

## Optische Bank für Schüler, Komplettsset



### Übersicht

Mit der optischen Bank als Komplettsset können Schüler selbständig Grundlagenversuche zur Strahlenoptik durchführen. Alle Komponenten, inklusive der dreigeteilten optischen Bank, sind in einem praktischen und stabilen Aufbewahrungskoffer untergebracht. Die Komponenten sind robust und einfach in der Handhabung. Das Set besteht aus:

- 1 Optische Bank, Gesamtlänge 1100 mm, dreiteilig, formschlüssig mit Zapfen zu verbinden.
- 5 Reiter
- 4 Linsenhalter mit Halteklammer für 40 mm Linsen
- 1 Prismenhalter
- 1 Weißer Schirm mit Gitteraufdruck
- 1 LED-Experimentierleuchte mit Netzteil
- 1 Set von 6 Kunststofflinsen (+50 / +100 / +150 / +250 / - 100 / -200 mm Brennweite)
- 1 Set von 8 Kunststoffblenden (5 Bohrungen 1 / 2 / 5 / 10 / 20 mm, 1 Ziffer 1, 1 Einfachspalt, 1 Dreifachspalt)

## Montage

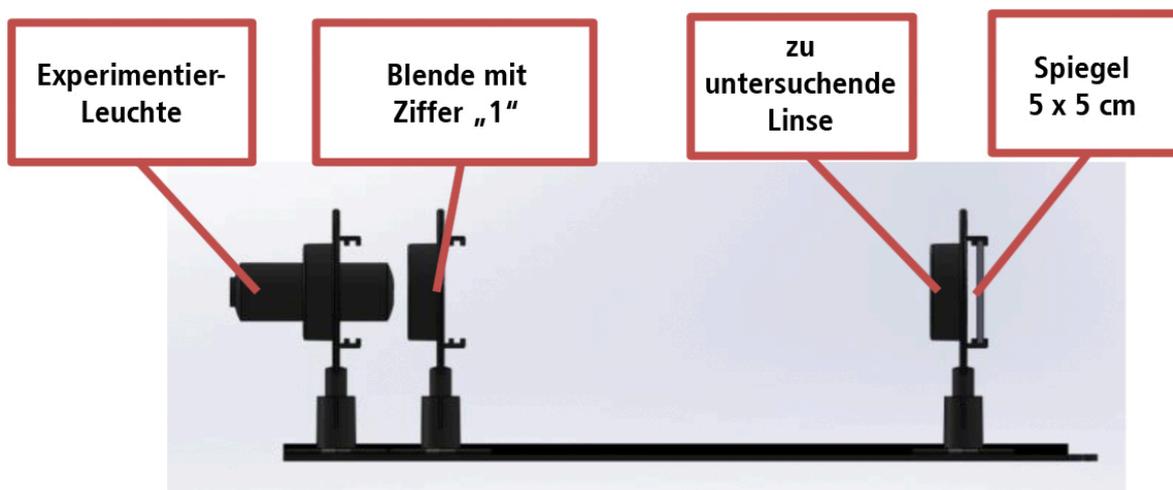
- Legen Sie die drei Teile der optischen Bank auf einen Tisch und klipsen Sie diese zusammen.
- Stecken Sie die Linsenhalter und den Schirm auf die Reiter.
- Stecken Sie die Experimentierleuchte in einen Linsenhalter und sichern Sie sie mit einer Halteklammer.
- Stecken Sie das Steckernetzgerät in eine 230V Steckdose und verbinden den Niedervoltstecker mit der Experimentierleuchte.
- Nun können Sie Versuche durchführen, indem Sie die Linsenhalter mit Linsen und Blenden gemäß der Versuche bestücken.

**Hinweis:** Für einige Versuche sind zusätzliche Komponenten erforderlich. Diese sind bei CONATEX-Lehrmittel GmbH unter der angegebenen Bestell-Nummer gesondert erhältlich.

## Versuchsreihe 1: Bestimmung der Brennweite dünner Linsen

Ziel dieses Versuches ist, mit verschiedenen Methoden die Brennweite dünner Linsen zu bestimmen.

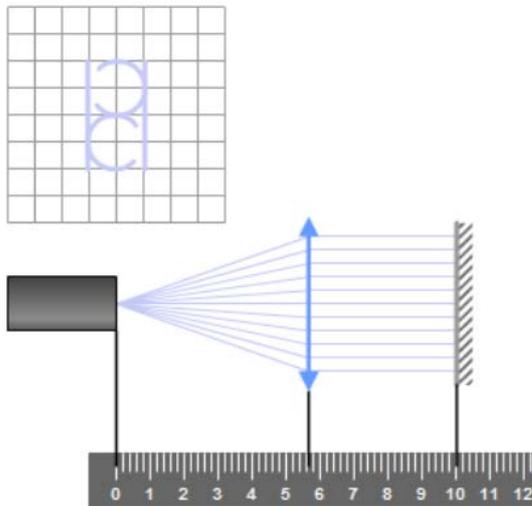
### Methode 1 : „Automatische Einstellung“



- Positionieren Sie die Leuchte an Position 0 der Skala.
- Stellen Sie die Blende mit der Ziffer „1“ in einem Linsenhalter vor der Leuchte an der Position 5 cm.
- Befestigen Sie eine Konvexlinse in einen Linsenhalter. Auf der Rückseite dieses Halters stecken Sie einen Spiegel 5 x 5 cm.
- Verschieben Sie den Halter mit Linse solange, bis Sie ein scharfes Bild derselben Größe auf der Blende erhalten.

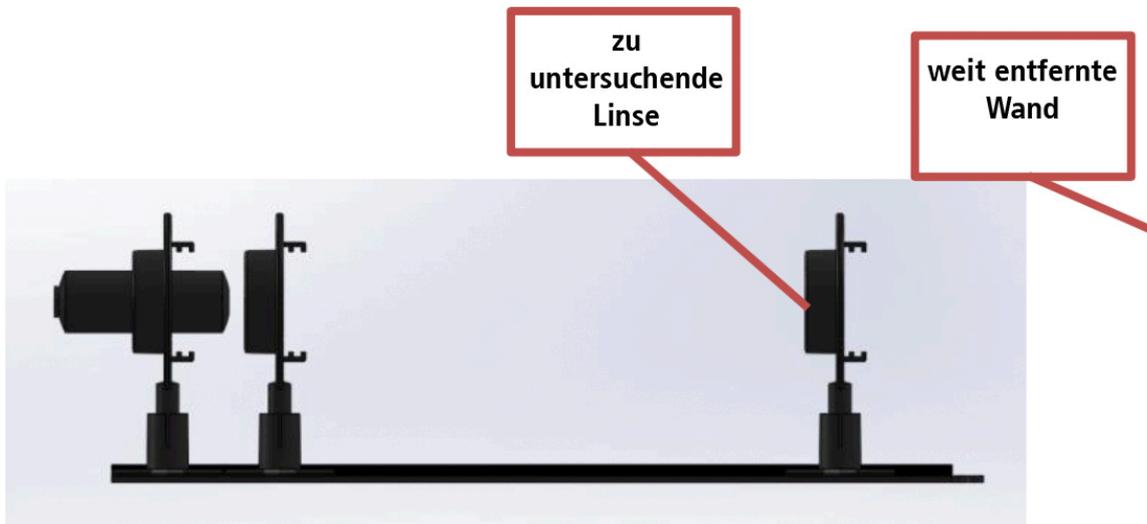
➔ Der Abstand zwischen Blende und Linse entspricht der Brennweite der Linse.

Optische Bank für Schüler, Komplettsset - Best.- Nr. 1152057

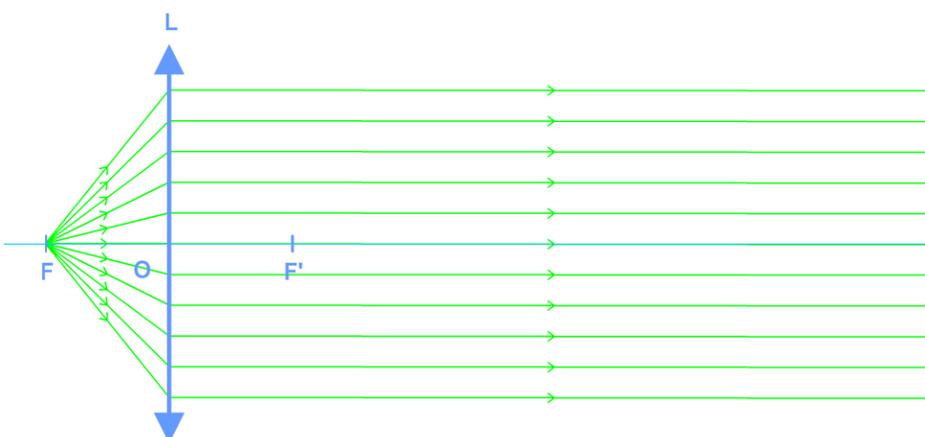


*Die Blende mit der Ziffer „1“ befindet sich im Brennpunkt der Linse. Es ergibt sich ein Bild im Unendlichen. Dank des Spiegels wird das Bild im Unendlichen reflektiert und ein reelles Bild in der Ebene des Objektes selbst erzeugt.*

**Methode 2 : Das Bild befindet sich im Unendlichen**



Wir verwenden denselben Aufbau wie im Versuch oben, lediglich der Spiegel wird entfernt. Bewegen Sie die Linse mit auf dem Reiter solange nach rechts oder links, bis Sie an der wand ein scharfes Bild erhalten (siehe nachfolgende Abb.).

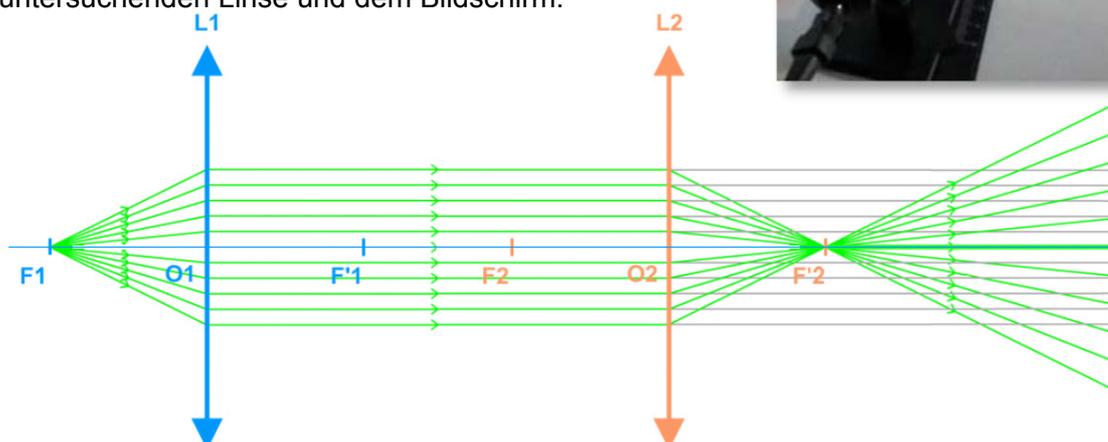


*Die Blende befindet sich im Brennpunkt der Linse. Das Bild entsteht im Unendlichen, unabhängig davon, wie weit man von der Wand entfernt ist.*

**Methode 3 : Das Objekt befindet sich im Unendlichen**

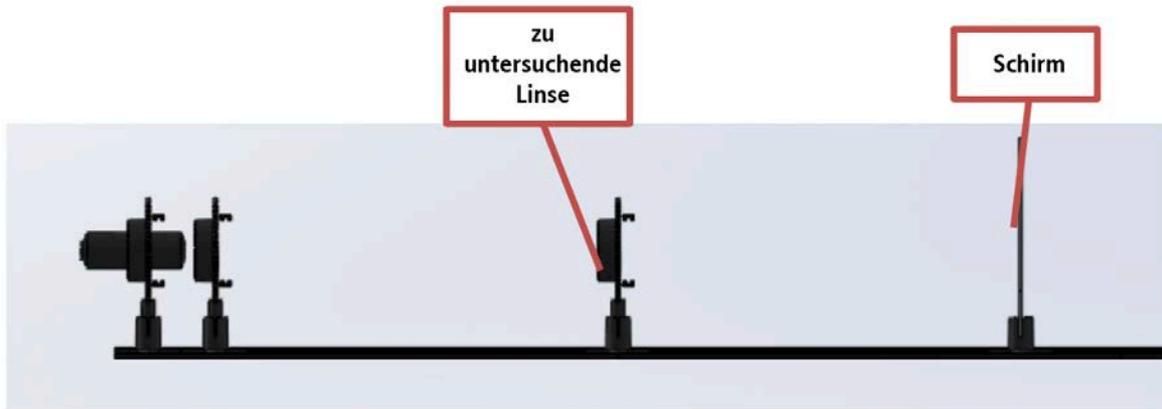


- Bei diesem Versuch verwenden wir eine Hilfslinse, um ein Bild im Unendlichen zu erzeugen.
- Plazieren Sie nun die zu untersuchende Linse und einen Projektionsschirm auf der optischen Bank.
- Verschieben Sie den Schirm solange, bis Sie ein scharfes Bild erhalten.
- Die Brennweite ist dann der Abstand zwischen der zu untersuchenden Linse und dem Bildschirm.



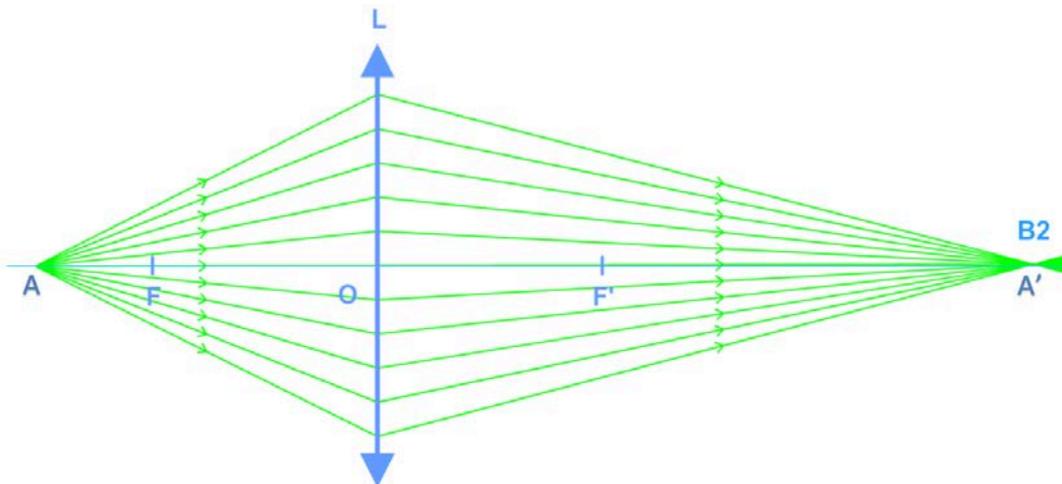
*Die erste Linse erlaubt es ein Bild im Unendlichen zu erzeugen, das als Ausgangsbild für die zu untersuchende Linse dient. Hieraus folgt, dass nach plazieren des Schirmes in der Brennweite der zu untersuchenden Linse ein scharfes Bild entsteht.*

**Methode 4: Bestimmung der Brennweite nach der Linsengleichung von Descartes**

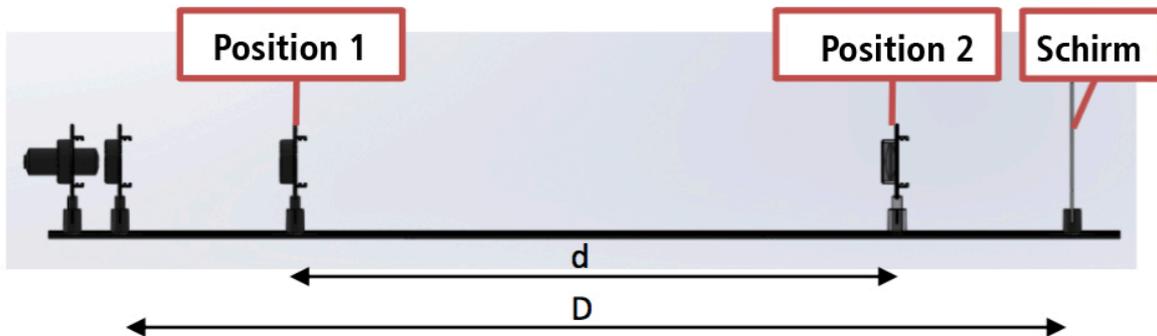


- Positionieren sie die zu untersuchende Linse auf die optische Bank.
- Bewegen sie den Schirm solange, bis ein scharfes Bild entsteht.
- Sei OA der Abstand zwischen zu untersuchender Linse und dem Abbildungsobjekt und OA' der Abstand zwischen zu untersuchender Linse und Schirm.
- Die Brennweite berechnet sich nach der Formel von Descartes wie folgt:

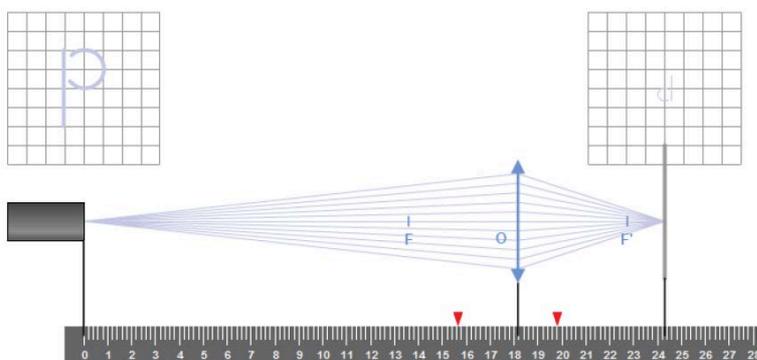
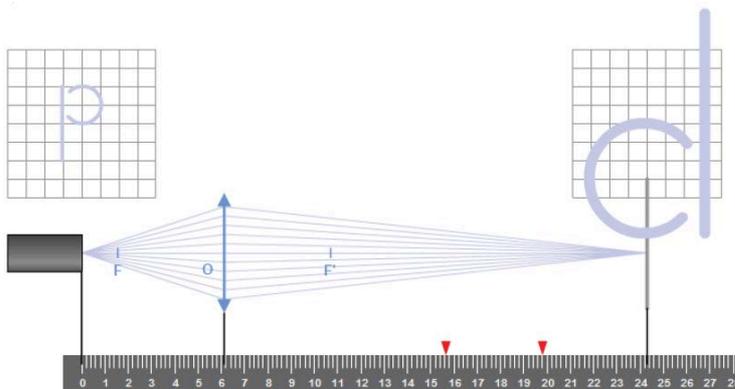
$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{OA'} + \frac{1}{OA}$$



**Methode 5: Bestimmung der Brennweite nach der Bessel-Methode**



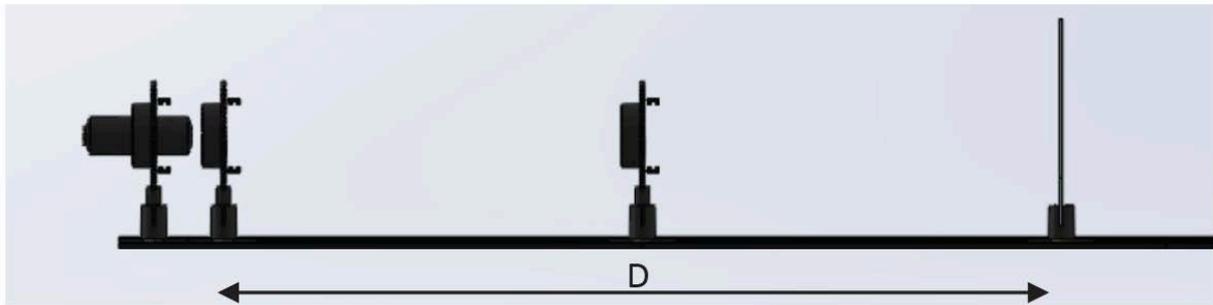
- Wir bleiben bei der letzten Konfiguration.
- Bewegen Sie die zu untersuchende Linse solange auf der optischen Bank. Bis sich ein scharfes Abbild auf dem Bildschirm ergibt. Notieren Sie den Wert der Position 1 (X1).
- Verschieben sie nun den Reiter mit der Linse solange, bis sich ein zweites scharfes Abbild auf dem Schirm einstellt. Notieren Sie den Wert der Position 2 (X2).
- Sei **D** der Abstand zwischen Objekt und Bildschirm und **d = X2 - X1**.



Die Brennweite der Linse errechnet sich nach der Methode von Bessel wie folgt:

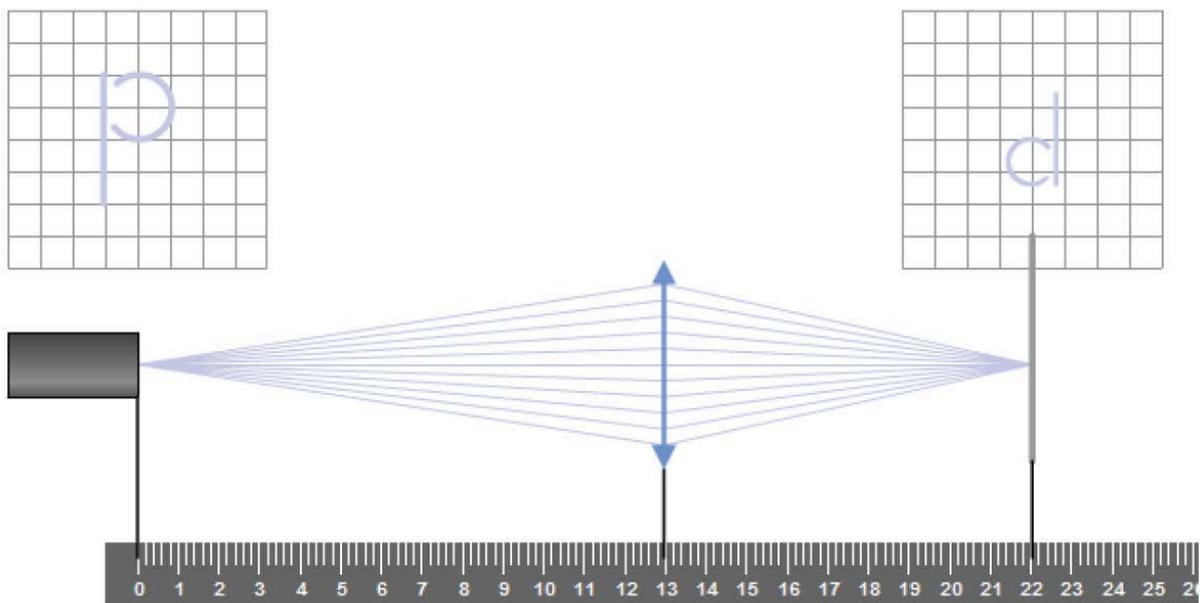
$$f' = \frac{D^2 - d^2}{4xD}$$

**Methode 6: Bestimmung der Brennweite nach der Silbermann-Methode**



- Diese Methode ist ein Sonderfall der Methode nach Bessel.
- Es wird nach einer Position von zu untersuchender Linse und Schirm gesucht, bei der sich ein scharfes Abbild ergibt – ein auf dem Kopf stehendes Bild mit identischer Größe.
- Die Brennweite beträgt in diesem Fall:

$$f' = \frac{D}{4}$$

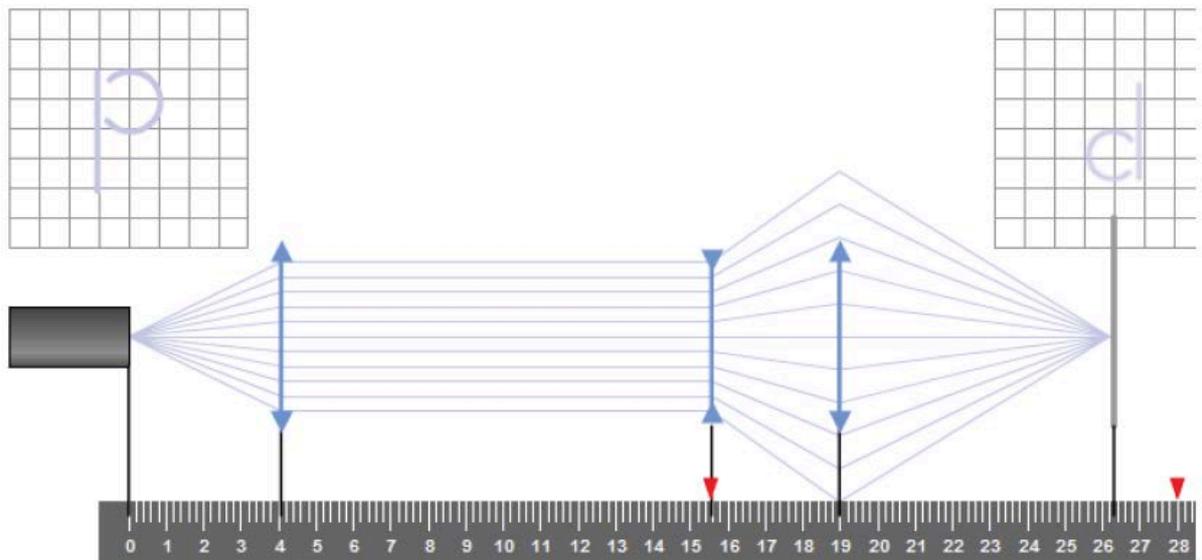


**Methode 7: Bestimmung der Brennweite konkaver Linsen**

Bei konkaven Linsen (Zerstreuungslinsen) lässt sich kein reales Bild von einem Objekt erzeugen.

- Bei der Methode 3 (das Bild befindet sich im unendlichen) hatten wir 2 konvexe Linsen. Es war möglich die Brennweite  $f'_2$  der 2. Linse herzuleiten, die dem Abstand zwischen der Linse 2 und dem Schirm entsprach.
- Die zu untersuchende Konkavlinse wird anschließend in die Objekt-Brennweite der der zweiten Konvexen Linse (d.h. im Abstand  $f'_2$  vor der zweiten Linse) platziert. Der Schirm wird nun verschoben, bis ein scharfes Bild entsteht. Sei  $d$  der Abstand zwischen beiden Positionen des Bildschirms.
- Es gilt:

$$f'_3 = \frac{f'_2}{d}$$

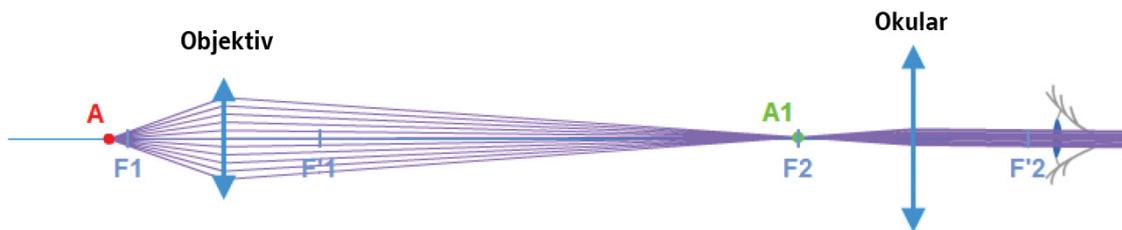


## Versuchsreihe 2: Der Aufbau optischer Instrumente

Mit der optischen Bank lassen sich verschiedene optische Geräte des Alltages modellieren. So lässt sich deren Funktion besser verstehen.

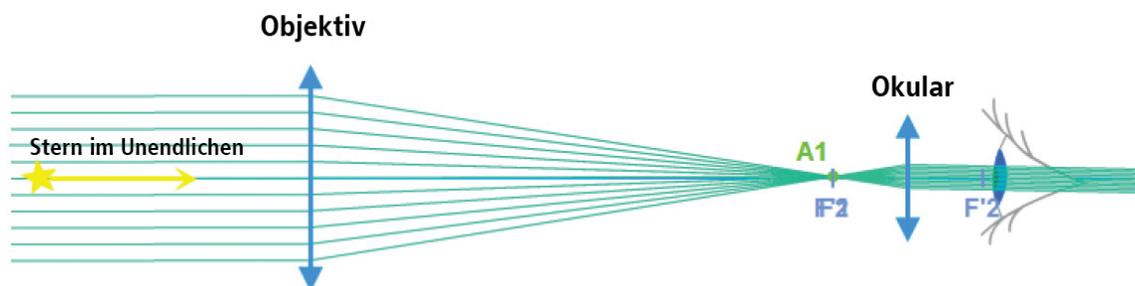
### Modell 1: Das Mikroskop

- Positionieren Sie die Leuchte an Position 0 der Skala.
- Stellen Sie die Blende mit der Ziffer „1“ in einem Linsenhalter unmittelbar vor der Leuchte.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+50$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie in der Nähe der Blende „1“.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+100$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie 30 cm vor der ersten Linse
- Bewegen Sie das Paar der Linsen, bis Sie ein scharfes Abbild erhalten.
- Messen Sie die Breite des Bildes.
- Führen Sie denselben Versuch mit einem Linsenabstand von 40 cm durch und vergleichen die Bildgröße mit der vorherigen Messung.



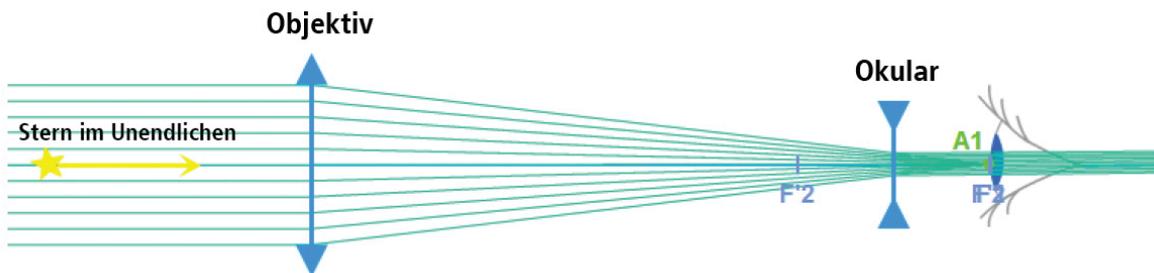
### Modell 2: Das Teleskop nach Kepler

- Positionieren Sie die Leuchte an Position 0 der Skala.
- Stellen Sie die Blende mit der Ziffer „1“ in einem Linsenhalter unmittelbar vor der Leuchte.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+50$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie 5 cm vor der Blende „1“. Dies simuliert ein Objekt im Abstand Unendlich.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+250$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie die Linse auf der optischen Bank.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+100$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie die Linse ca. 35 cm vor der vorherigen Linse.



### Modell 3: Das Fernrohr nach Galilei

- Positionieren Sie die Leuchte an Position 0 der Skala.
- Stellen Sie die Blende mit der Ziffer „1“ in einem Linsenhalter unmittelbar vor der Leuchte.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+50$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie 5 cm vor der Blende „1“. Dies simuliert ein Objekt im Abstand Unendlich.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+250$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie die Linse auf der optischen Bank.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=1100$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie die Linse ca. 15 cm vor der vorherigen Linse.

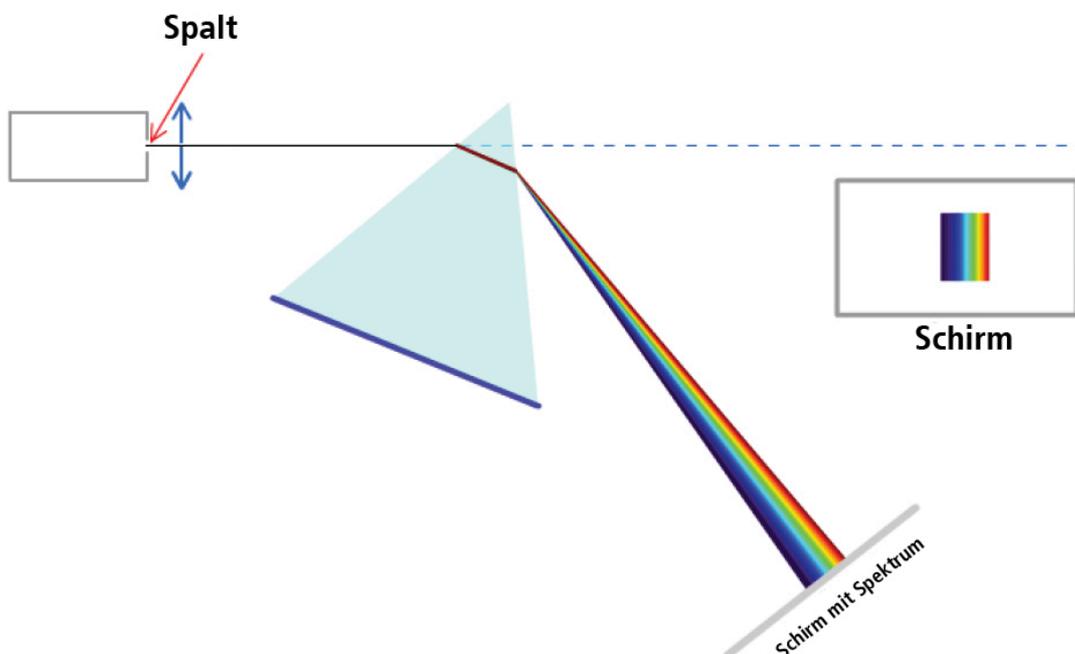


### Versuchsreihe 3: Brechungs- und Beugungsversuche mit weißem Licht

#### Versuch 1: Das Prisma

Zusätzlich benötigtes Material: 1 Prisma  
(z.B. CONATEX-Best.-Nr. 115.2043)

- Positionieren Sie die Leuchte an Position 0 der Skala.
- Stellen Sie die Blende mit einem Spalt in einem Linsenhalter unmittelbar vor der Leuchte.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+250$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie unmittelbar vor dem Spalt. Dies simuliert ein Objekt im Abstand Unendlich.
- Legen Sie den Prismenhalter mit einem Prisma auf die optische Bank.
- Plazieren Sie den Schirm, wie in nebenstehender Abbildung gezeigt neben der optischen Bank.



**Versuch 2: Das Gitter**

Zusätzlich benötigtes Material: 1 Gitter mit 140 Linien / mm  
(z.B. CONATEX-Best.-Nr. 200.4432)  
1 Gitter mit 530 Linien / mm  
(z.B. CONATEX-Best.-Nr. 110.2052)

- Positionieren Sie die Leuchte an Position 0 der Skala.
- Stellen Sie die Blende mit einem Spalt in einem Linsenhalter unmittelbar vor der Leuchte.
- Befestigen Sie die Linse mit der Brennweite  $f=+250$  mm in einen Linsenhalter und positionieren sie im Abstand von 25 cm vor dem Spalt. Dies simuliert ein Objekt im Abstand Unendlich.
- Setzen Sie das Gitter mit 140 Linien / mm in den Filterhalter.
- Beobachten sie die Beugungsmuster auf dem Schirm.
- Wiederholen Sie den Versuch mit dem Gitter mit 530 Linien / mm und vergleichen das Ergebnis



## Versuchsreihe 4: Beugungsversuche

### Versuch 1: Beugung am Gitter

Mit einem Laser lassen sich einfach Interferenz und Beugungsversuche durchführen.

Zusätzlich benötigtes Material:

- 1 Laser mit 40 mm Aufnahme  
(z.B. CONATEX-Best.-Nr. 115.2060)
- 1 Gitter mit 140 Linien / mm  
(z.B. CONATEX-Best.-Nr. 200.4432)
- 1 Gitter mit 530 Linien / mm  
(z.B. CONATEX-Best.-Nr. 110.2052)

- Positionieren Sie den Laser an Position 0 der Skala.
- Setzen Sie das Gitter mit 140 Linien / mm in den Filterhalter.
- Beobachten sie die Beugungsmuster auf dem Schirm.
- Sei  $d$  der Abstand zwischen Gitter und Schirm.
- Sei  $x$  der Abstand zwischen dem Strahl und dem ersten Beugungsmaximum. Es ist möglich hieraus die Anzahl der Linien / mm des Gitters zu berechnen
- Wiederholen Sie den Versuch mit dem Gitter mit 530 Linien / mm und vergleichen das Ergebnis.



**Versuch 2: Beugung am Spalt**

Zusätzlich benötigtes Material: 1 Laser mit 40 mm Aufnahme  
(z.B. CONATEX-Best.-Nr. 115.2060)  
1 Beugungsspalte und -drähte  
(z.B. CONATEX-Best.-Nr. 117.2024)

- Positionieren Sie den Laser an Position 0 der Skala.
- Setzen Sie den Spalt in einen Linsenhalter ein oder – falls sie ein Diapositiv mit Spalten verwenden, dieses in den Filterhalter ein.
- Beobachten sie die Beugungsmuster auf dem Schirm.
- Sei  $d$  der Abstand zwischen Gitter und Schirm.
- Sei  $x$  der Abstand zwischen dem Strahl und dem ersten Beugungsmaximum. Es ist möglich hieraus die Breite des Spaltes zu berechnen.

