

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	V
<b>Einleitung</b> .....	VII
<b>1. Thermodynamische Abläufe bei Wärmebehandlungen</b> .....	1
<b>2. Verknüpfung thermodynamischer und metallurgischer Vorgänge</b> .....	7
<b>3. Thermodynamische Vorgänge, Temperaturverteilungen bei Wärmebehandlungen</b> .....	17
3.1 Temperaturverteilungen in den Werkstücken .....	18
3.2 Stationäre Wärmeleitungen .....	24
3.3 Instationäre Wärmebehandlungsvorgänge .....	25
3.4 Berechnung der Temperaturverteilungen bei instationären Wärmebehandlungen .....	26
3.5 Ermittlung instationärer Temperaturverteilungen in Werkstücken .....	27
3.5.1 Grafisches Differenzenverfahren als Näherungslösung der Fourierdifferentialgleichungen nach Schmidt .....	27
3.5.2 Ermittlung der instationären Temperaturverteilungen mit vorberechneten Termen der Fourierdifferentialgleichungen .....	31
<b>4. Aufheizvorgänge auf Wärmebehandlungstemperaturen</b> .....	37
4.1 Arten der Wärmeenergiezufuhr bei Aufheizvorgängen .....	38
4.2 Erwärmungsvorgänge in Ofenanlagen mit Heißgasatmosphären .....	39
4.3 Aufheizprozesse in Ofenanlagen ohne und mit Wärmebehandlungsgut .....	48
4.4 Genauigkeit der Temperaturverteilungen in Ofenräumen .....	55
4.5 Einfluss der Heizleistung einer Ofenanlage .....	58
4.6 Art und Anordnung der Wärmebehandlungschargen und -bauteile in Ofenräumen .....	58
4.7 Gesichtspunkte zur Erwärmungszeitdauer .....	61
4.8 Wärmebehandlungen von Bauteilwerkstücken als Schüttgut .....	64
4.9 Erwärmungsvorgänge durch Strahlung im Vakuum und auch mit zusätzlicher Konvektion in Atmosphärenöfen .....	71
4.10 Erwärmungsvorgänge durch Kontakt mit heißen Partnern sowie mit flüssigen, heißen Medien .....	76
4.11 Erwärmungsvorgänge durch Induktionsströme .....	79
4.11.1 Randschichthärteverfahren .....	83
4.11.2 Induktive, durchgreifende Erwärmungen zur Warmumformung von Rohlingen .....	86

<b>5.</b>	<b>Abkühlungsvorgänge</b> .....	93
5.1	Abkühlungsvorgänge von Austenittemperaturen ohne Bildung von Zwangsgefügen .....	94
5.1.1	Langsame Abkühlungen umwandlungsfähiger Stahlsorten aus Austenittemperaturen zur Einstellung ferritisch-perlitischer Gefüge, Gefügestände möglichst nahe den metallurgischen Gleichgewichten .....	94
5.1.2	Schnelle Abkühlungen von Austenittemperaturen zur Aufrechterhaltung homogener Lösungszustände austenitischer Stahlsorten .....	95
5.2	Schnelle Abkühlvorgänge von Austenittemperaturen zur Bildung von Zwangsgefügen .....	95
5.2.1	Abschreckwärmebehandlungen härterer Stahlsorten .....	95
5.2.2	Abkühlverhalten von Kühlmedien bzw. Abschreckmedien .....	100
5.2.3	Einfluss von Oberflächenzuständen .....	110
5.2.4	Eigenschaften von Abkühlmedien, Abkühlverhalten .....	114
5.3	Schnelle Abkühlvorgänge zur Einstellung erwünschter Eigenschaften .....	123
5.3.1	Härten von Stahl .....	123
5.3.2	Anlassen gehärteter Stähle .....	144
5.3.3	Isotherme Umwandlungen .....	147
5.4	Abkühlungs- und Abschreckeinrichtungen – Einfluss auf Abkühlvorgänge .....	157
5.4.1	Abkühlungsmöglichkeiten .....	157
5.4.2	Abkühlungs- und Abschreckeinrichtungen .....	158
5.4.2.1	Normale, offene Abschreckbäder (Wasser, Polymer, Öl) .....	158
5.4.2.2	Abschreckbäder integriert in Mehrzweck-Kammerofenanlagen .....	162
5.4.2.3	Gasabschreckung in Vakuumofenanlagen .....	165
5.4.2.4	Hochdruckgasabschreckkammern .....	167
5.4.2.5	Gasjet-Abschreckeinrichtungen durch Düsen .....	171
5.4.2.6	Sprühwasserabschreckeinrichtungen .....	171
5.4.2.7	Salzwarmbäder .....	174
5.5	Einfluss von Chargenzusammenstellungen und Chargierungen .....	177
5.6	Einfluss von Schüttgutchargierungen .....	179
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	189