

Lang Laser-System GmbH

Bernhard Lang
Im Espach 1, 88444 Ummendorf
Tel.: 07351 3474-0, Fax: 07351 3474-19
E-Mail: b.lang@lang-laser.de
www.lang-laser.de

Branche: Maschinenbau, Entwicklung kundenspezifischer Laser-Systeme und Anlagen
Projektschwerpunkte: Mitarbeit bei der Konzeptionierung des Versuchsstandes, Bewertung der erzielten Ergebnisse in Bezug auf eine anlagentechnische Umsetzung in Serienfertigungen

Lissotschenko Mikrooptik GmbH (LIMO)

Dr. Thomas Mitra
Bookenburgweg 4-8, 44319 Dortmund
Tel.: 0231 22241-124, Fax: 0231 22241-140
E-Mail: t.mitra@limo.de
www.limo.de

Branche: Optikfertigung, Forschung und Entwicklung sowie industrielle Fertigung und der Vertrieb auf dem Gebiet der Mikrooptik
Projektschwerpunkte: Charakterisierung der Intensitätsverteilung der verwendeten Laserstrahlung, Auslegung und Fertigung einer Linsen-/ Spiegeloptik zur Erzeugung von Linienfoki

SemiQuarz GmbH

Dietmar Henke
Bürgermeister-Neumeyr-Straße 3a, 85391 Allershausen
Tel.: 08166 992332, Fax: 08166 992336
E-Mail: dietmar.henke@semi-quarz.de
www.semi-quarz.de

Branche: Glasverarbeitung, Produktion von Quarzglasprodukten für die Halbleiterindustrie
Projektschwerpunkte: Definition der Anforderungen an das Laserpolieren, Bewertung laserpolierter Bauteile aus Quarzglas, qualitativer und wirtschaftlicher Vergleich mit konventionellen Polierverfahren

Cinogy GmbH

Dirk Wandke
Max-Näder-Straße 15, 37155 Duderstadt
Tel.: 05527 848-3771, Fax: 05527 848-3773
E-Mail: dirk.wandke@cinogy.com
www.cinogy.com

Branche: Optische Messtechnik, Laser- und Plasmatechnologie, Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Produkten der Lasertechnik, Plasmatechnik und Medizintechnik
Projektschwerpunkte: Charakterisierung der Intensitätsverteilung der verwendeten Laserstrahlquellen

Schneider GmbH + Co. KG Optikmaschinen Software + Systeme

Helwig Buchenauer
Brückenstraße 21, 35239 Steffenberg
Tel.: 06465 9144-131, Fax: 06465 9144-168
E-Mail: h.buchenauer@schneider-om.com
www.schneider-om.com

Branche: Optikmaschinenbau, Entwicklung, Fertigung und Vertrieb von Maschinen zur Optikfertigung
Projektschwerpunkte: Definition der Anforderungen, Bewertung laserpolierter Brillengläser, qualitativer und wirtschaftlicher Vergleich mit der konventionellen Politur von Brillengläsern aus Polycarbonat, Untersuchung der Prozesskette vor (z. B. Parameteranpassung beim Drehen für das Laserpolieren) und nach (z. B. Beschichtungen) dem Laserpolieren

SÜSS MicroOptics SA

Dr. Reinhard Voelkel
Jaquet-Droz 7, 2000 Neuchâtel, SCHWEIZ
Tel.: +41 32720-5103, Fax: +41 32720-5713
E-Mail: voelkel@suss.ch
www.suss-microoptics.com

Branche: Optikfertigung, Entwicklung und Produktion von Mikrooptik
Projektschwerpunkte: Definition der Anforderungen an die polierten Optiken, Bereitstellung Probenmaterial, Bewertung der Ergebnisse

ingeneric GmbH

Dr. Volker Sinhoff
Dennewartstraße 25-27, 52068 Aachen
Tel.: 0241 96313-43, Fax: 0241 96313-49
E-Mail: sinhoff@ingeneric.com
www.ingeneric.de

Branche: Optikfertigung, Entwicklung, industrielle Produktion und Vertrieb von optischen Komponenten und Systemen
Projektschwerpunkte: Definition der Anforderungen, Bewertung laserpolierter Mikrooptiken, qualitativer und wirtschaftlicher Vergleich mit der konventionellen Politur von Mikrooptiken, Untersuchung der Prozesskette vor (z. B. Parameteranpassung beim Schleifen) und nach (z. B. Beschichtungen) dem Laserpolieren

Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG

Dr. Ralf Takke
Quarzstraße 8, 63450 Hanau
Tel.: 06181 35-6332, Fax: 06181 35-6270
E-Mail: ralf.takke@heraeus.com
www.heraeus-quarzglas.com

Branche: Glasherstellung, Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Quarzglas aller Art und daraus hergestellter Produkte sowie Handel damit
Projektschwerpunkte: Definition der Anforderungen an die polierten Optiken, Bereitstellung Probenmaterial, Bewertung der Ergebnisse

Polieren optischer Präzisionsoberflächen mit Laserstrahlung (PoLiLas)

Das Projekt

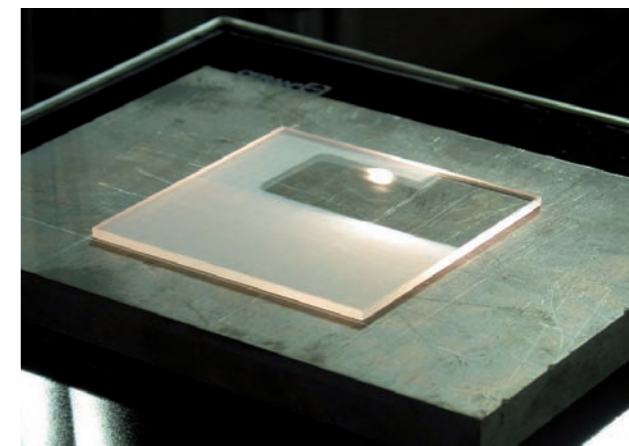
Die Anforderungen an Abbildungsqualität und Präzision von Linsen und optischen Systemen sowohl für Volumenmärkte, wie z. B. Brillengläser, als auch für spezielle Anwendungen, wie z. B. die UV-Mikrolithographie, nehmen kontinuierlich zu. Durch die Verwendung von Linsen mit asphärischen (d. h. nicht kugelförmigen) Oberflächen können Abbildungsfehler prinzipiell vermieden werden. Asphären oder Freiformflächen bieten zudem in optischen Systemen durch eine Reduzierung der Anzahl der benötigten Linsen die großen Vorteile der Gewichtseinsparung und Miniaturisierung. Allerdings ist die Fertigung, insbesondere die Politur derartiger Optiken gerade wegen der Abweichung von der „normalen“ sphärischen Form äußerst schwierig und kostenaufwändig.

Ziel des Projektes PoliLas ist die Entwicklung und Qualifizierung eines laserbasierten Polierverfahrens für optische Präzisionsoberflächen aus Quarzglas und Polymeren. Die lokale Erwärmung einer dünnen Randschicht bis knapp unterhalb der Verdampfungstemperatur führt dabei zum „Ausfließen“ vorhandener Rauheiten infolge der Oberflächenspannung. Basierend auf Erfolg versprechenden Vorarbeiten erfolgen die Optimierung der Verfahrensparameter und die Weiterentwicklung der Technologie bis hin zum Aufbau einer Labormaschine zur Erprobung und Demonstration verschiedener Strahlformungs- und Vorheizkonzepte. Daneben steht die Charakterisierung der polierten optischen Elemente (z. B. hinsichtlich Formtreue, Wellenfrontdeformation, Absorption, Streuung, Zerstörungsschwellenmessung) im Vordergrund, um die Arbeiten zur Verfahrensentwicklung zu unterstützen und zu ergänzen. Die Vorgabe der technischen Ziele und die Bewertung der erzielten Ergebnisse hinsichtlich der Marktfähigkeit des Verfahrens erfolgt dabei durch die im Projektkonsortium vertretenen Endanwender.

Gegenwärtig ist das Polieren asphärischer Oberflächen von Quarzglas-Bauteilen eng an das magneto-rheologische (MRF-)Verfahren gekoppelt. Dieses ist zum einen sehr zeitaufwändig und zum anderen limitiert in der Auswahl polierbarer Oberflächen-Geometrien. Die Politur von konkaven Linsen oder Spiegeln ist damit beispielsweise fast überhaupt nicht möglich. Typische Bearbeitungszeiten für MRF-Präzisionspolituren von Quarz-Asphären liegen im Bereich von einer Stunde. Eine Reduktion dieser Zeiten in



Brillenglasrohling aus Polycarbonat zur Hälfte poliert mit Laserstrahlung

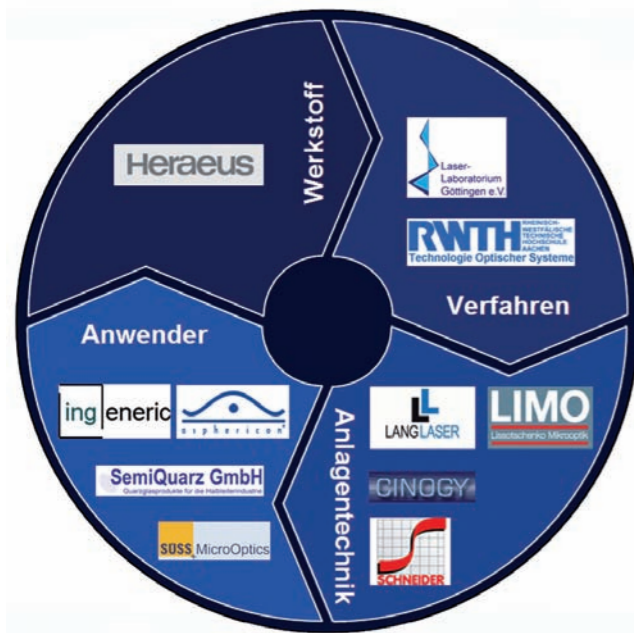


Laserpolieren einer Platte 80 x 80 mm² aus Quarzglas

den Minuten- oder gar Sekundenbereich würde die Massenproduktion derartiger Bauteile ermöglichen und somit immense wirtschaftliche Vorteile bieten.

Ein weiteres Problemfeld liegt in der Herstellung von Brillengläsern aus Polycarbonat, bei denen zu ca. 90 % asphärische Formen (torische Flächen / Freiformflächen) verwendet werden. Die dem Auge zugewandte Seite wird durch Drehen mit einer Diamantnadel hergestellt. Dabei muss jedes Brillenglas als Einzelstück speziell auf den Patienten angepasst werden. Bei der herkömmlichen mechanischen Politur dieser Oberflächen müssen bis zu 50 verschiedene Werkzeuge vorgehalten und je nach Geometrie des Brillenglases ausgewählt werden. Die Polierzeit liegt bei 2 bis 3 Minuten pro Brillenglas. Bei einem derartigen Produkt, das bereits heute in hoher Stückzahl gefertigt wird, könnte die angestrebte Reduzierung der Bearbeitungszeit auf ≤ 10 s pro Brillenglas ebenfalls zu einer extremen Kostenersparnis führen. Durch die Verwendung von Lasern zur Oberflächenpolitur wird der Polierprozess von





Wertschöpfungskette

der aktuell vorliegenden Form des Werkstücks entkoppelt, so dass sich nahezu beliebige Geometrien und Freiformflächen polieren lassen. Die besondere Innovation liegt im Einsatz eines makroskopischen Werkzeugs (Laserstrahl mit mehreren Millimetern Durchmesser), mit dem durch Selbstorganisation infolge der Oberflächenspannung eine Präzision im Sub-Nanometermaßstab erzielt werden kann.

Die Kooperation

Mit den partizipierenden Firmen und Forschungseinrichtungen wird die gesamte Wertschöpfungskette vom Werkstofflieferanten über die Verfahrensentwicklung und die Komponenten- und Anlagenhersteller bis hin zu den Endanwendern abgedeckt.

Die Firma Heraeus Quarzglas ist führender deutscher Hersteller von Quarzgläsern höchster Qualität, die u. a. in der UV-Halbleiter-Lithographie eingesetzt werden. Neben der Bereitstellung der zu untersuchenden Werkstoffe bringt Heraeus auch umfangreiche Erfahrungen in der Quarzglasbearbeitung und -charakterisierung in das Projekt mit ein.

Der Lehrstuhl für Technologie optischer Systeme (TOS) ist ein neuer Lehrstuhl, der von der RWTH Aachen vor drei Jahren in den Räumen des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik installiert wurde. TOS baut zurzeit Kooperationen zu Herstellern und Anwendern der Lasertechnik und Optik auf. Mit den Industriepartnern im Verbund existieren erste Kontakte. Eine Forschungsk Kooperation besteht aber bisher nur mit der Firma Ingeneric.

Das Laser-Laboratorium Göttingen (LLG) betreibt angewandte Forschung und Entwicklungen auf dem Gebiet der Lasertechnik mit Schwerpunkt auf kurzen Wellenlängen und kurzen Pulsen. In der Abteilung „Optik / Kurze Wellenlängen“ existieren langjährige Erfahrungen in der Charakterisierung von Quarz-Optiken und UV-Excimer-Laserstrahlung insbesondere für die Halbleiter-Lithographie.

Die Firma Lang Laser entwickelt und vertreibt Sondermaschinen zur Lasermaterialbearbeitung vorwiegend mit CO₂-Lasern. Die Firma LIMO entwickelt, fertigt und vertreibt Strahlformungsoptiken und ist an der Ausdehnung ihres Produktspektrums auf Optiken für die Homogenisierung von CO₂-Laserstrahlung interessiert. Die Firma Cinogy entwickelt und vertreibt kameragestützte Strahlanalyse-systeme für CO₂-Laserstrahlung. Diese sollen im Rahmen des Projektes bei der Verfahrensentwicklung zur Charakterisierung der Leistungsdichteverteilung eingesetzt und dabei gleichzeitig weiter optimiert werden. Die Firma Schneider Optikmaschinen entwickelt, fertigt und vertreibt Werkzeugmaschinen zum Schleifen und Polieren von Brillengläsern. Umfassende Kenntnisse des Marktes und der Anforderungen für Brillengläser liegen vor.

Mittels CNC-Technik fertigt die Firma Asphericon anspruchsvolle asphärische Bauelemente, sowohl als Einzelstücke als auch in Serienfertigung. Die Firma Ingeneric ist insbesondere auf die Herstellung von mikrooptischen Systemen und asphärischen Optiken spezialisiert. Die Firma SemiQuarz fertigt größere Quarzglasprodukte für die Halbleiterindustrie, wie z. B. Boote für das Handling von Wafern. Die Firma SÜSS Microoptics entwickelt und vertreibt mikrooptische Komponenten und Systeme auf Quarzglas-Basis, insbesondere hochwertige Mikrolinsenarrays für die Halbleiter-Lithographie und die Telekommunikation. Neben ihrer Kompetenz in der Mikrofabrikation bringt SÜSS Microoptics umfangreiche Erfahrungen in optischer Oberflächen-Messtechnik in das Projekt ein.

Die Erarbeitung der optimalen Verfahrensparameter, die Auswahl und der Test einer für den industriellen Einsatz geeigneten Anlagentechnik sowie die Charakterisierung der laserstrahlpolierten Optiken sind Gegenstand des Projektes. Am Ende soll ein Laborprototyp einer Laserpoliermaschine für die automatisierte Politur von Glas- und Kunststoffoptiken stehen. Dies kann nur in enger Zusammenarbeit aller am Projekt beteiligten Partner gelingen.

Die Perspektiven

Die glaserzeugende und glasverarbeitende Industrie ist seit langem in Deutschland etabliert und umfasst 496 Betriebe mit 55.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 7,3 Mrd. Euro [BVGlas2004]. Die Integration neuer Fertigungstechnologien in die Prozesskette zur Herstellung von Glasprodukten stellt für die Glasindustrie in Deutschland die Chance dar, dem Kostendruck durch technologische Kompetenz zu begegnen und den Kunden einen entsprechenden Mehrwert zu bieten.

Auch Brillengläser stellen einen großen Markt in Deutschland dar. 2005 wurden allein in Deutschland 29,5 Mio. Brillengläser verkauft, 73,6 % davon waren Kunststoffgläser [ZVA2006]. Sowohl bei den Brillengläsern selbst, als auch bei den Werkzeugmaschinen zur Herstellung dieser sind mittelständische deutsche Firmen stark vertreten. So wurde 2006 die an diesem Projekt beteiligte Firma Schneider Optikmaschinen vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung als „Hessen Champion“ in der Kategorie „World Market Leader“ ausgezeichnet.

Aufgrund des großen Marktvolumens und der Vermeidung komplizierter und schwer beherrschbarer Technologien zur mechanischen Freiformflächenbearbeitung mit anspruchsvollen 5-Achs-Werkzeugmaschinen werden die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten für das Polieren von asphärischen Quarz- und Glasoptiken mit Laserstrahlung als sehr gut eingeschätzt. Eine Reduktion der Bearbeitungszeiten von derzeit zum Teil über einer Stunde in den Minuten- oder gar Sekundenbereich würde die Massenproduktion derartiger Bauteile ermöglichen und immense wirtschaftliche Vorteile in nahezu allen Bereichen bieten, in denen komplexe optische Systeme eingesetzt werden. Besonders der Bereich der Konsumer-Optiken würde hiervon profitieren.

Hinzu kommt, dass das Laserstrahlpolieren keine Verbrauchsmaterialien wie Poliermittel und -scheiben benötigt. Dies führt sowohl zu Kostenersparnissen als auch zu einer Schonung der Umwelt durch den Wegfall der Entsorgungsproblematik.

Durch die innovative Technologie können bei Erreichen der Projektziele die Unternehmen sowie deren Zulieferer und Kunden in der gesamten Wertschöpfungskette (Glashersteller, Hersteller von optischen Präzisionsbauteilen, Maschinenhersteller) ihre Marktpositionen ausbauen und so die Zahl der Beschäftigten steigern. Durch die konsequente Ausrichtung der Arbeiten nach den Anforderungen der Endanwender werden bereits während der Projektlaufzeit neben den technologischen auch wirtschaftliche Aspekte bei der Entwicklung berücksichtigt. Die sich daraus ergebenden neuen Anwendungen und Produkte können von den beteiligten Firmen direkt in das bestehende Produktspektrum integriert werden.



Das Projekt im Überblick

Polieren optischer Präzisionsoberflächen mit Laserstrahlung (PoLiLas)
Technologiefeld / Branche: Polieren, Oberflächenfinish, Augenoptik, Laseroptik, Kameraoptik
Laufzeit: 01.01.2008 bis 31.12.2010
Projektkosten: 939.760 Euro
Förderungssumme: 798.796 Euro

Projektpartner Forschung

Lehrstuhl für Technologie Optischer Systeme der RWTH Aachen

(Kordinator)
 Steinbachstraße 15, 52074 Aachen
 Prof. Dr. Peter Loosen
 Tel.: 0241 8906-162, Fax: 0241 8906-497
 E-Mail: peter.loosen@ilt.fraunhofer.de
 Dr. Edgar Willenborg
 Tel.: 0241 8906-213, Fax: 0241 8906-121
 E-Mail: edgar.willenborg@ilt.fraunhofer.de
 www.tos.rwth-aachen.de

Fachgebiete: Forschung und Entwicklung in den Gebieten der Optischen Systeme in Lasern und für Laser-Anwendungen
Zielbranchen: Optikdesign und -fertigung, Lasermaterialbearbeitung
Projektschwerpunkte: Projektkoordination, Entwicklung des Polierens optischer Präzisionsoberflächen mit Laserstrahlung, Aufbau einer Labormaschine, Prozessregelung

Laser-Laboratorium Göttingen e. V.

Hans-Adolf-Krebs-Weg 1, 37077 Göttingen
 Dr. Armin Bayer
 Tel.: 0551 5035-43
 E-Mail: armin.bayer@llg-ev.de
 Dr. Klaus Mann
 Tel.: 0551 5035-41, Fax: 0551 5035-99
 www.llg-ev.de

Fachgebiete: Erzeugung, Charakterisierung und Anwendung kurzwelliger (Laser-)Strahlung
Zielbranchen: Optische Industrie (Hersteller von Optiken oder optischen Materialien) im Lithographie-Umfeld
Projektschwerpunkte: CO₂-Laser: Strahlcharakterisierung und -formung, Wellenfrontsensorik, Optik-Entwicklung für Linienfoki, Einsatz von CO₂- und Excimer-Lasern zur Politur; Charakterisierung polierter Bauteile: Rauheit, Formtreue, optische Eigenschaften (UV-Zerstörsschwellen, Streuung, ...)

Projektpartner Industrie

asphericon GmbH

Tino Trenkelbach
 Wildenbruchstraße 15, 07745 Jena
 Tel.: 03641 675-609, Fax: 03641 675-606
 E-Mail: t.trenkelbach@asphericon.com
 www.asphericon.com

Branche: Optikfertigung, Entwicklung, automatisierte Herstellung und Vertrieb von asphärischen Linsen und Freiformflächen für optische Anwendungen
Projektschwerpunkte: Definition der Anforderungen an die polierten Optiken, Bereitstellung Probenmaterial, Bewertung der Ergebnisse