

I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis	i
II	Formelzeichen und Abkürzungsverzeichnis.....	iii
1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung	5
1.3	Aufbau der Arbeit	8
2	Stand von Wissenschaft und Technik	11
2.1	Methoden zur Oberflächentexturierung	11
2.1.1	Mechanische Verfahren	12
2.1.2	Funkenerosion	12
2.1.3	Lithografie	12
2.1.4	Laserstrukturierung	13
2.2	Laserstrukturierung von Metallen mit ultrakurzen Pulsen	15
2.2.1	Prozessbestimmende Einflussgrößen bei der UKP-Bearbeitung	15
2.2.2	Absorption und Laserstrahl-Materie-Wechselwirkung	19
2.3	Produktivitätssteigerung und Limitierung beim UKP-Abtrag	25
2.3.1	Einfluss der Pulsenergie	25
2.3.2	Einfluss der Repetitionsrate	26
2.3.3	Einfluss von Pulsbursts	27
2.3.4	Statistisch selbstorganisierende Oberflächenstrukturen	28
2.4	Laserpolieren von Metallen	29
2.4.1	Makropolieren	31
2.4.2	Mikropolieren mit nanosekunden-gepulster Laserstrahlung	31
2.4.3	Mikropolieren mit ultrakurz-gepulster Laserstrahlung	33
2.5	Puls-zu-Puls-Wechselwirkungen	34
2.5.1	Abschirmung	35
2.5.2	Wärmeakkumulation	36
2.6	Strategie der sequentiellen Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung	42
3	Systemtechnik zur sequentiellen Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung	45
3.1	Anlagentechnik	45
3.2	Zielgrößen und Vorgehensweise	48
4	Untersuchungen zur sequentiellen Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung	53
4.1	Probenmaterial und Analyse der Ausgangsoberflächen	53
4.1.1	Picosekunden-abgetragene Ausgangsoberfläche	54
4.1.2	Nanosekunden-abgetragene Ausgangsoberfläche	56
4.2	Produktive Laserablation mit ultrakurzen Pulsen	58
4.2.1	Schwellfluenz und effizienteste Fluenz	58
4.2.2	Einfluss der Pulsdauer	61
4.2.3	Einfluss der Fluenz und Anzahl der Pulse pro Burst	62
4.3	Laserreinigen mit ultrakurzen Pulsen	70

4.3.1	Untersuchungsmethoden und Abschätzung der Oxidschichtdicke.....	71
4.3.2	Einfluss des Pulsabstands PA bzw. Pulsüberlapps $PÜ$	72
4.3.3	Einfluss der Fluenz.....	73
4.4	Qualitative Laserablation mit ultrakurzen Pulsen.....	75
4.4.1	Einfluss der Ausgangsoberflächen.....	76
4.4.2	Einfluss der Abtragtiefe auf sehr rauen Ausgangsoberflächen.....	82
4.5	Laserpolieren mit ultrakurzen Pulsen.....	91
4.5.1	Prozessparameterfenster und Einflussgrößen.....	91
4.5.2	Einfluss der Scangeschwindigkeit.....	93
4.5.3	Einfluss der Fluenz und Anzahl Pulse pro Burst.....	95
4.5.4	Oberflächenstrukturbildung.....	102
4.5.5	Einfluss des Spurüberlapps.....	107
4.5.6	Untersuchung der Schmelztiefe.....	111
4.5.7	Anwendung auf verschiedene Ausgangsoberflächen.....	115
5	Bewertung der Einflussfaktoren photonischer Prozessketten	119
5.1	Landkarten photonischer Prozessketten.....	119
5.2	Anwendung der sequentiellen UKP-Lasertexturierung.....	123
6	Zusammenfassung und Ausblick	129
III	Anhang.....	vii
IV	Literaturverzeichnis	xxiii