

Inhaltsverzeichnis

Table of Contents

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	IX
Formelzeichen und Abkürzungen	XI
Kurzdarstellung	XIII
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik in Forschung und Industrie	5
2.1 Verfahren zur Oberflächenstrukturierung	5
2.2 Laserstrahlabtragen	6
2.2.1 Einordnung des Laserstrahlabtragens in die Fertigungsverfahren	7
2.2.2 Prinzip des Laserstrahlabtragens	8
2.2.3 Oberflächenstrukturierung durch Laserabtrag	13
2.3 Strahlführungssystem	14
2.4 Integration der optischen Komponenten in Werkzeugmaschinen	17
2.5 CAx-Prozesskette für das Laserstrahlstrukturieren	19
2.6 Prozesskontrolle beim Laserstrahlabtragen	24
2.7 Laserstrahlstrukturieren in der industriellen Praxis	29
2.8 Zwischenfazit	32
3 Zielsetzung, Aufgabenstellung und Vorgehensweise	35
4 Analyse von Prozessparametern	39
4.1 Einflussgrößen auf den Laserstrahlstrukturierprozess	39
4.1.1 Laserbezogene Einflussgrößen	40
4.1.2 Scannerbezogene Einflussgrößen	44
4.1.3 CAM-bezogene Einflussgrößen	45
4.1.4 Werkstückbezogene Einflussgrößen	47
4.1.5 Einflussgrößen der Peripherie	47
4.1.6 Resultierendes Bearbeitungsergebnis	47
4.2 Strategien zur Ermittlung relevanter Prozessparameter	48
4.3 Versuchsplanung mittels Design of Experiments	49
4.3.1 Beschreibung des Versuchsaufbaus	51
4.3.2 Klassifizierung der Prozesseinflussgrößen	52

4.4	Anwenden der Design of Experiments Methode	53
4.5	Bestimmung und Bewertung der relevanten Prozessparameter für den Abtragprozess	56
4.6	Zwischenfazit	58
5	Kompensation von Trägheitseffekten des Scannersystems	59
5.1	Erfassen von Positionsdaten der Scannerspiegel	59
5.1.1	Funktionsweise der Positionsdatenerfassung	60
5.1.2	Funktionsweise der Steuerungssoftware	61
5.1.3	Implementierung von Analysefunktionen in die Steuerungssoftware ...	62
5.2	Entwicklung von Strategien zur Kompensation von systemspezifischen Beschleunigungsrampen	64
5.2.1	Vergleich von Kompensationsstrategien.....	64
5.2.2	Untersuchung und Formalisierung der Beschleunigungsrampen	67
5.2.3	Implementierung einer Strategie zur Kompensation von Trägheitseffekten	73
5.3	Validierung des Algorithmus	77
5.4	Zwischenfazit	79
6	Entwicklung eines modellbasierten Regelkreises zur Prozessregelung	81
6.1	Inline-Messsystem	81
6.1.1	Low Coherence Interferometry.....	82
6.1.2	Beschreibung des verwendeten Messsystems.....	83
6.1.3	Integrations- und Schnittstellenkonzept.....	85
6.2	Datentechnische Integration des Messgerätes.....	89
6.2.1	Koppeln der Systemtechnik	89
6.2.2	Datenschnittstellen zwischen den Systemen	89
6.2.3	Synchronisieren der Messwerte mit den Positionswerten des Scannersystems	92
6.2.4	Durchführen einer Oberflächenmessung	94
6.2.5	Filterstrategien zur Erhöhung der Datenqualität	96
6.3	Adaptives Laserstrahlstrukturieren	98
6.3.1	Strategien zur Prozessbeeinflussung.....	98
6.3.2	Integration des Messschrittes in die CAX-Prozesskette	99
6.3.3	Implementierung des Regelkreises	101
6.4	Zwischenfazit	104

7 Validierung des Gesamtsystems	107
7.1 Validierung des Kompensationsalgorithmus anhand einer bionisch inspirierten Funktionsstruktur.....	107
7.1.1 Hautstruktur einer texanischen Krötenechse als Vorbild für technische Anwendungen.....	107
7.1.2 Einbringen der Struktur zum Flüssigkeitstransport	109
7.1.3 Strategien zur Verbesserung der Strukturqualität.....	112
7.2 Adaptives Abtragen zur Herstellung von Taschengemetrien.....	115
7.3 Adaptives Abtragen einer Schweißbraupe.....	120
7.4 Zwischenfazit	121
8 Zusammenfassung und Ausblick	123
Literaturverzeichnis.....	125