

Wolfgang Weißbach
Uwe Bleyer
Manfred Bosse

Aufgabensammlung Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung

Herausgegeben von Wolfgang Weißbach

3., überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 63 Bildern



Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig/Wiesbaden

Inhaltsverzeichnis

Die grau unterlegten Teile des Lehrbuchinhalts
sind das Inhaltsverzeichnis der Aufgabensammlung

	Fragen	Antworten
1 Grundlegende Begriffe und Zusammenhänge	1	73
1.1 Gegenstand und Bedeutung der Werkstoffkunde	1	73
1.1.1 Rohstoffe und Werkstoffe		
1.1.2 Stellung und Bedeutung der Werkstoffkunde in der Technik		
1.2 Auswahlprinzipien für Werkstoffe	1	73
1.2.1 Anforderungsprofil		
1.2.2 Eigenschaftsprofil		
1.3 Wie lassen sich die unterschiedlichen Eigenschaften der Stoffe erklären ?	2	74
1.3.1 Was bedeutet „Struktur“ der Werkstoffe ?		
1.3.2 Unterteilung der Struktur und Einflußmöglichkeiten		
1.3.3 Atombau (Atommodell nach Bohr)		
1.3.4 Kristallgitter und Bindungsart		
1.3.5 Einflußnahme auf das Kristallgitter		
1.3.6 Gefüge und Änderungsmöglichkeiten		
1.4 Entwicklungsrichtungen der Werkstofftechnik		
1.4.1 Möglichkeiten der Materialeinsparung		
1.4.2 Möglichkeiten der Energieeinsparung und besserer Nutzung		
2 Metalle und Legierungen	3	76
2.1 Grundlagen und Reinelemente	3	76
2.1.1 Einteilung und Häufigkeit	3	76
2.1.2 Aufbau des Metallgitters	3	76
2.1.3 Metalleigenschaften	4	77
2.1.4 Kristallgittertypen der Metalle	4	77
2.1.5 Kristallfehler	5	78
2.1.6 Entstehung des Gefüges	6	79
2.1.7 Ausnutzung der Kristallisationswärme zur thermischen Analyse	6	79
2.2 Die Auswirkungen der Kristallstruktur auf die mechanischen Eigenschaften	7	80
2.2.1 Anisotropie	7	80
2.2.2 Textur	7	80
2.2.3 Verformung bei Raumtemperatur	7	80
2.2.4 Plastische Verformung im Realkristall	7	81
2.2.5 Kaltverfestigung	8	82
2.2.6 Rekristallisation	9	83
2.2.7 Kornvergrößerung (Kornwachstum, Grobkornbildung)	10	83

	Fragen	Antworten
2.3 Legierungen (Zweistofflegierungen)	10	84
2.3.1 Begriffe und Phasenregel	10	84
2.3.2 Entstehung eines Zustandsschaubildes (Zweistofflegierungen)	12	85
2.3.3 Zustandsschaubild Grundtyp I (System Kristallgemisch)	00	85
2.3.4 Das Lesen von Zustandsschaubildern	12	86
2.3.5 Allgemeine Eigenschaften der Legierungen vom Grundtyp I	13	87
2.3.6 Zustandsschaubild Grundtyp II (System Mischkristalle)	14	87
2.3.7 Allgemeine Eigenschaften der Mischkristalle ..	14	89
2.3.8 Vergleich der beiden Grundtypen I und II		
2.3.9 Weitere Kristallarten in Legierungen	15	89
2.3.10 Diffusion in Metallen	16	90
3 Die Legierung Eisen-Kohlenstoff	17	91
3.1 Abkühlungskurve und Kristallarten des Reineisens ...	17	91
3.2 Erstarrungsformen	18	93
3.3 Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm (EKD)	20	94
3.3.1 Erstarrungsvorgänge	20	94
3.3.2 Die Umwandlungen im festen Zustand	21	94
3.4 Stahleigenschaften und Einfluß von Kohlenstoff und Eisenbegleitern	23	97
3.4.1 Wirkung des Kohlenstoffs	23	97
3.4.2 Die Wirkung der Eisenbegleiter auf Gefüge und Eigenschaften der Stähle	25	99
4 Stahlerzeugung	27	101
4.1 Allgemeines zur Eisenerzeugung	27	101
4.2 Chemische Begriffe zur Roheisen- und Stahlgewinnung		
4.3 Roheisengewinnung im Hochofen		
4.4 Direktreduktion von Eisenerzen		
4.4.1 Eisenschwamm-Erzeugung		
4.4.2 Schmelzreduktionsverfahren		
4.5 Stahlerschmelzung	27	101
4.6 Das Vergießen des Stahles		
4.7 Das Erstarren des Stahls	29	102
4.7.1 Seigerung		
4.7.2 Lunkerbildung		
4.7.3 Unberuhigt/Beruhigt vergossener Stahl		
4.8 Einteilung der Stähle		
4.9 Die Kennzeichnung der Eisenwerkstoffe		
4.9.1 Systematische Benennung nach DIN 17100		
4.9.2 Kennzeichnung durch Werkstoffnummern DIN 17007		

	Fragen	Antworten
4.10 Unlegierte Baustähle		
4.10.1 Baustähle nach DIN EN 10025		
4.10.2 Baustähle höherer Festigkeit		
5 Stoffeigenschaftändern	30	104
5.1 Allgemeines	30	104
5.1.1 Einteilung der Verfahren		
5.1.2 Temperatur-Zeit-Verlauf		
5.1.3 Austenitisierung (ZTA-Schaubilder)		
5.2 Glühverfahren	31	106
5.2.1 Normalglühen (Umkörnen)	31	106
5.2.2 Glühen auf beste Verarbeitungseigenschaften (Grobkornglühen, Weichglühen)	31	107
5.2.3 Spannungsarmglühen	32	108
5.2.4 Diffusionsglühen	33	109
5.2.5 Rekristallisationsglühen	33	109
5.3 Härten und Vergüten	33	110
5.3.1 Allgemeines	33	110
5.3.2 Austenitzerfall	34	110
5.3.3 Martensit, Struktur und Entstehungsbedingungen	34	111
5.3.4 Härbarkeit der Stähle	34	111
5.3.5 Verfahrenstechnik	35	112
5.3.6 Härteverzug und Gegenmaßnahmen	36	114
5.3.7 Zeit-Temperatur-Umwandlung-Schaubild (ZTU)	37	115
5.3.8 Vergüten	37	116
5.4 Aushärten	38	117
5.4.1 Allgemeines	38	117
5.4.2 Innere Vorgänge	38	117
5.4.3 Verfahren	39	118
5.4.4 Bedeutung und Anwendung der Aushärtung	39	118
5.4.5 Unterschied zum Härten und Vergüten	39	119
5.5 Thermomechanische Verfahren		
6 Oberflächentechnik	41	120
6.1 Allgemeines	41	120
6.2 Übersicht über die Verfahren durch Stoffeigenschaftändern		
6.3 Thermische Verfahren	41	120
6.3.1 Randschichthärten		
6.3.2 Umschmelzhärten		
6.4 Thermochemische Verfahren	42	121
6.4.1 Einsatzhärten	42	121
6.4.2 Nitrieren, Nitrocarburieren	42	123
6.4.3 Weitere Verfahren (Auswahl)		
6.5 Mechanische Verfahren		
6.5.1 Verfestigungswalzen		
6.5.2 Verfestigungsstrahlen		

	Fragen	Antworten
6.6. Übersicht über die Verfahren des Beschichtens	43	124
6.6.1 Allgemeines		
6.6.2 Schichtwerkstoffe und Verfahren		
6.6.3 Schmelztauchen		
6.6.4 Thermisches Spritzen		
6.6.5 Auftragschweißen		
6.6.6 Abscheiden aus der Gasphase		
6.6.7 Beschichten aus dem ionisierten Zustand		
7 Eisen-Gußwerkstoffe	44	125
7.1 Übersicht und Einteilung	44	125
7.2 Stahlguß	44	125
7.3 Allgemeines über die Gefüge- und Graphitusbildung	45	126
7.4 Gußeisen mit Lamellengraphit (GG)	46	127
7.5 Gußeisen mit Kugelgraphit (GGG)	46	127
7.6 Temperguß (GTS und GTW)	47	128
7.7 Gußeisen mit Vermiculargraphit (GGV)		
7.8 Sonderguß		
8 Legierte Stähle	48	130
8.1 Allgemeines	48	130
8.2 Einfluß der Legierungselemente auf das Gefüge und das EKD	48	130
8.2.1 Mischkristallbildner		
8.2.2 Carbidbildner		
8.2.3 Nitridbildner		
8.2.4 Elemente, die das Austenitgebiet erweitern		
8.2.5 Elemente, die das Austenitgebiet verkleinern		
8.2.6 Wirkung mehrerer Elemente im Stahl		
8.3 Einfluß der Legierungselemente auf das Härteverhalten		
8.4 Einfluß der Legierungselemente auf die Schweißbarkeit		
9 Nichteisenmetalle	50	132
9.1 Allgemeines	50	132
9.2 Bezeichnung von NE-Metallen und Legierungen	50	132
9.2.1 Reine Metalle		
9.2.2 Legierungen		
9.2.3 Lieferformen der NE-Metalle		
9.3 Aluminium	50	133
9.3.1 Vorkommen und Gewinnung	50	133
9.3.2 Eigenschaften und Anwendung von Reinaluminium	51	133
9.3.3 Aluminium-Legierungen – Wirkung der Legierungselemente	51	134
9.3.4 Übersicht über die Legierungstypen	52	134
9.3.5 Aushärten der Aluminium-Legierungen	52	135
9.3.6 Neuentwicklungen		

	Fragen	Antworten
9.4 Kupfer		
9.5 Titan		
9.6 Druckgußwerkstoffe		
9.7 Lagerwerkstoffe		
10 Pulvermetallurgie, Sintermetalle, Keramische Stoffe	54	136
10.1 Überblick und Einordnung		
10.2 Das pulvermetallurgische Fertigungsverfahren		
10.2.1 Herstellung der Pulver		
10.2.2 Formgebung und Verdichten		
10.2.3 Sintern		
10.2.4 Nachverdichten, Kalibrieren		
10.2.5 Nachbehandlung der Sinterteile		
10.3 Werkstoffe		
10.3.1 Überblick		
10.3.2 Klassifizierung, Normung		
10.4 Sprühkompaktieren (OSpray-Verfahren)		
10.5 Keramische Werkstoffe	54	137
10.5.1 Eigenschaften keramischer Stoffe		
10.5.2 Werkstoffsorten		
10.5.3 Neue Verfahren		
11 Kunststoffe	56	139
11.1 Allgemeines	56	139
11.1.1 Vergleich Metall/Kunststoff		
11.1.2 Kunststoffmoleküle		
11.2 Die Entstehung der Makromoleküle	56	139
11.2.1 Natürlich vorkommende Makromoleküle		
11.2.2 Kohlenwasserstoffe (KW)		
11.2.3 Synthetische Makromoleküle		
11.3 Molekülstruktur und Einfluß auf die Eigenschaften	57	141
11.3.1 Bindungskräfte		
11.3.2 Einfluß der Kettenlänge		
11.3.3 Einfluß der Gestalt		
11.3.4 Einfluß der Ordnung von Fadenmolekülen in Thermoplasten		
11.4 Einfluß von Zusätzen	58	142
11.5 Duroplaste (Duromere)	58	142
11.5.1 Allgemeines		
11.5.2 Duroplaste für Kalthärtung		
11.5.3 Duroplastverarbeitung		
11.6 Thermoplaste (Plastomere)	59	143
11.6.1 Thermische Eigenschaften		
11.6.2 Mechanische Eigenschaften		
11.6.3 Langzeiteigenschaften		
11.6.4 Thermoplastverarbeitung		
11.7 Übersicht über die wichtigsten Thermoplaste		

	Fragen	Antworten
12 Festigkeitsbeanspruchung und werkstofftechnische Maßnahmen	62	145
13 Korrosionsbeanspruchung und Korrosionsschutz ..	63	146
14 Tribologische Beanspruchung und werkstofftechnische Maßnahmen	65	149
15 Verbundstrukturen und Verbundwerkstoffe	67	151
16 Werkstoffprüfung	68	152
16.1 Aufgaben der Werkstoffprüfung, Abgrenzung		
16.2 Prüfung von Werkstoffkennwerten	68	152
16.3 Messung der Härte	68	152
16.3.1 Härteprüfung nach Brinell		
16.3.2 Härteprüfung nach Vickers		
16.3.3 Härteprüfung nach Rockwell		
16.3.4 Dynamische Härteprüfung nach Shore (Rücksprunghärte)		
16.3.5 Vergleich von Härtewerten untereinander		
16.4 Prüfung der Festigkeit bei statischer Belastung	70	154
16.4.1 Allgemeines Bruchverhalten	70	154
16.4.2 Der Zugversuch	70	154
16.5 Prüfung der Festigkeit bei dynamischer Belastung		
16.6 Prüfung der Zähigkeit	72	156
16.7 Prüfung von Verarbeitungseigenschaften (technologische Versuche)		
16.8 Untersuchung des Gefüges		
16.9 Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung und Qualitätskontrolle		