

Fourier-Optik Bilderzeugung durch konstruktive Interferenz

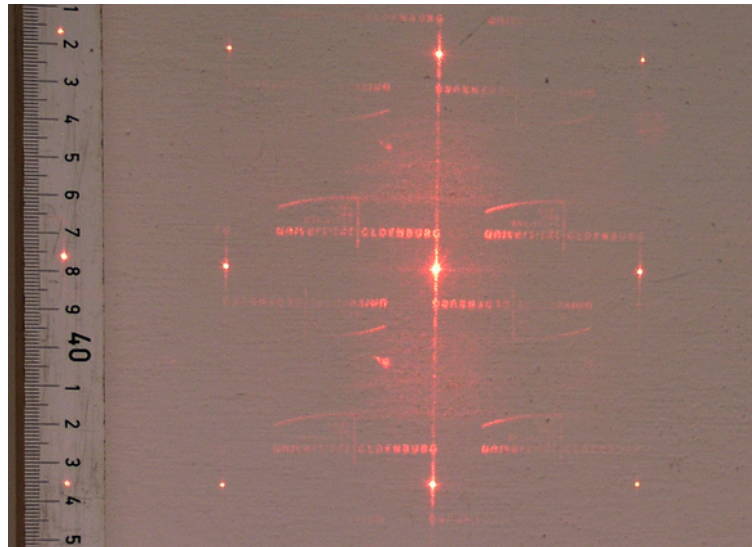


Abb. 1: Bild in der Brennebene der Projektionslinse, erzeugt durch eine Phasenmaske

Geräteliste:

Laser mit Aufweitung, Polarisatoren, Rechner mit Optixplorer Software, Spatial Light Modulator (SLM), Linsen

Versuchsbeschreibungen:

a) Ein Schriftzug oder anderes Schwarz-Weiß-Bild wird in eine Maske für den SLM umgerechnet. Der parallele Strahl eines Lasers wird mit einer Linse gebrochen und das Beugungsmuster der LCD Pixelanordnung wird scharf gestellt (Schirm in Brennweite). Auf den SLM wird die berechnete Phasenmaske gelegt und auf dem Schirm erscheint ein überlagertes Bild, welches mit Hilfe einer Prismenphase getrennt werden kann.

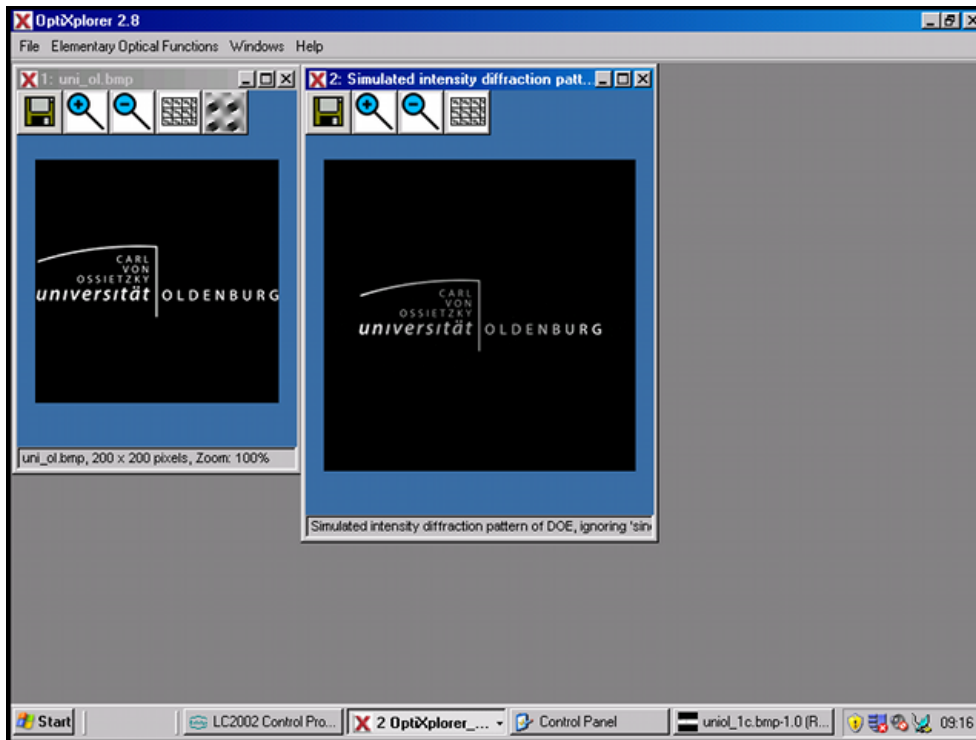


Abb. 2: Vorlage und simuliertes Beugungsbild im Programmfenster



Abb. 3: Phasenmaske mit Verstellung für die Prismenphase

In einem weiteren Versuchsteil wird die 1m-Linse aus dem Aufbau genommen und das Beugungsmuster unscharf auf einem weiter entfernten Schirm (hier 2,5m) eingestellt. Nun kann zusätzlich zur Prismenphase noch eine Linsenphase aufgebracht werden. Die Punkte hoher Intensität sind in diesem Fall nicht mehr störend, da das Phasenbild nun

entfernt vom Brennpunkt scharf gestellt wurde. Des Weiteren ist das Bild nun größer.

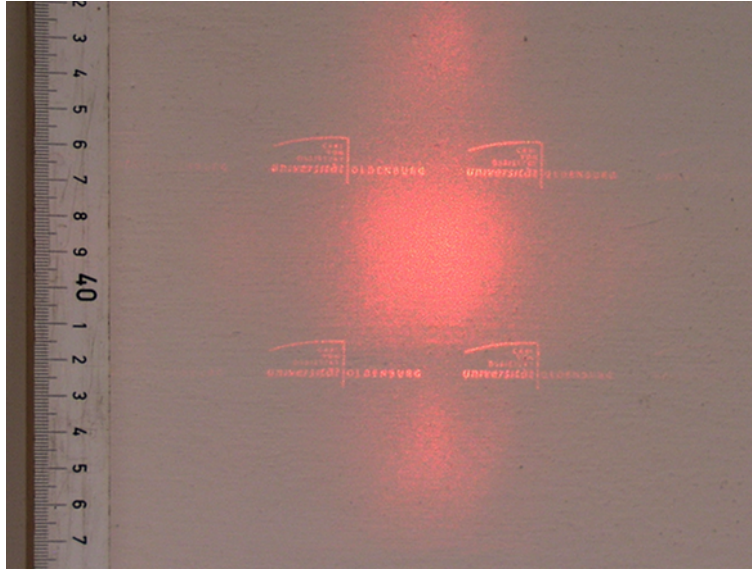


Abb. 4: Scharfes Phasenbild in einiger Entfernung des Linsenbrennpunktes

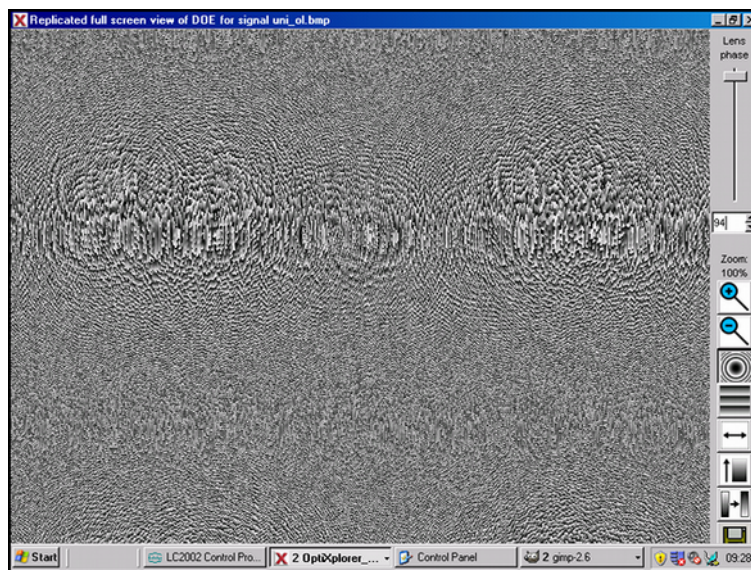


Abb. 5: Phasenmaske mit überlagerter Linsenphase

b) Als weiteren Aufbau zu diesem Thema kann ein Raumfrequenzfilter realisiert werden (Abb. 6).

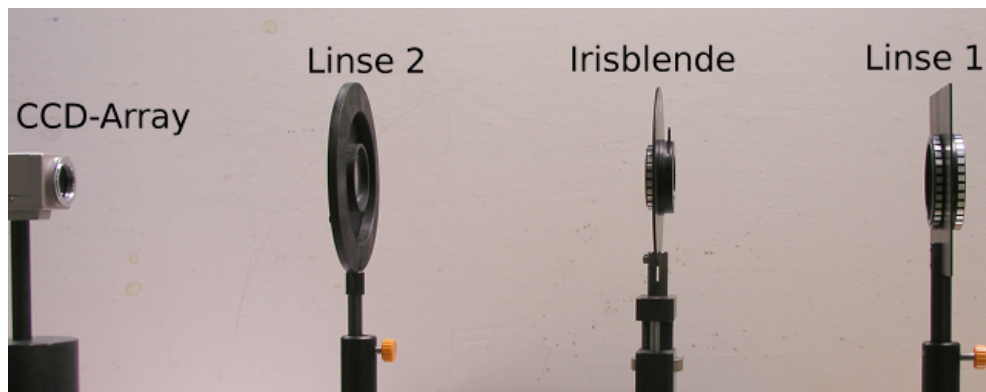


Abb. 6: Raumfrequenzfilter im 4-f-Aufbau

Als Bildvorlage wurde hier der Buchstabe L gewählt. Durch Verschieben der Irisblende werden z.B. Kanten gefiltert.

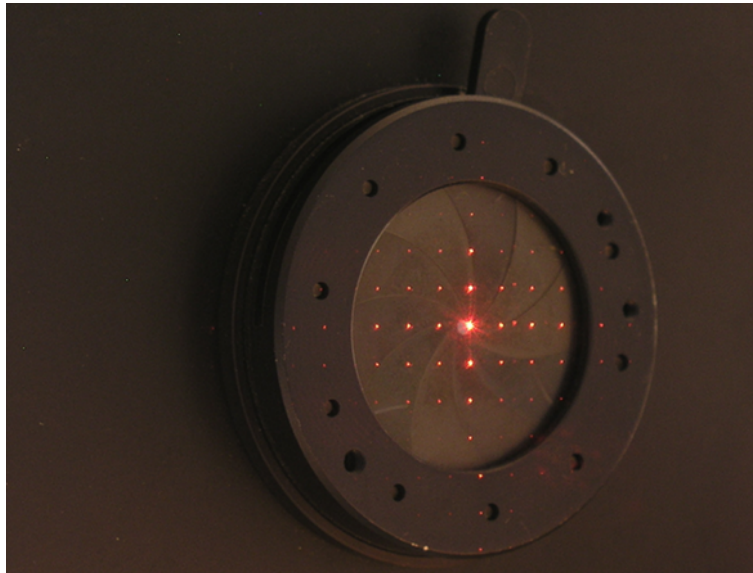


Abb. 7: Filterung in der Fourier Ebene ...

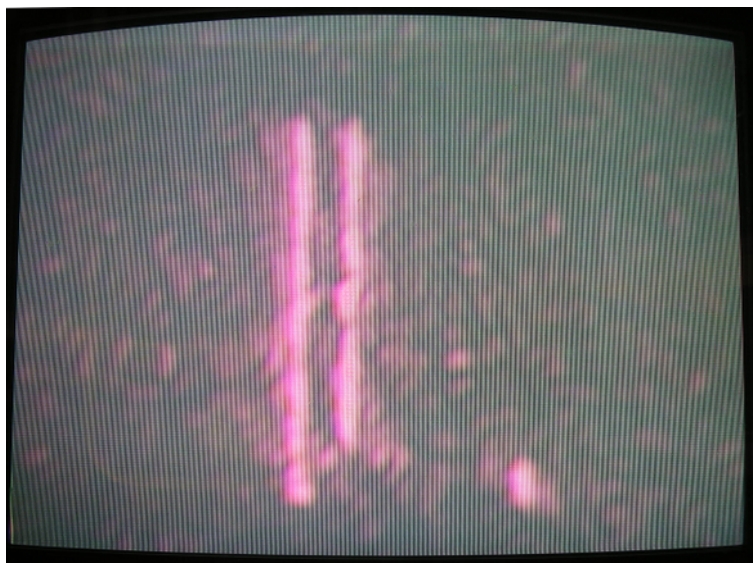


Abb. 8: Führt zur Betonung der höheren (Raum-) Frequenzen, Kanten.

Bemerkungen:

Die hier benutzte Bilderzeugung durch eine Phasenmaske beruht auf Anwendung der Fourier-Optik. Im Fernfeld der LCD-Maske wird ein Punktmuster sichtbar, welches die Raumfrequenz der Pixelmaße abbildet. Ein Punktmuster dessen Abstand horizontal und vertikal invers zu den Abmessungen der einzelnen Pixel steht. In diesem Fall liegen die Punkte in vertikaler Richtung ein wenig weiter auseinander, da die horizontale Kante um den Faktor 1,25 länger ist.

Um nun andere Muster (Bilder) in der Fourierebene zu erzeugen kann durch gezielte Beeinflussung der Phase auf einer anderen Skala ein weiteres Beugungsbild generiert werden. Dabei wird die Phaseninformation auf mehrere Pixel verteilt. Einige der berechneten Muster sind in den Abbildungen zu sehen.

Eindrucksvoll ist das Überlagern einer Linsenfunktion, wie in Abb. 5 zu erkennen. Die Periodizität in der Phasenmaske wird sichtbar. An den Ringstrukturen.

Zum 4-f-Aufbau:

Die räumliche Filterung von Signalen in der Fourier Ebene findet heute größtenteils mit Hilfe von EDV statt. Bis in die 90er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde sie aber noch in aufwändigen Aufbauten realisiert.

Siehe: http://www.innovations-report.de/html/berichte/physik_astronomie/bericht-1428.html

In den Unterlagen befinden sich Vorlagen die zum Erzeugen von Phasenmasken genutzt werden können. Die Bildmaße betragen 200x200 Pixel Schwarz-Weiß. **Für die Ansteuerung des SLM muss bei einigen Rechnern die Anzeige auf 800x600 px umgestellt werden.**