

Kurzfassung	3
Abstract	3
Inhaltsverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	10
Vorwort	11
1. Einleitung	13
2. Nutzen der Verpackung für das Lebensmittel: Sicherheit und Qualität von Fleisch und Wurstwaren (verpackt)	15
2.1 Mikrobiologischen Gefahren bei Fleisch und Wurstwaren (verpackt) vorbeugen	15
2.1.1 Einleitung	15
2.1.2 Allgemeine Grundsätze („Gute Hygiene-Praxis“): Maßnahmen, die produkt- und prozessübergreifend zu organisieren und zu treffen sind	15
2.1.3 Produkt- und prozessspezifische Maßnahmen zur Sicherung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit nach dem HACCP-Konzept	17
2.1.4 Mikrobiologische Gefährdung bei verpacktem Fleisch	17
2.1.5 Mikrobiologische Gefährdung bei verpackten Rohwürsten und Rohpökelfleisch	19
2.1.6 Mikrobiologische Gefährdung bei verpackten Brühwürsten und Kochpökelfleisch	20
2.1.7 Mikrobiologische Gefährdung bei verpackter Kochwurst	21
Literatur	22
2.2 Qualitative und sensorische Eigenschaften von Fleisch und Wurstwaren (verpackt)	23
2.2.1 Qualitative und sensorische Eigenschaften von Fleisch und Fleischerzeugnissen (verpackt)	23
2.2.2 Einflüsse auf die Farbe von Fleisch und Fleischerzeugnissen	23
2.2.3 Einflüsse auf den Geschmack von Fleisch und Wurstwaren	24
2.2.4 Einflüsse auf die Textur von Fleisch und Wurstwaren	24
Literatur	26
3. Spezielle Verpackungskonzepte für Fleisch und Wurstwaren	27
3.1 Verpacken unter Schutzgasatmosphäre	27
3.2 Welche Gase kommen zum Einsatz	28
3.3 Schutzgas – Empfehlungen	30
3.3.1 Fleischerzeugnisse	30
3.3.2 Convenience-Produkte/Fertiggerichte	30
3.3.3 Fleisch und Geflügel	30
3.4 Verpacken unter Vakuum	31
3.4.1 Spezielle Verfahren für Vakuumverpackungen	31
3.4.1.1 Schrumpfverpackungen	31
3.4.1.2 Schrumpf- und Trockeneinrichtungen	32
3.4.1.3 Skinverpackungen	32
3.5 Verpackungsmaterialien	33
3.5.1 Polyamid (PA)	33
3.5.2 Polyethylen (PE)	33
3.5.3 Polypropylen (PP)	33

3.5.4	Polyester (Polyethylenterephthalat PET)	34
3.5.4.1	Biaxial Orientiertes PET (OPET)	34
3.5.4.2	Amorphes PET (APET)	34
3.5.4.3	Teilkristallines PET (CPET)	34
3.5.5	EVOH	34
3.5.6	Polyvinylchlorid (PVC)	34
3.5.7	Polystyrol (PS)	34
3.5.8	Polymilchsäure (PLA)	35
3.5.9	Verbundfolien	35
3.6	Öffnungshilfen und Wiederverschlusssysteme	36
	Literatur	38
4.	Neu aufkommende Verpackungskonzepte für Fleisch und Wurstwaren	39
4.1	Nachhaltige Verpackungskonzepte	39
4.1.1	Materialreduktion	46
4.1.2	Recyclingfähige Verpackungskonzepte	47
4.1.3	Alternative (biopolymerbasierte) Verpackungsmaterialien	47
	Literatur	48
4.2	„Aktive Materialien und Gegenstände“ zur Anwendung bei verpackten Lebensmitteln	53
4.2.1	„Aktive Materialien und Gegenstände“	53
4.2.1.1	Mikrobielles Wachstum und Hürdenkonzept	53
4.2.1.2	Antimikrobielle Verpackungen	55
4.2.2	Schädliche Wirkung von Sauerstoff, antioxidative Packmittel und Sauerstoffabsorber	62
4.2.2.1	Schädliche Wirkung von Sauerstoff	62
4.2.2.2	Antioxidative Packmittel	65
4.2.2.3	Sauerstoffabsorber	67
4.3	„Intelligente Materialien und Gegenstände“	72
4.3.1	Zeit-Temperatur-Indikatoren	72
4.3.2	Frische-Indikatoren	72
	Literatur zu 4.2 und 4.3	75
5.	Verpackungstechnische Möglichkeiten für die Praxis/Aufbau des maschinellen verpackungstechnischen Prozesses und seine Grundlagen	81
5.1	Überblick über die fachlichen Grundlagen	81
5.1.1	Einteilung der Fleisch- und Wurstwaren als Packgüter	81
5.1.1.1	Übersicht	81
5.1.1.2	Geformte Packgüter	82
5.1.1.3	Bedingt geformte Packgüter	83
5.1.2	Verpackungsvorgänge	84
5.1.2.1	Einteilung	84
5.1.2.2	Hauptvorgang Formen	85
5.1.2.3	Hauptvorgang Füllen	87
5.1.2.4	Hauptvorgang Verschließen	91
5.1.2.5	Einschlagen	92
5.1.3	Stufen des Verpackungsprozesses	93
5.1.4	Aufbau von Verpackungsmaschinen	96
5.1.4.1	Übersicht	96

5.1.4.2	Prozesssystem.....	96
5.1.4.3	Antriebs- und Steuerungssystem.....	98
5.1.4.4	Stütz- und Hüllsystem.....	99
5.2	Maschinentechnische Lösungen.....	100
5.2.1	Maschinentechnische Lösungen für Primärverpackungen.....	100
5.2.1.1	Dosiereinrichtungen.....	100
5.2.1.1.1	Für Packgüter mit Stückgutcharakter.....	100
5.2.1.1.2	Für Packgüter mit Schüttgutcharakter.....	100
5.2.1.1.3	Für Packgüter mit flüssigem oder pastösem Charakter.....	102
5.2.1.2	Verpackungsmaschinen für Becher, Dosen aus Kunststoff, Metall und Glas.....	103
5.2.1.2.1	Grundlagen.....	103
5.2.1.2.2	Verpackungsmaschinen für vorgefertigte Dosen aus Metall und Glas.....	103
5.2.1.2.3	Verpackungsmaschinen für vorgefertigte Becher und Schalen aus Kunststoff (Traysealer/Schalenversiegler) und Metall.....	104
5.2.1.2.4	Thermoformmaschinen für Becher und Schalen aus Kunststoff.....	105
5.2.1.3	Schlauchbeutelmaschinen (vertikal/horizontal).....	107
5.2.1.4	Siegelrandbeutelmaschinen.....	107
5.2.1.5	Verpackungsmaschinen für Stretch-, Schrumpf- und Skinverpackungen.....	108
5.2.1.6	Verpackungsmaschinen für sonstige Fleisch- und Wurstwaren.....	109
5.2.2	Maschinentechnische Lösungen für Transportverpackungen und Ladeeinheiten (nicht branchenspezifisch).....	111
5.2.2.1	Maschinen für Sammel- und Transportverpackungen.....	111
5.2.2.1.1	Schachtel- und Trayaufrichter.....	111
5.2.2.1.2	Schachtelfüllmaschinen (Topload + Sideload) und Traysetzpacker.....	111
5.2.2.1.3	Schachtelverschießer (Verdeckler, Klebeband, Klebstoff) ..	111
5.2.2.1.4	Wrap-around Maschinen.....	112
5.2.2.1.5	Bündelpacker.....	112
5.2.2.2	Palettiermaschinen.....	113
5.2.2.2.1	Lagenpalettierer.....	113
5.2.2.2.2	Palettierroboter.....	113
5.2.2.3	Maschinen zur Ladungssicherung.....	114
5.2.3	Übergreifende Systeme.....	115
5.2.3.1	Kennzeichnungssysteme.....	115
5.2.3.1.1	Übersicht.....	115
5.2.3.1.2	Information.....	115
5.2.3.1.3	Signieren.....	115
5.2.3.1.4	Markieren.....	115
5.2.3.1.5	Kodieren.....	116
5.2.3.1.6	Kennzeichnungs- und Etikettierverfahren.....	117
5.2.3.2	Kontrolleinrichtungen.....	120
5.2.3.2.1	Übersicht/Einleitung.....	120
5.2.3.2.2	Dichtheitsprüfung.....	122
5.3	Verkettung und Betriebsverhalten von Verpackungsmaschinen.....	131
5.3.1	Verkettung zu Linien und Anlagen.....	131
5.3.1.1	Strukturelle Einsatzvarianten von Verpackungsmaschinen.....	131

5.3.1.2	Verkettungsstrukturen.....	131
5.3.1.3	Lose und feste Verkettung von Verpackungsmaschinen	133
5.3.2	Betriebsverhalten von Verpackungsmaschinen und -anlagen	134
5.3.2.1	Einordnung des Betriebsverhaltens.....	134
5.3.2.2	Ausbringung.....	135
5.3.2.3	Verlustkategorien	136
5.3.2.3.1	Planbare und nicht planbare Stillstände (Zeitverlust).....	136
5.3.2.3.2	Ausschuss (Mengenverlust).....	138
5.3.2.3.3	Leerlaufzeiten (Zeitverlust) und Mindermengen (Mengenverlust)	139
5.3.2.4	Verfügbarkeit.....	139
5.3.2.5	Wirkungsgrad.....	143
5.3.2.6	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	143
5.3.3	Rüstprozesse von Verpackungsanlagen.....	145
5.3.3.1	Einordnung	145
5.3.3.2	Phasen von Rüstprozessen.....	145
5.3.3.3	Verlustursachen und Zuordnung zu den Phasen.....	146
5.3.3.4	An- und Hochfahren.....	146
5.3.3.5	Schlussfolgerungen und optionale Maßnahmen	148
5.3.4	Simulation von Verpackungsanlagen und digitaler Zwilling	150
	Literatur.....	154

6. Verpackungsqualität: Häufige Fehler – Ursachen und Abhilfe für die Praxis.....157

6.1	Technologischer Zustand von Dose-/Glas-/Kartonverpackungen	157
6.1.1	Korrosion außen/innen.....	157
6.1.1.1	Fehlerbeschreibung	157
6.1.1.2	Ursache.....	157
6.1.1.3	Abhilfe	157
6.1.2	Karton feucht/aufgeweicht	159
6.1.2.1	Fehlerbeschreibung	159
6.1.2.2	Ursache.....	159
6.1.2.3	Abhilfe	159
6.1.3	Verpackung mechanisch beschädigt	159
6.1.3.1	Fehlerbeschreibung	159
6.1.3.2	Ursache.....	160
6.1.3.3	Abhilfe	160
6.1.4	Verschluss (Deckel) undicht/unzureichend	160
6.1.4.1	Fehlerbeschreibung	160
6.1.4.2	Ursache.....	160
6.1.4.3	Abhilfe	160
6.1.5	Verpackung/Packstoff unzureichend für Produktschutz.....	161
6.1.5.1	Fehlerbeschreibung	161
6.1.5.2	Ursache.....	161
6.1.5.3	Abhilfe	161
6.1.6	Twist-off Deckel knackt nicht beim Öffnen	161
6.1.6.1	Fehlerbeschreibung	161
6.1.6.2	Ursache.....	162
6.1.6.3	Abhilfe	162
6.2	Technologischer Zustand von Folien-/Becherverpackungen	162
6.2.1	Schutzgasmenge zu groß (Packung gebläht)	163

6.2.1.1	Fehlerbeschreibung	163
6.2.1.2	Ursache.....	163
6.2.1.3	Abhilfe.....	164
6.2.2	Ausformung faltig/unvollständig	164
6.2.2.1	Fehlerbeschreibung	164
6.2.2.2	Ursache.....	164
6.2.2.3	Abhilfe.....	165
6.2.3	Foliendicke für Ausformung unangemessen	165
6.2.3.1	Fehlerbeschreibung	165
6.2.3.2	Ursache.....	165
6.2.3.3	Abhilfe.....	166
6.2.4	Sichtbare Folientrübung.....	166
6.2.4.1	Fehlerbeschreibung	166
6.2.4.2	Ursache.....	166
6.2.4.3	Abhilfe.....	166
6.2.5	Schutzgasmenge zu klein (Packung eingezogen)	167
6.2.5.1	Fehlerbeschreibung	167
6.2.5.2	Ursache.....	167
6.2.5.3	Abhilfe.....	167
6.2.6	Packungskopfraum zu groß	167
6.2.6.1	Fehlerbeschreibung	167
6.2.6.2	Ursache.....	167
6.2.6.3	Abhilfe.....	168
6.2.7	Packungsschnittkanten gratreich	168
6.2.7.1	Fehlerbeschreibung	168
6.2.7.2	Ursache.....	168
6.2.7.3	Abhilfe.....	168
6.2.8	Packungseckenschnitt spitz (Verletzungsgefahr)	169
6.2.8.1	Fehlerbeschreibung	169
6.2.8.2	Ursache.....	169
6.2.8.3	Abhilfe.....	170
6.2.9	Siegelnähte ungleichmäßig oder angeschnitten	170
6.2.9.1	Fehlerbeschreibung	170
6.2.9.2	Ursache.....	171
6.2.9.3	Abhilfe.....	171
6.2.10	Siegelnahtfestigkeit zu hoch, Packung schwer zu öffnen	171
6.2.10.1	Fehlerbeschreibung	171
6.2.10.2	Ursache.....	171
6.2.10.3	Abhilfe.....	172
6.2.11	Folie reißt beim Öffnen.....	172
6.2.11.1	Fehlerbeschreibung	172
6.2.11.2	Ursache.....	173
6.2.11.3	Abhilfe.....	173
	Literatur.....	173
7.	Anhang.....	174
7.1	Abbildungsverzeichnis	174
7.2	Tabellenverzeichnis	178
7.3	Autorenportraits.....	179