

# Laser Beam Figuring – Laserbasierte Formkorrektur von Quarzglas-Optiken

Die Fertigung optischer Komponenten aus Glas in kleinen bis mittleren Stückzahlen erfolgt in der Regel durch Schleifen und Polieren mit immer feiner werdendem Materialabtrag. Dieser die Oberflächengüte bestimmende Prozess wird bei hochpräzisen Optiken durch eine zonale oder lokale Korrekturpolitur ergänzt. Besonders bei geometrisch komplexen Optiken mit Asphären- oder Freiformflächen erfordert das Korrekturpolieren mittels konventioneller Fertigungsmethoden sehr lange Bearbeitungszeiten und verursacht hohe Prozesskosten.

## Hohe Prozessgeschwindigkeiten und formunabhängige Oberflächenqualitäten

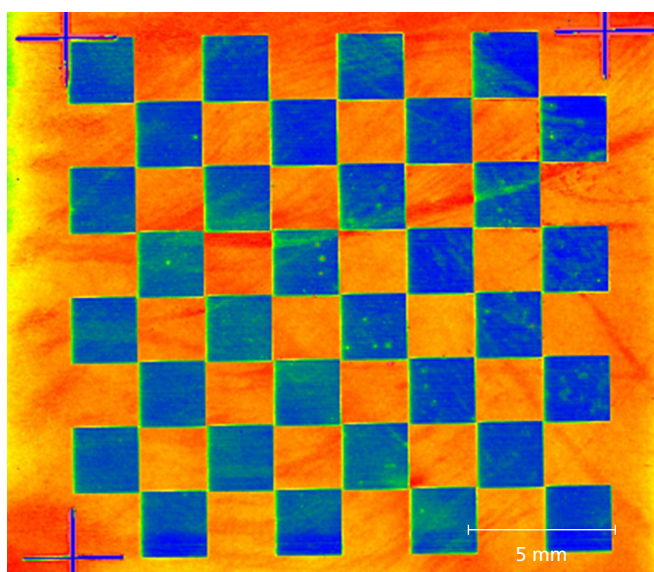
Aktuelle Ansätze zur laserbasierten Bearbeitung optischer Oberflächen versprechen hohe Prozessgeschwindigkeiten und formunabhängige Oberflächenqualitäten. Die Anwendbarkeit eines solchen Verfahrens zur Korrekturpolitur, das auf Materialabtrag nahe der Verdampfungstemperatur basiert, konnte bereits an ebenen Oberflächen demonstriert werden. Ziel dieses sogenannten Laser Beam Figuring ist die Entwicklung einer schnellen und kostengünstigen, laserbasierten Korrekturpolitur für hochpräzise Asphären und Freiformoptiken aus Quarzglas. Zur Korrektur von Form, nieder- und mittelfrequenten Fehlern muss ein gezielter lokaler Glasabtrag von weniger als 10 nm Abtragtiefe mit einer lateralen Auflösung von ca. 50 µm erreicht werden, ohne dabei die Rauheit signifikant zu erhöhen.

Leistungsstabilisierte CO<sub>2</sub>-Laserstrahlung wird dazu mittels akusto-optischen Modulatoren (AOM) zu µs-Pulsen moduliert. Die Abtragtiefe ist dabei eine Funktion der Pulsdauer. Da jedem Puls über die Steuerungssoftware eine individuelle Pulsdauer zugewiesen werden kann, kann die Abtragtiefe hochgenau und lokal angepasst werden.

## Perspektive für das laserbasierte Fertigungsverfahren

Mit dem entwickelten Versuchsaufbau konnten reproduzierbare Abtragtiefen von wenigen Nanometern bis zu einigen 100 nm mit einer lateralen Auflösung von ca. 50 µm auf planen Quarzglasoberflächen erzielt werden. Bei einer Repetitionsrate von 8 kHz und einer Pulsdauer von 42 µs wird eine Abtragrate von bis zu 97 mm<sup>3</sup>/h erreicht. Exemplarisch konnte gezeigt werden, dass der mittelfrequente Fehler einer ebenen Probe von einer Flächenrauheit mit 0,647 nm auf 0,388 nm reduziert werden kann (Feldgröße 16 x 16 mm<sup>2</sup>). Weitere Untersuchungen zur Reduzierung von Form, nieder- und mittelfrequenten Fehlern laufen und zeigen die Perspektive, ein neues laserbasiertes Fertigungsverfahren für die Fertigung von Optiken aus Glas zu etablieren. Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben »Laser Beam Figuring« wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen IGF-21672 N durchgeführt.

Autor: Emrah Uluz M. Sc., [emrah.uluz@ilt.fraunhofer.de](mailto:emrah.uluz@ilt.fraunhofer.de)



1 Weißlichtinterferometrie-Aufnahme von Parameter- und Referenzfeldern (Chessboard) in Falschfarbendarstellung. Mittlere Abtragtiefe der blauen Felder im Vergleich zu den orangen: 11,0 nm ± 0,9 nm.