



## ALGORITHMENENTWICKLUNG FÜR DIE RIGOROSE SIMULATION WELLEOPTISCHER ELEMENTE

### Aufgabenstellung

Durch die zunehmende Miniaturisierung von Bauteilen und der daraus resultierenden immer präziseren Fertigungsverfahren werden auch optische Elemente immer kompakter. Wenn die erzeugten Strukturgrößen in der Größenordnung der verwendeten Wellenlänge liegen, treten wellenoptische Effekte auf, welche mit konventionellen Optiken nicht erreicht werden und somit neuartige Möglichkeiten der Strahlformung eröffnen. In sogenannten Metaoptiken führt eine Ausnutzung dieser Effekte beispielsweise zu einer sehr kurzen Brennweite oder zu einer unerwarteten Strahlablenkung bei senkrechtem Strahleinfall. Da die physikalischen Grundlagen für diese Optiken jedoch komplexer als für konventionelle Optiken sind, werden neuartige Designmethoden notwendig, um entsprechende optische Elemente auch für anwendungsnahe, makroskopische Situationen auslegen zu können.

### Vorgehensweise

Zur Simulation wellenoptischer Elemente werden daher Algorithmen entwickelt, welche rigorose Lösungen der zugrunde liegenden physikalischen Gleichungen auf mikroskopischer Ebene erzielen und diese gleichzeitig mit makroskopischen Berechnungsmethoden koppeln. Letztere sind beispielsweise

Methoden für die Analyse optischer Gesamtsysteme oder für das Rendering komplexer Szenarien. Diese Methoden werden zukünftig mit Optimierungsalgorithmen gekoppelt, um die Systeme nicht nur analysieren, sondern auch auslegen zu können.

### Ergebnis

Mit den entwickelten Methoden konnten Beleuchtungsszenarien auch für komplexe Konfigurationen simulativ untersucht werden. Die Vorgehensweise wurde durch Vergleiche mit experimentell aufgenommenen Fotografien validiert.

### Anwendungsfelder

Die entwickelten Methoden haben vielfältige Anwendungsmöglichkeiten in Bereichen wie der Strahlformung für die Lasermaterialbearbeitung, in AR-Anwendungen wie Near-Eye-Displays oder für die Erzeugung struktureller Farbe.

Diese Arbeiten werden teilweise durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC-2023 Internet of Production – unter dem Kennzeichen 390621612 gefördert.

### Ansprechpartner

Dr. Annika Völl, DW: -8369  
annika.voell@tos.rwth-aachen.de

Dr. Jochen Stollenwerk, DW: -411  
jochen.stollenwerk@ilt.fraunhofer.de

1 Ergebnis einer wellenoptischen Simulation einer Beleuchtungsszenerie mit zwei CDs.