

Inhalt

1	Einleitung und Zielsetzung	3
2	Stand der Technik und Forschung	9
2.1	Fügeverfahren für mikrofluidische Bauteile	9
2.2	Klassisches Laserdurchstrahlschweißen	12
2.2.1	Verfahrensprinzip	12
2.2.2	Strahlungsabsorber für das Laserdurchstrahlschweißen	14
2.2.3	Verfahrensvarianten	18
2.3	Spanntechnik und Spaltüberbrückbarkeit	23
2.4	Laserdurchstrahlschweißen optisch gleicher Kunststoffe	25
2.4.1	Schweißen mit Zwischenschichten	25
2.4.2	Schweißen mit angepasster Laserwellenlänge	27
3	Experimentelle Grundlagen	33
3.1	Wechselwirkung zwischen Laserstrahlung und Kunststoff	33
3.2	Intrinsische Absorptionseigenschaften von Kunststoffen	36
3.3	Prozessmodell zur Beschreibung der Strahlungserwärmung	42
3.3.1	Strahlausbreitung	43
3.3.2	Quellterm der Wärmeleitungsgleichung	45
3.4	Methoden	47
3.4.1	Bestimmung der Strahl- und Werkstoffeigenschaften	47
3.4.2	Charakterisierung der Fügezone	52
4	Grundlegende Betrachtung der Erwärmung im Kunststoff	55
4.1	Voraussetzung für selektiven Energieeintrag	55
4.2	Probenmaterial und Lasersystem	61
4.3	Analyse simulierter Temperaturfelder	63
4.4	Bestrahlungsversuche mit Gauß-förmigem Intensitätsprofil	69
4.4.1	Verwendete Strahlformen	69
4.4.2	Experimentelle Ergebnisse	71
4.4.3	Abschätzung des Prozessfensters	76
4.5	Bestrahlung mit Donut-förmigem Intensitätsprofil	78
5	Schweißen unter praxisnahen Bedingungen	85
5.1	Einfluss der Spanntechnik	85
5.2	Nutzung transmittierter Strahlung	87
5.3	Quasisimultanschweißen	93
5.4	Vergleich von Quasisimultan- und Konturschweißen	102
5.4.1	Zulässige Absorptivität des Kunststoffs	102
5.4.2	Prozessgeschwindigkeit	105

5.4.3	Spaltüberbrückbarkeit	108
6	Prozessregelung beim absorberfreien Laserdurchstrahlschweißen	117
6.1	Grundlagen der Pyrometrie	117
6.2	Auswahl eines geeigneten Pyrometers	119
6.2.1	Emittierte Wärmestrahlung	119
6.2.2	Transmittierte Wärmestrahlung	124
6.3	Messung der Wärmestrahlung	125
7	Zusammenfassung und Ausblick	133
8	Literaturverzeichnis	137
9	Anhang	147
9.1	Abkürzungsverzeichnis	147
9.2	Aufbau und Kaustik der Laserstrahlen 1 & 2	149