

Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen
Verfahren der Wärmebehandlung
Teil 5: Randschichthärten

DIN
17022-5

ICS 25.200

Heat treatment of ferrous materials –
Methods of heat treatment –
Part 5: Surface hardening

Traitement thermique des produits ferreux –
Méthodes de traitement thermique –
Partie 5: Trempe superficielle

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	6.2.3 Laserstrahlhärten	8
2 Normative Verweisungen	2	6.2.4 Elektronenstrahlhärten	8
3 Definitionen	3	6.3 Abschrecken	8
4 Kurzbeschreibung des Randschicht- härtens	3	6.4 Tiefkühlen	10
5 Kennzeichnung des randschicht- gehärteten Zustandes	3	6.5 Anlassen	10
6 Hinweise zum Durchführen des Rand- schichthärtens	3	7 Nachbehandlung	10
6.1 Vorbehandeln und Vorbereiten der Werkstücke	3	8 Wärmebehandlungsmittel	10
6.1.1 Vorbehandeln	3	8.1 Abschreckmittel	10
6.1.1.1 Spannungsarmglühen	3	8.1.1 Flüssige Abschreckmittel	10
6.1.1.2 Normalglühen	4	8.1.2 Gasförmige Abschreckmittel	10
6.1.1.3 Vergüten	4	8.2 Tiefkühlmittel	10
6.1.1.4 Oxidieren	4	9 Durch Randschichthärten bewirkte Eigenschaftsänderungen	11
6.1.2 Vorbereiten der Werkstücke	4	9.1 Randschichtaufbau	11
6.1.2.1 Waschen	4	9.2 Härte und Einhärtungstiefe	11
6.1.2.2 Entgraten	5	9.3 Maß- und Formänderungen	12
6.1.2.3 Strahlen	5	10 Hinweise auf mögliche Beanstan- dungen an randschichtgehärteten Werkstücken	12
6.1.2.4 Beizen	5	11 Hinweise zum wärmebehandlungs- gerechten Konstruieren	13
6.1.2.5 Beschichten	5	12 Hinweise zum Richten	14
6.1.2.6 Vorbereiten zum Schutz gegen Kanten- überhitzung	5	13 Hinweise zum Prüfen randschicht- gehärteter Werkstücke	14
6.2 Austenitisieren	5		
6.2.1 Induktionshärten	7		
6.2.2 Flammhärten	8		

Vorwort

Diese Norm wurde vom Ausschuß NWT-WT 2 erarbeitet.

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Normenausschuß Werkstofftechnologie (NWT) – Wärmebehandlungstechnik – im
DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Verfahrensweisen beim Randschichthärten fest und gibt Hinweise zur Anwendung und Durchführung des Randschichthärtens von Werkstücken aus Stahl, Gußeisen oder Sinterformteilen aus Stahlpulver.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 6773

Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen – Darstellung und Angaben wärmebehandelter Teile in Zeichnungen

DIN 17014-3

Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen – Kurzangabe von Wärmebehandlungen

DIN 17022-1

Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen – Verfahren der Wärmebehandlung – Teil 1: Härten, Bainitisieren, Anlassen und Vergüten von Bauteilen

DIN 17022-2

Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen – Verfahren der Wärmebehandlung – Härten und Anlassen von Werkzeugen

DIN 17023

Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen – Vordrucke – Wärmebehandlungs – Anweisung (WBA)

DIN 50103-3

Prüfung metallischer Werkstoffe – Härteprüfung nach Rockwell – Teil 3: Modifizierte Rockwell-Verfahren Bm und Fm für Feinblech aus Stahl

DIN 50190-2

Härtetiefe wärmebehandelter Teile – Ermittlung der Einhärtungstiefe nach Randschichthärten

DIN 50192

Ermittlung der Entkohlungstiefe

DIN 50601

Metallographische Prüfverfahren – Ermittlung der Ferrit- oder Austenitkorngröße von Stahl und Eisenwerkstoffen

DIN EN 571-1

Zerstörungsfreie Prüfung – Eindringverfahren – Teil 1: Allgemeine Grundlagen; Deutsche Fassung EN 571-1 : 1997

DIN EN 10003-1

Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Brinell – Teil 1: Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 10003-1 : 1994

DIN EN 10052

Begriffe der Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen; Deutsche Fassung EN 10052 : 1993

DIN EN 10109-1

Metallische Werkstoffe – Härteprüfung – Teil 1: Rockwell-Verfahren (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, 15N, 30N, 45N, 15T, 30T und 45T); Deutsche Fassung EN 10109-1 : 1994

DIN EN 12626

Sicherheit von Maschinen – Laserbearbeitungsmaschinen – Sicherheitsanforderungen (ISO 11553 : 1996, modifiziert); Deutsche Fassung EN 12626 : 1997

DIN EN ISO 6507-1

Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Vickers – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6507-1 : 1997); Deutsche Fassung EN ISO 6507-1 : 1997

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach DIN EN 10052.

4 Kurzbeschreibung des Randschichthärtens

Das Randschichthärten soll der Randschicht von Werkstücken möglichst durch Martensitbildung eine hohe Härte verleihen. Es wird angewandt, um bei Werkstücken aus härtbaren Eisenwerkstoffen das Festigkeitsverhalten und das Verschleißverhalten zu verbessern.

Das Randschichthärten besteht aus Austenitisieren der Randschicht und Abkühlen mit zweckentsprechender Geschwindigkeit.

Beim Randschichthärten wird die Randschicht eines Werkstücks in einem örtlich begrenzten Bereich (Behandlungsfeld) auf eine Temperatur oberhalb A_{c3} bzw. A_{cm} erwärmt. Nach den Verfahren des Anwärmens wird das Flamm-, Induktions-, Laserstrahl- oder Elektronenstrahlhärten unterschieden. Bei gegebenem Werkstoff ergibt sich durch die Wahl der Intensität der Wärmequelle (Leistungsdichte) und der Einwirkdauer ein Temperaturverlauf im Werkstück, in dessen Folge die Randschicht des Werkstücks bis zu einer bestimmten Tiefe austenitisch wird. Im Vergleich zu anderen Erwärmungsverfahren wird mit hoher Geschwindigkeit auf höhere Temperaturen erwärmt und mit kürzerer Haltedauer austenitisiert, was üblicherweise als Kurzzeitaustenitisieren bezeichnet wird. Aufgrund des Umwandlungsverhaltens der Stähle muß auf um so höhere Temperaturen erwärmt werden, je höher die Wärmegeschwindigkeit ist, um einen ausreichend austenitischen Zustand zu erreichen. Die Zusammenhänge können aus Zeit-Temperatur-Austenitisier-(ZTA-) Schaubildern für kontinuierliches Erwärmen entnommen werden. Das Härten erfolgt durch Abschrecken der austenitisierten Randschicht. Größere Bereiche eines Werkstücks lassen sich entweder durch geeignete Energieübertragung oder durch Verschieben des Behandlungsfeldes härten.

Zwischen dem randschichtgehärteten und dem nicht gehärteten Werkstückbereich ergibt sich ein bis zu mehreren mm breiter Übergangsbereich. In diesem nimmt die Härtetiefe auf Null ab. Die Breite des Übergangs wird von den Erwärm- und Abschreckbedingungen bestimmt.

Je nach Anforderung werden randschichtgehärtete Werkstücke angelassen.

5 Kennzeichnung des randschichtgehärteten Zustandes

In Zeichnungen ist der randschichtgehärtete Zustand entsprechend DIN 6773 zu kennzeichnen.

Für Angaben, welche die Durchführung des Randschichthärtens betreffen, ist erforderlichenfalls eine Wärmebehandlungs-Anweisung (WBA) nach DIN 17023 oder ein Wärmbehandlungsplan zu erstellen. Kurzangaben für das Randschichthärten sind nach DIN 17014-3 vorzunehmen.

6 Hinweise zum Durchführen des Randschichthärtens

6.1 Vorbehandeln und Vorbereiten der Werkstücke

Das Vorbehandeln bzw. Vorbereiten der Werkstücke dient dazu, einen zum Randschichthärten geeigneten Werkstoffzustand hinsichtlich Gefüge und/oder Eigenspannungen oder die für den Endzustand erforderliche Kernfestigkeit einzustellen.

Zum Laserstrahlhärten kann es erforderlich sein, die Werkstückoberfläche zu reinigen und vorzubehandeln, um verbesserte Absorptionsbedingungen für den Laserstrahl zu erreichen.

Zum Elektronenstrahlhärten ist es erforderlich, die Werkstückoberfläche zu reinigen bzw. kann es erforderlich sein, die Werkstücke zu entmagnetisieren.

6.1.1 Vorbehandeln

6.1.1.1 Spannungsarmglühen

Wenn Eigenspannungen – z. B. durch Zerspanen erzeugt – das Maß- und Formänderungsverhalten beim Randschichthärten unzulässig beeinflussen können, ist ein Spannungsarmglühen zu empfehlen. Die dadurch eintretenden

Maß- und Formänderungen können durch eine nachfolgende spanende Bearbeitung beseitigt werden, wofür ein ausreichendes Aufmaß vorzusehen ist. Dieses ist so zu bemessen, daß gegebenenfalls beim Spannungsarmglühen eintretende Randschichtveränderungen, z. B. eine Entkohlung, möglichst vollständig entfernt werden.

Die Temperatur muß unter der Umwandlungstemperatur A_{c1} des Werkstück-Werkstoffs liegen; sie sollte dieser Temperatur aber möglichst nahe sein. Bei vergüteten Werkstücken muß die Temperatur jedoch niedriger als die vorangegangene Anlaßtemperatur sein, wenn die Festigkeit erhalten bleiben muß. Ein längeres Halten nach dem Erwärmen ist dann nicht erforderlich. Das Erwärmen und Abkühlen ist so langsam durchzuführen, daß keine zusätzlichen oder neuen Eigenspannungen entstehen können.

Bei kaltumgeformten Werkstücken ist statt des Spannungsarmglühens dann ein Normalglühen vorzuziehen, wenn infolge Rekristallisation eine Grob- oder Mischkornbildung eintreten kann.

6.1.1.2 Normalglühen

Eigenspannungen im Werkstück-Rohteil können statt durch ein Spannungsarmglühen auch durch ein Normalglühen verringert werden. Gleichzeitig können dadurch der Gefügezustand verbessert und die Grob- oder Mischkornbildung in kritisch verformten Bereichen vermieden werden.

Die zum Normalglühen erforderlichen Behandlungsdaten (Temperatur, Dauer, Abkühlung) sind den Technischen Lieferbedingungen der Stähle oder entsprechenden Unterlagen der Stahlhersteller zu entnehmen.

6.1.1.3 Vergüten

Um bestimmte Festigkeitswerte und einen möglichst homogenen Ausgangszustand einzustellen ist es zweckmäßig, vor dem Randschichthärten zu vergüten. Zur Durchführung des Vergütens siehe DIN 17022-1 und DIN 17022-2.

Wenn beim Vergüten ein Entkohlen oder ein Oxidieren der Werkstücke nicht zu verhindern ist, ist eine spanende Bearbeitung vor dem Randschichthärten zweckmäßig.

6.1.1.4 Oxidieren

Beim Laserstrahlhärten kann es zweckmäßig sein, zur Verbesserung der Absorption des Laserlichts die Werkstücke zu oxidieren. Üblicherweise wird dies durch Glühen im Temperaturbereich zwischen 450 und 550 °C in Wasserdampf durchgeführt.

6.1.2 Vorbereiten der Werkstücke

Rückstände von der Bearbeitung, z. B. Kühl- oder Schmierstoffe, Wasch- oder Konservierungsstoffe sowie Oxidschichten können je nach dem gewählten Verfahren das Randschichthärten beeinträchtigen. Gleiches gilt für Späne, Grate, Rost, Zunder und anhaftende Nichteisenmetalle.

Beim Erwärmen mit dem Elektronenstrahl beeinflussen z. B. abdampfende Rückstände das Vakuum, beim Erwärmen mit dem Laserstrahl beeinflussen sie die Energieeinbringung in die Werkstückrandschicht.

Je nach dem Grad der Verschmutzung der Oberfläche und den Qualitätsanforderungen ist es notwendig, die Werkstücke vor dem Randschichthärten auf geeignete Weise sorgfältig vorzubereiten und zu reinigen. Dies kann durch Waschen, Entgraten, Strahlen oder Beizen erfolgen.

6.1.2.1 Waschen

Üblich ist das Waschen in heißem Wasser mit geeigneten Reinigungszusätzen. Um eine ausreichende Reinigungswirkung zu erzielen, kann es zweckmäßig sein, den Waschvorgang durch gezieltes Beaufschlagen der Werkstückoberfläche mit Wasserstrahlen (Spritzverfahren) oder Ultraschall zu unterstützen. Nach dem Waschen müssen die Werkstücke ausreichend getrocknet werden.

6.1.2.2 Entgraten

Durch spanende Bearbeitung entstandene Grate lassen sich durch Strahlen, chemisches oder thermisches Entgraten entfernen. Es ist jedoch zu beachten, daß beim thermischen Entgraten die Werkstückoberfläche oxidiert wird und beim chemischen Entgraten der Werkstoff mit dem Elektrolyten reagiert, was zu einer Beeinträchtigung beim Erwärmen mit Elektronen- oder Laserstrahlen führen kann.

Zum Entfernen anhaftender Späne ist es zweckmäßig, die Werkstücke zu entmagnetisieren.

6.1.2.3 Strahlen

Durch trockenes oder nasses Strahlen mit für das Reinigen geeigneten Mitteln können Grate, Zunder, Walz-, Schmiede- oder Gußhaut, Farb- oder Lötmittelreste von der Werkstückoberfläche entfernt werden.

6.1.2.4 Beizen

Durch Beizen können Rost, Zunder sowie Walz-, Schmiede- oder Gußhaut an Werkstücken entfernt werden. Es ist jedoch zu beachten, daß Rückstände der benutzten Beizmittel möglichst vollständig von der Werkstückoberfläche entfernt werden, da diese sonst zu rosten beginnen kann. Ferner ist zu beachten, daß durch unsachgemäßes Beizen Narben in der Werkstückrandschicht entstehen können.

6.1.2.5 Beschichten

Beim Laserstrahlhärten kann es zweckmäßig sein, zur Verbesserung der Wirkung des Laserlichts, die Werkstücke mit absorptionsfördernden Schichten, z. B. Graphitpulver, zu versehen.

6.1.2.6 Vorbereiten zum Schutz vor Kantenüberhitzung

Beim Flamm- und Induktionshärten kann es notwendig sein, Kanten im zu härtenden Bereich gegen Überhitzung zu schützen. Dies kann durch Einbringen geeigneter Teile aus Kupfer, z. B. in Einstiche, Nuten, Bohrungen usw. geschehen.

6.2 Austenitisieren

Zum Randschichthärten wird die zu härtende Randschicht des Werkstücks durch eine örtlich und zeitlich begrenzte ein- oder mehrmalige Einwirkung einer Energiequelle auf die zweckentsprechende Austenitisiertemperatur erwärmt.

Die Wärmegeschwindigkeit wird über die Leistungszufuhr und die Wärmdauer gesteuert. Je nach Art, Leistungsdichte und Einwirkdauer der Energiequelle und je nach Werkstoff ergibt sich in der erwärmten Randschicht ein bestimmtes Temperaturprofil. Ziel ist es, eine möglichst homogene Temperaturverteilung in dem örtlich begrenzt erwärmten Bereich zu erhalten. Es ist darauf zu achten, daß die höchste in der Randschicht erreichte Temperatur die Schmelztemperatur der im Werkstoff vorhandenen Phasen¹⁾ nicht erreicht.

Im Vergleich zum Erwärmen in einem Ofen wird beim Randschichterwärmen durch die relativ hohe Leistungsdichte (siehe Tabelle 1) die zum Austenitisieren erforderliche Temperatur in viel kürzerer Zeit erreicht. Damit dabei eine für das Härten ausreichende Austenitisierung erreicht wird ist es notwendig, auf 50 bis 100 °C höhere Temperaturen als in Öfen zu erwärmen. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, daß die Temperaturen im äußersten Werkstückbereich unterhalb der Schmelztemperatur des Werkstoffs bleiben, so daß die Werkstückoberfläche nicht aufgeschmolzen wird.

¹⁾ Dies ist z. B. in Gußeisen das bei 950 °C schmelzende Phosphideutektikum.