

EINFÜHRUNG IN DIE WERKSTOFFKUNDE

VON

HEIN-PETER STÜWE

O. PROF. AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT
BRAUNSCHWEIG



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM/WIEN/ZÜRICH

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung

1. Aufbau der Werkstoffe.

1.1 Holz als Beispiel für einen natürlichen Werkstoff	11
1.2 Kristalle	12
1.2.1 Elementarzellen	12
1.2.2 Kugelpackungen	14
1.2.3 Mischkristalle	18
1.2.4 Punktfehler	20
1.3 Der Vielkristall	20
1.3.1 Korn und Korngröße	20
1.3.2 Texturen	22
1.3.3 Inhomogene Werkstoffe	26
1.4 Steine und Erden	27
1.4.1 Glas	27
1.4.2 Keramik	28
1.4.3 Beton	30
1.5 Kunststoffe	31
1.5.1 Duroplaste	31
1.5.2 Thermoplaste	33
1.5.3 Einzelne Begriffe	34
1.5.4 Elaste	37
1.6 Verbundwerkstoffe	38
Anhang: Experimentelle Methoden der Werkstoffkunde .	40
A. Metallograne	41
B. Röntgenfeinstrukturuntersuchungen	42
C. Das Elektronenmikroskop	44

2. Zustandsdiagramme

2.1 Darstellung von Zustandssehaubildern	46
2.2 Ein System mit ununterbrochener Mischkristallreihe (Cu-Ni)	49
2.3 Ein System mit eutektischer Reaktion (Pb-Sn)	50
2.4 Ein System mit peritektischer Reaktion (Ag-Pt)	53

2.5	Ein System mit Mischungslücke in der Schmelze (Pb—Cu)	54
2.6	Kompliziertere Zustandsdiagramme	56
2.7	Dreistoffsysteme	57
2.8	Das Eisenkohlenstoffdiagramm	62
Anhang: Normung der Eisenwerkstoffe		66
	Benennung nach Eigenschaften	66
	Benennung nach chemischer Zusammensetzung	66
	Benennung von Gußwerkstoffen	67
	Kennzeichnung zusätzlicher Merkmale	68
	Einteilung nach Werkstoffnummern (DIN 17007)	68
3.	<i>Diffusion</i>	
3.1	Das erste Ficksche Gesetz	70
3.2	Der Diffusionskoeffizient	71
3.3	Das zweite Ficksche Gesetz	73
3.4	Besonderheiten der Diffusion	76
Anhang: Sintern		77
4.	<i>Kinetik der Phasenänderungen</i>	
4.1	Erstarren aus der Schmelze	79
	4.1.1 Keimbildung beim Erstarren	79
	4.1.2 Lunken	80
	4.1.3 Blockseigerung	82
	4.1.4 Kornseigerung	83
4.2	Bildung von Ausscheidungen	86
	4.2.1 Warmaushärtung	87
	4.2.2 Kaltaushärtung	88
4.3	Umwandlung der Stähle	89
	4.3.1 Der Perlitfall im isothermen ZTU-Schaubild	89
	4.3.2 Martensit	91
	4.3.3 Zwischenstufengefüge	92
	4.3.4 Kontinuierliches ZTU-Schaubild	93
Anhang: Härten und Vergüten		95
5.	<i>Plastische Verformung</i>	
5.1	Phänomene	97
	5.1.1 Der Zugversuch	97
	5.1.2 Härtmessung	100
	5.1.3 Geschwindigkeitsabhängigkeit der Fließspannung	101
	5.1.4 Kriechen und Spannungsrelaxation	102
	5.1.5 Eigenspannungen	104

5.2	Kristallographie der Gleitung . . . . .	.106
5.3	Verformung eines Vielkristalls. . . . .	.108
5.4	Versetzungen . . . . .	.109
6.5	Versetzungsdichte und Fließspannung. . . . .	.111
	Anhang: Die ausgeprägte Streckgrenze. . . . .	.113
6.	<i>Erholung und Rekrystallisation</i>	
6.1	Definitionen. . . . .	.117
6.2	Das Rekrystallisationsdiagramm . . . . .	.119
6.3	Spätstadien der Rekrystallisation. . . . .	.121
6.4	Erholung . . . . .	.122
6.5	Warm- und Kaltverformung. . . . .	.125
	Anhang: Verformungs- und Glüh textures. . . . .	.126
7.	<i>Zerstörung von Werkstoffen</i>	
7.1	Bruch bei einsinniger Belastung. . . . .	.131
	7.1.1 Verformungsbruch. . . . .	.131
	7.1.2 Sprödbbruch und Mischbruch. . . . .	.133
7.2	Dauerbruch. . . . .	.136
	7.2.1 Erscheinungsbild des Dauerbruchs. . . . .	.136
	7.2.2 Der Dauerschwingversuch. . . . .	.138
7.3	Reibung und Verschleiß . . . . .	.141
7.4	Korrosion. . . . .	.144
	7.4.1 Das galvanische Element. . . . .	.144
	7.4.2 Die Wirkung äußerer Spannungen. . . . .	.146
	7.4.3 Passivität. . . . .	.148
	7.4.4 Belüftungselemente. . . . .	.149
	7.4.5 Sonstige Korrosionsformen. . . . .	.150
	7.4.6 Anstriche und Überzüge. . . . .	.151
	Anhang: Zur Auswahl von Werkstoffen. . . . .	.152
	1. Werkstoffe auf Eisenbasis. . . . .	.154
	1.1 Baustähle. . . . .	.154
	1.1.1 Die allgemeinen Baustähle. . . . .	.154
	1.1.2 Kesselbleche. . . . .	.154
	1.1.3 Feinbleche. . . . .	.155
	1.1.4 Einsatzstähle. . . . .	.155
	1.1.5 Vergütungsstähle. . . . .	.156
	1.1.6 Feinkornstähle. . . . .	.157
	1.1.7 Schraubenstähle. . . . .	.157
	1.1.8 Automatenstähle. . . . .	.158

1.2	Federstähle. . . . .	.158
1.3	Werkzeugstähle. . . . .	.158
1.3.1	Unlegierte Stähle für Werkzeuge. . . . .	.159
1.3.2	Legierte Kaltarbeitsstähle. . . . .	.159
1.3.3	Legierte Warmarbeitsstähle. . . . .	.160
1.3.4	Schnellarbeitsstähle. . . . .	.161
1.3.5	Walzlagerstähle. . . . .	.161
1.4	Nichtrostende Stähle. . . . .	.161
1.4.1	Die rostfreien ferritischen Stähle. . . . .	.161
1.4.2	Die rostfreien austenitischen Stähle . . . . .	.162
1.5	Hitzebeständige Stähle. . . . .	.163
1.6	Gegossene Eisenwerkstoffe. . . . .	.163
1.6.1	Stahlguß. . . . .	.163
1.6.2	Gußeisen. . . . .	.164
1.6.3	Hartguß. . . . .	.165
1.6.4	Temperguß. . . . .	.166
2.	Nichteisenmetalle. . . . .	.166
2.1	Aluminium und seine Legierungen. . . . .	.166
2.1.1	Aluminium. . . . .	.166
2.1.2	Aushärtbare Aluminiumlegierungen . . . . .	.167
2.1.3	Homogene Legierungen. . . . .	.169
2.1.4	Aluminium-Gußlegierungen. . . . .	.169
2.2	Kupfer und seine Legierungen. . . . .	.170
2.2.1	Kupfer. . . . .	.170
2.2.2	Niedriglegierte Kupfer-Knetlegierungen . . . . .	.171
2.2.3	Messinge. . . . .	.171
2.2.4	Bronzen. . . . .	.172
2.3	Nickel und Nickellegierungen. . . . .	.175
2.4	Zink und Zinklegierungen. . . . .	.175
2.5	Blei, Zinn und ihre Legierungen. . . . .	.176
2.6	Magnesiumlegierungen. . . . .	.177
2.7	Hartmetalle. . . . .	.177
2.8	Heizleiterlegierungen. . . . .	.179
	Sachregister. . . . .	.180