

# Inhalt

Vorwort . . . . .	10
<b>1 Einführung: Lebensmitteltechnologie im gesellschaftlichen und historischen Kontext . . . . .</b>	<b>13</b>
1.1 Prinzipien der Lebensmitteltechnologie . . . . .	13
1.2 Die Lebensmitteltechnologie als Teil der „Food Value Chain“ . . . . .	16
1.3 Die Versorgung der Menschen mit Lebensmitteln als Hauptaufgabe der Lebensmitteltechnologie . . . . .	25
1.3.1 Ernährung 3.0 und die industrielle Revolution . . . . .	26
1.3.2 Energiegewinnung aus der Nahrung . . . . .	26
1.3.3 Die Ernährung der deutschen Bevölkerung laut Nationaler Verzehrsstudie II (2008) . . . . .	30
1.4 Innovationen: vom Businessplan zum Markt . . . . .	32
1.5 Verfahrens- und Stilwettbewerb in der Lebensmitteltechnologie . . . . .	34
1.6 Struktur und Idee des Buches Lebensmitteltechnologie . . . . .	36
<b>2 Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz . . . . .</b>	<b>37</b>
2.1 Lebensmittelrechtliche Grundlagen zur Erzielung von Lebensmittelsicherheit . . . . .	39
2.1.1 Wichtige gesetzliche Vorschriften zur Lebensmittelsicherheit . . . . .	42
2.1.1.1 Rückverfolgbarkeit . . . . .	42
2.1.1.2 HACCP-System („Hazard Analysis and Critical Control Point“) . . . . .	43
2.2 Der Codex Alimentarius und das Deutsche Lebensmittelbuch . . . . .	46
2.3 Privatwirtschaftliche Systeme der Lebensmittelsicherheit und die Einbindung des Qualitätsmanagements . . . . .	49
2.3.1 Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO . . . . .	49
2.3.2 „Consumer Goods Forum“ (CGF) . . . . .	50
2.3.3 „Global Food Safety Initiative“ (GFSI) . . . . .	50

2.3.4	IFS (Food) Version 6 . . . . .	51
2.3.5	„Hygienic Design“ . . . . .	51
2.3.6	FMEA (Fehlermöglichkeiten und Einflussanalyse) . . . . .	53
2.3.7	Optische Methoden bei der Lebensmittelkontrolle . . . . .	54
2.4	Betriebshygiene, Reinigung und Desinfektion . . . . .	58
2.4.1	Prinzipien der chemischen Reinigung . . . . .	59
2.4.2	Praxis der chemischen Reinigung . . . . .	62
2.4.3	Reinigung von Tanks, Rohrleitungen und Schläuchen . . . . .	64
2.4.3.1	Rohrleitungen und Schläuche . . . . .	64
2.4.3.2	Tankreinigung . . . . .	66
2.4.4	Desinfektion . . . . .	67
2.4.5	Reinraumtechnik . . . . .	68
<b>3</b>	<b>Die biochemischen Strukturen von Lebensmitteln</b> . . . . .	<b>70</b>
3.1	Kohlenhydrate (Polysaccharide, Polyosen) . . . . .	72
3.1.1	Glykogen . . . . .	72
3.1.2	Stärke . . . . .	74
3.1.3	Cellulose . . . . .	75
3.1.4	Pektine . . . . .	75
3.1.5	Hemicellulose . . . . .	77
3.1.6	Chitin . . . . .	77
3.2	Proteine . . . . .	78
3.3	Lipide . . . . .	82
3.4	Phenolische Verbindungen (Phenole, Polyphenole) . . . . .	84
3.5	Lebensmittelfarbstoffe und färbende Lebensmittel . . . . .	88
3.5.1	Farbigkeit als sinnliche Erfahrung . . . . .	89
3.5.2	Farbstoffe für Lebensmittel . . . . .	91
3.5.3	Anthocyane E163 als Beispiel für einen natürlichen Farbstoff . . . . .	93
3.5.4	Zuckerulör E150 als Beispiel für einen natürlichen, modifizierten Farbstoff . . . . .	94
3.6	Lebensmittelaromen und Aromatisierung von Lebensmitteln . . . . .	95
3.7	Makromoleküle in komplexen Strukturen . . . . .	98
3.7.1	Der Gewebeaufbau von Früchten . . . . .	98
3.7.2	Die Struktur von Muskelfleisch . . . . .	102
<b>4</b>	<b>Die ambivalente Wirkung von Mikroorganismen und Enzymen in Lebensmitteln</b> . . . . .	<b>104</b>
4.1	Mikroorganismen . . . . .	105
4.1.1	Die Rolle von Mikroorganismen in Lebensmitteln . . . . .	105
4.1.2	Bakterien . . . . .	107
4.1.3	Pilze . . . . .	108
4.1.4	Algen . . . . .	112
4.1.5	Die Bedeutung des Milieus für die Entwicklung von Mikroorganismen . . . . .	113

4.1.5.1	pH-Wert . . . . .	114
4.1.5.2	$a_w$ -Wert (Wasseraktivität) . . . . .	114
4.1.5.3	Temperatur . . . . .	115
4.1.5.4	Redoxpotenzial (Oxidations-Reduktions-Potenzial, ORP) . . . . .	116
4.1.5.5	Sauerstoffpartialdruck . . . . .	117
4.1.5.6	Inhibitoren für Mikroorganismen . . . . .	117
4.1.5.7	Wettbewerber . . . . .	118
4.1.6	Wachstum von Mikroorganismen . . . . .	118
4.2	Enzyme . . . . .	120
4.3	Die Hemmung von Mikroorganismen und Enzymen . . . . .	127
4.3.1	Chemische Lebensmittelkonservierung . . . . .	128
4.3.2	Konservierung durch biologische Verfahren . . . . .	129
4.3.3	Pasteurisation und Sterilisation . . . . .	130
4.3.3.1	Grundlagen der Erhitzung . . . . .	131
4.3.3.2	Wärmeübertragung in Erhitzungseinrichtungen . . . . .	133
4.3.3.3	Wärmeaustauscher und die Verfahrenstechnik der Erhitzung . . . . .	134
4.3.3.4	Elektromagnetische Felder (Mikrowellenerhitzung, Radiofrequenzen) . . . . .	138
4.3.3.5	Ohm'sche Erhitzung . . . . .	138
4.3.3.6	Keimreduzierung bei mäßiger thermischer Belastung . . . . .	139
4.3.4	Haltbarmachung durch Anwendung von Kälte . . . . .	140
4.3.4.1	Tiefgefrieren von Lebensmitteln . . . . .	141
4.3.4.2	Technik des Gefrierens . . . . .	142
4.3.5	Haltbarmachung durch Wasserentzug (Trocknung) . . . . .	143
4.3.5.1	Lufttrocknung . . . . .	144
4.3.5.2	Membranverfahren . . . . .	145
4.3.5.3	Gefrierkonzentrierung bzw. Gefriertrocknung . . . . .	145
4.3.5.4	Kühlung und mechanische Abtrennung von Eiskristallen . . . . .	146
4.3.5.5	Immobilisierung von Wasser . . . . .	147
4.3.6	Mechanische Verfahren zur Haltbarmachung . . . . .	147
4.3.7	Haltbarmachen durch ionisierende Strahlen . . . . .	149
4.3.8	Haltbarmachung durch Gasüberlagerung bzw. Evakuierung . . . . .	150
4.3.9	Das Hürdenkonzept: kumulative Hemmeffekte . . . . .	150
<b>5</b>	<b>Maschinentechnik und Werkstoffe . . . . .</b>	<b>152</b>
5.1	Pumpen . . . . .	152
5.1.1	Pumpentypen . . . . .	154
5.1.2	Kennlinien und Pumpenauslegung . . . . .	156
5.2	Behälter, Leitungen und Edelstahlwerkstoffe . . . . .	159
5.2.1	Werkstoffe für Edelstahlbehälter . . . . .	161
5.2.2	Edelstahlrohre . . . . .	162
5.2.3	Oberflächenbehandlung von Edelstählen . . . . .	162
5.2.4	Korrosion . . . . .	165
5.3	Sensor-Messtechnik: Erfassung und Verarbeitung von Messdaten . . . . .	166

<b>6</b>	<b>Die erste Verarbeitungsstufe: Wertstoffgewinnung aus agrarischen Rohstoffen</b>	<b>174</b>
6.1	Grundoperationen bei der Wertstoffgewinnung	177
6.1.1	Vorbehandlung der Rohstoffe	178
6.1.2	Mechanisches Desintegrieren von tierischen und pflanzlichen Geweben	179
6.2	Stoffübergänge nach Zusatz von Extraktionsmitteln	184
6.3	Mechanische Trenntechniken zur Wertstoffgewinnung	186
6.3.1	Filtersysteme und Pressen zur Fest-Flüssig-Trennung	188
6.3.1.1	Oberflächen- bzw. Siebfiltration	189
6.3.1.2	Tiefenfiltration	195
6.3.1.3	Anschwemmfiltration	198
6.3.1.4	Sonderfall Pressen	199
6.3.2	Schwerkraftsysteme zur Trennung von Suspensionen und Emulsionen	202
6.3.3	Entspannungsflotation durch die Benetzung von Teilchen	207
6.4	Exkurs: technische Trends	209
6.4.1	Roboter	209
6.4.2	Ultraschall-Anwendungen	210
6.4.3	Mikroverkapselung	211
6.4.4	Hochdruck-Homogenisation	214
<b>7</b>	<b>Die Verarbeitung zu Lebensmitteln</b>	<b>215</b>
7.1	Getreideprodukte	215
7.1.1	Erste Verarbeitungsstufe: Wertstoffextraktion in Getreidemöhlen	216
7.1.2	Zweite Verarbeitungsstufe: Veredlung der Extrakte	225
7.1.2.1	Stärke- und Proteingewinnung	225
7.1.2.2	Metabolisierung von nativer Stärke	228
7.1.2.3	Vom Mehl zu Backwaren	231
7.1.2.4	Teigwaren	240
7.2	Kartoffeltechnologie	242
7.3	Getränketechnologie	245
7.3.1	Mineral- und Heilwasser	245
7.3.2	Von der Traube zum Wein	249
7.3.3	Frucht- und Gemüsesäfte	252
7.3.4	Bier	255
7.3.5	Spirituosen	257
7.3.6	Erfrischungsgetränke (Softdrinks)	261
7.4	Speiseöle und Speisefette	263
7.4.1	Die Ölgewinnung	265
7.4.2	Raffination am Beispiel von Sojaöl, Sonnenblumenöl und Palmöl	268
7.4.3	Weitere Veredlungsmöglichkeiten von Ölen und Fetten	272
7.4.4	Olivenerarbeitung	274

7.5	Milch und Milcherzeugnisse . . . . .	276
7.5.1	Trinkmilch: UHT-Milch, Frischmilch, ESL-Milch . . . . .	279
7.5.2	Produkte aus Milchfett . . . . .	282
7.5.3	Erzeugnisse durch Dicklegung I: Joghurt, Sauermilch, Kefir . . . . .	284
7.5.4	Erzeugnisse durch Dicklegung II: Frischkäse . . . . .	286
7.5.5	Erzeugnisse durch Dicklegung III: Käse mit Reifung . . . . .	288
7.5.6	Molke als Rohstoff für Proteine, Laktose, Phospholipide und Kalzium. . . . .	291
7.6	Kaffee . . . . .	294
7.7	Kakao und Schokolade . . . . .	296
7.8	Zucker aus Zuckerrübe bzw. Zuckerrohr . . . . .	299
7.9	Extrusionsprodukte . . . . .	301
7.10	Fleisch und Fleischwaren . . . . .	304
7.10.1	Schlachtvorgang . . . . .	306
7.10.2	Schlachtkörperzerlegung und Fleischqualität . . . . .	306
7.10.3	Fleischreifung (Abhängen) . . . . .	309
7.10.4	Herstellung von Fleischerzeugnissen I: Wurstwaren . . . . .	311
7.10.4.1	Rohwurst . . . . .	311
7.10.4.2	Brühwurst . . . . .	314
7.10.4.3	Kochwurst . . . . .	316
7.10.5	Herstellung von Fleischerzeugnissen II: gegarnte Pökelfleischerzeugnisse . . . . .	318
<b>8</b>	<b>Lebensmitteltechnologie: ein Ausblick . . . . .</b>	<b>321</b>
	Literatur . . . . .	325
	Abkürzungsverzeichnis . . . . .	330
	Sachverzeichnis . . . . .	333