Kostensparendes Laserfertigungsverfahren für individualisierte Freiformlinsen

**Nichtsphärische Glasoptiken werden immer stärker nachgefragt. Derzeit sind diese optischen Elemente für beispielsweise Fotoobjektive oder Gleitsichtbrillengläser aufgrund ihrer aufwändigen Fertigung noch sehr teuer. Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT entwickelt ein Herstellverfahren für optische Glaskomponenten, welches besonders für die kostengünstige Fertigung von Asphären und Freiformoptiken geeignet ist. Damit soll künftig nahezu jede beliebige Oberflächengeometrie in kurzer Zeit herstellbar sein.**

In optischen Systemen wie Scheinwerfern, Projektoren, Fotoobjektiven und Brillengläsern sorgen Linsen für die Bündelung des Lichts und bestimmen mit ihrer Oberflächenform und -güte maßgeblich die Abbildungsqualität. Bei den üblicherweise verwendeten sphärischen Linsen besteht jedoch stets die Gefahr von Abbildungsfehlern, denen häufig durch die Verwendung mehrerer Linsen in einer Optik begegnet wird. Dadurch erhöhen sich allerdings das Gewicht und der Platzbedarf des optischen Systems. Durch den Einsatz nichtsphärischer Linsen, deren Oberflächenform von der kugelförmigen Wölbung einer sphärischen Linse abweicht, lassen sich diese Abbildungsfehler effektiv verringern. So können mehrere konventionelle sphärische Linsen durch eine Asphäre ersetzt werden und ermöglichen eine höhere Lichtausbeute. Dadurch reduzieren sich auch die Abmessungen und das Gewicht des gesamten optischen Systems. Bislang wurden nichtsphärische Optiken in kleiner Stückzahl durch eine Vielzahl kosten- und zeitaufwändiger Schleif- und Poliervorgänge hergestellt. Eine Alternative stellt das Blankpressen von Optiken dar, welches jedoch lediglich für größere Stückzahlen wirtschaftlich ist. Ein junges Forscher-Team des Fraunhofer ILT entwickelt im Rahmen des BMBF geförderten Projekts »Formgebung und Politur optischer Glaskomponenten durch Abtragen und Umschmelzen mit Laserstrahlung«, kurz »FoPoLas«, ein neuartiges Verfahren zur individualisierten Fertigung von Asphären und Freiformoptiken.   
  
**Abtragen, Polieren, Korrigieren**Sebastian Heidrich und seinem Team ist es gelungen, innerhalb weniger Minuten aus einem quaderförmigen Quarzglas nichtsphärische Oberflächen verschiedener Krümmungsgrade und Freiformflächen herzustellen. Dazu haben sie verschiedene Bearbeitungsverfahren zu einer Prozesskette verbunden: Zunächst erwärmt ein CO2-Laserstrahl das Ausgangsmaterial auf über 2230° C, die Verdampfungstemperatur von Quarzglas. Dadurch wird das nicht benötigte Material punktuell verdampft und abgetragen. So kann gemäß den computergenerierten Daten nahezu jede beliebige Oberflächenform erzeugt werden. In einem nachfolgenden Schritt wird die Oberfläche des Bauteils erneut durch CO2-Laserstrahlung bis kurz unterhalb der Verdampfungstemperatur erwärmt, so dass sich die Viskosität der obersten Materialschicht verändert. Sie wird fließfähig und reduziert aufgrund ihrer Oberflächenspannung ihre Rauheit. Nach dem Abkühlen bleibt das Material poliert zurück. Verbleibende Formfehler sollen nach dem Laserpolieren zukünftig durch einen nachgelagerten, ebenfalls laserbasierten Feinstabtrag korrigiert werden.   
  
**Hohe Wirtschaftlichkeit auch für Kleinserien**  
Diese Prozesskette richtet sich insbesondere an Hersteller von individualisierten, nichtsphärischen Optiken. Da die Erzeugung der gewünschten Oberflächenform auf Computer-Daten basiert, lässt sich diese ohne aufwändigen Werkzeugwechsel verändern. Im Vergleich zu konventionellen Fertigungsmethoden kann der Einsatz dieser Prozesskette die Fertigungsdauer der optischen Glaskomponenten vermutlich um einen Faktor 10 verkürzen. Bei komplexen Freiformoberflächen kann dieser Faktor sogar noch höher ausfallen. Dies würde eine enorme Kostenreduktion und eine hohe Flexibilität für die Produktion von kleinen bis mittleren Stückzahlen bedeuten. Die Prozessschritte lassen sich auch einzeln einsetzen, beispielsweise für die Innenpolitur von Bohrungen ab einem Durchmesser von einigen Millimetern.   
Derzeit arbeiten die Wissenschaftler daran, die einzelnen Schritte der Prozesskette zu optimieren. Bevor das Verfahren industriell einsetzbar ist, müssen unter anderem noch die Genauigkeit der Abtragprozesse und die Oberflächenqualität des Polierprozesses gesteigert sowie eine geeignete Messtechnik zur Formerfassung entwickelt werden, um zukünftig eine optische Qualität der hergestellten Glasbauteile zu erreichen.   
  
Am 11. Mai führen Experten den Prozess im Rahmen des International Laser Technology Congress AKL’12 im Laseranlagenpark des Fraunhofer ILT live vor. Interessenten finden nähere Informationen hierzu unter: www.lasercongress.org   
  
**Bildunterschriften:**Bild 1: Laserbasierter Grobabtrag von Quarzglas.  
Quelle: Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen.  
Bild 2: Bauteile nach den einzelnen Schritten der Prozesskette. Quelle: Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen.

**Ansprechpartner im Fraunhofer ILT**

Dipl.-Ing. Sebastian Heidrich

Polieren

Telefon +49 241 8906-645

sebastian.heidrich@ilt.fraunhofer.de  
  
Dr. Edgar Willenborg

Polieren

Telefon +49 241 8906-213

edgar.willenborg@ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

Steinbachstraße 15

52074 Aachen

Tel. +49 241 8906-0

Fax. +49 241 8906-121  
www.ilt.fraunhofer.de