

Hans Berns

Stahlkunde für Ingenieure

Gefüge, Eigenschaften, Anwendungen

Mit 139 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo
Hong Kong Barcelona Budapest

Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung	1
1	Gefügeaufbau	5
1.1	Gleichgewichtsnahe Gefügebestandteile	8
1.1.1	Kristallaufbau	8
1.1.2	Verbleib von Legierungs- und Begleitelementen	11
1.1.3	Zustandsschaubilder	14
1.1.4	Morphologie der gleichgewichtsnahen Gefügebausteine	17
1.2	Gleichgewichtsferne Gefügebestandteile	19
1.2.1	Rasche Erwärmung	19
1.2.2	Rasche Abkühlung	20
1.2.3	Morphologie der gleichgewichtsfernen Gefügebausteine	21
1.2.4	Einfluß der Unterkühlung	24
1.2.5	Wiedererwärmung von Abschreckgefügen	27
1.3	Gefüge- und Stahlarten	30
1.4	Gefügeeinstellung	32
1.4.1	Erstarrung	32
1.4.2	Umformung	34
1.4.3	Weiterverarbeitung	35
2	Wärmebehandlung	37
2.1	Gleichmäßige Eigenschaften	37
2.1.1	Wasserstoffarmglühen	37
2.1.2	Spannungsarmglühen	38
2.1.3	Weichglühen	39

2.1.4	Normalglühen	41
2.1.5	Lösungsglühen	42
2.1.6	Diffusionsglühen	42
2.1.7	Härten	43
2.1.8	Anlassen	47
2.1.9	Vergüten	48
2.2	Besondere Randschichteigenschaften	49
2.2.1	Randschichthärtten	50
2.2.2	Randschichtumschmelzen	51
2.2.3	Einsatzhärtten	52
2.2.4	Nitrieren	55
2.2.5	Andere thermochemische Verfahren	56
2.3	Nebenwirkungen	57
2.3.1	Thermische Nebenwirkungen	57
2.3.2	Thermochemische Nebenwirkungen	58
3	Eigenschaften	61
3.1	Mechanische Eigenschaften	61
3.1.1	Beanspruchung	61
3.1.2	Verformung und Bruch	64
3.1.3	Festigkeitseigenschaften	71
3.2	Tribologische Eigenschaften	76
3.2.1	Reibung	77
3.2.2	Verschleiß	79
3.3	Chemische Eigenschaften	82
3.3.1	Naßkorrosion	83
3.3.2	Hochtemperaturkorrosion	88
3.4	Besondere physikalische Eigenschaften	91
3.4.1	Magnetische Eigenschaften	91
3.4.2	Wärmeausdehnung	93
3.4.3	Leitfähigkeit	93
4	Baustähle – nicht zur Wärmebehandlung bestimmt	95
4.1	Unlegierte Baustähle	95
4.1.1	Eigenschaften	95
4.1.2	Anwendungen	103
4.2	Legierte Baustähle	108
4.2.1	Eigenschaften der Feinkornstähle	109

4.2.2	Anwendung der Feinkornstähle	115
4.2.3	Ausscheidungshärtende ferritisch–perlitisches (AFP) Stähle	118
4.2.4	Perlitische Walzstähle	119
5	Baustähle – zur Wärmebehandlung bestimmt	120
5.1	Vergütungsstähle	121
5.1.1	Eigenschaften	121
5.1.2	Anwendungen	124
5.2	Höchstfeste Stähle	130
5.2.1	Eigenschaften	131
5.2.2	Anwendungen	133
5.3	Stähle für die Randschichthärtung	134
5.3.1	Eigenschaften	134
5.3.2	Anwendungen	135
5.4	Nitrierstähle	136
5.4.1	Eigenschaften	136
5.4.2	Anwendungen	137
5.5	Einsatzstähle	139
5.5.1	Eigenschaften	139
5.5.2	Anwendungen	141
5.6	Wälzlagerstähle	142
5.6.1	Eigenschaften	142
5.6.2	Anwendungen	144
6	Werkzeugstähle	146
6.1	Kaltarbeitsstähle	147
6.1.1	Eigenschaften	149
6.1.2	Anwendungen	154
6.2	Warmarbeitsstähle	158
6.2.1	Eigenschaften	159
6.2.2	Anwendungen	161
6.3	Schnellarbeitsstähle	163
6.3.1	Eigenschaften	163
6.3.2	Anwendungen	166
6.4	Verschleißbeständige Stähle	168

X		
7	Chemisch beständige Stähle	172
7.1	Nichtrostende Stähle	178
7.1.1	Eigenschaften	178
7.1.2	Anwendungen	188
7.2	Hitzebeständige Stähle	193
7.2.1	Eigenschaften	193
7.2.2	Anwendungen	195
8	Warmfeste Stähle	198
8.1	Eigenschaften	202
8.2	Anwendungen	209
8.2.1	Dampfkraftwerk	209
8.2.2	Gasturbine	211
8.2.3	Lebensdauerabschätzung	212
8.2.4	Petrochemie	213
8.2.5	Ventile	214
9	Funktionswerkstoffe	216
9.1	Weichmagnetische Werkstoffe	216
9.2	Hartmagnetische Werkstoffe	220
9.3	Nichtmagnetisierbare Stähle	221
9.4	Werkstoffe mit besonderer Wärmeausdehnung und Steifigkeit	222
9.5	Werkstoffe mit Formgedächtnis	224
9.6	Heizleiterlegierungen	226
10	Stahlerzeugung	228
10.1	Schmelzen	229
10.1.1	Schmelzen von Roheisen	229
10.1.2	Schmelzen von Stahl	231
10.1.3	Nachbehandeln von Stahlschmelzen	233
10.1.4	Begleitelemente	235
10.2	Urformen	237
10.2.1	Strangguß	237
10.2.2	Blockguß	239

10.2.3	Formguß	240
10.2.4	Pulvermetallurgie	241
10.2.5	Sonderverfahren	242
10.3	Umformen	243
10.3.1	Warmwalzen	243
10.3.2	Kaltwalzen	246
10.3.3	Schmieden	247
Schrifttum		250
Zeichen und Abkürzungen		253
Werkstoffnummern		256
Sachverzeichnis		260