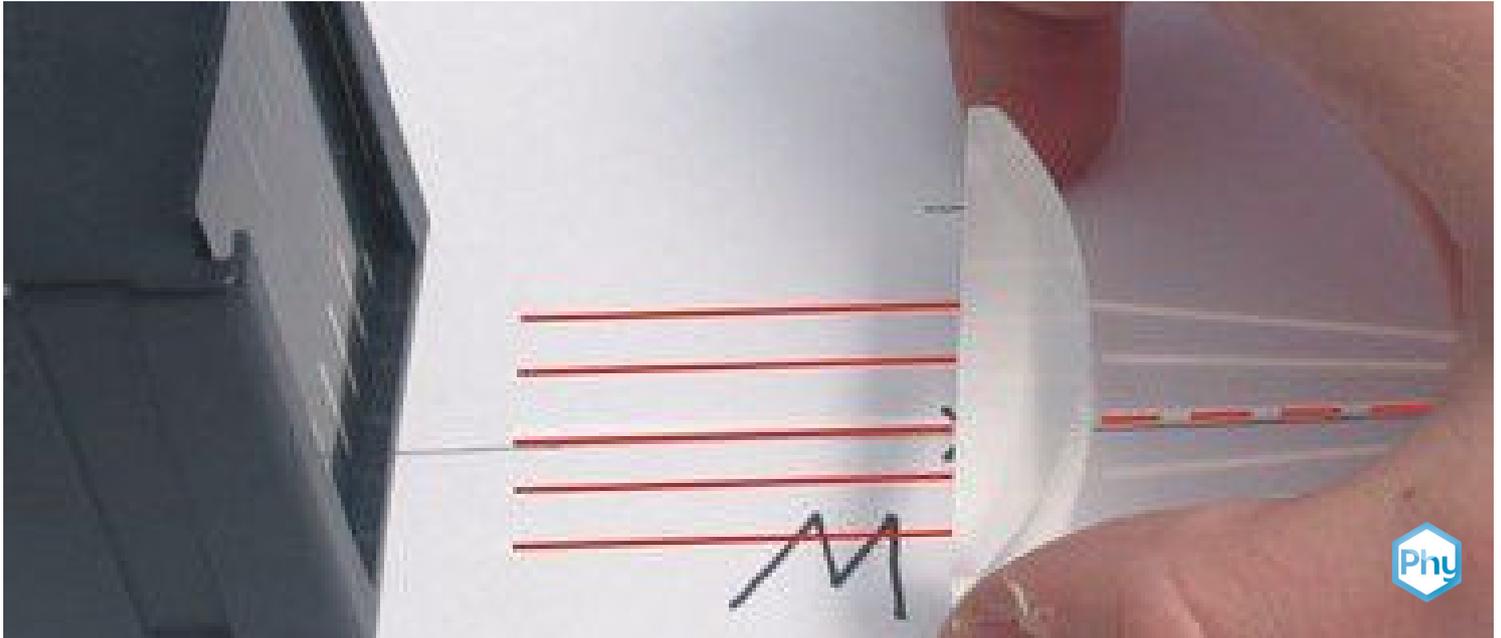


# Chromatische Linsenfehler



Nach dem ersten Teilversuch (große Blendenöffnung), bei dem die farbigen Ränder der Lichtkegel gut zu beobachten sind, ist es das Ziel der weiteren Versuche, die ausgeprägte Farbzerlegung mit Hilfe der Untersuchung von achsennahen und achsenfernen schmalen Lichtbündeln zu erkennen.

Physik

Licht &amp; Optik

Optische Geräte &amp; Linsen



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f6bafb775b05a00031eb88a>

PHYWE

# Lehrerinformationen



## Anwendung

PHYWE



chromatische Linsenfehler

Die sphärische und chromatische Abberation sind die beiden bekanntesten Abbildungsfehler einer Linse, zu deren Korrektur aufwendige Linsensysteme (Achromate) in hochwertigen optischen Geräten eingebaut werden.

Chromatische Abberation entsteht durch die wellenlängenabhängige Brechung an einer Linse. Kurzwelliges Licht (blau) wird in der Regel stärker gebrochen als langwelliges (rot) Licht. Die Lichtstrahlen treffen sich nach der Brechung hinter der Linse nicht in einem Punkt auf der optischen Achse und es kommt zu Abbildungsfehlern.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten bereits Kenntnisse über den Verlauf der Strahlengänge an Konvexlinsen und Prismen haben, sowie das Brechungsgesetz anwenden können.

### Prinzip



Bei der Brechung weißen Lichts durch eine Plankonvexlinse entsteht in Abhängigkeit vom Abstand der einfallenden Lichtbündel zur optischen Achse eine Zerlegung der einzelnen Lichtbündel in die Spektralfarben.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

### Lernziel



Mit diesem Versuch ergeben sich gute Möglichkeiten, am Ende des Stoffabschnittes "Brechung an Linsen" sowohl das Brechungsgesetz als auch die Brechung des Lichts am Prisma in der Anwendung auf einen neuen Sachverhalt zu wiederholen. Andererseits wird mit diesem Versuch der Ausblick auf die Zusammensetzung des weißen Lichts aus verschiedenen Farben bis hin zur Wellenlängenabhängigkeit der Brechung ermöglicht.

### Aufgaben



Nach dem ersten Teilversuch (große Blendenöffnung), bei dem die farbigen Ränder der Lichtkegel gut zu beobachten sind, ist es das Ziel der weiteren Versuche, die ausgeprägte Farbzerlegung mit Hilfe der Untersuchung von achsennahen und achsenfernen schmalen Lichtbündeln zu erkennen.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

### Anmerkung

Im Zusammenhang mit der Untersuchung der Farbzerlegung an einer Konkavlinse können Möglichkeiten der Korrektur von Linsenfehlern mit einer geeigneten Kombination aus Konvex- und Konkavlinen diskutiert werden.

Da der Schnittpunkt der gebrochenen Lichtbündel aufgrund der auftretenden sphärischen Aberration und der kleinen Brennweite nicht eindeutig fixierbar ist, würde eine Untersuchung der Brechung monochromatischen Lichts an der Plankonvexlinse kein eindeutiges Ergebnis liefern.

## Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

### Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung

Bei Einhaltung der vorgegebenen Lage von Linse und Leuchtbox und durch die sorgfältige Justierung der Versuchsanordnung mit Hilfe eines entlang der optischen Achse einfallenden Lichtbündels wird ein optimales Versuchsergebnis erreicht. Die plane Fläche der Linse muss dabei genau an der senkrechten Linie des Linienkreuzes anliegen.

Die Farbzerlegung an einer Konkavlinse ist wesentlich schwächer zu sehen als bei der Konvexlinse. Sie tritt nur auf, wenn das Lichtbündel sehr achsenfern durch die Linse tritt.

Da auch die Linse der Leuchtbox chromatische Fehler aufweist, sollte im vierten Teilversuch unbedingt das mit der Einspaltblende erzeugte Lichtbündel verwendet werden, welches auf der optischen Achse durch die Leuchtboxlinse tritt.

Bei geeigneter Verdunkelung des Raumes können fast alle Farben des Spektrums beobachtet werden.

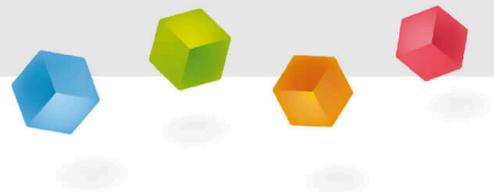
## Sicherheitshinweise

PHYWE

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

PHYWE

## Schülerinformationen



## Motivation

PHYWE

Die sphärische und chromatische Abberation sind die beiden bekanntesten Abbildungsfehler einer Linse, zu deren Korrektur aufwendige Linsensysteme (Achromate) in hochwertigen optischen Geräten eingebaut werden.

Die chromatische Aberration entsteht dadurch, dass Licht wellenlängenabhängig gebrochen wird. So kommt es beispielsweise bei der Brechung an einem Prisma zur Aufspaltung von weißem Licht in seine Spektralfarben und man kann einen Regenbogen beobachten.



Aufspaltung von Licht in seine Spektralfarben

## Aufgabe

PHYWE



Versuchsaufbau

### Was sind Farbfehler einer Linse?

- Untersuche die Farbzerlegung des weißen Lichts bei der Brechung an einer Plankonvexlinse.

## Material

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

## Zusätzliches Material

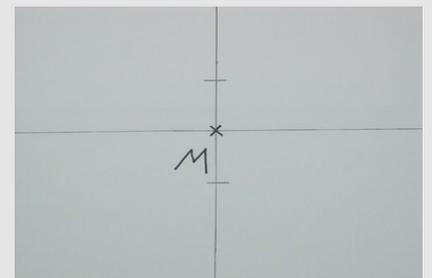
PHYWE

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

## Aufbau

PHYWE

- Zeichne in ca. 12 cm Abstand vom linken Rand deines Blattes ein rechtwinkliges Linienkreuz. Der Schnittpunkt der Linien sei  $M$ .
- Zeichne in jeweils 3 cm Abstand von  $M$  auf der senkrechten Linie je eine Markierung.
- Falte etwa 2 cm vom rechten Rand entfernt das Blatt als Schirm nach oben.
- Lege die Plankonvexlinse (aufgerauhte Seite nach unten) mit der planen Fläche an die senkrechte Linie des Linienkreuzes innerhalb der beiden Markierungen.
- Stelle die Leuchtbox mit der Linsenseite, aber ohne Blende an dem linken Rand des Blattes gegenüber der planen Fläche der Linse auf.



## Durchführung (1/4)

PHYWE

- Schließe die Leuchtbox an das Netzgerät an (12 V ~).

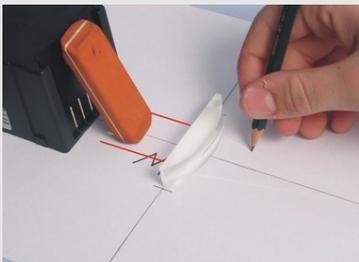
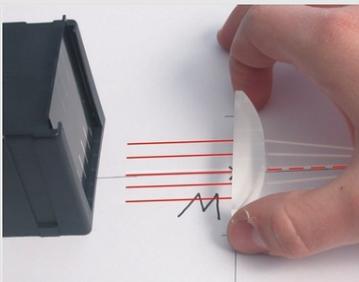
### 1. Versuch

- Verschiebe die Leuchtbox, bis das breite Lichtbündel in Richtung der optischen Achse vollständig durch die Linse fällt.
- Beobachte die Ränder der Lichtkegel im Bereich des Brennpunktes. Notiere Deine Beobachtungen.



## Durchführung (2/4)

PHYWE

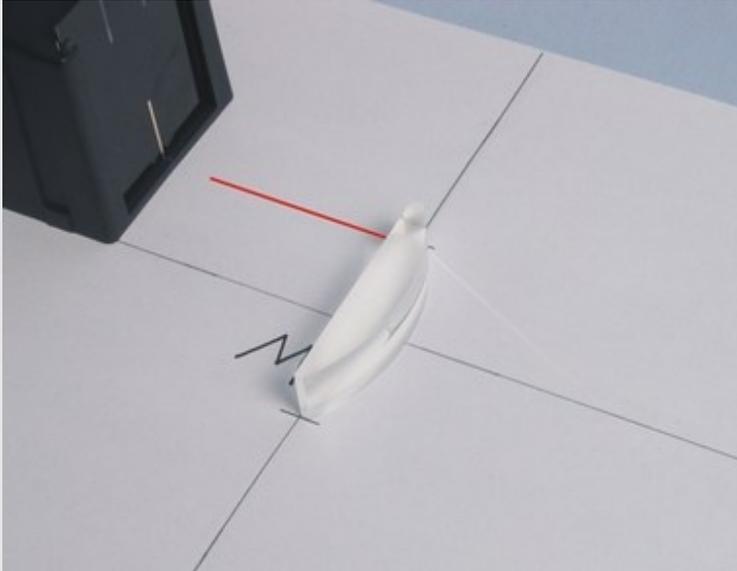


### 2. Versuch

- Setze die Fünfspaltblende auf der Linsenseite der Leuchtbox ein und verschiebe die Leuchtbox, bis das mittlere Lichtbündel genau entlang der optischen Achse verläuft.
- Beobachte die Ränder der schmalen Lichtbündel beim Auftreffen auf dem Schirm und notiere Deine Beobachtungen.
- Blende die inneren drei Lichtbündel aus und markiere an der Faltkante (Schirm) jeweils den roten und den blauen Rand der beiden Lichtbündel, sowie direkt hinter der Linse jeweils die Mitte der beiden Lichtbündel.
- Zeichne den Verlauf von rotem bzw. blauem Licht nach, d.h. verbinde die Lichtbündelmitte (Linse) mit dem roten bzw. blauen Rand (Schirm).

## Durchführung (3/4)

PHYWE



### 3. Versuch

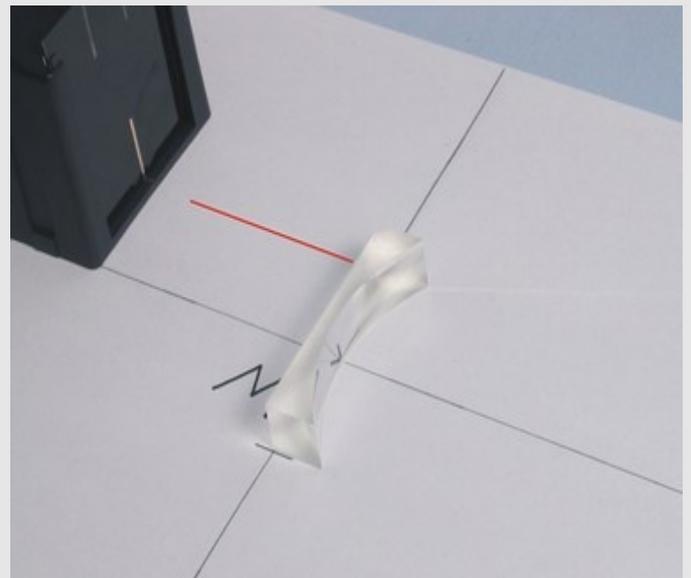
- Setze die Eispaltblende in die Leuchtbox ein und verschiebe die Leuchtbox nach oben oder unten, bis das Lichtbündel ganz am Rand durch die Linse tritt.
- Beschreibe die Lage und Reihenfolge der zu beobachtenden Farben hinter der Linse.

## Durchführung (4/4)

PHYWE

### 4. Versuch

- Ersetze nun die Plankonvexlinse durch die Plankonkavlinse und wiederhole den 3. Versuch.
- Notiere deine Beobachtungen.
- Schalte das Netzgerät aus und nimm die Leuchtbox und den Modellkörper vom Papier.



PHYWE



# Protokoll

## Aufgabe 1

10° PHYWE



Welche Farberscheinungen treten bei der Brechung des weißen Lichts durch eine Plankonvexlinse auf?

Es entsteht in Abhängigkeit vom Abstand der einfallenden Lichtbündel zur optischen Achse eine Zerlegung der einzelnen Lichtbündel in zwei Farben (rot und gelb).

Es entsteht in Abhängigkeit vom Abstand der einfallenden Lichtbündel zur optischen Achse eine Zerlegung der einzelnen Lichtbündel in die Spektralfarben.

Das weiße Licht wird an der Plankonvexlinse gebrochen und ist nach der Brechung weiterhin als weiß erkennbar.

## Aufgabe 2

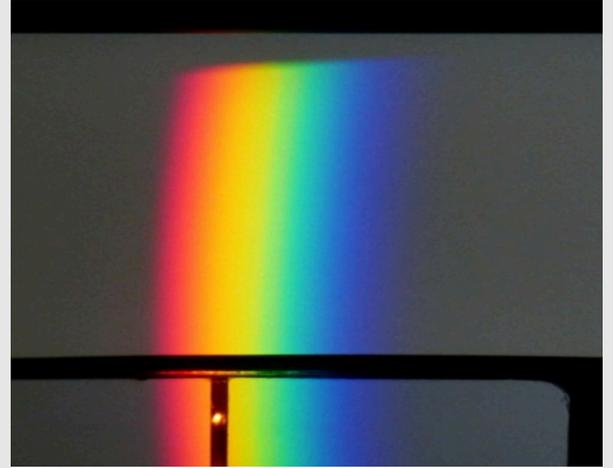
10° PHYWE

Beurteile den Wahrheitsgehalt der folgenden Aussage:

Die Farbzerlegung ist um so besser und intensiver, je weiter sich die Lichtbündel nach dem gemeinsamen Schnittpunkt von der optischen Achse entfernen (achsenferne Lichtbündel).

 Wahr

 Falsch

 Überprüfen


Darstellung der Spektralfarben

## Aufgabe 3

PHYWE

Welche Ursachen könnten die unterschiedlich intensiven Farberscheinungen an einer Konkavlinse haben?

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Parallele,  zur optischen Achse einfallende weiße Lichtbündel werden beim Durchgang durch eine Plankonvexlinse  gebrochen wie . Bei diesen ist aber die Farbzerlegung weitaus  zu beobachten. Also muss ein Zusammenhang zwischen Brechung und Lichtfarbe bestehen.




 Überprüfen

## Aufgabe 4

PHYWE

Welche Aussage ergibt sich aus dem zweiten Teilversuch über die Brennweite für rotes und blaues Licht?

- Der Brennpunkt für rotes Licht liegt etwas näher an der Linse als der für blaues Licht, die Brennweite ist daher verschieden.
- Der Brennpunkt für blaues Licht liegt an der gleichen Stelle wie der für rotes Licht, die Brennweite ist daher identisch.
- Der Brennpunkt für blaues Licht liegt etwas näher an der Linse als der für rotes Licht, die Brennweite ist daher verschieden.

✓ Check

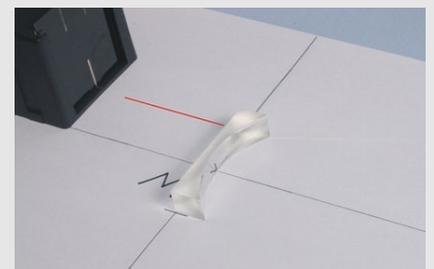
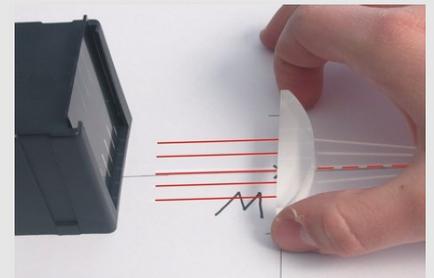
## Aufgabe 5

PHYWE

Unterscheiden sich die Lage und Reihenfolge der Farbzerlegung an einer Konvexlinse von der an einer Konkavlinse?

Bei der Brechung an einer Konkavlinse ist die Reihenfolge der Farben (bezogen auf die optische Achse) identisch zur Reihenfolge der Farbzerlegung an einer Konvexlinse.

Bei der Brechung an einer Konkavlinse ist die Reihenfolge der Farben (bezogen auf die optische Achse) umgekehrt zur Reihenfolge der Farbzerlegung an einer Konvexlinse.



## Zusatzaufgabe

PHYWE



Kameraobjektiv als Beispiel eines Linsensystems

Beurteile den Wahrheitsgehalt der folgenden Aussage:

Es gibt Linsen oder Linsensysteme nahezu ohne Farbfehler.

 Wahr

 Falsch

 Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 19: Farberscheinung bei der Brechung von weißem Licht	0/1
Folie 20: Intensität der Farbzerlegung	0/1
Folie 21: Ursachen der unterschiedlich intensiven Farberscheinungen	0/4
Folie 22: Brennweite von rotem und blauem Licht	0/1
Folie 23: Unterschied der Farbzerlegung an verschiedenen Linsen	0/1
Folie 24: Linsensysteme ohne Farbfehler	0/1

Gesamtsumme  0/9