

# Inhalt

**Vorwort zur 1. Auflage** ..... 10

**Vorwort zur 3. Auflage** ..... 12

---

**1 Einführung: Lebensmitteltechnologie im gesellschaftlichen und historischen Kontext**

<b>1.1 Prinzipien der Lebensmitteltechnologie</b> .....	13	<b>1.3.2 Energiegewinnung aus der Nahrung</b> .....	26
<b>1.2 Die Lebensmitteltechnologie als Teil der „Food Value Chain“</b> .....	19	<b>1.3.3 Die Ernährung der deutschen Bevölkerung laut Nationaler Verzehrsstudie II (2008)</b> .....	29
<b>1.3 Die Versorgung der Menschen mit Lebensmitteln als Hauptaufgabe der Lebensmitteltechnologie</b> .....	25	<b>1.4 Innovationen: vom Businessplan zum Markt</b> .....	32
<b>1.3.1 Ernährung 3.0 und die industrielle Revolution</b> .....	25	<b>1.5 Verfahrens- und Stilwettbewerb in der Lebensmitteltechnologie</b> .....	34
		<b>1.6 Struktur und Idee des Buches Lebensmitteltechnologie</b> .....	35

---

**2 Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz**

<b>2.1 Lebensmittelrechtliche Grundlagen zur Erzielung von Lebensmittelsicherheit</b> .....	40	<b>2.3 Privatwirtschaftliche Systeme der Lebensmittelsicherheit und die Einbindung des Qualitätsmanagements</b> .....	48
<b>2.1.1 Wichtige gesetzliche Vorschriften zur Lebensmittelsicherheit</b> .....	42	<b>2.3.1 Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO</b> .....	48
<b>2.1.1.1 Rückverfolgbarkeit</b> .....	42	<b>2.3.2 „Consumer Goods Forum“ (CGF)</b> ..	48
<b>2.1.1.2 HACCP-System („Hazard Analysis and Critical Control Point“)</b> .....	43	<b>2.3.3 „Global Food Safety Initiative“ (GFSI)</b> .....	48
<b>2.2 Der Codex Alimentarius und das Deutsche Lebensmittelbuch</b> ..	46	<b>2.3.4 IFS (Food) Version 8</b> .....	49
		<b>2.3.5 „Hygienic Design“</b> .....	49
		<b>2.3.6 FMEA (Fehlermöglichkeiten und Einflussanalyse)</b> .....	52
		<b>2.3.7 Optische Methoden bei der Lebensmittelkontrolle</b> .....	53

<b>2.4</b>	<b>Betriebshygiene, Reinigung und Desinfektion</b> . . . . .	56	<b>2.4.3</b>	Reinigung von Tanks, Rohrleitungen und Schläuchen . . .	61
<b>2.4.1</b>	Prinzipien der chemischen Reinigung . . . . .	57	<b>2.4.3.1</b>	Rohrleitungen und Schläuche . . .	61
<b>2.4.2</b>	Praxis der chemischen Reinigung .	59	<b>2.4.3.2</b>	Tankreinigung . . . . .	63
			<b>2.4.4</b>	Desinfektion . . . . .	64
			<b>2.4.5</b>	Reinraumtechnik . . . . .	65

---

### 3 Die biochemischen Strukturen von Lebensmitteln

<b>3.1</b>	<b>Kohlenhydrate (Polysaccharide, Polyosen)</b> . . . .	67	<b>3.5.1</b>	Farbigkeit als sinnliche Erfahrung	82
<b>3.1.1</b>	Glykogen . . . . .	68	<b>3.5.2</b>	Farbstoffe für Lebensmittel . . . . .	83
<b>3.1.2</b>	Stärke . . . . .	68	<b>3.5.3</b>	Anthocyane E163 als Beispiel für einen natürlichen Farbstoff . . . . .	86
<b>3.1.3</b>	Cellulose . . . . .	68	<b>3.5.4</b>	Zuckerulör E150 als Beispiel für einen natürlichen, modifizierten Farbstoff . . . . .	86
<b>3.1.4</b>	Pektine . . . . .	71	<b>3.6</b>	<b>Lebensmittelaromen und Aromatisierung von Lebensmitteln</b> . . . . .	87
<b>3.1.5</b>	Hemicellulose . . . . .	72	<b>3.7</b>	<b>Makromoleküle in komplexen Strukturen</b> . . . . .	89
<b>3.1.6</b>	Chitin . . . . .	72	<b>3.7.1</b>	Der Gewebeaufbau von Früchten .	89
<b>3.2</b>	<b>Proteine</b> . . . . .	73	<b>3.7.2</b>	Die Struktur von Muskelfleisch . . .	91
<b>3.3</b>	<b>Lipide</b> . . . . .	76			
<b>3.4</b>	<b>Phenolische Verbindungen (Phenole, Polyphenole)</b> . . . . .	78			
<b>3.5</b>	<b>Lebensmittelfarbstoffe und färbende Lebensmittel</b> . . . . .	81			

---

### 4 Die ambivalente Wirkung von Mikroorganismen und Enzymen in Lebensmitteln

<b>4.1</b>	<b>Mikroorganismen</b> . . . . .	94	<b>4.1.5.3</b>	Temperatur . . . . .	104
<b>4.1.1</b>	Die Rolle von Mikroorganismen in Lebensmitteln . . . . .	95	<b>4.1.5.4</b>	Redoxpotenzial (Oxidations-Reduktions-Potenzial, ORP) . . . . .	104
<b>4.1.2</b>	Bakterien . . . . .	96	<b>4.1.5.5</b>	Sauerstoffpartialdruck . . . . .	105
<b>4.1.3</b>	Pilze . . . . .	97	<b>4.1.5.6</b>	Inhibitoren für Mikroorganismen .	105
<b>4.1.4</b>	Algen . . . . .	100	<b>4.1.5.7</b>	Wettbewerber . . . . .	105
<b>4.1.5</b>	Die Bedeutung des Milieus für die Entwicklung von Mikroorganismen . . . . .	101	<b>4.1.6</b>	Wachstum von Mikroorganismen .	106
<b>4.1.5.1</b>	pH-Wert . . . . .	102	<b>4.1.7</b>	Biofilme . . . . .	107
<b>4.1.5.2</b>	a <sub>w</sub> -Wert (Wasseraktivität) . . . . .	103	<b>4.2</b>	<b>Enzyme</b> . . . . .	108
			<b>4.2.1</b>	Wichtige Enzymreaktionen in der Lebensmitteltechnologie . . . . .	110

<b>4.3</b>	<b>Die Hemmung von Mikroorganismen und Enzymen</b> . . . .	114			
4.3.1	Chemische Lebensmittelkonservierung . . . . .	115	4.3.4.1	Tiefgefrieren von Lebensmitteln . .	126
4.3.2	Konservierung durch biologische Verfahren . . . . .	116	4.3.4.2	Technik des Gefrierens . . . . .	127
4.3.3	Pasteurisation und Sterilisation . . .	116	4.3.5	Haltbarmachung durch Wasserentzug (Trocknung) . . . . .	128
4.3.3.1	Grundlagen der Erhitzung . . . . .	117	4.3.5.1	Lufttrocknung . . . . .	129
4.3.3.2	Wärmeübertragung in Erhitzungseinrichtungen . . . . .	119	4.3.5.2	Membranverfahren . . . . .	129
4.3.3.3	Wärmeaustauscher und die Verfahrenstechnik der Erhitzung . .	120	4.3.5.3	Gefrierkonzentrierung bzw. Gefriertrocknung . . . . .	129
4.3.3.4	Elektromagnetische Felder (Mikrowellenerhitzung, Radiofrequenzen) . . . . .	123	4.3.5.4	Kühlung und mechanische Abtrennung von Eiskristallen . . .	130
4.3.3.5	Ohmsche Erhitzung . . . . .	123	4.3.5.5	Immobilisierung von Wasser . . . .	131
4.3.3.6	Keimreduzierung bei mäßiger thermischer Belastung . . . . .	124	4.3.6	Mechanische Verfahren zur Haltbarmachung . . . . .	131
4.3.4	Haltbarmachung durch Anwendung von Kälte . . . . .	126	4.3.7	Haltbarmachen durch ionisierende Strahlen . . . . .	132
			4.3.8	Haltbarmachung durch Gasüberlagerung bzw. Evakuierung . . . . .	133
			4.3.9	Das Hürdenkonzept: kumulative Hemmeffekte . . . . .	134

---

## 5 Maschinentechnik und Werkstoffe

<b>5.1</b>	<b>Pumpen</b> . . . . .	136	5.2.3	Edelstahlrohre . . . . .	146
5.1.1	Pumpentypen . . . . .	137	5.2.4	Oberflächenbehandlung von Edelstählen . . . . .	146
5.1.2	Kennlinien und Pumpenauslegung . . . . .	140	5.2.5	Korrosion . . . . .	148
<b>5.2</b>	<b>Werkstoffe für Behälter, Verpackungen, Leitungen und Maschinen</b> . . . . .	142	5.2.6	Aluminium . . . . .	149
5.2.1	Vom Eisen zum Stahl . . . . .	142	5.2.7	Kunststoffe in der Lebensmitteltechnik . . . . .	150
5.2.2	Nichtrostende Stähle in der Lebensmittelwirtschaft . . . . .	145	<b>5.3</b>	<b>Sensor-Messtechnik: Erfassung und Verarbeitung von Messdaten</b> . . . . .	152

## 6 Die erste Verarbeitungsstufe: Wertstoffgewinnung aus agrarischen Rohstoffen

<b>6.1 Grundoperationen bei der Wertstoffgewinnung</b> .....	163	<b>6.3.2</b> Schwerkraftssysteme zur Trennung von Suspensionen und Emulsionen .....	184
6.1.1 Vorbehandlung der Rohstoffe ....	164	<b>6.3.3</b> Entspannungsflotation durch die Benetzung von Teilchen .....	189
6.1.2 Mechanisches Desintegrieren von tierischen und pflanzlichen Geweben .....	164	<b>6.4 Neuere Techniken für die Lebensmittelindustrie</b> .....	190
<b>6.2 Stoffübergänge nach Zusatz von Extraktionsmitteln</b> .....	169	6.4.1 Roboter .....	190
<b>6.3 Mechanische Trenntechniken zur Wertstoffgewinnung</b> .....	170	6.4.2 Ultraschall-Anwendungen .....	191
6.3.1 Filtersysteme und Pressen zur Fest-Flüssig-Trennung .....	173	6.4.3 Mikroverkapselung .....	192
6.3.1.1 Oberflächen- bzw. Siebfiltration ..	173	6.4.4 Hochdruck-Homogenisation ....	195
6.3.1.2 Tiefenfiltration .....	178	6.4.5 Emulgatortechnik und Texturierung von Lebensmitteln ..	195
6.3.1.3 Anschwemmfiltration .....	181	6.4.6 Intelligente Verpackungen und Barrieren .....	196
6.3.1.4 Sonderfall Pressen .....	182	6.4.7 Industrie 4.0 .....	197

---

## 7 Die Verarbeitung zu Lebensmitteln

<b>7.1 Getreideprodukte</b> .....	199	<b>7.3.5</b> Spirituosen .....	237
7.1.1 Erste Verarbeitungsstufe: Wertstoffextraktion in Getreidemöhlen .....	199	<b>7.3.6</b> Entalkoholisierung von Wein oder Bier .....	239
7.1.2 Zweite Verarbeitungsstufe: Veredlung der Extrakte .....	208	<b>7.3.7</b> Erfrischungsgetränke (Softdrinks) .....	241
7.1.2.1 Stärke- und Proteingewinnung ...	208	<b>7.4 Speiseöl und Speisefette</b> ....	243
7.1.2.2 Metabolisierung von nativer Stärke .....	208	7.4.1 Die Ölgewinnung .....	246
7.1.2.3 Vom Mehl zu Backwaren .....	211	7.4.2 Raffination am Beispiel von Sojaöl, Sonnenblumenöl und Palmöl ....	249
7.1.2.4 Teigwaren .....	221	7.4.3 Weitere Veredlungsmöglichkeiten von Ölen und Fetten .....	249
<b>7.2 Kartoffeltechnologie</b> .....	221	7.4.4 Olivenverarbeitung .....	253
<b>7.3 Getränketechnologie</b> .....	225	<b>7.5 Milch und Milcherzeugnisse</b> ..	257
7.3.1 Trinkwasser, Mineral- und Heilwasser .....	225	7.5.1 Trinkmilch: UHT-Milch, Frischmilch, ESL-Milch .....	257
7.3.2 Von der Traube zum Wein .....	229	7.5.2 Produkte aus Milchfett .....	262
7.3.3 Frucht- und Gemüsesäfte .....	232	7.5.3 Erzeugnisse durch Dicklegung I: Joghurt, Sauermilch, Kefir .....	264
7.3.4 Bier .....	235		

7.5.4	Erzeugnisse durch Dicklegung II: Frischkäse .....	266	7.9.1	Schlachtvorgang .....	283
7.5.5	Erzeugnisse durch Dicklegung III: Käse mit Reifung .....	266	7.9.2	Schlachtkörperzerlegung und Fleischqualität .....	283
7.5.6	Molke als Rohstoff für Proteine, Laktose, Phospholipide und Kalzium .....	270	7.9.3	Fleischreifung (Abhängen).....	285
7.6	Kaffee .....	273	7.9.4	Herstellung von Fleisch- erzeugnissen I: Wurstwaren.....	287
7.7	Kakao und Schokolade .....	275	7.9.4.1	Rohwurst .....	287
7.8	Zucker aus Zuckerrübe bzw. Zuckerrohr .....	277	7.9.4.2	Brühwurst .....	291
7.9	Fleisch und Fleischwaren .....	280	7.9.4.3	Kochwurst .....	293
			7.9.5	Herstellung von Fleisch- erzeugnissen II: Rohschinken und gegarnte Pökelfleischerzeugnisse ..	293
			7.10	Extrusionsprodukte .....	296

---

## 8 Innovative Lebensmittel zur Proteinversorgung

8.1	Pflanzliche Proteine .....	299	8.4	Algen .....	307
8.2	Insekten .....	302	8.5	Aquakulturen .....	308
8.3	In-vitro-Fleisch und Proteine aus der Präzisionsfermentation .....	304			

---

## 9 „New Food“: Die Zukunft der Lebensmitteltechnologie für die Ernährung von 10 Milliarden Menschen

9.1	Lebensmittelindustrie und Ernährungsregime .....	309	9.4	Ethik in der Lebensmittelwirtschaft .....	318
9.2	Die Ernährung von 10 Milliarden Menschen .....	313	9.5	Nachhaltigkeit als übergreifender Begriff zukünftiger Ernährung .....	320
9.3	Gesellschaftlicher Wandel ....	316			

---

Literatur .....	322
Abkürzungsverzeichnis .....	327
Sachverzeichnis .....	329