

Inhaltsverzeichnis

Content

1	Einleitung	1
1.1	Motivation.....	1
1.2	Forschungsansatz.....	4
1.3	Aufbau der Arbeit	6
2	Grundlagen der Prozessüberwachung beim Laserdurchstrahlschweißen	9
2.1	Funktionsprinzip des Laserdurchstrahlschweißens	9
2.1.1	Bestrahlungsarten	11
2.1.2	Parameter des Prozessablaufs	13
2.2	Polymere	15
2.2.1	Thermoplaste	15
2.2.2	Optische Eigenschaften	16
2.2.3	Polyamid 6	17
2.2.4	Polycarbonat	18
2.3	Prozessüberwachung beim Laserdurchstrahlschweißen	19
2.3.1	Allgemein	19
2.3.2	Stand der Technik	20
2.3.3	DIN-Norm	24
2.4	Relevante Material- und Prozesseigenschaften	25
2.4.1	Geometrische Ausdehnung und Lage der Schweißnaht sowie Blasenbildung	25
2.4.2	Prüfkriterien	27
2.5	Kategorisierung geometrischer Parameter	29
2.6	Optische Kohärenztomographie	31
2.6.1	Interferenzprinzip	31
2.6.2	(Kurz)-kohärente Interferenz und polarisationsbedingte Signaleinwirkung	34
2.6.3	Prinzip Fourier-domain-OCT	39
2.6.4	Swept-Source-OCT	44
2.7	Charakterisierung von OCT-Systemen	45
2.7.1	Point-spread function (PSF)	45
2.7.2	Axiale Auflösung	46
2.7.3	Laterale Auflösung, Schärfentiefe, Messbereich u. Abbildungstiefe	46
2.7.4	Sichtfeld (Field of view)	48
2.7.5	SNR, Sensitivität, Dynamikumfang und Roll-Off	48
2.7.6	Rauschen	51
2.8	Elektromagnetische Strahlung	52
2.8.1	Wechselwirkung zwischen Kunststoff und optischer Strahlung	52
2.8.2	Dispersion	53

2.8.3	Absorption, Eindringtiefe und Abbildungstiefe.....	54
2.9	Zwischenfazit und Ableitung des Forschungsbedarfs	57
3	Gestaltung eines OCT-basierten Messsystems für die Prozessüberwachung.....	59
3.1	Laboraufbau und Parametrisierung	63
3.1.1	OCT-System und Komponenten	63
3.1.2	Strahlkopplung und Gesamtsystem	76
3.2	Simulation	77
3.2.1	Grundlagen	78
3.2.2	Fokusversatz zwischen Messstrahl und Prozessstrahl	79
3.2.3	Dispersionskompensation	83
3.2.4	Messstrahldurchmesser, laterale Auflösung und Versatz	86
3.2.5	Scanwinkel der zweiten galvanometrischen Scaneinheit zur Ablenkung des Messstrahls	95
3.2.6	Potentielle Optimierung des optischen Systems	98
3.3	Zwischenfazit	103
4	Charakterisierung und Validierung des Messsystems.....	105
4.1	Einflüsse auf die Messung	105
4.2	Charakterisierung	107
4.2.1	Systemrelevante Parameter.....	107
4.2.2	SNR, Sensitivität, Roll-Off und Dynamikumfang	118
4.3	Messmittel-Fähigkeitsanalyse	120
4.4	Messung praxisrelevanter Bauteile	125
4.5	Zwischenfazit	130
5	Validierung des Messsystems im Laserdurchstrahlschweißprozess.....	133
5.1	Auslegung der Messstrategie	133
5.2	Integration in das Laserdurchstrahlschweißsystem.....	134
5.3	Zwischenfazit	139
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	141
7	Literaturverzeichnis.....	147
8	Anhang	161