

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