Inhalt

Vorwort zur 3. Auflage	V
Autoren	IX
1 Einleitung	1
1.1 Definitionen und Begriffe	5
2 Anforderungen an die Verpackung	7
2.1 Schutz vor Luftsauerstoff (O ₂)	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
3 Kunststoffe als Verpackungsmaterialien	49
3.1 Zellulose-Derivate	50
3.1.1 Zellglas (Regenerat-Zellulose, Cellophan oder Cellulosehydrat)	50
3.1.2 Zelluloseacetat	51

Inhalt

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 _x)	60
3.8	Verarbeitung von Kunststoffen	63
3.8.1	Lamine und Verbunde	66
3.9	Biokunststoffe als Verpackungsmaterialien	68
4	Beschichtungen, Farben, Lacke, Klebstoffe und Lösungsmittel	73
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
5	Packhilfsmittel	81
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
6	Funktionelle Verpackungsmethoden	85
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	Resümee – Wie komme ich zu einer für mein Produkt optimalen Verpackung?	123
8	Gütesicherung von Verpackungen als branchenübergreifendes Konzept zur Verhinderung und Vorbeugung von Schadensfällen	133
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	Prüfung von Kunststoffverpackungen – Allgemeines	155
9.1	Stichprobennahme	158
9.1.1	Begriffserklärung	159
9.1.2	Allgemeines	160
9.1.3	Grundsätze	161

Inhalt

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 Tupferverfahren.	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

Inhalt

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
10	Prüfung von Klebstoffen	317
11	Gefahrgutverpackungen	323
11.1	Prüfung von Gefahrgutverpackungen	326
11.1.1	Starre Verpackungen	326
11.1.2	Flexible Verpackungen (FIBC)	327
12	Literatur	331
13	Glossar	345
13.1	Normen (siehe auch Kapitel 9)	352
14	Anhang	355
	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