

BERICHTE AUS DEM
INSTITUT FÜR
FERTIGUNGSTECHNIK
UND SPANENDE
WERKZEUGMASCHINEN
UNIVERSITÄT HANNOVER



PRODUKTIONSTECHNIK

Dipl.-Ing. Heiner Kappel, Münster

Oberflächenmodifikation technischer Keramik mit Excimer-Laserstrahlung

Fortschritt-Berichte VDI
Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **469**

Formelzeichen und Abkürzungen	IV
Abstract.....	IX
1 Einleitung.....	1
2 Stand des Wissens	2
2.1 Beschreibung keramischer Werkstoffe.....	2
2.2 Bearbeitung von technischer Keramik mit UV-Laserstrahlung	3
2.2.1 Unterteilung des Abtragsvorgangs entsprechend der Werkstoffreaktionen.....	3
2.2.2 Formation des Material- und Plasmadampfes und Bildung von Ablagerungen auf der Werkstückoberfläche	7
2.3 Mechanische und thermische Beanspruchung in keramischen Bauteilen bei der Bearbeitung mit UV-Laserstrahlung	9
2.4. Grundlegende Einflußfaktoren auf das tribologische Verhalten technischer Keramik	13
2.4.1 Die Wirkung äußerer Einflußfaktoren auf das tribologische Verhalten.....	15
2.4.2 Die Wirkung innerer Einflußfaktoren auf das tribologische Verhalten.....	17
3 Aufgabenstellung.....	22
4 Versuchstechnik	23
4.1 Versuchsplanung	23
4.2 Versuchswerkstoffe	24
4.2.1 Aluminiumoxid.....	25
4.2.2 Siliciumcarbid.....	26
4.3 Versuchsanlage.....	28
4.3.1 Versuchsaufbau zur Bestrahlung mit hohen Energiedichten.....	29
4.3.2 Versuchsaufbau zur Bestrahlung mit geringen Energiedichten.....	30
4.4 Meßtechnik und Tastsysteme der Rauheitsmessung	31
4.5 Meßaufbau für die Modellverschleißprüfung nach DIN 50324	33
4.6 Abschätzung der Bauteilerwärmung bei der Bearbeitung mit Excimer-Laserstrahlung zur Auswahl eines geeigneten Temperaturmeßsystems	35
4.7 Versuchsaufbau zur Messung der Temperatur an der Probenrückseite	38
5 Experimentelle Untersuchungen zur Oberflächenmodifikation von Aluminiumoxid und Siliciumcarbid.....	41
5.1 Variation der Bearbeitungsgasatmosphäre zur Verringerung prozeßbedingter Ablagerungen unter Einsatz einer Prozeßgasdüse.....	42

5.2	Einfluß reaktiver Gasatmosphären auf die Bildung von Ablagerungen unter Einsatz einer Prozeßgaskammer	46
5.2.1	Konstruktion und Erprobung einer Prozeßgaskammer für die chemisch unterstützte Oberflächenmodifikation	46
5.2.2	Einfluß verschiedener reaktiver Bearbeitungsatmosphären auf die Oberflächentopographie.....	48
5.3	Einfluß der Energiedichte und Pulsanzahl auf die Oberflächentopographie.....	50
5.3.1	Mikroglättung keramischer Oberflächen bei hohen Energiedichten	50
5.3.2	Mechanismen der Mikroaufrauung bei niedriger Energiedichte und steigender Pulsanzahl.....	51
6	Charakterisierung der Funktionseigenschaften modifizierter Keramiken	62
6.1	Ermittlung der Rauheiten.....	62
6.2	Bestimmung der Benetzbarkeit	68
6.3	Charakterisierung der tribologischen Eigenschaften nach DIN 50324	70
7	Ermittlung des Absorptionsgrades von Siliciumcarbid bei der Bearbeitung mit Excimer-Laserstrahlung.....	74
7.1	Beschreibung der numerische Berechnungsmodelle zur Bestimmung der Bauteilerwärmung bei vollständiger Absorption.....	74
7.1.1	FEM-Modell 1 zur Berechnung der Temperaturverteilung bei realer Bauteilgeometrie und Einkopplung der Pulsenergie über Oberflächenabsorption	76
7.1.2	Modell 2 zur Berechnung der Rückseitentemperatur unter Berücksichtigung des Lambert-Beerschen Absorptionsverlaufes	77
7.2	Berechnung der Homogenität der Erwärmung an der Probenrückseite	78
7.3	Pyrometrische Ermittlung der Werkstücktemperatur an der Probenrückseite	81
7.3.1	Kalibrierung des Pyrometers	81
7.3.2	Messung der Temperatur an der Probenrückseite.....	83
7.3.3	Einfluß der Energiedichte auf die Probenerwärmung.....	84
7.4	Vergleich der gemessenen und berechneten Temperatur-Zeit-Verläufe zur Bestimmung des Absorptionsgrades	87
8	Folgerungen für die Praxis.....	91
9	Zusammenfassung.....	94
10	Literaturverzeichnis.....	96