# Inhaltsverzeichnis

0  **Wasser** ................................................................. 1
  0.1  Einführung ........................................................... 1
  0.2  Struktur .............................................................. 1
  0.2.1  Wassermolekül ................................................... 1
  0.2.2  Flüssiges Wasser und Eis ..................................... 2
  0.3  Einfluß auf die Lagerstabilität ................................. 3
  0.3.1  Wasseraktivität .................................................. 3
  0.3.2  Wasseraktivität als Indikator ................................ 5
  0.3.3  Phasenumwandlung wasserhaltiger Lebensmittel ............ 5
  0.3.4  WLF-Gleichung .................................................... 6
  0.3.5  Folgerungen ...................................................... 7
  0.4  Literatur ............................................................. 8

1  **Aminosäuren, Peptide, Proteine** ...................................... 9
  1.1  Einführung ........................................................... 9
  1.2  Aminosäuren ....................................................... 10
  1.2.1  Allgemeines ...................................................... 10
  1.2.2  Einteilung, Entdeckung und Vorkommen ...................... 10
  1.2.2.1  Einteilung .................................................... 10
  1.2.2.2  Entdeckung und Vorkommen ................................ 10
  1.2.3  Physikalische Eigenschaften .................................. 14
  1.2.3.1  Dissoziation ................................................... 14
  1.2.3.2  Konfiguration und optische Aktivität ...................... 15
  1.2.3.3  Löslichkeit .................................................... 16
  1.2.3.4  UV-Absorption ................................................ 17
  1.2.4  Chemische Reaktionen .......................................... 17
  1.2.4.1  Veresterung der Carboxyl-Gruppe ......................... 17
  1.2.4.2  Reaktionen der Amino-Gruppe ............................. 18
  1.2.4.2.1  Acylierung ................................................ 18
  1.2.4.2.2  Alkylierung und Arylierung ............................. 20
  1.2.4.2.3  Carbamoylierung und Thiocarbamoylierung ............. 22
  1.2.4.2.4  Reaktionen mit Carbonyl-Verbindungen .................. 23
  1.2.4.3  Reaktionen unter Beteiligung weiterer funktioneller Gruppen ... 24
  1.2.4.3.1  Lysin ....................................................... 24
  1.2.4.3.2  Arginin ..................................................... 25
  1.2.4.3.3  Asparaginsäure und Glutaminsäure ...................... 25
  1.2.4.3.4  Serin und Threonin ....................................... 25
  1.2.4.3.5  Cystein und Cystin ....................................... 25
  1.2.4.3.6  Methionin .................................................. 26
| 1.2.4.3.7 | Tyrosin | 26 |
| 1.2.4.4 | Reaktionen von Aminosäuren bei höheren Temperaturen | 26 |
| 1.2.4.4.1 | Acrylamid | 26 |
| 1.2.4.4.2 | Mutagene Heterocyclen | 27 |
| 1.2.5 | Synthetische Aminosäuren zur Verbesserung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen (Fortifying Foods) | 31 |
| 1.2.5.1 | Glutaminsäure | 33 |
| 1.2.5.2 | Asparaginsäure | 33 |
| 1.2.5.3 | Lysin | 33 |
| 1.2.5.4 | Methionin | 34 |
| 1.2.5.5 | Phenylalanin | 34 |
| 1.2.5.6 | Threonin | 34 |
| 1.2.5.7 | Tryptophan | 34 |
| 1.2.6 | Sensorische Eigenschaften | 35 |
| 1.3 | Peptide | 36 |
| 1.3.1 | Allgemeines, Nomenklatur | 36 |
| 1.3.2 | Physikalische Eigenschaften | 36 |
| 1.3.2.1 | Dissoziation | 36 |
| 1.3.3 | Sensorische Eigenschaften | 37 |
| 1.3.4 | Einzelne Peptide | 39 |
| 1.3.4.1 | Glutathion | 39 |
| 1.3.4.2 | Carnosin, Anserin, Balenin | 39 |
| 1.3.4.3 | Nisin | 40 |
| 1.3.4.4 | Lysinpeptide | 41 |
| 1.3.4.5 | Andere Peptide | 41 |
| 1.4 | Proteine | 41 |
| 1.4.1 | Aminosäuresequenz | 42 |
| 1.4.1.1 | Aminosäurezusammensetzung, Subeinheiten | 42 |
| 1.4.1.2 | Terminale Gruppen | 43 |
| 1.4.1.3 | Partielle Hydrolyse | 43 |
| 1.4.1.4 | Sequenzanalyse | 46 |
| 1.4.1.5 | Ableitung der Aminosäuresequenz aus der Nucleotidsequenz des kodierenden Gens | 46 |
| 1.4.2 | Konformation | 48 |
| 1.4.2.1 | Gestreckte Peptidkette | 49 |
| 1.4.2.2 | Reguläre Strukturelemente (Sekundärstruktur) | 50 |
| 1.4.2.2.1 | Falblatt- oder β-Strukturen | 50 |
| 1.4.2.2.2 | Helicale Strukturen | 52 |
| 1.4.2.2.3 | Krümmungen der Peptidkette | 52 |
| 1.4.2.2.4 | Superekstrukturerstrukturen | 53 |
| 1.4.2.3 | Tertiär- und Quartärstrukturen | 53 |
| 1.4.2.3.1 | Faserproteine | 54 |
| 1.4.2.3.2 | Globuläre Proteine | 54 |
| 1.4.2.3.3 | BSE | 57 |
| 1.4.2.3.4 | Quartärstruktur | 57 |
| 1.4.2.4 | Denaturierung | 57 |
| 1.4.3 | Physikalische Eigenschaften | 60 |
| 1.4.3.1 | Dissoziation | 60 |
| 1.4.3.2 | Optische Aktivität | 62 |
| 1.4.3.3 | Löslichkeit, Hydratation, Quellbarkeit | 62 |
| 1.4.3.4 | Schaumbildung und -stabilisierung | 63 |
Inhaltsverzeichnis

1.4.3.5 Gelbildung .......................................................... 64
1.4.3.6 Emulgierte Wirkung ........................................... 65
1.4.4 Chemische Reaktionen ............................................ 66
1.4.4.1 Lysinreste ......................................................... 66
1.4.4.1.1 Reaktionen unter Erhaltung der positiven Ladung .... 66
1.4.4.1.2 Reaktionen unter Verlust der positiven Ladung ....... 67
1.4.4.1.3 Reaktionen unter Einführung einer negativen Ladung .. 67
1.4.4.1.4 Reversible Reaktionen ..................................... 67
1.4.4.2 Argininreste ..................................................... 68
1.4.4.3 Glutaminsäure- und Asparaginsäurereste .......... 69
1.4.4.4 Cysteinreste (cf. auch 1.2.4.3.5) ....................... 69
1.4.4.5 Cysteinreste (cf. auch 1.2.4.3.5) ....................... 70
1.4.4.6 Methioninreste ................................................... 71
1.4.4.7 Histidinreste ..................................................... 71
1.4.4.8 Tyrosinreste ..................................................... 72
1.4.4.10 Bifunktionelle Reagentien ................................. 72
1.4.4.11 Reaktionen bei der Lebensmittelverarbeitung ........ 72
1.4.5 Enzymkatalysierte Reaktionen ............................... 77
1.4.5.1 Allgemeines ....................................................... 77
1.4.5.2 Proteolytische Enzyme ......................................... 78
1.4.5.2.1 Serin-Endopeptidasen .................................. 78
1.4.5.2.2 Cystein-Endopeptidasen ................................ 79
1.4.5.2.3 Metallo-Peptidasen ....................................... 79
1.4.5.2.4 Asparaginsäure-Endopeptidasen .................... 79
1.4.6 Lebensmitteltechnologisch interessante chemische und enzymatische Reaktionen ...................................... 81
1.4.6.1 Allgemeines ....................................................... 81
1.4.6.2 Chemische Modifizierung ................................. 82
1.4.6.2.1 Acylierung ................................................... 82
1.4.6.2.2 Alkylierung .................................................. 84
1.4.6.2.3 Redoxreaktionen an Cystein und Cystin .......... 85
1.4.6.3 Enzymatische Modifizierung ............................... 85
1.4.6.3.1 Dephosphorylierung ..................................... 85
1.4.6.3.2 Plasteinreaktion ........................................... 85
1.4.6.3.3 Quervernetzung .............................................. 89
1.4.7 Texturierte Proteine ............................................. 90
1.4.7.1 Einführung ....................................................... 90
1.4.7.2 Ausgangsmaterial ............................................ 90
1.4.7.3 Texturierung ................................................... 90
1.4.7.3.1 Spinprozeß ................................................. 90
1.4.7.3.2 Extrusionsprozeß ......................................... 91
1.5 Literatur .................................................................. 91

2 Enzyme .................................................................. 95
2.1 Einführung ......................................................... 95
2.2 Allgemeine Merkmale, Isolierung und Nomenklatur .... 95
2.2.1 Wirkung von Katalysatoren .................................. 95
2.2.2 Spezifität ......................................................... 96
2.2.2.1 Substratspezifität ........................................... 96
2.2.2.2 Reaktionsspezifität ......................................... 97
<p>| 2.2.3  | Struktur .................................................. | 97  |
| 2.2.4  | Isolierung und Reinigung .................................. | 97  |
| 2.2.5  | Multiple Formen von Enzymen ................................ | 99  |
| 2.2.6  | Nomenklatur .................................................. | 99  |
| 2.2.7  | Meßgrößen und Einheiten ...................................... | 100 |
| 2.3    | Cofaktoren .................................................. | 100 |
| 2.3.1  | Cosubstrate .................................................. | 103 |
| 2.3.1.1| Nicotinamid-adenin-dinucleotid .................................. | 103 |
| 2.3.1.2| Adenosintriphosphat .......................................... | 103 |
| 2.3.2  | Prosthetische Gruppen ........................................ | 104 |
| 2.3.2.1| Flavine .......................................................... | 104 |
| 2.3.2.2| Hämim ............................................................ | 105 |
| 2.3.2.3| Pyridoxalphosphat .............................................. | 105 |
| 2.3.3  | Metallionen ................................................... | 106 |
| 2.3.3.1| Magnesium, Calcium und Zink .................................. | 106 |
| 2.3.3.2| Eisen, Kupfer und Molybdän ................................... | 107 |
| 2.4    | Theorie der Enzymkatalyse ................................... | 109 |
| 2.4.1  | Das aktive Zentrum ............................................ | 109 |
| 2.4.1.1| Lokalisierung ................................................... | 109 |
| 2.4.1.2| Substratbindung ................................................ | 111 |
| 2.4.1.2.1| Stereospezifität ............................................... | 111 |
| 2.4.1.2.2| Schlüssel-Schloß-Hypothese ................................... | 111 |
| 2.4.1.2.3| Induzierte Paßform .............................................. | 112 |
| 2.4.2  | Ursachen für die katalytische Wirksamkeit .................. | 113 |
| 2.4.2.1| Sterische Effekte – Orientierungseffekte .................... | 113 |
| 2.4.2.2| Strukturelle Komplementarität zum Übergangszustand ........ | 114 |
| 2.4.2.3| Entropie-Effekt ................................................ | 115 |
| 2.4.2.4| Allgemeine Säure-Basen-Katalyse ................................ | 116 |
| 2.4.2.5| Kovalente Katalyse ............................................. | 117 |
| 2.4.3  | Schlußbemerkung ............................................... | 120 |
| 2.5    | Kinetik enzymatischer Reaktionen ............................. | 120 |
| 2.5.1  | Einfluß der Substratkonzentration ................................ | 120 |
| 2.5.1.1| Ein-Substrat-Reaktion ........................................... | 120 |
| 2.5.1.1.1| Geschwindigkeitsgesetz nach Michaelis und Menten .......... | 120 |
| 2.5.1.1.2| Bestimmung von $K_m$ und $V$ .................................. | 123 |
| 2.5.1.2| Zwei-Substrat-Reaktion ........................................ | 124 |
| 2.5.1.2.1| Reihenfolge bei der Substratbindung .......................... | 124 |
| 2.5.1.2.2| Geschwindigkeitsgesetze ....................................... | 125 |
| 2.5.1.3| Allosterisch regulierte Enzyme .................................. | 127 |
| 2.5.2  | Einfluß von Inhibitoren ....................................... | 128 |
| 2.5.2.1| Irreversible Hemmung .......................................... | 129 |
| 2.5.2.2| Reversible Hemmung ............................................. | 129 |
| 2.5.2.2.1| Kompetitive Hemmung .......................................... | 129 |
| 2.5.2.2.2| Nichtkompetitive Hemmung ...................................... | 130 |
| 2.5.2.2.3| Unkompetitive Hemmung ......................................... | 130 |
| 2.5.3  | Einfluß der Wasserstoffionen-konzentration (pH) ............ | 131 |
| 2.5.4  | Einfluß der Temperatur ......................................... | 133 |
| 2.5.4.1| Zeitabhängigkeit der Effekte ................................... | 134 |
| 2.5.4.2| Temperaturabhängigkeit der Effekte ........................... | 134 |
| 2.5.4.3| Temperatur-Optimum ............................................. | 136 |
| 2.5.4.4| Thermische Stabilität .......................................... | 137 |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th>Kapitel</th>
<th>Thema</th>
<th>Seitenzahl</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>2.5.5</td>
<td>Einfluß des Druckes</td>
<td>139</td>
</tr>
<tr>
<td>2.5.6</td>
<td>Einfluß des Wassergehalts</td>
<td>140</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6</td>
<td>Enzymatische Analyse</td>
<td>141</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.1</td>
<td>Substratbestimmungen</td>
<td>141</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.1.1</td>
<td>Prinzip</td>
<td>141</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.1.2</td>
<td>Endwert-Methode</td>
<td>142</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.1.3</td>
<td>Kinetische Methode</td>
<td>143</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.2</td>
<td>Enzymaktivitätsbestimmungen</td>
<td>144</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.3</td>
<td>Enzymimmunoassay</td>
<td>144</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.4</td>
<td>Polymerasekettenreaktion</td>
<td>145</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.4.1</td>
<td>Prinzip der PCR</td>
<td>146</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.4.2</td>
<td>Beispiele</td>
<td>147</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.4.2.1</td>
<td>Sojazusatz</td>
<td>147</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.4.2.2</td>
<td>Genetisch modifizierte Soja</td>
<td>147</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.4.2.3</td>
<td>Genetisch modifizierte Tomaten</td>
<td>147</td>
</tr>
<tr>
<td>2.6.4.2.4</td>
<td>Artendifferenzierung</td>
<td>148</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7</td>
<td>Verwendung von Enzymen in der Lebensmitteltechnik</td>
<td>148</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.1</td>
<td>Technische Enzympräparate</td>
<td>148</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.1.1</td>
<td>Gewinnung</td>
<td>148</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.1.2</td>
<td>Immobilisierte Enzyme</td>
<td>148</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.1.2.1</td>
<td>Gebundene Enzyme</td>
<td>151</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.1.2.2</td>
<td>Eingeschlossene Enzyme</td>
<td>151</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.1.2.3</td>
<td>Vernetzte Enzyme</td>
<td>151</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.1.2.4</td>
<td>Eigenschaften</td>
<td>151</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2</td>
<td>Einzelne Enzyme</td>
<td>152</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.1</td>
<td>Oxidoreduktasen</td>
<td>152</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.1.1</td>
<td>Glucoseoxidase</td>
<td>152</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.1.2</td>
<td>Katalase</td>
<td>152</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.1.3</td>
<td>Lipoxygenase</td>
<td>153</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.1.4</td>
<td>Aldehyd-Dehydrogenase</td>
<td>153</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.1.5</td>
<td>Butandiol-Dehydrogenase</td>
<td>153</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2</td>
<td>Hydrolasen</td>
<td>153</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.1</td>
<td>Peptidasen</td>
<td>153</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.2</td>
<td>α- und β-Amylasen</td>
<td>155</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.3</td>
<td>Exo-1,4-α-D-Glucosidase (Glucoamylase)</td>
<td>155</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.4</td>
<td>Pullulanase (Isoamylase)</td>
<td>155</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.5</td>
<td>Endo-1,3(4)-β-D-Glucanase</td>
<td>155</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.6</td>
<td>α-D-Galactosidase</td>
<td>156</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.7</td>
<td>β-D-Galactosidase (Lactase)</td>
<td>156</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.8</td>
<td>β-D-Fructofuranosidase (Invertase)</td>
<td>156</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.9</td>
<td>α-L-Rhamnosidase</td>
<td>156</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.10</td>
<td>Cellulasen und Hemicellulasen</td>
<td>156</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.11</td>
<td>Lysozym</td>
<td>156</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.12</td>
<td>Thioglucosidase</td>
<td>157</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.13</td>
<td>Pektinolytische Enzyme</td>
<td>157</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.14</td>
<td>Lipasen</td>
<td>157</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.15</td>
<td>Tanninasen</td>
<td>157</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.2.16</td>
<td>Glutaminase</td>
<td>157</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.3</td>
<td>Isomerasen</td>
<td>158</td>
</tr>
<tr>
<td>2.7.2.4</td>
<td>Transferasen</td>
<td>158</td>
</tr>
<tr>
<td>2.8</td>
<td>Literatur</td>
<td>159</td>
</tr>
</tbody>
</table>
XIV Inhaltsverzeichnis

3 Lipide ................................................................. 161
3.1 Einführung ......................................................... 161
3.2 Fettsäuren ........................................................ 162
3.2.1 Nomenklatur und Einteilung ............................... 162
3.2.1.1 Gesättigte Fettsäuren .................................. 162
3.2.1.2 Ungesättigte Fettsäuren ............................... 165
3.2.1.3 Substituierte Fettsäuren ............................... 167
3.2.2 Physikalische Eigenschaften ............................... 168
3.2.2.1 Carboxylgruppe ......................................... 168
3.2.2.2 Kristallstruktur, Schmelzpunkte ....................... 168
3.2.2.3 Harnstoff-Addukte ...................................... 169
3.2.2.4 Löslichkeit ............................................... 170
3.2.2.5 UV-Absorption ......................................... 170
3.2.3 Chemische Eigenschaften .................................. 170
3.2.3.1 Methylierung der Carboxylgruppe ..................... 170
3.2.3.2 Reaktionen ungesättigter Fettsäuren ................. 171
3.2.3.2.1 Halogenanlagerung ................................ 171
3.2.3.2.2 Überführung der Isolen- in Konjugenfettsäuren .. 171
3.2.3.2.3 Bildung von π-Komplexen mit Ag⁺-Ionen ........... 171
3.2.3.2.4 Hydrierung ........................................... 172
3.2.4 Biosynthese der ungesättigten Fettsäuren ............. 172
3.3 Acylglyceride ...................................................... 172
3.3.1 Triacylglyceride (TG) ......................................... 172
3.3.1.1 Nomenklatur, Einteilung, Brennwert ................ 172
3.3.1.2 Schmelzverhalten ....................................... 174
3.3.1.3 Chemische Eigenschaften ............................... 174
3.3.1.3.1 Hydrolyse ............................................ 174
3.3.1.3.2 Methanolyse ......................................... 175
3.3.1.3.3 Umesterung ......................................... 175
3.3.1.4 Strukturbestimmung .................................... 176
3.3.1.5 Biosynthese ............................................. 179
3.3.2 Mono- und Diacylglyceride (MG und DG) ............. 180
3.3.2.1 Vorkommen, Herstellung ................................ 180
3.3.2.2 Physikalische Eigenschaften .......................... 181
3.4 Phospho- und Glykolipide .................................... 181
3.4.1 Verbindungsklassen ......................................... 181
3.4.1.1 Phosphatidylderivate .................................. 181
3.4.1.2 Glyceroglykolipide .................................... 183
3.4.1.3 Sphingolipide .......................................... 184
3.4.2 Analytik ....................................................... 185
3.4.2.1 Extraktion, Abtrennung von Nichtlipiden ............ 185
3.4.2.2 Trennung und Identifizierung der Verbindungsklassen .. 185
3.4.2.3 Bausteinanalyse ......................................... 185
3.5 Lipoproteine, Membranen ..................................... 186
3.5.1 Lipoproteine .................................................... 186
3.5.1.1 Definition ............................................... 186
3.5.1.2 Klassifizierung ......................................... 187
3.5.2 Beteiligung der Lipide am Aufbau von biologischen Membranen ... 188
3.6 Dioleipide, Fettalkohole, Cutin ................................ 188
3.6.1 Dioleipide ...................................................... 188
3.6.2 Fettalkohole und Derivate ................................ 189
<table>
<thead>
<tr>
<th>Nummer</th>
<th>Titel</th>
<th>Seite</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>3.6.2.1</td>
<td>Wachse</td>
<td>189</td>
</tr>
<tr>
<td>3.6.2.2</td>
<td>Alkoxylipide</td>
<td>189</td>
</tr>
<tr>
<td>3.6.3</td>
<td>Cutin</td>
<td>190</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7</td>
<td>Veränderungen der Acyllibride in Lebensmitteln</td>
<td>190</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.1</td>
<td>Enzymatische Hydrolyse</td>
<td>190</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.1.1</td>
<td>Hydrolasen für Triacylglyceride (Lipasen)</td>
<td>191</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.1.2</td>
<td>Hydrolasen für polare Lipide</td>
<td>192</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.1.2.1</td>
<td>Phospholipasen</td>
<td>192</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.1.2.2</td>
<td>Glykolipid-Hydrolasen</td>
<td>193</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2</td>
<td>Peroxidation ungesättigter Acyllibide</td>
<td>193</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1</td>
<td>Autoxidation</td>
<td>194</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.1</td>
<td>Elementarschritte der Autoxidation</td>
<td>194</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.2</td>
<td>Monohydroperoxide</td>
<td>196</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.3</td>
<td>Hydroperoxy-epididoxide</td>
<td>198</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.4</td>
<td>Start der Radikalkettenreaktionen</td>
<td>199</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.5</td>
<td>Fotooxygenerierung</td>
<td>200</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.6</td>
<td>Wirkung von Schwermetallen</td>
<td>202</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.7</td>
<td>Häm(in)-Katalase</td>
<td>203</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.8</td>
<td>Aktivierter Sauerstoff</td>
<td>204</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.1.9</td>
<td>Sekundärprodukte</td>
<td>206</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.2</td>
<td>Vorkommen und Eigenschaften der Lipooxygenase</td>
<td>210</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.3</td>
<td>Enzymatischer Hydroperoxid-Abbau</td>
<td>212</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.4</td>
<td>Wechselwirkungen zwischen Hydroperoxiden und Proteinen</td>
<td>214</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.4.1</td>
<td>Produkte aus Hydroperoxiden</td>
<td>214</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.4.2</td>
<td>Bildung von Lipid-Protein-Komplexen</td>
<td>215</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.4.3</td>
<td>Veränderungen der Proteine</td>
<td>216</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.2.4.4</td>
<td>Abbau von Aminosäuren</td>
<td>217</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.3</td>
<td>Hemmung der Lipidperoxidation</td>
<td>218</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.3.1</td>
<td>Wirkung von Antioxidantien</td>
<td>218</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.3.2</td>
<td>Antioxidantien in Lebensmitteln</td>
<td>219</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.3.2.1</td>
<td>Natürliche Antioxidantien</td>
<td>219</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.3.2.2</td>
<td>Synthetic Antioxidantien</td>
<td>221</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.3.2.3</td>
<td>Synergisten</td>
<td>223</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.3.2.4</td>
<td>Prooxidative Wirkung</td>
<td>223</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.4</td>
<td>Erhitzen von Fetten (Fritieren)</td>
<td>223</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.4.1</td>
<td>Autoxidation gesättigter Acyllibide</td>
<td>224</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.4.2</td>
<td>Polymerisation</td>
<td>226</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.5</td>
<td>Radiolyse</td>
<td>227</td>
</tr>
<tr>
<td>3.7.6</td>
<td>Mikrobieller Abbau von Acyllibiden zu Methylketonen</td>
<td>228</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8</td>
<td>Bestandteile des Unverseifbaren*</td>
<td>229</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.1</td>
<td>Kohlenwasserstoffe</td>
<td>230</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2</td>
<td>Steroide</td>
<td>230</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2.1</td>
<td>Struktur, Nomenklatur</td>
<td>230</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2.2</td>
<td>Steroide in tierischen Lebensmitteln</td>
<td>230</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2.2.1</td>
<td>Cholesterin</td>
<td>230</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2.2.2</td>
<td>Vitamin D</td>
<td>231</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2.3</td>
<td>Steroide in Pflanzenfetten</td>
<td>232</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2.3.1</td>
<td>Desmethylsterine</td>
<td>232</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2.3.2</td>
<td>Methyl- und Dimethylsterine</td>
<td>235</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.2.4</td>
<td>Analyse</td>
<td>235</td>
</tr>
<tr>
<td>3.8.3</td>
<td>Tocopherole und Tocotrienole</td>
<td>236</td>
</tr>
</tbody>
</table>
XVI Inhaltsverzeichnis

3.8.3.1 Struktur, Bedeutung ........................................ 236
3.8.3.2 Analyse ...................................................... 237
3.8.4 Carotinoide ..................................................... 237
3.8.4.1 Chemische Struktur, Vorkommen ...................... 238
3.8.4.1.1 Carotine ............................................... 239
3.8.4.1.2 Xanthophyllle ........................................ 241
3.8.4.2 Physikalische Eigenschaften .............................. 243
3.8.4.3 Chemische Eigenschaften ................................ 244
3.8.4.4 Vorläufer von Aromastoffen ............................ 244
3.8.4.5 Anwendungen in der Lebensmitteltechnik ............ 245
3.8.4.5.1 Extrakte aus Pflanzen ............................... 246
3.8.4.5.2 Einzelne Verbindungen ............................... 247
3.8.4.6 Analyse ...................................................... 247
3.9 Literatur .......................................................... 248

4 Kohlenhydrate .......................................................... 252
4.1 Einführung ............................................................. 252
4.2 Monosaccharide .................................................... 252
4.2.1 Struktur und Nomenklatur .................................. 252
4.2.1.1 Konstitution .............................................. 252
4.2.1.2 Konfiguration .............................................. 253
4.2.1.3 Konformation .............................................. 258
4.2.2 Physikalische Eigenschaften ................................. 261
4.2.2.1 Hygroskopizität und Löschlichkeit .................. 261
4.2.2.2 Optische Drehung, Mutarotation .................... 261
4.2.3 Sensorische Eigenschaften .................................. 262
4.2.4 Chemische Reaktionen und Derivate .................... 265
4.2.4.1 Reduktion zu Zuckeralkoholen ...................... 265
4.2.4.2 Oxidation zu Glykonsäuren, Glykarsäuren und Glykuronsäuren ..................................................... 266
4.2.4.3 Reaktionen in Gegenwart von Säuren und Basen ........................................................................... 267
4.2.4.3.1 Reaktionen in stark saurer Lösung ................ 267
4.2.4.3.2 Reaktionen in stark basischer Lösung ............ 270
4.2.4.3.3 Karamellisierung ....................................... 273
4.2.4.4 Reaktionen mit Amino-Verbindungen (Maillard-Reaktion) ...................................................... 274
4.2.4.4.1 Anfangsphase der Maillard-Reaktion 275
4.2.4.4.2 Bildung von Desoxyosonen .......................... 277
4.2.4.4.3 Folgeprodukte der 3-Desoxyosone ................ 278
4.2.4.4.4 Folgeprodukte der 1-Desoxyosone ................ 280
4.2.4.4.5 Folgeprodukte der 4-Desoxyosone ................ 285
4.2.4.4.6 Redoxreaktionen ....................................... 287
4.2.4.4.7 Strecker-Reaktion ..................................... 287
4.2.4.4.8 Bildung farbiger Verbindungen .................... 289
4.2.4.4.9 Proteinmodifikationen ................................ 290
4.2.4.4.10 Hemmung der Maillard-Reaktion ................ 294
4.2.4.5 Reaktionen mit Hydroxy-Verbindungen (O-Glykoside) .......................................................... 294
4.2.4.6 Ester ............................................................. 296
4.2.4.7 Ether ............................................................. 297
4.2.4.8 Glykolspaltung ............................................... 297
4.3 Oligosaccharide ..................................................... 298
4.3.1 Struktur und Nomenklatur .................................. 298
4.3.2 Eigenschaften und Reaktionen ............................. 299
<table>
<thead>
<tr>
<th>Inhaltsverzeichnis</th>
<th>XVII</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>4.4</td>
<td>Polysaccharide ................................................. 301</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.1</td>
<td>Einteilung, kovalente Struktur .................................. 301</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2</td>
<td>Konformation .................................................... 301</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2.1</td>
<td>Gestreckte, bandförmige Konformation (ribbon type) .......... 302</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2.2</td>
<td>Helicale Konformation (hollow helix type) ..................... 303</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2.3</td>
<td>Verdrehte Konformation (crumpled type) ....................... 303</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2.4</td>
<td>Locker verbundene Polysaccharide (loosely jointed type) .... 303</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2.5</td>
<td>Gemischte Typen .................................................. 304</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.2.6</td>
<td>Intermolekulare Wechselwirkungen, Gelbildung ................. 304</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3</td>
<td>Eigenschaften ..................................................... 305</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.1</td>
<td>Allgemeines ....................................................... 305</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.2</td>
<td>Perfekt-lineare Polysaccharide .................................. 306</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.3</td>
<td>Verzweigte Polysaccharide ........................................ 307</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.4</td>
<td>Linear verzweigte Polysaccharide ................................ 307</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.5</td>
<td>Polysaccharide mit Carboxylgruppen ............................. 307</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.6</td>
<td>Polysaccharide mit starken Säuregruppen ....................... 307</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.7</td>
<td>Modifizierte Polysaccharide ..................................... 307</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.7.1</td>
<td>Einführung neutraler Gruppen ................................... 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.3.7.2</td>
<td>Einführung saurer Gruppen ...................................... 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4</td>
<td>Einzelne Polysaccharide .......................................... 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.1</td>
<td>Agar ................................................................. 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.1.1</td>
<td>Vorkommen, Gewinnung ............................................ 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.1.2</td>
<td>Struktur, Eigenschaften .......................................... 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.1.3</td>
<td>Anwendung .......................................................... 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.2</td>
<td>Algīn ............................................................... 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.2.1</td>
<td>Vorkommen, Gewinnung ............................................ 308</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.2.2</td>
<td>Struktur, Eigenschaften .......................................... 309</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.2.3</td>
<td>Derivate ............................................................ 310</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.2.4</td>
<td>Anwendung .......................................................... 310</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.3</td>
<td>Carrageenan ........................................................ 310</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.3.1</td>
<td>Vorkommen, Gewinnung ............................................ 310</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.3.2</td>
<td>Struktur, Eigenschaften .......................................... 310</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.3.3</td>
<td>Anwendung .......................................................... 312</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.4</td>
<td>Fuerularan .......................................................... 312</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.4.1</td>
<td>Vorkommen, Gewinnung ............................................ 312</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.4.2</td>
<td>Struktur, Eigenschaften .......................................... 312</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.4.3</td>
<td>Anwendung .......................................................... 312</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.5</td>
<td>Gummi arabicum .................................................... 313</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.5.1</td>
<td>Vorkommen, Gewinnung ............................................ 313</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.5.2</td>
<td>Struktur, Eigenschaften .......................................... 313</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.5.3</td>
<td>Anwendung .......................................................... 314</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.6</td>
<td>Ghatti-Gummi ....................................................... 315</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.6.1</td>
<td>Vorkommen .......................................................... 315</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.6.2</td>
<td>Struktur, Eigenschaften .......................................... 315</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.6.3</td>
<td>Anwendung .......................................................... 315</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.7</td>
<td>Tragant (Tragacanth) ............................................. 315</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.7.1</td>
<td>Vorkommen .......................................................... 315</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.7.2</td>
<td>Struktur, Eigenschaften .......................................... 315</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.7.3</td>
<td>Anwendung .......................................................... 316</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.8</td>
<td>Karaya-Gummi ....................................................... 316</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.8.1</td>
<td>Vorkommen .......................................................... 316</td>
</tr>
<tr>
<td>Buchstabe</td>
<td>Nummer</td>
</tr>
<tr>
<td>-----------</td>
<td>--------</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.8.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.8.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.9</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.9.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.9.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.9.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.10</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.10.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.10.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.10.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.11</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.11.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.11.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.11.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.12</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.12.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.12.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.12.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.13</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.13.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.13.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.13.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.14</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.14.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.14.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.14.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.14.4</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.14.5</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.14.6</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.4</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.5</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.6</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.7</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.8</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.15.9</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.16</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.16.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.16.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.16.3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.17</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.17.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.17.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.18</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.19</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.19.1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.19.2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.4.4.19.3</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
4.4.4.20  Scleroglucan ................................................................. 337
4.4.4.20.1  Vorkommen, Gewinnung ........................................ 337
4.4.4.20.2  Struktur, Eigenschaften .......................................... 337
4.4.4.20.3  Anwendung ............................................................ 337
4.4.4.21  Dextran ................................................................. 337
4.4.4.21.1  Vorkommen ............................................................ 337
4.4.4.21.2  Struktur, Eigenschaften .......................................... 338
4.4.4.21.3  Anwendung ............................................................ 338
4.4.4.22  Inulin und Oligofructose ......................................... 338
4.4.4.22.1  Vorkommen ............................................................ 338
4.4.4.22.2  Struktur ................................................................. 338
4.4.4.22.3  Anwendung ............................................................ 338
4.4.4.23  Polyvinylpyrrolidion (PVP) ....................................... 338
4.4.4.23.1  Struktur, Eigenschaften .......................................... 338
4.4.4.23.2  Anwendung ............................................................ 339
4.4.5  Enzymatischer Abbau von Polysacchariden ....................... 339
4.4.5.1  Amylasen .................................................................. 339
4.4.5.1.1  α-Amylase ............................................................... 339
4.4.5.1.2  β-Amylase ............................................................... 339
4.4.5.1.3  exo-1,4-α-D-Glucosidase (Glucoamylase) .................. 339
4.4.5.1.4  α-Dextrin endo-1,6-α-Glucosidase (Pullulanase) ....... 339
4.4.5.2  Pektinolytische Enzyme .............................................. 339
4.4.5.3  Cellulasen ................................................................. 340
4.4.5.4  endo-1,3(4)-β-Glucanase ............................................. 341
4.4.5.5  Hemicellulasen ........................................................... 341
4.4.6  Analytik von Polysacchariden ........................................ 341
4.4.6.1  Dickungsmittel ........................................................... 341
4.4.6.2  Ballaststoffe ............................................................... 343
4.5  Literatura ........................................................................... 343

5  Aromastoffe ........................................................................... 346
5.1  Einführung ......................................................................... 346
5.1.1  Abgrenzung der Begriffe ............................................... 346
5.1.2  „Impact Compounds“ natürlicher Aromen ....................... 346
5.1.3  Schwellenkonzentration ............................................... 347
5.1.4  Aromawert ................................................................. 348
5.1.5  Aromafehler ................................................................. 349
5.2  Analyse ............................................................................ 351
5.2.1  Isolierung .................................................................... 352
5.2.1.1  Destillation, Extraktion ............................................. 353
5.2.1.2  Gas-Extraktion ........................................................ 355
5.2.1.3  Headspace-Analyse .................................................... 355
5.2.2  Sensorische Relevanz .................................................... 356
5.2.2.1  Aromaextrakt-Verdünnungsanalyse (AEVA) ............... 356
5.2.2.2  Headspace GC-Olfaktometrie ..................................... 357
5.2.3  Anreicherung ............................................................... 358
5.2.4  Chemische Struktur ....................................................... 359
5.2.5  Enantioselective Analyse .............................................. 360
5.2.6  Quantitative Analyse, Aromawerte .............................. 362
5.2.6.1  Isotopenverdünnungsanalyse (IVA) ........................... 362
5.2.6.2  Aromawerte ............................................................. 364
# Inhaltsverzeichnis

<table>
<thead>
<tr>
<th>Seite</th>
<th>Kapitel</th>
<th>Titel</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>365</td>
<td>5.2.7</td>
<td>Aromamodell, Wegläßversuche</td>
</tr>
<tr>
<td>366</td>
<td>5.3</td>
<td>Einzelne Aromastoffe</td>
</tr>
<tr>
<td>366</td>
<td>5.3.1</td>
<td>Nichtenzymatische Reaktionen</td>
</tr>
<tr>
<td>367</td>
<td>5.3.1.1</td>
<td>Carbonylverbindungen</td>
</tr>
<tr>
<td>367</td>
<td>5.3.1.2</td>
<td>Pyranone</td>
</tr>
<tr>
<td>368</td>
<td>5.3.1.3</td>
<td>Furanone</td>
</tr>
<tr>
<td>370</td>
<td>5.3.1.4</td>
<td>Thiole, Thioether, Di- und Trisulfide</td>
</tr>
<tr>
<td>373</td>
<td>5.3.1.5</td>
<td>Thiazole</td>
</tr>
<tr>
<td>375</td>
<td>5.3.1.6</td>
<td>Pyrrole, Pyridine</td>
</tr>
<tr>
<td>378</td>
<td>5.3.1.7</td>
<td>Pyrazine</td>
</tr>
<tr>
<td>382</td>
<td>5.3.1.8</td>
<td>Aminen</td>
</tr>
<tr>
<td>382</td>
<td>5.3.1.9</td>
<td>Phenole</td>
</tr>
<tr>
<td>382</td>
<td>5.3.2</td>
<td>Enzymatische Reaktionen</td>
</tr>
<tr>
<td>383</td>
<td>5.3.2.1</td>
<td>Carbonylverbindungen, Alkohole</td>
</tr>
<tr>
<td>384</td>
<td>5.3.2.2</td>
<td>Kohlenwasserstoffe,ester</td>
</tr>
<tr>
<td>387</td>
<td>5.3.2.3</td>
<td>Lactone</td>
</tr>
<tr>
<td>388</td>
<td>5.3.2.4</td>
<td>Terpene</td>
</tr>
<tr>
<td>390</td>
<td>5.3.2.5</td>
<td>Flüchtige Schwefelverbindungen</td>
</tr>
<tr>
<td>396</td>
<td>5.3.2.6</td>
<td>Pyrazine</td>
</tr>
<tr>
<td>396</td>
<td>5.3.2.7</td>
<td>Skatol, p-Kresol</td>
</tr>
<tr>
<td>397</td>
<td>5.4</td>
<td>Wechselwirkungen mit anderen Inhaltsstoffen</td>
</tr>
<tr>
<td>397</td>
<td>5.4.1</td>
<td>Lipide</td>
</tr>
<tr>
<td>399</td>
<td>5.4.2</td>
<td>Proteine, Polysaccharide</td>
</tr>
<tr>
<td>401</td>
<td>5.5</td>
<td>Aromatisierung von Lebensmitteln</td>
</tr>
<tr>
<td>401</td>
<td>5.5.1</td>
<td>Rohstoffe für Essenzen</td>
</tr>
<tr>
<td>402</td>
<td>5.5.1.1</td>
<td>Ätherische Öle</td>
</tr>
<tr>
<td>402</td>
<td>5.5.1.2</td>
<td>Extrakte, Auszüge</td>
</tr>
<tr>
<td>402</td>
<td>5.5.1.3</td>
<td>Destillate</td>
</tr>
<tr>
<td>402</td>
<td>5.5.1.4</td>
<td>Mikrobielle Aromen</td>
</tr>
<tr>
<td>402</td>
<td>5.5.1.5</td>
<td>Synthetische naturidentische Aromastoffe</td>
</tr>
<tr>
<td>403</td>
<td>5.5.1.6</td>
<td>Künstliche Aromastoffe</td>
</tr>
<tr>
<td>403</td>
<td>5.5.2</td>
<td>Essenzen</td>
</tr>
<tr>
<td>403</td>
<td>5.5.3</td>
<td>Aromastoffe aus Vorstufen</td>
</tr>
<tr>
<td>405</td>
<td>5.5.4</td>
<td>Stabilität von Aromen</td>
</tr>
<tr>
<td>406</td>
<td>5.5.5</td>
<td>Verkapselung von Aromen</td>
</tr>
<tr>
<td>406</td>
<td>5.6</td>
<td>Beziehungen zwischen Struktur und Geruch</td>
</tr>
<tr>
<td>406</td>
<td>5.6.1</td>
<td>Allgemeines</td>
</tr>
<tr>
<td>407</td>
<td>5.6.2</td>
<td>Carbonylverbindungen</td>
</tr>
<tr>
<td>407</td>
<td>5.6.3</td>
<td>Alkylpyrazine</td>
</tr>
<tr>
<td>409</td>
<td>5.7</td>
<td>Literatur</td>
</tr>
<tr>
<td>412</td>
<td>6</td>
<td>Vitamine</td>
</tr>
<tr>
<td>412</td>
<td>6.1</td>
<td>Einführung</td>
</tr>
<tr>
<td>412</td>
<td>6.2</td>
<td>Fettlösliche Vitamine</td>
</tr>
<tr>
<td>412</td>
<td>6.2.1</td>
<td>Retinol (Vitamin A)</td>
</tr>
<tr>
<td>412</td>
<td>6.2.1.1</td>
<td>Biologische Funktionen</td>
</tr>
<tr>
<td>413</td>
<td>6.2.1.2</td>
<td>Bedarf, Vorkommen</td>
</tr>
<tr>
<td>415</td>
<td>6.2.1.3</td>
<td>Stabilität, Abbaureaktionen</td>
</tr>
<tr>
<td>415</td>
<td>6.2.2</td>
<td>Calciferol (Vitamin D)</td>
</tr>
<tr>
<td>415</td>
<td>6.2.2.1</td>
<td>Biologische Funktionen</td>
</tr>
<tr>
<td>415</td>
<td>6.2.2.2</td>
<td>Bedarf, Vorkommen</td>
</tr>
</tbody>
</table>
XXII  Inhaltsverzeichnis

7  Mineralstoffe  .............................................................. 432
   7.1  Einführung .............................................................. 432
   7.2  Mengenelemente ...................................................... 432
   7.2.1  Natrium ............................................................. 432
   7.2.2  Kalium .............................................................. 434
   7.2.3  Magnesium .......................................................... 434
   7.2.4  Calcium ............................................................ 434
   7.2.5  Chlorid .............................................................. 434
   7.2.6  Phosphor ........................................................... 434
   7.3  Spurenelemente ........................................................ 435
   7.3.1  Allgemeines ........................................................ 435
   7.3.2  Einzelne Spurenelemente ....................................... 435
   7.3.2.1  Eisen ............................................................. 435
   7.3.2.2  Kupfer ........................................................... 436
   7.3.2.3  Zink .............................................................. 436
   7.3.2.4  Mangan .......................................................... 436
   7.3.2.5  Kobalt ........................................................... 436
   7.3.2.6  Chrom ........................................................... 436
   7.3.2.7  Selen ............................................................. 436
   7.3.2.8  Molybdän ........................................................ 437
   7.3.2.9  Nickel ............................................................ 437
   7.3.2.10  Fluor ........................................................... 437
   7.3.2.11  Jod ............................................................... 437
   7.3.3  Ultraspurenelemente ............................................... 437
   7.3.3.1  Zinn .............................................................. 437
   7.3.3.2  Aluminium ....................................................... 438
   7.3.3.3  Bor ............................................................... 438
   7.3.3.4  Silicium .......................................................... 438
   7.3.3.5  Arsen ............................................................. 438
   7.4  Mineralstoffe bei der Lebensmittelverarbeitung .............. 438
   7.5  Literatur .............................................................. 439

8  Zusatzstoffe  .............................................................. 440
   8.1  Einführung ............................................................. 440
   8.2  Vitamine ............................................................... 441
   8.3  Aminosäuren .......................................................... 441
   8.4  Mineralstoffe .......................................................... 441
   8.5  Aromastoffe ........................................................... 441
   8.6  Aromaverstärker (Flavour enhancers, flavour potentiat.... 441
   8.6.1  Mononatriumglutamat (MSG) .................................. 442
   8.6.2  5'-Nucleotide ...................................................... 442
   8.6.3  Maltol .............................................................. 442
   8.6.4  Kühllend wirkende Verbindungen .............................. 443
   8.7  Zuckeraustauschstoffe ............................................... 443
   8.8  Süßstoffe .............................................................. 443
   8.8.1  Süßer Geschmack: Strukturelle Voraussetzungen ......... 443
   8.8.1.1  Struktur-Wirkungsbeziehungen bei süßen Verbindungen 443
   8.8.1.2  Synergismus ..................................................... 446
   8.8.2  Saccharin ........................................................... 446
   8.8.3  Cyclamat ........................................................... 447
   8.8.4  Monellin ........................................................... 447
<table>
<thead>
<tr>
<th>Kapitel</th>
<th>Titel</th>
<th>Seite</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>8.8.5</td>
<td>Thaumatine</td>
<td>448</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.6</td>
<td>Curcumin und Miraculin</td>
<td>450</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.7</td>
<td>Extrakte aus <em>Gymnema silvestre</em></td>
<td>450</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.8</td>
<td>Steviosid</td>
<td>450</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.9</td>
<td>Phyllodulcin</td>
<td>450</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.10</td>
<td>Glycyrrhizin</td>
<td>451</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.11</td>
<td>Dihydrochalcone</td>
<td>451</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.12</td>
<td>Harnstoffe und Guanidine</td>
<td>451</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.12.1</td>
<td>Suusan</td>
<td>451</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.12.2</td>
<td>Guanidine</td>
<td>451</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.13</td>
<td>Oxime</td>
<td>452</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.14</td>
<td>Oxathiazinondioxide</td>
<td>452</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.15</td>
<td>Dipeptidester und -amide</td>
<td>453</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.15.1</td>
<td>Aspartam</td>
<td>453</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.15.2</td>
<td>Superaspartam</td>
<td>454</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.15.3</td>
<td>Alitam</td>
<td>454</td>
</tr>
<tr>
<td>8.8.16</td>
<td>Hernandulcin</td>
<td>455</td>
</tr>
<tr>
<td>8.9</td>
<td>Farbstoffe</td>
<td>455</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10</td>
<td>Säuren</td>
<td>455</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.1</td>
<td>Essigsäure und andere Fettsäuren</td>
<td>455</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.2</td>
<td>Bernsteinäure</td>
<td>455</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.3</td>
<td>Bernsteinäureanhydrid</td>
<td>455</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.4</td>
<td>Adipinsäure</td>
<td>460</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.5</td>
<td>Fumarsäure</td>
<td>460</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.6</td>
<td>Milchsaure</td>
<td>460</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.7</td>
<td>Äpfelsäure</td>
<td>460</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.8</td>
<td>Weinsäure</td>
<td>461</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.9</td>
<td>Citronensäure</td>
<td>461</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.10</td>
<td>Phosphorsäure</td>
<td>461</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.11</td>
<td>Salzsäure, Schwefelsäure</td>
<td>461</td>
</tr>
<tr>
<td>8.10.12</td>
<td>Gluconsäure und Glocono-δ-lacton</td>
<td>461</td>
</tr>
<tr>
<td>8.11</td>
<td>Basen</td>
<td>461</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12</td>
<td>Antimikrobielle Stoffe</td>
<td>462</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.1</td>
<td>Benzoësäure</td>
<td>462</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.2</td>
<td>Ester der p-Hydroxybenzoësäure (PHB-Ester)</td>
<td>463</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.3</td>
<td>Sorbinsäure (2,4-Hexadiencarbonsäure)</td>
<td>463</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.4</td>
<td>Propionsäure</td>
<td>464</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.5</td>
<td>Essigsäure</td>
<td>465</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.6</td>
<td>SO₂ und Sulfite</td>
<td>465</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.7</td>
<td>Diethylcarbonat, Dimethylcarbonat</td>
<td>465</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.8</td>
<td>Ethylenoxid, Propylenoxid</td>
<td>466</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.9</td>
<td>Nitrit, Nitrat</td>
<td>466</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.10</td>
<td>Antibiotica</td>
<td>467</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.11</td>
<td>Diphenyl</td>
<td>467</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.12</td>
<td>o-Phenylphenol</td>
<td>467</td>
</tr>
<tr>
<td>8.12.13</td>
<td>Thiabendazol, 2-(4-Thiazolyl)benzimidazol</td>
<td>467</td>
</tr>
<tr>
<td>8.13</td>
<td>Antioxidantien</td>
<td>467</td>
</tr>
<tr>
<td>8.14</td>
<td>Komplexbildner</td>
<td>468</td>
</tr>
<tr>
<td>8.15</td>
<td>Grenzflächenaktive Stoffe (Tenside)</td>
<td>468</td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.1</td>
<td>Allgemeines über Emulsionen</td>
<td>468</td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.2</td>
<td>Wirkung von Emulgatoren</td>
<td>469</td>
</tr>
<tr>
<td>XXIV</td>
<td>Inhaltsverzeichnis</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>------</td>
<td>-------------------</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.2.1</td>
<td>Struktur und Wirkung ........................................ 469</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.2.2</td>
<td>Kritische Mizellbildungskonzentration (CMC), lyotrope Mesomorphie ........................................ 470</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.2.3</td>
<td>HLB-Wert ....................................................... 472</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.3</td>
<td>Synthetische Emulgatoren ...................................... 473</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.3.1</td>
<td>Mono-, Diacylglyceride und Derivate ................. 474</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.3.2</td>
<td>Zuckerester ................................................... 475</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.3.3</td>
<td>Sorbitanfettsäureester ....................................... 475</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.3.4</td>
<td>Polyoxymethyle-Sorbitanfettsäureester .................. 475</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.3.5</td>
<td>Polglycerin-Polyricinoleat (PGPR) ....................... 475</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.15.3.6</td>
<td>Stearyl-2-lactylat ........................................... 475</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.16</td>
<td>Substitute für Fett ........................................... 476</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.16.1</td>
<td>Fat mimetics .................................................. 476</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.16.1.1</td>
<td>Mikropartikulierte Proteine .................................. 476</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.16.1.2</td>
<td>Kohlenhydrate ................................................ 476</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.16.2</td>
<td>Synthetische Fettersatzstoffe ................................ 476</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.16.2.1</td>
<td>Kohlenhydratpolyester ....................................... 477</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.16.2.2</td>
<td>Retrofette .................................................... 477</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.17</td>
<td>Dickungsmittel, Gelbildner, Stabilisatoren .............. 477</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.18</td>
<td>Feucht- und Weichhaltungsmittel ......................... 477</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.19</td>
<td>Mittel zur Erhaltung der Rieselfähigkeit ............... 477</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.20</td>
<td>Bleichmittel .................................................. 477</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.21</td>
<td>Klärhilfsmittel ................................................ 478</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.22</td>
<td>Treibgase, Schutzgase ....................................... 478</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.23</td>
<td>Literatur ....................................................... 478</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>Kontamination von Lebensmitteln .......................... 481</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.1</td>
<td>Allgemeines .................................................... 481</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.2</td>
<td>Toxische Spurenelemente ..................................... 482</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.2.1</td>
<td>Arsen ........................................................... 482</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.2.2</td>
<td>Quecksilber ................................................... 482</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.2.3</td>
<td>Blei ............................................................. 483</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.2.4</td>
<td>Cadmium ....................................................... 484</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.2.5</td>
<td>Radionuklide .................................................. 484</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.3</td>
<td>Toxische Verbindungen mikrobieller Herkunft .......... 484</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.3.1</td>
<td>Lebensmittelvergiftungen bakteriellen Ursprungs .... 484</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.3.2</td>
<td>Mykotoxine .................................................... 488</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4</td>
<td>Pflanzenschutzmittel (PSM) ................................ 489</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.1</td>
<td>Allgemeines .................................................... 489</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.2</td>
<td>Wirkstoffe ...................................................... 490</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.2.1</td>
<td>Insektizide .................................................... 490</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.2.2</td>
<td>Fungizide ...................................................... 490</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.2.3</td>
<td>Herbizide ...................................................... 497</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.3</td>
<td>Analytik ....................................................... 498</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.4</td>
<td>PSM-Rückstände, Risikoabschätzung ....................... 498</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.4.1</td>
<td>Überschreitung der Höchstmengen ......................... 498</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.4.2</td>
<td>Risikoabschätzung .......................................... 499</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.4.4.3</td>
<td>Natürliche Pestizide ......................................... 500</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.5</td>
<td>Tierarzneimittel und Futtermittelzusatzstoffe .......... 500</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.5.1</td>
<td>Allgemeines .................................................... 500</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.5.2</td>
<td>Antibiotica ..................................................... 500</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
9.5.3 Anthelminthika .......................................................... 501
9.5.4 Kokzidiostatika ......................................................... 501
9.5.5 Analytik ................................................................. 501
9.6 Polychlorierte Biphenyle (PCB) ...................................... 501
9.7 Schadstoffe aus thermischen Prozessen ......................... 504
9.7.1 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ...... 504
9.7.2 Furan .................................................................. 504
9.7.3 Acrylamid .............................................................. 505
9.8 Nitrat, Nitrit, Nitrosamine ............................................ 506
9.8.1 Nitrat, Nitrit .......................................................... 506
9.8.2 Nitrosamine, Nitrosamide ........................................ 508
9.9 Reinigungs- und Desinfektionsmittel .............................. 509
9.10 Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) ........................................ 511
9.11 Literatur ................................................................. 512

10 Milch und Milchprodukte .................................................. 514
10.1 Milch ................................................................. 514
10.1.1 Physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften .. 514
10.1.2 Zusammensetzung .................................................. 517
10.1.2.1 Proteine .......................................................... 517
10.1.2.1.1 Caseinfraktion ................................................. 518
10.1.2.1.2 Mizellbildung ................................................ 524
10.1.2.1.3 Gelbildung ...................................................... 526
10.1.2.1.4 Molkenproteine .............................................. 528
10.1.2.2 Kohlenhydrate .................................................. 529
10.1.2.3 Lipide ............................................................. 530
10.1.2.4 Organische Säuren ............................................ 532
10.1.2.5 Mineralstoffe ...................................................... 532
10.1.2.6 Vitamine .......................................................... 532
10.1.2.7 Enzyme ........................................................... 533
10.1.2.7.1 Plasmin .......................................................... 534
10.1.2.7.2 Lactoperoxidase .............................................. 534
10.1.3 Bearbeitung der Milch ............................................... 534
10.1.3.1 Reinigung .......................................................... 534
10.1.3.2 Enthärtung ......................................................... 535
10.1.3.3 Hitzebehandlung ............................................... 535
10.1.3.4 Homogenisieren ............................................... 536
10.1.3.5 Reaktionen bei der Erhitzung ................................. 536
10.1.4 Milchsorten .......................................................... 537
10.2 Milchprodukte .......................................................... 538
10.2.1 Sauermilchprodukte ............................................... 538
10.2.1.1 Sauermilch ......................................................... 539
10.2.1.2 Joghurt ............................................................ 539
10.2.1.3 Kefir und Kumys ............................................... 540
10.2.1.4 Täte ............................................................... 541
10.2.2 Sahne (Rahm) ....................................................... 541
10.2.3 Butter ............................................................... 541
10.2.3.1 Rahmgewinnung und -behandlung ......................... 542
10.2.3.2 Butterung .......................................................... 543
10.2.3.3 Verpackung ....................................................... 543
10.2.3.4 Abgeleitete Produkte .......................................... 543
10.2.4 Kondensmilch .................................................. 544
10.2.5 Milchtrockenprodukte ....................................... 545
10.2.6 Kaffeeweißer (Coffee whitener) ......................... 545
10.2.7 Speiseeis ....................................................... 546
10.2.8 Käse .......................................................... 546
10.2.8.1 Gewinnung der Käsémasse ................................. 547
10.2.8.2 Frischkäse ................................................. 549
10.2.8.3 Gereifte Käse .............................................. 549
10.2.8.4 Schmelzkäse .............................................. 553
10.2.8.5 Käsesurrogate (Imitation cheese) ..................... 553
10.2.9 Casein, Caseinate, Copräzipitat ........................... 553
10.2.10 Molkenprodukte .............................................. 555
10.2.10.1 Molkenpulver ............................................ 555
10.2.10.2 Entmineralisiertes Molkenpulver .................... 555
10.2.10.3 Teilentzuckerte Molkenproteinkonzentrate ........ 555
10.2.10.4 Hydrolysierte Molkesirupe ............................ 555
10.2.11 Lactose ....................................................... 556
10.2.12 Cholesterin-reduzierte Milch und Milchprodukte .... 556
10.3 Aroma von Milch und Milchprodukten ..................... 557
10.3.1 Milch, Rahm .................................................. 557
10.3.2 Kondensmilch, Milchtrockenprodukte .................... 557
10.3.3 Sauermilchprodukte, Joghurt .............................. 558
10.3.4 Butter .......................................................... 558
10.3.5 Käse .......................................................... 559
10.3.6 Aromafehler ................................................... 560
10.4 Literatur .......................................................... 561

11 Eier ................................................................. 564
11.1 Einführung ........................................................ 564
11.2 Aufbau, physikalische Eigenschaften und Zusammensetzung ... 564
11.2.1 Allgemeines .................................................. 564
11.2.2 Schale .......................................................... 565
11.2.3 Eiklar (Weiβei) ............................................... 565
11.2.3.1 Proteine ..................................................... 566
11.2.3.1.1 Ovalbumin .............................................. 566
11.2.3.1.2 Conalbumin (Ovotransferrin) ........................ 567
11.2.3.1.3 Ovomucoid ............................................. 567
11.2.3.1.4 Lysozym (Ovoglobulin G1) .......................... 568
11.2.3.1.5 Ovoglobuline G2 und G3 ............................ 568
11.2.3.1.6 Ovomucin .............................................. 568
11.2.3.1.7 Flavoprotein ........................................... 568
11.2.3.1.8 Ovoinhibitor .......................................... 568
11.2.3.1.9 Avidin .................................................... 569
11.2.3.1.10 Cystatin (Ficininhibitor) ............................. 569
11.2.3.2 Andere Bestandteile ..................................... 570
11.2.3.2.1 Lipide .................................................... 570
11.2.3.2.2 Kohlenhydrate ........................................ 570
11.2.3.2.3 Mineralstoffe ........................................... 570
11.2.3.2.4 Vitamine ............................................... 570
11.2.4 Eidotter (Eigeb) .............................................. 570
11.2.4.1 Proteine der Granula ..................................... 571
<table>
<thead>
<tr>
<th>Inhaltsverzeichnis</th>
<th>XXVII</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>11.2.4.1.1</td>
<td>Lipovitelline ........................................... 571</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.1.2</td>
<td>Phosvitin .................................................. 572</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.2</td>
<td>Proteine des Plasmas ..................................... 573</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.2.1</td>
<td>Lipovitellenine ........................................... 573</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.2.2</td>
<td>Livetine .................................................... 573</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.3</td>
<td>Lipide ....................................................... 573</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.3.1</td>
<td>Aromastoffe ................................................ 574</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.4</td>
<td>Andere Bestandteile ...................................... 574</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.4.1</td>
<td>Kohlenhydrate ............................................. 574</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.4.2</td>
<td>Mineralstoffe ............................................... 574</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.4.3</td>
<td>Vitamine ..................................................... 574</td>
</tr>
<tr>
<td>11.2.4.4.4</td>
<td>Farbstoffe .................................................. 574</td>
</tr>
<tr>
<td>11.3</td>
<td>Lagerung .................................................... 574</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4</td>
<td>Eiproducte .................................................. 575</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.1</td>
<td>Allgemeines .................................................. 575</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.2</td>
<td>Technisch wichtige Eigenschaften ....................... 575</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.2.1</td>
<td>Thermische Koagulierbarkeit ................................ 575</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.2.2</td>
<td>Schaumbildung ............................................... 575</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.2.2.1</td>
<td>Eiklar ....................................................... 575</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.2.2.2</td>
<td>Eigelb ....................................................... 576</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.2.3</td>
<td>Emulgatorwirkung ........................................... 576</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.3</td>
<td>Trockenprodukte ............................................ 576</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.4</td>
<td>Gefrierprodukte ............................................. 577</td>
</tr>
<tr>
<td>11.4.5</td>
<td>Flüssigprodukte ............................................ 578</td>
</tr>
<tr>
<td>11.5</td>
<td>Literatur .................................................... 579</td>
</tr>
</tbody>
</table>

12  
**Fleisch** ..................................................... 580  
12.1  | Einführung .................................................. 580  
12.2  | Bau des Muskelgewebes ................................... 580  
12.2.1 | Skelettmuskel ............................................. 580  
12.2.2 | Herzmuskel .................................................. 585  
12.2.3 | Glatte Muskulatur ......................................... 585  
12.3  | Zusammensetzung und Funktion von Muskelgewebe ........ 585  
12.3.1 | Übersicht .................................................... 585  
12.3.2 | Proteine ...................................................... 586  
12.3.2.1 | Proteine des kontraktilen Apparats und ihre Funktion 586  
12.3.2.1.1 | Myosin ....................................................... 587  
12.3.2.1.2 | Titin .......................................................... 587  
12.3.2.1.3 | Actin .......................................................... 587  
12.3.2.1.4 | Tropomyosin und Troponin ................................ 588  
12.3.2.1.5 | Weitere myofibrilläre Proteine ............................ 588  
12.3.2.1.6 | Kontraktion und Relaxation ................................ 589  
12.3.2.1.7 | Actomyosin ................................................... 589  
12.3.2.2 | Lösliche Proteine ........................................... 590  
12.3.2.2.1 | Enzyme ........................................................ 590  
12.3.2.2.2 | Myoglobin .................................................... 590  
12.3.2.2.3 | Farbe des Fleisches ........................................ 592  
12.3.2.2.4 | Pökelung, Umrötung ........................................ 593  
12.3.2.3 | Unlösliche Proteine ......................................... 594  
12.3.2.3.1 | Kollagen ...................................................... 595  
12.3.2.3.2 | Elastin ........................................................ 601
<table>
<thead>
<tr>
<th>XXVIII</th>
<th>Inhaltsverzeichnis</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>12.3.3</td>
<td>Freie Aminosäuren .................................................. 601</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.4</td>
<td>Peptide ................................................................. 601</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.5</td>
<td>Amine ................................................................. 601</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.6</td>
<td>Guanidine .............................................................. 601</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.7</td>
<td>Quartäre Ammoniumverbindungen .................................. 602</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.8</td>
<td>Purine und Pyrimidine .............................................. 602</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.9</td>
<td>Organische Säuren .................................................... 603</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.10</td>
<td>Kohlenhydrate .......................................................... 603</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.11</td>
<td>Vitamine ................................................................. 603</td>
</tr>
<tr>
<td>12.3.12</td>
<td>Mineralstoffe ............................................................ 603</td>
</tr>
<tr>
<td>12.4</td>
<td>Postmortale Veränderungen im Muskel .......................... 604</td>
</tr>
<tr>
<td>12.4.1</td>
<td>Rigor mortis ............................................................. 604</td>
</tr>
<tr>
<td>12.4.2</td>
<td>Fleischfehler (PSE- und DFD-Fleisch) ............................. 605</td>
</tr>
<tr>
<td>12.4.3</td>
<td>Fleischreifung ........................................................... 606</td>
</tr>
<tr>
<td>12.5</td>
<td>Wasserbindungsvermögen von Fleisch .............................. 607</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6</td>
<td>Fleischarten, Lagerung und Verarbeitung von Fleisch .......... 609</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1</td>
<td>Fleischarten, Schlachtabgänge ..................................... 609</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.1</td>
<td>Rindfleisch ............................................................. 609</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.2</td>
<td>Kalbfleisch .............................................................. 609</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.3</td>
<td>Hammel- und Schaaffleisch ........................................... 609</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.4</td>
<td>Ziegenfleisch ............................................................ 610</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.5</td>
<td>Schweinefleisch ........................................................ 610</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.6</td>
<td>Pferdefleisch ............................................................ 610</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.7</td>
<td>Geflügelfleisch ......................................................... 610</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.8</td>
<td>Wildfleisch ............................................................... 610</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.9</td>
<td>Innereien und sonstige Nebenprodukte ............................ 610</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.10</td>
<td>Blut ......................................................................... 611</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.1.11</td>
<td>Innersekretorische Drüsen ............................................ 612</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.2</td>
<td>Lagerungs- und Verarbeitungsverfahren ........................... 612</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.2.1</td>
<td>Kühlen ...................................................................... 612</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.2.2</td>
<td>Gefrieren ................................................................. 613</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.2.3</td>
<td>Trocknen ............................................................... 614</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.2.4</td>
<td>Salzen und Pöckeln ..................................................... 614</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.2.5</td>
<td>Räuchern ................................................................. 614</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.2.6</td>
<td>Erhitzen ................................................................. 614</td>
</tr>
<tr>
<td>12.6.2.7</td>
<td>Zartmachen .............................................................. 615</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7</td>
<td>Fleischprodukte ........................................................ 615</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.1</td>
<td>Fleischkonserven ....................................................... 615</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2</td>
<td>Schinken, Wurstwaren, Pasteten ................................... 615</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.1</td>
<td>Schinken, Speck ......................................................... 615</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.1.1</td>
<td>Rohgeräußerte Schinken ............................................... 615</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.1.2</td>
<td>Kochschinken ............................................................ 616</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.1.3</td>
<td>Speck ................................................................. 616</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.2</td>
<td>Wurstwaren ............................................................... 616</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.2.1</td>
<td>Rohwurst ................................................................. 617</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.2.2</td>
<td>Kochwurst ............................................................... 617</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.2.3</td>
<td>Brühwurst ............................................................... 618</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.3</td>
<td>Pasteten und Pains ..................................................... 619</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.3.1</td>
<td>Pasteten ................................................................. 619</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.2.3.2</td>
<td>Pains .................................................................... 619</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.3</td>
<td>Fleischextrakte und verwandte Produkte ......................... 619</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.3.1</td>
<td>Rindfleischextrakt .............................................. 619</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.3.2</td>
<td>Walfleischextrakt .............................................. 619</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.3.3</td>
<td>Geflügelfleischextrakt ........................................... 619</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.3.4</td>
<td>Hefeextrakt .............................................. 620</td>
</tr>
<tr>
<td>12.7.3.5</td>
<td>Proteinhydrolysat (Würze; Hydrolyzed Vegetable Protein, HVP) ... 620</td>
</tr>
<tr>
<td>12.8</td>
<td>Trockensuppen und Trockensoßen .................................. 621</td>
</tr>
<tr>
<td>12.8.1</td>
<td>Hauptbestandteile .............................................. 621</td>
</tr>
<tr>
<td>12.8.2</td>
<td>Herstellung ....................................................... 622</td>
</tr>
<tr>
<td>12.9</td>
<td>Fleischaroma .............................................. 623</td>
</tr>
<tr>
<td>12.9.1</td>
<td>Geschmacksstoffe .............................................. 623</td>
</tr>
<tr>
<td>12.9.2</td>
<td>Geruchsstoffe .............................................. 623</td>
</tr>
<tr>
<td>12.9.3</td>
<td>Reaktionsaromen .............................................. 626</td>
</tr>
<tr>
<td>12.9.4</td>
<td>Aromafehler ..................................................... 626</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10</td>
<td>Analytik ......................................................... 627</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1</td>
<td>Fleisch .......................................................... 627</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1.1</td>
<td>Nachweis der Herkunft ........................................... 628</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1.1.1</td>
<td>Elektrophorese .............................................. 628</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1.1.2</td>
<td>Geschlechtliche Herkunft von Rindfleisch ......................... 629</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1.2</td>
<td>Unterscheidung Frisch-/Gefrierfleisch .................................. 630</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1.3</td>
<td>Farbe .......................................................... 630</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1.4</td>
<td>Behandlung mit Proteinasepräparaten .................................. 630</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1.5</td>
<td>Anabolika ....................................................... 630</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.1.6</td>
<td>Antibiotika ....................................................... 631</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.2</td>
<td>Fleischprodukte .................................................. 631</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.2.1</td>
<td>Hauptbestandteile .............................................. 632</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.2.2</td>
<td>Fremdwasser ...................................................... 632</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.2.3</td>
<td>Bindegewebsfreies Magerfleisch .................................... 632</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.2.3.1</td>
<td>Bindegewebsweiß ............................................. 632</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.2.3.2</td>
<td>Fremdeiweiß .................................................... 632</td>
</tr>
<tr>
<td>12.10.2.4</td>
<td>Nitrosamine ..................................................... 633</td>
</tr>
<tr>
<td>12.11</td>
<td>Literatur ........................................................ 633</td>
</tr>
</tbody>
</table>

13  **Fische, Wale, Krusten-, Schalen- und Weichtiere** .................. 636

13.1  Fische ........................................................ 636

13.1.1  Einführung .............................................. 636

13.1.2  Fischarten .............................................. 636

13.1.2.1  Seefische .............................................. 636

13.1.2.1.1  Haie .................................................. 636

13.1.2.1.2  Heringsfische ........................................... 637

13.1.2.1.3  Dorschfische ........................................... 640

13.1.2.1.4  Panzerwangen ........................................... 640

13.1.2.1.5  Barschartige Fische ........................................... 640

13.1.2.1.6  Plattfische ............................................ 641

13.1.2.2  Süßwasserfische ........................................... 641

13.1.2.2.1  Aale .................................................... 641

13.1.2.2.2  Lachsfische ............................................. 642

13.1.3  Bau von Haut- und Muskelgewebe .................................. 642

13.1.4  Zusammensetzung .............................................. 643

13.1.4.1  Übersicht .............................................. 643

13.1.4.2  Proteine .............................................. 643

13.1.4.2.1  Sarkoplasmaproteine .................................... 643
XXX Inhaltsverzeichnis

13.1.4.2.2 Kontraktile Proteine .............................................. 644
13.1.4.2.3 Bindegewebsproteine ........................................... 644
13.1.4.2.4 Serumproteine .................................................. 644
13.1.4.3 Andere Stickstoffverbindungen .................................. 645
13.1.4.3.1 Freie Aminosäuren, Peptide .................................. 645
13.1.4.3.2 Amine, Aminoxide ............................................. 645
13.1.4.3.3 Guanidinverbindungen ......................................... 645
13.1.4.3.4 Quartäre Ammoniumverbindungen ......................... 645
13.1.4.3.5 Purine ........................................................... 645
13.1.4.3.6 Harnstoff ......................................................... 645
13.1.4.4 Kohlenhydrate ....................................................... 645
13.1.4.5 Lipide ............................................................... 645
13.1.4.6 Vitamine ............................................................ 646
13.1.4.7 Mineralstoffe ....................................................... 647
13.1.4.8 Aromastoffe ........................................................ 647
13.1.4.9 Weitere Inhaltsstoffe ............................................... 648
13.1.5 Postmortale Veränderungen ......................................... 648
13.1.6 Lagerung und Verarbeitung von Fisch, Fischprodukte .......... 649
13.1.6.1 Allgemeines ......................................................... 649
13.1.6.2 Kühlen und Gefrieren ............................................. 651
13.1.6.3 Trocknen ............................................................. 652
13.1.6.4 Salzen ............................................................... 652
13.1.6.5 Räuchern ............................................................. 653
13.1.6.6 Marinaden, Bratfischwaren, Kochfischwaren ............... 653
13.1.6.7 Seelachs ............................................................. 654
13.1.6.8 Anchosen ............................................................ 654
13.1.6.9 Pasteurisierte Fischerzeugnisse ................................. 654
13.1.6.10 Fischdauerwaren .................................................. 654
13.1.6.11 Surimi, Kamboko .................................................. 654
13.1.6.12 Fischeier und Fischsperma ..................................... 655
13.1.6.12.1 Kaviar ......................................................... 655
13.1.6.12.2 Kaviarersatz .................................................... 655
13.1.6.12.3 Fischsperma (Fischmilch) .................................. 655
13.1.6.13 Sonstige Produkte aus Fisch .................................... 655
13.2 Wale ................................................................. 655
13.3 Krustentiere (Krebstiere) ............................................... 655
13.3.1 Garnelen .............................................................. 655
13.3.2 Flußkrebs (Edelkrebs) .............................................. 656
13.3.3 Hummer ............................................................... 656
13.3.4 Langusten ............................................................. 656
13.3.5 Weitere Krebstiere .................................................. 656
13.4 Weichtiere (Mollusca) ................................................... 657
13.4.1 Muscheln (Bivalvia) .................................................. 657
13.4.2 Schnecken ............................................................. 657
13.4.3 Tintenfische .......................................................... 657
13.4.4 Schildkröten .......................................................... 657
13.4.5 Froschschenkel ....................................................... 657
13.5 Literatur ............................................................... 658
14 Speisefette und Speiseöle ................................................................. 659
14.1 Einführung ................................................................................. 659
14.2 Daten zur Fetterzeugung und zum Fettverbrauch ...................... 659
14.3 Einzelne Fette und ihre Herkunft ............................................. 659
14.3.1 Tierische Fette .................................................................... 659
14.3.1.1 Landtierfette ................................................................. 659
14.3.1.1.1 Rindertalg ............................................................... 660
14.3.1.1.2 Hammeltalg ............................................................. 662
14.3.1.1.3 Schweineschmalz ...................................................... 663
14.3.1.1.4 Gänseschmalz .......................................................... 663
14.3.1.2 See-tieröle ..................................................................... 663
14.3.1.2.1 Walöl ........................................................................ 664
14.3.1.2.2 Robbenöle ............................................................... 664
14.3.1.2.3 Heringsöle .................................................................. 664
14.3.2 Pflanzenfette ....................................................................... 664
14.3.2.1 Fruchtfleischfette .......................................................... 664
14.3.2.1.1 Olivenöl ................................................................. 664
14.3.2.1.2 Palmöl ...................................................................... 665
14.3.2.2 Samenfette ..................................................................... 666
14.3.2.2.1 Gewinnung .............................................................. 666
14.3.2.2.2 Laurin- und myristinsäuereiche Fette ......................... 667
14.3.2.2.3 Palmitin- und stearinsäuereiche Fette ......................... 668
14.3.2.2.4 Palmitinsäuereiche Öle ................................................ 669
14.3.2.2.5 Palmitinsäurearme, öl- und linolsäuereiche Öle ......... 670
14.4 Bearbeitung der Fette, Fettprodukte ....................................... 673
14.4.1 Raffination .......................................................................... 673
14.4.1.1 Entlecitinierung ............................................................. 674
14.4.1.2 Entscheimung ................................................................. 674
14.4.1.3 Abtrennung der freien Fettsäuren (Entsäuerung) ............ 674
14.4.1.4 Bleichung ...................................................................... 674
14.4.1.5 Dämpfung (Desodorisierung) ......................................... 675
14.4.1.6 Produkttkontrolle ........................................................... 676
14.4.2 Hydrierung (Härtung) .......................................................... 676
14.4.2.1 Allgemeines .................................................................. 676
14.4.2.2 Katalysator ................................................................... 676
14.4.2.3 Prozeßführung ............................................................... 678
14.4.3 Umesterung .......................................................................... 678
14.4.4 Fraktionierung ...................................................................... 679
14.4.5 Margarine .......................................................................... 680
14.4.5.1 Zusammensetzung ........................................................ 680
14.4.5.2 Herstellung .................................................................... 681
14.4.5.3 Margarinesorten ............................................................ 681
14.4.6 Mayonnaise .......................................................................... 681
14.4.7 Fettpulver ............................................................................ 681
14.4.8 Fritierfette .......................................................................... 682
14.5 Analyse ..................................................................................... 682
14.5.0 Aufgaben ................................................................................ 682
14.5.1 Fettbestimmung in Lebensmitteln ........................................ 683
14.5.2 Identifizierung von Fetten .................................................... 684
14.5.2.1 Chemische Kennzahlen .................................................. 684
14.5.2.2 Farbreaktionen .............................................................. 684
XXXII Inhaltsverzeichnis

14.5.2.3 Fettsäure- und Triacylglyceridzusammensetzung ............................... 684
14.5.2.4 Nebenbestandteile ................................................................. 686
14.5.2.5 Schmelzpunkt ................................................................. 687
14.5.2.6 Chemometrie ................................................................. 687
14.5.3 Nachweis von Veränderungen während Verarbeitung und Lagerung ................................................................. 687
14.5.3.1 Lipolyse ................................................................. 687
14.5.3.2 Oxidativer Fettverderb ................................................................. 688
14.5.3.2.1 Oxidationszustand ................................................................. 688
14.5.3.2.2 Voraussage der Lagerstabilität ................................................................. 689
14.5.3.3 Thermische Belastung ................................................................. 689
14.5.3.4 Raffination ................................................................. 690
14.6 Literatur ................................................................. 690

15 Getreide und Getreideprodukte ................................................................. 691
15.1 Einführung ................................................................. 691
15.1.1 Vorbemerkung ................................................................. 691
15.1.2 Abstammung ................................................................. 691
15.1.3 Erzeugung ................................................................. 694
15.1.4 Anatomie – Chemische Zusammensetzung im Überblick ................................................................. 694
15.1.5 Sonderstellung des Weizens – Kleberbildung ................................................................. 696
15.1.6 Zöliakie ................................................................. 697
15.2 Einzelne Inhaltsstoffe ................................................................. 697
15.2.1 Proteine ................................................................. 697
15.2.1.1 Unterschiede in der Aminosäurezusammensetzung ................................................................. 697
15.2.1.2 Überblick über die Osborne-Fraktionen der Getreidearten ................................................................. 697
15.2.1.3 Proteinkomponenten des Weizenklebers ................................................................. 702
15.2.1.3.1 Hochmolekulare Gruppe (HMW-Untereinheiten von Glutenin) ................................................................. 705
15.2.1.3.2 Gruppe mittleren Molekulargewichts (α5-Gliadine, α1,2-Gliadine) ................................................................. 705
15.2.1.3.3 Niedermolekulare Gruppe (α-Gliadine, γ-Gliadine, LMW-Untereinheiten von Glutenin) ................................................................. 707
15.2.1.4 Struktur des Weizenklebers ................................................................. 711
15.2.1.4.1 Disulfid-Bindungen ................................................................. 711
15.2.1.4.2 Beitrag der Kleberproteine zur Backqualität ................................................................. 715
15.2.1.5 Puroindoline ................................................................. 716
15.2.2 Enzyme ................................................................. 716
15.2.2.1 Amylasen ................................................................. 716
15.2.2.2 Proteinasen ................................................................. 717
15.2.2.3 Lipasen ................................................................. 717
15.2.2.4 Phytase ................................................................. 717
15.2.2.5 Lipoxygenasen ................................................................. 718
15.2.2.6 Peroxidase, Katalase ................................................................. 718
15.2.2.7 Glutathion-Dehydrogenase ................................................................. 719
15.2.2.8 Polyphenoloxidasen ................................................................. 720
15.2.2.9 Ascorbinsäureoxidase ................................................................. 720
15.2.2.10 Arabinoxylan-Hydrolasen ................................................................. 720
15.2.3 Andere Stickstoffverbindungen ................................................................. 720
15.2.4 Kohlenhydrate ................................................................. 722
15.2.4.1 Stärke ................................................................. 722
15.2.4.2 Nicht-Stärke-Polysaccharide ................................................................. 723
15.2.4.2.1 Pentosane ................................................................. 723
| 15.4.1.4.1 | Ascorbinsäure ......................................................... | 738 |
| 15.4.1.4.2 | Bromat, Azodicarbonamid ........................................... | 741 |
| 15.4.1.4.3 | Lipoxygenase .......................................................... | 741 |
| 15.4.1.4.4 | Cystein ....................................................................... | 742 |
| 15.4.1.4.5 | Proteinasen .................................................................. | 742 |
| 15.4.1.4.6 | Kochsalz ....................................................................... | 743 |
| 15.4.1.4.7 | Emulgatoren, Fette ...................................................... | 743 |
| 15.4.1.4.8 | α-Amylase ................................................................... | 743 |
| 15.4.1.4.9 | Milch- und Sojaprodukte ............................................... | 744 |
| 15.4.1.5 | Beeinflussung der Backeigenschaften von Roggenmehlen durch Zusätze ................................................. | 744 |
| 15.4.1.5.1 | Quellmehl ..................................................................... | 744 |
| 15.4.1.5.2 | Säuerungsmittel ............................................................ | 744 |
| 15.4.1.6 | Zusätze zur Teiglockerung ................................................ | 744 |
| 15.4.1.6.1 | Hefe ............................................................................ | 744 |
| 15.4.1.6.2 | Chemische Lockerungsmittel ............................................ | 745 |
| 15.4.2 | Teigherstellung .............................................................. | 745 |
| 15.4.2.1 | Hefeteigführung ............................................................. | 745 |
| 15.4.2.1.1 | Direkte Hefeführung ....................................................... | 745 |
| 15.4.2.1.2 | Indirekte Hefeführung ..................................................... | 745 |
| 15.4.2.2 | Sauerteigführung ............................................................ | 745 |
| 15.4.2.3 | Kneten .......................................................................... | 746 |
| 15.4.2.4 | Gärführung ................................................................... | 747 |
| 15.4.2.5 | Vorgänge bei der Teigbildung und Teigverfestigung .................. | 748 |
| 15.4.2.5.1 | Teigbildung .................................................................. | 748 |
| 15.4.2.5.2 | Teigverfestigung .................................................. | 752 |
| 15.4.3 | Backprozeß ............................................................ | 753 |
| 15.4.3.1 | Bedingungen ............................................................ | 753 |
| 15.4.3.2 | Chemische und physikalische Veränderungen – Bildung der Krume | 753 |
| 15.4.3.3 | Aroma ................................................................. | 757 |
| 15.4.3.3.1 | Weißbrotkruste .................................................. | 757 |
| 15.4.3.3.2 | Weißbrotkrume .................................................... | 758 |
| 15.4.3.3.3 | Roggenbrotkruste .................................................. | 761 |
| 15.4.4 | Veränderungen bei der Lagerung .................................. | 761 |
| 15.4.5 | Brotarten ............................................................... | 763 |
| 15.4.6 | Feine Backwaren ..................................................... | 764 |
| 15.5 | Teigwaren ............................................................... | 764 |
| 15.5.1 | Rohstoffe ............................................................... | 764 |
| 15.5.2 | Zusätze ................................................................. | 764 |
| 15.5.3 | Herstellung ............................................................ | 765 |
| 15.6 | Literatur ............................................................... | 765 |

**16**

**Hülsenfrüchte** .................................................. 769

| 16.1 | Einführung ............................................................ | 769 |
| 16.2 | Einzelne Inhaltsstoffe ............................................. | 769 |
| 16.2.1 | Proteine ............................................................... | 769 |
| 16.2.1.1 | Globuline ............................................................ | 769 |
| 16.2.1.2 | Allergene ............................................................ | 776 |
| 16.2.2 | Enzyme ............................................................... | 777 |
| 16.2.3 | Inhibitoren für Proteinasen und Amylasen ....................... | 777 |
| 16.2.3.1 | Vorkommen und Eigenschaften .................................... | 777 |
| 16.2.3.2 | Struktur .............................................................. | 779 |
| 16.2.3.3 | Physiologische Funktion ......................................... | 780 |
| 16.2.3.4 | Aktivität gegenüber Humanenzymen ................................ | 781 |
| 16.2.3.5 | Inaktivierung ...................................................... | 781 |
| 16.2.3.6 | Amylaseninhibitoren ............................................... | 781 |
| 16.2.3.7 | Schlußfolgerungen ................................................ | 783 |
| 16.2.4 | Lectine ............................................................... | 783 |
| 16.2.5 | Kohlenhydrate ........................................................ | 784 |
| 16.2.6 | Cyanogene Glykoside ............................................... | 784 |
| 16.2.7 | Lipide* ............................................................... | 786 |
| 16.2.8 | Vitamine, Mineralstoffe ........................................... | 786 |
| 16.2.9 | Phytoestrogene ..................................................... | 786 |
| 16.2.10 | Saponine ............................................................. | 786 |
| 16.2.11 | Sonstige Inhaltsstoffe ............................................. | 788 |
| 16.3 | Verarbeitung, Produkte ............................................ | 788 |
| 16.3.1 | Sojabohnen, Erdnüsse ............................................... | 788 |
| 16.3.1.1 | Aromafehler ........................................................ | 788 |
| 16.3.1.2 | Einzelne Produkte ................................................ | 789 |
| 16.3.1.2.1 | Sojaeiweiß ........................................................... | 789 |
| 16.3.1.2.2 | Sojamilch ............................................................ | 790 |
| 16.3.1.2.3 | Tofu ................................................................. | 790 |
| 16.3.1.2.4 | Sojasoße (Shoyu) .................................................. | 790 |
| 16.3.1.2.5 | Miso ................................................................. | 791 |
| 16.3.1.2.6 | Natto ............................................................... | 792 |
| 16.3.1.2.7 | Sußu ............................................................... | 792 |
16.3.2 Erbsen, Bohnen ........................................ 792
16.4 Literatur ..................................................... 792

17 Gemüse und Gemüseprodukte .................................. 795
17.1 Gemüse .......................................................... 795
17.1.1 Einführung ................................................ 795
17.1.2 Zusammensetzung ...................................... 795
17.1.2.1 Stickstoffverbindungen .......................... 795
17.1.2.1.1 Proteine ........................................ 795
17.1.2.1.2 Freie Aminosäuren ......................... 795
17.1.2.1.3 Amin ............................................. 809
17.1.2.2 Kohlenhydrate ................................... 809
17.1.2.2.1 Mono- und Oligosaccharide, Zuckeralkohole ... 809
17.1.2.2.2 Polysaccharide ................................ 809
17.1.2.3 Lipide ................................................... 810
17.1.2.4 Organische Säuren ................................ 810
17.1.2.5 Phenolische Verbindungen .................... 810
17.1.2.6 Aromastoffe ......................................... 810
17.1.2.6.1 Pilze (4) ........................................ 811
17.1.2.6.2 Kartoffel (23) ................................. 811
17.1.2.6.3 Knollensellerie (24) ......................... 812
17.1.2.6.4 Radieschen/Rettich (27) ................... 812
17.1.2.6.5 Rote Rübe (28) ................................ 813
17.1.2.6.6 Küchenzwiebel (34), Knoblauch (33) .... 813
17.1.2.6.7 Brunnenkresse (39) .......................... 814
17.1.2.6.8 Rotkohl, Weißkohl, Rosenkohl (49, 52, 48) . 814
17.1.2.6.9 Spinat (51) ...................................... 815
17.1.2.6.10 Artischocke (55) .............................. 815
17.1.2.6.11 Blumenkohl (56), Brokkoli (57) .......... 815
17.1.2.6.12 Erbse (60) ...................................... 815
17.1.2.6.13 Gurke (64) ...................................... 815
17.1.2.6.14 Tomate (66) ................................... 815
17.1.2.7 Vitamine .................................................. 816
17.1.2.8 Mineralstoffe ........................................ 816
17.1.2.9 Sonstige Inhaltsstoffe ............................ 816
17.1.2.9.1 Chlorophylle ................................... 816
17.1.2.9.2 Betalaine ......................................... 819
17.1.2.9.3 Goitrogene Substanzen ....................... 820
17.1.2.9.4 Steroid-Alkaloide .............................. 821
17.1.3 Lagerung ................................................... 822
17.1.4 Gemüseprodukte ........................................ 822
17.1.4.1 Trockengemüse ................................... 822
17.1.4.2 Gemüsesterilkonserven ......................... 824
17.1.4.3 Tiefgefahrenes Gemüse ......................... 824
17.1.4.4 Gärungsgemüse ................................... 825
17.1.4.4.1 Saure Gurken (Salzgurken, Salzdillgurken) . 826
17.1.4.4.2 Andere Gemüsearten ....................... 826
17.1.4.4.3 Sauerkraut ...................................... 826
17.1.4.4.4 Tafeloliven ..................................... 827
17.1.4.4.5 Fehlerhafte Gärprodukte ................... 828
17.1.5 Essiggemüse ................................................ 828
### Obst und Obstprodukte

<table>
<thead>
<tr>
<th>18</th>
<th>Obertitel</th>
<th>Seite</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>18.1</td>
<td>Obst</td>
<td>831</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.1</td>
<td>Einführung</td>
<td>831</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2</td>
<td>Zusammensetzung</td>
<td>831</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.1</td>
<td>Stickstoffverbindungen</td>
<td>831</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.1.1</td>
<td>Proteine, Enzyme</td>
<td>831</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.1.2</td>
<td>Freie Aminosäuren</td>
<td>831</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.1.3</td>
<td>Amine</td>
<td>840</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.2</td>
<td>Kohlenhydrate</td>
<td>840</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.2.1</td>
<td>Monosaccharide</td>
<td>840</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.2.2</td>
<td>Oligosaccharide</td>
<td>841</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.2.3</td>
<td>Zuckerkohle</td>
<td>842</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.2.4</td>
<td>Polysaccharide</td>
<td>843</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.3</td>
<td>Lipide</td>
<td>843</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.3.1</td>
<td>Fruchtfeuschlipide (außer Carotinoide und Triterpenoide)</td>
<td>843</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.3.2</td>
<td>Carotinoide</td>
<td>843</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.3.3</td>
<td>Triterpenoide</td>
<td>844</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.3.4</td>
<td>Fruchtwachse</td>
<td>845</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.4</td>
<td>Organische Säuren</td>
<td>845</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5</td>
<td>Phenolische Verbindungen</td>
<td>847</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5.1</td>
<td>Hydroxyzsäuren, Hydroxycumarine, Hydroxybenzoësäure und Lignin</td>
<td>849</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5.2</td>
<td>Flavan-3-ole (Catechine), Flavan-3,4-diole und Proanthocyanidine (Kondensierte Gerbstoffe)</td>
<td>853</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5.3</td>
<td>Anthocyanidine</td>
<td>853</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5.4</td>
<td>Flavanone</td>
<td>857</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5.5</td>
<td>Flavone, Flavonole</td>
<td>859</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5.6</td>
<td>Lignane</td>
<td>860</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5.7</td>
<td>Biosynthese der Flavonoide</td>
<td>860</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.5.8</td>
<td>Technologische Bedeutung der phenolischen Verbindungen</td>
<td>860</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6</td>
<td>Aromastoffe</td>
<td>862</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.1</td>
<td>Banane</td>
<td>863</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.2</td>
<td>Weintraube</td>
<td>863</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.3</td>
<td>Citrusfrüchte</td>
<td>863</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.4</td>
<td>Apfel, Birne</td>
<td>864</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.5</td>
<td>Himbeere</td>
<td>864</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.6</td>
<td>Aprikose</td>
<td>865</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.7</td>
<td>Pfirsich</td>
<td>865</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.8</td>
<td>Passionsfrucht</td>
<td>866</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.9</td>
<td>Erdbeere</td>
<td>866</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.10</td>
<td>Ananas</td>
<td>867</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.11</td>
<td>Kirsche, Pflaume</td>
<td>867</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.6.12</td>
<td>Litchipflaume</td>
<td>867</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.7</td>
<td>Vitamine</td>
<td>867</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.2.8</td>
<td>Mineralstoffe</td>
<td>869</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3</td>
<td>Chemische Veränderungen während der Reifung</td>
<td>869</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.1</td>
<td>Änderungen der Atmungsintensität</td>
<td>869</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.2</td>
<td>Änderungen in Stoffwechselwegen</td>
<td>870</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.3</td>
<td>Stoffliche Änderungen</td>
<td>870</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.3.1</td>
<td>Kohlenhydrate</td>
<td>870</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.3.2</td>
<td>Proteine, Enzyme</td>
<td>871</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.3.3</td>
<td>Lipide</td>
<td>872</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.3.4</td>
<td>Säuren</td>
<td>872</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.3.5</td>
<td>Farbstoffe</td>
<td>872</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.3.3.6</td>
<td>Aromastoffe</td>
<td>872</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.4</td>
<td>Chemische Beeinflussung der Reifung</td>
<td>872</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.4.1</td>
<td>Ethylen</td>
<td>872</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.4.2</td>
<td>Anti-Senezens Agentien</td>
<td>874</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.4.2.1</td>
<td>Polyamine</td>
<td>874</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.4.2.2</td>
<td>1-Methylcyclopropen (MCP)</td>
<td>874</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.5</td>
<td>Lagerung</td>
<td>874</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.5.1</td>
<td>Kühllagerung</td>
<td>874</td>
</tr>
<tr>
<td>18.1.5.2</td>
<td>Lagerung in kontrollierter Atmosphäre</td>
<td>874</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2</td>
<td>Obstprodukte</td>
<td>875</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.1</td>
<td>Trockenobst</td>
<td>875</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.2</td>
<td>Obststerilkonserven</td>
<td>876</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.3</td>
<td>Tiefgekühltes Obst</td>
<td>877</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.4</td>
<td>Rumfrüchte, Früchte in Dicksaft u.a.</td>
<td>877</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.5</td>
<td>Fruchtpüle und Fruchtmahlkost</td>
<td>877</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.6</td>
<td>Marmelade, Konfitüre, Gelee</td>
<td>878</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.6.1</td>
<td>Marmelade</td>
<td>878</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.6.2</td>
<td>Konfitüre</td>
<td>878</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.6.3</td>
<td>Gelee</td>
<td>878</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.7</td>
<td>Pfauenmenüs</td>
<td>878</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.8</td>
<td>Fruchtsaft</td>
<td>879</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.8.1</td>
<td>Vorbereiten der Früchte</td>
<td>879</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.8.2</td>
<td>Entschafterung</td>
<td>880</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.8.3</td>
<td>Saftbehandlung</td>
<td>880</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.8.4</td>
<td>Haltbarmachung</td>
<td>880</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.8.5</td>
<td>Nebenprodukte</td>
<td>881</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.9</td>
<td>Fruchtsirup</td>
<td>881</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.10</td>
<td>Fruchtsaftkonzentrat</td>
<td>881</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.10.1</td>
<td>Eindampfen</td>
<td>881</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.10.2</td>
<td>Gefrierkonzentrierung</td>
<td>881</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.10.3</td>
<td>Membranfiltration</td>
<td>882</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.11</td>
<td>Fruchtsirup</td>
<td>882</td>
</tr>
<tr>
<td>18.2.12</td>
<td>Fruchtsäfte</td>
<td>882</td>
</tr>
<tr>
<td>18.3</td>
<td>Alkoholfreie Erfrischungsgetränke</td>
<td>883</td>
</tr>
<tr>
<td>18.3.1</td>
<td>Fruchtsaftgetränke</td>
<td>883</td>
</tr>
<tr>
<td>18.3.2</td>
<td>Limonaden, Kalt- und Heißgetränke</td>
<td>883</td>
</tr>
<tr>
<td>18.3.3</td>
<td>Cofeinhaltige Erfrischungsgetränke</td>
<td>883</td>
</tr>
<tr>
<td>18.3.4</td>
<td>Brausen, künstliche Heiß- und Kaltgetränke</td>
<td>883</td>
</tr>
<tr>
<td>18.4</td>
<td>Analytik</td>
<td>883</td>
</tr>
<tr>
<td>18.4.1</td>
<td>Verschiedene Inhaltsstoffe</td>
<td>883</td>
</tr>
<tr>
<td>18.4.2</td>
<td>Artspezifische Inhaltsstoffe</td>
<td>885</td>
</tr>
<tr>
<td>18.4.3</td>
<td>Isotopenverhältnisse</td>
<td>885</td>
</tr>
</tbody>
</table>
18.5 Literatur .......................................................... 887

19 Zucker, Zuckerkohlen und Honig ................................ 889
19.1 Zucker, Zuckerkohlen und Zuckerwaren ..................... 889
19.1.1 Einführung .................................................. 889
19.1.2 Eigenschaften aus technologischer Sicht .................... 889
19.1.3 Eigenschaften aus ernährungsphysiologischer Sicht ...... 894
19.1.3.1 Stoffwechsel ............................................ 894
19.1.3.2 Glykämischer Index ..................................... 895
19.1.3.3 Functional Food ......................................... 895
19.1.4 Einzelne Zucker und Zuckerkohlen ......................... 895
19.1.4.1 Saccharose (Rohrzucker, Rübenzucker) ............... 895
19.1.4.1.1 Allgemeines .......................................... 895
19.1.4.1.2 Gewinnung von Rübenzucker ....................... 897
19.1.4.1.3 Gewinnung von Rohrzucker ......................... 901
19.1.4.1.4 Weitere Saccharosequellen ........................ 901
19.1.4.1.5 Verpackung und Lagerung .......................... 902
19.1.4.1.6 Zuckersorten ......................................... 902
19.1.4.1.7 Zusammensetzung der Zuckersorten ................ 902
19.1.4.1.8 Melasse ................................................ 902
19.1.4.2 Folgeprodukte der Saccharose .......................... 902
19.1.4.3 Stärkeabbauprodukte .................................. 903
19.1.4.3.1 Allgemeines .......................................... 903
19.1.4.3.2 Stärkesirup (Glucosesirup, Maltosesirup) ........... 904
19.1.4.3.3 Trockenstärkesirup (Trockenglucosesirup) .......... 904
19.1.4.3.4 Glucose (Dextrose) ................................... 905
19.1.4.3.5 Glucose-Fructose-Sirup (high fructose corn sirup, HFCS) .... 905
19.1.4.3.6 Folgeprodukte von Stärkesirup .................... 905
19.1.4.3.7 Polydextrose .......................................... 905
19.1.4.4 Milchzucker (Lactose) und Folgeprodukte ............. 906
19.1.4.4.1 Milchzucker ........................................... 906
19.1.4.4.2 Folgeprodukte ......................................... 906
19.1.4.5 Fruchtzucker (Fructose) ................................ 906
19.1.4.6 l-Sorbose und andere l-Zucker ........................ 906
19.1.4.7 Zuckerkohlen (Polyalkohole) .......................... 907
19.1.4.7.1 Isomalt (Palatin) .................................... 907
19.1.4.7.2 Sorbit ................................................ 907
19.1.4.7.3 Xylit .................................................. 907
19.1.4.7.4 Mannit ................................................. 907
19.1.5 Zuckerwaren ............................................... 907
19.1.5.1 Allgemeines ............................................ 907
19.1.5.2 Hartkaramellen (Bonbons) ............................. 908
19.1.5.3 Weichkaramellen (Toffees) ............................ 908
19.1.5.4 Fondant ................................................... 908
19.1.5.5 Schaumzuckerwaren .................................... 908
19.1.5.6 Gelee, Gummis- und Gelatine-Zuckerwaren .......... 909
19.1.5.7 Komprimata ............................................. 909
19.1.5.8 Dragées .................................................. 909
19.1.5.9 Marzipan ................................................ 909
19.1.5.10 Persipan ............................................... 910
19.1.5.11 Andere Rohmassen .................................... 910
Inhaltsverzeichnis

19.1.5.12 Nugatmasse ................................................................. 910
19.1.5.13 Krokant ................................................................. 910
19.1.5.14 Lakritzen und Lakritzwaren ........................................ 911
19.1.5.15 Kaugummi .............................................................. 911
19.1.5.16 Brauselimonadenpulver ........................................... 911
19.2 Honig und Invertzuckercreme (Kunsthonig) .......................... 912
19.2.1 Honig ................................................................. 912
19.2.1.1 Einführung ............................................................. 912
19.2.1.2 Gewinnung und Arten ............................................... 912
19.2.1.3 Verarbeitung ......................................................... 913
19.2.1.4 Physikalische Eigenschaften ...................................... 913
19.2.1.5 Zusammensetzung .................................................. 914
19.2.1.5.1 Wasser ............................................................ 914
19.2.1.5.2 Kohlenhydrate .................................................... 914
19.2.1.5.3 Enzyme ........................................................... 914
19.2.1.5.4 Proteine ........................................................... 917
19.2.1.5.5 Aminosäuren ..................................................... 917
19.2.1.5.6 Säuren ............................................................ 917
19.2.1.5.7 Aromastoffe ...................................................... 917
19.2.1.5.8 Farbstoffe ......................................................... 918
19.2.1.5.9 Toxische Inhaltsstoffe .......................................... 918
19.2.1.6 Lagerung .............................................................. 918
19.2.1.7 Verwendung .......................................................... 918
19.2.2 Invertzuckercreme (Kunsthonig) ..................................... 919
19.2.2.1 Einführung ............................................................. 919
19.2.2.2 Herstellung .......................................................... 919
19.2.2.3 Zusammensetzung .................................................. 919
19.2.2.4 Verwendung ........................................................ 919
19.3 Literatura ................................................................. 919

20 Alkoholische Getränke ........................................................... 921
20.1 Bier ................................................................. 921
20.1.1 Einführung ............................................................. 921
20.1.2 Rohstoffe .............................................................. 921
20.1.2.1 Gerste .............................................................. 921
20.1.2.2 Andere stärke- und zuckerhaltige Rohstoffe ................... 923
20.1.2.2.1 Weizenmalz .................................................... 923
20.1.2.2.2 Rohfrucht ....................................................... 923
20.1.2.2.3 Sirup, Extractpulver ........................................... 923
20.1.2.2.4 Malzextrakt, Würzekonzentrat ................................ 923
20.1.2.2.5 Brauzucker ...................................................... 923
20.1.2.3 Hopfen ............................................................. 923
20.1.2.3.1 Allgemeines ...................................................... 923
20.1.2.3.2 Zusammensetzung ............................................... 923
20.1.2.3.3 Verarbeitung .................................................... 925
20.1.2.4 Brauwasser ........................................................ 926
20.1.2.5 Bierhefe ............................................................ 926
20.1.3 Malzbereitung ......................................................... 926
20.1.3.1 Weichen .......................................................... 927
20.1.3.2 Keimen ............................................................. 927
20.1.3.3 Darr ................................................................. 927
<table>
<thead>
<tr>
<th>Kapitel</th>
<th>Thema</th>
<th>Seite</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>20.1.3.4</td>
<td>Kontinuierliche Verfahren</td>
<td>927</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.3.5</td>
<td>Spezialmalt</td>
<td>928</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.4</td>
<td>Würzebereitung</td>
<td>928</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.4.1</td>
<td>Schrotens der Malze</td>
<td>928</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.4.2</td>
<td>Maischen</td>
<td>928</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.4.3</td>
<td>Abtrennung der Treber</td>
<td>929</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.4.4</td>
<td>Kochen und Hopfen der Würze</td>
<td>929</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.4.5</td>
<td>Kontinuierliche Verfahren</td>
<td>929</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.5</td>
<td>Gärung</td>
<td>929</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.5.1</td>
<td>Untergärung</td>
<td>930</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.5.2</td>
<td>Obergärung</td>
<td>930</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.5.3</td>
<td>Kontinuierliche Verfahren, Schnellverfahren</td>
<td>930</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.6</td>
<td>Filtrieren und Abfüllen</td>
<td>930</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7</td>
<td>Zusammensetzung</td>
<td>930</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.1</td>
<td>Ethanol</td>
<td>930</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.2</td>
<td>Extrakt, Stammwürze</td>
<td>930</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.3</td>
<td>Säuren</td>
<td>931</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.4</td>
<td>Stickstoffverbindungen</td>
<td>931</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.5</td>
<td>Kohlenhydrate</td>
<td>931</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.6</td>
<td>Mineralstoffe</td>
<td>931</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.7</td>
<td>Vitamine</td>
<td>931</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.8</td>
<td>Aromstoffe</td>
<td>931</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.7.9</td>
<td>Schaumbildner</td>
<td>931</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.8</td>
<td>Biertypen</td>
<td>932</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.8.1</td>
<td>Obertägige Biere</td>
<td>932</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.8.2</td>
<td>Untergärige Biere</td>
<td>932</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.8.3</td>
<td>Diätbiere</td>
<td>933</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.8.4</td>
<td>Alkoholfreie Biere</td>
<td>933</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.8.5</td>
<td>Übersche-Exportbiere</td>
<td>933</td>
</tr>
<tr>
<td>20.1.9</td>
<td>Biergeschmack und Bierfehler</td>
<td>933</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2</td>
<td>Wein</td>
<td>935</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.1</td>
<td>Einführung</td>
<td>935</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.2</td>
<td>Rebsorten</td>
<td>935</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3</td>
<td>Traubenmost</td>
<td>940</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.1</td>
<td>Entwicklung und Lese der Trauben</td>
<td>940</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.2</td>
<td>Gewinnung und Behandlung des Mostes</td>
<td>943</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.3</td>
<td>Zusammensetzung des Mostes</td>
<td>943</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.3.1</td>
<td>Kohlenhydrate</td>
<td>944</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.3.2</td>
<td>Säuren</td>
<td>944</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.3.3</td>
<td>Stickstoffverbindungen</td>
<td>944</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.3.4</td>
<td>Lipide</td>
<td>944</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.3.5</td>
<td>Phenolische Verbindungen</td>
<td>944</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.3.6</td>
<td>Mineralstoffe</td>
<td>945</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.3.3.7</td>
<td>Aromstoffe</td>
<td>945</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.4</td>
<td>Gärung</td>
<td>945</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.5</td>
<td>Kellerbehandlung nach der Gärung, Lagerung</td>
<td>946</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.5.1</td>
<td>Abstechen, Lagern und Reifen</td>
<td>946</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.5.2</td>
<td>Schwefeln</td>
<td>946</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.5.3</td>
<td>Klären und Stabilisieren</td>
<td>946</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.5.4</td>
<td>Verbessern</td>
<td>947</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6</td>
<td>Zusammensetzung der Weine</td>
<td>948</td>
</tr>
<tr>
<td>Inhalt</td>
<td>Seite</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>--------</td>
<td>-------</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.1</td>
<td>Extrait</td>
<td>948</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.2</td>
<td>Kohlenhydrate</td>
<td>948</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.3</td>
<td>Ethanol</td>
<td>948</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.4</td>
<td>Andere Alkohole</td>
<td>949</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.5</td>
<td>Säuren</td>
<td>949</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.6</td>
<td>Phenolische Verbindungen</td>
<td>949</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.7</td>
<td>Stickstoffverbindungen</td>
<td>950</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.8</td>
<td>Mineralstoffe</td>
<td>950</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.6.9</td>
<td>Aromastoffe</td>
<td>950</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.7</td>
<td>Fehler des Weins</td>
<td>954</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.8</td>
<td>Likörweine</td>
<td>955</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.9</td>
<td>Schaumwein</td>
<td>956</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.9.1</td>
<td>Flaschengärung (methode champenoise)</td>
<td>956</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.9.2</td>
<td>Grobraumgärverfahren (produit en cuve close)</td>
<td>957</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.9.3</td>
<td>Imprägnierv erfahren</td>
<td>957</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.9.4</td>
<td>Verschiedene Schaumweintypen</td>
<td>957</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.10</td>
<td>Weinähnliche Getränke</td>
<td>957</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.10.1</td>
<td>Fruchtwine</td>
<td>958</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.10.2</td>
<td>Malzweine, Met</td>
<td>958</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.10.3</td>
<td>Sonstige Erzeugnisse</td>
<td>959</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.11</td>
<td>Weinhaltige Getränke</td>
<td>959</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.11.1</td>
<td>Wermutwein</td>
<td>959</td>
</tr>
<tr>
<td>20.2.11.2</td>
<td>Kräuterweine (aromatische Weine)</td>
<td>959</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3</td>
<td>Spirituosen</td>
<td>959</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.1</td>
<td>Einführung</td>
<td>959</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2</td>
<td>Branntweine und Alkohol für Lebensmittel</td>
<td>959</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.1</td>
<td>Herstellung von Branntweinen</td>
<td>959</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.2</td>
<td>Herstellung von Alkohol</td>
<td>960</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.3</td>
<td>Branntweine aus Wein, Obst, Getreide und Zuckerrüststoffen</td>
<td>960</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.3.1</td>
<td>Branntwein aus Wein</td>
<td>961</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.3.2</td>
<td>Obstbranntweine</td>
<td>961</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.3.3</td>
<td>Enzianbranntwein</td>
<td>962</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.3.4</td>
<td>Wacholderbranntwein</td>
<td>962</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.3.5</td>
<td>Rum</td>
<td>962</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.3.6</td>
<td>Arrak</td>
<td>963</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.3.7</td>
<td>Getreidebranntweine</td>
<td>963</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.2.4</td>
<td>Andere Branntweine</td>
<td>965</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.3</td>
<td>Liköre</td>
<td>966</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.3.1</td>
<td>Fruchtsaftliköre</td>
<td>966</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.3.2</td>
<td>Fruchtaromaliköre</td>
<td>966</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.3.3</td>
<td>Fruchtrandies</td>
<td>966</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.3.4</td>
<td>Sonstige Liköre</td>
<td>966</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.4</td>
<td>Punxchextrakte</td>
<td>966</td>
</tr>
<tr>
<td>20.3.5</td>
<td>Alkoholhaltige Getränke</td>
<td>966</td>
</tr>
<tr>
<td>20.4</td>
<td>Literatur</td>
<td>967</td>
</tr>
</tbody>
</table>

21 | Kaffee, Tee, Kakao | 969 |
<p>| 21.1 | Kaffee und Kaffee-Ersatz | 969 |
| 21.1.1 | Einführung | 969 |
| 21.1.2 | Rohkaffee | 970 |
| 21.1.2.1 | Ernte und Aufbereitung | 970 |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th>Nummer</th>
<th>Thema</th>
<th>Seitenzahl</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>21.1.2.2</td>
<td>Rohkaffeesorten</td>
<td>970</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.2.3</td>
<td>Zusammensetzung des Rohkaffees</td>
<td>971</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3</td>
<td>Röstkaffee</td>
<td>971</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.1</td>
<td>Röstung</td>
<td>971</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.2</td>
<td>Aufbewahrung und Verpackung</td>
<td>972</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3</td>
<td>Zusammensetzung von Röstkaffee</td>
<td>973</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.1</td>
<td>Proteine</td>
<td>973</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.2</td>
<td>Kohlenhydrate</td>
<td>973</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.3</td>
<td>Lipide</td>
<td>974</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.4</td>
<td>Säuren</td>
<td>974</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.5</td>
<td>Coffein</td>
<td>975</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.6</td>
<td>Trigonellin, Nicotinsäure</td>
<td>975</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.7</td>
<td>Aromastoffe</td>
<td>975</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.8</td>
<td>Mineralstoffe</td>
<td>977</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.3.9</td>
<td>Sonstige Bestandteile</td>
<td>977</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.3.4</td>
<td>Kaffeegetränk</td>
<td>977</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.4</td>
<td>Kaffee-Produkte</td>
<td>979</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.4.1</td>
<td>Löslicher Kaffee</td>
<td>979</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.4.2</td>
<td>Entcoffeiniert Kaffee</td>
<td>980</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.4.3</td>
<td>Behandelter Kaffee</td>
<td>980</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5</td>
<td>Kaffee-Ersatz und Kaffee-Zusatzstoffe</td>
<td>981</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.1</td>
<td>Einführung</td>
<td>981</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.2</td>
<td>Verarbeitung der Rohstoffe</td>
<td>981</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.3</td>
<td>Einzelne Produkte</td>
<td>981</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.3.1</td>
<td>Gerstenkaffee</td>
<td>981</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.3.2</td>
<td>Malzkaffee</td>
<td>982</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.3.3</td>
<td>Zichorienkaffee</td>
<td>982</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.3.4</td>
<td>Feigenkaffee</td>
<td>982</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.3.5</td>
<td>Eichelkaffee</td>
<td>982</td>
</tr>
<tr>
<td>21.1.5.3.6</td>
<td>Weitere Produkte</td>
<td>982</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2</td>
<td>Tee und teehahnähliche Erzeugnisse</td>
<td>982</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.1</td>
<td>Einführung</td>
<td>982</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.2</td>
<td>Schwarzer Tee</td>
<td>983</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.3</td>
<td>Grüner Tee</td>
<td>983</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.4</td>
<td>Teesorten</td>
<td>983</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5</td>
<td>Zusammensetzung</td>
<td>984</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.1</td>
<td>Phenolische Verbindungen (cf. 18.1.2.5)</td>
<td>984</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.2</td>
<td>Enzyme</td>
<td>985</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.3</td>
<td>Aminsäuren</td>
<td>986</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.4</td>
<td>Coffein</td>
<td>986</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.5</td>
<td>Kohlenhydrate</td>
<td>986</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.6</td>
<td>Lipide</td>
<td>986</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.7</td>
<td>Pigmente (Chlorophyll und Carotinoide)</td>
<td>986</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.8</td>
<td>Aromastoffe</td>
<td>987</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.5.9</td>
<td>Mineralstoffe</td>
<td>987</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.6</td>
<td>Reaktionen während der Herstellung</td>
<td>987</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.7</td>
<td>Verpackung, Lagerung, Zubereitung</td>
<td>989</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.8</td>
<td>Löslicher Tee</td>
<td>990</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.9</td>
<td>Maté, Paraguaytee</td>
<td>990</td>
</tr>
<tr>
<td>21.2.10</td>
<td>Erzeugnisse aus der Colanuß</td>
<td>990</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3</td>
<td>Kakao und Schokolade</td>
<td>990</td>
</tr>
<tr>
<td>Inhaltspunkt</td>
<td>Titel</td>
<td>Seitenzahl</td>
</tr>
<tr>
<td>--------------</td>
<td>----------------------------------------------------------------------</td>
<td>------------</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.1</td>
<td>Einführung</td>
<td>990</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2</td>
<td>Kakao</td>
<td>991</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.1</td>
<td>Allgemeines</td>
<td>991</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.2</td>
<td>Ernte und Verarbeitung</td>
<td>992</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.3</td>
<td>Zusammensetzung</td>
<td>993</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.3.1</td>
<td>Proteine und Aminosäuren</td>
<td>993</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.3.2</td>
<td>Theobromin und Coffein</td>
<td>994</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.3.3</td>
<td>Lipide</td>
<td>994</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.3.4</td>
<td>Kohlenhydrate</td>
<td>994</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.3.5</td>
<td>Phenolische Verbindungen</td>
<td>994</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.3.6</td>
<td>Organische Säuren</td>
<td>995</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.3.7</td>
<td>Geruchs- und Geschmacksstoffe</td>
<td>996</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.4</td>
<td>Reaktionen bei der Fermentierung und Trocknung</td>
<td>997</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.5</td>
<td>Herstellung der Kakaomasse</td>
<td>998</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.6</td>
<td>Herstellung aufgeschlossener Kakaomasse</td>
<td>998</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.2.7</td>
<td>Abpressen der Kakaomasse, Gewinnung von Kakaopulver</td>
<td>998</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.3</td>
<td>Schokolade</td>
<td>998</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.3.1</td>
<td>Einführung</td>
<td>998</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.3.2</td>
<td>Schokoladenherstellung</td>
<td>999</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.3.2.1</td>
<td>Mischen und Kneten</td>
<td>999</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.3.2.2</td>
<td>Zerkleinerung</td>
<td>999</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.3.2.3</td>
<td>Endveredlung (Conchieren)</td>
<td>999</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.3.2.4</td>
<td>Kristallisieren und Formen</td>
<td>999</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.3.3</td>
<td>Schokoladensorten</td>
<td>1000</td>
</tr>
<tr>
<td>21.3.4</td>
<td>Lagerung von Kakaoezeugnissen und dabei auftretende Veränderungen</td>
<td>1001</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### 22 Gewürze, Speisesalz, Essig

<table>
<thead>
<tr>
<th>Inhaltspunkt</th>
<th>Titel</th>
<th>Seitenzahl</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>22.1</td>
<td>Gewürze</td>
<td>1004</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1</td>
<td>Zusammensetzung</td>
<td>1004</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.1</td>
<td>Komponenten des ätherischen Öls</td>
<td>1004</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2</td>
<td>Aromastoffe</td>
<td>1006</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.1</td>
<td>Pfeffer</td>
<td>1006</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.2</td>
<td>Vanille</td>
<td>1008</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.3</td>
<td>Dill</td>
<td>1009</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.4</td>
<td>Bockshornklee</td>
<td>1009</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.5</td>
<td>Saffran</td>
<td>1010</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.6</td>
<td>Senf, Meerrettich</td>
<td>1010</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.7</td>
<td>Ingwer</td>
<td>1010</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.8</td>
<td>Basilikum</td>
<td>1011</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.2.9</td>
<td>Petersilie</td>
<td>1011</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.3</td>
<td>Stoffe mit scharfem Geschmack</td>
<td>1011</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.4</td>
<td>Farbstoffe</td>
<td>1014</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.1.5</td>
<td>Antioxidantien</td>
<td>1014</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.2</td>
<td>Produkte</td>
<td>1014</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.2.1</td>
<td>Gewürzepulver</td>
<td>1014</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.2.2</td>
<td>Gewürzextrakt bzw. -konzentrat</td>
<td>1015</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.2.3</td>
<td>Gewürzmischungen</td>
<td>1015</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.2.4</td>
<td>Gewürzzubereitungen</td>
<td>1015</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.2.4.1</td>
<td>Currypulver</td>
<td>1015</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.2.4.2</td>
<td>Speisesenf ..................................................</td>
<td>1015</td>
</tr>
<tr>
<td>22.1.2.4.3</td>
<td>Sambal ..........................................................</td>
<td>1015</td>
</tr>
<tr>
<td>22.2</td>
<td>Speisesalz (Kochsalz) .............................................</td>
<td>1015</td>
</tr>
<tr>
<td>22.2.1</td>
<td>Zusammensetzung ..................................................</td>
<td>1015</td>
</tr>
<tr>
<td>22.2.2</td>
<td>Vorkommen ..........................................................</td>
<td>1016</td>
</tr>
<tr>
<td>22.2.3</td>
<td>Gewinnung ..........................................................</td>
<td>1016</td>
</tr>
<tr>
<td>22.2.4</td>
<td>Spezialsalz ..........................................................</td>
<td>1016</td>
</tr>
<tr>
<td>22.2.5</td>
<td>Speisesalzersatz ...................................................</td>
<td>1016</td>
</tr>
<tr>
<td>22.3</td>
<td>Essig .................................................................</td>
<td>1016</td>
</tr>
<tr>
<td>22.3.1</td>
<td>Herstellung ..........................................................</td>
<td>1017</td>
</tr>
<tr>
<td>22.3.1.1</td>
<td>Mikrobiologische Gewinnung .........................................</td>
<td>1017</td>
</tr>
<tr>
<td>22.3.1.2</td>
<td>Chemische Synthese ...............................................</td>
<td>1017</td>
</tr>
<tr>
<td>22.3.2</td>
<td>Zusammensetzung ...................................................</td>
<td>1017</td>
</tr>
<tr>
<td>22.4</td>
<td>Literatur .............................................................</td>
<td>1018</td>
</tr>
</tbody>
</table>

| 23 | Trinkwasser, Mineral- und Tafelwasser ................................ | 1019 |
| 23.1 | Trinkwasser .......................................................... | 1019 |
| 23.1.1 | Aufbereitung ......................................................... | 1019 |
| 23.1.2 | Härte ................................................................. | 1019 |
| 23.1.3 | Analytik .............................................................. | 1020 |
| 23.2 | Mineralwasser ........................................................ | 1021 |
| 23.3 | Tafelwasser .......................................................... | 1021 |
| 23.4 | Literatur ............................................................. | 1021 |

Allgemeine Literaturhinweise .................................................. 1023

Stichwortverzeichnis ............................................................. 1025
Lehrbuch der Lebensmittelchemie
Belitz, H.-D.; Grosch, W.; Schieberle, P.
2008, XLVI, 1118 S. Mit 923 Formeln., Hardcover
ISBN: 978-3-540-73201-3