



Technische Optik
Praktikum Linsenfehler

Hans Herrmann Felix Kayser Hermann Pommerenke Tino Steinmetz

14. Juni 2015

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Versuchsaufbau	2
3 Auswertung	3
3.1 Sphärische Aberration	3
3.2 Koma	3
3.3 Astigmatismus	3
3.4 Bildfeldwölbung	3
3.5 Verzeichnung	3
3.6 chromatische Aberration	3
4 Anhang	7

1 Einleitung

Die Ausbreitung eines Lichtstrahls lässt sich prinzipiell durch folgende Geradengleichung beschreiben:

$$y(z) = y_1 + z \cdot \tan \Theta$$

Für kleine Winkel gilt $\tan \Theta \approx \Theta$ bzw. $\sin \Theta \approx \Theta$. Dies lässt sich leicht durch die Reihenentwicklung der Winkelfunktionen zeigen:

$$\begin{aligned}\sin \Theta &= \Theta - \frac{1}{3!} \Theta^3 + \frac{1}{5!} \Theta^5 - \dots \\ \tan \Theta &= \Theta + \frac{1}{3} \Theta^3 + \frac{2}{15} \Theta^5 + \dots\end{aligned}$$

Die Geradengleichung kann folglich für viele optische Systeme, deren Strahlen sich nahe der optischen Achse ausbreiten, durch eine paraxiale Näherung

$$y(z) = y_1 + z \cdot \Theta$$

ausgedrückt werden. (Theorie 1. Ordnung)

Berücksichtigt man zusätzlich noch den 2. Summanden der Reihenentwicklung (kubische Abhängigkeit vom Winkel) ergibt sich die Theorie der 3. Ordnung :

$$y(z) = y_1 + z \cdot \left(\Theta + \frac{1}{3} \Theta^3 \right)$$

Im Vergleich zur paraxialen Näherung können hierbei 6 einfache Aberrationen unterschieden werden, 5 davon sind achromatisch:

sphärische Aberration

Koma

Astigmatismus

Bildfeldwölbung

Verzeichnung

chromatische Aberration

2 Versuchsaufbau

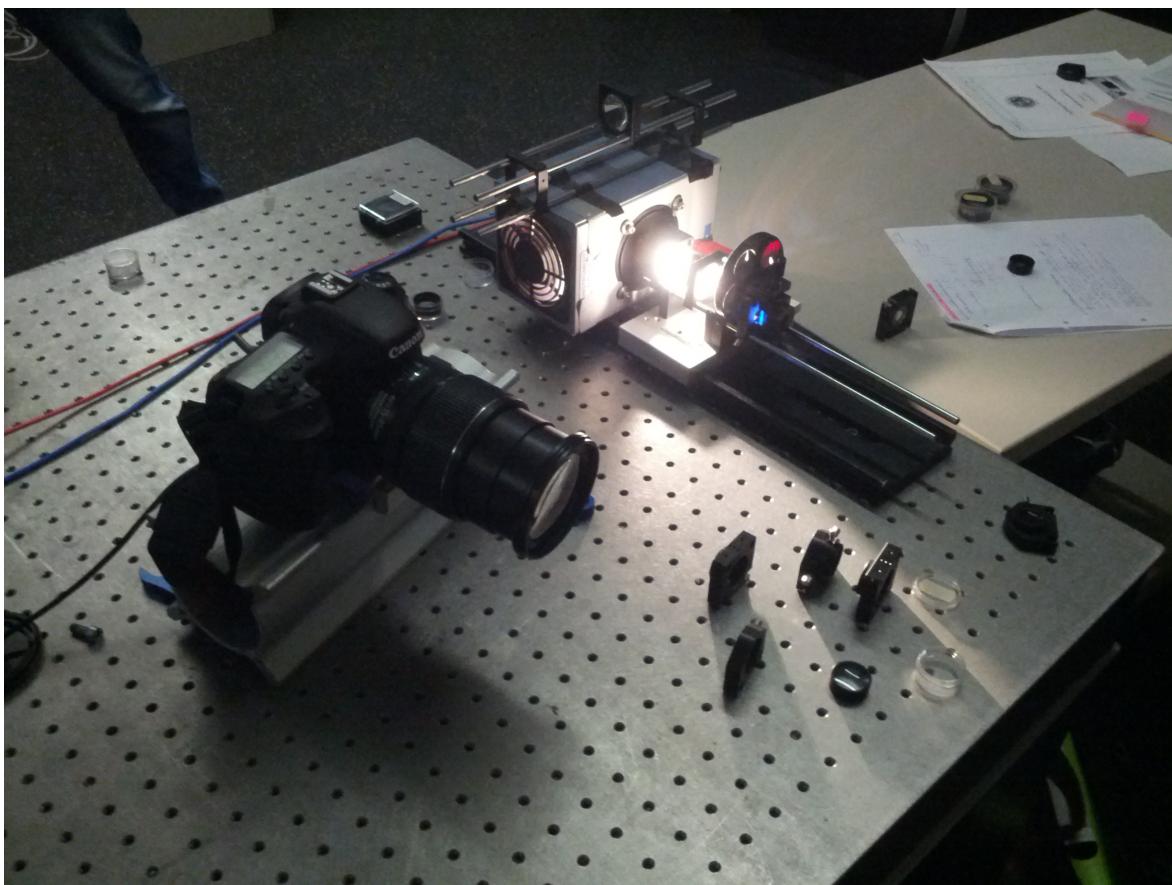


Abbildung 1: Der Versuchsaufbau

3 Auswertung

3.1 Sphärische Aberration

3.2 Koma



Abbildung 2: Starkes Koma am Außenrand der Linse

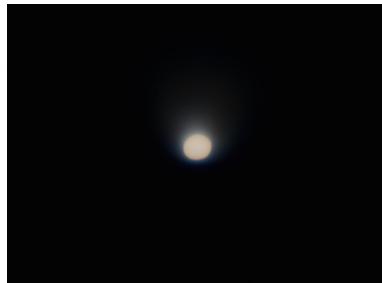


Abbildung 3: Schwaches Koma nahe der optischen Achse

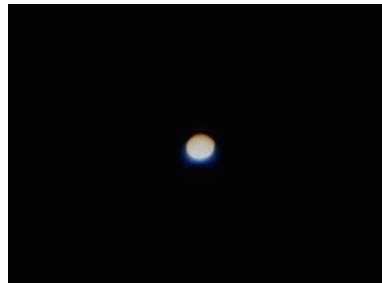


Abbildung 4: Abbildung mit Korrektur der Koma

3.3 Astigmatismus

3.4 Bildfeldwölbung

3.5 Verzeichnung

3.6 chromatische Aberration



Abbildung 5: Abbildung der Saggitalebene



Abbildung 6: Abbildung der Meridionalebene

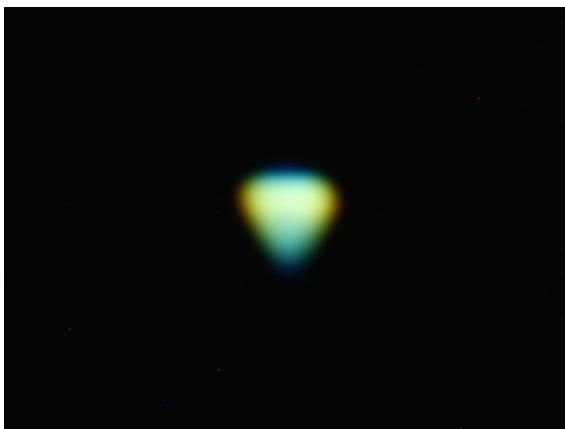


Abbildung 7: Fokus zwischen meridionaler und saggitaler Abbildung



Abbildung 8: Korrektur des Astigmatismus

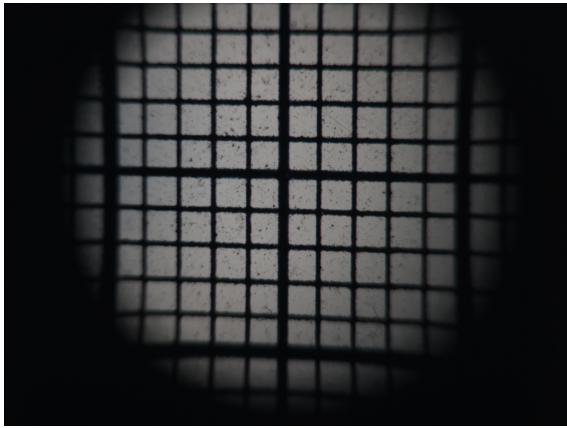


Abbildung 9: Unschärfe am Außenrand des Gitters

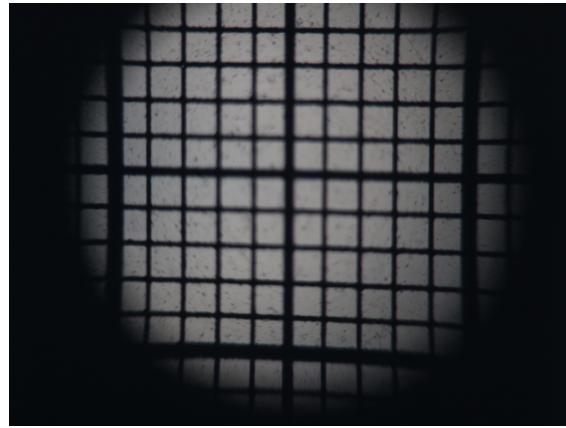


Abbildung 10: Unschärfe in der Mitte des Gitters

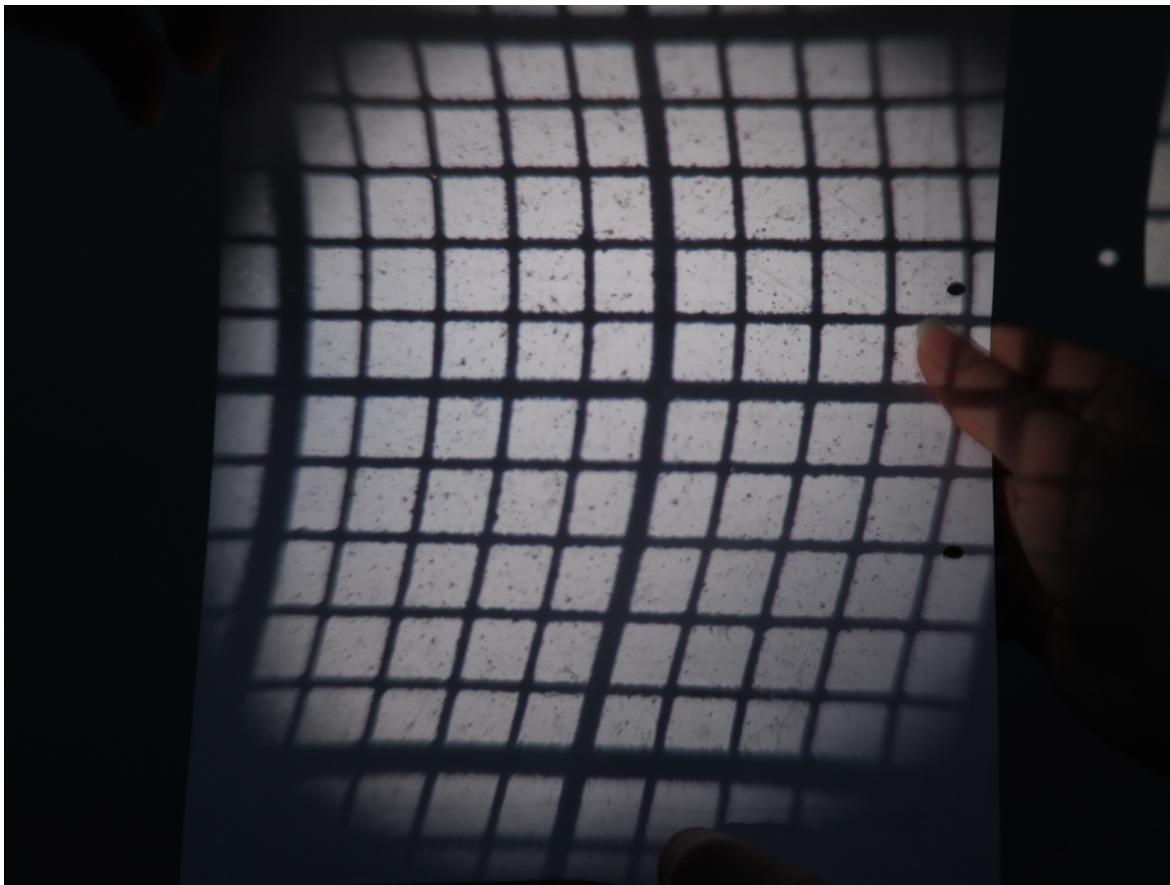


Abbildung 11: Korrektur der Bildfeldwölbung durch gekrümmten Projektionsschirm



Abbildung 12: Am Rand des Gitters erkennbare Krümmung



Abbildung 13: Korrektur der Verzeichnung

4 Anhang