

# Laserinduzierte Prozesse in Keramiken

Fachgebiet: Maschinentchnik

Betreuer: Prof. Dr. Patrick Schwaller, Peter Cam

Experte: Christoph Heiniger

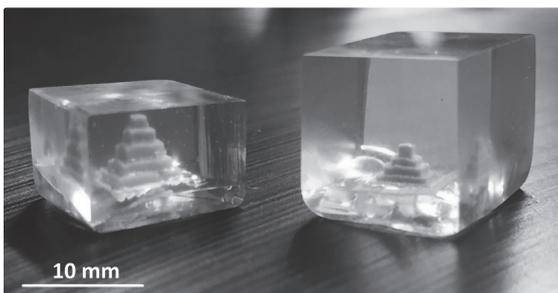
Um den aktuellen Herstellungsprozess von Zahnersätzen zu beschleunigen, wurde eine Methode erarbeitet, womit Kristallisationen in Glaskeramik mittels kurzen Laserpulsen induziert werden können. Durch das aufschichten von 2D Flächen konnten einfache 3D Strukturen im Innern der Keramik realisiert werden. Um dem Ziel einer Kristallisation in Form eines Zahnes näher zu kommen, wird untersucht ob und mit welcher Präzision komplexere 3D Strukturen realisierbar sind.

## Ausgangslage

In vorangehenden Projekten konnte gezeigt werden, dass die Kristallisation der Glaskeramik, welche bis anhin nur im Ofen bei Temperaturen um 800°C realisiert werden konnte, auch durch Laserbearbeitung induziert werden kann. Durch das Kristallisieren einzelner Flächen im Innern der Keramik wurde ermittelt, wie die Variation der Laserparameter die Phasenumwandlung beeinflusst. Anhand der Ergebnisse wurden zur Phasenumwandlung geeignete Pulsdauern und Pulsformen des Lasers bestimmt.

## Ziel

Um einen kompletten Zahnersatz mittels laserinduzierten Prozessen herstellen zu können, ist es notwendig komplexe Formen in der Keramik kristallisieren zu können. Dazu muss die Keramik über einen vertikalen Bereich von ca. 15mm bewegt werden können. Zur vertikalen Bewegung der Keramik wird ein motorisierter Hubtisch eingesetzt. Dessen Steuerung wird in die bestehende Lasersteuerung integriert, um eine Synchronisierung mit dem Laser und dem Scanner zu ermöglichen. Um die Prozesssicherheit der Phasenumwandlung zu optimieren, wird zudem eine neue Probenhalterung konzipiert und aufgebaut. Die Hauptfunktion der Probenhalterung ist die thermische Isolation der Keramikproben beim Vorheizen. Um die neue Probenhalterung und die programmierte Ansteuerungssoftware zu evaluieren, werden schliesslich Versuche zur laserinduzierten Phasenumwandlung mit dem neuen experimentellen Aufbau durchgeführt.



Kristallisierte Stufenpyramiden

## Vorgehen

Die Hauptkomponenten des Aufbaus sind ein IR-Laser, ein Scanner welcher eine Umlenkung des Laserstrahls ermöglicht und ein motorisierter Hubtisch. Da der Laser, der Hubtisch und der Scanner jeweils von unterschiedlichen Herstellern stammen und unterschiedliche Ansteuerungssoftwares haben, wurde in Visual Basic C# ein Hauptprogramm programmiert, womit all diese Komponenten synchronisiert angesteuert werden können. Anschliessend wurde zur Optimierung der Keramikprobenvorheizung eine neue Probenhalterung konstruiert und aufgebaut. Die Hauptanforderungen welche von der Konstruktion erfüllt werden mussten, waren eine optimierte Wärmedämmung gegenüber der bisherigen Halterung und eine Temperaturbeständigkeit grösser als 900°C. Zu diesem Zweck wurde die Halterung aus einer speziellen, giessbaren Keramik hergestellt. Nach abschliessen der Änderungen und Optimierungen am Aufbau und der Steuerung, wurden verschiedene Versuche an Keramikproben durchgeführt. Ziel der Versuche war es, eine Stufenpyramide im Innern der Keramik zu kristallisieren. Anhand dieser 3D Struktur können beispielsweise Eigenschaften wie das Wachstum der Phasenumwandlung oder die Genauigkeit der Stufendicken untersucht werden.

## Ergebnisse

Durch die Synchronisation des Hubtisches mit dem Laser und dem Scanner ist eine automatische Laserbearbeitung der Keramik möglich. Es wurde festgestellt, dass mit dem neuen Laboraufbau laserinduzierte Phasenumwandlungen im Innern der Keramik möglich sind. Auch die Kristallisation von komplexeren 3D Strukturen, wie die in der Abbildung dargestellten Stufenpyramiden, wurde erfolgreich realisiert. Die neue Probenhalterung erlaubt es, die Keramikproben nach einer Aufwärmzeit von ca. 40min, konstant auf der benötigten Temperatur zu halten.



Lorenzo Luca Notaro  
notarolori@gmail.com