

Jürgen Ruge

Technologie der Werkstoffe

für Studenten des Maschinenbaus
und der Verfahrenstechnik ab 1. Semester

Mit 272 Bildern und 56 Tabellen

5., verbesserte Auflage



Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig/Wiesbaden



Inhaltsverzeichnis

1 Der Begriff „Werkstofftechnologie“	1
2 Einführung in die Werkstoffkunde	1
2.1 Kristallisationsformen	1
2.2 Entstehung von Kristallen	3
2.3 Bindekräfte	4
2.4 Platzwechsel, Leerstellen, Diffusion	5
2.5 Legierungen	6
2.5.1 Zustandsschaubilder für Zweistofflegierungen	9
2.5.2 Zustandsschaubilder für Dreistoffsysteme	20
3 Das Eisen-Kohlenstoff-Schaubild	25
3.1 Erstarrungs- und Umwandlungsvorgänge bei Stahl	26
3.2 Erstarrungs- und Umwandlungsvorgänge bei weißem Gußeisen	27
3.3 Erstarrungs- und Umwandlungsvorgänge bei grauem Gußeisen	28
4 Gefüge und Wärmebehandlung von Stahl	30
4.1 Gefüge	30
4.2 Wärmebehandlung	31
4.3 Kennzeichnung der Werkstoffe	39
5 Im Maschinenbau übliche Stähle	46
5.1 Unlegierte Baustähle	46
5.2 Legierte Stähle	48
5.3 Stahlguß	55
6 Gefüge, Wärmebehandlung und Eigenschaften von Gußeisen	56
6.1 Gußeisen mit Lamellengraphit	56
6.2 Temperguß	57
6.3 Gußeisen mit Kugelgraphit	58

7 Herstellung von Eisen und Stahl	62
7.1 Erzeugung von Roheisen	62
7.1.1 Eisenerz	62
7.1.2 Koks	64
7.1.3 Zuschläge	65
7.1.4 Hochofen	66
7.1.5 Erzeugnisse des Hochofens	71
7.1.6 Entwicklungstendenzen im Hochofenbau	74
7.1.7 Andere Verfahren zur Erzreduktion und Herstellung von Roheisen	74
7.2 Stahlherstellung	76
7.2.1 Chemische Vorgänge beim Frischen	76
7.2.2 Frischverfahren	76
7.2.3 Vergießen von Stahl	81
7.3 Sekundärmetallurgie	86
7.3.1 Pfannenmetallurgie	86
7.3.2 Vakuummetallurgie	86
7.3.3 Umschmelzverfahren	87
7.3.4 Sonderverfahren zur Herstellung hochlegierter Stähle	88
7.4 Energierückgewinnung und Umweltschutz	89
8 Im Maschinenbau übliche Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	90
8.1 NE-Leichtmetalle	90
8.2 NE-Schwermetalle	91
8.3 Hartmetalle	93
9 Nichtmetallische Werkstoffe	94
9.1 Reine und abgewandelte Naturstoffe	94
9.1.1 Keramik	94
9.2 Synthetische Kunststoffe – Plaste	95
9.2.1 Kunststoffherstellung	95
9.2.2 Der innere Aufbau der Kunststoffe	98
9.2.3 Eigenschaften der Kunststoffe	102
9.2.4 Die wichtigsten Kunststoffe und ihre Anwendung	108
9.2.5 Weichmacher, Gleitmittel, Füllstoffe, Antistatika	122
9.2.6 Schaumstoffe	123
9.2.7 Faserverstärkte Kunststoffe	123
9.2.8 Metallisieren von Kunststoffen	126
10 Werkstoffprüfung	127
10.1 Prüfverfahren ohne Zerstörung des Werkstückes	127
10.2 Prüfverfahren mit Zerstörung des Werkstückes	127
10.2.1 Prüfung der physikalischen Eigenschaften	127
10.2.2 Prüfung der mechanisch-technologischen Eigenschaften	127

10.2.2.1 Der Zugversuch	127
10.2.2.2 Der Druckversuch	134
10.2.2.3 Der Biegeversuch	136
10.2.2.4 Die Härteprüfung	137
10.2.2.5 Der Kerbschlagbiegeversuch	140
10.2.2.6 Der Dauerschwingversuch	142
10.2.2.7 Der Zeitstandfestigkeitsversuch	151
11 Verarbeitung metallischer Werkstoffe	154
11.1 Warmformgebung	154
11.1.1 Werkstoffverhalten beim Umformen	154
11.1.2 Verfahren zur Warmformgebung	157
11.1.2.1 Schmieden	157
11.1.2.2 Warmwalzen	166
11.1.2.3 Herstellung von nahtlosen Rohren	172
11.1.2.4 Herstellung von geschweißten Rohren	174
11.1.2.5 Strangpressen	175
11.2 Kaltformgebung	177
11.2.1 Biegeumformen	177
11.2.2 Tiefziehen	180
11.2.3 Streckziehen	181
11.2.4 Drücken	181
11.2.5 Draht-, Stangen- und Rohrziehen	182
11.2.6 Fließpressen	184
11.2.7 Kaltwalzen	185
11.2.8 Hochgeschwindigkeitsumformen (Hochenergieumformen)	186
11.3 Gießereitechnik	187
11.3.1 Werkstofffragen	187
11.3.1.1 Gußeisen	188
11.3.1.2 NE-Metalle	190
11.3.2 Das Modell	190
11.3.3 Die Form	190
11.3.4 Nachbehandlung	198
11.3.5 Regeln für den Konstrukteur und Gießerei-Ingenieur	199
11.3.5.1 Stoffgerechter Entwurf	199
11.3.5.2 Gießgerechter Entwurf	201
11.3.5.3 Formgerechter Entwurf	205
11.4 Herstellung von Überzügen auf Stahl	207
11.5 Pulvermetallurgie	209
11.6 Schweißen, Löten und Kleben von Metallen	211
11.6.1 Schweißen von Metallen	211
11.6.2 Löten von Metallen	215
11.6.3 Kleben von Metallen	215

12 Verarbeitung der Kunststoffe	216
12.1 Umformen	216
12.2 Spanen	221
12.3 Schweißen und Kleben von Kunststoffen	221
12.3.1 Schweißen von Kunststoffen	221
12.3.2 Kleben von Kunststoffen	222
Literatur	223
Sachwortverzeichnis	225