

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort zur 8. Auflage

<b>1</b>	<b>Entwicklung der Eisen- und Stahlerzeugung und der Schweißtechnik</b> .....	<b>1</b>
1.1	Entwicklung der Eisen- und Stahlerzeugung .....	1
1.2	Entwicklung der Schweißtechnik .....	6
<b>2</b>	<b>Zustandsschaubild Eisen – Kohlenstoff</b> .....	<b>7</b>
2.1	Allgemeine Betrachtung .....	7
2.2	Kristallarten des reinen Eisens und der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen .....	7
2.3	Einfluß des Kohlenstoffs auf die Schmelz- und Erstarrungsvorgänge .....	11
2.3.1	Legierung mit 1% Kohlenstoff .....	13
2.3.2	Legierung mit 2,5% Kohlenstoff .....	13
2.3.3	Legierung mit 4,3% Kohlenstoff .....	14
2.3.4	Legierung mit 6% Kohlenstoff .....	14
2.4	Einfluß des Kohlenstoffs auf die Umwandlungsvorgänge .....	14
2.4.1	Legierung mit 0,2% Kohlenstoff .....	15
2.4.2	Legierung mit 0,5% Kohlenstoff .....	15
2.4.3	Legierung mit 0,8% Kohlenstoff .....	16
2.4.4	Überperlische Legierungen .....	17
2.4.5	Legierungen mit mehr als 2,06% Kohlenstoff .....	18
2.4.6	Umwandlungsvorgänge beim Erwärmen .....	18
2.4.7	Gefüge der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen .....	18
2.5	Einfluß beschleunigter Abkühlung .....	20
2.6	Umwandlungen bei gleichbleibender Temperatur .....	22
2.6.1	Umwandlungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur .....	22
2.6.2	Erforderliche Zeit für den Umwandlungsvorgang (isothermes ZTU-Schaubild) .....	24
2.6.3	Umwandlungsvorgänge bei kontinuierlicher Abkühlung (kontinuierliches ZTU-Schaubild) .....	25
<b>3</b>	<b>Schweißvorgang</b> .....	<b>29</b>
3.1	Grundlagen .....	29
3.2	Entstehen der Schweißverbindung .....	30
3.2.1	Entstehen der Schweißnaht .....	30
3.2.2	Entstehen der Wärmeeinflußzone und der Anlaßzone .....	30
<b>4</b>	<b>Schweißbarkeit</b> .....	<b>33</b>
4.1	Allgemeines .....	33
4.2	Schweißbeignung .....	33

4.3	Einflüsse auf die Verformungsfähigkeit der Stähle .....	34
4.3.1	Art des Stahles .....	34
	Gefüge in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung .....	34
	Gefüge in Abhängigkeit von der Abkühlzeit .....	34
	Erzeugungsverfahren .....	35
	Vergießungsart .....	35
4.3.2	Temperatur .....	36
4.3.3	Korngröße und Spannungszustand .....	36
4.3.4	Feinstausscheidungen in den Kristallen .....	37
4.3.5	Belastungsgeschwindigkeit .....	37
<b>5</b>	<b>Grundlagen zur Wärmebehandlung der Stähle .....</b>	<b>38</b>
5.1	Allgemeines .....	38
5.2	Hauptsächliche Arten der Wärmebehandlung .....	38
5.2.1	Glühverfahren .....	39
	Diffusionsglühen .....	39
	Normalglühen .....	39
	Grobkornglühen .....	40
	Weichglühen .....	40
	Rekristallisation und Rekristallisationsglühen .....	40
	Spannungsarmglühen .....	43
	Entspannen .....	43
	Wasserstoffarmglühen oder „Nachwärmen“ .....	43
	Tempern .....	44
	Lösungs- oder Abschreckglühen .....	44
5.2.2	Härten .....	44
	Abschreckhärten .....	44
	Oberflächenhärten .....	45
5.2.3	Vergüten .....	46
5.3	Wärmebehandlung vor, während und nach dem Schweißen .....	46
5.3.1	Wärmebehandlung vor dem Schweißen .....	47
5.3.2	Wärmebehandlung während des Schweißens .....	47
5.3.3	Wärmebehandlung nach dem Schweißen .....	47
<b>6</b>	<b>Einteilung der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen (Begriffsbestimmungen und Bezeichnungssysteme) .....</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>Baustähle .....</b>	<b>53</b>
7.1	Einteilung der Baustähle .....	53
7.2	Unlegierte Baustähle .....	53
7.2.1	DIN EN 10025 „Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen“ .....	53
7.2.2	Flacherzeugnisse nach DIN EN 10130 „Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen“ .....	56
7.2.3	DIN EN 10028 Teil 2 „Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Unlegierte und legierte warmfeste Stähle“ .....	56
7.2.4	DIN EN 10028 Teil 3 „Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht“ .....	56

7.2.5	DIN EN 10113 Teil 2 „Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen; Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte Stähle“ und DIN EN 10113 Teil 3 „Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen; Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte Stähle“ .....	57
7.2.6	Rohre aus unlegierten Stählen .....	57
7.2.6.1	Entwurf DIN EN 10208 Teil 1 „Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien – Technische Lieferbedingungen; Rohre der Anforderungsklasse A“ und Entwurf DIN EN 10208 Teil 2 „Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien – Technische Lieferbedingungen; Rohre der Anforderungsklasse B“ .....	57
7.2.7	DIN 17 210 „Einsatzstähle – Technische Lieferbedingungen“ .....	62
7.2.8	DIN EN 10083 Teil 1 „Vergütungsstähle – Technische Lieferbedingungen für Edelstähle“ und DIN EN 10083 Teil 2 „Vergütungsstähle – Technische Lieferbedingungen für Qualitätsstähle“ .....	62
7.2.9	DIN 1681 „Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke“ .....	63
7.2.10	Sonstige Vorschriften und technische Lieferbedingungen .....	64
7.3	Legierte Baustähle .....	64
7.3.1	Allgemeine Betrachtungen .....	64
7.3.2	Wirkung der Legierungselemente und Eisenbegleiter .....	64
7.3.3	Wirkung einzelner Legierungselemente und Eisenbegleiter .....	67
	Legierungselemente .....	67
	– Kohlenstoff .....	67
	– Mangan .....	68
	– Silizium .....	69
	– Aluminium .....	69
	– Nickel .....	70
	– Chrom .....	70
	– Molybdän .....	71
	– Vanadium .....	72
	– Wolfram .....	72
	– Kupfer .....	72
	– Bor .....	73
	– Kobalt .....	73
	– Tantal/Niob .....	73
	– Titan .....	73
	– Zirkon, Tellur und Calcium .....	74
	Eisenbegleiter .....	74
	– Phosphor .....	74
	– Schwefel .....	74
	– Sauerstoff .....	74
	– Stickstoff .....	75
	– Wasserstoff .....	75
	– Antimon .....	76
	– Arsen .....	76
	– Kupfer .....	76
	– Zinn .....	76
7.3.4	Legierte Einsatzstähle nach DIN 17 210 .....	76
7.3.5	Legierte Vergütungsstähle nach DIN EN 10083 Teil 1 .....	76
7.3.6	Feinkornbaustähle – Allgemeine Betrachtungen .....	76
7.3.7	Arten von Feinkornbaustählen .....	78
7.3.8	Schweißen der Feinkornbaustähle .....	84

<b>8</b>	<b>Warmfeste und druckwasserstoffbeständige Stähle</b> .....	<b>87</b>
8.1	Allgemeines .....	87
8.2	Aufbau der warmfesten Stähle .....	90
8.2.1	Allgemeines .....	90
8.2.2	Stähle für eine Temperatur bis 520°C .....	90
8.2.3	Warmfeste 9- bis 12%-Chromstähle .....	91
8.2.4	Hochwarmfeste austenitische Stähle .....	95
8.2.5	Warmfester Stahlguß .....	95
8.2.6	Druckwasserstoffbeständige Stähle .....	95
8.3	Schweißen und Wärmebehandeln der warmfesten und druckwasserstoffbeständigen Stähle .....	97
8.4	Langzeitversprödung der CrMo-legierten, warmfesten und druckwasserstoffbeständigen Stähle .....	101
<b>9</b>	<b>Chemisch beständige Stähle</b> .....	<b>103</b>
9.1	Bedeutende Gruppen chemisch beständiger Stähle .....	103
9.2	Arten der Korrosion .....	105
9.3	Physikalische Eigenschaften .....	110
9.4	Versprödung .....	110
9.5	Chemische Zusammensetzung von nichtrostenden sowie hitzebeständigen Stählen .....	111
9.6	Schweißen der chemisch beständigen Stähle .....	116
9.7	Schweißen an plattierten Blechen .....	121
9.8	Schweißen von Schwarz-Weiß-Verbindungen .....	122
<b>10</b>	<b>Sonderstähle</b> .....	<b>125</b>
10.1	Kaltzähe Stähle .....	125
10.2	Wetterfester Baustahl .....	126
10.3	Stähle für den Bau von Kernkraftwerken .....	128
10.3.1	Eigenschaften der Stähle und Stahlsorten .....	128
10.3.2	Schweißen der Stähle für den Bau von Kernkraftwerken .....	130
<b>11</b>	<b>Gußeisen</b> .....	<b>131</b>
11.1	Gußeisensorten und deren Eigenschaften .....	131
11.2	Schweißen und Wärmebehandeln von Gußeisen .....	132
	<b>Schrifttum</b> .....	<b>134</b>