

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort zur 2. Auflage	V
	Autoren	VII
1	Einleitung	1
1.1	Definitionen und Begriffe	4
2	Anforderungen an die Verpackung	5
2.1	Schutz vor Luftsauerstoff (O₂)	6
2.2	Schutz vor Gasverlust (Schutzgas)	9
2.3	Schutz vor Feuchteintrag und -verlust	11
2.4	Schutz vor Licht	13
2.5	Schutz vor Aromaverlust oder Fremdgerüchen	14
2.6	Stabilität gegenüber hohen oder tiefen Temperaturen	15
2.7	Schutz vor mechanischen Einwirkungen	16
2.8	Hygiene von Verpackungen	18
2.9	Migration und Wechselwirkung	22
2.10	Rechtliche Anforderungen	25
2.10.1	Rechtliche Regelung für Lebensmittelverpackungen	26
2.10.2	Rechtliche Regelung von Verpackungen für medizinische Produkte und Arzneimittel	31
2.11	Sicherheitsanforderungen	33
2.11.1	Wie kann man diesen Anforderungen gerecht werden?	34
3	Kunststoffe als Verpackungsmaterialien	37
3.1	Zellulose-Derivate	38
3.1.1	Zellglas (Regenerat-Zellulose, Cellophan oder Cellulosehydrat)	38
3.1.2	Zelluloseacetat	39
3.2	Polyolefine	39
3.2.1	Polyethylen (PE)	40
3.2.2	Metallocen – Polyolefine	41
3.2.3	Ethylen-Copolymere	41
3.2.4	Polypropylen (PP)	42
3.3	Lineare Polyester (z. B. PET, PEN)	43

3.4	Polyamid (PA)	44
3.5	Styrol-Polymere	45
3.6	Vinyl-Polymere (z. B. PVC, PVDC, PVA, PVAC)	46
3.7	Weitere Polymere (z. B. PC, PU, SiO₂)	47
3.8	Verarbeitung von Kunststoffen	50
3.8.1	Lamine und Verbunde	53
4	Beschichtungen, Farben, Lacke, Klebstoffe und Lösungsmittel	55
4.1	Beschichtungen	55
4.2	Farbstoffe, Pigmente, Druckfarben	55
4.3	Lacke	57
4.4	Lösungsmittel	58
4.5	Klebstoffe bei der Herstellung von Verpackungen	59
5	Packhilfsmittel	63
5.1	Schutz- und Sicherungsmittel	63
5.2	Verschleißmittel und Verschleißhilfsmittel	64
5.3	Kennzeichnungs- und Ausstattungsmittel	64
5.4	Füll- und Polstermittel	64
5.5	Aufteilungsmittel	65
5.6	Handhabungsmittel	65
6	Moderne und innovative Verpackungsmethoden	67
6.1	Biokunststoffe als Verpackungsmaterialien	67
6.2	Nanomaterialien	69
6.3	Modifizierte atmosphärische Verpackung (MAP)	71
6.3.1	Methoden der Gasmodifizierung	72
6.3.1.1	Mechanischer Luftaustausch	73
6.3.1.2	Passive Modifikation der Atmosphäre	73
6.3.1.3	Aktive Modifikation der Atmosphäre	74
6.3.2	Eingesetzte Gase für MAP	74
6.3.2.1	Sauerstoff (O₂)	74
6.3.2.2	Kohlendioxid (CO₂)	76
6.3.2.3	Stickstoff (N₂)	77

6.3.2.4	Kohlenmonoxid (CO)	77
6.3.2.5	Argon (Ar)	78
6.3.3	Auswahl einer geeigneten Gaszusammensetzung und Verpackung für MAP-Produkte.	78
6.4	Aktive und intelligente Verpackungen	83
6.4.1	Aktive Verpackungen	83
6.4.1.1	Abgabe von antimikrobiellen Agentien.	84
6.4.1.2	Absorption von Sauerstoff (O ₂)	85
6.4.1.3	Absorption von Feuchtigkeit.	86
6.4.1.4	Absorption von Ethylen.	86
6.4.1.5	Weitere Funktionen von aktiven Verpackungen	87
6.4.2	Intelligente Verpackungen	87
6.4.2.1	Zeit-Temperatur-Indikatoren (TTIs)	87
6.4.2.2	Gasindikatoren	88
6.4.2.3	Frischeindikatoren	89
6.4.2.4	Radio Frequency Identification Device (RFID)	90
6.5	Fälschungsschutz	90
6.6	Convenience-Verpackungen	93
6.7	Seniorengerechte Verpackungen	95
6.8	Kindergesicherte Verpackungen	96
7	Resümee – Wie komme ich zu einer für mein Produkt optimalen Verpackung?	99
8	Gütesicherung von Verpackungen als branchen- übergreifendes Konzept zur Verhinderung und Vorbeugung von Schadensfällen	105
8.1	Allgemeines	110
8.2	Wie komme ich zu einer praxistauglichen Spezifikation?	113
8.2.1	Anforderungsprofile (AFP)	115
8.2.2	Filtern der Parameter aus dem AFP und individuelle Anpassung	115
8.2.3	Fertigstellen einer Packmittelspezifikation	116
8.3	Klärung der Verantwortungsbereiche für die Überprüfung (WER prüft WAS?)	117
8.3.1	Erstellen von Fehlerlisten	117

8.4	Gütesicherungsvertrag und Gütesicherungssystem	120
8.5	Kostenersparnis durch Gütesicherung (GS)	124
9	Prüfung von Kunststoffverpackungen – Allgemeines	127
9.1	Stichprobennahme	130
9.1.1	Begriffserklärung	131
9.1.2	Allgemeines	132
9.1.3	Grundsätze	132
9.1.4	Probenumfang (Anzahl, der einem Los zu entnehmenden Einzelverpackungen)	134
9.1.5	Verpackung und Transport des Probenmaterials	134
9.1.6	Bezeichnung der Probe	135
9.2	Probenvorbereitung und Lagerung	136
9.3	Allgemeine Eigenschaften	137
9.3.1	Abmessungen und Flächengewicht	137
9.3.1.1	Perforierte Verpackungen	139
9.3.2	Bestimmung des Volumens von starren Packmitteln	139
9.3.3	Gewinde	140
9.3.4	Messung der Ovalität von starren Verpackungen	142
9.3.4.1	Messung mittels Schiebelehre	142
9.3.4.2	Schnellmethode	142
9.3.5	Planheit des Siegelrandes von Kunststoffbechern oder -schalen	143
9.3.5.1	Bestimmung der Planheit des Siegelrandes nach <i>ofi</i> -Methode V8	143
9.3.6	Klebestellenkennzeichnung	144
9.3.7	Siegelbedingungen	145
9.4	Funktionelle Eigenschaften	146
9.4.1	Optische Kontrolle	146
9.4.2	Prüfung der Druckfarbenhaftung auf Packmitteln aus Kunststoffen (Tape-Test)	147
9.4.3	Lösungsmittelrückstände	149
9.4.4	Sensorische Prüfung der Beeinflussung des Füllgutes durch das Packmittel	150
9.4.5	Benetzbarkeit	156
9.4.6	Reibungsverhalten	157

9.4.7	Antistatische Ausrüstung	158
9.4.7.1	Aschetest (ASTM D 2741)	159
9.4.7.2	Messung des elektrischen Widerstandes	159
9.4.8	Siegellackauftrag und Schichtdickenbestimmung	161
9.4.8.1	Normierte Prüfverfahren	161
9.4.8.2	Gravimetrische Schichtdickenbestimmung des Siegellackes von Platinen (<i>ofi</i> -Methode V58)	162
9.4.8.3	Mikroskopische Schichtdickenbestimmung	163
9.4.8.4	Schnellprüfung auf PVDC- oder Nitrolackbeschichtung	163
9.5	Prüfung der Barriereigenschaften	164
9.5.1	Messung der Permeation von Gasen	167
9.5.2	Lichttechnische Eigenschaften	174
9.5.2.1	Farbe	175
9.5.2.2	Vergilbung	176
9.5.2.3	Lichtdurchlässigkeit (Transmissionsgrad)	176
9.5.2.4	Trübung und Klarheit	178
9.6	Mechanische Eigenschaften	181
9.6.1	Durchstoßfestigkeit von Verpackungen	182
9.6.1.1	Begriffe und Hinweise	184
9.6.1.2	Prüfung der statischen Durchstoßfestigkeit	185
9.6.1.3	Prüfung der quasi-statischen Durchstoßfestigkeit (nach ASTM F 1306, EN 14477 und <i>ofi</i> -Methode V45)	185
9.6.1.4	Prüfung der dynamischen Durchstoßfestigkeit (Dart-Drop-Test und instrumentierter Durchstoßversuch)	188
9.6.2	Zugversuch	192
9.6.3	Weiterreißfestigkeit	194
9.6.4	Siegelnahfestigkeit	195
9.6.5	Hot Tack Verhalten (Reißfestigkeit der heißen Siegelnaht)	196
9.6.6	Verbundhaftung	198
9.6.7	Stoßfestigkeit – Bruchfallhöhe (<i>ofi</i> -Methode V11)	199
9.6.7.1	Begriffe und Hinweise	200
9.6.7.2	Prüfung der Bruchfallhöhe nach <i>ofi</i> -Methode V11	201
9.6.8	Axialdruckfestigkeit – Stapelbarkeit (<i>ofi</i> -Methode V6)	202
9.6.8.1	Prüfung der Axialdruckfestigkeit nach <i>ofi</i> -Methode V6	204

9.6.9	Entstapelbarkeit (<i>ofi</i> -Methode V2)	205
9.6.9.1	Prüfung der Entstapelbarkeit nach <i>ofi</i> -Methode V2	205
9.6.10	Unterdruckbeständigkeit (<i>ofi</i> -Methode V31)	207
9.6.10.1	Prüfung der Unterdruckbeständigkeit nach <i>ofi</i> -Methode V31.	207
9.6.11	Spannungsrissbildung bzw. -korrosion (<i>ofi</i> -Methode V61).	209
9.6.11.1	Prüfung der Spannungsrisskorrosion mittels Zugprüfung (<i>ofi</i> -Methode V61A)	209
9.6.11.2	Schnellbestimmung der Spannungsrisskorrosion an Kunststoffhohl- körpern (<i>ofi</i> -Methode V61B).	210
9.6.12	Berstdruck und Berstfestigkeit	212
9.6.13	Schlagprüfung des Bodens von nach dem Spritzgussverfahren hergestellten Kunststoffbechern (<i>ofi</i> -Methode V3)	214
9.6.13.1	Schlagprüfung des Bodens nach <i>ofi</i> -Methode V3	214
9.6.14	Laterale (seitliche) Schlagprüfung des Verschleißrandes von leeren Kunststoffbechern (<i>ofi</i> -Methode V5).	218
9.6.14.1	Laterale Schlagprüfung nach <i>ofi</i> -Methode V5	218
9.6.15	Prüfung des Widerstandes von Kunststoffbechern gegen seitliche Deformation (<i>ofi</i> -Methode V7)	221
9.6.15.1	Prüfung der seitlichen Deformation nach <i>ofi</i> -Methode V7	221
9.6.16	Prüfung des Drehmoments von Schraubverschlüssen.	224
9.7	Migrationsprüfung	225
9.8	Mikrobiologische Prüfungen	229
9.8.1	Durchführung mikrobiologischer Untersuchungen.	233
9.8.1.1	Prüfmittel (Nährmedien und Hilfslösungen).	234
9.8.2	Abklatschverfahren und Tupfverfahren	235
9.8.3	Ausspülmethode	235
9.8.3.1	Direktbeimpfungsverfahren.	236
9.8.3.2	Membranfilterverfahren.	236
9.8.4	Überschichtungsverfahren.	237
9.8.5	Beschichtungsverfahren	238
9.8.6	Weitere Verfahren	240
9.9	Prüfung thermischer Eigenschaften	240
9.9.1	Schrumpfung	240
9.9.2	Wärmebeständigkeit von starren Kunststoffverpackungen (<i>ofi</i> -Methode V46).	243

9.10	Leckprüfung	244
9.10.1	Bestimmung der Vakuum-Dichtheit von Verpackungen („Bubble-Test“, <i>ofi</i> -Methode V47)	245
9.10.2	Überdrucktest	246
9.10.3	Farbstofftest (Rhodamin B-Test)	247
9.10.4	Dichtheit von Verschlüssen starrer Kunststoffbehälter	250
9.10.5	Dichtheit von Verschlussystemen für pharmazeutische Verpackungen	250
9.10.6	Leckdetektion durch Bestimmung von Gasaustritt	251
9.10.6.1	Leckdetektion unter Vakuum	252
9.10.6.2	Leckdetektion unter Normaldruck	254
9.10.6.3	Leckdetektion mittels Schnüffelsonde	255
9.10.7	Prüfung der Fettdichtheit von Packmitteln	256
9.10.8	Knickbeständigkeit (<i>ofi</i> -Methode V64)	257
9.11	Prüfung komplexer Verpackungen	259
9.11.1	Prüfung von unter Schutzgas oder Vakuum verpackten Produkten	259
9.11.2	Prüfung des Einflusses von Sterilisation	261
9.11.3	Prüfung von Kunststoffflaschen und Preforms	263
9.11.4	Verschlussysteme für pharmazeutische Verpackungen	265
9.11.5	Lagerversuche	269
9.11.6	Weitere Prüfungen	270
9.11.6.1	Kindergesicherte Verpackungen	270
9.11.6.2	Versandfertige Verpackungen	271
9.11.7	Europäische Normen zu Verpackungen und Verpackungsabfällen	273
10	Prüfung von Klebstoffen	275
11	Gefahrgutverpackungen	279
11.1	Prüfung von Gefahrgutverpackungen	282
11.1.1	Starre Verpackungen	282
11.1.2	Flexible Verpackungen (FIBC)	283
12	Literatur	285
13	Glossar	295
13.1	Normen (siehe auch Kapitel 9)	300

14	Anhang	303
	Anforderungsprofil Becher/Schalen	303
	Anforderungsprofil „flexible Großpackmittel (FIBC)“	308
	Anforderungsprofil Kunststofffolie	316
	Anforderungsprofil PET-Preforms, daraus hergestellte PET-Flaschen und HDPE-Flaschen	327
	Anforderungsprofil Siegelfähige Verschlussmaterialien (Platinen) für Becher	337
	Anforderungsprofil Schraubkappen	342
	Konformitätserklärung gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 und Verordnung (EU) Nr. 10/2011	346
15	Stichwortverzeichnis	365
	Inserentenverzeichnis	371