Physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler SS 26

OA - Optische Abbildungen mit Linsen

Gruppe:	21
Betreuer:	Lang, Günter
Verfasser:	[redacted]
Versuchsdatum:	23.04.2026
1. Abgabedatum:	29.04.2026
2. Abgabedatum:	30.04.2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
1. Zielsetzung 3
2. Versuchsaufbau 3
3. Versuchsdurchführung 4
3.1 Brennweitenbestimmung mittels Abbildungsgleichung 4
3.2 Brennweitenbestimmung mittels Autokollimationsverfahren 6
3.3 Brennweitenbestimmung mittels Besselverfahren 7
3.4 Vergleich der Verfahren zur Brennweitenbestimmung 9
3.5 Resultierende Brennweiten von zwei Linsensystemen 10
3.6 Brennweite und Brechkraft der Zerstreuungslinse 11
3.7 Brennweite in Abhängigkeit der Wellenlänge 12
4. Fazit 13
5. Anhang 14

1. Zielsetzung

Linsen sind das zentrale Element der geometrischen Optik und finden Anwendung in zahlreichen optischen Geräten, wie Mikroskopen, Teleskopen und alltäglichen Gegenständen wie Brillen, die der Korrektur von Sehschwächen dienen.
Ihre wichtigste Kenngröße ist die Brennweite f , welche beschreibt, in welchem Abstand parallel einfallende Lichtstrahlen nach der Brechung durch die Linse fokussiert werden. Diese bestimmt maßgeblich die Abbildungseigenschaften einer Linse, wie beispielsweise die Größe und Lage des entstehenden Bildes.

Ziel dieses Versuches ist die experimentelle Bestimmung der Brennweite f , mittels der Abbildungsgleichung, dem Autokollimationsverfahren und dem Besselverfahren, an zwei Sammellinsen und einer Zerstreuungslinse.
Für diese Verfahren spielen die Bildweite b , die Brennweite f und die Gegenstandsweite g eine wichtige Rolle.

2. Versuchsaufbau

Der Versuch wird auf einer optischen Bank durchgeführt, auf welcher alle benötigten Komponenten entlang einer Skala verschiebbar montiert werden können. Am linken Ende der optischen Bank befindet sich eine Experimentierleuchte, vor welcher eine Lochblende mit einem L-förmigen Punktemuster angebracht ist, die als Gegenstand für das Experiment dient. Am rechten Ende wird ein Schirm positioniert, der zur Beobachtung des entstehenden Bildes verwendet wird.
Der Schirm besitzt auf der Rückseite zudem einen Spiegel, welcher für das Autokollimationsverfahren verwendet wird.

Zwischen der Lichtquelle und dem Schirm werden je nach Versuchsteil Sammellinsen (Linse A, Linse B) und eine Zerstreuungslinse (Linse C) auf Reitern befestigt und entlang der optischen Bank verschoben. Die Positionen der einzelnen Komponenten werden anhand der Skala abgelesen und dienen als Grundlage für die spätere Auswertung.

Zur Gewährleistung möglichst paralleler Lichtstrahlen wird die Experimentierleuchte so justiert, dass die Glühwendel scharf auf eine entfernte Fläche abgebildet wird. Diese Einstellung bleibt während des gesamten Versuchs konstant.

3. Versuchsdurchführung

Zu Beginn des Versuchs werden die einzelnen Linsen hinsichtlich ihres Abbildungsverhaltens charakterisiert. Dabei zeigt sich, dass die Linsen A und B ein vergrößertes Bild erzeugen und somit als Sammellinsen zu identifizieren sind. Linse A kann zudem als langbrennweitig und Linse B als kurzbrennweitig eingeordnet werden. Die Linse C erzeugt ein aufrechtes, jedoch verkleinertes Bild, was charakteristisch für eine Zerstreuungslinse ist.

Anschließend werden die Brennweiten f der Sammellinsen mit den folgenden drei Verfahren berechnet.

3.1 Brennweitenbestimmung mittels Abbildungsgleichung

Bei dem Versuch wird die Brennweite der Linse A und Linse B jeweils unter zwei Abbildungsbedingungen bestimmt.

a) $|f| < |g| < 2 \cdot |f|$ $\rightarrow$ vergrößerte Abbildung des Gegenstands
b) $|g| > 2 \cdot |f|$ $\rightarrow$ verkleinerte Abbildung des Gegenstands

Anschließend wird die jeweilige Linse so justiert, dass ein scharfes Bild auf dem Schirm zu erkennen ist.

Im Folgenden werden die Messwerte zur Brennweitenbestimmung mit der Abbildungsgleichung dargestellt.

Tabelle 1: Messergebnisse Abstände von Gegenstand zu Linse zu Bild und berechnete Werte nach Gleichung OA.3 und OA.4

Linsen Nr.	P_G / mm	P_L / mm	P_B / mm	$\pm\Delta P_B$ / mm	g / mm	b / mm	f / mm	β
A a)	182	632	1450	40	450	818	290,299...	-1,817...
A b)	182	941	1400	20	759	459	286,027...	-0,604...
B a)	182	279	630	106	97	351	75,997...	-3,618...
B b)	182	547	630	10	365	83	67,622...	-0,227...

Hierbei bezeichnet P_G die Position des Gegenstandes, also der Lochblende, P_L die Position der eingesetzten Linse und P_B die Position des Schirmes, auf welchem das Bild abgebildet wird, auf der optischen Bank. Aus diesen Positionsangaben lassen sich die für die Auswertung relevanten Größen bestimmen.
Die Gegenstandsweite g ergibt sich aus der Differenz zwischen P_L und P_G, während die Bildweite b den Abstand zwischen der Linse und dem Schirm beschreibt, sich also aus der Differenz zwischen P_B und P_L ergibt.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Brennweiten f werden anschließend mittels der Abbildungsgleichung gemäß der Gleichung (OA.4) berechnet.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

$$f = \frac{g \cdot b}{g + b}$$

Für die erste Brennweite ergibt sich also:

$$f = \frac{450\,\text{mm} \cdot 818\,\text{mm}}{450\,\text{mm} + 818\,\text{mm}} \approx 290{,}3\,\text{mm}$$

Das zugehörige β kann mit der Gleichung (OA.3) ermittelt werden:

$$\beta = -\frac{b}{g}$$

Für die Berechnung der Messunsicherheit wird angenommen, dass nur die Unsicherheit von b , damit ΔP_B in das System einspielt. Mit dem Fehlerfortpflanzungsgesetz (GR.23) lässt sich somit die Unsicherheit der Brennweite wie folgt berechnen.

$$\Delta f = \frac{\partial f}{\partial b} \cdot \Delta P_{bi} = \frac{g^2}{(b + g)^2} \cdot \Delta P_{bi}$$

Damit ergibt sich beispielhaft für die erste Messreihe folgende Unsicherheit:

Linse A:

$$\Delta f_{Aa} = \frac{(450\,\text{mm})^2}{(818\,\text{mm} + 450\,\text{mm})^2} \cdot 40\,\text{mm} \approx 5{,}038\,\text{mm}$$

$$\Delta f_{Ab} \approx 7{,}766\,\text{mm}$$

Linse B:

$$\Delta f_{Ba} \approx 4{,}969\,\text{mm}$$

$$\Delta f_{Bb} \approx 6{,}638\,\text{mm}$$

Die restlichen Ergebnisse werden analog berechnet und in Tabelle 2 erfasst.

Tabelle 2: Berechnete Brennweiten mit Messunsicherheit

Linsen Nr.	f absolut mit Unsicherheit	f relativ mit Unsicherheit
A a)	(290 ± 6) mm	290 · (1 ±2,1 %) mm
A b)	(286 ± 8) mm	286 · (1 ± 2,8 %) mm
B a)	(76 ± 5) mm	76 · (1 ±6,6 %) mm
B b)	(68 ± 7) mm	68 · (1 ±10%) mm

3.2 Brennweitenbestimmung mittels Autokollimationsverfahren

Beim Autokollimationsverfahren wird der Spiegel auf der Rückseite des Schirms genutzt, der direkt hinter der zu untersuchenden Sammellinse positioniert wird. Dadurch werden die durch die Linse verlaufenden Lichtstrahlen reflektiert und erneut durch die Linse zurückgeführt.
Die Kombination aus Linse und Spiegel wird entlang der optischen Bank so verschoben, dass sich die Lochblende im Brennpunkt der Linse befindet. Dies ist daran zu erkennen, dass das reflektierte Bild der Lochblende scharf abgebildet wird und ähnlich groß, wie das Ursprungsbild ist.

Unter dieser Bedingung entspricht der Abstand zwischen der Position der Linse und der Lochblende der Brennweite f der Linse.

$$f = P_L - P_G$$

In Tabelle 3 sind die aufgenommenen Messwerte dargestellt:

Tabelle 3: Aufgenommene Messwerte mit dem Autokollimationsverfahren

Linsen Nr.	P_G / mm	P_L / mm	$\pm\Delta P_L$ / mm
A	182	460	10
B	182	264	14

Daraus ergeben sich mit der Unsicherheit ΔP_L folgende Brennweiten:

Tabelle 4: Mit der Autokollimationsverfahren berechnete Brennweiten mit Unsicherheiten

Linsen Nr.	f absolut mit Unsicherheit	f relativ mit Unsicherheit
A	(278 ± 10) mm	278 · (1± 3,6%) mm
B	(82 ± 14) mm	82 · (1± 17%) mm

3.3 Brennweitenbestimmung mittels Besselverfahren

Der Versuchsaufbau entspricht im Wesentlichen dem des ersten Versuchsteils. Für die Anwendung des Besselverfahrens ist jedoch darauf zu achten, dass der feste Abstand zwischen Gegenstand (Lochblende) und Schirm größer als die vierfache Brennweite der zu untersuchenden Linse ist.
Unter dieser Voraussetzung existieren zwei unterschiedliche Positionen der Linse, bei denen jeweils ein scharfes Bild auf dem Schirm entsteht. Dabei handelt es sich einmal um eine vergrößerte und einmal um eine verkleinerte Abbildung des Gegenstandes.

Zur Verbesserung der Bildsichtbarkeit wird zusätzlich eine Graublende eingesetzt, um die Lichtintensität zu reduzieren und eine genauere Einstellung der Schärfe zu ermöglichen.
Die im Rahmen des Besselverfahrens aufgenommenen Messwerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 5: Erhobene Messwerte für das Besselverfahren

Linsen Nr.	P_G / mm	Linsenposition 1		Linsenposition 2		P_B / mm
		P_L/ mm	ΔP_L / mm	P_L / mm	ΔP_L / mm	
A	182	620	20	1030	10	1465
B	182	285	5	522	4	670

Wichtig für die Berechnung der Brennweiten ist der Abstand der beiden Linsenpositionen e , sowie der Abstand zwischen Lochblende und Schirm d .

Die Berechnung der Brennweite erfolgt nach Gleichung (OA.10).

$$f = \frac{d^2 - e^2}{4 \cdot d}$$

Für die Unsicherheit kann wieder angenommen werden, dass lediglich der Abstand der Linsenpositionen eine Messunsicherheit besitzt ($\Delta P_{L1} + \Delta P_{L2}$).

Auch hier findet das Fehlerfortpflanzungsgesetzt (GR.23) Anwendung.

$$\Delta f = \frac{\partial f}{\partial e} \cdot \Delta e = \frac{e}{2 \cdot d} \cdot \Delta e$$

Somit ergibt sich für die erste Linse folgende Brennweite mit Unsicherheit.

$$f_1 = \frac{(1465\,\text{mm} - 182\,\text{mm})^2 - (1030\,\text{mm} - 620\,\text{mm})^2}{4 \cdot (1465\,\text{mm} - 182\,\text{mm})} \approx 287{,}995\,\text{mm}$$

$$\Delta f_1 = \frac{1030\,\text{mm} - 620\,\text{mm}}{2 \cdot (1465\,\text{mm} - 182\,\text{mm})} \cdot (20\,\text{mm} + 10\,\text{mm}) \approx 4{,}793\,\text{mm}$$

In den Tabellen 6 und 7 sind die berechneten Werte mit dem Besselschen Verfahren für die Bestimmung der Brennweite mit ihrer Unsicherheit dargestellt.

Tabelle 6: Berechnete Werte mit Besselverfahren

Linsen Nr.	e / mm	d / mm	Δe / mm	f / mm	Δf / mm
A	410	1283	30	287,994...	4,793...
B	237	488	9	93,224...	2,185...

Tabelle 7: Mit Besselverfahren berechnete Brennweiten mit Unsicherheit

Linsen Nr.	f absolut mit Unsicherheit	f relativ mit Unsicherheit
A	(288 ± 5) mm	$288 \cdot (1 \pm 1{,}7\%)$ mm
B	$(93{,}2 \pm 2{,}2)$ mm	$93{,}2 \cdot (1 \pm 3{,}2\%)$ mm

3.4 Vergleich der Verfahren zur Brennweitenbestimmung

Im Folgenden werden die drei Verfahren zur Bestimmung der Brennweite miteinander verglichen. Dabei zeigen sich verschiedene Herausforderungen, die sowohl bei der Durchführung als auch bei der Auswertung der Messungen auftreten können. Eine wesentliche Messunsicherheit stellt die subjektive Beurteilung der Bildschärfe dar, die sich auf alle drei Verfahren auswirkt.

Die Bestimmung der Brennweite mittels der Abbildungsgleichung erweist sich als besonders anfällig für Abweichungen. Dies liegt besonders daran, dass mehrere Messgrößen erfasst und miteinander kombiniert werden müssen, wodurch sich Fehler fortpflanzen und die Gesamtunsicherheit erhöht wird. Zudem basiert die Einstellung der Schärfe auf einer subjektiven Wahrnehmung, was zusätzliche Ungenauigkeiten verursacht.

Das Autokollimationsverfahren bietet theoretisch den Vorteil, dass die Brennweite direkt aus einer einzigen Messung bestimmt werden kann. In der praktischen Durchführung zeigt sich jedoch eine vergleichsweise hohe Messunsicherheit. Diese liegt im vorliegenden Versuch im Bereich von etwa 3,6% bis 17,1%. Ein Grund hierfür ist die anspruchsvolle Justierung des Systems sowie das Auftreten chromatischer Aberrationen. Aufgrund der wellenlängenabhängigen Brechung des Lichts wird rotes Licht schwächer gebrochen als blaues, was zu unterschiedlichen Brennweiten führt und die Bestimmung zusätzlich erschwert.

Das Besselverfahren weist im Vergleich die geringsten Messunsicherheiten auf, die im vorliegenden Versuch zwischen 1,7% und 3,2% liegen. Dieses Verfahren wird daher als das zuverlässigste eingestuft. Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, dass lediglich der feste Abstand zwischen dem Gegenstand und dem Schirm sowie die Differenz der beiden Linsenpositionen berücksichtigt werden müssen. Außerdem ermöglicht das Messen von zwei Positionen die Erfassung einer größeren Anzahl an Messwerten. Aufgrund dieser Eigenschaften wird dem Besselverfahren im Rahmen dieses Versuchs das größte Vertrauen entgegengebracht.

3.5 Resultierende Brennweiten von zwei Linsensystemen

Auch in diesem Versuchsteil wird die Brennweite mittels des Besselverfahrens bestimmt. Im Unterschied zu den vorherigen Untersuchungen werden hierbei jedoch zwei Linsen hintereinander angeordnet und als Linsensystem betrachtet.

In der folgenden Tabelle sind die aufgenommenen Messwerte dargestellt. Die erste Zeile enthält die Ergebnisse für die Kombination aus zwei Sammellinsen (Linse A, Linse B), während die zweite Zeile die Messwerte für die Kombination einer Sammel- und einer Zerstreuungslinse wiedergibt (Linse B, Linse C).

Tabelle 8: Erhobene Messwerte für das Besselverfahren mit zwei unterschiedlichen Linsen

Linsen Nr.	P_L/ mm	Linsenposition 1		Linsenposition 2		P_B / mm	Abstand l / mm
		ΔP_L / mm	ΔP_L / mm	P_L / mm	ΔP_L / mm		
A	182	270	5	433	3	514	22
B	128	388	-	708	-	856	22

Der Abstand l ist bei dem Versuch bereits vorgegeben und beschreibt den Abstand der beiden Linsen voneinander.

Nachfolgend kann wie zuvor das Besselverfahren angewendet werden.

Tabelle 9: Mit dem Besselverfahren berechnete Werte für je zwei Linsen

Linsen Nr.	e / mm	d / mm	Δe / mm	f / mm	Δf / mm
A, B	163	332	8	62,993...	1,963...
B, C	320	674	-	130,517...	-

Somit ergibt sich für die Kombination der beiden Sammellinsen folgende Brennweite.

$$f_{A,B} = (63 \pm 2)\ \text{mm}$$

$$f_{A,B} = 63 \cdot (1 \pm 3{,}2\%)\ \text{mm}$$

Für die Kombination aus Sammel- und Zerstreuungslinse wurde keine Messunsicherheit erhoben.

Die eben berechnete Brennweite $f_{A,B}$ lässt sich auch theoretisch mit der Gleichung (OA.6) ermitteln. Die dafür benötigten Brennweiten der einzelnen Linsen werden aus Kapitel 3.3 Brennweitenbestimmung mit dem Besselverfahren aus Tabelle 7 entnommen, da uns diese Werte am vertrauenswürdigsten erscheinen.

$$f_{ges} = \frac{f_A \cdot f_B}{f_B + f_A - l} = 74{,}739... \text{ mm}$$

Die dazugehörige Unsicherheit kann wieder mit dem Fehlerfortpflanzungsgesetz (GR.23) berechnet werden.

$$\Delta f_{ges} = \sqrt{\left(\frac{\partial f_{ges}}{\partial f_1}\Delta f_1\right)^2 + \left(\frac{\partial f_{ges}}{\partial f_2}\Delta f_2\right)^2}$$

$$\Delta f_{ges} = \sqrt{\left(\frac{f_2^2 - f_2 \cdot l}{(f_1 + f_2 - l)^2}\Delta f_1\right)^2 + \left(\frac{f_1^2 - f_1 \cdot l}{(f_1 + f_2 - l)^2}\Delta f_2\right)^2} = 1{,}320... \text{ mm}$$

Eingesetzt ergibt das

$$f_{ges} = (74{,}7 \pm 1{,}4) \text{ mm}$$

$$f_{ges} = 74{,}7 \cdot (1 \pm 2{,}7\%) \text{ mm}$$

Die Intervalle der experimentell bestimmten und der theoretisch berechneten Brennweiten überschneiden sich nicht. Es zeigt sich somit eine Abweichung zwischen beiden Ergebnissen.

Diese Differenz lässt sich auf verschiedene Messunsicherheiten zurückführen. Insbesondere können Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Linsenposition sowie die subjektive Beurteilung der Bildschärfe das Messergebnis beeinflussen. Darüber hinaus können Abbildungsfehler der Linse, wie chromatische Aberrationen, zu Abweichungen von den theoretischen Werten führen.

Trotz der Abweichungen liegen beide Ergebnisse jedoch in der gleichen Größenordnung, sodass das experimentelle Resultat die theoretische Erwartung grundsätzlich bestätigt, wenn auch mit eingeschränkter Genauigkeit.

3.6 Brennweite und Brechkraft der Zerstreuungslinse

Für die Berechnung der Brennweite f_C der Zerstreuungslinse findet die Gleichung (OA.6) Anwendung, f_{ges} ist dabei die in Tabelle 9 berechnete Brennweite.

$$\frac{1}{f_{ges}} = \frac{1}{f_C} + \frac{1}{f_B} - \frac{l}{f_C \cdot f_B}$$

$$f_C = \frac{f_{ges} \cdot (f_B - l)}{f_B - f_{ges}} = -249{,}267... \text{ mm}$$

Die zugehörige Brechkraft lässt sich mit der Gleichung (OA.7) berechnen.

$$D = \frac{1}{f_c} =$$ -4,011... dpt

Das negative Vorzeichen bestätigt, dass es sich bei der untersuchten Linse um eine Zerstreuungslinse handelt.

3.7 Brennweite in Abhängigkeit der Wellenlänge

Im letzten Versuchsteil wird die Brennweite der langbrennweitigen Sammellinse A in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts untersucht. Hierzu werden hinter der Lochblende zunächst ein roter und anschließend ein blauer Farbfilter eingesetzt, um Licht unterschiedlicher Wellenlängen zu erzeugen.

Für beide Filter werden analog zum Besselverfahren jeweils die zwei Linsenpositionen bestimmt, bei denen ein scharfes Bild auf dem Schirm zu erkennen ist. Auf dieser Grundlage kann die jeweilige Brennweite berechnet werden.

Die jeweiligen Wellenlängen können von den Filtern abgelesen werden.

Tabelle 10: Erhobene Messwerte mit Farbfilter und Besselverfahren

Farbfilter	P_G / mm	Pos. 1: P_L / mm	Pos. 2: P_L / mm	P_B / mm	Wellenlänge λ / nm
Rot	182	641	989	1430	623
Blau	182	617	1011	1430	450

Aus der jeweiligen Position der Linsen und des Schirms kann so erneut mit der Gleichung (OA.10) die Brennweite berechnet werden.

Tabelle 11: Berechnete Brennweite mit unterschiedlichen Farbfiltern

Farbfilter	e / mm	d / mm	f / mm
Rot	348	1248	287,740...
Blau	394	1248	280,903...

Dabei ist zu erkennen, dass blaues Licht eine geringere Brennweite hat als rotes Licht, was den theoretischen Erwartungen entspricht, da das blaue Licht eine geringere Wellenlänge besitzt.

4. Fazit

Im Praktikumsversuch zur „Optischen Abbildung mit Linsen” werden erfolgreich die Brennweiten von verschiedenen Linsen und Linsenkombinationen mittels unterschiedlicher Verfahren bestimmt. Bei allen durchgeführten Verfahren ist es notwendig, zwischen „scharfen” und „unscharfen” Bildern zu unterscheiden, was jedoch nicht objektiv möglich ist und zu erhöhten Messungenauigkeiten führt. Besonders die Bestimmung der Brennweite mittels der Abbildungsgleichung ist dadurch anfällig für größere Messunsicherheiten.

Als vertrauenswürdigstes Verfahren erweist sich das Besselverfahren, da die relativen Messunsicherheiten mit etwa 1,7% bis 3,2% am geringsten sind. Das Autokollimationsverfahren weist hingegen höhere Unsicherheiten im Bereich von etwa 3,6% bis 17,1% auf, was unter anderem auf chromatische Aberrationen zurückzuführen ist. Diese entstehen dadurch, dass Licht unterschiedlicher Wellenlängen unterschiedlich stark gebrochen wird.

Beim Vergleich der experimentellen und theoretischen Brennweiten des Linsensystems aus zwei Sammellinsen zeigt sich, dass sich die Unsicherheitsintervalle nicht überschneiden. Es liegt somit eine systematische Abweichung vor, die auf Messungenauigkeiten zurückgeführt werden kann. Für das System aus Sammel- und Zerstreuungslinse ergibt sich eine negative Brennweite, was die zerstreuende Wirkung der Linse bestätigt.

5. Anhang

Messwerte - Versuch Optische Abbildung

1. Aufgabe *Abbildungstyp*

Linsen Nr.	Abbildungstyp
A	Sammellinse
B	Sammellinse
C	Streulinse

Datum des Versuchstags: 23.04.2026

Gruppennummer: 21

Teilnehmer: [redacted]

[redacted]

Unterschrift Assistent/-in:

2. Aufgabe - Abbildungsgleichung

Linsen Nr.	P_G / mm	P_L / mm	P_B / mm	$\pm\Delta P_B$ / mm	g / mm	b / mm	f / mm	β
A	182mm	632mm	1.450	40	450	818	290,299	-1,817...
A	182	941	1.400	20	759	459	286,0271	-0,604...
B	182	279	630	106	97	351	~~94,575~~ ★	-3,618...
B	182	547	630	10	365	83	67,6228	-0,227...

★75,9977

3. Aufgabe - Autokollimationsverfahren

Linsen Nr.	P_G / mm	P_L / mm	$\pm\Delta P_L$ / mm
A	182	460	10
B	182	~~279~~ 264	14

4. Aufgabe - Besselverfahren

Linsen Nr.	P_G / mm	Linsenposition 1		Linsenposition 2		P_B / mm
		P_L / mm	ΔP_L / mm	P_L / mm	ΔP_L / mm	
A	182	620	20	1.030	10	1.465
B	182	285	5	522	4	670

5. Aufgabe - Besselverfahren für Linsenkombinationen

Aufgabe	P_G / mm	Linsenposition 1		Linsenposition 2		P_B / mm	Abstand l / mm
		P_L / mm	ΔP_L / mm	P_L / mm	ΔP_L / mm		
SL und SL	182	270	5	433	3	514	22
SL und ZL	182	388	[redacted]	708	[redacted]	856	22

6. Aufgabe - Besselverfahren zur Bestimmung chromatischen Abberation

Farbfilter	P_G / mm	Pos. 1: P_L / mm	Pos. 2: P_L / mm	P_B / mm	Wellenlänge λ / nm
rot	182	641	989	1.430	623
blau	182	617	1.011	1.430	450