

**Projektseminar
„Herstellung diffraktiver Phasenelemente zur Wellenfrontkodierung“**

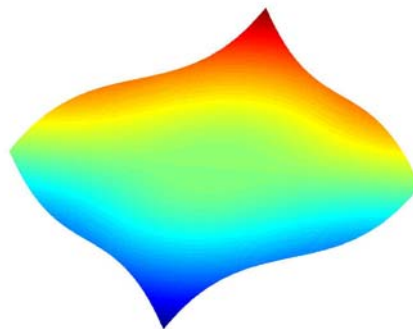


Abb. 1) Kubische Phasenfunktion zur Vergrößerung der Schärfentiefe

Motivation:

Im Sinne des sog. „Computational Imaging“ gewinnt ein ganzheitliches Design optischer Systeme unter Einbeziehung der Lichtquelle, der Optik und einer elektronischen Nachverarbeitung immer mehr an Bedeutung. So kann durch spezifische Formung der abbildenden Wellenfront die optische Übertragungsfunktion eines Abbildungssystems so verändert werden, dass die laterale Auflösung über einen großen Schärfentiefebereich nahezu konstant bleibt.

Für die praktische Realisierung dieser Wellenfrontkodierung sind sowohl refraktive als auch diffraktive Ansätze denkbar, welche im Rahmen dieser Arbeit verglichen werden sollen. Im Mittelpunkt steht dabei der Entwurf eines diffraktiven Phasenelementes von den theoretischen Designansätzen bis zur Fertigung. Mit der Charakterisierung des Einzelelementes und seiner Implementierung in einem optischen Gesamtsystem sind Aussagen über die Performanceeigenschaften insbesondere im Vergleich zu bereits umgesetzten refraktiven Lösungen (s. Abb.1) zu treffen.

Aufgabenpakete:

- Design einer geeigneten Phasenfunktion zur Schärfentiefevergrößerung mittels Wellenfrontkodierung
- Herstellung eines diffraktiven Elementes (Maskendesign, lithografische Prozessierung)
- Aufbau des optischen Gesamtsystems
- Entwicklung von Algorithmen zur Rauschunterdrückung und Nachverarbeitung
- Echtzeitverarbeitung von Bildsequenzen

Hintergrund:

Im Umgang mit bildgebenden optischen Systemen wie der klassischen Lichtmikroskopie stellt eine zu geringe Schärfentiefe häufig ein großes Problem dar (s. Abb. 2). Durch eine Verkleinerung der Aperturblende lässt sich diese zwar vergrößern, jedoch auf Kosten der Bildhelligkeit. Scannende Verfahren, die mehrere Bilder in unterschiedlichen Schärfeebenen aufnehmen, sind dagegen sehr zeitaufwendig. Der Ansatz der Wellenfrontkodierung geht einen

anderen Weg. Hierbei wird in die Aperturöffnung der Optik eine Phasenplatte eingebracht, durch welche die durchlaufende Welle „kodiert“ und die optische Übertragungsfunktion verändert wird. Das daraus resultierende Bild erscheint zunächst unschärfer, erst durch eine digitale Nachbearbeitung des aufgenommenen Bildes wird die Phasenkodierung wieder herausgerechnet. Das Resultat ist ein Bild mit geringeren Aberrationen.



Abb. 2) Simulation der Unschärfe für unterschiedliche Defokussierungsabstände

Die Ansätze für das Design der Phasenplatte sind vielfältig wobei aufgrund der notwendigen Asymmetrie der Phasenfunktion eine refraktive Umsetzung der Phasenplatte schwierig ist. Hier bieten diffraktive Bauelemente weitaus bessere Möglichkeiten. Besonders für größere Öffnungen sind dafür jedoch sehr kleine Strukturgrößen nötig, die neben dem Problem in der Herstellung auch zu einem Abfall der Beugungseffizienz führen.

Die digitale Nachbearbeitung zur Rekonstruktion stellt hohe Ansprüche an das Signal-Rausch-Verhalten des aufgenommenen Bildes. Die Algorithmen zur Rauschunterdrückung und gegebenenfalls eine Echtzeitverarbeitung aufgenommenener Bildsequenzen sind im Rahmen dieses Projektes zu untersuchen und in den Abbildungsprozess einzubinden.

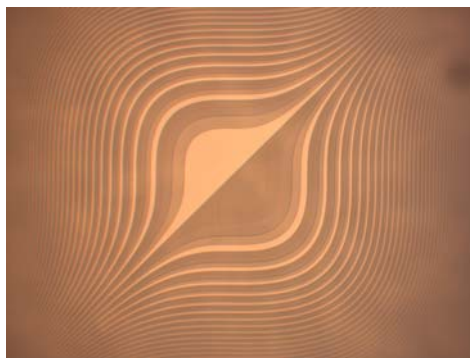


Abb. 3) Diffraktive Realisierung eines gestuften Phasenelementes

Neben den Arbeiten am Fachgebiet für Technische Optik liegen die Schwerpunkte dieses Projektseminars in praktischen Tätigkeiten am Zentrum für Mikro und Nanotechnologie (ZMN) und Problemstellungen der Bildverarbeitung.

Größe der Projektgruppe:

3-4 Masterstudenten

Ansprechpartner: Dipl. Ing. Daniel Pätz (69-1806; daniel.paetz@tu-ilmenau.de; Haus M, 211)

Prof. Stefan Sinzinger (69-2490; stefan.sinzinger@tu-ilmenau.de; Haus M, 201)