

Ralf Janda

Kunststoff Verbundsysteme

**Grundlagen, Anwendung, Verarbeitung,
Prüfung**



Inhalt

Vorwort	VII
1 Einleitung	1
2 Definitionen und Abkürzungen	3
3 Matrixkunststoffe: Herstellung, Strukturen, Eigenschaften	7
3.1 Herstellung von Matrixkunststoffen durch Polyreaktionen	7
3.1.1 Polymerisation	9
3.1.1.1 Radikalische Polymerisation	10
3.1.1.2 Anionische Polymerisation	12
3.1.1.3 Kationische Polymerisation	13
3.1.1.4 Andere Polymerisationsreaktionen	14
3.1.1.5 Ausführungsformen der Polymerisation	15
3.1.2 Polykondensation	16
3.1.3 Polyaddition	19
3.2 Umwandlung polymerer Matrixkunststoffe	20
3.2.1 Pfropfung	20
3.2.2 Vernetzung von Polymeren, Vulkanisation	21
3.2.3 Alterung, Depolymerisation	23
3.3 Strukturen und Eigenschaften von Matrixkunststoffen	26
3.3.1 Primärstrukturen, Homopolymere, Copolymere, Vernetzung	26
3.3.2 Sekundärstrukturen, Nebenvalenzkräfte	30
3.3.3 Thermoplaste, Elastomere, Duomere	32
3.3.4 Interpenetrierende Netzwerke	33
3.4 Einteilung der Matrixkunststoffe nach Verbindungsklassen	34
3.4.1 Einteilung nach Verknüpfungsarten	34
3.4.1.1 Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung	34
3.4.1.2 Esterbindung	38
3.4.1.3 Amid-Bindung	41
3.4.1.4 Urethan-Bindung	42
3.4.1.5 Ether-Bindung	43
3.4.1.6 Siloxan-Bindung	46
3.4.1.7 Spezielle Verknüpfungsarten und -kombinationen	47
3.4.2 Spezielle Polymersysteme	50

X	<i>Inhalt</i>	
3.4.2.1	Polymer Blends.	50
3.4.2.2	Nichtschumpfende bzw. expandierende Polymere.	50
3.4.2.3	Elektrisch leitfähige Polymere.	51
4	Füllstoffe.	53
4.1	Anwendungsformen, Anforderungen und Eigenschaften.	53
4.2	Silikate.	57
4.2.1	Glas.	57
4.2.1.1	Glasfasern und Gewebe.	57
4.2.1.2	Andere Glasanwendungsformen.	59
4.2.2	Weitere Silikate.	59
4.3	Metalle und Metalloxide.	61
4.4	Polymere.	62
4.4.1	Naturstoffe.	62
4.4.2	Synthetische Produkte.	62
4.4.2.1	Fasern.	62
4.4.2.2	Andere Anwendungsformen.	64
4.5	Kohlenstoff.	64
4.6	Polykieselsäuren.	65
4.7	Weitere Füllstoffarten.	66
5	Additive.	69
5.1	Stabilisierung von Monomeren und Polymeren.	70
5.2	Verarbeitungshilfsmittel.	74
5.3	Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften.	75
5.4	Erzeugung bestimmter Produktcharakteristika.	76
6	Chemie und Physik der Kunststoffverbundwerkstoffe.	79
6.1	Aufbau, Zusammensetzung, Herstellung und Verarbeitung.	79
6.1.1	Matrixkunststoffe.	80
6.1.2	Füllstoffe.	86
6.1.2.1	Aktive Füllstoffe.	89
6.1.2.2	Inaktive Füllstoffe.	91
6.1.3	Additive.	92
6.1.4	Verbund Matrixkunststoff - Füllstoff.	93
6.1.4.1	Verbund zu anorganischen Füllstoffen.	93
6.1.4.2	Verbund zu organischen Füllstoffen.	102
6.1.4.3	Verbund zu Kohlenstoff.	105

6.1.5	Herstellung und Verarbeitung . . . . .	.107
6.1.5.1	Pulver- und kurzfaserverstärkte Polymere. . . . .	.108
6.1.5.2	Faser-, fasermatten- und gewebeverstärkte Polymere. . . . .	.114
6.2	Festigkeitseigenschaften. . . . .	.118
6.2.1	Beispiele hochfester Verbundkunststoffe. . . . .	.119
6.2.1.1	Verstärkte Thermoplaste. . . . .	.120
6.2.1.2	Verstärkte Elastomere. . . . .	.125
6.2.1.3	Verstärkte Duromere. . . . .	.128
6.2.2	Abhängigkeit der Festigkeit von Menge, Art und Orientierung der Füllstoffe .	134
6.2.2.1	Pulververstärkte Polymere. . . . .	.134
6.2.2.2	Faserverstärkte Polymere. . . . .	.139
6.2.2.3	Hybridverstärkte Polymere. . . . .	.148
6.2.3	Einige mathematisch-physikalische Zusammenhänge zur Verstärkung . .	149
6.2.4	Prüfparameter und -methoden. . . . .	.154
6.2.4.1	Kurzzeit-Spannungs-Dehnungsverhalten. . . . .	.157
6.2.4.2	Langzeit-Spannungs-Dehnungsverhalten. . . . .	.163
6.2.4.3	Temperaturabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften. . . . .	.164
6.3	Weitere physikalische Eigenschaften. . . . .	.166
6.3.1	Reibung / Verschleiß / Abrieb. . . . .	.166
6.3.2	Elektrische Eigenschaften. . . . .	.169
6.3.3	Thermische Eigenschaften / Temperatureinfluß. . . . .	.173
6.3.4	Beständigkeit gegen sehr hohe Temperaturen und Feuereinwirkung . .	177
6.3.5	Weitere physikalische Eigenschaften. . . . .	.182
6.4	Chemische Eigenschaften. . . . .	.185
6.5	Alterungs- und Ermüdungsprozesse. . . . .	.187
6.5.1	Mechanische Einflüsse. . . . .	.188
6.5.2	Physikalische und chemische Einflüsse. . . . .	.192
6.5.3	Bewitterung. . . . .	.194
6.5.4	Biologischer Abbau. . . . .	.195
7	Einsatzbereiche und Anforderungen für Kunststoffverbundwerkstoffe . .	.197
7.1	Allgemeine Konstruktionsprinzipien. . . . .	.197
7.2	Bauwesen. . . . .	.202
7.2.1	Konstruktion. . . . .	.203
7.2.2	Außenanwendung. . . . .	.206
7.2.3	Innenanwendung. . . . .	.209
7.3	Technik. . . . .	.210
7.3.1	Fahrzeugbau. . . . .	.210
7.3.2	Luft-und Raumfahrt. . . . .	.213
7.3.3	Elektrotechnik und Elektronik. . . . .	.215

7.3.4	Maschinen- und Werkzeugbau.	218
7.3.5	Sonstige Anwendungen.	219
7.4	Medizin.	220
7.4.1	Humanmedizin.	220
7.4.2	Zahnmedizin.	225
7.4.3	Veterinärmedizin.	229
8	Klebstoffe	231
8.1	Aufbau, Zusammensetzung und Herstellung	232
8.1.1	Matrixkunststoffe.	235
8.1.1.1	Thermoplaste.	236
8.1.1.2	Elastomere.	238
8.1.1.3	Duroplaste.	240
8.1.2	Hilfsstoffe.	243
8.1.3	Herstellung	245
8.2	Verarbeitung	246
8.2.1	Geometrische Gestaltung der Klebeflächen.	246
8.2.2	Vorbehandlung der Klebeflächen.	249
8.2.3	Klebstoffauswahl und -anwendung	252
8.3.	Theoretische Grundlagen der Haftung	256
8.3.1	Benetzung und Benetzbarkeit	257
8.3.2	Mechanischer Verbund	259
8.3.3	Chemischer und adhäsiver Verbund	260
8.4	Verbundfestigkeiten.	262
8.4.1	Beispiele hochfester Klebstoffe.	262
8.4.2	Prüfparameter und -methoden	267
8.4.2.1	Klebfestigkeitsmessung.	268
8.4.2.2	Alterungsprozesse.	273
8.5	Einsatzbereiche und Anforderungen	275
8.5.1	Bauwesen	275
8.5.2	Technik.	276
8.5.3	Medizin.	278
9	Weitere Kunststoffverbundsysteme	283
9.1	Lacke und Anstrichstoffe.	283
9.2	Dichtungsmassen	287
10	Toxikologie	291
	Literaturverzeichnis.	295
	Sachwortverzeichnis.	309