

# DIN EN 1011-6:2019-04 (D)

## Schweißen - Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe - Teil 6: Laserstrahlschweißen; Deutsche Fassung EN 1011-6:2018

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	5
Einleitung .....	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen .....	7
3 Begriffe .....	9
4 Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz .....	9
5 Qualitätsanforderungen.....	9
6 Einrichtungen .....	10
6.1 Allgemeines.....	10
6.2 Abnahmeprüfungen.....	10
6.3 Instandhaltung und Kalibrierung .....	10
7 Qualifizierung des Bedienpersonals .....	10
8 Schweißanweisung .....	10
9 Schweißverfahrensprüfung.....	10
10 Schweißzusätze.....	11
10.1 Zusatzwerkstoffe .....	11
10.2 Gase.....	11
11 Konstruktion.....	11
11.1 Allgemeine Hinweise für die Konstruktion oder das Bauteil.....	11
11.2 Nahtformen .....	11
11.3 Nahtvorbereitung.....	12
12 Laserstrahlschweißen .....	13
12.1 Merkmale .....	13
12.1.1 Verfahrensvarianten .....	13
12.1.2 Energieübertragung .....	13
12.1.3 Strahlpulsschweißen.....	14
12.1.4 Strahloszillation.....	14
12.1.5 Rampen.....	14
12.1.6 Strahlfokussierung .....	14
12.1.7 Schutzgas.....	14
12.1.8 Verwendung von Zusatzwerkstoffen .....	14
12.1.9 Hybridprozesse.....	15
12.2 Vorteile und Einschränkungen .....	15
12.3 Montage und Spannvorrichtungen .....	16
12.4 Prozesssteuerung.....	16
12.5 Inspektion und Prüfen.....	16
12.6 Unregelmäßigkeiten .....	16
Anhang A (informativ) Einrichtungen.....	17
A.1 Beschreibung des Laserstrahlprozesses.....	17
A.1.1 Grundlagen.....	17
A.1.2 Baugruppen.....	17

A.2	Laserstrahlquellen.....	18
A.2.1	CO <sub>2</sub> -Laser.....	18
A.2.2	Lampengepumpte Nd:YAG-Laser .....	19
A.2.3	Diodengepumpte Nd:YAG-Laser .....	19
A.2.4	Diodengepumpte Yb:YAG-Laser (Scheibenlaser) .....	20
A.2.5	Hochleistungs-Array-Diodenlaser .....	20
A.2.6	Faserlaser .....	21
A.2.7	Andere Lasertypen.....	21
A.3	Strahlführung, -formung und -fokussierung .....	21
A.3.1	Strahlführung .....	21
A.3.2	Strahlformung (Fokusoptik) .....	22
A.4	Einrichtungen zum Bewegen des Laserstrahls und des Werkstückes.....	25
A.5	Vorrichtungen zum Spannen der Werkstücke.....	26
A.6	Kühlsysteme.....	26
A.7	Steuerungssysteme.....	27
<b>Anhang B (informativ) Laserstrahleigenschaften.....</b>		<b>28</b>
<b>Anhang C (informativ) Informationen über die Schweißseignung metallischer Werkstoffe .....</b>		<b>30</b>
C.1	Allgemeines.....	30
C.2	Stahl und Eisenlegierungen .....	30
C.2.1	Allgemeines.....	30
C.2.2	C-Mn-Stähle und Baustähle .....	31
C.2.3	Legierte Stähle.....	31
C.2.4	Nichtrostende Stähle .....	31
C.2.5	Gusseisen .....	31
C.2.6	Weicheisen .....	32
C.3	Nickellegierungen .....	32
C.4	Aluminium- und Magnesiumlegierungen.....	32
C.5	Kupfer und Kupferlegierungen.....	32
C.6	Hochschmelzende und reaktive Metalle.....	32
C.7	Titan und Titanlegierungen.....	33
C.8	Metallische Mischverbindungen .....	33
C.9	Nichtmetalle.....	33
<b>Anhang D (informativ) Informationen über Ursachen von Schweißnahtunregelmäßigkeiten und Gegenmaßnahmen .....</b>		<b>34</b>
<b>Anhang E (informativ) Strahlsteuerung und -überwachung .....</b>		<b>37</b>
E.1	Allgemeines.....	37
E.2	Fokuspunkt .....	37
E.3	Justierung von Leistungs- und Pilotlaserstrahl.....	37
E.4	Strahlleistung .....	38
E.5	Leistungsdichteverteilung.....	38
E.6	Düsenjustierung .....	38
E.7	Strahlpulsen.....	39
E.8	Handhabungsmittel, Führungen usw.....	39
<b>Anhang F (informativ) Laserstrahlverfahren .....</b>		<b>40</b>
F.1	Laserstrahlschneiden .....	40
F.1.1	Merkmale.....	40
F.2	Laserstrahlbohren .....	42
F.2.1	Merkmale.....	42
F.2.2	Vorteile und Einschränkungen .....	42
F.2.3	Oberflächenbehandlung .....	42
F.3	Laserstrahl-Randschichtbehandlung .....	42
F.3.1	Merkmale.....	42
F.3.2	Vorteile und Einschränkungen .....	43
F.3.3	Oberflächenbehandlung .....	43
F.4	Besonderheiten des Laserstrahlplattierens.....	43

<b>F.4.1</b>	<b>Verfahrensvarianten</b> .....	<b>43</b>
<b>F.4.2</b>	<b>Vorteile und Einschränkungen</b> .....	<b>43</b>
<b>F.4.3</b>	<b>Oberflächenbehandlung</b> .....	<b>43</b>
<b>F.5</b>	<b>Laserstrahlmarkieren und -gravieren</b> .....	<b>44</b>
<b>F.5.1</b>	<b>Merkmale</b> .....	<b>44</b>
<b>F.5.2</b>	<b>Vorteile und Einschränkungen</b> .....	<b>44</b>
<b>F.5.3</b>	<b>Oberflächenbehandlung</b> .....	<b>44</b>
	<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>45</b>