
Inhaltsverzeichnis

1	Aufbau und Eigenschaften von Kunststoffen	1
1.1	Die Einzelkette	2
1.1.1	Der chemische Aufbau der Kette	2
1.1.2	Der räumliche Aufbau der Kette	8
1.1.3	Statistik der Einzelkette	10
1.1.4	Molekulargewichtsverteilung	12
1.1.5	Bindungskräfte/Bindungstypen	14
1.2	Der amorphe Zustand	16
1.2.1	Charakterisierung der mechanischen Zustände (Glas-Gummi-viskoelastisch)	17
1.2.2	Glasverhalten	18
1.2.3	Gummiverhalten	22
1.2.4	Viskoses Verhalten	25
1.3	Flüssigkristalline Polymere	32
1.4	Der kristalline Zustand	35
1.4.1	Grundlagen	36
1.4.2	Kristallisation der relaxierten Schmelze	40
1.4.3	Kristallisation gedeckter Schmelzen	44
1.4.4	Kristallisation im longitudinalen Fließgradienten	46
1.4.5	Mechanisches Verhalten teilkristalliner polymerer Werkstoffe	50
1.4.6	Thermisches Verhalten	52
1.5	Klassifikation	59
1.5.1	Thermoplaste	59
1.5.2	Elastomere	60
1.5.3	Duromere	60
1.5.4	Thermoplastische Elastomere (Elastoplaste)	60
1.5.5	Vergleich der Kunststoffklassen	60
1.6	Struktur und Eigenschaften	61
1.6.1	Elastizität/Plastizität teilkristalliner Kunststoffe	61
1.6.2	Elastizität/Plastizität amorpher Kunststoffe	65
1.6.3	Dynamische Belastungen	70

1.6.4	Thermische Charakterisierung	71
1.7	Elektrische Eigenschaften	75
1.7.1	Dielektrische Eigenschaften	76
1.7.2	Piezo-, Pyro- und Ferroelektrizität	80
1.7.3	Elektrische Leitfähigkeit	82
2	Polymere Verbundwerkstoffe	85
2.1	Motivation	85
2.2	Verstärkungsadditive	86
2.2.1	Fasern	87
2.2.2	Plattenförmige Verstärker	90
2.3	Polymere Matrix	91
2.4	Grenzfläche Verstärkungsadditiv/Matrix	91
2.5	Vor- und Nachteile von Faserverbundwerkstoffen	92
2.5.1	Vorteile von Faserverbundwerkstoffen und mögliche Anwendungen	92
2.5.2	Nachteile von Faserverbundwerkstoffen	94
2.6	Gefüge der Faserverbundwerkstoffe	95
2.6.1	Vliese	95
2.6.2	Gewebe	95
2.6.3	Gelege	96
2.6.4	Geflechte	96
2.6.5	Gestricke und Gewirke	97
2.7	Mechanische Eigenschaften von Faserverbunden	97
2.7.1	Der Elastizitätsmodul unidirektionaler Faserverbunde	97
2.7.2	Die Poissonzahl unidirektionaler Faserverbunde	99
2.7.3	Der Schubmodul unidirektionaler Faserverbunde	100
2.7.4	Der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient unidirektionaler Faserverbunde	101
2.7.5	Die Bruchspannung unidirektionaler Faserverbunde	101
2.7.6	Mechanische Eigenschaften unter einem beliebigen Belastungswinkel	102
2.7.7	Druckfestigkeit in Faserrichtung	103
2.8	Diskontinuierliche Faserverstärkung	104
2.9	Laminate	106
2.10	Schädigungen	107
3	Additive	109
3.1	Antioxidantien	111
3.1.1	H-Donatoren	112
3.1.2	Hydroperoxidzersetzer	112
3.1.3	Radikalfänger	112

3.1.4	Austestung von Antioxidantien	113
3.2	UV-Stabilisatoren	115
3.2.1	UV-Absorber	115
3.2.2	Sterisch gehinderte Amine	118
3.2.3	UV-Quencher	119
3.2.4	Austestung von UV-Stabilisatoren	119
3.3	PVC-Stabilisatoren	122
3.3.1	Blei-Stabilisatoren	123
3.3.2	Organozinn-Stabilisatoren	125
3.3.3	Mischmetall-Stabilisatoren	126
3.3.4	Aktuelle Entwicklungen	128
3.3.5	Austestung von PVC-Stabilisatoren	128
3.4	Gleitmittel	130
3.4.1	Innere Gleitmittel	131
3.4.2	Äußere Gleitmittel	131
3.4.3	Austestung von Gleitmitteln	132
3.5	Prozesshilfsmittel	134
3.5.1	Vermeidung von Schmelzebruch	135
3.5.2	Vermeidung von Materialaufbau an der Düse	136
3.5.3	Vermeidung von Gelbildung	136
3.5.4	Beschleunigter Farbwechsel	137
3.5.5	Austestung von Prozesshilfsmitteln	137
3.6	Antistatika	137
3.6.1	Nicht leitfähige Antistatika	138
3.6.2	Leitfähige Antistatika	139
3.6.3	Austestung von Antistatika	140
3.7	Biozide	140
3.7.1	Mikroorganismen	141
3.7.2	Biozide Wirkstoffe	143
3.7.3	Austestung von Bioziden	144
3.8	Flammschutzmittel	146
3.8.1	Halogenhaltige Flammschutzmittel	147
3.8.2	Metallhydroxide	148
3.8.3	Phosphorhaltige Flammschutzmittel	149
3.8.4	Intumeszenz-Flammschutzmittelsysteme	149
3.8.5	Brandprüfungen	150
3.9	Weichmacher	151
3.9.1	Primärweichmacher	153
3.9.2	Sekundärweichmacher	154
3.9.3	Extender	155
3.9.4	Auswahlkriterien für Weichmacher	155
3.9.5	Austestung von Weichmachern	157

4	Verarbeitungsmethoden	159
4.1	Pressformen	160
4.2	Spritzgießen	162
4.2.1	Formmassen	162
4.2.2	Spritzgießmaschinen	162
4.2.3	Spritzgießwerkzeuge	166
4.2.4	Spezielle Spritzgießverfahren	170
4.2.5	Fehlerbehebung	174
4.2.6	Anwendungsbereiche	176
4.3	Extrudieren	178
4.3.1	Einschneckenextruder	178
4.3.2	Doppelschneckenextruder	179
4.3.3	Ko-Kneter	182
4.3.4	Anwendungen	183
4.4	Kalandrieren	193
4.5	Verarbeitung faserverstärkter Kunststoffe	194
4.5.1	Begriffe in der Verarbeitung faserverstärkter Kunststoffe	194
4.5.2	Handlaminierung	195
4.5.3	Faserspritzen	195
4.5.4	Schleuderverfahren	195
4.5.5	Wickelverfahren	197
4.5.6	Autoklavenverfahren	197
4.5.7	Pressen	198
4.5.8	Pultrusion	198
4.5.9	Harzinjektionsverfahren	198
4.6	Vakuum-Tiefziehen	199
4.7	Biegeumformen	199
4.8	Schweißen	200
4.8.1	Heizelementschweißen	201
4.8.2	Warmgasschweißen	208
4.8.3	Lichtstrahl-Extrusionsschweißen	211
4.8.4	Ultraschallschweißen	211
4.8.5	Reibschweißen	213
4.8.6	Hochfrequenzschweißen	213
4.9	Kleben	213
4.9.1	Einteilung der Klebstoffe	214
4.9.2	Kleben von Kunststoffen	214
5	Werkstoffauswahl – Kunststoffe	219
5.1	Werkstoffdatenbanken für Kunststoffe	222
5.1.1	CAMPUS®-Datenbank	222
5.1.2	POLYMAT	222

5.1.3 KERN RIWETA Material Selector	225
5.2 Beständigkeiten	225
5.2.1 Medienbeständigkeit	226
5.2.2 Wärmebeständigkeit	229
5.2.3 UV-Beständigkeit	231
5.3 Möglichkeiten zur Vorauswahl	232
6 Fallbeispiele	235
6.1 Fahrzeugtechnik	236
6.1.1 Radkappen am Fahrwerk der Boeing 777	236
6.1.2 Hochbelastete Drehmomentstütze für den Automobilbau	237
6.1.3 Drucksensoren für Kraftstofftanks	240
6.1.4 Lenkgestänge des Weltrekordfahrzeugs HYSUN3000	241
6.2 Landmaschinentechnik	244
6.2.1 Rohrverbindungen für Melkanlagen	244
6.3 Konstruktionstechnik	245
6.3.1 Rillenkugellager	245
6.4 Produktionstechnik	248
6.4.1 Kreuzgelenk für eine Parallelkinematik	248
6.5 Verfahrenstechnik	250
6.5.1 Produkte für explosionsgefährdete Bereiche	250
6.5.2 Axiallager für Saugpumpen von Nasswickelheizgeräten	255
6.6 Versorgungstechnik	257
6.6.1 Schutz von Trinkwasser	257
6.6.2 Ortung und Nachweis der Nichtbeschädigung eines verlegten Rohrstranges	260
6.7 Rettungswesen	264
6.7.1 Küstenschutz	264
6.7.2 Löschwasserpumpen für Offshore-Plattformen	266
6.8 Erneuerbare Energien	268
6.8.1 Mikrowindturbinen	268
Literatur	271
Sachverzeichnis	275