

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 STAND DER FORSCHUNG UND TECHNIK .....</b>	<b>3</b>
2.1 EINSATZ DER LASERTECHNOLOGIE ZUM SCHWEIßEN VON KUNSTSTOFFEN .....	3
2.2 UNTERSUCHUNGEN ZUR STRAHLUNGSERWÄRMUNG VON KUNSTSTOFFEN .....	5
<b>3 PROBLEMSTELLUNG, ZIELSETZUNG UND LÖSUNGSWEG.....</b>	<b>7</b>
<b>4 VERSUCHSMATERIALIEN, WERKSTOFFKENNDATEN UND FÜGETEILGEOMETRIEN .....</b>	<b>9</b>
<b>5 THEORETISCHE GRUNDLAGEN.....</b>	<b>11</b>
5.1 GRUNDLAGEN DER LASERTECHNOLOGIE.....	11
5.1.1 <i>Aufbau und Funktionsweise eines Lasers</i> .....	13
5.1.2 <i>Lasertypen</i> .....	13
5.1.3 <i>Charakterisierung der Laserstrahlung</i> .....	16
5.1.4 <i>Laserstrahlführung</i> .....	18
5.2 GRUNDLAGEN ZUR STRAHLUNGSERWÄRMUNG VON KUNSTSTOFFEN.....	21
5.2.1 <i>Strahlungsoptische Eigenschaften von Kunststoffen</i> .....	22
5.2.2 <i>Energetische Verhältnisse bei der Strahlungserwärmung von Kunststoffen</i> .....	25
<b>6 DAS LASERSTUMPFSCHEIßEN .....</b>	<b>27</b>
6.1 VERFAHRENSABLAUF UND MASCHINENTECHNISCHE UMSETZUNG DES LASERSTUMPFSCHEIßENS .....	27
6.2 DIE ERWÄRMPHASE BEIM LASERSTUMPFSCHEIßEN .....	30
6.2.1 <i>Energetische Verhältnisse während der Erwärmphase</i> .....	30
6.2.2 <i>Darstellung der Temperaturentwicklung in der Fügezone</i> .....	31
6.2.3 <i>Beschreibung des Erwärmvorganges mit Hilfe der FEM-Analyse</i> .....	33
6.2.3.1 Beschreibung der FEM sowie des FEM- Programmes ABAQUS .....	34
6.2.3.2 Definition der Randbedingungen.....	35
6.2.3.3 Räumliche Diskretisierung und Elementwahl .....	38
6.2.3.4 Implementierte Materialkennwerte.....	38
6.2.3.5 Berücksichtigung der Schmelzkontraktion .....	39
6.2.3.6 Ergebnisse der FEM-Berechnungen .....	41
6.2.3.7 Parameterstudien zur Temperaturverteilung in der Fügezone.....	46
6.3 DIE UMSTELLPHASE BEIM LASERSTUMPFSCHEIßEN.....	59
6.4 DIE FÜGEPHASE BEIM LASERSTUMPFSCHEIßEN .....	61
<b>7 DAS LASER-DURCHSTRAHLSCHWEIßEN.....</b>	<b>65</b>
7.1 VERFAHRENSABLAUF BEIM LASER-DURCHSTRAHLSCHWEIßEN .....	65
7.2 MASCHINENTECHNISCHE UMSETZUNG DES LASER-DURCHSTRAHLSCHWEIßENS.....	66

7.3 DIE ERWÄRM- UND FÜGEPHASE BEIM LASER-DURCHSTRAHLSCHWEIßEN .....	68
7.3.1 Analytische Beschreibung der Erwärmphase .....	69
7.3.2 Fügwegverlauf beim Laser-Durchstrahlschweißen .....	73
7.4 LASER-DURCHSTRAHLSCHWEIßGERECHTE RICHTLINIEN FÜR DIE FÜGETEILKONSTRUKTION .....	75
<b>8 POLARISATIONSMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN DER SCHWEIßNÄHTE.....</b>	<b>77</b>
8.1 GEFÜGEAUFBAU EINER LASERSTUMPFSCHEIßNÄHT.....	77
8.2 GEFÜGEAUFBAU EINER LASER-DURCHSTRAHLSCHWEIßNÄHT .....	80
<b>9 FESTIGKEITSUNTERSUCHUNGEN.....</b>	<b>83</b>
9.1 LASERSTUMPFSCHEIßEN .....	83
9.1.1 Laserstumpfschweißen von teilkristallinen Thermoplasten .....	84
9.1.2 Laserstumpfschweißen von amorphen Thermoplasten .....	90
9.2 LASER-DURCHSTRAHLSCHWEIßEN .....	93
9.2.1 Laser-Durchstrahlschweißen von amorphen und teilkristallinen Standardthermoplasten .....	93
9.2.2 Erforderliche Schweißzeit beim Laser-Durchstrahlschweißen am Beispiel von PMMA .....	99
<b>10 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>102</b>
<b>11 SUMMARY AND OUTLOOK .....</b>	<b>105</b>
<b>12 LITERATUR .....</b>	<b>108</b>
<b>13 ANHANG .....</b>	<b>I</b>