

---

Wolfgang Weißbach • Michael Dahms

# Aufgabensammlung Werkstoffkunde

Fragen – Antworten

10., erweiterte Auflage

# Inhaltsverzeichnis

Die grau unterlegten Teile des Lehrbuchinhalts  
sind das Inhaltsverzeichnis der Aufgabensammlung.

	Fragen	Antworten
<b>1 Grundlegende Begriffe und Zusammenhänge</b> .....	1	65
1.1 Gegenstand und Bedeutung der Werkstoffkunde .....	1	65
1.2 Entwicklungsrichtungen der Werkstofftechnik .....	1	65
1.3 Wie lassen sich die unterschiedlichen Eigenschaften der Werkstoffe erklären? .....	1	66
1.4 Auswahlprinzip für Werkstoffe .....	2	67
<b>2 Metallische Werkstoffe</b> .....	3	68
2.1 Metallkunde .....	3	68
2.1.1 Vorkommen .....	3	68
2.1.2 Metallbindung .....	3	68
2.1.3 Metalleigenschaften .....	3	68
2.1.4 Die Kristallstrukturen der Metalle (Idealkristalle) .....	4	69
2.1.5 Entstehung des Gefüges und seine Ausrichtungen .....	5	70
2.1.6 Verformung am Idealkristall (Modellvorstellung)		
2.2 Struktur und Verformung der Realkristalle .....	5	71
2.2.1 Kristallfehler .....	5	71
2.2.2 Verformung der Realkristalle und Veränderung der Eigenschaften .....	6	72
2.3 Verfestigungsmechanismen .....	7	73
2.3.1 Mischkristallverfestigung		
2.3.2 Verformungsverfestigung .....	8	74
2.3.3 Korngrenzenverfestigung		
2.3.4 Teilchenverfestigung		
2.3.5 Verfestigungsmechanismen kombiniert		
2.4 Vorgänge im Metallgitter bei höheren Temperaturen (Thermisch aktivierte Prozesse) .....	8	76
2.4.1 Allgemeines .....	8	76
2.4.2 Kristallerholung und Rekristallisation .....	8	76
2.4.3 Kornvergrößerung (-wachstum) .....	9	76
2.4.4 Warmumformung .....	9	77
2.4.5 Diffusion .....	9	77
2.4.6 Werkstoffverhalten bei höheren Temperaturen unter Beanspruchung .....	10	78
2.5 Legierungen (Zweistofflegierungen) .....	10	78
2.5.1 Begriffe .....	10	78
2.5.2 Zustandsdiagramme, Allgemeines .....	11	79
2.5.3 Zustandsdiagramm mit vollkommener Mischbarkeit der Komponenten (Grundtyp I) .....	11	80

	Fragen	Antworten	
2.5.4	Allgemeine Eigenschaften der Mischkristall-Legierungen .....	12	81
2.5.5	Eutektische Legierungssysteme (Grundtyp II) .....	12	81
2.5.6	Allgemeine Eigenschaften der eutektischen Legierungen .....	13	82
2.5.7	Ausscheidungen aus übersättigten Mischkristallen .....	13	83
2.5.8	Zustandsdiagramm mit intermetallischen Phasen .....	13	83
2.5.9	Übung zur Auswertung eines Zustandsdiagrammes .....	13	83
2.5.10	Vergleich von homogenen und heterogenen Legierungen		
2.5.11	Übersicht über Phasenumwandlungen im festen Zustand		
<b>3</b>	<b>Die Legierung Eisen-Kohlenstoff</b> .....	14	84
3.1	Abkühlkurve und Kristallarten des Reineisens .....	14	84
3.2	Erstarrungsformen .....	15	85
3.3	Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm (EKD) .....	16	86
3.3.1	Erstarrungsvorgänge .....	16	86
3.3.2	Die Umwandlungen im festen Zustand .....	17	87
3.4	Einfluss des Kohlenstoffs auf die Legierungseigenschaften .....	19	90
<b>4</b>	<b>Stähle</b> .....	21	92
4.1	Erzeugung und Klassifizierung .....	21	92
4.1.1	Allgemeines		
4.1.2	Ausgangsstoffe und Aufgaben der Stahlerzeugung		
4.1.3	Rohstahlerzeugung .....	21	92
4.1.4	Sekundärmetallurgie		
4.1.5	Vergießen und Erstarren des Stahles		
4.1.6	Eisenbegleiter und Wirkung auf Gefüge und Stahleigenschaften .....	22	93
4.1.7	Einfluss der Legierungselemente .....	23	94
4.1.8	Einteilung der Stähle .....	24	96
4.2	Stähle für allgemeine Verwendung .....	24	97
4.3	Baustähle höherer Festigkeit .....	24	97
4.4	Stähle mit besonderen Eigenschaften .....	25	97
4.5	bis 4.7 Weitere Stahlgruppen .....	25	98
4.8	Stahlguss .....	25	98
<b>5</b>	<b>Wärmebehandlungen des Stahles</b> .....	27	100
5.1	Allgemeines .....	27	100
5.2	Glühverfahren .....	27	101
5.2.1	Normalglühen .....	27	101
5.2.2	Glühen auf bestimmte Verarbeitungseigenschaften .....	28	102
5.2.3	Spannungsarmglühen .....	28	103
5.2.4	Diffusionsglühen .....	29	103
5.2.5	Rekristallisationsglühen .....	29	104
5.3	Härten und Vergüten .....	29	105

	Fragen	Antworten
5.3.1 Allgemeines .....	29	105
5.3.2 Austenitzerfall .....	30	105
5.3.3 Martensit, Struktur und Bedingungen für die Entstehung .....	30	105
5.3.4 Härbarkeit der Stähle .....	30	106
5.3.5 Verfahrenstechnik .....	31	107
5.3.6 Härteverzug und Gegenmaßnahmen .....	32	108
5.3.7 Zeit-Temperatur-Umwandlung (ZTU-Schaubilder) .....	32	109
5.3.8 Vergüten .....	33	111
5.4 Aushärten .....	34	112
5.4.1 Allgemeines .....	34	112
5.4.2 Verfahren .....	34	112
5.4.3 Ausscheidungshärtende Stähle .....	35	113
5.4.4 Vergleich Härten/Vergüten und Aushärten .....	35	114
5.4.5 Ausscheidungsvorgänge mit negativen Auswirkungen .....	36	114
5.5 Thermomechanische Verfahren .....	36	114
5.6 Verfahren der Oberflächenhärtung .....	36	115
5.6.1 Überblick .....	36	115
5.6.2 Randschichthärten .....	36	115
5.6.3 Einsatzhärten .....	37	116
5.6.4 Nitrieren, Nitrocarburieren .....	38	117
5.6.5 Weitere Verfahren (Auswahl)		
5.6.6 Mechanische Verfahren .....	38	118
<b>6 Eisen-Gusswerkstoffe .....</b>	<b>39</b>	<b>119</b>
6.1 Übersicht und Einteilung .....	39	119
6.2 Allgemeines über Gefüge- und Graphitausbildung bei Gusseisen .....	39	119
6.3 Gusseisen mit Lamellengraphit GJL .....	40	120
6.4 Gusseisen mit Kugelgraphit GJS .....	40	121
6.5 Temperguss (GJMW und GJMB) .....	41	121
6.6 Gusseisen mit Vermiculargraphit .....	41	122
6.7 Sonderguss .....	41	122
<b>7 Nichteisenmetalle .....</b>	<b>42</b>	<b>123</b>
7.1 Allgemeines .....	42	123
7.2 Bezeichnung von NE-Metallen und -Legierungen .....	42	123
7.3 Aluminium .....	42	124
7.3.1 Vorkommen und Gewinnung .....	42	124
7.3.2 Einteilung der Aluminium-Knetwerkstoffe .....	43	124
7.3.3 Unlegiertes Aluminium, Serie 1000 .....	43	124
7.3.4 bis 7.3.6 Aluminium-Legierungen .....	43	125
7.3.7 Aushärten der Aluminium-Legierungen .....	44	126
7.3.8 Neuentwicklungen		
7.4 Kupfer .....	45	127
7.5 Magnesium .....	45	127
7.6 Titan .....	45	127
7.7 Nickel (DIN 17743) .....	45	128
7.8 Druckgusswerkstoffe		

	Fragen	Antworten
<b>8 Anorganisch-nichtmetallische Werkstoffe</b> .....	46	129
<b>9 Kunststoffe (Polymere)</b> .....	47	131
9.1 Allgemeines .....	47	131
9.2 Monomere Stoffe und Entstehung der Polymere .....	47	131
9.3 Strukturen der Makromoleküle .....	48	133
9.4 Gefügeveränderungen bei Polymeren .....	49	134
9.5 Duroplaste .....	49	134
9.6 Thermoplaste .....	50	135
9.7 Elastomere .....	51	136
9.8 Statistische Daten und Eigenschaftsvergleiche		
<b>10 Verbundstrukturen und Verbundwerkstoffe</b> .....	52	137
<b>11 Werkstoffe besonderer Herstellung oder Eigenschaften</b> .....	53	138
11.1 Pulvermetallurgie, Sintermetalle .....	53	138
11.2 Schichtwerkstoffe und Schichtherstellung .....	54	139
11.3 Lager- und Gleitwerkstoffe .....	54	140
11.4 Werkstoffe für Lötungen .....	54	140
11.5 Werkstoffe mit steuerbaren Eigenschaftsänderungen		
<b>12 Korrosionsbeanspruchung und Korrosionsschutz</b> .....	55	141
<b>13 Tribologische Beanspruchung und werkstofftechnische Maßnahmen</b> .....	57	143
<b>14 Überlegungen zur Werkstoffauswahl</b> .....	58	145
<b>15 Werkstoffprüfung</b> .....	60	147
15.1 Aufgaben, Abgrenzung .....	60	147
15.2 Prüfung von Werkstoffkennwerten .....	60	147
15.3 Messung der Härte .....	60	147
15.4 Prüfung der Festigkeit bei statischer Belastung .....	61	149
15.5 Prüfung der Festigkeit bei dynamischer Belastung .....	62	150
15.6 Prüfung der Zähigkeit .....	62	150
15.7 Prüfung von Verarbeitungseigenschaften		
15.8 Untersuchung des Gefüges .....	64	152
15.9 Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung und Qualitätskontrolle .....	64	152
15.10 Überprüfung der chemischen Zusammensetzung .....	64	153
Übungsklausur. Zeit: 90 Minuten .....	154	155