

1 Auswertung

Die Größenmessung der Gegenstands- und der Bildgröße wurde mit einem Geodreieck durchgeführt. Die weiteren Messwerte wurden an einem Lineal, welches an der Schiene integriert ist, abgelesen. Es wird ein Ablesefehler von 0,05 cm angenommen. Anhand der genommenen Messwerte wird die Linsengleichung (??) und das Abbildungsgesetz (??) überprüft.

Damit das Abbildungsgesetz überprüft werden kann, sind die Mittelwerte der Messung der Gegenstands- und der Bildweite verwendet worden. Als Fehler wurden die Standardabweichungen des Mittelwertes angegeben. Die Messdaten sind in Tabelle 1 dargestellt.

$$\frac{B}{G} = (569 \pm 20) \cdot 10^{-1} \text{ cm}$$

$$\frac{\langle b \rangle}{\langle g \rangle} = (3929 \pm 14) \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

Tabelle 1: Messdaten der ersten Messung. Brennweite der verwendeten Linse ist bekannt (10 cm).

g in cm	b in cm	Bildgröße B
15	27,80	2,80
20	18,40	1,90
25	15,30	1,45
30	13,85	1,15
35	13,10	0,95
40	12,50	–
45	12,05	–
50	11,70	–
55	11,40	–
60	11,25	–

Die Fehler der Größen in 1 haben alle den Ablesefehler 0,05 cm.

Die Mittelwerte $\langle b \rangle$ und $\langle g \rangle$ in die Linsengleichung (??) eingesetzt, ergeben die folgenden Werte. Die Brennweite der Linse, ist vom Hersteller mit 10 cm angegeben.

$$\langle f_1 \rangle_{\text{gemessen}} = (10\,578 \pm 26) \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

Die Verbindungsgereaden, zu den Wertepaaren $(g_i | b_i)$, der Linse mit bekannter Brennweite sind in 1 dargestellt.

Der Schnittpunkt der Geraden im Diagramm 1 ist mit Hilfe des Mauscursors abgelesen worden. Der Ablesefehler wird mit 0,3 cm angegeben. Der Schnittpunkt hat einen Wert von $S_1 = ((99 \pm 3) \cdot 10^{-1} | (94 \pm 3) \cdot 10^{-1})$. Die Angaben sind in Centimetern.

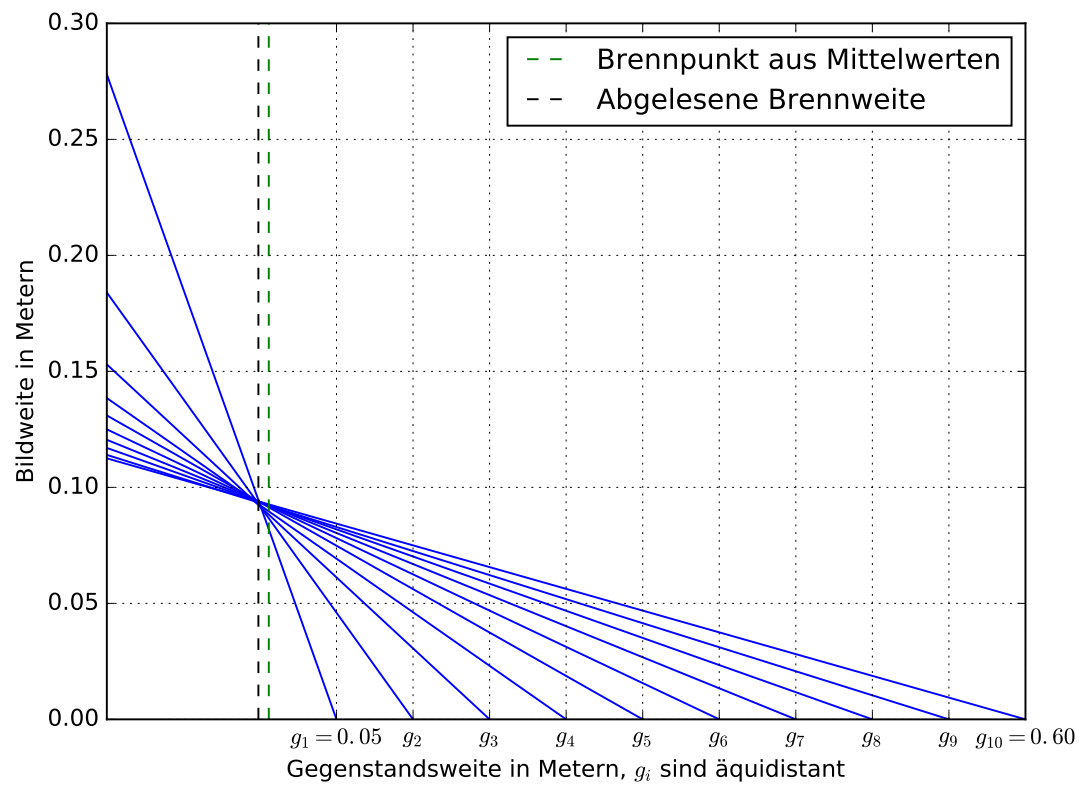


Abbildung 1: Wertepaare $(g_i|b_i)$ aufgetragen. Zudem ist der Mittelwert der gemessenen Brennweite, sowie der abgelesene Schnittpunkt der Geraden eingetragen.

Desweiteren wurde die Brennweite einer unbekannten Linse bestimmt. Es wurde gleich verfahren, wie bei der Messung der bekannten Linse. Die Messdaten sind in Tabelle 2 dargestellt.

$$\langle f_2 \rangle_{\text{gemessen}} = (9028 \pm 3) \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

Das Diagramm 2 zeigt die Verbindungsgeraden, der Wertepaare der gemessenen $(g_i|b_i)$.

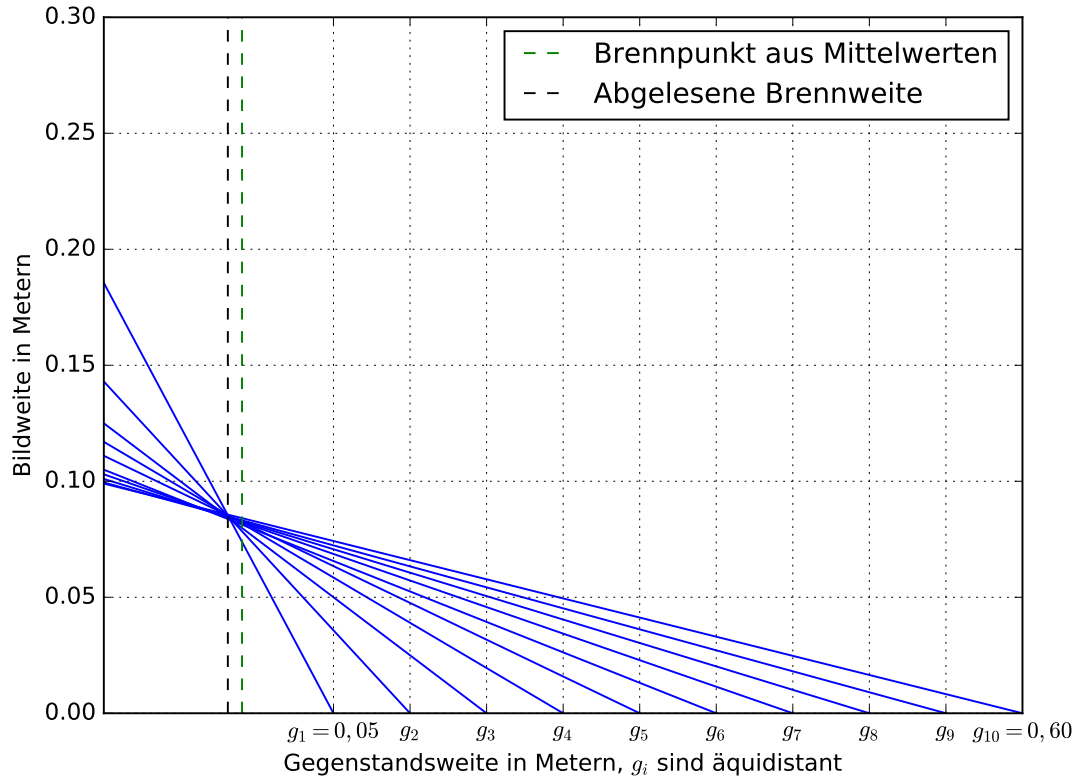


Abbildung 2: Wertepaare $(g_i|b_i)$ aufgetragen. Zudem ist der Mittelwert der gemessenen Brennweite, sowie der abgelesene Schnittpunkt der Geraden eingetragen.

Der abgelesene Schnittpunkt ist gegeben mit $S_2 = ((81 \pm 3) \cdot 10^{-1} | (84 \pm 3) \cdot 10^{-1})$. Die Angaben sind in Centimetern.

Die Messgrößen in Tabelle 2 haben alle den Ablesefehler 0,05 cm.

1.1 Bestimmung der Brennweite nach Bessel

Die Messdaten der Messung sind in Tabelle 3 dargestellt. Damit der Datensatz größer ist, werden die Messdaten von b_1, g_1 und b_2, g_2 verwendet. Theoretisch sind $b_1 = g_2$ und $b_2 = g_1$ identisch.

Tabelle 2: Messdaten der Linse mit unbekannter Brennweite.

g in cm	b in cm
15	18,55
20	14,30
25	12,50
30	11,70
35	11,10
40	10,50
45	10,30
50	10,10
55	9,95
60	9,90

Die Mittelwerte der Messdaten wurden in die Formel (??) eingetragen. Daraus ergibt sich die folgende Brennweite.

$$f_{\text{Bessel}} = 9,67 \text{ cm} \quad (1)$$

Der Fehler von (1) ist, bezüglich der Messgenauigkeit, vernachlässigbar klein und wird daher weggelassen.

Tabelle 3: Messdaten der Methode nach Bessel

e in cm	g_1 in cm	g_2 in cm
40	16,6	23,70
45	14,2	31,05
50	13,2	37,00
52	12,9	40,00
55	12,6	42,60
58	12,4	45,35
60	12,2	48,00
62	12,2	50,75
65	12,0	53,35
70	11,8	58,45

Die Messgrößen in Tabelle 3 haben alle den Ablesefehler 0,05 cm.

Darüberhinaus wurde die chromatische Abberration untersucht. Die Messdaten sind in Tabelle 4 dargestellt.

$$f_{\text{rot}} = (967 \pm 1) \cdot 10^{-2} \text{ cm} \quad (2)$$

$$f_{\text{blau}} = 966 \cdot 10^{-2} \text{ cm} \quad (3)$$

Der Fehler bei (3) ist, bezüglich der Messungenauigkeit, zu vernachlässigen.

Tabelle 4: Messdaten zur chromatischen Abberration

e in cm	$g_{1,\text{rot}}$ in cm	$g_{2,\text{rot}}$ in cm	$g_{1,\text{blau}}$ in cm	$g_{2,\text{blau}}$ in cm
45	14,35	31,0	14,10	31,2
50	13,20	37,0	13,25	37,1
55	12,60	42,5	12,70	42,7
60	12,35	48,1	12,40	48,2
65	12,00	53,5	12,10	53,3

Die Fehler von e , $g_{1,\text{rot}}$, $g_{2,\text{rot}}$, $g_{1,\text{blau}}$ und $g_{2,\text{blau}}$ betragen jeweils 0,05 cm.

1.2 Bestimmung der Brennweite von Linsensystemen nach Abbe

Die Messdaten der Messung sind in Tabelle 5 dargestellt. Mit Formel (??) ergeben sich daraus die folgenden Werte.

$$f_g = (1693 \pm 32) \cdot 10^{-2} \text{ cm} \quad (4)$$

$$f_h = (-938 \pm 95) \cdot 10^{-2} \text{ cm} \quad (5)$$

$$f_b = (1442 \pm 17) \cdot 10^{-2} \text{ cm} \quad (6)$$

$$f_{h'} = (1305 \pm 31) \cdot 10^{-2} \text{ cm} \quad (7)$$

Die Messgrößen in der Tabelle 5 haben alle den Ablesefehler von 0,05 cm

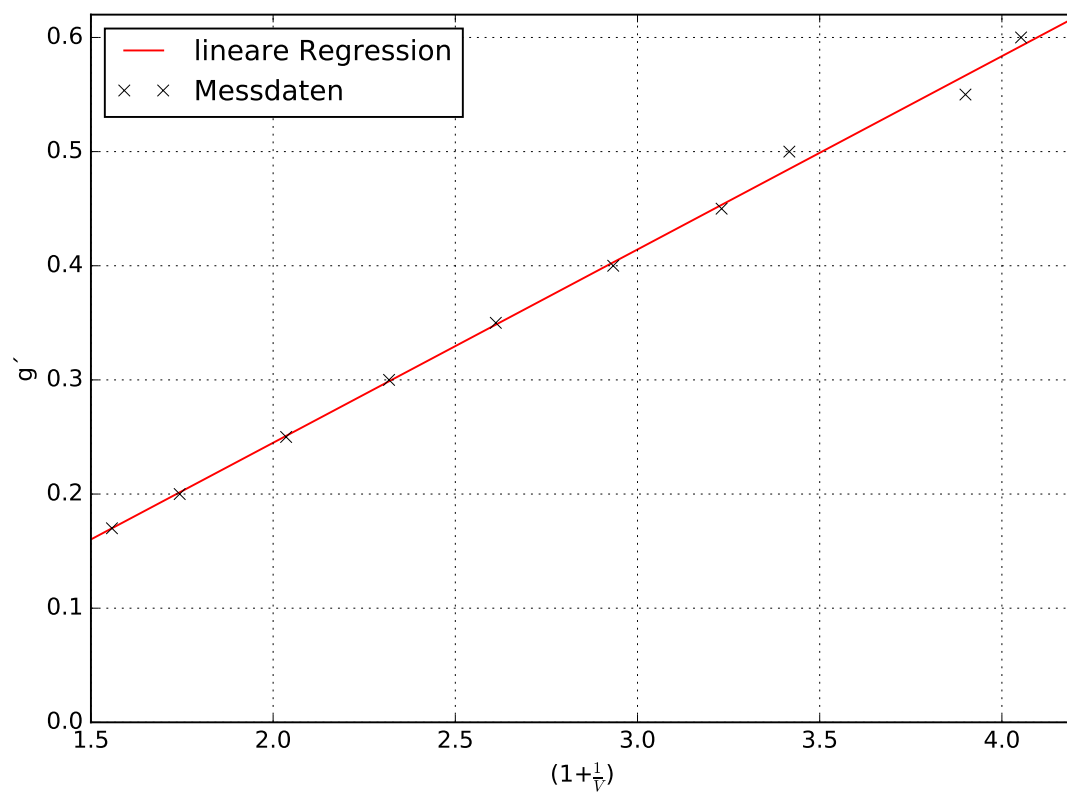


Abbildung 3: Wertepaare $(1 + \frac{1}{v_i} | g_i)$ mit linearer Regression.

Tabelle 5: Messdaten der Methode nach Abbe

Bildgröße B in cm	$b + g$ in cm	g in cm
5,2	70,0	17
3,9	67,3	20
2,8	66,6	25
2,2	68,1	30
1,8	71,4	35
1,5	75,0	40
1,3	79,0	45
1,2	83,3	50
1,0	87,5	55
0,9	92,1	60

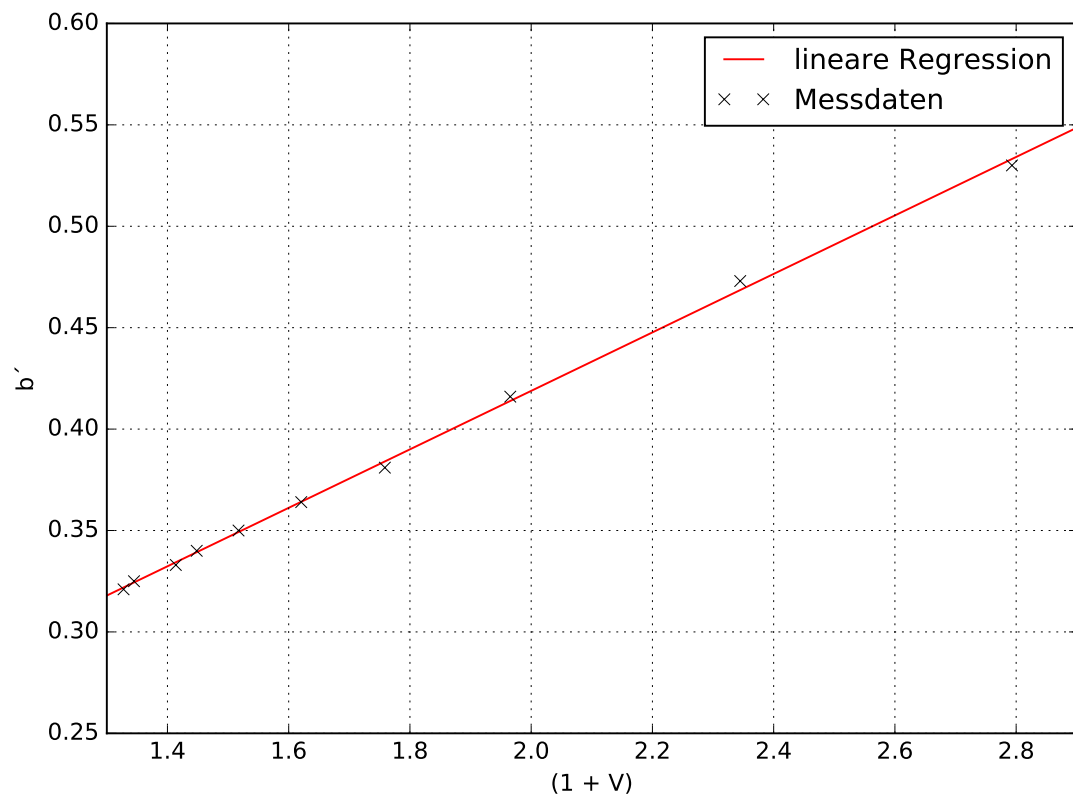


Abbildung 4: Wertepaare $(1 + V_i | b_i)$ mit linearer Regression.

2 Diskussion

Anfangs ist zu erwähnen, dass die Grad der Bildschärfe per Hand, und somit nur subjektiv bestimmt werden konnte. Damit ist anzunehmen, dass die Messergebnisse auf Grund des Messverfahrens fehlerbehaftet sind. Im Folgendem werden die Messergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft diskutiert.

Die Messgenauigkeit der Brennweitenmessung ist in Diagramm 1 einzusehen. Bei einer hohen Messgenauigkeit haben die eingetragenen Geraden einen gemeinsamen Schnittpunkt. Dies ist, unter Berücksichtigung der Messunsicherheit, erreicht worden. Die Messergebnisse werden als präzise einzustufen. Die Messung weicht lediglich um $\approx 0,5$ cm von der angegebenen Brennweite ab. Dies ebenfalls auf eine hohe Präzision der Messung hin.

Als Linse mit unbekannter Brennweite, wurde eine befüllbare Linse genommen. Über eine Spritze mit Wasser konnte die Befüllung der Linse reguliert werden. Damit in der Linse ein konstanter Druck gewährleistet wurde, musste die Spritze an einer definierten Person fixiert werden. Die Fixierung wurde per Hand bewerkstelligt. Die Messung war länger, womit ein dauerhaft konstanter Druck unwahrscheinlich scheint. Dadurch können die Messung beeinflusst worden sein. Der in Diagramm 2 entstandene Schnittpunkt, weist hingegen auf eine hohe Messgenauigkeit hin.

Die Messung der Linse mit unbekannter Brennweite ergab eine Brennweite von ca. 9,03 cm. Die Messgenauigkeit ist in Abbildung 2 einzusehen. Anhand des Schnittpunktes der Verbindungsgeraden ist die Messgenauigkeit im Rahmen der Messung als präzise zu bewerten.

Die chromatische Abberration ergab, dass die Brennweite bei blauer Lichtquelle minimal kleiner ist, als bei roter Lichtquelle. Dies entspricht der Erwartung.