

Abstract zur Bachelorarbeit

Fachgebiet: Physik / Optik
Name: Voellm, Kristina
Thema: **Untersuchung der UKP-Laserbearbeitung technischer Keramiken mit Hilfe statistischer Versuchsmethoden**
Jahr: 2016
Betreuer: Prof. Bliedtner, EAH Jena
M.Eng. Maria Friedrich, ifw Jena

Ziel. Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel ein möglichst weitreichendes Parameterfeld bei der flächigen Ablation von Al₂O₃ mit einem Ultrakurzpuls laser im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse auf Wechselwirkungen zwischen den Einflussgrößen und deren Auswirkung auf Zielgrößen zu untersuchen. Es sollte ein Metamodell erzeugt werden, das eine hohe Modellqualität aufweist und es erlaubt die physikalischen Zusammenhänge darzustellen.

Material und Methode. Die Bearbeitungsergebnisse von LTCC-Keramiken mit Piko- und Femtosekunden wurden mit Hilfe der Statistiksoftware OptiSlang analysiert und auf deren Basis ein Versuchsplan für die Bearbeitung von Al₂O₃ mit einem Pikosekundenlaser erstellt. Die flächige Materialablation wurde durch die Rauheit und die Abtragsrate quantifiziert, indem die Testfelder mit einem Laser-Scanning-Mikroskop vermessen wurden. Anschließend wurde mit OptiSlang eine Sensitivitätsanalyse der Daten vorgenommen und verschiedene Metamodelle erzeugt, die anhand ihrer Qualität und physikalischen Validität beurteilt wurden.

Ergebnisse. Es stellte sich heraus, dass für die Erstellung eines validen Metamodells so wenig wie möglich Korrelationen zwischen den Eingangsgrößen vorliegen sollten und dass bei einer Mehrfachdurchführung der Versuche die Mittelwerte der Bearbeitungsergebnisse für die Erstellung der Metamodelle genutzt werden müssen. Für eine minimale Rauheit existiert ein Bereich optimalen Überlapps, der zwischen 20 und 80 % liegt. Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Schwellfluenz für eine steigende Anzahl der Scanwiederholungen sinkt.

Schlussfolgerung. Es wurde im Rahmen dieser Arbeit deutlich, dass sich mit Hilfe der genutzten Statistiksoftware zuverlässige und physikalisch sinnvolle Metamodelle erzeugen lassen, die allerdings kritisch betrachtet und eingehend analysiert werden müssen. Diese können die Grundlage für eine Optimierung und Robustheitsbewertung des Prozesses bilden.

Schlüsselwörter. Ultrakurzpuls - Lasermaterialbearbeitung - technische Keramik - statistische Versuchsplanung - Sensitivitätsanalyse - Metamodell

Abstract Bachelor Thesis

Specific Field: Physics / Optics
Name: Voellm, Kristina
Bachelor Thesis: **Examination of ultra-short pulse laser processing of technical ceramics with help of design of experiments**
Year: 2016
Supervising Tutor: Prof. Bliedtner, EAH Jena
M.Eng. Maria Friedrich, ifw Jena

Purpose. This bachelor thesis aimed to examine an extensive field of parameters for the 2-dimensional ablation of Al₂O₃ with an ultra-short pulse laser by means of a sensitivity analysis, which enables the realisation of interdependencies between parameters and their effect on outputs. A meta-model was supposed to be created that consists of high quality and illustrates the physical relations.

Methods. The results of the ablation of LTCC-ceramics with pico- and femtoseconds were analyzed with help of the statistical software OptiSlang and used to create a statistic design for the processing of Al₂O₃ with a picosecond laser. The 2-dimensional material ablation was quantified by the roughness and the ablation rate, by measuring the samples with a laser scanning microscope. Afterwards, a sensitivity analysis of the data was conducted with OptiSlang and different meta-models were created, which were evaluated by their quality and their physical validity.

Results. For the creation of a valid meta-model as few as possible input correlations should be present and it is essential to use the mean values for the creation of the meta-models when the experiments are conducted more than once. For a minimal roughness, an optimal overlap of 20 to 80 % occurs. Furthermore, it could be shown that the threshold fluence increases for a decreasing number of layers.

Conclusion. During this study, it became apparent that reliable and physical comprehensively meta-models can be generated with the help of the above mentioned statistical software, however they need to be considered critically and analyzed in detail. They can be utilized as a basis for optimization and evaluation of robustness of a process.

Keywords. ultra-short pulse - laser material processing - technical ceramics - design of experiments - sensitivity analysis - meta-model