Abstand  $f$  des Punktes  $M$  von den einzelnen Brennpunkten.

Die Brechkraft  $D$  ergibt sich als Kehrwert der Brennweite  $f$ :

$$D = 1/f.$$

Berechne die Brechkraft der Linsen.

Vervollständige anhand deiner Ergebnisse den folgenden Satz:

Die Brechkraft der zusammengesetzten symmetrischen Bikonvexlinse ist wesentlich [redacted] als die der einzelnen Plankonvexlinse. Ihre Brechkraft ist etwa [redacted] so groß, ihre Brennweite [redacted] so groß.

halb   größer   doppelt

Check

## Aufgabe 2

PHYWE  
10°

Hängt die Brechkraft einer Linsenkombination von der Reihenfolge der Linsen im Lichtweg ab?

- Nein, mit der unterschiedlichen Anordnung der Linsen in einem Linsensystem bleibt der Wert der Brechkraft gleich.
- Ja, mit der unterschiedlichen Anordnung der Linsen in einem Linsensystem wird auch eine unterschiedliche Brechkraft erzielt.

Check



## Aufgabe 3

PHYWE

Welchen Vorteil haben Linsenkombinationen?

Mit Hilfe gleichartiger Linsen können in Linsenkombinationen unterschiedliche Brennweiten, aber gleiche Brechkkräfte erreicht werden.

Mit Hilfe gleichartiger Linsen können in Linsenkombinationen unterschiedliche Brennweiten und Brechkkräfte erreicht werden.

Mit Hilfe gleichartiger Linsen können in Linsenkombinationen ändern sich Brechkraft und Brennweite nicht.



Objektiv als Beispiel einer Linsenkombination

## Aufgabe 4

PHYWE

Die nach dem beschriebenen Verfahren ermittelten Werte für die Brennweiten von Linsenkombinationen weichen erheblich von den wahren Werten ab. Welche Ursachen sind hierfür anzugeben?

- Es liegt lediglich an Fehlern beim Ablesen.
- Die Brennweite wird vom Kreuzpunkt M aus bestimmt, obwohl der optische Mittelpunkt bei allen verwendeten Linsen nicht der Gleiche ist.
- Bei großen Brennweiten ist außerdem infolge des sehr flachen Lichteinfalls eine genaue Feststellung des Schnittpunktes der Lichtbündel mit der optischen Achse nicht möglich.

Check

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 18: Zusammenhang Brechkraft und Brennweite	<b>0/3</b>
Folie 19: Abhangigkeit Brechkraft und Reihenfolge der Linsen	<b>0/1</b>
Folie 20: Vorteile Linsenkombinationen	<b>0/1</b>
Folie 21: Fehlerermittlung	<b>0/2</b>

Gesamtsumme

 0/7 Lösungen Wiederholen