

# DIN EN 1011-7:2004-10 (D)

## Schweißen - Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe - Teil 7: Elektronenstrahlschweißen; Deutsche Fassung EN 1011-7:2004

---

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| Vorwort .....  | 5     |
| Einleitung .....   | 6     |
| 1 Anwendungsbereich .....  | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....   | 7     |
| 3 Begriffe .....   | 8     |
| 4 Qualitätsanforderungen.....  | 12    |
| 5 Lagerung und Handhabung von Grundwerkstoffen und Schweißzusätzen .....                 | 12    |
| 6 Schweißeinrichtungen .....   | 12    |
| 7 Qualifikation von Schweißpersonal.....   | 13    |
| 8 Schweißanweisung .....   | 13    |
| 9 Schweißverfahrensprüfung.....  | 14    |
| 10 Nahtvorbereitung.....   | 14    |
| 10.1 Maschinelles Bearbeiten .....   | 14    |
| 10.2 Entmagnetisieren .....  | 15    |
| 10.3 Reinigen .....  | 15    |
| 10.4 Montage.....  | 15    |
| 11 Nahtvorbereitung.....   | 15    |
| 11.1 Längsnähte .....  | 15    |
| 11.2 Rundnähte.....  | 17    |
| 12 Entlüftungsbohrungen.....   | 17    |
| 13 Heftschweißungen, Kosmetiklagen.....  | 18    |
| 14 Thermische Vor- und Nachbehandlung .....  | 18    |
| 15 Dokumentation .....   | 18    |
| Anhang A (informativ) Informationen über die Schweißeignung metallischer Werkstoffe..... | 19    |
| A.1 Allgemeines .....  | 19    |
| A.2 Stähle und Eisenlegierungen .....  | 19    |
| A.2.1 Allgemeines .....  | 19    |
| A.2.2 C-Mn-Stähle und Baustähle.....   | 19    |
| A.2.3 Vergütungsstähle .....   | 19    |
| A.2.4 Nicht rostende Stähle.....   | 20    |
| A.2.5 Gusseisen .....  | 20    |
| A.2.6 Weicheisen.....  | 20    |
| A.3 Nickel und Nickellegierungen .....   | 20    |
| A.4 Aluminium und Magnesiumlegierungen .....   | 20    |
| A.5 Kupfer und seine Legierungen .....   | 21    |
| A.6 Sondermetalle (feuerfeste und reaktive Werkstoffe).....                              | 21    |
| A.7 Unterschiedliche Metalle .....   | 21    |
| A.8 Nichtmetalle .....   | 21    |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Anhang B (informativ) Informationen über Ursachen von Schweißnahtunregelmäßigkeiten und Gegenmaßnahmen.....</b>                                   | <b>23</b> |
| <b>Anhang C (informativ) Zusammenfassung der Elektronenstrahlschweißbeignung von Metallen mit Bezug auf CR ISO 15608:2000 Gruppeneinteilung.....</b> | <b>25</b> |
| <b>C.1 Gruppeneinteilung für Stähle .....</b>  | <b>25</b> |
| <b>C.2 Gruppeneinteilung für Aluminium und Aluminiumlegierungen .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>C.3 Gruppeneinteilung für Kupfer und Kupferlegierungen.....</b>   | <b>28</b> |
| <b>C.4 Gruppeneinteilung für Nickel und Nickellegierungen.....</b>   | <b>29</b> |
| <b>C.5 Gruppeneinteilung für Titan und Titanlegierungen.....</b>   | <b>29</b> |
| <b>C.6 Gruppeneinteilung für Zirkonium und Zirkoniumlegierungen.....</b>   | <b>30</b> |
| <b>C.7 Gruppeneinteilung für Gusseisen.....</b>  | <b>30</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Beispiele für das Vorbereiten von Rundnähten .....</b>  | <b>31</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>   | <b>38</b> |

## Bilder

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Bild 1 — Begriffe des Elektronenstrahlpendelns .....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>Bild 2 — Definition des Arbeits- und Fokusabstandes.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Bild 3 — Definition von Begriffen für das Schweißen von Rundnähten .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>Bild 4 — Schweißen mit Zwischenlagenwerkstoff .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>Bild 5 — Schweißen unterschiedlicher Werkstoffe mit Übergangswerkstoff .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>Bild 6 — Beispiel zur Vorbereitung randschichtbehandelter Werkstücke .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>Bild 7 — Normale I-Naht.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>Bild 8 — I-Naht mit Zentrierlippe oder integrierter Schweißbadsicherung.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>Bild 9 — I-Naht mit Schweißbadsicherung.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>Bild 10 — Werkstück mit An- und Auslaufstück zum Entfernen des Schweißnahtanfangs und -endes .....</b>                                     | <b>16</b> |
| <b>Bild 11 — Durch maschinelles Bearbeiten entstandene Hohlräume .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Bild 12 — Schweißung mit Zusatzbohrung für das Entlüften des Hohlraums.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>Bild A.1 — Heißrissempfindlichkeit in Abhängigkeit vom Legierungsgehalt im Aluminium .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>Bild D.1 — Verschiedene Arten von Radialnähten mit Zentrierung .....</b>   | <b>31</b> |
| <b>Bild D.2 — Werkstück mit Radialnaht, zentriert mit Spannvorrichtung.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>Bild D.3 — Werkstücke mit ungünstiger und günstiger Lage der Radialnaht.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>Bild D.4 — Verschiedene Arten von Axialnähten .....</b>  | <b>33</b> |
| <b>Bild D.5 — Beispiel einer Axialnaht mit einer den Festigkeitsanforderungen angepassten Schmelzzonentiefe (keine Durchschweißung) .....</b> | <b>33</b> |
| <b>Bild D.6 — Verbesserte Werkstückvorbereitung für Axialnähte mit reduzierter Belastungskonzentration.....</b>                               | <b>34</b> |
| <b>Bild D.7 — Vergrößerung der Spaltbreite beim Schweißen von Axialnähten mit Spielpassung .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>Bild D.8 — Einfluss des Fertigungsverfahrens auf die Abmessungen von Getrieberädern .....</b>  | <b>35</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Bild D.9 — Beispiel eines Getrieberades mit ungünstig angeordneter Axialnaht. Naht zu gering von der Bohrung entfernt.....</b>  | <b>35</b> |
| <b>Bild D.10 — Im Vergleich zu Bild D.9 günstiger angeordnete Axialnaht durch größere Entfernung zur Bohrung und Anpassen der Wanddicke an die erforderliche Schweißnahtdicke.....</b> | <b>36</b> |
| <b>Bild D.11 — Im Vergleich zu Bild D.9 günstiger angeordnete Axialnaht durch Dehnfuge.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>Bild D.12 — Beispiel einer schwer zugänglichen Elektronenstrahlschweißnaht.....</b>   | <b>36</b> |
| <b>Bild D.13 — Verformungstendenzen von Axial- und Radialnähten.....</b>   | <b>37</b> |

## Tabellen

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabelle B.1 — Ursachen für Schweißnahtunregelmäßigkeiten und Vorbeugung.....</b> | <b>23</b> |
| <b>Tabelle C.1 — Gruppeneinteilung für Stähle.....</b>                              | <b>26</b> |
| <b>Tabelle C.2 — Gruppeneinteilung für Aluminium und Aluminiumlegierungen.....</b>  | <b>28</b> |
| <b>Tabelle C.3 — Gruppeneinteilung für Kupfer und Kupferlegierungen.....</b>        | <b>28</b> |
| <b>Tabelle C.4 — Gruppeneinteilung für Nickel und Nickellegierungen.....</b>        | <b>29</b> |
| <b>Tabelle C.5 — Gruppeneinteilung für Titan und Titanlegierungen.....</b>          | <b>29</b> |
| <b>Tabelle C.6 — Gruppeneinteilung für Zirkonium und Zirkoniumlegierungen.....</b>  | <b>30</b> |
| <b>Tabelle C.7 — Gruppeneinteilung für Gusseisen.....</b>                           | <b>30</b> |