

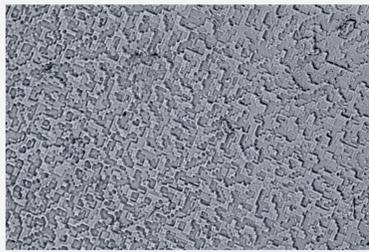
## Einleitung

- ▶ Optik und Photonik sind Schlüsseltechnologien
- ▶ Das Poster zeigt ein einfaches, quantitatives Experiment zur Realisierung einer Abbildung mit einem diffraktiven Element.

DOE Vorsätze für Laserpointer



Mikroskopische Aufnahme eines DOE

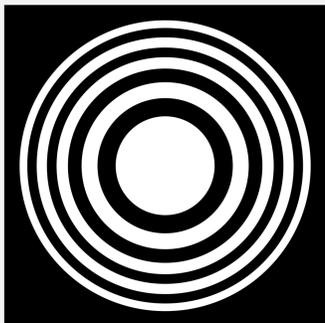


## Diffraktiv optische Elemente (DOE)

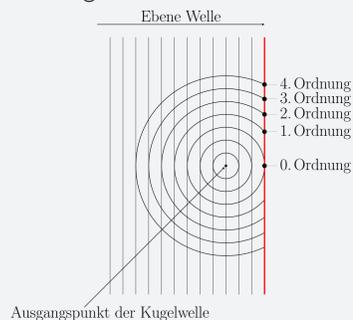
- ▶ im einfachsten Fall binäre Hologramme
- ▶ binäres DOE wird aus sog. Primitiven berechnet
- ▶ Primitive sind Beugungsbilder von Strichen und Punkten
- ▶ nutzen Beugungs- und Interferenzerscheinungen aus
- ▶ im Fernfeld entsteht reelles Bild
- ▶ sehr klein und leicht; in Nanotechnologie integrierbar/herstellbar
- ▶ ersetzen z. B. klassische Linsen, Prismen, Strahlteiler
- ▶ Einsatz für Strahlprofilformung, Korrektur von Abbildungsfehlern
- ▶ sehr hohe Transparenz (Phasenhologramme)
- ▶ Realisierung von dynamischen DOE mit LC-Display, Mikrospiegelarray

## Grundlagen und experimenteller Aufbau

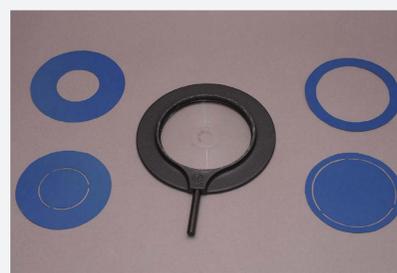
Binäre Fresnelsche Zonenplatte



Hologramm eines Punktes



Transparente CD im Halter und Blenden



Aufbau



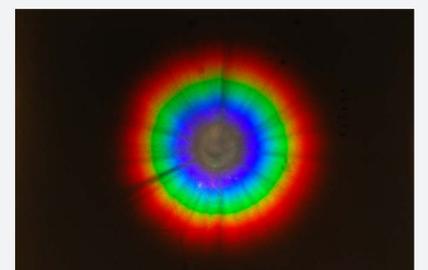
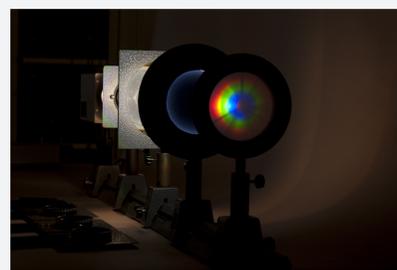
Bei konstruktiver Interferenz in einem Fokus gilt für die Radien der abwechselnd transparenten und absorbierenden Zonen:

$$r_n = \sqrt{n\lambda f} = \sqrt{n\lambda \frac{bg}{b+g}} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Brennweite  $f$  (1. Beugungsordnung), Gegenstandsweite  $g$  und Bildweite  $b$   
**Experiment:**

- ▶ näherungsweise Realisierung des Außenbereichs einer Fresnelschen Zonenplatte
- ▶ Entfernung der Beschichtung einer CD
- ▶ Auswahl von schmalen äußeren Bereichen notwendig durch kreisförmige Schlitzblenden (Schlitzbreite ca. 2 mm)

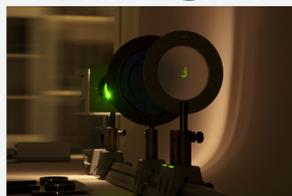
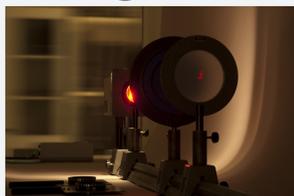
Parallel einfallendes weißes Licht erzeugt Beugungsbild



- ▶ Kondensator fokussiert Licht auf Lochblende → Punktlichtquelle
- ▶ Linse erzeugt paralleles Licht
- ▶ CD mit Schlitz- und Ringblende
- ▶ Abbildung auf Schirm

## Experimentelle Ergebnisse und Zusammenfassung

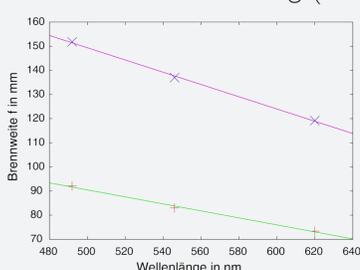
### Abbildung bei verschiedenen Wellenlängen



- ▶ Scharfe Bilder ergeben sich jeweils bei deutlich verschiedenen Bildweiten
- ▶ der Brennpunkt der 2. Beugungsordnung liegt näher an der CD

durchstrahlter Radius der CD $31 \pm 1$ mm			Brennweite/mm				
Wellenlänge/nm	492	546	620	Wellenlänge/nm	492	546	620
Gegenstandsweite/mm	Bildweite/mm		Gegenstandsweite/mm	Brennweite/mm			
200	172	142	116	200	92,5	83,0	73,4
250	145	124	104	250	91,8	82,9	73,4
300	133	115	97	300	92,1	83,1	73,3
350	125	110	93	350	92,1	83,7	73,5

Brennweitenbestimmung (1. Beugungsordnung) nach Linsengleichung



Brennweite vs. Wellenlänge bei unterschiedlichen Schlitzblenden

Schlitzblende 50-52 mm      Schlitzblende 30-32 mm

### Berechnung der Zonenzahl $n$ und des CD-Rillenabstandes $\Delta r$

$$r_n = \sqrt{n\lambda f} \quad (1. \text{ Ordnung})$$

Ringblende 30-32 mm

$$n = 21110 \pm 30$$

Ringblende 50-52 mm

$$n = 35250 \pm 100$$

Breite der schmalsten äußeren Zone

$$\Delta r = r_{n+1} - r_n$$

$$\Delta r_n = (1,46 \pm 0,01) \mu\text{m}$$

$$\Delta r_n = (1,46 \pm 0,02) \mu\text{m}$$

### Zusammenfassung

- ▶ einfach zu realisierender Schulversuch (SEK II)
- ▶ Festigung der geometrischen Optik
  - ▶ Abbildungsgleichung, Bildkonstruktion
- ▶ Festigung der Wellenoptik
  - ▶ Beugung, Interferenz
  - ▶ Lichtzerlegung, Spalt und Gitter
- ▶ quantitative Untersuchungen
  - ▶ Bestimmung der Brennweite (1. Ordnung) für verschiedene Farben
  - ▶ Messungen bei unterschiedlichen Gegenstandsweiten
  - ▶ Berechnung der Zonenzahl
  - ▶ Berechnung des Rillenabstandes
  - ▶ Berechnung der Speicherichte