

# Inhalt

<b>Vorwort zur 3. Auflage</b> .....	<b>V</b>
<b>Autoren</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Definitionen und Begriffe .....	5
<b>2 Anforderungen an die Verpackung</b> .....	<b>7</b>
2.1 Schutz vor Luftsauerstoff (O <sub>2</sub> ) .....	8
2.2 Schutz vor Gasverlust (Schutzgas) .....	11
2.3 Schutz vor Feuchteintrag und -verlust .....	12
2.4 Schutz vor Licht .....	14
2.5 Schutz vor Aromaverlust oder Fremdgerüchen .....	16
2.6 Stabilität gegenüber hohen oder tiefen Temperaturen .....	17
2.7 Schutz vor mechanischen Einwirkungen .....	18
2.8 Hygiene von Verpackungen .....	19
2.9 Migration und Wechselwirkung .....	24
2.10 Rechtliche Anforderungen .....	25
2.10.1 Rechtliche Regelung für Materialien mit Lebensmittelkontakt .....	26
2.10.2 Beabsichtigt und unbeabsichtigt eingebrachte Substanzen (IAS und NIAS) .....	34
2.10.3 Rechtliche Regelung von Verpackungen für Arzneimittel .....	36
2.10.4 Rechtliche Regelung von Verpackungen für Medizinprodukte .....	39
2.11 Nachhaltigkeitsanforderungen und Recycling .....	42
2.11.1 Plastics Directive (Green Deal, Circular Economy Package) .....	45
2.11.2 Single-Use Plastics Directive .....	45
2.11.3 Verordnung für Kunststoffe aus Recyclingmaterialien .....	47
<b>3 Kunststoffe als Verpackungsmaterialien</b> .....	<b>49</b>
3.1 Zellulose-Derivate .....	50
3.1.1 Zellglas (Regenerat-Zellulose, Cellophan oder Cellulosehydrat) .....	50
3.1.2 Zelluloseacetat .....	51

3.2	Polyolefine .....	52
3.2.1	Polyethylen (PE) .....	52
3.2.2	Metallocen – Polyolefine .....	53
3.2.3	Ethylen-Copolymere .....	53
3.2.4	Polypropylen (PP) .....	54
3.3	Lineare Polyester (z. B. PET, PEN) .....	55
3.4	Polyamid (PA) .....	57
3.5	Styrol-Polymere .....	58
3.6	Vinyl-Polymere (z. B. PVC, PVDC, PVA, PVAC) .....	59
3.7	Weitere Polymere (z. B. PC, PU, SiO <sub>x</sub> ) .....	60
3.8	Verarbeitung von Kunststoffen .....	63
3.8.1	Lamine und Verbunde .....	66
3.9	Biokunststoffe als Verpackungsmaterialien .....	68
<b>4</b>	<b>Beschichtungen, Farben, Lacke, Klebstoffe und Lösungsmittel .....</b>	<b>73</b>
4.1	Beschichtungen .....	73
4.2	Farbstoffe, Pigmente, Druckfarben .....	73
4.3	Lacke .....	75
4.4	Lösungsmittel .....	76
4.5	Klebstoffe bei der Herstellung von Verpackungen .....	77
<b>5</b>	<b>Packhilfsmittel .....</b>	<b>81</b>
5.1	Schutz- und Sicherungsmittel .....	81
5.2	Verschleißmittel und Verschleißhilfsmittel .....	82
5.3	Kennzeichnungs- und Ausstattungsmittel .....	82
5.4	Füll- und Polstermittel .....	83
5.5	Aufteilungsmittel .....	83
5.6	Handhabungsmittel .....	83
<b>6</b>	<b>Funktionelle Verpackungsmethoden .....</b>	<b>85</b>
6.1	Modifizierte atmosphärische Verpackung (MAP) .....	85
6.1.1	Methoden der Gasmodifizierung .....	86
6.1.2	Eingesetzte Gase für MAP .....	88

6.1.3	Auswahl einer geeigneten Gaszusammensetzung und Verpackung für MAP-Produkte . . . . .	93
6.2	Aktive und intelligente Verpackungen . . . . .	99
6.2.1	Aktive Verpackungen . . . . .	99
6.2.2	Intelligente Verpackungen . . . . .	103
6.3	Funktionelle Nanomaterialien . . . . .	108
6.4	Fälschungsschutz. . . . .	112
6.5	Convenience-Verpackungen. . . . .	117
6.6	Seniorengerechte Verpackungen . . . . .	118
6.7	Kindergesicherte Verpackungen . . . . .	120
7	<b>Resümee – Wie komme ich zu einer für mein Produkt optimalen Verpackung? . . . . .</b>	<b>123</b>
8	<b>Gütesicherung von Verpackungen als branchen- übergreifendes Konzept zur Verhinderung und Vorbeugung von Schadensfällen . . . . .</b>	<b>133</b>
8.1	Allgemeines . . . . .	138
8.2	Wie komme ich zu einer praxistauglichen Spezifikation? . . . . .	141
8.2.1	Anforderungsprofile (AFP) . . . . .	143
8.2.2	Filtern der Parameter aus dem AFP und individuelle Anpassung . . . . .	143
8.2.3	Fertigstellen einer Packmittelspezifikation . . . . .	145
8.3	Klärung der Verantwortungsbereiche für die Überprüfung (WER prüft WAS?). . . . .	145
8.3.1	Erstellen von Fehlerlisten. . . . .	146
8.4	Gütesicherungsvertrag und Gütesicherungssystem. . . . .	149
8.5	Kostenersparnis durch Gütesicherung (GS) . . . . .	152
9	<b>Prüfung von Kunststoffverpackungen – Allgemeines. . . . .</b>	<b>155</b>
9.1	Stichprobennahme. . . . .	158
9.1.1	Begriffserklärung . . . . .	159
9.1.2	Allgemeines . . . . .	160
9.1.3	Grundsätze . . . . .	161

9.1.4	Probenumfang (Anzahl, der einem Los zu entnehmenden Einzelverpackungen) . . . . .	162
9.1.5	Verpackung und Transport des Probenmaterials . . . . .	163
9.1.6	Bezeichnung der Probe . . . . .	164
9.2	Probenvorbereitung und Lagerung . . . . .	165
9.3	Allgemeine Eigenschaften . . . . .	166
9.3.1	Abmessungen und Flächengewicht . . . . .	166
9.3.2	Bestimmung des Volumens von starren Packmitteln . . . . .	168
9.3.3	Gewinde . . . . .	169
9.3.4	Messung der Ovalität von starren Verpackungen . . . . .	171
9.3.5	Planheit des Siegelrandes von Kunststoffbechern oder -schalen . . . . .	172
9.3.6	Klebestellenkennzeichnung . . . . .	173
9.3.7	Siegelbedingungen . . . . .	174
9.4	Funktionelle Eigenschaften . . . . .	175
9.4.1	Optische Kontrolle . . . . .	175
9.4.2	Prüfung der Druckfarbenhaftung auf Packmitteln aus Kunststoffen (Tape-Test) . . . . .	176
9.4.3	Lösungsmittelrückstände . . . . .	178
9.4.4	Sensorische Prüfung der Beeinflussung des Füllgutes durch das Packmittel . . . . .	179
9.4.5	Benetzbarkeit . . . . .	185
9.4.6	Reibungsverhalten . . . . .	186
9.4.7	Antistatische Ausrüstung . . . . .	188
9.4.8	Siegellackauftrag und Schichtdickenbestimmung . . . . .	191
9.5	Prüfung der Barriereigenschaften . . . . .	194
9.5.1	Messung der Permeation von Gasen . . . . .	198
9.5.2	Lichttechnische Eigenschaften . . . . .	205
9.6	Mechanische Eigenschaften . . . . .	213
9.6.1	Durchstoßfestigkeit von Verpackungen . . . . .	214
9.6.2	Zugversuch . . . . .	224
9.6.3	Weiterreißfestigkeit . . . . .	226
9.6.4	Siegelnahtfestigkeit . . . . .	228

9.6.5	Hot Tack Verhalten (Reißfestigkeit der heißen Siegelnaht). . . . .	229
9.6.6	Verbundhaftung . . . . .	231
9.6.7	Stoßfestigkeit – Bruchfallhöhe (OFI-Methode V11) . . . . .	232
9.6.8	Axialdruckfestigkeit – Stapelbarkeit (OFI-Methode V6) . . . . .	235
9.6.9	Entstapelbarkeit (OFI-Methode V2) . . . . .	238
9.6.10	Unterdruckbeständigkeit (OFI-Methode V31) . . . . .	240
9.6.11	Spannungsrissbildung bzw. -korrosion (OFI-Methode V61) . . . . .	242
9.6.12	Berstdruck und Berstfestigkeit. . . . .	246
9.6.13	Schlagprüfung des Bodens von nach dem Spritzgussverfahren hergestellten Kunststoffbechern (OFI-Methode V3). . . . .	247
9.6.14	Laterale (seitliche) Schlagprüfung des Verschleißbrandes von leeren Kunststoffbechern (OFI-Methode V5). . . . .	252
9.6.15	Prüfung des Widerstandes von Kunststoffbechern gegen seitliche Deformation (OFI-Methode V7) . . . . .	255
9.6.16	Prüfung des Drehmoments von Schraubverschlüssen. . . . .	258
9.7	Migrationsprüfung . . . . .	259
9.8	Mikrobiologische Prüfungen. . . . .	263
9.8.1	Durchführung mikrobiologischer Untersuchungen. . . . .	268
9.8.2	Abklatschverfahren und Tupfverfahren. . . . .	270
9.8.3	Ausspülmethode. . . . .	270
9.8.4	Überschichtungsverfahren. . . . .	272
9.8.5	Beschichtungsverfahren. . . . .	273
9.8.6	Weitere Verfahren . . . . .	275
9.9	Prüfung thermischer Eigenschaften. . . . .	276
9.9.1	Schrumpfung . . . . .	276
9.9.2	Wärmebeständigkeit von starren Kunststoffverpackungen (OFI-Methode V46). . . . .	278
9.10	Leckprüfung . . . . .	279
9.10.1	Bestimmung der Vakuum-Dichtheit von Verpackungen („Bubble-Test“, OFI-Methode V47) . . . . .	281
9.10.2	Überdrucktest . . . . .	282
9.10.3	Farbstofftest (Rhodamin B-Test). . . . .	283
9.10.4	Dichtheit von Verschlüssen starrer Kunststoffbehälter . . . . .	286

9.10.5	Dichtheit von Verschlusssystemen für pharmazeutische Verpackungen .....	287
9.10.6	Leckdetektion durch Bestimmung von Gasaustritt .....	287
9.10.7	Prüfung der Fettdichtheit von Packmitteln.....	293
9.10.8	Knickbeständigkeit (OFI-Methode V64) .....	294
9.11	Prüfung komplexer Verpackungen .....	296
9.11.1	Prüfung von unter Schutzgas oder Vakuum verpackten Produkten.....	296
9.11.2	Prüfung des Einflusses von Sterilisation.....	298
9.11.3	Prüfung von Kunststoffflaschen und Preforms.....	301
9.11.4	Verschlusssysteme für pharmazeutische Verpackungen .....	303
9.11.5	Lagerversuche .....	309
9.11.6	Weitere Prüfungen .....	310
9.11.7	Europäische Normen zu Verpackungen und Verpackungsabfällen .....	314
<b>10</b>	<b>Prüfung von Klebstoffen.....</b>	<b>317</b>
<b>11</b>	<b>Gefahrgutverpackungen.....</b>	<b>323</b>
11.1	Prüfung von Gefahrgutverpackungen.....	326
11.1.1	Starre Verpackungen .....	326
11.1.2	Flexible Verpackungen (FIBC).....	327
<b>12</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>331</b>
<b>13</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>345</b>
13.1	Normen (siehe auch Kapitel 9).....	352
<b>14</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>355</b>
	Anforderungsprofil Becher/Schalen .....	355
	Anforderungsprofil „flexible Großpackmittel (FIBC)“ .....	360
	Anforderungsprofil Kunststofffolie .....	368
	Anforderungsprofil PET-Preforms, daraus hergestellte PET-Flaschen und HDPE-Flaschen.....	379
	Anforderungsprofil Siegelfähige Verschlussmaterialien (Platinen) für Becher.....	389

	Anforderungsprofil Schraubkappen. ....	394
	Konformitätserklärung gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 und Verordnung (EU) Nr. 10/2011 .....	398
15	Stichwortverzeichnis .....	417