

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Einführung	3
2.2	Laserstrahlquelle	4
2.2.1	Laserprinzip	4
2.2.2	Der CO <sub>2</sub> -Laser	8
2.3	Grundlagen der Strahlführung und -formung	8
2.3.1	Wellenoptik	9
2.3.2	Geometrische Optik	9
2.3.3	Der Gaußstrahl	10
2.4	Grundlagen zum Laserstrahlschneiden und Laserstrahlschweißen	13
2.4.1	Laserstrahlschneiden	13
2.4.2	Laserstrahlschweißen	14
<b>3</b>	<b>Fertigungssysteme</b>	<b>17</b>
3.1	Begriffsdefinition	17
3.2	Komponenten	18
3.3	Laserstrahlquellen für die industrielle Fertigungstechnik	20
3.4	Bearbeitungsmaschinen	24
3.4.1	Kinematik	24
3.4.2	Wiederhol- und Positioniergenauigkeit, Geschwindigkeitsverhalten	26
3.4.3	Ausführungsbeispiele	29
3.5	Strahlführung und -formung	32
3.6	Bearbeitungskopf	38
3.7	Numerische Steuerungen	43
3.7.1	Aufbau	43

3.7.2	Programmierung	46
3.8	Sensorik	46
3.8.1	Abstandsregelung	47
3.8.2	Nahtfolgesysteme	49
3.9	Spannvorrichtungen	51
3.10	Systemauswahl und -prüfung	53
3.10.1	Systemauswahl	53
3.10.2	Systemprüfung	57
3.11	Schutzvorrichtungen	59
<b>4</b>	<b>Laserstrahlbearbeitung</b>	<b>61</b>
4.1	Einführung	61
4.2	3D-Laserstrahlschneiden	62
4.2.1	Kenngößen der Schnittqualität	64
4.2.2	Einflüsse der Laserstrahlleistung und der Schneidgeschwindigkeit auf das Schneidergebnis	64
4.2.3	Einfluß des Laserstrahlradius auf das Schneidergebnis	69
4.2.4	Einfluß der Schneidgasführung auf das Schneidergebnis	71
4.2.5	Besonderheiten der räumlichen Bearbeitung	72
4.3	3D-Laserstrahlschweißen	75
4.3.1	Vorteile des Laserstrahlschweißens	75
4.3.2	Stoß- und Nahtarten	75
4.3.3	Einfluß der Prozeßparameter auf die Prozeßführung	77
4.3.3.1	Strahleigenschaften	77
4.3.3.2	Einfluß der Raumlage und Programmierstrategien	82
4.3.3.3	Nahtanordnung und Spanntechnik	88
4.3.3.4	Eignung unterschiedlicher Werkstoffe und deren Beschichtungen	90
4.3.4	Qualitätsprüfung	92
4.4	Verfahrensfolge Laserstrahlschneiden und -schweißen	93
4.4.1	Verfahrensprinzip	95
4.4.2	Verfahrensvarianten	96
4.4.3	Systemtechnik für die Verfahrensfolge	99
4.4.4	Laserstrahlschneiden	100
4.4.5	Laserstrahlschweißen	101

<b>5</b>	<b>Informationstechnik</b>	<b>105</b>
5.1	Derzeitige Situation bei der Programmierung von Laseranlagen	105
5.2	CAD/CAM-Kopplung	108
5.2.1	Geometriemodellierung und Bahnplanung	109
5.2.2	Datenschnittstellen zur Übertragung von Geometrie- und Bahninformationen	110
5.2.3	Off-line Programmierung und graphische Simulation	112
5.2.4	DNC-Betrieb	114
5.3	Technologie-Wissensbank	115
5.3.1	Einführung und Zielsetzung	115
5.3.2	Systemkonzept und -aufbau	117
5.3.3	Benutzerschnittstellen	120
5.3.4	Anwendungsbeispiel	121
<b>6</b>	<b>Bearbeitungsbeispiele</b>	<b>125</b>
6.1	Einleitung	125
6.2	Beispiele	125
6.2.1	Stumpfstoß an stark konturierten Teilen	125
6.2.2	Dreilagiger Überlappstoß	128
6.2.3	Zweilagiger Überlappstoß	130
6.2.4	Dreilagiger Überlappstoß mit unvollständig durchgeschweißter Naht	132
6.2.5	Kehlnaht am Überlappstoß	133
6.2.6	Rohreinschweißung mittels Kehlnaht	134
6.2.7	Stirnflachnaht	135
6.3	Lasergerechtes Konstruieren und Fertigen	136
<b>7</b>	<b>Wirtschaftlichkeit</b>	<b>141</b>
7.1	Einleitung	141
7.2	Vergleich mit anderen Verfahren	142

7.3	Ermittlung der Investitionskosten	144
7.3.1	Kosten von Anlagenkomponenten	144
7.3.2	Investitionskosten für ein Anlagenbeispiel	144
7.4	Ermittlung des Maschinenstundensatzes für ein Anlagenbeispiel	146
7.5	Ausblick	151
<b>8</b>	<b>Sicherheitstechnik</b>	<b>153</b>
8.1	Gefährdungspotentiale	153
8.2	Schädigungsmechanismen bei Laserbestrahlung	155
8.3	Laserklassen	155
8.4	Sicherheitsmaßnahmen	157
8.5	Emissionen aus dem Strahl-Stoff-Wechselwirkungsbereich	161
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>165</b>
<b>10</b>	<b>Partner des Verbundprojektes</b>	<b>169</b>
10.1	Projektkoordination	169
10.2	Projektpartner	169
10.2.1	Firmen	169
10.2.2	Institute	170
10.2.3	Hochschulen	171
10.3	Projektunterstützung	172
10.4	Autoren	173
<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>175</b>
<b>12</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>181</b>