

## Dissertation

# Atmosphärendruckplasma-unterstützte Laserablation optischer Gläser

Bearbeiter: Christoph Gerhard

Zeitraum: Oktober 2010 bis August 2014

Methodik: REM, AFM, CSM, EDX, SIMS

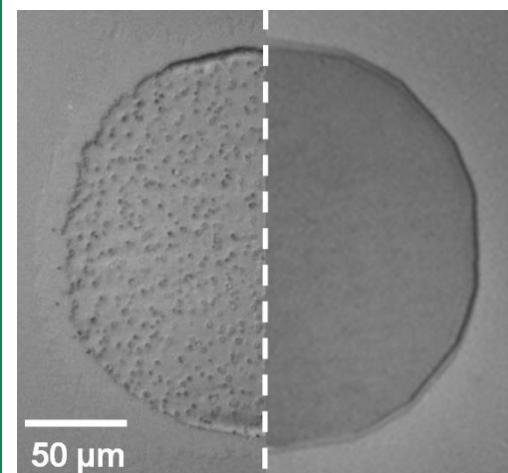
Referenten: Prof. W. Maus-Friedrichs  
Prof. W. Viöl



### Motivation:

Die Laserablation optischer Gläser stellt aufgrund deren Transmissionseigenschaften eine technische Herausforderung dar. Zur Freiform-Strukturierung solcher Medien besteht ein wachsender Bedarf an effizienten Verfahren. Vor diesem Hintergrund bietet die Kopplung von Atmosphärendruckplasmen mit Laserstrahlung Lösungsansätze, die in dieser Arbeit näher betrachtet wurden.

## Ergebnisse



Es wurden zwei unterschiedliche Ansätze zur Atmosphärendruckplasma-unterstützten Laserablation optischer Gläser untersucht. Zur sequentiellen plasmaunterstützten Ablation wurden die Gläser vor der Laserablation plasmabehandelt. Es konnte gezeigt werden, dass eine solche Vorbehandlung in der Modifikation relevanter optischer Eigenschaften der untersuchten Gläser resultiert. Mehrere dem zugrunde liegende Wirkmechanismen wurden bestimmt:

- die Bildung von Suboxidschichten nahe der Glasoberfläche,
- die Implantation von Wasserstoff in tiefere Bereiche des Volumenmaterials und
- eine Oberflächenaufräuhung.

Als Folge davon konnten eine gesteigerte Einkopplung einfallender Laserstrahlung und somit eine signifikante Verringerung der Laserablationsschwelle als auch eine Verbesserung der Bearbeitungsqualität erreicht werden.

Zur simultanen plasmaunterstützten Ablation wurde der Laserstrahl koaxial zu einem Plasmastrahl geführt, um plasmaphysikalische Einwirkungen auszunutzen. Als Folge eines plasmainduzierten Synergieeffektes während des Ablationsprozesses wurde die Ablationsrate beträchtlich gesteigert.

*laserablatierte (links) und sequentiell plasmaunterstützt laserablatierte (rechts) Quarzglasprobe*

## Publikationen (Auszug)

- C. Gerhard, T. Weihs, D. Tasche, S. Brückner, S. Wieneke, W. Viöl: Atmospheric pressure plasma treatment of fused silica, related surface and near-surface effects and applications, *Plasma Chemistry and Plasma Processing* **33** (2013) 895-905
- C. Gerhard, J. Heine, S. Brückner, S. Wieneke W. Viöl: A hybrid laser-plasma ablation method for improved nanosecond laser machining of heavy flint glass, *Lasers in Engineering* **24** (2013) 391-403
- C. Gerhard, S. Roux, S. Brückner, S. Wieneke, W. Viöl: Low-temperature atmospheric pressure argon plasma treatment and hybrid laser-plasma ablation of barite crown and heavy flint glass, *Applied Optics* **51** (2012) 3847-3852
- C. Gerhard, D. Tasche, S. Brückner, S. Wieneke, W. Viöl: Near-surface modification of optical properties of fused silica by low-temperature hydrogenous atmospheric pressure plasma, *Optics Letters* **37** (2012) 566-568
- S. Brückner, J. Hoffmeister, J. Ihlemann, C. Gerhard, S. Wieneke, W. Viöl: Hybrid laser-plasma micro-structuring of fused silica based on surface reduction by a low-temperature atmospheric pressure plasma, *Journal of Laser Micro/Nanoengineering* **7** (2012) 73-76