

	Seite
1. Einleitung	11
2. Die Verfahren der Wärmebehandlung	12
2.1. Übersicht und Einteilung der Wärmebehandlungsverfahren	12
2.2. Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm	12
2.3. Klassifizierung der Wärmebehandlungsverfahren	14
2.4. Begriffsdefinition der Wärmebehandlung	22
2.4.1. Grundbegriffe	22
2.4.2. Begriffe der Grundverfahren	22
2.4.3. Begriffe der kombinierten Grundverfahren	26
2.4.4. Begriffe der Arbeitsverfahren	26
2.4.5. Begriffe der kombinierten Arbeitsverfahren	30
2.4.6. Begriffe nicht klassifizierbarer Arbeitsverfahren	30
2.4.7. Physikalische Begriffe und Einheiten der Wärmebehandlung	30
2.5. Beschreibung der Wärmebehandlungsverfahren	35
2.5.1. Die Glühverfahren	35
2.5.1.1. Normalglühen	35
2.5.1.2. Grobkornglühen	38
2.5.1.3. Weichglühen	40
2.5.2.3.1. Weichglühen von Stahl	40
2.5.1.3.2. Weichglühen von Gußeisen	41
2.5.1.4. Perlitglühen	42
2.5.1.5. Spannungsarmglühen	43
2.5.1.5.1. Spannungsarmglühen von Stahl	44
2.5.1.5.2. Spannungsarmglühen von Gußeisen	46
2.5.1.6. Rekristallisationsglühen	48
2.5.1.7. Diffusionsglühen	49
2.5.2. Härten und Anlassen	50
2.5.2.1. Härten mit kontinuierlichem Abkühlen (einfaches Härten)	51
2.5.2.2. Härten mit diskontinuierlichem Abkühlen (gebrochenes Härten)	55
2.5.2.3. Warmbadhärten (Härten mit diskontinuierlichem Abkühlen)	56
2.5.2.4. Vergüten	59
2.5.2.5. Zwischenstufenvergüten	64
2.5.2.6. Patentieren	65
2.5.2.7. Ausscheidungshärten (Aushärten)	66
2.5.2.8. Tieftemperaturbehandlung	67
2.5.2.9. Härten von Schnellarbeitsstahl	68
2.5.3. Oberflächenhärten	74
2.5.3.1. Einsatzhärten	75
2.5.3.1.1. Aufkohlen	76
2.5.3.1.2. Härteverfahren nach der Aufkohlung	87
2.5.3.1.3. Karbonitrierhärten	93
2.5.3.2. Nitrieren	95
2.5.3.2.1. Gasnitrieren	97

	Seite	
2.5.3.2.2.	Glimmnitrieren	102
2.5.3.2.3.	Badnitrieren (Badkarbonitrieren)	102
2.5.3.2.4.	Gaskarbonitrieren	105
2.5.3.2.5.	Kurzzeitgasnitrieren	105
2.5.3.3.	Borieren	105
2.5.3.4.	Metalldiffusionsverfahren	107
2.5.3.4.1.	Titankarbidbehandlung	107
2.5.3.4.2.	Chromkarbidbehandlung	111
2.5.3.5.	Tauchhärten	113
2.5.3.6.	Flammenhärten	114
2.5.3.7.	Induktionshärten	117
3.	Meß- und Regeltechnik in der Wärmebehandlung	120
3.1.	Temperaturmessung	121
3.1.1.	Schmelzkörper	121
3.1.2.	Meßfarben	121
3.1.3.	Thermometer	122
3.1.4.	Thermoelemente	123
3.1.5.	Strahlungspyrometer	124
3.2.	Temperaturregelung	127
3.3.	Temperaturregistrierung	129
3.4.	Messung und Regelung von Schutz- und Reaktionsgasen	130
3.4.1.	Indirekte Meßverfahren	130
3.4.2.	Direkte Meßverfahren	132
3.4.3.	C-Potential-Regelung	134
4.	Organisationsform und Aufbau von Härtereien	135
4.1.	Organisationsform	135
4.1.1.	Direkte Eingliederung der Wärmebehandlungsanlagen in die Fertigungsreihen oder Fertigungsabschnitte	135
4.1.2.	Konzentration von Wärmebehandlungsanlagen in räum- lich abgetrennten Gruppen innerhalb von Fertigungs- reihen oder -abschnitten	137
4.1.3.	Wärmebehandlung an zentraler Stelle im Betrieb	138
4.1.4.	Zentralisierung der Wärmebehandlung, überbetrieblich auf Industriezweigebene oder regional	139
4.2.	Zweckmäßige Aufstellung der Anlagen	139
4.3.	Grundsätzlicher technologischer Arbeitsablauf	146
4.4.	Ermittlung des technologischen Zeitaufwandes	147
4.4.1.	Richtwerte für die Ermittlung der Behandlungszeiten bei den chemisch-thermischen Oberflächenhärte- verfahren	147
4.4.2.	Richtwerte für die Ermittlung der Behandlungszeiten bei den thermischen Oberflächenhärteverfahren	149
4.4.3.	Sonstiger Zeitaufwand	150
5.	Kostenrechnung in der Härterei	151
5.1.	Kapazitätsberechnung	151

	Seite	
5.2.	Arbeitskräftebedarf	152
5.3.	Berechnung von Energie- und Hilfsmaterialkosten	154
5.3.1.	Kosten für Energie	154
5.3.2.	Kosten für Hilfsstoffe	155
5.3.3.	Kosten für Verschleiß an Werkzeugen, Vorrichtungen, Chargenträgern und Paletten	159
5.4.	Stundenkostennormative für Wärmebehandlungsanlagen	161
5.5.	Verfahrensbezogene Kosten und Preisordnung für Lohnhärtungen	161
6.	Härtegerechtes Gestalten	161
6.1.	Einfluß der konstruktiven Gestalt von Bauteilen und Werkzeugen auf deren Wärmebehandlung	161
6.2.	Wärmebehandlungsangaben auf Zeichnungen	164
7.	Wärmebehandlungseinrichtungen	170
7.1.	Wärmebehandlungsöfen	170
7.1.1.	Einteilung	170
7.1.2.	Beheizungsarten	171
7.1.3.	Bauformen	171
7.1.4.	Betriebsweise	179
7.2.	Wärmebehandlungsmaschinen	182
7.3.	Abkühlbehälter	184
7.4.	Waschmaschinen	186
7.5.	Werkzeuge und Vorrichtungen	187
7.6.	Anlagen zur Erzeugung von Schutz- und Reaktionsgasen	188
7.7.	Komplexe Anlagen zur Wärmebehandlung	192
8.	Härtereihilfsmittel und -Hilfsstoffe	196
8.1.	Übersicht über die wichtigsten Hilfsmittel und -stoffe	196
8.2.	Verwendung und Wartung der Salzbadern	197
8.2.1.	Salpetersalzbäder	197
8.2.2.	Glüh und Härtesalzbäder	199
8.2.3.	Nitrier- und Karbonitriersalzbäder	200
8.2.4.	Kohlungssalzbäder	201
8.3.	Wirkung und Anwendung der Abkühlmittel	202
8.3.1.	Luft	202
8.3.2.	Wasser und wäßrige Lösungen	203
8.3.3.	Härteöle	203
8.3.4.	Aqua-Plast	204
9.	Arbeitsschutz- und Sicherheitstechnik	204
9.1.	Regeln für das Arbeiten an Ölbädern	205
9.2.	Regeln für den Umgang mit zyanidhaltigen Wärme- behandlungssalzen	206
9.3.	Regeln für die Anwendung von Schutz- und Reaktionsgasen	208

		Seite
10.	Richtlinien für die Wärmebehandlung der häufigsten Stahlmarken	210
10.1.	Allgemeine Baustähle	210
10.2.	Einsatzstähle	211
10.3.	Vergütungsstähle	212
10.4.	Nitrierstähle	213
10.5.	Automatenstähle	213
10.6.	Federstähle	214
10.7.	Stähle für Induktions- und Flammenhärtung	215
10.8.	Unlegierte Werkzeugstähle	216
10.9.	Legierte Kaltarbeitsstähle	217
10.10.	Warmarbeitsstähle	219
10.11.	Schnellarbeitsstähle	221
10.12.	Hitze- und zunderbeständige Stähle	222
10.13.	Rost- und säurebeständige Stähle für allgemeine Verwendung und für Sonderzwecke	223
11.	Kontrollfragen und Übungen	225
	Quellenverzeichnis	228
	Sachwörterverzeichnis	229