Versuch 50 | **Newtonsche Ringe** | Raum F1-03

Aufgaben:

1.) Die Krümmungsradien R_1 und R_2 einer Bikonvexlinse sind mit Hilfe der NEWTONschen Ringe zu bestimmen.

2.) Aus den ermittelten Krümmungsradien ist die Brennweite der Linse zu berechnen.

Achtung:

Die Linsenoberfläche bitte nicht berühren!

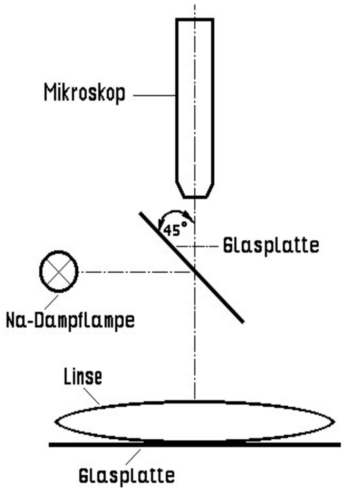

Abbildung 1

Grundlagen:

Die Krümmungsradien dünner Sammellinsen können interferometrisch bestimmt werden. Man legt die Linse auf eine ebene Glasplatte und beleuchtet sie von oben mit monochromatischem Licht. Um von oben auch beobachten zu können, ist im Mikroskop eine um 45° geneigte Glasplatte angebracht, die das Licht einer seitlich aufgestellten Na-Dampflampe auf die Linse reflektiert.

Derjenige Anteil der einfallenden Welle, welcher an der unteren Linsenfläche reflektiert wird, interferiert mit dem dazu kohärenten, an der oberen Plattenfläche reflektierten Anteil. Ort der Interferenz ist die untere Linsenfläche. Je nach dem Gangunterschied der beiden Teilwellen resultiert dort Helligkeit oder Dunkelheit. Orte gleichen Gangunterschiedes sind Kreise. Man sieht im Mikroskop, das auf die untere Linsenfläche eingestellt wird, konzentrische helle und dunkle Ringe (NEWTONsche Ringe, Interferenzen gleicher Dicke). Aus deren Durchmesser D lässt sich der untere Krümmungsradius R der Linse berechnen. Nach Abb.2 gilt:

$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \left[2R - (h - h_0)\right](h - h_0) \quad \text{(Höhensatz)}$$

oder da $h - h_0 \langle\langle 2R$

$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 = 2R(h - h_0)$$

h_0 ist der Abstand zwischen Platte und Linse, der infolge unvermeidbarer Verunreinigungen hervorgerufen wird. Die Größenordnung von h_0 beträgt etwa $10^{-3}\,mm$.

Für den k-ten dunklen Ring ist $h = \frac{k}{2}\lambda$ und damit:

$$D_k^2 = 4R(k \cdot \lambda - 2 \cdot h_0).$$

Von einem dunklen Ring zum nächsten nimmt D_k^2 also um den konstanten Betrag $4R\lambda$ zu. Kennt man λ, so kann R aus der Differenz $D_{k+1}^2 - D_k^2$ berechnet werden. Das Glied mit h_0 entfällt dabei. Aus den Krümmungsradien R_1 und R_2 und dem Brechungsindex n berechnet sich die Brennweite f einer dünnen Bikonvexlinse nach der Formel:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

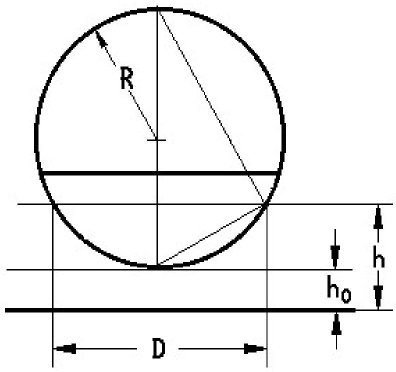

Abbildung 2

Durchführung:
Das Mikroskop wird durch Verschieben des Tubus möglichst scharf auf die Ringe eingestellt, so dass das Zentrum in der Mitte der Okularskala liegt. Man misst die Durchmesser (von Umfang zu Umfang) für möglichst viele dunkle Ringe und tabelliert gleich die D_k^2-Werte. Die Differenzen werden in Schritten $z\rangle 1$ wie folgt bestimmt, um eine möglichst große Genauigkeit zu erzielen:

$$D_{k+z}^2 - D_k^2 = 4Rz\lambda = \text{konstant.}$$

Damit ist:
$$R = \frac{D_{k+z}^2 - D_k^2}{4z\lambda}.$$

Den geringsten Fehler erhält man, wenn die äußeren Ringe verwendet werden. R ist aus möglichst vielen Differenzkombinationen zu ermitteln.

Angaben:
n = 1,43
Wellenlänge: $\lambda_D = 5{,}89 \cdot 10^{-7}\, m$.
Die Zahlen der Okularskala bedeuten: mm.

Literatur:
Walcher, Praktikum der Physik, 4.6.1.ff.