

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Werkstoffe der Elektrotechnik</b> . . . . .	<b>7</b>	<b>3.7</b>	<b>Wärmebehandlung der Stähle</b> . . . . .	<b>79</b>
<b>2</b>	<b>Naturwissenschaftliche Grundlagen der Werkstoffkunde</b> . . . . .	<b>10</b>	3.7.1	Glühen . . . . .	79
2.1	<b>Physikalische Grundlagen</b> . . . . .	10	3.7.2	Härten . . . . .	80
2.1.1	Körper und Stoff . . . . .	10	3.7.3	Gittervorgänge und Gefügeveränderungen . . . . .	81
2.1.2	Bewegung der Körper (Bewegungslehre) . .	13	3.7.4	Vergüten . . . . .	82
2.1.3	Kräfte . . . . .	16	3.7.5	Härten der Randzone . . . . .	83
2.1.4	Mechanische Beanspruchung . . . . .	20	3.7.6	Wärmebehandlung der Stahlgruppen . . . .	84
2.1.5	Aufbau der Stoffe . . . . .	22	<b>3.8</b>	<b>Kupfer- und Kupferlegierungen</b> . . . . .	<b>85</b>
2.1.6	Mechanik der Flüssigkeiten und Gase . . . .	24	3.8.1	Kupfergewinnung . . . . .	85
2.1.7	Ausdehnung der Körper beim Erwärmen . .	27	3.8.2	Allgemeine Eigenschaften und Verwendung . . . . .	86
2.1.8	Temperatur . . . . .	28	3.8.3	Kupfersorten . . . . .	86
2.1.9	Zustandsänderung der Stoffe . . . . .	29	3.8.4	Niedrig legierte Kupferwerkstoffe . . . . .	87
2.1.10	Ausbreitung der Wärme . . . . .	31	3.8.5	Kupfer-Zink-Legierungen (Messing) . . . . .	88
2.1.11	Wärmeenergie . . . . .	31	3.8.6	Kupfer-Zinn-Legierungen . . . . .	89
<b>2.2</b>	<b>Chemische Grundlagen</b> . . . . .	<b>33</b>	3.8.7	Kupfer-Nickel-Legierungen . . . . .	90
2.2.1	Stoffe und Stoffänderungen . . . . .	33	3.8.8	Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen . . . . .	90
2.2.2	Sauerstoff und Oxidation . . . . .	33	<b>3.9</b>	<b>Aluminium und Aluminiumlegierungen</b> . . .	<b>91</b>
2.2.3	Chemische Zeichensprache . . . . .	35	3.9.1	Aluminium-Herstellung . . . . .	91
2.2.4	Wasserstoff und Redox-Reaktion . . . . .	37	3.9.2	Allgemeine Eigenschaften und Verwendung . . . . .	92
2.2.5	Atome und Ionen . . . . .	38	3.9.3	Aluminium-Werkstofftypen . . . . .	93
2.2.6	Chemische Bindung . . . . .	39	3.9.4	Nicht aushärtbare Aluminium-Werkstoffe . . . . .	94
2.2.7	Säuren . . . . .	41	3.9.5	Aushärtbare Aluminium-Knetlegierungen . . . . .	94
2.2.8	Basen (Laugen) . . . . .	42	3.9.6	Aluminium-Gußwerkstoffe . . . . .	94
2.2.9	Salze . . . . .	43	<b>3.10</b>	<b>Werkstoffe für Hochtemperatur- und Vakuumtechnik</b> . . . . .	<b>95</b>
2.2.10	Periodensystem der Elemente . . . . .	44	<b>3.11</b>	<b>Niedrig schmelzende Metalle</b> . . . . .	<b>96</b>
2.2.11	Kohlenwasserstoffe . . . . .	46	<b>3.12</b>	<b>Legierungsmetalle</b> . . . . .	<b>97</b>
2.2.12	Alkanole und Alkanale . . . . .	50	<b>3.13</b>	<b>Edelmetalle</b> . . . . .	<b>97</b>
2.2.13	Carbonsäuren . . . . .	51	<b>3.14</b>	<b>Sinterwerkstoffe</b> . . . . .	<b>98</b>
2.2.14	Ester . . . . .	52	3.14.1	Herstellung von Sinterteilen . . . . .	98
2.2.15	Organische Stickstoffverbindungen . . . . .	52	3.14.2	Typische Verwendung von Sintermetallen . . . . .	99
2.2.16	Tabellarische Übersicht organischer Verbindungen . . . . .	53	3.14.3	Hartmetalle . . . . .	100
<b>3</b>	<b>Konstruktionswerkstoffe</b> . . . . .	<b>54</b>	<b>3.15</b>	<b>Korrosion und Korrosionsschutz</b> . . . . .	<b>101</b>
3.1	<b>Einteilung der Konstruktionswerkstoffe</b> . . .	54	3.15.1	Elektrochemische Korrosionsarten . . . . .	101
3.2	<b>Roheisengewinnung und Stahlherstellung</b> . . . . .	56	3.15.2	Chemische Korrosion . . . . .	104
3.3	<b>Atomare Vorgänge bei der Metallerzeugung</b> . . . . .	58	3.15.3	Erscheinungsformen der Korrosion . . . . .	104
3.4	<b>Verarbeitung des Stahls zu Halbzeugen</b> . . .	59	3.15.4	Maßnahmen zur Korrosionsvermeidung . .	105
3.5	<b>Eisen- und Stahl-Konstruktionswerkstoffe</b> . . . . .	62	3.15.5	Korrosionsschutz von Eisen- und Stahlwerkstoffen . . . . .	105
3.5.1	Stahlbaustähle . . . . .	63	3.15.6	Korrosion von Kupferwerkstoffen . . . . .	107
3.5.2	Stähle in Elektromaschinen . . . . .	66	3.15.7	Korrosion von Aluminiumwerkstoffen . . .	108
3.5.3	Werkzeugstähle . . . . .	69	3.15.8	Korrosionsverhalten weiterer Werkstoffe . .	108
3.5.4	Eisen- und Stahl-Gußwerkstoffe . . . . .	70	<b>3.16</b>	<b>Kunststoffe (Plaste)</b> . . . . .	<b>109</b>
3.6	<b>Der innere Aufbau der Metalle</b> . . . . .	71	3.16.1	Eigenschaften und Verwendung . . . . .	109
3.6.1	Gefüge und kristalline Struktur . . . . .	71	3.16.2	Herstellung und innerer Aufbau . . . . .	110
3.6.2	Die Kristallgittertypen der Metalle . . . . .	72	3.16.3	Technologische Einteilung . . . . .	111
3.6.3	Der reale kristalline Aufbau . . . . .	72	3.16.4	Thermoplaste . . . . .	112
3.6.4	Kristalline Struktur und Eigenschaften . . .	73	3.16.5	Duroplaste . . . . .	115
3.6.5	Gefüge und Eigenschaften . . . . .	74	3.16.6	Elastomere (Elaste, Gummi, Kautschuk) . .	116
3.6.6	Gefügearten der Eisen- und Stahl-Werkstoffe . . . . .	75	3.16.7	Formgebung der Kunststoffe . . . . .	117
3.6.7	Das Eisen-Kohlenstoff-Zustands-schaubild . . . . .	77			

3.17	<b>Verbundwerkstoffe</b>	119	<b>7</b>	<b>Widerstandswerkstoffe</b>	155
3.17.1	Innerer Aufbau	119	7.1	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>	155
3.17.2	Verbundstoffe auf Kunststoffbasis	119	7.2	<b>Heizleiterwerkstoffe</b>	158
3.17.3	Trennscheiben, Schleifkörper, Hartmetalle	120	7.3	<b>Technische Widerstände</b>	160
3.17.4	Schichtverbundwerkstoffe	120	7.4	<b>Schichtschaltungen</b>	162
3.18	<b>Werkstoffprüfung</b>	121	7.4.1	Dickschicht-Technik	162
3.18.1	Technologische Eignungsprüfungen	121	7.4.2	Dünnschicht-Technik	163
3.18.2	Kerbschlagbiegeversuch	121	7.4.3	Hybrid-Technik	164
3.18.3	Zugversuch	122	<b>8</b>	<b>Isolierstoffe</b>	165
3.18.4	Weitere Festigkeits-Kennwerte	123	8.1	<b>Einteilung und Anforderungen</b>	165
3.18.5	Härteprüfungen	124	8.2	<b>Elektrische Eigenschaften und ihre Messung</b>	166
3.18.6	Untersuchungen des inneren Aufbaus	125	8.2.1	Durchgangswiderstand	166
<b>4</b>	<b>Hilfsstoffe</b>	126	8.2.2	Oberflächenwiderstand	166
4.1	<b>Lotwerkstoffe</b>	126	8.2.3	Durchschlagfestigkeit	167
4.1.1	Lötverfahren und Löttemperaturen	126	8.2.4	Lichtbogenfestigkeit	167
4.1.2	Vorgänge beim Weichlöten	126	8.2.5	Kriechstromfestigkeit	168
4.1.3	Kurzbezeichnungen der Lotwerkstoffe	127	8.2.6	Elektrostatische Aufladung	169
4.1.4	Weichlote	127	8.2.7	Permittivität	169
4.1.5	Hartlote	129	8.2.8	Dielektrischer Verlustfaktor	169
4.2	<b>Schmierstoffe und Kühlschmierstoffe</b>	130	8.3	<b>Wichtige nichtelektrische Eigenschaften</b>	170
4.3	<b>Klebstoffe</b>	132	8.4	<b>Feste Isolierstoffe</b>	171
<b>5</b>	<b>Leiterwerkstoffe</b>	135	8.5	<b>Organische Isolierstoffe</b>	171
5.1	<b>Elektrische Grundlagen</b>	135	8.5.1	Thermoplaste	172
5.1.1	Leitungsvorgang in Metallen	135	8.5.2	Duroplaste	175
5.1.2	Einflüsse auf den Leitungsvorgang	136	8.5.3	Elastomere	177
5.1.3	Supraleitung	138	8.6	<b>Anorganische Isolierstoffe</b>	178
5.2	<b>Leiterwerkstoff Kupfer</b>	139	8.6.1	Keramik-Isolierstoffe	178
5.2.1	Reinkupfer (unlegiertes Kupfer)	139	8.6.2	Glas	180
5.2.2	Kupferlegierungen	140	8.6.3	Glaskeramik	181
5.3	<b>Leiterwerkstoff Aluminium</b>	142	8.6.4	Glimmer	181
5.3.1	Reines Aluminium	142	8.7	<b>Flüssige Isolierstoffe</b>	182
5.3.2	Aluminiumlegierungen	143	8.8	<b>Gasförmige Isolierstoffe</b>	184
<b>6</b>	<b>Kontaktwerkstoffe</b>	144	<b>9</b>	<b>Halbleiter-Werkstoffe</b>	186
6.1	<b>Einteilung der Kontakte</b>	144	9.1	<b>Stromleitung in Metallen und Halbleitern</b>	187
6.2	<b>Anforderungen an Kontaktwerkstoffe</b>	144	9.2	<b>Ausgangsstoffe für Halbleiter</b>	195
6.3	<b>Begriffe der Kontakttechnik</b>	145	9.3	<b>Herstellung der wichtigsten Halbleiterwerkstoffe</b>	199
6.3.1	Kontaktwiderstand	145	9.3.1	Silicium Si	199
6.3.2	Kontaktverschleiß	145	9.3.2	Germanium Ge	199
6.3.3	Kleben und Verschweißen von Kontakten	146	9.3.3	Galliumarsenid GaAs	200
6.4	<b>Eigenschaften von Kontaktwerkstoffen</b>	147	9.3.4	Indiumarsenid InAs	200
6.4.1	Reine Kontakte als Kontaktwerkstoff	147	9.3.5	Indiumantimonid Insb	200
6.4.2	Kontaktlegierungen und Sinter- Verbundwerkstoffe	150	9.3.6	Indiumantimonid-Nickelantimonid	201
6.5	<b>Schichtverbundkontakte</b>	152	9.4	<b>Weiterverarbeiten des Halbleiterwerkstoffs</b>	202
6.5.1	Kontaktbimetalle	152	9.5	<b>Anwendungen</b>	211
6.5.2	Thermobimetalle	152	9.5.1	Heißleiter	211
6.6	<b>Kohlehaltige Kontaktwerkstoffe</b>	153	9.5.2	Kaltleiter	212

