

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 |
| Anhang A (informativ) Ergänzende Angaben und Empfehlungen | | 51 |
| 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 |
| Literaturhinweise | | 54 |

Bilder

| | | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Bild 1 | — Zeit-Temperatur-Folge für ein Erwärmen von Werkstücken für ein Aufkohlen oder Carbonitrieren (schematisch)..... | 13 |
| Bild 2 | — Zeit-Temperatur-Folge von Werkstücken für ein Aufkohlen oder Carbonitrieren mit einstufigem Vorwärmen (schematisch)..... | 14 |
| Bild 3 | — Erwärmdauer für das Erwärmen in Salzschmelzen..... | 15 |
| Bild 4 | — Erwärmdauer in Luftumwälzöfen und Kammeröfen | 15 |
| Bild 5 | — Kohlenstoffverlaufskurve, schematisch | 16 |
| Bild 6 | — Mögliche Formen der Kohlenstoffverlaufskurven (schematisch) nach Kopietz [2]..... | 18 |
| Bild 7 | — Kohlenstoffverlaufskurven beim Zweistufen-Aufkohlen (schematisch) | 19 |
| Bild 8 | — Zusammenhang zwischen der CO₂-Konzentration und dem C-Pegel-Wert beim Aufkohlen bzw. Carbonitrieren in Gas (Endogas aus Propan)..... | 24 |
| Bild 9 | — Mögliche Zeit-Temperatur-Folgen beim Einsatzhärten (schematisch)..... | 26 |
| Bild 10 | — Zeit-Temperatur-Verlauf beim Abkühlen aufgekohlter oder carbonitrierter Werkstücke (schematisch)..... | 27 |

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