

Inhalt

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Vorwort | 10 |
| 1 Einführung: Lebensmitteltechnologie im gesellschaftlichen und historischen Kontext | 13 |
| 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 |
| 2 Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz | 37 |
| 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 |
| 3 | Die biochemischen Strukturen von Lebensmitteln | 70 |
| 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 |
| 4 | Die ambivalente Wirkung von Mikroorganismen und Enzymen in Lebensmitteln | 104 |
| 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 |
| 5 | Maschinentechnik und Werkstoffe | 152 |
| 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 |

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6 | Die erste Verarbeitungsstufe: Wertstoffgewinnung aus agrarischen Rohstoffen | 174 |
| 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 |
| 7 | Die Verarbeitung zu Lebensmitteln | 215 |
| 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 |
| 8 | Lebensmitteltechnologie: ein Ausblick | 321 |
| | Literatur | 325 |
| | Abkürzungsverzeichnis | 330 |
| | Sachverzeichnis | 333 |