

Inhaltsverzeichnis

1	Der Begriff Werkstofftechnologie	1
2	Aufbau der Werkstoffe	2
2.1	Submikroskopische Betrachtung – kristalline und nichtkristalline Strukturen....	2
2.1.1	Kristallisationsformen metallischer Werkstoffe [2.1 – 2.20]	2
2.1.2	Bindekräfte [2.1 – 2.19]	6
2.1.3	Platzwechsel, Gitterstörungen, Diffusion [2.1 – 2.19]	7
2.2	Mikroskopische Betrachtung – Entstehung von Kristallen und Kristallgefügen.	8
3	Eigenschaften der Werkstoffe	11
3.1	Ermittlung von Werkstoffeigenschaften (Werkstoffkennwerten) als Aufgabe der Werkstoffprüfung	11
3.2	Prüfverfahren mit Zerstörung des Werkstückes	12
3.2.1	Prüfung der physikalischen Eigenschaften	12
3.2.2	Prüfung der mechanisch-technologischen Eigenschaften [3.7 – 3.9]	12
3.3	Prüfverfahren ohne Zerstörung des Werkstückes	45
3.3.1	Prüfverfahren zur Ermittlung von Werkstoffeigenschaften	45
3.3.2	Prüfverfahren zur Ermittlung der Werkstoffbeschaffenheit	45
3.3.3	Prüfverfahren zur Fehlerdetektion	45
4	Veränderung von Aufbau und Eigenschaften metallischer Werkstoffe	47
4.1	Legieren und Legierungen	47
4.1.1	Struktur der Legierungen [4.1 – 4.3]	47
4.1.2	Zustandsschaubilder für Zweistofflegierungen (Binäre Systeme)	49
4.1.3	Zustandsschaubilder für Dreistofflegierungen (Ternäre Systeme)	63
4.1.4	Die Eisen-Kohlenstoff-Schaubilder [4.4]	67
4.2	Wärmebehandlung von Stahl	73
4.2.1	Ausgangsgefüge vor der Wärmebehandlung	74
4.2.2	Wärmebehandlungsverfahren (DIN EN 10 052:93, [4.5, 4.6, 4.8 - 4.10])	75
4.3	Thermomechanische Behandlungen	86
4.4	Kaltverformen	87
4.5	Versprödungserscheinungen bei Erwärmung und/oder Verformung (Alterung)	87
5	Metallische Werkstoffe	89
5.1	Kennzeichnung metallischer Werkstoffe	89
5.1.1	Kennzeichnung der Stähle durch symbolische Buchstaben und Zahlen nach DIN EN 10 027-1 als Ersatz für DIN V 17 006 Teil 100 [5.1 – 5.5]	89
5.1.2	Kennzeichnung der Gusseisensorten (DIN EN 1560:97, [5.6])	92

5.1.3	Kennzeichnung der NE-Metalle [5.1, 5.7, 5.8]	94
5.1.4	Werkstoffkennzeichnung durch Werkstoffnummern nach DIN EN 10 027-2 und DIN 17 007-4.....	95
5.1.5	Luftfahrtnormen	95
5.2	Stähle als Konstruktions- und Werkzeugwerkstoffe	96
5.2.1	Einteilung der Stähle nach DIN EN 10 020:00	96
5.2.2	Weiche Stähle zum Kaltumformen [5.11].....	102
5.2.3	Baustähle für den Stahl- und Maschinenbau, für Druckbehälter und Röhre [5.10, 5.12]	103
5.2.4	Unlegierte und niedriglegierte Stähle für Wärmebehandlungen [5.14]....	110
5.2.5	Unlegierte und legierte Stähle mit hoher Verschleißfestigkeit [5.14]	115
5.2.6	Nichtrostende Chrom- und Chrom-Nickel-Stähle [5.15, 5.16]	117
5.3	Stahlguss als Konstruktionswerkstoff.....	121
5.4	Gusseisensorten als Konstruktionswerkstoffe	122
5.4.1	Möglichkeiten der Gefügeausbildung	122
5.4.2	Gusseisen mit Lamellengraphit (GG nach DIN 1691/Z oder EN-GJL nach DIN EN 1561:97)	123
5.4.3	Gusseisen mit Kugelgraphit (GGG nach DIN 1693/Z oder EN-GJS nach DIN EN 1563:97, [5.21]).....	126
5.4.4	Gusseisen mit Vermiculargraphit..... (GGV oder EN-GJV nach DIN EN 1560:97).....	127
5.4.5	Temperguss (GT nach DIN 1692/Z oder EN-GJM nach DIN EN 1562:97)	129
5.4.6	Hochlegiertes Gusseisen (DIN EN 12 513:00, DIN EN 13 835:02)	130
5.5	Nichteisenmetalle als Konstruktions- / Funktionswerkstoffe	131
5.5.1	Leichtmetalle als Konstruktionswerkstoffe [5.22 – 5.37]	131
5.5.2	Schwermetalle als Konstruktions- und Funktionswerkstoffe	140
5.5.3	Hartmetalle als Werkzeugwerkstoffe	144
6	Nichtmetallische Werkstoffe	145
6.1	Reine und abgewandelte Naturstoffe.....	145
6.2	Keramische Werkstoffe als Konstruktions- und Funktionswerkstoffe	146
6.2.1	Herstellung keramischer Werkstoffe [6.4 – 6.7]	146
6.2.2	Eigenschaften keramischer Werkstoffe (DIN EN 843, [3.5, 6.11, 6.14])	148
6.2.3	Arten keramischer Werkstoffe (DIN V ENV 14 232:03, [6.5 – 6.14])....	150
6.3	Polymerwerkstoffe als Konstruktions- und Funktionswerkstoffe	153
6.3.1	Herstellung der Polymerwerkstoffe [6.25].....	153
6.3.2	Der innere Aufbau der Polymerwerkstoffe [6.27 – 6.29].....	156
6.3.3	Eigenschaften der Polymerwerkstoffe [3.6, 6.30 – 6.37]	160
6.3.4	Die wichtigsten Polymerwerkstoffe und ihre Anwendung [6.38 – 6.44] .	165
6.3.5	Weichmacher (DIN EN ISO 1043-3:99), Gleitmittel, Füllstoffe (DIN EN ISO 1043-2:01), Antistatika [6.47].....	183
6.3.6	Schaumstoffe.....	184
6.3.7	Faserverstärkte Kunststoffe (DIN 16 868, DIN 16 869 [6.48 – 6.50]).....	184
6.3.8	Metallisieren von Polymerwerkstoffen	187

7	Herstellung von Eisen und Stahl	188
7.1	Erzeugung von Roheisen	188
7.1.1	Eisenerz	188
7.1.2	Koks	190
7.1.3	Zuschläge	190
7.1.4	Hochofen	190
7.1.5	Erzeugnisse des Hochofens	196
7.1.6	Entwicklungen im Hochofenbau und Hochofenbetrieb	198
7.1.7	Andere Verfahren zur Erzreduktion und Herstellung von Roheisen	199
7.2	Stahlherstellung	200
7.2.1	Chemische Vorgänge beim Frischen	200
7.2.2	Frishverfahren	201
7.3	Sekundärmetallurgie	206
7.3.1	Pfannenmetallurgie ohne Vakuum	207
7.3.2	Vakuummetallurgie	207
7.3.3	Sonderverfahren zur Herstellung hochlegierter Stähle	208
7.3.4	Umschmelzverfahren	209
7.4	Produktionszahlen, Energieeinsatz, Umweltschutz	210
7.5	Vergießen von Stahl	211
8	Verarbeitung metallischer Werkstoffe	217
8.1	Warmformgebung	218
8.1.1	Werkstoffverhalten beim Umformen [8.3, 8.7, 8.11, 8.12]	218
8.1.2	Verfahren zur Warmformgebung [7.1, 8.2 – 8.8]	221
8.2	Kaltformgebung	240
8.2.1	Merkmale der Kaltformgebung	240
8.2.2	Verfahren der Kaltformgebung [8.1, 8.9, 8.19]	240
8.3	Gießereitechnik	251
8.3.1	Gusswerkstoffe und Besonderheiten beim Gießen	251
8.3.2	Gießereiöfen	253
8.3.3	Gießverfahren mit verlorenen Formen	255
8.3.4	Gießverfahren mit Dauerformen	260
8.3.5	Nachbehandlung	266
8.3.6	Regeln für den Konstrukteur und Gießerei-Ingenieur	266
8.4	Pulvermetallurgie	274
8.4.1	Pulverherstellung	274
8.4.2	Formen und Pressen der Pulver	274
8.4.3	Brennen (Sintern) der Pulver	275
8.4.4	Nachbehandlungen	276
8.5	Sprühkompaktieren	276
8.6	Beschichten	277
8.6.1	Metallische Überzüge	277
8.6.2	Nichtmetallische Überzüge	279
8.7	Fügen von Metallen: Schweißen, Löten, Kleben, Umformen	280

8.7.1	Schweißen von Metallen (DIN ISO 857-1:02, [3.8, 8.55 – 8.72])	280
8.7.2	Löten von Metallen (DIN ISO 857-2:07, [8.73 – 8.77])	286
8.7.3	Kleben von Metallen (K. Dilger, M. Frauenhofer) [8.73, 8.78 – 8.81]	287
8.7.4	Fügen durch Umformen [8.5, 8.73, 8.82, 8.83]	295
9	Verarbeitung der Polymerwerkstoffe	299
9.1	Formgebung	299
9.1.1	Umformverfahren für Thermoplaste [9.1 – 9.3]	299
9.1.2	Urformverfahren für Thermoplaste [9.1, 9.4 – 9.10]	301
9.1.3	Umformverfahren für Duroplaste [9.1]	304
9.2	Spanen	304
9.3	Schweißen und Kleben von Polymerwerkstoffen	304
9.3.1	Schweißen von Polymerwerkstoffen (DIN 1910-3:77, [9.11 – 9.13])	304
9.3.2	Kleben von Polymerwerkstoffen (K. Dilger, M. Frauenhofer) (VDI 3821:78, [8.78 – 8.80, 9.11 – 9.15])	306
	Weiterführende Literatur	310
	Sachwortverzeichnis	322
	Zitierte Normen und Richtlinien	340