

## Inhaltsverzeichnis

### INHALT

EINLEITUNG .....	19
MET      METALLE .....	29
MET 1    Charakteristika und Materialeigenschaften .....	31
MET 1.1  Zusammensetzung und Struktur .....	31
MET 1.2  Physikalische Eigenschaften .....	33
MET 1.3  Mechanische Eigenschaften .....	34
MET 1.4  Chemische Eigenschaften .....	34
MET 2    Prinzipien und Eigenheiten der Metallverarbeitung .....	35
MET 3    Vorstellung einzelner Metallsorten .....	36
MET 3.1 Eisenwerkstoffe .....	36
MET 3.1.1 Eisenwerkstoffe – Gusseisen .....	40
MET 3.1.2 Eisenwerkstoffe – Stahl .....	41
MET 3.1.3 Eisenwerkstoffe – Edelstahl .....	46
MET 3.2 Nichteisenleichtmetalle .....	47
MET 3.2.1 Aluminiumlegierungen .....	47
MET 3.2.2 Nichteisenleichtmetalle – Magnesiumlegierungen .....	49
MET 3.2.3 Nichteisenleichtmetalle – Titanlegierungen .....	50
MET 3.3 Nichteisenschwermetalle .....	51
MET 3.3.1 Nichteisenschwermetalle – Kupferlegierungen .....	51
MET 3.3.2 Nichteisenschwermetalle – Bronzelegierungen .....	53
MET 3.3.3 Nichteisenschwermetalle – Messinglegierungen .....	54
MET 3.3.4 Nichteisenschwermetalle – Zinklegierungen .....	55
MET 3.3.5 Nichteisenschwermetalle – Zinnlegierungen .....	56
MET 3.3.6 Nichteisenschwermetalle – Nickellegierungen .....	57
MET 3.3.7 Nichteisenschwermetalle – Bleilegierungen .....	58
MET 3.3.8 Nichteisenschwermetalle – Chromlegierungen .....	59
MET 3.4 Edelmetalle .....	60
MET 3.4.1 Edelmetalle – Gold .....	60
MET 3.4.2 Edelmetalle – Silber .....	62
MET 3.4.3 Edelmetalle – Platin .....	64
MET 3.5 Halbmetalle – Silizium .....	65
MET 4    Eigenschaftsprofile der wichtigsten Metallwerkstoffe .....	66
MET 5    Besonderes und Neuheiten im Bereich der Metalle .....	68
MET 5.1 Metallschaum .....	68
MET 5.2 Formgedächtnislegierungen (shape memory alloys) .....	69
MET 5.3 Metallische Gläser (amorphe Metalle) .....	70
MET 5.4 Nanopartikel .....	70
MET      Literatur .....	72
KUN      KUNSTSTOFFE .....	75
KUN 1    Charakteristika und Materialeigenschaften .....	77
KUN 1.1 Zusammensetzung und Struktur .....	77
KUN 1.2 Einteilung der Kunststoffe .....	78
KUN 1.3 Physikalische Eigenschaften .....	79
KUN 1.5 Chemische Eigenschaften .....	80
KUN 1.6 Additive und Faserzumischung .....	80
KUN 2    Prinzipien und Eigenheiten der Kunststoffverarbeitung .....	83
KUN 2.1 Herstellung einer Silikonform .....	84
KUN 2.2 Verfahren zur Herstellung faserverstärkter Kunststoffe .....	85
KUN 2.3 Kunststoffrecycling .....	87
KUN 3    Kunststoffgerechte Konstruktion .....	88

KUN 4	Vorstellung einzelner Kunststoffe .....	91
KUN 4.1	Thermoplaste .....	91
KUN 4.1.1	Thermoplaste – Polyethylen (PE) .....	91
KUN 4.1.2	Thermoplaste – Polypropylen (PP) .....	92
KUN 4.1.3	Thermoplaste – Polystyrol (PS) .....	93
KUN 4.1.4	Thermoplaste – Polycarbonat (PC) .....	95
KUN 4.1.5	Thermoplaste – Polyvinylchlorid (PVC) .....	96
KUN 4.1.6	Thermoplaste – Polyamid (PA) .....	98
KUN 4.1.7	Thermoplaste – Polymethylmethacrylat (PMMA) .....	99
KUN 4.1.8	Thermoplaste – Polyoxymethylen/ Polyacetal (POM) .....	100
KUN 4.1.9	Thermoplaste – Ethylenvinylacetat (EVA) .....	101
KUN 4.1.10	Thermoplaste – Fluoropolymere .....	102
KUN 4.1.11	Thermoplaste – Polyester .....	103
KUN 4.1.12	Thermoplaste – Zelluloseester .....	104
KUN 4.1.13	Thermoplaste – Polyimide .....	105
KUN 4.1.14	Thermoplaste – Polymerblends .....	106
KUN 4.2	Duroplaste .....	107
KUN 4.2.1	Duroplaste – Polyesterharze .....	107
KUN 4.2.2	Duroplaste – Epoxidharze (EP) .....	108
KUN 4.2.3	Duroplaste – Phenolharze (PF) .....	109
KUN 4.2.4	Duroplaste – Aminoplaste .....	110
KUN 4.2.5	Duroplaste/Elastomere – Polyurethan (PUR) .....	111
KUN 4.3	Elastomere .....	113
KUN 4.3.1	Elastomere – Gummi-Elastomere .....	113
KUN 4.3.2	Elastomere – Silikone .....	116
KUN 4.3.3	Elastomere – Thermoplastische Elastomere (TPE) .....	117
KUN 4.4	Polymerschäume .....	118
KUN 4.5	Faserverstärkte Kunststoffe .....	119
KUN 4.6	Teilchenverstärkte Kunststoffe .....	120
KUN 5	Eigenschaftsprofile der wichtigsten Kunststoffe .....	122
KUN 6	Besonderes und Neuheiten im Bereich der Kunststoffe .....	124
KUN 6.1	Elektrizität leitende Kunststoffe (Polymerelektronik) .....	124
KUN 6.2	Biokompatible Kunststoffe .....	125
KUN 6.3	Bio-Kunststoffe .....	126
KUN 6.4	Hochtemperaturbeständige Kunststoffe .....	127
KUN	Literatur .....	128
KER	KERAMIKEN .....	135
KER 1	Charakteristika und Materialeigenschaften .....	138
KER 1.1	Einteilung keramischer Werkstoffe .....	138
KER 1.2	Bindungstyp und Eigenschaftsprofil .....	141
KER 2	Prinzipien und Eigenheiten der Verarbeitung von Keramiken .....	142
KER 2.1	Aufbereitung der Ausgangsmaterialien .....	142
KER 2.2	Formen silikatkeramischer Tonmassen .....	142
KER 2.3	Formen pulverbasierter keramischer Ausgangsmassen .....	144
KER 2.4	Brandvorbereitung .....	145
KER 2.5	Hochtemperaturprozess .....	145
KER 2.6	Oberflächenveredelung .....	145
KER 2.7	Fügen keramischer Bauteile .....	147
KER 3	Keramikgerechte Gestaltung .....	148
KER 4	Vorstellung einzelner keramischer Werkstoffe .....	150
KER 4.1	Silikatkeramik – Porzellan .....	150
KER 4.2	Silikatkeramik – Steinzeug und keramische Baustoffe .....	153
KER 4.3	Silikatkeramik – Irdeware .....	154
KER 4.4	Hochleistungssilikatkeramik .....	155
KER 4.5	Oxidkeramik – Aluminiumoxid .....	156

## Inhaltsverzeichnis

KER 4.6	Oxidkeramik – Zirkondioxid .....	157
KER 4.7	Nichttoxiderkeramik – Siliziumkarbid .....	158
KER 4.8	Nichttoxiderkeramik – Siliziumnitrid .....	159
KER 4.9	Keramische Beschichtungen .....	160
KER 5	Eigenschaftsprofile der wichtigsten Keramiken .....	161
KER 6	Besonderes und Neuheiten im Bereich keramischer Werkstoffe .....	162
KER 6.1	Keramikschaum .....	162
KER 6.2	Biokeramiken .....	163
KER 6.3	Biomorphe Keramik .....	164
KER 6.4	Porzellanfolien .....	165
KER	Literatur .....	166
HOL	<b>HÖLZER</b> .....	169
HOL 1	Charakteristika und Materialeigenschaften .....	171
HOL 1.1	Holzarten und deren Einteilung .....	171
HOL 1.2	Zusammensetzung und Struktur .....	171
HOL 1.3	Physikalische Eigenschaften .....	173
HOL 1.4	Mechanische Eigenschaften .....	174
HOL 2	Prinzipien und Eigenheiten der Holzverarbeitung .....	176
HOL 2.1	Materialaufbereitung .....	176
HOL 2.2	Fügen von Holz .....	177
HOL 2.3	Biegen von Holz .....	179
HOL 2.4	Oberflächenbehandlung .....	180
HOL 3	Holzwerkstoffe .....	182
HOL 3.1	Massivhölzer .....	182
HOL 3.2	Furniere .....	184
HOL 3.2.1	Besondere Furniere .....	186
HOL 3.3	Lagenholz .....	186
HOL 3.3.1	Lagenholz – Furnierplatten (Sperrholz) .....	187
HOL 3.3.2	Lagenholz – Besondere Furnierplatten .....	187
HOL 3.3.3	Lagenholz – Schichtholz .....	188
HOL 3.3.4	Lagenholz – Besonderes Schichtholz .....	189
HOL 3.3.5	Lagenholz – Kunstharzpressholz .....	189
HOL 3.4	Verbundplatten .....	189
HOL 3.4.1	Besondere Verbundplatten .....	190
HOL 3.5	Holzspan- und Holzfaserplatten .....	190
HOL 3.5.1	Besondere Holzspan- und -faserplatten .....	191
HOL 3.6	Biegbare Werkstoffplatten .....	193
HOL 4	Vorstellung einzelner Holzarten .....	195
HOL 5	Ersatzholzarten und Besonderes im Bereich der Hölzer .....	200
HOL 5.1	Flüssigholz .....	200
HOL 5.2	Engineered Wood Products .....	201
HOL 5.3	Kork .....	202
HOL 5.4	Rindentuch .....	203
HOL 5.5	Rattan .....	204
HOL	Literatur .....	205
PAP	<b>PAPIERE</b> .....	207
PAP 1	Charakteristika und Herstellungsprozess .....	209
PAP 1.1	Zusammensetzung und Struktur .....	209
PAP 1.2	Herstellungsprozess von Papier .....	210
PAP 1.3	Papereigenschaften .....	213
PAP 1.3.1	Laufrichtung .....	213

<b>PAP 1.3.2</b>	<i>Hygroskopie</i> .....	214
<b>PAP 1.3.3</b>	<i>Festigkeit</i> .....	215
<b>PAP 1.3.4</b>	<i>Alterungsbeständigkeit</i> .....	215
<b>PAP 2</b>	<i>Prinzipien und Eigenheiten der Papierveredelung und -verarbeitung</i> .....	215
<b>PAP 2.1</b>	<i>Imprägnieren</i> .....	215
<b>PAP 2.2</b>	<i>Lackieren und Bedrucken</i> .....	215
<b>PAP 2.3</b>	<i>Kaschieren</i> .....	216
<b>PAP 2.4</b>	<i>Falten</i> .....	217
<b>PAP 3</b>	<i>Vorstellung einzelner Papiere, Kartons und Pappen</i> .....	217
<b>PAP 4</b>	<i>Papierformate und Maßeinheiten</i> .....	222
<b>PAP 5</b>	<i>Besonderes und Neuheiten im Bereich der Papiere</i> .....	223
<b>PAP 5.1</b>	<i>Papiertextilien</i> .....	223
<b>PAP 5.2</b>	<i>Papier im Wohnbereich</i> .....	224
<b>PAP 5.3</b>	<i>Papier in der Architektur</i> .....	225
<b>PAP 5.4</b>	<i>Technische Papiere – Faserwabenstrukturen</i> .....	226
<b>PAP 5.5</b>	<i>Technische Papiere – Papiervlies</i> .....	226
<b>PAP 5.6</b>	<i>Technische Papiere – Keramikpapier</i> .....	227
<b>PAP 5.7</b>	<i>Technische Papiere – Papierschaum</i> .....	227
<b>PAP</b>	<i>Literatur</i> .....	228
<b>GLA</b>	<b>GLÄSER</b> .....	233
<b>GLA 1</b>	<i>Charakteristika und Herstellung</i> .....	236
<b>GLA 1.1</b>	<i>Struktur und Eigenschaften von Gläsern</i> .....	236
<b>GLA 1.2</b>	<i>Besondere Kenngrößen für Glaswerkstoffe</i> .....	237
<b>GLA 1.3</b>	<i>Einteilung der unterschiedlichen Glassorten</i> .....	238
<b>GLA 1.4</b>	<i>Zusammensetzung und Herstellung</i> .....	239
<b>GLA 2</b>	<i>Prinzipien und Eigenheiten der Glasherstellung- und -verarbeitung</i> .....	240
<b>GLA 2.1</b>	<i>Verfahren der Glasherstellung</i> .....	240
<b>GLA 2.1.1</b>	<i>Floatverfahren</i> .....	240
<b>GLA 2.1.2</b>	<i>Gussglasverfahren</i> .....	241
<b>GLA 2.1.3</b>	<i>Ziehverfahren</i> .....	242
<b>GLA 2.1.4</b>	<i>Mundblasverfahren</i> .....	242
<b>GLA 2.1.5</b>	<i>Maschinelle Blasverfahren</i> .....	243
<b>GLA 2.1.6</b>	<i>Pressen</i> .....	244
<b>GLA 2.2</b>	<i>Prinzipien der Glasverarbeitung</i> .....	244
<b>GLA 2.2.1</b>	<i>Zerspanende Glasbearbeitung</i> .....	244
<b>GLA 2.2.2</b>	<i>Umformende Glasbearbeitung</i> .....	246
<b>GLA 2.2.3</b>	<i>Fügen</i> .....	247
<b>GLA 2.2.4</b>	<i>Oberflächenbehandlung und -beschichtung</i> .....	248
<b>GLA 2.2.5</b>	<i>Herstellung von Spiegelflächen</i> .....	249
<b>GLA 2.2.6</b>	<i>Entspiegelte Gläser</i> .....	250
<b>GLA 3</b>	<i>Vorstellung einzelner Glaswerkstoffe</i> .....	251
<b>GLA 3.1</b>	<i>Kalknatronglas</i> .....	251
<b>GLA 3.2</b>	<i>Borosilikatglas</i> .....	252
<b>GLA 3.3</b>	<i>Bleiglas</i> .....	253
<b>GLA 3.4</b>	<i>Kieselglas (Quarzglas)</i> .....	254
<b>GLA 3.5</b>	<i>Glaskeramik</i> .....	255
<b>GLA 3.6</b>	<i>Naturgläser</i> .....	256
<b>GLA 3.7</b>	<i>Obsidian</i> .....	257
<b>GLA 4</b>	<i>Spezialgläser</i> .....	258
<b>GLA 4.1</b>	<i>Sicherheitsgläser</i> .....	258
<b>GLA 4.2</b>	<i>Schutzgläser</i> .....	260
<b>GLA 4.3</b>	<i>Bauglas – Glasbausteine</i> .....	262
<b>GLA 4.4</b>	<i>Bauglas – Profilbaugläser</i> .....	263
<b>GLA 4.5</b>	<i>Bauglas – Glaswolle</i> .....	264

## Inhaltsverzeichnis

GLA 4.6	Bauglas – Schaumglas .....	265
GLA 4.7	Glasfasern .....	266
GLA 5	Eigenschaftsprofile wichtiger Glaswerkstoffe.....	267
GLA 6	Besonderes und Neuheiten im Bereich der Gläser.....	268
GLA 6.1	Bioglas .....	268
GLA 6.2	Dünngläser .....	269
GLA 6.3	Selbstreinigende Gläser .....	270
GLA 6.4	Intelligente Gläser .....	271
GLA	Literatur .....	272
TEX	<b>TEXTILIEN.....</b>	<b>275</b>
TEX 1	Charakteristika und Materialeigenschaften.....	277
TEX 1.1	Einteilung textiler Werkstoffe .....	277
TEX 1.2	Eigenschaften textiler Werkstoffe.....	278
TEX 1.3	Internationale Größentabellen für Bekleidungen.....	279
TEX 1.4	Textilpflegekennzeichnung .....	279
TEX 2	Textilprodukte und ihre Herstellung .....	280
TEX 2.1	Fadenherstellung .....	280
TEX 2.2	Textile Flächen und Strukturen .....	284
TEX 2.2.1	Textile Flächen und Strukturen – Gewebe.....	286
TEX 2.2.2	Textile Flächen und Strukturen – Vlies, Filz .....	288
TEX 2.2.3	Textile Flächen und Strukturen – Maschenware .....	289
TEX 2.2.4	Textile Flächen und Strukturen – Nähwirkware, Tufting, Laminate.....	292
TEX 3	Prinzipien der Textilienvveredelung .....	293
TEX 4	Vorstellung einzelner Textilfasern .....	296
TEX 4.1	Pflanzliche Naturfasern .....	296
TEX 4.1.1	Pflanzliche Naturfasern – Baumwolle.....	296
TEX 4.1.2	Pflanzliche Naturfasern – Kapok .....	296
TEX 4.1.3	Pflanzliche Naturfasern – Leinen (Flachs).....	297
TEX 4.1.4	Pflanzliche Naturfasern – Hanf .....	297
TEX 4.1.5	Pflanzliche Naturfasern – Jute .....	298
TEX 4.1.6	Pflanzliche Naturfasern – Ramie .....	298
TEX 4.1.7	Pflanzliche Naturfasern – Sisal .....	299
TEX 4.1.8	Pflanzliche Naturfasern – Manila .....	299
TEX 4.1.9	Pflanzliche Naturfasern – Kokos .....	300
TEX 4.2	Tierische Naturfasern .....	300
TEX 4.2.1	Tierische Naturfasern – Wolle .....	300
TEX 4.2.2	Tierische Naturfasern – Seide .....	302
TEX 4.3	Zellulosefasern .....	303
TEX 4.3.1	Zellulosefasern – Viskose, Modal .....	303
TEX 4.3.2	Zellulosefasern – Lyocell .....	303
TEX 4.3.3	Zellulosefasern – Cupro .....	304
TEX 4.3.4	Zellulosefasern – Acetat, Triacetat .....	304
TEX 4.4	Synthesefasern .....	305
TEX 4.4.1	Synthesefasern – Polyamid .....	305
TEX 4.4.2	Synthesefasern – Aramid .....	305
TEX 4.4.3	Synthesefasern – Polyester .....	306
TEX 4.4.4	Synthesefasern – Polyurethan .....	306
TEX 4.4.5	Synthesefasern – Polyacryl .....	307
TEX 4.4.6	Synthesefasern – Polytetrafluorethylen .....	307
TEX 4.4.7	Synthesefasern – Polyvinylchlorid .....	308
TEX 4.4.8	Synthesefasern – Polyolefine .....	308
TEX 4.5	Anorganische Chemiefasern .....	309
TEX 4.6	Hochleistungsfasern für technische Textilien .....	310
TEX 4.7	Leder .....	311
TEX 4.8	Pelz .....	312

<b>TEX 5</b>	<i>Eigenschaftsprofile der wichtigsten Faserwerkstoffe und Verwendung</i> .....	313
<b>TEX 6</b>	<i>Verwendungsbereiche und Innovationsfelder technischer Textilien</i> .....	315
<b>TEX 6.1</b>	<i>Schutz- und Sicherheitstextilien</i> .....	315
<b>TEX 6.2</b>	<i>Intelligente Textilien (smart textiles)</i> .....	316
<b>TEX 6.3</b>	<i>Sport- und Fahrzeugtextilien</i> .....	317
<b>TEX 6.4</b>	<i>Bautextilien</i> .....	318
<b>TEX 6.5</b>	<i>Textilien im Medizin- und Hygienebereich</i> .....	319
<b>TEX 6.6</b>	<i>Reflektionsgewebe</i> .....	320
<b>TEX</b>	<i>Literatur</i> .....	321
<b>MIN</b>	<b>MINERALISCHE WERKSTOFFE UND NATURSTEINE</b> .....	325
<b>MIN 1</b>	<i>Charakteristika und Materialeigenschaften</i> .....	328
<b>MIN 1.1</b>	<i>Zusammensetzung und Struktur</i> .....	328
<b>MIN 1.2</b>	<i>Eigenschaften</i> .....	332
<b>MIN 1.3</b>	<i>Einteilung natürlicher Gesteine</i> .....	334
<b>MIN 1.4</b>	<i>Industriesteine und Gesteinswerkstoffe</i> .....	338
<b>MIN 2</b>	<i>Prinzipien und Eigenheiten der Verarbeitung mineralischer Werkstoffe</i> .....	339
<b>MIN 3</b>	<i>Konstruktionsregeln für Natursteinmauerwerke</i> .....	341
<b>MIN 4</b>	<i>Vorstellung wichtiger Gesteinswerkstoffe</i> .....	344
<b>MIN 4.1</b>	<i>Mineralien</i> .....	344
<b>MIN 4.1.1</b>	<i>Mineralien – Siliziumdioxide</i> .....	344
<b>MIN 4.1.2</b>	<i>Mineralien – Silikate</i> .....	345
<b>MIN 4.1.3</b>	<i>Mineralien – Sulfate</i> .....	347
<b>MIN 4.1.4</b>	<i>Mineralien – Oxide</i> .....	348
<b>MIN 4.1.5</b>	<i>Mineralien – Karbonate</i> .....	348
<b>MIN 4.1.6</b>	<i>Mineralien – Ton</i> .....	349
<b>MIN 4.2</b>	<i>Magmagedesteine</i> .....	350
<b>MIN 4.2.1</b>	<i>Magmagedesteine – Tiefengesteine</i> .....	350
<b>MIN 4.2.2</b>	<i>Magmagedesteine – Erdgussgesteine</i> .....	351
<b>MIN 4.3</b>	<i>Metamorphe Gesteine</i> .....	352
<b>MIN 4.3.1</b>	<i>Metamorphe Gesteine – Gneise, Serpentinit, Dachschiefer</i> .....	352
<b>MIN 4.3.2</b>	<i>Metamorphe Gesteine – Marmor</i> .....	353
<b>MIN 4.4</b>	<i>Sedimentgesteine</i> .....	354
<b>MIN 4.4.1</b>	<i>Sedimentgesteine – Kalksteine, Dolomite, Kreide</i> .....	354
<b>MIN 4.4.2</b>	<i>Sedimentgesteine – Sandsteine</i> .....	355
<b>MIN 4.4.3</b>	<i>Sedimentgesteine – Lehm</i> .....	357
<b>MIN 4.5</b>	<i>Natursteine</i> .....	359
<b>MIN 4.5.1</b>	<i>Natursteine – Edel- und Schmucksteine</i> .....	359
<b>MIN 4.5.2</b>	<i>Natursteine – Kohlewerkstoffe</i> .....	361
<b>MIN 4.6</b>	<i>Mineralische Bindemittel</i> .....	362
<b>MIN 4.7</b>	<i>Mörtel</i> .....	364
<b>MIN 4.8</b>	<i>Beton</i> .....	365
<b>MIN 4.9</b>	<i>Bitumenhaltige Werkstoffe</i> .....	368
<b>MIN 4.10</b>	<i>Industriesteine mit mineralischem Binder</i> .....	369
<b>MIN 4.11</b>	<i>Harzgebundene Industriesteine</i> .....	370
<b>MIN 5</b>	<i>Eigenschaftsprofile wichtiger mineralischer Werkstoffe und Natursteine</i> .....	371
<b>MIN 6</b>	<i>Besonderes und Neuheiten im Bereich mineralischer Werkstoffe</i> .....	372
<b>MIN 6.1</b>	<i>Lichtdurchlässiger Beton</i> .....	372
<b>MIN 6.2</b>	<i>Synthetische Diamanten</i> .....	373
<b>MIN 6.3</b>	<i>Kohlenstoffnanoröhren (CNT)</i> .....	374
<b>MIN</b>	<i>Literatur</i> .....	376

## Inhaltsverzeichnis

<b>VER</b>	<b>VERBUNDWERKSTOFFE</b>	379
VER 1	<i>Einteilung und Aufbau</i> .....	380
VER 2	<i>Vorstellung einzelner Verbundwerkstoffe</i> .....	382
VER 2.1	<i>Schichtverbunde</i> .....	382
VER 2.1.1	<i>Schichtverbunde – Platierte Bleche</i> .....	382
VER 2.1.2	<i>Schichtverbunde – Thermobimetalle</i> .....	382
VER 2.1.3	<i>Schichtverbunde – Verbundrohre</i> .....	383
VER 2.1.4	<i>Schichtverbunde – Verbundkartons</i> .....	384
VER 2.1.5	<i>Schichtverbunde – Sandwichstrukturen</i> .....	384
VER 2.1.6	<i>Schichtverbunde – Biegefurniere</i> .....	385
VER 2.1.7	<i>Schichtverbunde – Steinfurnier</i> .....	385
VER 2.1.8	<i>Schichtverbunde – Aluminiumschichtverbunde</i> .....	386
VER 2.1.9	<i>Schichtverbunde – Akustikplatten</i> .....	387
VER 2.2	<i>Teilchenverbundwerkstoffe</i> .....	388
VER 2.2.1	<i>Teilchenverbundwerkstoffe – Hartmetalle</i> .....	388
VER 2.2.2	<i>Teilchenverbundwerkstoffe – Kork-Polymer-Komposite (CPC)</i> .....	388
VER 2.3	<i>Faserverbundwerkstoffe</i> .....	389
VER 2.3.1	<i>Faserverbundwerkstoffe – Keramik-Faserverbunde (CMC)</i> .....	389
VER 2.3.2	<i>Faserverbundwerkstoffe – Glasfaserverstärktes Aluminium (GLARE®)</i> .....	390
<b>VER</b>	<b>Literatur</b> .....	391
<b>FLU</b>	<b>FLÜSSIGKEITEN UND SUBSTANZEN</b> .....	393
FLU 1	<i>Einteilung und Eigenschaften</i> .....	395
FLU 2	<i>Vorstellung einzelner Flüssigkeiten</i> .....	396
FLU 2.1	<i>Farben, Lacke, Anstriche</i> .....	396
FLU 2.2	<i>Säuren und Basen</i> .....	398
FLU 2.3	<i>Lösungsmittel und Weichmacher</i> .....	399
FLU 2.4	<i>Kraftstoffe</i> .....	400
FLU 2.5	<i>Schmiermittel</i> .....	401
FLU 2.6	<i>Harze</i> .....	402
FLU 2.7	<i>Fette, Wachse und fette Öle</i> .....	403
FLU 2.8	<i>Kerzen</i> .....	404
FLU 2.9	<i>Seifen und Tenside</i> .....	406
<b>FLU</b>	<b>LITERATUR</b> .....	407
<b>FOR</b>	<b>FORMEN UND GENERIEREN</b> .....	409
FOR 1	<i>Urformen – Gießen</i> .....	411
FOR 1.1	<i>Gießen – Gestaltungsregeln</i> .....	414
FOR 1.2	<i>Gießen – Spritzgießen</i> .....	417
FOR 1.2.1	<i>Spritzgießen - Sonderverfahren</i> .....	418
FOR 1.2.2	<i>Spritzgießen - Hinterspritzverfahren</i> .....	421
FOR 1.3	<i>Gießen – Feingießen</i> .....	423
FOR 1.4	<i>Gießen – Druckgießen</i> .....	424
FOR 1.5	<i>Gießen – Gießen unter Vakuum</i> .....	425
FOR 1.6	<i>Gießen – Schleuder- und Rotationsgießen</i> .....	426
FOR 1.7	<i>Gießen – Stranggießen</i> .....	427
FOR 1.8	<i>Gießen – Polymergießen</i> .....	428
FOR 1.9	<i>Gießen – Tauchformen</i> .....	429
FOR 2	<i>Urformen – Sintern</i> .....	430
FOR 2.1	<i>Sintern – Gestaltungsregeln</i> .....	431
FOR 3	<i>Urformen – Schäumen</i> .....	432
FOR 4	<i>Urformen – Extrudieren</i> .....	434
FOR 4.1	<i>Extrudieren – Gestaltungsregeln</i> .....	435

FOR 5	<i>Urformen – Blasformen</i> .....	436
FOR 5.1	<i>Blasformen – Gestaltungsregeln</i> .....	438
FOR 5.2	<i>Blasformen – Maschinelles Glasblasformen</i> .....	439
FOR 5.3	<i>Blasformen – polymerer Werkstoffe</i> .....	440
FOR 6	<i>Druckumformen</i> .....	441
FOR 6.1	<i>Druckumformen – Einpressen</i> .....	441
FOR 6.2	<i>Druckumformen – Walzen</i> .....	441
FOR 6.3	<i>Druckumformen – Schmieden</i> .....	443
FOR 6.3.1	<i>Schmieden – Gestaltungsregeln</i> .....	444
FOR 6.3.2	<i>Schmieden – Sonderverfahren</i> .....	446
FOR 6.4	<i>Druckumformen – Pressformen</i> .....	447
FOR 6.5	<i>Druckumformen – Fließpressen</i> .....	448
FOR 6.6	<i>Druckumformen – Strangpressen</i> .....	449
FOR 7	<i>Zugdruckumformen</i> .....	450
FOR 7.1	<i>Zugdruckumformen – Tiefziehen</i> .....	450
FOR 7.2	<i>Zugdruckumformen – Superformen</i> .....	452
FOR 7.3	<i>Zugdruckumformen – Durchziehen</i> .....	453
FOR 7.4	<i>Ziehen – Gestaltungsregeln</i> .....	454
FOR 7.5	<i>Zugdruckumformen – Innenhochdruckformen</i> .....	455
FOR 7.6	<i>Zugdruckumformen – Drücken</i> .....	456
FOR 7.7	<i>Zugdruckumformen – Hochgeschwindigkeitsumformen</i> .....	457
FOR 7.8	<i>Zugdruckumformen – Wölbstrukturieren</i> .....	458
FOR 8	<i>Zugumformen – Streckziehen</i> .....	459
FOR 9	<i>Biegen</i> .....	460
FOR 9.1	<i>Biegen – Gestaltungsregeln</i> .....	462
FOR 10	<i>Generative Verfahren</i> .....	463
FOR 10.1	<i>Gestaltungsregeln und Prototyparten</i> .....	464
FOR 10.2	<i>Generative Verfahren – Stereolithographie (SL)</i> .....	466
FOR 10.3	<i>Generative Verfahren – Lasersintern (LS)</i> .....	467
FOR 10.4	<i>Generative Verfahren – Laminate-Verfahren</i> .....	468
FOR 10.5	<i>Generative Verfahren – Extrusionsverfahren</i> .....	469
FOR 10.6	<i>Generative Verfahren – 3D-Printing (3D-P)</i> .....	470
FOR 10.7	<i>Auswahl generativer Techniken</i> .....	471
FOR 11	<i>Fabber – Personal Fabrication</i> .....	473
FOR	<i>Literatur</i> .....	474
TRE	<b>TRENNEN UND SUBTRAHIEREN</b> .....	477
TRE 1	<i>Zerspanen</i> .....	479
TRE 1.1	<i>Zerspanen – Strahlen</i> .....	482
TRE 1.2	<i>Zerspanen – Schleifen</i> .....	483
TRE 1.2.1	<i>Schleifen – Gestaltungsregeln</i> .....	486
TRE 1.3	<i>Zerspanen – Polieren</i> .....	487
TRE 1.4	<i>Zerspanen – Sägen</i> .....	488
TRE 1.5	<i>Zerspanen – Drehen</i> .....	489
TRE 1.5.1	<i>Drehen – Gestaltungsregeln</i> .....	491
TRE 1.6	<i>Zerspanen – Fräsen</i> .....	492
TRE 1.6.1	<i>Fräsen – Gestaltungsregeln</i> .....	495
TRE 1.7	<i>Zerspanen – Bohren</i> .....	496
TRE 1.7.1	<i>Bohren – Gestaltungsregeln</i> .....	499
TRE 1.8	<i>Zerspanen – Räumen, Hobeln, Stoßen</i> .....	500
TRE 1.8.1	<i>Räumen, Hobeln, Stoßen – Gestaltungsregeln</i> .....	500
TRE 1.9	<i>Zerspanen – Honen</i> .....	502
TRE 1.10	<i>Zerspanen – Läppen</i> .....	503
TRE 2	<i>Schneiden</i> .....	504
TRE 2.1	<i>Schneiden – Scherschneiden</i> .....	504

## Inhaltsverzeichnis

TRE 2.1.1	Scherschneiden, Stanzen – Gestaltungsregeln .....	506
TRE 2.2	Schneiden – Strahlschneiden .....	508
TRE 2.3	Schneiden – Thermoschneiden .....	510
TRE 3	Abtragen .....	511
TRE 3.1	Abtragen – Funkenerosives Abtragen (EDM).....	512
TRE 3.2	Abtragen – Laserabtragen und -strukturieren.....	513
TRE 3.3	Abtragen – Chemisches Abtragen (Ätzen).....	515
TRE 3.4	Abtragen – Beizen .....	516
TRE 3.5	Abtragen – Elektrochemisches Abtragen (ECM).....	517
TRE	Literatur .....	518
FUE	<b>FÜGEN UND VERBINDELN</b> .....	521
FUE 1	An-/Einpress- und Schnappverbindungen .....	523
FUE 1.1	An-/Einpress- und Schnappverbindungen – Pressverbindungen,.....	523
FUE 1.2	An-/ Einpress- und Schnappverbindungen – Schnappverbindungen.....	524
FUE 1.2.1	Schnappverbindungen – Gestaltungsregeln .....	525
FUE 1.3	An-/ Einpress- und Schnappverbindungen – Nieten .....	526
FUE 1.3.1	Nieten – Gestaltungsregeln .....	527
FUE 1.4	An-/Einpress- und Schnappverbindungen – Schrauben .....	528
FUE 1.4.1	Schrauben – Gestaltungsregeln .....	529
FUE 2	Fügen durch Einbetten und Ausgießen .....	531
FUE 3	Fügen durch Umformen .....	532
FUE 4	Kleben .....	533
FUE 4.1	Klebstoffarten .....	534
FUE 4.2	Kleben – Gestaltungsregeln .....	537
FUE 5	Schweißen .....	538
FUE 5.1	Schweißen – Gestaltungsregeln .....	539
FUE 5.2	Schweißen – Widerstandspunktschweißen.....	541
FUE 5.3	Schweißen – Lichtbogenhandschweißen .....	542
FUE 5.4	Schweißen – Schutzgassschweißen .....	543
FUE 5.5	Schweißen – Gassschmelzschweißen .....	544
FUE 5.6	Schweißen – Warmgassschweißen .....	545
FUE 5.7	Schweißen – Laserschweißen .....	546
FUE 5.8	Schweißen – Reibschweißen .....	547
FUE 5.9	Schweißen – Ultraschallschweißen .....	548
FUE 5.10	Schweißen – Heizelementeschweißen .....	549
FUE 6	Löten .....	550
FUE 6.1	Löten – Lötverfahren .....	551
FUE 6.2	Löten – Gestaltungsregeln .....	553
FUE 7	Nähen, Stricken, Weben .....	554
FUE 8	Wirtschaftlichkeit verschiedener Fügeverfahren und deren Kombinationen.....	555
FUE	Literatur .....	556
BES	<b>BESCHICHTEN UND VEREDELN</b> .....	563
BES 1	Beschichten aus flüssigem Zustand .....	564
BES 1.1	Beschichten aus flüssigem Zustand – Spritzen.....	564
BES 1.2	Beschichten aus flüssigem Zustand – Elektrostatisches Lackieren,.....	566
BES 1.3	Beschichten aus flüssigem Zustand – Tauchen.....	567
BES 1.4	Beschichten aus flüssigem Zustand – Siebdruck.....	568
BES 1.5	Beschichten aus flüssigem Zustand – Tampondruck.....	570
BES 1.6	Beschichten aus flüssigem Zustand – Emaillieren (Glasieren).....	571

<b>BES 2</b>	Dekorationsverfahren .....	572
<b>BES 2.1</b>	Dekorationsverfahren – Wassertransferdruck .....	572
<b>BES 2.2</b>	Dekorationsverfahren – Heißprägen .....	573
<b>BES 2.3</b>	Dekorationsverfahren – <i>In-Mold Decoration</i> .....	574
<b>BES 3</b>	<i>Beschichten aus breiigem Zustand – Putzen</i> .....	575
<b>BES 4</b>	<i>Beschichten aus festem Zustand</i> .....	576
<b>BES 4.1</b>	<i>Beschichten aus festem Zustand – Thermisches Spritzen</i> .....	576
<b>BES 4.2</b>	<i>Beschichten aus festem Zustand – Pulverbeschichten</i> .....	577
<b>BES 4.3</b>	<i>Beschichten aus festem Zustand – Elektrostatisches Pulverbeschichten</i> .....	578
<b>BES 4.4</b>	<i>Beschichten aus festem Zustand – Wirbelsintern</i> .....	579
<b>BES 4.5</b>	<i>Beschichten aus festem Zustand – Beflocken</i> .....	580
<b>BES 5</b>	<i>Beschichten durch Schweißen und Löten</i> .....	582
<b>BES 5.1</b>	<i>Beschichten durch Schweißen und Löten – Auftragschweißen</i> .....	582
<b>BES 5.2</b>	<i>Beschichten durch Schweißen und Löten – Auftraglöten</i> .....	583
<b>BES 6</b>	<i>Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand</i> .....	584
<b>BES 6.1</b>	<i>Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – PVD-Verfahren</i> .....	584
<b>BES 6.2</b>	<i>Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – CVD-Verfahren</i> .....	585
<b>BES 6.3</b>	<i>Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – Elektrolytisches Abscheiden</i> .....	586
<b>BES 6.4</b>	<i>Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – Chemisches Abscheiden</i> .....	588
<b>BES 6.5</b>	<i>Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – Anodisieren</i> .....	589
<b>BES 7</b>	<i>Beschichten aus gelförmigem Zustand – SolGel-Technik</i> .....	590
<b>BES 8</b>	<i>Diffusionsschichten</i> .....	591
<b>BES 9</b>	<i>Beschichten – Gestaltungshinweise</i> .....	592
<b>BES 10</b>	<i>Nanobeschichtungen</i> .....	593
<b>BES</b>	<i>Literatur</i> .....	595
<b>GES</b>	<b>KOSTENREDUZIERENDES GESTALTEN UND KONSTRUIEREN</b> .....	599
<b>GES 1</b>	<i>Fertigungsgerechte Gestaltung</i> .....	601
<b>GES 2</b>	<i>Montagegerechte Gestaltung</i> .....	604
<b>GES 3</b>	<i>Materialkosten reduzierende Gestaltung</i> .....	606
<b>GES 4</b>	<i>Recycling- und entsorgungsgerechte Gestaltung</i> .....	607
<b>GES 5</b>	<i>Lager- und transportkostengerechte Gestaltung</i> .....	608
<b>GES</b>	<i>Literatur</i> .....	609
<b>KEN</b>	<b>WERKSTOFFKENNWERTE</b> .....	612
	<b>SACHWORTVERZEICHNIS</b> .....	614
	<b>VITAE</b> .....	634
	<b>NACHWORT</b> .....	635