

Holographische Projektionen

Mit Hilfe von Hologrammen lassen sich nicht nur Intensitätsverteilungen wie bei der Fotografie aufzeichnen, sondern auch Wellenfronten, welche die vollständige Information einer betrachteten „Szene“ enthalten, so dass beim Betrachter räumliche Eindrücke entstehen. Neben der holografischen Speicherung in fotoempfindlichen Filmen lassen sich Hologramme auch durch sog. räumliche Lichtmodulatoren (englisch: Spatial Light Modulator (SLM)) erzeugen, wobei die holografische Struktur zuvor berechnet wird (synthetische Holografie).

In der vorliegenden Arbeit werden Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung eines SLMs untersucht, welcher aus einer adressierbaren Matrix von Zellen aus Flüssigkristallen (Twisted Nematic liquid crystal) besteht. Der zwischen zwei Polarisatoren eingesetzte SLM wirkt als Amplitudenmodulator, indem die Polarisation des Lichtes in Abhängigkeit von der Zelle anliegenden Spannung gedreht wird. Die nicht lineare Abhängigkeit von Lichtintensität und Spannung konnte rechnerisch kompensiert (lookup table) und die Ausrichtungswinkel der Polarisatoren experimentell optimiert werden. Zudem wurde gezeigt, dass die beschränkte Bittiefe, die örtliche Auflösung und diverse „Dreckeffekte“ zu grossen Abweichungen zwischen Theorie und Praxis führen, welche den Einsatz des verwendeten SLMs als Amplitudenmodulator beschränken und sich negativ auf die Qualität der damit erzeugten Hologramme auswirken.

Trotz dieser Einschränkungen ist es gelungen, einfache selbst berechnete synthetische Hologramme von bis zu 20 konvergierenden Kugelwellen zu erzeugen und damit ein Punktmuster einer räumlich angeordneten Spirale zu generieren. Diese räumliche Anordnung zeigt exemplarisch die Unterschiede zwischen der Holografie und der klassischen optischen Abbildung (Projektion) auf.

Eine mögliche Anwendung der holografischen Fokussierung wäre die örtlich präzise Anregung von fluoreszierenden Proben auf einem „Biochip“. Durch eine dynamische Ansteuerung des synthetischen Hologramms wird der „Chip“ abgescannt. Um die Eignung der Technik zu prüfen, wurden die Faktoren identifiziert, welche die Qualität des Fokuspunktes beeinflussen. Bei einer Wellenlänge von 532 nm können Fokusbereiche von 0.05 mm erzeugt werden, mit denen sich eine Fläche von 6x6 mm mit einer Schrittweite von 0.04 mm abscannen lässt. Die Technik ist somit vielversprechend und lässt sich durch die Verwendung von hochwertigeren SLM weiter verbessern.

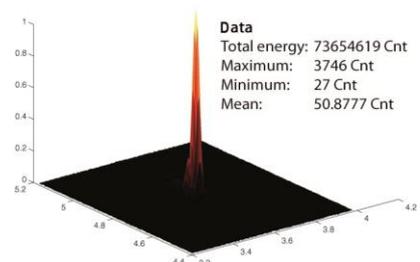


Diplomierende
Plus Gutzwiller
Josua Schär

Dozent
Christoph Georg Stamm



Fotoaufnahme einer durch ein synthetisches Hologramm erzeugten Spirale im Raum. Die Distanz zum SLM beträgt 1 m und zur Spirale 0.3 m.



3D-Darstellung der Intensität eines mittels holografischer Projektion erzeugten Fokuspunktes mit einem Durchmesser von 0.05 mm