



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

Werkstofftechnik für Metallbauberufe

von
Dr. Eckhard Ignatowitz

Mit Eigenschafts- und Maßstabellen sowie Bearbeitungsrichtwerten für
– **Werkstoffe** – **Halbzeuge** – **Normteile** – **Hilfsstoffe** – **Bauteile** –

3. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co.
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 15414

Inhaltsverzeichnis Werkstofftechnik

1	Übersicht und Einteilung	9	6	Die wichtigsten Eisen- und Stahl-Werkstoffe	34
1.1	Rohstoffe, Werkstoffe, Hilfsstoffe	9	6.1	Einteilung der Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	34
1.2	Einteilung der Werkstoffe	11	6.2	Wichtige Eisen- und Stahl-Werkstoffe ..	36
2	Werkstoffeigenschaften	12	6.2.1	Stahlbaustähle	36
2.1	Physikalische Eigenschaften	12	6.2.2	Stähle für Bleche und Band	38
2.2	Mechanisch-technische Eigenschaften	13	6.2.3	Nichtrostende Stähle	39
2.3	Fertigungstechnische Eigenschaften ...	14	6.2.4	Maschinenbaustähle	40
2.4	Chemisch-technische Eigenschaften ...	15	6.2.5	Werkzeugstähle	42
2.5	Umwelt-Eigenschaften	15	6.2.6	Eisen-Gusswerkstoffe	44
3	Roheisengewinnung und Stahlherstellung	16	7	Stahlerzeugnisse	46
3.1	Chemische Grundlagen der Metallgewinnung	16	7.1	Langerzeugnisse	47
3.2	Eisenerze	17	7.1.1	Warmgeformte Stäbe (Stabstähle)	47
3.3	Roheisengewinnung im Hochofen	17	7.1.2	Warmgewalzte Profile (Formstähle, Profilstähle, Träger)	47
3.4	Roheisenerzeugung durch Direktreduktions-Verfahren	18	7.1.3	Geschweißte Profile (Wabenträger)	48
3.5	Stahlherstellung mit dem Sauerstoff-Aufblasverfahren	19	7.1.4	Stahlhohlprofile und Stahlrohre	48
3.6	Stahlherstellung mit dem Elektrostahlverfahren	19	7.1.5	Kaltprofile	49
3.7	Nachbehandlung des flüssigen Stahls ..	20	7.2	Rahmen-Hohlprofile (RP-Profile) für Fenster, Türen, Geländer	49
3.8	Vergießen des flüssigen Stahls	21	7.3	Flacherzeugnisse aus Stahl	51
	Übersicht: Roheisengewinnung und Stahlherstellung	22	7.4	Stahl-Ausbauerzeugnisse	52
3.9	Vorgänge im Werkstoff bei der Metallherstellung	23	7.5	Betonstabstahl und Betonstahlmatten ..	52
4	Verarbeitung zu Stahlerzeugnissen	24	7.6	Stahldraht und Drahterzeugnisse	53
4.1	Warmwalzen	24	7.7	Schmiedeeiserne Zier-Bauteile	53
4.2	Rohrherstellung	26	8	Der innere Aufbau der Metalle	54
4.3	Strangpressen	26	8.1	Gefüge und kristalline Struktur	54
4.4	Kaltumformen	27	8.2	Die Kristallgittertypen der Metalle	55
5	Kurzbezeichnung der Eisen- und Stahl-Werkstoffe	28	8.3	Der reale kristalline Aufbau	55
5.1	Das neue Bezeichnungssystem für Stähle nach DIN EN 10 127	28	8.4	Kristalline Struktur und Eigenschaften ..	56
5.2	Das alte Bezeichnungssystem für Eisen- und Stahl-Werkstoffe nach DIN	31	8.5	Gefüge und Eigenschaften	57
5.3	Werkstoffnummern für Stähle nach DIN EN 10 027	33	8.6	Gefügearten der Eisen-Werkstoffe	58
			8.7	Das Eisen-Kohlenstoff-Zustandsschaubild	60
			9	Wärmebehandlung der Eisen- und Stahl-Werkstoffe	62
			9.1	Glühen	63
			9.2	Härten	64
			9.3	Vergüten	68
			9.4	Verfahren zum Härten der Randzone ...	69
			9.5	Wärmebehandlung der Baustähle für den Stahlbau und das Bauwesen	70
			9.6	Wärmebehandlung der Vergütungsstähle	70

9.7	Wärmebehandlung der Werkzeugstähle	71	13.5	Titan und Titanlegierungen	102
9.8	Wärmebehandlung der nichtrostenden Stähle	72	13.6	Magnesium und Mg-Legierungen	102
9.9	Wärmebehandlung der Stähle für Randzonenhärtung	73	13.7	Legierungsmetalle	103
			13.8	Hochschmelzende Metalle	103
			13.9	Edelmetalle	103
10	Be- und Verarbeitung von Eisen- und Stahl-Werkstoffen	74	14	Lote und Flussmittel	104
10.1	Umformen	74	14.1	Werkstoffkundliche Vorgänge beim Löten	104
10.2	Schmieden	75	14.2	Lötverfahren und Kurzbezeichnung der Lotwerkstoffe	106
10.3	Spanen	76	14.3	Weichlote	106
10.4	Schweißen	78	14.4	Hartlote	107
10.4.1	Wichtige Schweißverfahren	78	14.5	Flussmittel	108
10.4.2	Werkstoffkundliche Gesichtspunkte beim Schweißen	80	14.6	Durchführung der Lötarbeiten	109
10.5	Löten	82	15	Korrosion und Korrosionsschutz ...	110
10.6	Kleben	82	15.1	Chemische Korrosion	110
10.7	Schraubenverbindungen	83	15.2	Elektrochemische Korrosion	111
11	Aluminium und Aluminiumlegierungen	84	15.3	Erscheinungsformen der Korrosion	113
11.1	Aluminium-Herstellung	84	15.4	Einflüsse auf die Korrosionsbeständigkeit	114
11.2	Eigenschaften und Verwendung	85	15.5	Korrosionsverhalten der Werkstoffe	114
11.3	Aluminium-Werkstofftypen	86	15.6	Korrosionsschutz von Stahlbauten	115
11.4	Genormte Aluminiumwerkstoffe	87	15.6.1	Korrosionsschutzgerechte Gestaltung ..	116
11.5	Aluminium-Halbzeuge	88	15.6.2	Vorbereiten der Stahloberfläche für die Beschichtung	116
11.6	Be- und Verarbeitung von Al-Werkstoffen	90	15.6.3	Rostgrade und Norm-Reinheitsgrade ...	117
11.7	Fügen von Aluminiumbauteilen	92	15.6.4	Korrosionsschutzbeschichtungen auf Stahlbauten	118
12	Kupfer und Kupferlegierungen	94	15.6.5	Korrosionsschutz durch Feuerverzinken	119
12.1	Kupfer-Gewinnung	94	15.6.6	Feuerverzinkung und Beschichtung (Duplex-Systeme)	120
12.2	Allgemeine Eigenschaften und Verwendung	94	15.6.7	Katodischer Korrosionsschutz von Stahl-Bauteilen	120
12.3	Kupfersorten	95	15.7	Korrosion und Korrosionsschutz bei nichtrostenden Stählen	121
12.4	Verarbeitung	95	15.8	Korrosionsschutz von Aluminium-Bauteilen	121
12.5	Niedrig legierte Kupferwerkstoffe	96	15.8.1	Anodische Oxidation	121
12.6	Kupfer-Zink-Legierungen (Messing)	96	15.8.2	Farbbeschichtungen und Überzüge auf Aluminium-Bauteilen	122
12.7	Kupfer-Zinn-Legierungen und Kupfer-Zinn-Mehrstofflegierungen	98	15.9	Korrosion und Korrosionsschutz von Kupferwerkstoffen	123
12.8	Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber)	99	16	Sinterwerkstoffe	124
12.9	Kupfer-Aluminium-Legierungen und Kupfer-Nickel-Legierungen	99	16.1	Herstellung von Sinterteilen	124
13	Weitere technisch wichtige Metalle	100	16.2	Besonderheiten der Sintertechnik	125
13.1	Zink und Zinklegierungen	100	16.3	Sintermetalle	126
13.2	Zinn und Zinnlegierungen	101	16.4	Hartmetalle	128
13.3	Blei und Bleilegierungen	101	16.5	Schneidkeramik	129
13.4	Nickel und Nickellegierungen	102			

17	Kunststoffe (Plaste)	130	19.8	Brandschutzverglasungen	156
17.1	Eigenschaften und Anwendung	130	19.9	Sicherheitsverglasungen	156
17.2	Herstellung und innerer Aufbau	131	19.10	Weitere Glasprodukte	157
17.3	Technische Einteilung	133	20	Schmierstoffe und	
17.4	Thermoplaste	134		Kühlschmierstoffe	158
17.5	Duroplaste	136	20.1	Schmierstoffe	158
17.6	Elastomere (Elaste, Gummi, Kautschuk)	137	20.2	Kühlschmierstoffe	159
17.7	Bestimmen der Kunststoffart	138	21	Baustoffe	160
17.8	Halbzeug- und Fertigteile-Herstellung (Urformen)	138	21.1	Mauerwerksbaustoffe	160
17.9	Weiterverarbeitung der Halbzeuge	140	21.2	Bauwerksteile aus Beton	161
17.10	Schweißen von Kunststoffen	141	21.3	Bauholz	161
17.11	Kleben von Kunststoffen	142	21.4	Verbindungsmitel (Mörtel)	162
17.12	Spezielle Anwendungen von Kunststoffen im Metallbau	143	21.5	Einwirkungen von Mörtel auf Metall-Bauteile	162
18	Verbundwerkstoffe	146	21.6	Befestigen von Metall-Bauteilen an Bauwerken	163
18.1	Innerer Aufbau	146	22	Werkstoffprüfung	164
18.2	Faser- und drahtverstärkte Verbundwerkstoffe	147	22.1	Einfache Prüfungen in der Werkstatt ...	164
18.3	Teilchenverstärkte Verbundwerkstoffe ..	149	22.2	Mechanisch-technische Prüfverfahren für Erzeugnisformen	166
18.4	Schichtverbundwerkstoffe	150	22.3	Zugversuch	168
19	Glas und Glasbauteile	152	22.4	Druckversuch	169
19.1	Herstellung von Flachglas	152	22.5	Scherversuch	170
19.2	Eigenschaften von Glas	153	22.6	Härteprüfungen	170
19.3	Gussglassorten	153	22.7	Kerbschlagbiegeversuch	173
19.4	Fenster- und Spiegelglas	153	22.8	Dauerschwingfestigkeits-Prüfung	173
19.5	Wärmeschutzverglasungen	154	22.9	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen ..	174
19.6	Verglasungen mit Wärme- und Sonnenschutz	155	22.10	Metallografische Untersuchungen	176
19.7	Schallschutzverglasungen	155	22.11	Prüfung der Werkstoffzusammen- setzung (Werkstoffanalyse)	177

Inhaltsverzeichnis Tabellenteil

Grundlagen	182	Kurzbezeichnung für	
Periodensystem der Elemente, physikalische und chemische Eigenschaften der Elemente	182	Stähle und Eisengusswerkstoffe	187
Technisch wichtige Chemikalien, Eigenschaften, Verwendung	183	Das neue Bezeichnungssystem für Stähle nach europäischer Norm EN 10 027	187
Physikalische Eigenschaften von Metallen und Legierungen	184	Werkstoffnummern für Stähle nach EN 10 027	189
Physikalische Eigenschaften: Nichtmetalle, Flüssigkeiten, Gase	185	Das alte Bezeichnungssystem für Eisen- und Stahlwerkstoffe nach DIN	190
Die gesetzlichen Einheiten physikalischer Größen (SI-Einheiten)	186	Eisen- und Stahl-Werkstoffe	187
		Unlegierte Baustähle für den Stahlbau und den Maschinenbau	191

Stähle für Bleche und Band (Stahlbau) . . .	192
Stähle für Flacherzeugnisse, den Rohrleitungsbau und das Bauwesen	193
Nichtrostende Stähle und Maschinenbaustähle	194
Werkzeugstähle	195
Eisen-Gusswerkstoffe	196
Stahlerzeugnisse	197
Warmgeformte Stäbe (Stabstähle)	197
Warmgewalzte Profile (Stabstähle, Formstähle)	198 ... 200
Warmgewalzte Profile (Stabstähle, Formstähle, Träger)	200 ... 202
Stahlhohlprofile (quadratisch, rechteckig)	203
Stahlrohre, Runde Stahlhohlprofile	204
Mantelflächen von Stahl-Langerzeugnissen	205
Festigkeitsberechnungen an Langerzeugnissen	206
Flacherzeugnisse aus Stahl	207
Stahlblechprofile, Kaltprofile, Rahmen-Hohlprofile (Fenster, Türen)	208
Streckgitter, Gitterroste, Ankerschienen, Betonstabstahl, Stahldraht, Drahtseile	209
Rundstahlketten, Drahtgeflechte, Drahtgewebe, Drahtgitter, Wandkassetten	210
Schmiedeeiserne Zier-Bauelemente	210
Schraubenverbindungen	211
Übersicht: Schrauben, Muttern, Scheiben	211
Schraubenverbindungen für den Stahlbau	212, 213
Senkungen für Schrauben, zeichnerische Darstellung von Bohrungen, Schrauben und Nieten im Metallbau	214
Mechanische Eigenschaften, zulässige übertragbare Kräfte für Schraubenver- bindungen im Stahlbau	215, 216
Zulässige Spannungen für Schraubenver- bindungen, Bauteile und Schweißnähte	216
Der innere Aufbau der Metalle	217
Das Eisen-Kohlenstoff- Zustandsschaubild	217
Gefügebilder von Eisen- und Stahl-Werkstoffen	217, 218

Wärmebehandlung der Eisen- und Stahl-Werkstoffe	219
Begriffsdefinitionen, Glüh-, Härte- und Anlasstemperaturen	219
Wärmebehandlung der Baustähle und Vergütungsstähle, Vergütungsschaubilder	220
Wärmebehandlung der Werkzeugstähle	221
Be- und Verarbeitung von Eisen- und Stahl-Werkstoffen	222
Biegeumformen, Schmieden (Richtwerte)	222
Bohren, Gewindebohren, Sägen mit der Metallkreissäge (Richtwerte)	223
Drehen: Klemmhalter mit Wendeschneidplatte, Richtwerte für das Drehen	224, 225
Fräsen: Fräsarbeiten, Richtwerte	225
Schweißverfahren, Schweißnähte, Schweißpositionen, zeichnerische Darstellung	226
Gasschmelzschweißen, Schweißstäbe, Richtwerte, Brennschneiden	226, 227
Lichtbogenhandschweißen (E-Schweißen), Stabelektroden (Auswahl)	228, 229
Schutzgasschweißen (SG-Schweißen), Schutzgase, Schweißzusätze (Auswahl)	230, 231
Aluminium und Aluminiumlegierungen	232
Eigenschaften und Verwendung gängiger Aluminiumwerkstoffe nach DIN	232
Mechanische Eigenschaften von Al-Halbzeugen nach DIN	233
Aluminium-Werkstoffe nach europäischer Norm EN, Halbzeuge	234
Aluminium-Halbzeuge: Stangen, Bleche, Schrauben, Rohre, Hohlprofile, Profile	234 ... 236
Verarbeitung von Al-Werkstoffen: Biegen, Spanen	237
Schweißen und Löten von Al-Werkstoffen	238, 239
Kupfer und Kupferlegierungen	240
Kupfersorten und ihre Eigenschaften, Niedrig legierte Kupferwerkstoffe	240
Kupfer-Zink-, Kupfer-Zinn- und Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen	241
Kupfer-Halbzeuge: Stangen, Drähte, Bleche, Rohre, Hohlprofile	242, 243
Verarbeitung von Kupferwerkstoffen	244
Schweißen und Löten von Kupferwerkstoffen	245

Weitere technisch wichtige Metalle ..	246	Schweißen der Kunststoffe	266
Zink-, Zinn-, Blei-, Nickel- und Titanwerkstoffe	246	Gestaltung von Klebeverbindungen, Klebstoffe, Vorbehandlung der Klebeflächen	267
Löten	247	Klebstoff-Auswahltabellen für Verklebungen	268, 269
Hartlote, Flussmittel zum Hartlöten	247, 248	Verbundwerkstoffe	269
Weichlote, Flussmittel zum Weichlöten ..	248, 249	Verstärkte Kunststoffe: Laminate, Rohre, Formmassen, Schichtpressstoffe	270, 271
Lote und Flussmittel für das Löten in der Rohrinstallation	249	Schleifkörper: Zusammensetzung, Aufbau, Bezeichnung	271
Korrosion und Korrosionsschutz	250	Fensterglas, Verglasungen	272
Korrosionsverhalten der Werkstoffe	250	Physikalisch-technische Eigenschaften von Fensterglas	272
Korrosionsbeschichtungen: Bindemittel, Pigmente, Füllstoffe	251	Wärmedurchgangszahl, Schalldämmmaß, Preisrelation von Verglasungen	272
Vorbereitung der Stahloberflächen, Rostgrade, Norm-Reinheitsgrade	252, 253	Schmierstoffe: Schmieröle, Schmierfette, feste Schmierstoffe	273
Korrosionsschutzsysteme für Stahlbauten (ohne metallische Überzüge)	254, 255	Werkstoffprüfung	274
Feuerverzinken, Korrosionsschutz- systeme aus Zinküberzügen und Beschichtung (Duplex)	256	Funkenbilder von Stählen (zur Werkstofferkennung)	274
Korrosionsschutz für dünnwandige Stahlbauten und Aluminium-Bauteile	257	Begriffe und Berechnungsformeln für mechanische Werkstoffkennwerte	275
Sinterwerkstoffe	258	Zugversuch, Druckversuch, Scherversuch, Dauerschwingversuch	275
Sinterwerkstoffe: Einteilung, Eigenschaften, Verwendung	258	Härteprüfungen: Brinell, Vickers, Rockwell	276
Schneidstoffe	259	Umwertungstabelle für Härtewerte und Zugfestigkeit	277
Anwendungsbereiche der Hartmetalle ...	259	Gefügeschliffbilder von Eisen- und Stahl-Werkstoffen	278
Kunststoffe	260	Bilder von Bruchflächen	279
Kunststoffsorten, allgemeine, physikalische und chemische Eigenschaften	260, 261	Sachwortverzeichnis	281
Kunststoff-Halbzeuge: Stäbe, Tafeln, Bahnen, Formmassen, Rohre, Schläuche	262, 263	Bildnachweis und Quellenverzeichnis	286
Bestimmen der Kunststoffart nach Erkennungsmerkmalen	264		
Spanende Bearbeitung der Kunststoffe ..	265		