

Optimierung der Projektionsqualität für SLM-basierte holographische Lithographie auf nicht-planen Oberflächen



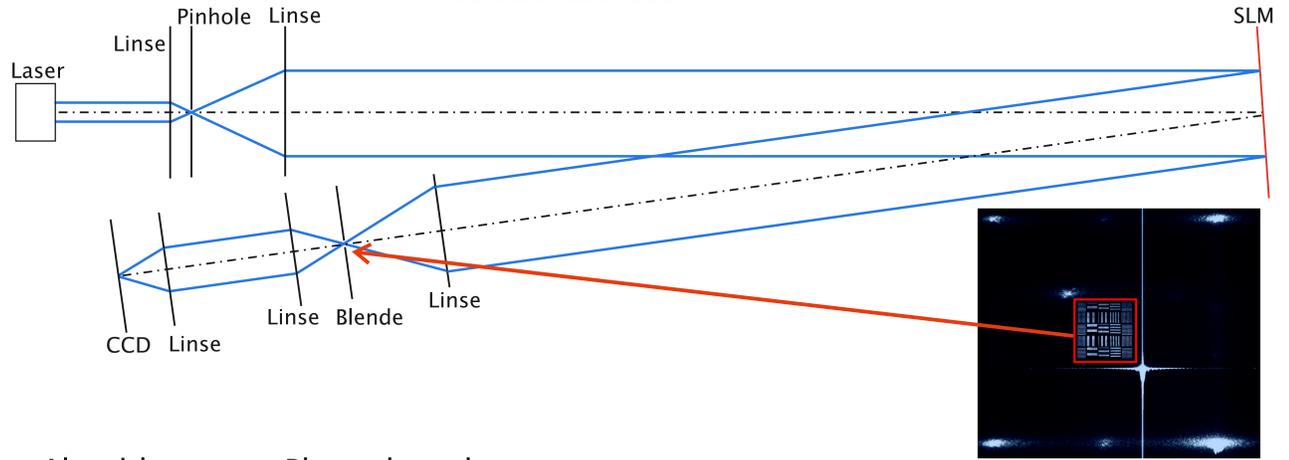
D. Fischer, S. Sinzinger
 Fachgebiet Technische Optik, Technische Universität Ilmenau



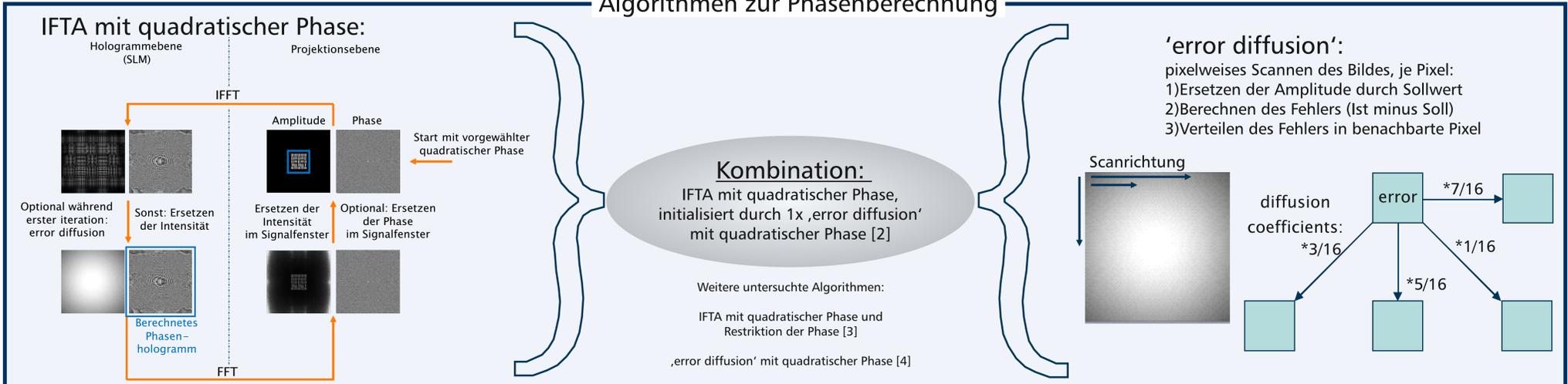
Motivation

- Maskenlose Lithographie für flexible Mikrostrukturierung
- Flächige Belichtung erlaubt Parallelisierung
- Holographische Projektion ermöglicht flächige Belichtung von nicht-planen Oberflächen
- Projektionsqualität bei Standard-Hologrammberechnung nicht ausreichend
- Optimierung der Hologrammberechnung mittels quadratischer Phase und ‚error diffusion‘

Versuchsaufbau

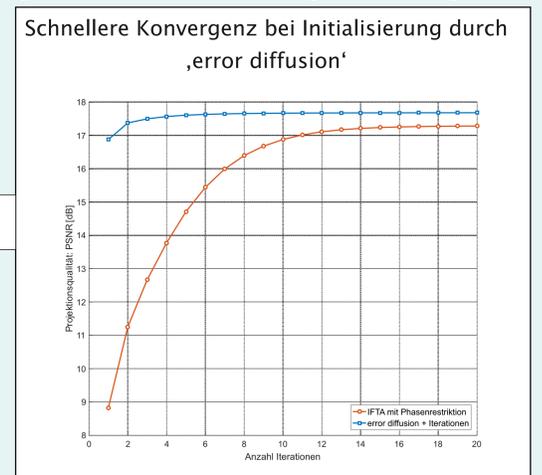
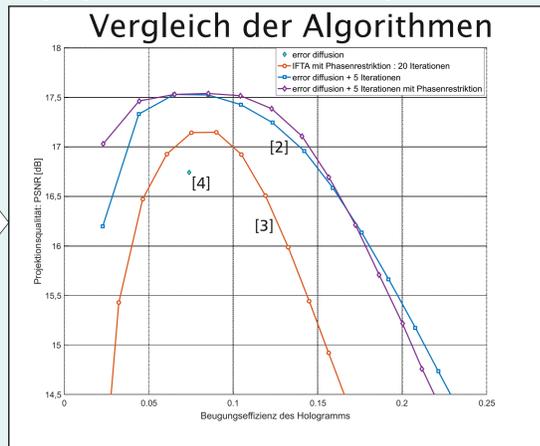
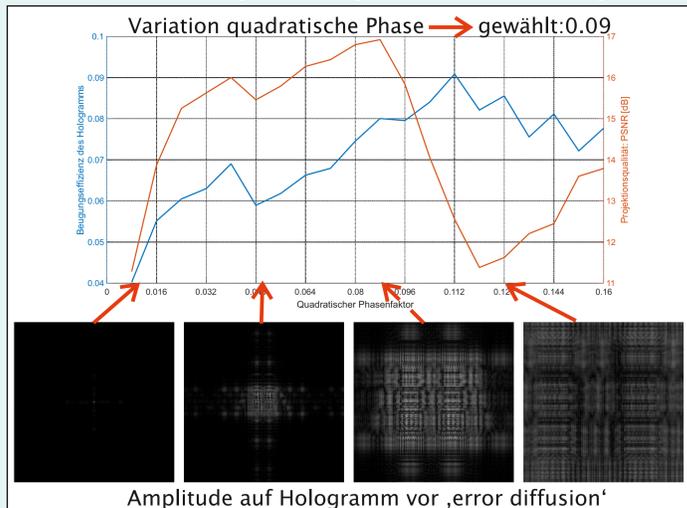


Algorithmen zur Phasenberechnung



Optimierung via Simulation

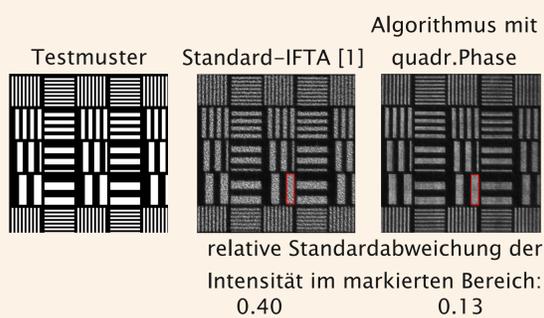
Methode: ‚zero-padding‘ des Hologramms und Berechnung der Projektion. Beugungseffizienz ist Intensität im Signalfenster bezogen auf gesamte Intensität. PSNR zeigt Abweichung zu Sollmuster.



Weitere Parameter: zero-padding, bei Phasenrestriktion: Pixelrahmen mit null Intensität

Resultate

Auswertung Speckle-Kontrast

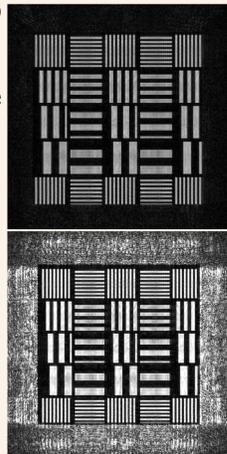


Vergleich: (optimiert auf Effizienz)

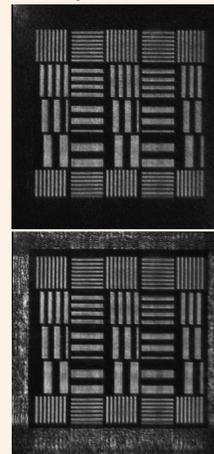
Algo. mit quadr. Phase initialisiert durch error diffusion

Algo. mit quadr. Phase & Phasenrestriktion

Simulation



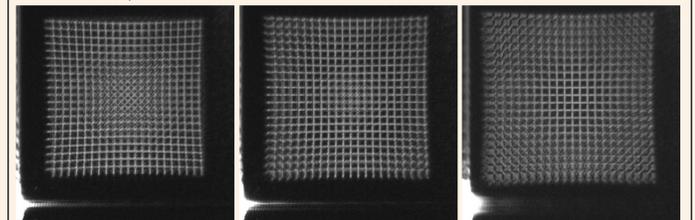
Experiment



Anpassung an nicht-plane Oberflächen:

Addition von Linsenphase auf SLM für Verschiebung der Projektion entlang der optischen Achse erlaubt Projektion eines computer-generierten Hologramms auf nicht-plane Oberfläche

z = -1,5mm z = 0 z = 2mm



Literatur

- [1] R. W. Gerchberg and W. O. Saxton, "A practical algorithm for the determination of the phase from image and diffraction plane pictures," *Optik* (35, 237–246), 1972.
- [2] D. Fischer and S. Sinzinger, "Control of Projection Uniformity and Fidelity in Spatial Light Modulator-Based Holography," in *IEEE ICM*, Ilmenau, Germany, 2019, pp. 129–134.
- [3] H. Pang et al., "High-accuracy method for holographic image projection with suppressed speckle noise," *Optics express*, vol. 24, no. 20, pp. 22766–22776, 2016.
- [4] H. Pang et al., "Non-iterative phase-only Fourier hologram generation with high image quality," *Optics express*, vol. 25, no. 13, pp. 14323–14333, 2017.

Danksagung

Die Autoren danken der Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Graduiertenkollegs „Spitzen- und laserbasierte 3D-Nanofabrikation in ausgedehnten makroskopischen Arbeitsbereichen“ (GRK 2182/1) an der Technischen Universität Ilmenau, Deutschland.

Technische Universität Ilmenau
 IMN MacroNano®
 Fachgebiet Technische Optik
 David Fischer

Telefon: +49 3677 69-1862
 Fax: +49 3677 69-1281
 david.fischer@tu-ilmenau.de
 www.tu-ilmenau.de/to

