

# DIN 17022-3:2025-11 (D)

## Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen - Verfahren der Wärmebehandlung - Teil 3: Einsatzhärten

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	5
Einleitung .....	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen .....	8
3 Begriffe und Kurzzeichen .....	8
3.1 Begriffe .....	8
3.2 Kurzzeichen.....	9
4 Kurzbeschreibung des Einsatzhärtens.....	9
5 Kennzeichen des einsatzgehärteten Zustands .....	10
6 Durchführung .....	10
6.1 Vorbereitung und Vorbehandlung.....	10
6.1.1 Allgemeines .....	10
6.1.2 Vorbereiten der Werkstücke.....	10
6.1.3 Spannungsarmglühen .....	11
6.1.4 Normalglühen.....	11
6.1.5 Vorvergüten .....	11
6.1.6 Vorbereitung für ein örtlich begrenztes Aufkohlen/Carbonitrieren .....	11
6.1.7 Chargieren der Werkstücke.....	12
6.2 Erwärmen auf Behandlungstemperatur .....	12
6.3 Aufkohlen.....	16
6.3.1 Allgemeines.....	16
6.3.2 Aufkohlen mit gleichbleibendem C-Pegel .....	17
6.3.3 Aufkohlen mit veränderlichem C-Pegel .....	18
6.3.4 Aufkohlungstiefe .....	19
6.3.5 Aufkohlen in festen Mitteln (Pulver) .....	20
6.3.6 Aufkohlen in Salzschnmelzen .....	20
6.3.7 Aufkohlen in Gas.....	20
6.3.8 Aufkohlen bei Niederdruck.....	21
6.4 Carbonitrieren.....	22
6.4.1 Allgemeines.....	22
6.4.2 Carbonitrieren in Salzschnmelzen .....	22
6.4.3 Carbonitrieren in Gas.....	23
6.4.4 Carbonitrieren bei Niederdruck.....	23
6.5 Härten .....	24
6.5.1 Allgemeines.....	24
6.5.2 Direkthärten .....	31
6.5.3 Einfachhärten (Bild 9b und 9e) .....	31
6.5.4 Doppelhärten (Bild 9d) .....	31
6.5.5 Einsatzbainitisieren (Bild 9f) .....	31
6.6 Tiefkühlen.....	32
6.7 Anlassen .....	32
7 Wärmebehandlungsmittel .....	32
7.1 Wärmemittel .....	32
7.1.1 Allgemeines.....	32

7.1.2	Flüssige Wärmemittel .....	33
7.1.3	Gasförmige Wärmemittel.....	33
7.1.4	Vakuum .....	33
7.2	Aufkohlungs- und Carbonitrieremittel.....	33
7.2.1	Feste Mittel (Pulver).....	33
7.2.2	Salzschmelzen .....	33
7.2.3	Gase.....	34
7.3	Mittel zum Abkühlen/Abschrecken .....	37
7.3.1	Allgemeines.....	37
7.3.2	Flüssige Abschreckmittel.....	37
7.3.3	Gasförmige Abkühlmittel .....	38
7.3.4	Tiefkühlmittel .....	38
8	Hinweise auf Einrichtungen zum Wärmebehandeln .....	38
8.1	Öfen zum Wärmebehandeln .....	38
8.2	Einrichtungen zum Abkühlen/Abschrecken .....	41
8.3	Einrichtungen zum Tiefkühlen .....	41
9	Mängel an wärmebehandelten Werkstücken .....	41
10	Hinweise zum wärmebehandlungsgerechten Konstruieren .....	47
11	Hinweise zum Richten .....	48
12	Prüfen des wärmebehandelten Werkstücks .....	49
<b>Anhang A (informativ) Ergänzende Angaben und Empfehlungen .....</b>		<b>51</b>
A.1	Zu empfehlender Randkohlenstoffgehalt bei Anforderung nach restaustenitarmen Randschichtgefügen .....	51
A.2	Zusammenhang zwischen C-Pegel-Wert und Messwerten der Gaszusammensetzung beim Aufkohlen in Gas.....	51
A.3	Örtlich begrenzte Einsatzhärtung.....	53
<b>Literaturhinweise .....</b>		<b>54</b>

## **Bilder**

<b>Bild 1</b>	<b>— Zeit-Temperatur-Folge für ein Erwärmen von Werkstücken für ein Aufkohlen oder Carbonitrieren (schematisch).....</b>	<b>13</b>
<b>Bild 2</b>	<b>— Zeit-Temperatur-Folge von Werkstücken für ein Aufkohlen oder Carbonitrieren mit einstufigem Vorwärmen (schematisch).....</b>	<b>14</b>
<b>Bild 3</b>	<b>— Erwärmdauer für das Erwärmen in Salzschmelzen.....</b>	<b>15</b>
<b>Bild 4</b>	<b>— Erwärmdauer in Luftumwälzöfen und Kammeröfen .....</b>	<b>15</b>
<b>Bild 5</b>	<b>— Kohlenstoffverlaufskurve, schematisch .....</b>	<b>16</b>
<b>Bild 6</b>	<b>— Mögliche Formen der Kohlenstoffverlaufskurven (schematisch) nach Kopietz [2].....</b>	<b>18</b>
<b>Bild 7</b>	<b>— Kohlenstoffverlaufskurven beim Zweistufen-Aufkohlen (schematisch) .....</b>	<b>19</b>
<b>Bild 8</b>	<b>— Zusammenhang zwischen der CO<sub>2</sub>-Konzentration und dem C-Pegel-Wert beim Aufkohlen bzw. Carbonitrieren in Gas (Endogas aus Propan).....</b>	<b>24</b>
<b>Bild 9</b>	<b>— Mögliche Zeit-Temperatur-Folgen beim Einsatzhärten (schematisch).....</b>	<b>26</b>
<b>Bild 10</b>	<b>— Zeit-Temperatur-Verlauf beim Abkühlen aufgekohlter oder carbonitrierter Werkstücke (schematisch).....</b>	<b>27</b>

<b>Bild 11</b> — Zeit-Temperatur-Umwandlung-(ZTU-)Schaubild für kontinuierliches Abkühlen eines nicht aufgekohlten Stahls C15E [6] .....	<b>28</b>
<b>Bild 12</b> — Zeit-Temperatur-Umwandlung-(ZTU-)Schaubild für kontinuierliches Abkühlen eines auf einen Randkohlenstoffgehalt von 0,90 Massenanteile C in % aufgekohlten Stahls C15E [6].....	<b>29</b>
<b>Bild 13</b> — Zusammenhang zwischen den Temperaturen für Start ( $M_s$ ) und Ende ( $M_f$ ) der Martensitbildung und dem Kohlenstoffgehalt von unlegierten Stählen. ....	<b>29</b>
<b>Bild 14</b> — Kohlenstoff- und Härteverlaufskurven nach unterschiedlichen Aufkohlungsbedingungen.....	<b>30</b>
<b>Bild 15</b> — Übersicht über die Herstellung von Aufkohlungsatmosphären.....	<b>35</b>
<b>Bild 16</b> — Ungünstige und günstige Massenverteilung bei Werkstücken.....	<b>47</b>
<b>Bild 17</b> — Ungünstige und günstige Massenverteilung bei Werkstücken.....	<b>47</b>
<b>Bild 18</b> — Ungünstige und günstige Gestaltung von Querschnittsübergängen .....	<b>48</b>
<b>Bild 19</b> — Beispiel für Verbesserung der Querschnittsverhältnisse zur Verringerung der Rissgefahr.....	<b>48</b>
<b>Bild 20</b> — Beispiel für eine Möglichkeit zur Verbesserung der Formsymmetrie .....	<b>48</b>
 <b>Tabellen</b>	
<b>Tabelle 1</b> — Übliche Zusammensetzung eines Trägergases in Abhängigkeit der Ausgangsstoffe .....	<b>36</b>
<b>Tabelle 2</b> — Kriterien für die Ofenauswahl.....	<b>39</b>
<b>Tabelle 3</b> — Übersicht über Mängel an einsatzgehärteten Werkstücken, ihre mögliche wärmebehandlungsbedingte Ursache und dafür eventuell maßgebliche Fehler beim Wärmebehandeln.....	<b>42</b>
<b>Tabelle 4</b> — Hinweise für das Prüfen wärmebehandelter Werkstücke.....	<b>49</b>
<b>Tabelle A.1</b> — Empfohlene Höchst-Randkohlenstoffgehalte für restaustenitarme Randschichtgefüge .....	<b>51</b>