

PW2

October 14, 2025

1 Geometrische Optik

1.1 Bestimmung der Brechkraft einer Konvexlinse

1.1.1 Bei unveränderter Gegenstandsweite

Durch mehrmalige Messung wird bei fixierter Gegenstandsweite die Bildweite bestimmt. Mithilfe der Linsengleichung kann dann aus Bild- und Gegenstandsweite die Brennweite und somit auch die Brechkraft in Dioptrien errechnet werden.

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

Die Unsicherheit beruht hier auf statistischer Unsicherheit, welche mit dem Gauß'schen Fehlerfortpflanzungsgesetz errechnet werden kann, und der Ableseunsicherheit, welche in diesem Fall mit xx überwiegt.

$$D = (6.6 \pm 0.5) \frac{1}{m}$$

1.1.2 Mithilfe des Besselverfahrens

Dieses Verfahren beruht auf der Veränderung der Distanz e zwischen Schirm und Linse, wobei e größer als 4f sein muss. Daraus ergibt sich dann die neue Gleichung für die Brennweite:

$$f = \frac{1}{4} \left(e - \frac{d^2}{e} \right) \quad (2)$$

Mit 5 verschiedenen Werten für e ergibt sich dann für die Brechkraft D:

$$D = (6.5 \pm 0.5) \frac{1}{m}$$

Auch hier überwiegt die Ableseunsicherheit im Vergleich zu statistischen und wird deshalb als Gesamtunsicherheit angenommen.

1.2 Bestimmung der Brechkraft einer Konkavlinse

Weil eine Konkavlinse ein virtuelles und kein reelles Bild erzeugt, wird bei der Messung eine Konvexlinse dazugenommen. Daraus ergibt sich die neue Gegenstandsweite

$$g_2 = -(b_1 - d) \quad (3)$$

Danach wird die Bildweite b_2 der Konkavlinse gemessen. d beschreibt den Abstand der beiden Linsen und b_1 ist die Bildweite der Konvexlinse.

Daraus ergibt sich dann die Brechkraft

$$D = (-2.3 \pm 0.5) \frac{1}{m}$$

1.3 Anmerkung zu den Unsicherheiten

Die von uns verwendeten Unsicherheiten sind höher als jene, die statistisch errechnet wurden. Dies liegt daran, dass die äußeren Unsicherheiten groß genug sind, dass die Unsicherheiten im Endeffekt größer dargestellt werden müssen. Wir haben sie also als

$$\pm 0.5 \frac{1}{m}$$

angenommen. In den Messwerttabellen finden sich die exakt errechneten Unsicherheiten.

	Brennweite f [mm]
0	(152.02 ± 0.50)
1	(152.68 ± 0.50)
2	(152.40 ± 0.50)
3	(152.21 ± 0.50)
4	(152.40 ± 0.50)
<i>Schnitt</i>	(152.34 ± 0.11)

$$\frac{1}{f} = D = (6.56 + / - 0.00) \frac{1}{m}$$

$$D = (6.56 \pm 0.5) \frac{1}{m}$$

Besselverfahren

	Brennweite f [mm?]
0	(152.40 ± 0.49)
1	(151.58 ± 0.54)
2	(153.44 ± 0.55)
3	(152.14 ± 0.59)
4	(152.67 ± 0.60)
<i>Schnitt</i>	(152.45 ± 0.31)

$$\frac{1}{f} = D = (6.56 + / - 0.01) \frac{1}{m}$$

$$D = (6.56 \pm 0.5) \frac{1}{m}$$

	Brennweite f [mm?]
0	(-485.66 ± 10.69)
1	(-481.44 ± 8.17)
<i>Schnitt</i>	(-483.55 ± 2.11)

$$\frac{1}{f} = D = (-2.07 + / - 0.01) \frac{1}{m}$$

$$D = (-2.07 \pm 0.5) \frac{1}{m}$$

2 Linsenfehler

2.1 Sphärische Aberration

Aus der Krümmung einer Linse ergeben sich für achsennahe und achsenferne Parallelstrahlen unterschiedliche Einfallswinkel auf eine sphärische Linse. Durch getrennte Beobachtung ergeben sich dann unterschiedliche Bildweiten.

Ferne Bildweite b_f [mm]	Nahe Bildweite b_n [mm]
(239.00 ± 1.41)	(272.00 ± 1.41)
(243.00 ± 1.41)	(274.00 ± 1.41)
(240.00 ± 1.41)	(281.00 ± 1.41)
(241.00 ± 1.41)	(279.00 ± 1.41)
(241.00 ± 1.41)	(277.00 ± 1.41)

$$\bar{b}_f = (240.80 \pm 0.66)mm \quad \bar{b}_f = (276.60 \pm 1.63)mm$$

$$b_f = (241 \pm 5)mm \quad b_n = (277 \pm 5)mm$$

2.2 Chromatische Aberration

Auch durch unterschiedliche Frequenzen verändert sich die Bildweite etwas. Um verschieden Farben mit verschiedenen Frequenzen zu messen, werden Farbfilter verwendet.

Rote Bildweite b_r [mm]	Grüne Bildweite b_g [mm]	Blaue Bildweite b_b [mm]
(192.00 ± 1.41)	(191.00 ± 1.41)	(192.00 ± 1.41)
(192.00 ± 1.41)	(189.00 ± 1.41)	(192.00 ± 1.41)
(188.00 ± 1.41)	(194.00 ± 1.41)	(193.00 ± 1.41)
(190.67 ± 1.33)	(191.33 ± 1.45)	(192.33 ± 0.33)
$b_r = (191 \pm 5)mm$	$b_g = (191 \pm 5)mm$	$b_b = (192 \pm 5)mm$

2.3 Anmerkung zu den Unsicherheiten

Die Unsicherheiten für die Versuche zur Aberration wurden aus Teil 1 zur Geometrischen Optik übernommen.