

Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht über die Werkstoffe	1
2 Metallische Werkstoffe	2
2.1 Metalle im Periodensystem der Elemente	3
2.2 Kennzeichnende Eigenschaften der Metalle	4
3 Grundlagen der Metallkunde und der Metallphysik	6
3.1 Erstarrung der metallischen Schmelzen	6
3.1.1 Keimbildung und Kristallwachstum	6
3.1.2 Kristallisation im Gußblock	9
3.2 Kristallgitter	10
3.3 Allotropie	11
3.4 Millersche Indizes	13
3.5 Anisotropie – Kornorientierung	14
3.6 Gitterbaufehler	15
3.7 Mechanische Eigenschaften	18
3.8 Verfestigungsmechanismen	24
3.9 Diffusion	28
3.10 Legierungsbildung	30
3.11 Zustandsdiagramme – Zweistoffsysteme	31
3.12 Zweistoffdiagramm Fe-C	38
3.13 Metallographische Untersuchungen	44
3.14 Wärmebehandlungen von Stählen im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm	47
3.15 Martensitische Umwandlung	51
3.16 Ausscheidungshärtung	58
3.17 Alterung von Stählen – Sprödbruch	61
3.18 Plastisches Verhalten der Metalle	68
3.18.1 Mechanismus der plastischen Formänderung	68
3.18.2 Fließspannung und Fließkurve	69
3.18.3 Whisker	72
3.18.4 Erholung und Rekristallisation	73
3.18.5 Warmumformung	77
3.19 Ferromagnetismus	79
3.20 Elektrische Leitfähigkeit	82
3.21 Korrosion der Metalle	85
4 Metallkunde der Stähle	89
4.1 Übersicht über die Stähle	89
4.2 Bemerkungen zur Metallurgie der Stähle	90

4.3	Einfluß der Legierungselemente des Stahles	94
4.4	Rein- und Weicheisen	95
4.5	Stähle für Kaltumformzwecke	96
4.5.1	Unlegierte weiche Stähle	96
4.5.2	Höherfeste Bleche und Bänder	102
4.6	Allgemeine Baustähle	102
4.6.1	Grundlagen der unlegierten Baustähle	102
4.6.2	Feinkornbaustähle	103
4.6.3	Perlitreduzierte Stähle	104
4.6.4	Wetterfeste Baustähle	105
4.6.5	Bewehrungsstähle – Betonstahl	106
4.7	Weichmagnetische Silizium-Stähle	107
4.8	Chemisch beständige Stähle	110
4.8.1	Nichtrostende Stähle	110
4.8.2	Hitzebeständige Stähle	118
4.8.3	Stähle für die Kerntechnik	120
4.9	Edelbaustähle	121
4.9.1	Einsatzstähle	121
4.9.2	Vergütungsstähle	125
4.9.3	Stähle für die Oberflächenhärtung	130
4.9.4	Automatenstähle	130
4.9.5	Nitrierstähle	131
4.9.6	Verschleißfeste Stähle	133
4.9.7	Warmfeste Stähle	135
4.9.8	Druckwasserstoffbeständige Stähle	138
4.9.9	Kaltzähe Stähle (Tieftemperaturstähle)	139
4.9.10	Federstähle	140
4.9.11	Walzlagerstähle	142
4.9.12	Hochfeste Stähle	143
4.9.13	Nichtmagnetisierbare Stähle (Amagnetische Stähle)	143
4.10	Werkzeugstähle	144
4.10.1	Unlegierte Werkzeugstähle	145
4.10.2	Legierte Kaltarbeitsstähle	146
4.10.3	Warmarbeitsstähle	148
4.10.4	Schnellarbeitsstähle	150
4.11	Stahlguß – Stahlformguß	155
5	Gußeisenwerkstoffe	156
5.1	Gußeisen mit Lamellengraphit	157
5.2	Gußeisen mit Kugel- und Vermiculargraphit	160
5.3	Temperguß	162
5.3.1	Schwarzer Temperguß GTS	162
5.3.2	Weißer Temperguß GTW	164
5.4	Hartguß- und Schalenhartguß	165
5.5	Legiertes Gußeisen	166

6 Metallkunde der Nichteisenmetalle	168
6.1 Kupfer und Kupferlegierungen	168
6.1.1 Reinkupfer und niedriglegiertes Kupfer	168
6.1.2 Kupfer-Zink-Legierungen (Messinge)	170
6.1.3 Kupfer-Zinn-Legierungen (Zinnbronzen)	172
6.1.4 Kupfer-Aluminium-Legierungen (Aluminiumbronzen)	173
6.1.5 Kupfer-Nickel-Legierungen	174
6.1.6 Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen	175
6.2 Nickel und Nickellegierungen	176
6.2.1 Reinnickel	176
6.2.2 Nickel-Kupfer-Legierungen	176
6.2.3 Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen	177
6.2.4 Nickel-Molybdän-Legierungen	177
6.2.5 Hochwarmfeste Nickellegierungen (Superlegierungen)	178
6.2.6 Ni-Cr- und Ni-Cr-Fe-Heizleiterlegierungen	179
6.2.7 Ni-haltige magnetische Legierungen	180
6.2.8 Nickellegierungen mit besonderen physikalischen Eigenschaften	182
6.3 Kobalt und Kobaltlegierungen	182
6.3.1 Reines Kobalt	182
6.3.2 Kobaltlegierungen	183
6.4 Aluminium und Aluminiumlegierungen	184
6.4.1 Reinaluminium	184
6.4.2 Aluminiumlegierungen	186
6.5 Magnesium und Magnesiumlegierungen	189
6.6 Beryllium und Berylliumlegierungen	191
6.7 Titan und Titanlegierungen	191
6.7.1 Unlegiertes Titan	191
6.7.2 Titanlegierungen	194
6.8 Zirkonium und Zirkoniumlegierungen	196
6.8.1 Reinzirkonium	196
6.8.2 Zirkoniumlegierungen	197
6.9 Zink und Zinklegierungen	197
6.9.1 Reines Zink	197
6.9.2 Zinklegierungen	198
6.10 Blei und Bleilegierungen	199
6.10.1 Reinblei	199
6.10.2 Bleilegierungen	200
6.11 Zinn und Zinnlegierungen	200
6.11.1 Reinzinn	200
6.11.2 Zinnlegierungen	201
6.12 Hochschmelzende Metalle	202
6.13 Edelmetalle	205
6.14 Kontaktwerkstoffe	206
7 Verbund- und Sinterwerkstoffe	208
7.1 Verbundwerkstoffe	208
7.2 Sinterwerkstoffe	210

7.2.1	Sinterhartmetall	210
7.2.2	Technische Keramik	213
7.2.3	Dauermagnetwerkstoffe	215
8	Kunststoffe	217
8.1	Kunststoffe als Werkstoffe	217
8.2	Kunststoffe, Entsorgung und Umwelt	218
8.3	Morphologie der Kunststoffe	218
8.3.1	Makromoleküle: Form und Anordnung	218
8.3.2	Bindungskräfte zwischen und innerhalb von Makromolekülen	221
8.4	Bildungsreaktionen und technische Ausführung	222
8.4.1	Polymerisation	223
8.4.1.1	Technische Ausführung der Polymerisation	224
8.4.1.2	Methoden der Polymerisation	225
8.4.2	Polykondensation	226
8.4.3	Polyaddition	227
8.5	Kunststoffsorten und Nomenklatur	227
8.6	Thermische Zustandsformen	228
8.6.1	Amorphe Thermoplaste	230
8.6.2	Teilkristalline Thermoplaste	231
8.6.3	Duroplaste	232
8.6.4	Elastomere	232
8.7	Formgebung und Bearbeitung der Kunststoffe	233
8.7.1	Spritzgießen von Thermoplasten	233
8.7.2	Extrudieren von Thermoplasten	234
8.7.3	Kalandrieren von Thermoplasten	235
8.7.4	Warmformen von Thermoplasten	235
8.7.5	Formgebung von Duroplasten	237
8.7.6	Bearbeitung von Kunststoffen	238
8.8	Modifikation von Kunststoffen	239
8.8.1	Copolymere und Polyblends (Legierungen)	239
8.8.2	Weichmachung von Thermoplasten	239
8.8.3	Füllen und Verstärken	240
8.8.4	Schäumen von Kunststoffen	240
8.8.5	Vernetzen von Thermoplasten	241
8.8.6	Additive	241
8.9	Polymerisate	242
8.9.1	Polyethylen PE	242
8.9.2	Polypropylen PP	246
8.9.3	Polybuten PB	247
8.9.4	Polyisobutylen PIB	247
8.9.5	Polymethylenpenten PMP	248
8.9.6	Polyvinylchlorid PVC	248
8.9.6.1	PVC-hart (PVC-U und PVC-HI)	249
8.9.6.2	PVC-weich (PVC-P)	251
8.9.6.3	PVC-Schaumstoffe	252
8.9.7	Styrol-Polymeren	252

8.9.7.1	Polystyrol PS	252
8.9.7.2	Modifikationen des PS (SB, SAN, ABS, ASA)	253
8.9.7.3	Styrolschaumstoffe PS-E	255
8.9.8	Fluor-Polymer	256
8.9.8.1	Polytetrafluorethylen PTFE	256
8.9.8.2	Andere fluorhaltige Polymer	258
8.9.9	Acryl-Polymer	259
8.9.9.1	Acrylester	259
8.9.9.2	Polyacrylnitril PAN	260
8.9.9.3	Polymethylmethacrylat PMMA	260
8.9.10	Polyoxymethylen POM (Polyazetal)	262
8.10	Polykondensate	263
8.10.1	Phenolformaldehyd PF (Phenoplast)	263
8.10.2	Aminoplaste	265
8.10.2.1	Harnstoffharz UF	265
8.10.2.2	Melaminharz MF	267
8.10.3	Polyester	267
8.10.3.1	Polyterephthalate PET, PBT	267
8.10.3.2	Ungesättigte Polyester UP	269
8.10.4	Polyamide PA	272
8.10.5	Polycarbonate PC	275
8.10.6	Polyphenylenoxid PPO	277
8.10.7	Polyetheretherketon PEEK	278
8.10.8	Schwefelhaltige Polymer PPS, PES, PSU	278
8.10.9	Polyimide PI	280
8.10.10	Silikone SI (Polysiloxane)	282
8.11	Polyaddukte	283
8.11.1	Epoxidharz EP	283
8.11.2	Polyurethane PUR	286
8.12	Zusammenfassung der Eigenschaften und spezielle Werkstoffprüfung	290
8.12.1	Dichte	290
8.12.2	Mechanische Festigkeit	290
8.12.2.1	Kurzzeitprüfungen	290
8.12.2.2	Langzeitverhalten	291
8.12.2.3	Einfluß der Temperatur	292
8.12.3	Thermische Eigenschaften	293
8.12.4	Elektrische Eigenschaften	294
8.12.5	Beständigkeit und Gasdurchlässigkeit	296
8.12.6	Bestimmung der Kunststoffart	298
9	Naturstoffe	299
9.1	Holz	299
9.2	Papier	302
9.3	Abgewandelte Naturstoffe	304
9.3.1	Zellulose-Derivate	304
9.3.1.1	Hydrat-Zellulose = Regenerierte Zellulose	304
9.3.1.2	Zellulose-Ester	305
9.3.2	Casein-Derivat Kunsthorn CS	306

10 Elastomere	307
10.1 Naturgummi NR	307
10.2 Synthesegummi	308
10.2.1 Polysisopren IR	308
10.2.2 Butadien-Kautschuke BR, SBR, NBR	309
10.2.3 Ethylen-Propylen-Kautschuk EPM/EPDM	310
10.2.4 Chloropren-Kautschuk CR	310
Literatur	311
Sachwortverzeichnis	314