

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Zielsetzung des Handbuchs	1
1.1.1. Vergleich mit anderen Verbindungsverfahren	2
1.2. Einsatzbereiche	2
2. Grundlagen der Laserstrahlmaterialbearbeitung	3
2.1. Laserstrahlquelle	3
2.1.1. Festkörperlaser	3
2.1.1.1. Aufbau und Funktionsweise	3
2.1.2. Charakterisierung eines Laserstrahls	8
2.1.2.1. Laserparameter	8
2.1.3. Fokussierung des Laserstrahls	10
2.1.3.1. Strahlaufweitung	14
2.1.3.2. Zoomoptik	15
2.2. Wechselwirkung Laserstrahl - Materie	16
2.2.1. Prinzip des Laserstrahlschweißens	16
2.2.1.1. Energieeinkopplung	17
2.2.1.2. Laserinduzierte Metaldampffackel	22
2.2.1.3. Optische Rückwirkungen	26
2.2.2. Schweißpunktgeometrie	27
2.2.2.1. Einfluß der Laserparameter	28
2.2.2.2. Pulsformung	36
3. Fertigungssysteme zum Laserstrahlschweißen	39
3.1. Lasersysteme - Betriebsart und Anwendungsbereiche	39
3.2. Strahlführung und Formung	42
3.2.1. Spiegel zur Strahlführung	43
3.2.2. Lichtwellenleiter (LWL)	43
3.2.3. Optik zur Strahlformung	47
3.3. Schutzgase und Düsen	48
3.4. Handhabungssysteme	49
4. Qualitätssicherung	51
4.1. Strahldiagnostik	51
4.1.1. Strahldiagnostik mit ortsauflösendem Detektor	52
4.1.2. Strahldiagnostik gepulster Festkörperlaser	53
4.2. Prozeßdiagnostik	54
4.2.1. Schallemission	55
4.2.2. Optische Signale	55

4.2.3.	Charakterisierung der Signale	57
4.2.4.	Metалldampfgeometrie	60
4.3.	Prüfverfahren	62
4.3.1.	Prüfung durch Sichtkontrolle	63
4.3.2.	Zerstörungsfreie Prüfung	63
4.3.3.	Mechanisch-technologische Prüfmethoden	63
4.3.4.	Metallografische Untersuchungen	64
5.	Laserstrahlschweißverfahren	65
5.1.	Nahtvorbereitung	65
5.1.1.	Fügegeometrie	65
5.1.2.	Materialdicke	68
5.1.3.	Werkstoffeinfluß	69
5.1.4.	Fügespalt	70
5.1.5.	Oberflächeneinfluß	71
5.1.5.1.	Oberflächenverschmutzung	71
5.1.5.2.	Oberflächenbeschichtungen	72
5.1.6.	Spannvorrichtung	73
5.1.7.	Heften von Bauteilen	74
5.2.	Verfahrensparameter	74
5.2.1.	Positioniergenauigkeit	74
5.2.1.1.	Fokuslage	74
5.2.1.2.	Strahllage	75
5.2.2.	Schweißpositionen	76
5.2.3.	Nahtüberlappung, Nahtanfang und -ende	76
5.2.4.	Zusatzwerkstoffe	76
5.2.5.	Schutzgas	76
5.2.5.1.	Pulsbetrieb	77
5.2.5.2.	cw-Betrieb	78
5.3.	Nahtschweißen mit Ausgangsleistungen größer 500 W	80
5.3.1.	Cw- und modulierter Betrieb	80
5.3.2.	Pulsbetrieb	84
5.3.2.1.	Nahtschweißen	84
5.3.2.2.	Schmelzbadschweißen	85
5.3.2.3.	Schweißen mit offenem Stichloch	86
5.3.3.	Vergleich mit CO ₂ -Laserstrahlschweißungen	88

6. Bearbeitungsbeispiele	93
6.1. Manuelles Punktschweißen	93
6.2. Schweißautomaten	94
6.3. Anwendungsbeispiele	95
7. Wirtschaftlichkeit	99
8. Arbeitssicherheit	103
8.1. Die Gefährdungsklassen von Lasern	103
8.2. Schädigung durch Laserstrahlung	104
8.2.1. Die Schädigung von biologischem Gewebe	104
8.2.2. Brennbare Materialien als Gefahrenquelle	105
8.3. Maßnahmen zum Arbeitsschutz	106
8.3.1. Anlagentechnische Maßnahmen	106
8.3.2. Maßnahmen bei der Arbeit mit dem Laserstrahl	107
8.3.3. Personalmaßnahmen	107
9. Richtlinien und Normen	109
10. Partner des Verbundprojektes	111
10.1. Verbundkoordination	111
10.2. Verbundpartner	111
Sachwortregister	113
Literaturverzeichnis	115