

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|---|---------------|
| | Einleitung | XXXVII |
| 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 | Wasserbindung | 3 |
| 0.3.1 | Sorptionsisotherme | 3 |
| 0.3.2 | Einfluß auf die Reaktionsgeschwindigkeit | 5 |
| 0.4 | Literatur | 6 |
| 1 | Aminosäuren, Peptide, Proteine | 7 |
| 1.1 | Einführung | 7 |
| 1.2 | Aminosäuren | 7 |
| 1.2.1 | Allgemeines | 7 |
| 1.2.2 | Einteilung, Entdeckung, Vorkommen | 7 |
| 1.2.3 | Physikalische Eigenschaften | 11 |
| 1.2.3.1 | Dissoziation | 11 |
| 1.2.3.2 | Konfiguration und optische Aktivität | 12 |
| 1.2.3.3 | Löslichkeit | 12 |
| 1.2.3.4 | UV-Absorption | 13 |
| 1.2.4 | Chemische Reaktionen | 13 |
| 1.2.4.1 | Veresterung der Carboxylgruppe | 14 |
| 1.2.4.2 | Reaktionen der Aminogruppe | 14 |
| 1.2.4.2.1 | Acylierung | 14 |
| 1.2.4.2.2 | Alkylierung und Arylierung | 16 |
| 1.2.4.2.3 | Carbamoylierung und Thiocarbamoylierung | 17 |
| 1.2.4.2.4 | Reaktionen mit Carbonylverbindungen | 18 |
| 1.2.4.3 | Reaktionen unter Beteiligung weiterer funktioneller Gruppen | 19 |
| 1.2.4.3.1 | Lysin | 19 |
| 1.2.4.3.2 | Arginin | 20 |
| 1.2.4.3.3 | Asparaginsäure und Glutaminsäure | 20 |
| 1.2.4.3.4 | Serin und Threonin | 20 |
| 1.2.4.3.5 | Cystein und Cystin | 20 |
| 1.2.4.3.6 | Methionin | 21 |
| 1.2.4.3.7 | Tyrosin | 21 |
| 1.2.4.4 | Thermische Zersetzung von Aminosäuren | 22 |
| 1.2.5 | Synthetische Aminosäuren zur Verbesserung der biologischen Wertigkeit von Nahrungspoteinen (fortifying foods) | 24 |
| 1.2.5.1 | Glutaminsäure | 25 |
| 1.2.5.2 | Asparaginsäure | 25 |
| 1.2.5.3 | Lysin | 26 |
| 1.2.5.4 | Methionin | 26 |
| 1.2.5.5 | Phenylalanin | 26 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.2.5.6 | Threonin | 27 |
| 1.2.5.7 | Tryptophan | 27 |
| 1.2.6 | Sensorische Eigenschaften | 27 |
| 1.3 | Peptide | 28 |
| 1.3.1 | Allgemeines, Nomenklatur | 28 |
| 1.3.2 | Physikalische Eigenschaften | 29 |
| 1.3.3 | Sensorische Eigenschaften | 29 |
| 1.3.4 | Einzelne Peptide | 31 |
| 1.3.4.1 | Glutathion | 31 |
| 1.3.4.2 | Carnosin, Anserin, Balenin | 31 |
| 1.3.4.3 | Nisin | 31 |
| 1.3.4.4 | Lysinpeptide | 32 |
| 1.3.4.5 | Anderer Peptide | 32 |
| 1.4 | Proteine | 32 |
| 1.4.1 | Aminosäuresequenz | 33 |
| 1.4.1.1 | Aminosäurezusammensetzung, Subeinheiten | 33 |
| 1.4.1.2 | Terminale Gruppen | 34 |
| 1.4.1.3 | Partielle Hydrolyse | 35 |
| 1.4.1.4 | Sequenzanalyse | 35 |
| 1.4.2 | Konformation | 36 |
| 1.4.2.1 | Gestreckte Peptidkette | 37 |
| 1.4.2.2 | Reguläre Strukturelemente (Sekundärstruktur) | 38 |
| 1.4.2.2.1 | Faltblatt- oder β -Strukturen | 39 |
| 1.4.2.2.2 | Helicale Strukturen | 39 |
| 1.4.2.2.3 | Supersekundärstrukturen | 40 |
| 1.4.2.3 | Tertiär- und Quartärstrukturen | 41 |
| 1.4.2.3.1 | Faserproteine | 41 |
| 1.4.2.3.2 | Globuläre Proteine | 41 |
| 1.4.2.3.3 | Quartärstruktur | 43 |
| 1.4.2.4 | Denaturierung | 43 |
| 1.4.3 | Physikalische Eigenschaften | 44 |
| 1.4.3.1 | Dissoziation | 44 |
| 1.4.3.2 | Optische Aktivität | 45 |
| 1.4.3.3 | Löslichkeit, Hydratation, Quellbarkeit | 46 |
| 1.4.4 | Chemische Reaktionen | 46 |
| 1.4.4.1 | Lysinreste | 47 |
| 1.4.4.2 | Argininreste | 49 |
| 1.4.4.3 | Glutaminsäure- und Asparaginsäurereste | 49 |
| 1.4.4.4 | Cystinreste | 49 |
| 1.4.4.5 | Cysteinreste | 50 |
| 1.4.4.6 | Methioninreste | 51 |
| 1.4.4.7 | Histidinreste | 51 |
| 1.4.4.8 | Tryptophanreste | 51 |
| 1.4.4.9 | Tyrosinreste | 51 |
| 1.4.4.10 | Bifunktionelle Reagentien | 52 |
| 1.4.4.11 | Reaktionen bei der Lebensmittelverarbeitung | 52 |
| 1.4.5 | Enzymkatalysierte Reaktionen | 56 |
| 1.4.5.1 | Allgemeines | 56 |
| 1.4.5.2 | Proteolytische Enzyme | 57 |
| 1.4.5.2.1 | Serinproteinasen | 58 |
| 1.4.5.2.2 | Thiolproteinasen | 58 |
| 1.4.5.2.3 | Metallhaltige proteolytische Enzyme | 60 |
| 1.4.5.2.4 | Carboxyl-Proteinasen | 60 |
| 1.4.6 | Lebensmitteltechnologisch interessante chemische und enzymatische Reaktionen | 61 |
| 1.4.6.1 | Allgemeines | 61 |
| 1.4.6.2 | Chemische Modifizierung | 62 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1.4.6.2.1 | Acylierung | 62 |
| 1.4.6.2.2 | Alkylierung | 64 |
| 1.4.6.2.3 | Redoxreaktionen an Cystein und Cystin | 65 |
| 1.4.6.3 | Enzymatische Modifizierung | 65 |
| 1.4.6.3.1 | Dephosphorylierung | 65 |
| 1.4.6.3.2 | Plasteinreaktion | 65 |
| 1.4.6.3.3 | Quervernetzung | 69 |
| 1.4.7 | Texturierte Proteine | 69 |
| 1.4.7.1 | Einführung | 69 |
| 1.4.7.2 | Ausgangsmaterial | 70 |
| 1.4.7.3 | Texturierung | 70 |
| 1.4.7.3.1 | Spinnprozeß | 70 |
| 1.4.7.3.2 | Extrusionsprozeß | 71 |
| 1.5 | Literatur | 71 |
| 2 | Enzyme | 74 |
| 2.1 | Einführung | 74 |
| 2.2 | Allgemeine Merkmale, Isolierung und Nomenklatur | 74 |
| 2.2.1 | Wirkung von Katalysatoren | 74 |
| 2.2.2 | Spezifität | 75 |
| 2.2.2.1 | Substratspezifität | 75 |
| 2.2.2.2 | Wirkungsspezifität | 76 |
| 2.2.3 | Struktur | 76 |
| 2.2.4 | Isolierung und Reinigung | 76 |
| 2.2.5 | Multiple Formen von Enzymen | 78 |
| 2.2.6 | Nomenklatur | 78 |
| 2.2.7 | Meßgrößen und Einheiten | 81 |
| 2.3 | Cofaktoren | 81 |
| 2.3.1 | Cosubstrate | 82 |
| 2.3.1.1 | Nicotinamid-adenin-dinucleotid | 82 |
| 2.3.1.2 | Adenosintriphosphat | 82 |
| 2.3.2 | Prothetische Gruppen | 83 |
| 2.3.2.1 | Flavine | 83 |
| 2.3.2.2 | Häm | 83 |
| 2.3.2.3 | Pyridoxalphosphat | 84 |
| 2.3.3 | Metallionen | 85 |
| 2.3.3.1 | Magnesium, Calcium und Zink | 85 |
| 2.3.3.2 | Eisen, Kupfer und Molybdän | 86 |
| 2.4 | Theorie der Enzymkatalyse | 87 |
| 2.4.1 | Das aktive Zentrum | 87 |
| 2.4.1.1 | Lokalisierung | 87 |
| 2.4.1.2 | Substratbindung | 89 |
| 2.4.1.2.1 | Schlüssel/Schloß-Hypothese | 89 |
| 2.4.1.2.2 | Induzierte Paßform | 90 |
| 2.4.1.2.3 | Stereospezifität | 90 |
| 2.4.1.3 | Einfluß der Substratbindung auf die Reaktionsgeschwindigkeit | 91 |
| 2.4.1.3.1 | Sterische Effekte, Orientierungseffekte | 91 |
| 2.4.1.3.2 | Deformation von Bindungen | 92 |
| 2.4.1.3.3 | Entropie-Effekt | 93 |
| 2.4.2 | Reaktionsmechanismen | 94 |
| 2.4.2.1 | Allgemeine Säure-Basen-Katalyse | 94 |
| 2.4.2.2 | Kovalente Katalyse | 95 |
| 2.4.2.3 | Redox-Katalyse | 98 |
| 2.4.3 | Schlußbemerkung | 98 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 2.5 | Kinetik enzymatischer Reaktionen | 98 |
| 2.5.1 | Einfluß der Substratkonzentrationen | 98 |
| 2.5.1.1 | Ein-Substrat-Reaktion | 98 |
| 2.5.1.1.1 | Geschwindigkeitsgesetz nach <i>Michaelis</i> und <i>Menten</i> | 98 |
| 2.5.1.1.2 | Bestimmung von K_m und V | 102 |
| 2.5.1.2 | Zwei-Substrat-Reaktion | 102 |
| 2.5.1.2.1 | Reihenfolge bei der Substratbindung | 102 |
| 2.5.1.2.2 | Geschwindigkeitsgesetze | 103 |
| 2.5.1.3 | Allosterisch regulierte Enzyme | 105 |
| 2.5.2 | Einfluß von Inhibitoren | 106 |
| 2.5.2.1 | Irreversible Hemmung | 107 |
| 2.5.2.2 | Reversible Hemmung | 107 |
| 2.5.2.2.1 | Kompetitive Hemmung | 108 |
| 2.5.2.2.2 | Nichtkompetitive Hemmung | 108 |
| 2.5.2.2.3 | Unkompetitive Hemmung | 109 |
| 2.5.3 | Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration (pH) | 109 |
| 2.5.4 | Enzymatische Analyse | 111 |
| 2.5.4.1 | Substratbestimmungen | 111 |
| 2.5.4.2 | Enzymaktivitätsbestimmungen | 114 |
| 2.6 | Einfluß der Temperatur | 114 |
| 2.6.1 | Q_{10} -Wert | 115 |
| 2.6.2 | Aktivierungsenergie | 115 |
| 2.6.3 | Temperatur-Optimum | 116 |
| 2.6.4 | Thermische Stabilität | 117 |
| 2.7 | Einfluß der Wasseraktivität | 119 |
| 2.8 | Verwendung von Enzymen in der Lebensmitteltechnik | 119 |
| 2.8.1 | Technische Enzympräparate | 120 |
| 2.8.1.1 | Gewinnung | 120 |
| 2.8.1.2 | Immobilisierte Enzyme | 120 |
| 2.8.2 | Einzelne Enzyme | 121 |
| 2.8.2.1 | Oxidoreduktasen | 121 |
| 2.8.2.1.1 | Glucoseoxidase | 121 |
| 2.8.2.1.2 | Katalase | 122 |
| 2.8.2.1.3 | Lipoxxygenase | 122 |
| 2.8.2.1.4 | Aldehyd-Dehydrogenase | 122 |
| 2.8.2.1.5 | Butandiol-Dehydrogenase | 122 |
| 2.8.2.2 | Hydrolasen | 122 |
| 2.8.2.2.1 | Proteinasen | 123 |
| 2.8.2.2.2 | α -Amylase | 124 |
| 2.8.2.2.3 | β -Amylase | 124 |
| 2.8.2.2.4 | Exo-1,4- α -D-Glucosidase (Glucoamylase) | 124 |
| 2.8.2.2.5 | Pullulanase (Isoamylase) | 125 |
| 2.8.2.2.6 | α -D-Galactosidase | 125 |
| 2.8.2.2.7 | β -D-Galactosidase (Lactase) | 125 |
| 2.8.2.2.8 | β -D-Fruktofuranosidase (Invertase) | 125 |
| 2.8.2.2.9 | α -L-Rhamnosidase | 125 |
| 2.8.2.2.10 | Gemische von Glykosidasen | 125 |
| 2.8.2.2.11 | Lysozym | 126 |
| 2.8.2.2.12 | Thioglucosidase | 126 |
| 2.8.2.2.13 | Pektinolytische Enzyme | 126 |
| 2.8.2.2.14 | Lipasen | 127 |
| 2.8.2.2.15 | Tannasen | 128 |
| 2.8.2.3 | Isomerasen | 128 |
| 2.9 | Literatur | 128 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 3 | Lipide | 130 |
| 3.1 | Einführung | 130 |
| 3.2 | Fettsäuren | 131 |
| 3.2.1 | Nomenklatur und Einteilung | 131 |
| 3.2.1.1 | Gesättigte Fettsäuren | 131 |
| 3.2.1.2 | Ungesättigte Fettsäuren | 134 |
| 3.2.1.3 | Substituierte Fettsäuren | 134 |
| 3.2.2 | Physikalische Eigenschaften | 135 |
| 3.2.2.1 | Carboxy-Gruppe | 135 |
| 3.2.2.2 | Kristallstruktur, Schmelzpunkte | 135 |
| 3.2.2.3 | Harnstoff-Addukte | 137 |
| 3.2.2.4 | Löslichkeit | 137 |
| 3.2.2.5 | UV-Absorption | 137 |
| 3.2.3 | Chemische Eigenschaften | 138 |
| 3.2.3.1 | Methylierung der Carboxy-Gruppe | 138 |
| 3.2.3.2 | Reaktionen ungesättigter Fettsäuren | 138 |
| 3.2.3.2.1 | Halogenanlagerung | 138 |
| 3.2.3.2.2 | Überführung der Isolen- in Konjugenfettsäuren | 138 |
| 3.2.3.2.3 | Bildung von π -Komplexen mit Ag^+ -Ionen | 138 |
| 3.2.3.2.4 | Hydrierung | 139 |
| 3.2.4 | Biosynthese der ungesättigten Fettsäuren | 139 |
| 3.3 | Acylglyceride | 139 |
| 3.3.1 | Triacylglyceride (TG) | 140 |
| 3.3.1.1 | Nomenklatur, Einteilung | 140 |
| 3.3.1.2 | Schmelzverhalten | 141 |
| 3.3.1.3 | Chemische Eigenschaften | 142 |
| 3.3.1.4 | Strukturbestimmung | 143 |
| 3.3.1.5 | Biosynthese | 146 |
| 3.3.2 | Mono- und Diacylglyceride (MG u. DG) | 147 |
| 3.4 | Phospho- und Glykolipide | 147 |
| 3.4.1 | Verbindungsklassen | 147 |
| 3.4.1.1 | Phosphatidylderivate | 148 |
| 3.4.1.2 | Glyceroglykolipide | 149 |
| 3.4.1.3 | Sphingolipide | 149 |
| 3.4.2 | Analytik | 150 |
| 3.5 | Lipoproteine, Membranen | 152 |
| 3.5.1 | Lipoproteine | 152 |
| 3.5.1.1 | Definition | 152 |
| 3.5.1.2 | Klassifizierung | 152 |
| 3.5.2 | Beteiligung der Lipide am Aufbau von biologischen Membranen | 153 |
| 3.6 | Diollipide, Fettalkohole, Wachse, Cutin | 154 |
| 3.6.1 | Diollipide | 154 |
| 3.6.2 | Fettalkohole und Derivate | 154 |
| 3.6.3 | Cutin | 155 |
| 3.7 | Veränderungen der Acyllipide in Lebensmitteln | 155 |
| 3.7.1 | Enzymatische Hydrolyse | 155 |
| 3.7.1.1 | Hydrolasen für Triacylglyceride (Lipasen) | 156 |
| 3.7.1.2 | Hydrolasen für polare Lipide | 157 |
| 3.7.1.2.1 | Phospholipasen | 157 |
| 3.7.1.2.2 | Glykolipid-Hydrolasen | 158 |
| 3.7.2 | Peroxidation ungesättigter Acyllipide | 158 |
| 3.7.2.1 | Autoxidation | 158 |
| 3.7.2.1.1 | Elementarschritte der Autoxidation | 159 |
| 3.7.2.1.2 | Monohydroperoxide | 160 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.7.2.1.3 | Hydroperoxy-epidioxide | 163 |
| 3.7.2.1.4 | Start der Radikalkettenreaktionen | 164 |
| 3.7.2.1.5 | Sekundärprodukte | 169 |
| 3.7.2.2 | Vorkommen und Eigenschaften der Lipoxygenase | 173 |
| 3.7.2.3 | Enzymatischer Hydroperoxid-Abbau | 175 |
| 3.7.2.4 | Wechselwirkungen zwischen Hydroperoxiden und Proteinen | 177 |
| 3.7.2.4.1 | Produkte aus den Hydroperoxiden | 177 |
| 3.7.2.4.2 | Bildung von Lipid-Protein-Komplexen | 177 |
| 3.7.2.4.3 | Veränderungen der Proteine | 178 |
| 3.7.2.4.4 | Abbau von Aminosäuren | 179 |
| 3.7.3 | Hemmung der Lipidperoxidation | 179 |
| 3.7.3.1 | Wirkung von Antioxidantien | 180 |
| 3.7.3.2 | Antioxidantien in Lebensmitteln | 180 |
| 3.7.3.2.1 | Natürliche Antioxidantien | 180 |
| 3.7.3.2.2 | Synthetische Antioxidantien | 181 |
| 3.7.3.2.3 | Synergisten | 182 |
| 3.7.4 | Erhitzen von Fetten (Fritieren) | 183 |
| 3.7.4.1 | Autoxidation gesättigter Acyllipide | 183 |
| 3.7.4.2 | Polymerisation | 185 |
| 3.7.5 | Mikrobieller Abbau von Acyllipiden zu Methylketonen | 186 |
| 3.8 | Bestandteile des Unverseifbaren | 187 |
| 3.8.1 | Kohlenwasserstoffe | 187 |
| 3.8.2 | Sterine und Sterinderivate | 188 |
| 3.8.2.1 | Struktur, Nomenklatur | 188 |
| 3.8.2.2 | Sterine in tierischen Lebensmitteln | 188 |
| 3.8.2.2.1 | Cholesterin | 188 |
| 3.8.2.2.2 | Vitamin D | 190 |
| 3.8.2.3 | Sterine in Pflanzenfetten | 190 |
| 3.8.2.3.1 | Desmethylsterine | 190 |
| 3.8.2.3.2 | Methyl- und Dimethylsterine | 191 |
| 3.8.2.4 | Analyse | 192 |
| 3.8.3 | Tocopherole | 193 |
| 3.8.3.1 | Strukturen, Bedeutung | 193 |
| 3.8.3.2 | Analyse | 194 |
| 3.8.4 | Carotinoide | 195 |
| 3.8.4.1 | Chemische Struktur, Vorkommen | 195 |
| 3.8.4.1.1 | Carotine | 195 |
| 3.8.4.1.2 | Xanthophylle | 197 |
| 3.8.4.2 | Physikalische Eigenschaften | 199 |
| 3.8.4.3 | Chemische Eigenschaften | 201 |
| 3.8.4.4 | Vorläufer von Aromastoffen | 202 |
| 3.8.4.5 | Anwendungen in der Lebensmitteltechnik | 202 |
| 3.8.4.6 | Analyse | 202 |
| 3.9 | Literatur | 203 |
| 4 | Kohlenhydrate | 206 |
| 4.1 | Einführung | 206 |
| 4.2 | Monosaccharide | 206 |
| 4.2.1 | Struktur und Nomenklatur | 206 |
| 4.2.1.1 | Konstitution | 206 |
| 4.2.1.2 | Konfiguration | 207 |
| 4.2.1.3 | Konformation | 211 |
| 4.2.2 | Physikalische Eigenschaften | 214 |
| 4.2.2.1 | Hygroskopizität und Löslichkeit | 214 |
| 4.2.2.2 | Optische Drehung, Mutarotation | 214 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 4.2.3 | Sensorische Eigenschaften | 215 |
| 4.2.4 | Chemische Reaktionen und Derivate | 217 |
| 4.2.4.1 | Reduktion zu Zuckeralkoholen | 217 |
| 4.2.4.2 | Oxidation zu Glykonsäuren, Glykarsäuren und Glykuronsäuren | 218 |
| 4.2.4.3 | Reaktionen in Gegenwart von Säuren und Basen | 219 |
| 4.2.4.3.1 | Reaktionen in stark saurer Lösung | 219 |
| 4.2.4.3.2 | Reaktionen in stark basischer Lösung | 223 |
| 4.2.4.3.3 | Karamelisierung | 225 |
| 4.2.4.4 | Reaktionen mit Aminverbindungen (N-Glykoside, <i>Maillard</i> -Reaktion) | 225 |
| 4.2.4.5 | Reaktionen mit Hydroxyverbindungen (O-Glykoside) | 229 |
| 4.2.4.6 | Ester | 230 |
| 4.2.4.7 | Ether | 231 |
| 4.2.4.8 | Glykolspaltung | 231 |
| 4.3 | Oligosaccharide | 232 |
| 4.3.1 | Struktur und Nomenklatur | 232 |
| 4.3.2 | Eigenschaften und Reaktionen | 235 |
| 4.4 | Polysaccharide | 236 |
| 4.4.1 | Einteilung, Struktur | 236 |
| 4.4.2 | Konformation | 236 |
| 4.4.3 | Eigenschaften | 239 |
| 4.4.3.1 | Allgemeines | 239 |
| 4.4.3.2 | Perfekt-lineare Polysaccharide | 240 |
| 4.4.3.3 | Verzweigte Polysaccharide | 240 |
| 4.4.3.4 | Linear-verzweigte Polysaccharide | 241 |
| 4.4.3.5 | Polysaccharide mit Carboxylgruppen | 241 |
| 4.4.3.6 | Polysaccharide mit starken Säuregruppen | 241 |
| 4.4.3.7 | Modifizierte Polysaccharide | 241 |
| 4.4.3.7.1 | Einführung neutraler Gruppen | 241 |
| 4.4.3.7.2 | Einführung saurer Gruppen | 241 |
| 4.4.4 | Einzelne Polysaccharide | 241 |
| 4.4.4.1 | Agar | 241 |
| 4.4.4.2 | Alginat | 242 |
| 4.4.4.3 | Carrageen | 243 |
| 4.4.4.4 | Furcellaran | 245 |
| 4.4.4.5 | Gummi arabicum | 245 |
| 4.4.4.6 | Tragant (<i>Tragacanth</i>) | 246 |
| 4.4.4.7 | Guar | 248 |
| 4.4.4.8 | Johannisbrotkernmehl (<i>Locust bean gum</i>) | 248 |
| 4.4.4.9 | Tamarindenkernmehl | 249 |
| 4.4.4.10 | Arabinogalactan aus Lärchen | 249 |
| 4.4.4.11 | Pektin | 250 |
| 4.4.4.12 | Stärke | 251 |
| 4.4.4.12.1 | Allgemeines | 251 |
| 4.4.4.12.2 | Struktur und Eigenschaften von Amylose | 252 |
| 4.4.4.12.3 | Struktur und Eigenschaften von Amylopektin | 255 |
| 4.4.4.12.4 | Anwendung | 256 |
| 4.4.4.13 | Modifizierte Stärken | 256 |
| 4.4.4.14 | Cellulose | 258 |
| 4.4.4.15 | Cellulosederivate | 259 |
| 4.4.4.16 | Xanthan | 261 |
| 4.4.4.17 | Scleroglucan | 262 |
| 4.4.4.18 | Dextran | 262 |
| 4.4.4.19 | Polyvinylpyrrolidon (PVP) | 262 |
| 4.5 | Literatur | 262 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5 | Aromastoffe | 264 |
| 5.1 | Einführung | 264 |
| 5.1.1 | Abgrenzung der Begriffe | 264 |
| 5.1.2 | Schwellenkonzentration | 264 |
| 5.1.3 | „Impact Compounds“ natürlicher Aromen | 265 |
| 5.1.4 | Aromafehler | 265 |
| 5.2 | Analyse | 267 |
| 5.2.1 | Isolierung | 267 |
| 5.2.1.1 | Destillation, Extraktion | 268 |
| 5.2.1.2 | Gas-Extraktion | 269 |
| 5.2.1.3 | Headspace-Analyse | 269 |
| 5.2.2 | Trennung | 270 |
| 5.2.3 | Chemische Struktur | 270 |
| 5.2.4 | Sensorische Relevanz | 271 |
| 5.2.4.1 | Kennzahl „Aromawert“ | 271 |
| 5.2.4.2 | Sensorische Analyse von GC-Peaks | 273 |
| 5.2.4.3 | Statistische Analyse | 273 |
| 5.3 | Einzelne Aromastoffe | 273 |
| 5.3.1 | Nichtenzymatische-Reaktionen | 274 |
| 5.3.1.1 | Carbonylverbindungen | 275 |
| 5.3.1.2 | Pyranone | 275 |
| 5.3.1.3 | Furane | 275 |
| 5.3.1.4 | Lactone | 277 |
| 5.3.1.5 | Thiole, Thioether, Di- und Trisulfide | 277 |
| 5.3.1.6 | Thiophene | 280 |
| 5.3.1.7 | Thiazole | 281 |
| 5.3.1.8 | Oxazole | 283 |
| 5.3.1.9 | Pyrrole | 283 |
| 5.3.1.10 | Pyrazine | 283 |
| 5.3.1.11 | Phenole | 286 |
| 5.3.2 | Enzymatische Reaktionen | 288 |
| 5.3.2.1 | Carbonylverbindungen, Alkohole | 288 |
| 5.3.2.2 | Ester | 295 |
| 5.3.2.3 | Terpene | 295 |
| 5.3.2.4 | Flüchtige Schwefelverbindungen | 298 |
| 5.3.2.5 | Pyrazine | 298 |
| 5.4 | Wechselwirkungen mit anderen Inhaltsstoffen | 299 |
| 5.4.1 | Lipide | 300 |
| 5.4.2 | Proteine, Polysaccharide | 301 |
| 5.5 | Aromatisierung von Lebensmitteln | 302 |
| 5.5.1 | Rohstoffe für Essenzen | 303 |
| 5.5.1.1 | Ätherische Öle | 303 |
| 5.5.1.2 | Extrakte, Auszüge | 303 |
| 5.5.1.3 | Destillate | 303 |
| 5.5.1.4 | Mikrobielle Aromen | 303 |
| 5.5.1.5 | Synthetische naturidentische Aromastoffe | 303 |
| 5.5.1.6 | Künstliche Aromastoffe | 304 |
| 5.5.2 | Essenzen | 304 |
| 5.5.3 | Aromastoffe aus Vorstufen | 304 |
| 5.6 | Struktur — Geruch | 306 |
| 5.7 | Literatur | 311 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6 | Vitamine | 314 |
| 6.1 | Einführung | 314 |
| 6.2 | Fettlösliche Vitamine | 314 |
| 6.2.1 | Retinol (Vitamin A) | 314 |
| 6.2.2 | Calciferol (Vitamin D) | 316 |
| 6.2.3 | α -Tocopherol (Vitamin E) | 317 |
| 6.2.4 | Phytomenadion (Vitamin K ₁) | 320 |
| 6.3 | Wasserlösliche Vitamine | 321 |
| 6.3.1 | Thiamin (Vitamin B ₁) | 321 |
| 6.3.2 | Riboflavin (Vitamin B ₂) | 322 |
| 6.3.3 | Pyridoxin (Pyridoxal, Vitamin B ₆) | 323 |
| 6.3.4 | Nicotinsäureamid (Niacin) | 324 |
| 6.3.5 | Pantothensäure | 324 |
| 6.3.6 | Biotin | 324 |
| 6.3.7 | Folsäure | 325 |
| 6.3.8 | Cyanocobalamin (Vitamin B ₁₂) | 326 |
| 6.3.9 | Ascorbinsäure (Vitamin C) | 327 |
| 6.4 | Literatur | 329 |
| 7 | Mineralstoffe | 330 |
| 7.1 | Einführung | 330 |
| 7.2 | Mengenelemente | 330 |
| 7.2.1 | Natrium | 330 |
| 7.2.2 | Kalium | 330 |
| 7.2.3 | Magnesium | 331 |
| 7.2.4 | Calcium | 331 |
| 7.2.5 | Chlorid | 332 |
| 7.2.6 | Phosphat | 332 |
| 7.3 | Spurenelemente | 332 |
| 7.3.1 | Allgemeines | 332 |
| 7.3.2 | Essentielle Spurenelemente | 333 |
| 7.3.2.1 | Eisen | 333 |
| 7.3.2.2 | Kupfer | 333 |
| 7.3.2.3 | Zink | 333 |
| 7.3.2.4 | Mangan | 333 |
| 7.3.2.5 | Kobalt | 334 |
| 7.3.2.6 | Vanadium | 334 |
| 7.3.2.7 | Chrom | 334 |
| 7.3.2.8 | Selen | 334 |
| 7.3.2.9 | Molybdän | 334 |
| 7.3.2.10 | Nickel | 334 |
| 7.3.2.11 | Zinn | 334 |
| 7.3.2.12 | Silicium | 334 |
| 7.3.2.13 | Fluor | 335 |
| 7.3.2.14 | Jod | 335 |
| 7.3.3 | Einige nicht-essentielle Spurenelemente | 335 |
| 7.3.3.1 | Bor | 335 |
| 7.3.3.2 | Aluminium | 335 |
| 7.4 | Mineralstoffe bei der Lebensmittelverarbeitung | 336 |
| 7.5 | Literatur | 336 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 8 | Zusatzstoffe | 337 |
| 8.1 | Einführung | 337 |
| 8.2 | Vitamine | 338 |
| 8.3 | Aminosäuren | 338 |
| 8.4 | Mineralstoffe | 338 |
| 8.5 | Aromastoffe | 338 |
| 8.6 | Aromaverstärker | 338 |
| 8.6.1 | Mononatriumglutamat (MSG) | 339 |
| 8.6.2 | 5'-Nucleotide | 339 |
| 8.6.3 | Maltol | 339 |
| 8.6.4 | Sonstige Verbindungen | 339 |
| 8.7 | Zuckeraustauschstoffe | 340 |
| 8.8 | Süßstoffe | 340 |
| 8.8.1 | Strukturelle Voraussetzungen für süßen Geschmack | 340 |
| 8.8.2 | Saccharin | 341 |
| 8.8.3 | Cyclamat | 342 |
| 8.8.4 | Monellin | 342 |
| 8.8.5 | Thaumatine | 343 |
| 8.8.6 | Miraculin | 344 |
| 8.8.7 | Extrakte aus <i>Gymnema silvestre</i> | 344 |
| 8.8.8 | Steviosid | 344 |
| 8.8.9 | Osladin | 344 |
| 8.8.10 | Phyllodulcin | 344 |
| 8.8.11 | Glycyrrhizin | 345 |
| 8.8.12 | Nitroaniline | 345 |
| 8.8.13 | Dihydrochalcone | 345 |
| 8.8.14 | Dulcin | 345 |
| 8.8.15 | Oxime | 346 |
| 8.8.16 | Oxathiazindioxide | 346 |
| 8.8.17 | Dipeptidester | 346 |
| 8.9 | Farbstoffe | 347 |
| 8.10 | Säuren | 347 |
| 8.10.1 | Essigsäure und andere Fettsäuren | 347 |
| 8.10.2 | Bernsteinsäure | 347 |
| 8.10.3 | Bernsteinsäureanhydrid | 351 |
| 8.10.4 | Adipinsäure | 351 |
| 8.10.5 | Fumarsäure | 352 |
| 8.10.6 | Milchsäure | 352 |
| 8.10.7 | Äpfelsäure | 352 |
| 8.10.8 | Weinsäure | 352 |
| 8.10.9 | Citronensäure | 352 |
| 8.10.10 | Phosphorsäure | 353 |
| 8.10.11 | Salzsäure, Schwefelsäure | 353 |
| 8.10.12 | Glucono- δ -lacton | 353 |
| 8.11 | Basen | 353 |
| 8.12 | Antimikrobielle Stoffe | 353 |
| 8.12.1 | Benzoessäure | 353 |
| 8.12.2 | Ester der p-Hydroxybenzoessäure (PHB-Ester) | 354 |
| 8.12.3 | Sorbinsäure (2,4-Hexadiencarbonsäure) | 355 |
| 8.12.4 | Propionsäure | 356 |
| 8.12.5 | Essigsäure | 356 |
| 8.12.6 | SO ₂ und Sulfite | 356 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 8.12.7 | Diethyldicarbonat, Dimethyldicarbonat | 356 |
| 8.12.8 | Ethylenoxid, Propylenoxid | 357 |
| 8.12.9 | Nitrit, Nitrat | 357 |
| 8.12.10 | Antibiotica | 357 |
| 8.12.11 | Diphenyl. | 358 |
| 8.12.12 | o-Phenylphenol | 358 |
| 8.12.13 | Thiabendazol, 2-(4-Thiazolyl)benzimidazol | 358 |
| 8.13 | Antioxidantien | 358 |
| 8.14 | Komplexbildner | 358 |
| 8.15 | Grenzflächenaktive Stoffe (Tenside) | 359 |
| 8.15.1 | Allgemeines über Emulsionen. | 359 |
| 8.15.2 | Wirkung von Emulgatoren | 360 |
| 8.15.3 | HLB-Wert | 361 |
| 8.15.4 | Synthetische Emulgatoren | 362 |
| 8.15.4.1 | Mono-, Diacylglyceride und Derivate | 362 |
| 8.15.4.2 | Zuckerester | 362 |
| 8.15.4.3 | Sorbitanfettsäureester | 362 |
| 8.15.4.4 | Polyoxyethylensorbitansäureester | 362 |
| 8.15.4.5 | Stearyl-2-lactylat | 362 |
| 8.16 | Dickungsmittel, Gelbildner, Stabilisatoren | 363 |
| 8.17 | Feucht- und Weichhaltungsmittel | 363 |
| 8.18 | Mittel zur Erhaltung der Rieselfähigkeit | 363 |
| 8.19 | Bleichmittel | 363 |
| 8.20 | Klärhilfsmittel | 363 |
| 8.21 | Treibgase, Schutzgase | 363 |
| 8.22 | Literatur. | 364 |
| 9 | Kontamination von Lebensmitteln | 365 |
| 9.1 | Allgemeines | 365 |
| 9.2 | Toxische Spurenelemente | 367 |
| 9.2.1 | Quecksilber | 367 |
| 9.2.2 | Blei | 367 |
| 9.2.3 | Cadmium | 368 |
| 9.2.4 | Radionuklide | 369 |
| 9.3 | Toxische Verbindungen mikrobieller Herkunft | 371 |
| 9.3.1 | Lebensmittelvergiftungen bakteriellen Ursprungs | 371 |
| 9.3.2 | Mykotoxine | 372 |
| 9.4 | Pesticide. | 372 |
| 9.4.1 | Allgemeines | 372 |
| 9.4.2 | Insecticide | 379 |
| 9.4.3 | Herbicide | 380 |
| 9.4.4 | Fungicide | 381 |
| 9.5 | Tierarzneimittel und Futtermittelzusatzstoffe. | 381 |
| 9.5.1 | Allgemeines | 381 |
| 9.5.2 | Antibiotica | 383 |
| 9.5.3 | Glucocorticoide | 383 |
| 9.5.4 | Sexualhormone | 383 |
| 9.5.5 | Psychopharmaca | 386 |
| 9.5.6 | Thyreostatica. | 386 |
| 9.5.7 | Coccidiostatica | 386 |
| 9.5.8 | Sonstige Verbindungen | 386 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 9.6 | Polychlorierte Biphenyle (PCB) | 386 |
| 9.7 | Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) | 386 |
| 9.8 | Nitrosamine | 387 |
| 9.9 | Reinigungs- und Desinfektionsmittel | 389 |
| 9.10 | Literatur. | 389 |
| 10 | Milch und Milchprodukte | 391 |
| 10.1 | Milch | 391 |
| 10.1.1 | Physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften | 391 |
| 10.1.2 | Zusammensetzung. | 392 |
| 10.1.2.1 | Proteine | 392 |
| 10.1.2.1.1 | Caseinfraktion | 394 |
| 10.1.2.1.2 | Molkenproteine | 399 |
| 10.1.2.2 | Kohlenhydrate | 400 |
| 10.1.2.3 | Lipide | 401 |
| 10.1.2.4 | Organische Säuren | 403 |
| 10.1.2.5 | Mineralstoffe | 403 |
| 10.1.2.6 | Vitamine. | 403 |
| 10.1.2.7 | Enzyme | 403 |
| 10.1.3 | Milchbehandlung | 403 |
| 10.1.4 | Milchsorten | 406 |
| 10.2 | Milchprodukte | 406 |
| 10.2.1 | Sauermilchprodukte | 406 |
| 10.2.1.1 | Sauermilch | 406 |
| 10.2.1.2 | Yoghurt | 407 |
| 10.2.1.3 | Kefir und Kumys | 407 |
| 10.2.1.4 | Tätte | 407 |
| 10.2.2 | Sahne (Rahm) | 407 |
| 10.2.3 | Butter. | 408 |
| 10.2.3.1 | Rahmgewinnung | 408 |
| 10.2.3.2 | Rahmreifung und -säuerung | 408 |
| 10.2.3.3 | Butterung | 408 |
| 10.2.3.4 | Verpackung | 409 |
| 10.2.3.5 | Abgeleitete Produkte | 409 |
| 10.2.4 | Kondensmilch | 409 |
| 10.2.5 | Trockenmilchprodukte | 409 |
| 10.2.6 | Speiseeis | 410 |
| 10.2.7 | Käse | 410 |
| 10.2.7.1 | Gewinnung der Käsemasse | 410 |
| 10.2.7.2 | Reifung | 412 |
| 10.2.7.3 | Schmelzkäse | 415 |
| 10.2.8 | Sonstige Produkte. | 415 |
| 10.2.8.1 | Casein, Caseinate, Copräzipitat | 415 |
| 10.2.8.2 | Molkenprodukte | 416 |
| 10.2.8.3 | Lactose | 416 |
| 10.3 | Literatur. | 416 |
| 11 | Eier | 418 |
| 11.1 | Einführung. | 418 |
| 11.2 | Aufbau, physikalische Eigenschaften und Zusammensetzung | 418 |
| 11.2.1 | Allgemeines | 418 |
| 11.2.2 | Schale | 419 |
| 11.2.3 | Eiklar (Weißei) | 419 |
| 11.2.3.1 | Proteine | 420 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 11.2.3.1.1 | Ovalbumin | 421 |
| 11.2.3.1.2 | Conalbumin (Ovotransferrin) | 421 |
| 11.2.3.1.3 | Ovomucoid | 421 |
| 11.2.3.1.4 | Lysozym (Ovoglobulin G ₁) | 421 |
| 11.2.3.1.5 | Ovoglobuline G ₂ und G ₃ | 422 |
| 11.2.3.1.6 | Ovomucin | 422 |
| 11.2.3.1.7 | Flavoprotein | 422 |
| 11.2.3.1.8 | Ovoinhibitor | 422 |
| 11.2.3.1.9 | Avidin | 422 |
| 11.2.3.2 | Andere Bestandteile | 422 |
| 11.2.3.2.1 | Lipide | 422 |
| 11.2.3.2.2 | Kohlenhydrate | 422 |
| 11.2.3.2.3 | Mineralstoffe | 423 |
| 11.2.3.2.4 | Vitamine | 423 |
| 11.2.4 | Eidotter (Eigelb) | 423 |
| 11.2.4.1 | Proteine der Granula | 424 |
| 11.2.4.1.1 | Lipovitelline | 424 |
| 11.2.4.1.2 | Phosvitin | 424 |
| 11.2.4.2 | Proteine des Plasmas | 425 |
| 11.2.4.2.1 | Lipovitellenine | 425 |
| 11.2.4.2.2 | Livetine | 425 |
| 11.2.4.3 | Lipide | 425 |
| 11.2.4.4 | Andere Bestandteile | 426 |
| 11.2.4.4.1 | Kohlenhydrate | 426 |
| 11.2.4.4.2 | Mineralstoffe | 426 |
| 11.2.4.4.3 | Vitamine | 426 |
| 11.2.4.4.4 | Aromastoffe | 426 |
| 11.3 | Lagerung | 426 |
| 11.4 | Eiprodukte | 426 |
| 11.4.1 | Allgemeines | 426 |
| 11.4.2 | Technisch wichtige Eigenschaften | 427 |
| 11.4.2.1 | Thermische Koagulierbarkeit | 427 |
| 11.4.2.2 | Schaumbildung | 427 |
| 11.4.2.3 | Emulgatorwirkung | 427 |
| 11.4.3 | Trockenprodukte | 427 |
| 11.4.4 | Gefrierprodukte | 428 |
| 11.4.5 | Flüssigprodukte | 429 |
| 11.5 | Literatur | 430 |
| 12 | Fleisch | 431 |
| 12.1 | Einführung | 431 |
| 12.2 | Bau des Muskelgewebes | 431 |
| 12.2.1 | Skelettmuskel | 431 |
| 12.2.2 | Herzmuskel | 433 |
| 12.2.3 | Glatte Muskulatur | 433 |
| 12.3 | Zusammensetzung und Funktion von Muskelgewebe | 433 |
| 12.3.1 | Übersicht | 433 |
| 12.3.2 | Proteine | 435 |
| 12.3.2.1 | Proteine des kontraktiven Apparats und ihre Funktion | 435 |
| 12.3.2.1.1 | Myosin | 435 |
| 12.3.2.1.2 | Actin | 436 |
| 12.3.2.1.3 | Tropomyosin und Troponin | 437 |
| 12.3.2.1.4 | Kontraktion und Relaxation | 437 |
| 12.3.2.1.5 | Actomyosin | 438 |
| 12.3.2.2 | Lösliche Proteine | 438 |
| 12.3.2.2.1 | Enzyme | 438 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 12.3.2.2.2 | Myoglobin | 439 |
| 12.3.2.3 | Unlösliche Proteine | 442 |
| 12.3.2.3.1 | Collagen | 443 |
| 12.3.2.3.2 | Elastin | 447 |
| 12.3.3 | Freie Aminosäuren | 447 |
| 12.3.4 | Peptide | 448 |
| 12.3.5 | Amine | 448 |
| 12.3.6 | Guanidinverbindungen | 448 |
| 12.3.7 | Quartäre Ammoniumverbindungen | 448 |
| 12.3.8 | Purine und Pyrimidine | 449 |
| 12.3.9 | Organische Säuren | 449 |
| 12.3.10 | Kohlenhydrate | 450 |
| 12.3.11 | Vitamine | 450 |
| 12.3.12 | Mineralstoffe | 450 |
| 12.4 | Postmortale Veränderungen im Muskel | 450 |
| 12.4.1 | Rigor mortis | 450 |
| 12.4.2 | Fleischfehler (PSE- und DFD-Fleisch) | 451 |
| 12.4.3 | Fleischreifung | 452 |
| 12.5. | Wasserbindungsvermögen von Fleisch | 452 |
| 12.6 | Fleischarten, Lagerung und Verarbeitung von Fleisch | 454 |
| 12.6.1 | Fleischarten, Schlachtabgänge | 454 |
| 12.6.1.1 | Rindfleisch | 454 |
| 12.6.1.2 | Kalbfleisch | 454 |
| 12.6.1.3 | Hammel- und Schaffleisch | 454 |
| 12.6.1.4 | Ziegenfleisch | 454 |
| 12.6.1.5 | Schweinefleisch | 454 |
| 12.6.1.6 | Pferdefleisch | 454 |
| 12.6.1.7 | Geflügelfleisch | 455 |
| 12.6.1.8 | Wildfleisch | 455 |
| 12.6.1.9 | Innereien und sonstige Nebenprodukte | 455 |
| 12.6.1.10 | Blut | 456 |
| 12.6.1.11 | Innersekretorische Drüsen | 456 |
| 12.6.2 | Lagerungs- und Verarbeitungsverfahren | 456 |
| 12.6.2.1 | Kühlen | 456 |
| 12.6.2.2 | Gefrieren | 457 |
| 12.6.2.3 | Trocknen | 458 |
| 12.6.2.4 | Salzen und Pökeln | 458 |
| 12.6.2.5 | Räuchern | 459 |
| 12.6.2.6 | Erhitzen | 459 |
| 12.7 | Fleischprodukte | 459 |
| 12.7.1 | Fleischkonserven | 459 |
| 12.7.2 | Schinken, Wurstwaren, Pasteten | 459 |
| 12.7.2.1 | Schinken, Speck | 459 |
| 12.7.2.2 | Wurstwaren | 459 |
| 12.7.2.3 | Pasteten und Pains | 462 |
| 12.7.3 | Fleischextrakte und verwandte Produkte | 463 |
| 12.7.3.1 | Rindfleischextrakt | 463 |
| 12.7.3.2 | Walffleischextrakt | 463 |
| 12.7.3.3 | Geflügelfleischextrakt | 463 |
| 12.7.3.4 | Hefeextrakt | 463 |
| 12.7.3.5 | Proteinhydrolysate (Suppenwürzen, hydrolyzed vegetable protein) | 463 |
| 12.8 | Fleischaroma | 464 |
| 12.9 | Analytik | 465 |
| 12.9.1 | Fleisch | 465 |
| 12.9.1.1 | Nachweis der Herkunft | 465 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 12.9.1.2 | Unterscheidung Frisch-/Gefrierfleisch | 466 |
| 12.9.1.3 | Farbe | 467 |
| 12.9.1.4 | Behandlung mit Proteinasepräparaten | 467 |
| 12.9.1.5 | Anabolika | 467 |
| 12.9.1.6 | Antibiotika | 468 |
| 12.9.2 | Fleischprodukte | 468 |
| 12.9.2.1 | Hauptbestandteile | 468 |
| 12.9.2.2 | Fremdwasser | 468 |
| 12.9.2.3 | Bindegewebsfreies Magerfleisch | 468 |
| 12.9.2.3.1 | Bindegewebsweiß | 469 |
| 12.9.2.3.2 | Fremdeiweiß | 469 |
| 12.9.2.4 | Nitrosamine | 470 |
| 12.10 | Literatur | 470 |
| 13 | Fische, Wale, Krusten-, Schalen- und Weichtiere | 472 |
| 13.1 | Fische | 472 |
| 13.1.1 | Einführung | 472 |
| 13.1.2 | Fischarten | 472 |
| 13.1.2.1 | Seefische | 472 |
| 13.1.2.1.1 | Haie | 472 |
| 13.1.2.1.2 | Heringsfische | 473 |
| 13.1.2.1.3 | Dorschfische | 477 |
| 13.1.2.1.4 | Panzerwangen | 477 |
| 13.1.2.1.5 | Barschartige Fische | 477 |
| 13.1.2.1.6 | Plattfische | 477 |
| 13.1.2.2 | Süßwasserfische | 477 |
| 13.1.2.2.1 | Aale | 477 |
| 13.1.2.2.2 | Lachsfische | 477 |
| 13.1.3 | Bau von Haut- und Muskelgewebe | 477 |
| 13.1.4 | Zusammensetzung | 479 |
| 13.1.4.1 | Übersicht | 479 |
| 13.1.4.2 | Proteine | 479 |
| 13.1.4.2.1 | Sarcoplasmaproteine | 479 |
| 13.1.4.2.2 | Kontraktile Proteine | 479 |
| 13.1.4.2.3 | Bindegewebsproteine | 479 |
| 13.1.4.2.4 | Serumproteine | 480 |
| 13.1.4.3 | Andere Stickstoffverbindungen | 480 |
| 13.1.4.4 | Kohlenhydrate | 481 |
| 13.1.4.5 | Lipide | 481 |
| 13.1.4.6 | Vitamine | 481 |
| 13.1.4.7 | Mineralstoffe | 481 |
| 13.1.4.8 | Weitere Inhaltsstoffe | 482 |
| 13.1.5 | Postmortale Veränderungen | 482 |
| 13.1.6 | Lagerung und Verarbeitung von Fisch, Fischprodukte | 482 |
| 13.1.6.1 | Allgemeines | 482 |
| 13.1.6.2 | Kühlen und Gefrieren | 483 |
| 13.1.6.3 | Trocknen | 484 |
| 13.1.6.4 | Salzen | 485 |
| 13.1.6.5 | Räuchern | 485 |
| 13.1.6.6 | Marinaden, Bratfischwaren, Kochfischwaren | 485 |
| 13.1.6.7 | Seelachs | 486 |
| 13.1.6.8 | Anchosen | 486 |
| 13.1.6.9 | Pasteurisierte Fischerzeugnisse | 486 |
| 13.1.6.10 | Fischdauerwaren | 486 |
| 13.1.6.11 | Sonstige Fischzubereitungen | 486 |
| 13.1.6.12 | Fischeier und Fischsperma | 486 |
| 13.1.6.13 | Sonstige Produkte aus Fisch | 487 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 13.2 | Wale | 487 |
| 13.3 | Krustentiere (Krebstiere) | 487 |
| 13.3.1 | Garnelen | 487 |
| 13.3.2 | Flußkreb (Edelkreb) | 488 |
| 13.3.3 | Hummer | 488 |
| 13.3.4 | Langusten | 488 |
| 13.3.5 | Weitere Krebstiere | 488 |
| 13.4 | Weichtiere (<i>Mollusca</i>) | 488 |
| 13.4.1 | Muscheln (<i>Bivalvia</i>) | 488 |
| 13.4.2 | Schnecken | 489 |
| 13.4.3 | Tintenfische | 489 |
| 13.4.4 | Schildkröten | 489 |
| 13.4.5 | Froschschenkel | 489 |
| 13.5 | Literatur | 489 |
| 14 | Speisefette und Speiseöle | 490 |
| 14.1 | Einführung | 490 |
| 14.2 | Daten zur Fetterzeugung und zum -verbrauch | 490 |
| 14.3 | Einzelne Fette und ihre Herkunft | 490 |
| 14.3.1 | Tierische Fette | 490 |
| 14.3.1.1 | Landtierfette | 490 |
| 14.3.1.1.1 | Rindertalg | 490 |
| 14.3.1.1.2 | Hammeltalg | 493 |
| 14.3.1.1.3 | Schweineschmalz | 493 |
| 14.3.1.1.4 | Gäneschmalz | 493 |
| 14.3.1.2 | Seetieröle | 494 |
| 14.3.1.2.1 | Walöl | 494 |
| 14.3.1.2.2 | Robbenöle | 494 |
| 14.3.1.2.3 | Heringsöle | 494 |
| 14.3.2 | Pflanzenfette | 494 |
| 14.3.2.1 | Fruchtfleischfette | 494 |
| 14.3.2.1.1 | Olivenöl | 494 |
| 14.3.2.1.2 | Palmöl | 495 |
| 14.3.2.2 | Samenfette | 495 |
| 14.3.2.2.1 | Gewinnung | 496 |
| 14.3.2.2.2 | Laurin- und myristinsäurereiche Fette | 496 |
| 14.3.2.2.3 | Palmitin- und stearinsäurereiche Fette | 497 |
| 14.3.2.2.4 | Palmitinsäurereiche Öle | 497 |
| 14.3.2.2.5 | Palmitinsäurearme, öl- und linolsäurereiche Öle | 498 |
| 14.4 | Bearbeitung der Fette, Fettprodukte | 500 |
| 14.4.1 | Raffination | 500 |
| 14.4.1.1 | Entleithinierung | 500 |
| 14.4.1.2 | Entschleimung | 501 |
| 14.4.1.3 | Abtrennung der freien Fettsäuren (Entsäuerung) | 501 |
| 14.4.1.4 | Bleichung | 501 |
| 14.4.1.5 | Dämpfung (Desodorierung) | 502 |
| 14.4.1.6 | Produktkontrolle | 502 |
| 14.4.2 | Hydrierung (Härtung) | 502 |
| 14.4.2.1 | Allgemeines | 502 |
| 14.4.2.2 | Katalysatoren | 503 |
| 14.4.2.3 | Prozeßführung | 504 |
| 14.4.3 | Umesterung | 504 |
| 14.4.4 | Fraktionierung | 505 |
| 14.4.5 | Herstellung und Eigenschaften von Margarine | 506 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 14.4.5.1 | Zusammensetzung | 506 |
| 14.4.5.2 | Herstellung | 506 |
| 14.4.5.3 | Margarinesorten | 506 |
| 14.4.6 | Mayonnaise | 508 |
| 14.4.7 | Fettpulver | 508 |
| 14.5 | Analyse | 508 |
| 14.5.1 | Fettbestimmung in Lebensmitteln | 508 |
| 14.5.2 | Identifizierung von Fetten | 509 |
| 14.5.2.1 | Chemische Kennzahlen | 509 |
| 14.5.2.2 | Farbreaktionen | 509 |
| 14.5.2.3 | Gaschromatographische Analyse der Fettsäurezusammensetzung | 509 |
| 14.5.2.4 | Bestandteile des Unverseifbaren | 510 |
| 14.5.2.5 | Schmelzpunkt | 510 |
| 14.5.3 | Bestimmung der Qualität | 511 |
| 14.5.3.1 | Lipolyse | 511 |
| 14.5.3.2 | Oxidativer Fettverderb | 511 |
| 14.5.3.2.1 | Oxidationszustand | 511 |
| 14.5.3.2.2 | Voraussage der Lagerstabilität | 512 |
| 14.5.3.3 | Thermische Belastung | 512 |
| 14.6 | Literatur | 513 |
| 15 | Getreide und Getreideprodukte | 514 |
| 15.1 | Einführung | 514 |
| 15.1.1 | Vorbemerkung | 514 |
| 15.1.2 | Abstammung | 514 |
| 15.1.3 | Erzeugung | 517 |
| 15.1.4 | Anatomie — Chemische Zusammensetzung im Überblick | 517 |
| 15.1.5 | Sonderstellung des Weizens — Kleberbildung | 519 |
| 15.1.6 | Cöliakie | 519 |
| 15.2 | Einzelne Inhaltsstoffe | 519 |
| 15.2.1 | Proteine | 520 |
| 15.2.1.1 | Unterschiede in der Aminosäurezusammensetzung | 520 |
| 15.2.1.2 | Überblick über die <i>Osborne</i> -Fraktionen der Getreidearten | 520 |
| 15.2.1.3 | Kleberproteine | 522 |
| 15.2.1.3.1 | Weizenprolamine | 522 |
| 15.2.1.3.2 | Weizengluteline | 523 |
| 15.2.1.3.3 | Kleberbildung | 524 |
| 15.2.2 | Enzyme | 525 |
| 15.2.2.1 | Amylasen | 525 |
| 15.2.2.2 | Proteinasen | 525 |
| 15.2.2.3 | Lipasen | 525 |
| 15.2.2.4 | Phytase | 525 |
| 15.2.2.5 | Lipoxygenasen | 526 |
| 15.2.2.6 | Peroxidase, Katalase | 526 |
| 15.2.2.7 | Glutathion-Dehydrogenase | 526 |
| 15.2.3 | Kohlenhydrate | 526 |
| 15.2.3.1 | Stärke | 526 |
| 15.2.3.2 | Nicht-Stärke-Polysaccharide | 527 |
| 15.2.3.2.1 | Pentosane | 528 |
| 15.2.3.2.2 | β -Glucane | 528 |
| 15.2.3.2.3 | Glucofructane | 529 |
| 15.2.3.2.4 | Cellulose | 529 |
| 15.2.3.3 | Zucker | 529 |
| 15.2.4 | Lipide | 529 |
| 15.3 | Getreide-Vermahlung | 531 |
| 15.3.1 | Brotgetreide | 531 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 15.3.1.1 | Lagerung | 531 |
| 15.3.1.2 | Vermahlung | 531 |
| 15.3.1.3 | Mahlprodukte | 532 |
| 15.3.1.4 | Stärkemehle | 534 |
| 15.3.2 | Nicht-Brotgetreide | 534 |
| 15.3.2.1 | Mais | 534 |
| 15.3.2.2 | Spelzgetreide | 534 |
| 15.3.2.2.1 | Reis | 534 |
| 15.3.2.2.2 | Hafer | 535 |
| 15.3.2.2.3 | Gerste | 535 |
| 15.4 | Backwaren | 535 |
| 15.4.1 | Rohstoffe | 535 |
| 15.4.1.1 | Weizenmehl | 536 |
| 15.4.1.1.1 | Chemische Untersuchungen | 536 |
| 15.4.1.1.2 | Physikalische Untersuchungen | 537 |
| 15.4.1.1.3 | Backversuch | 539 |
| 15.4.1.2 | Roggenmehl | 540 |
| 15.4.1.3 | Lagerung | 540 |
| 15.4.1.4 | Beeinflussung der Backeigenschaften von Weizenmehlen durch Zusätze | 540 |
| 15.4.1.4.1 | Ascorbinsäure | 541 |
| 15.4.1.4.2 | Bromat, Azodicarbonamid | 542 |
| 15.4.1.4.3 | Lipoxygenase | 543 |
| 15.4.1.4.4 | Cystein | 543 |
| 15.4.1.4.5 | Proteinasen | 543 |
| 15.4.1.4.6 | Kochsalz | 544 |
| 15.4.1.4.7 | Emulgatoren, Fette | 544 |
| 15.4.1.4.8 | α -Amylase | 544 |
| 15.4.1.4.9 | Milch- und Sojaprodukte | 545 |
| 15.4.1.5 | Beeinflussung der Backeigenschaften von Roggenmehlen durch Zusätze | 545 |
| 15.4.1.5.1 | Quellmehl | 545 |
| 15.4.1.5.2 | Säuerungsmittel | 545 |
| 15.4.1.6 | Zusätze zur Teiglockerung | 546 |
| 15.4.1.6.1 | Hefe | 546 |
| 15.4.1.6.2 | Chemische Lockerungsmittel | 546 |
| 15.4.2 | Teigherstellung | 546 |
| 15.4.2.1 | Hefeführung | 546 |
| 15.4.2.1.1 | Direkte Hefeführung | 546 |
| 15.4.2.1.2 | Indirekte Hefeführung | 546 |
| 15.4.2.2 | Sauerführung | 546 |
| 15.4.2.3 | Kneten | 548 |
| 15.4.2.4 | Gärführung | 549 |
| 15.4.2.5 | Vorgänge bei der Teigbildung | 549 |
| 15.4.3 | Backprozeß | 551 |
| 15.4.3.1 | Bedingungen | 551 |
| 15.4.3.2 | Chemische und physikalische Veränderungen | 551 |
| 15.4.3.2.1 | Textur | 551 |
| 15.4.3.2.2 | Aroma | 552 |
| 15.4.4 | Veränderungen bei der Lagerung | 553 |
| 15.4.5 | Brotarten | 555 |
| 15.5 | Teigwaren | 555 |
| 15.5.1 | Rohstoffe | 555 |
| 15.5.2 | Zusätze | 555 |
| 15.5.3 | Herstellung | 556 |
| 15.6 | Literatur | 556 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 16 | Hülsenfrüchte | 559 |
| 16.1 | Einführung | 559 |
| 16.2 | Einzelne Inhaltsstoffe | 559 |
| 16.2.1 | Reserveproteine | 559 |
| 16.2.2 | Enzyme | 562 |
| 16.2.3 | Inhibitoren für Proteinasen | 562 |
| 16.2.4 | Hämagglutinine (Lectine) | 565 |
| 16.2.5 | Kohlenhydrate | 566 |
| 16.2.6 | Cyanogene Glykoside | 566 |
| 16.2.7 | Lipide | 568 |
| 16.2.8 | Vitamine, Mineralstoffe | 568 |
| 16.2.9 | Coumestrol | 568 |
| 16.2.10 | Saponine | 569 |
| 16.3 | Verarbeitung, Produkte | 569 |
| 16.3.1 | Sojabohnen, Erdnüsse | 569 |
| 16.3.1.1 | Einzelne Produkte | 570 |
| 16.3.1.1.1 | Sojaweiß | 570 |
| 16.3.1.1.2 | Sojamilch | 570 |
| 16.3.1.1.3 | Tofu | 570 |
| 16.3.1.1.4 | Sojasoße (Shoyu) | 571 |
| 16.3.2 | Erbsen, Bohnen | 571 |
| 16.4 | Literatur | 571 |
| 17 | Gemüse und Gemüseprodukte | 573 |
| 17.1 | Gemüse | 573 |
| 17.1.1 | Einführung | 573 |
| 17.1.2 | Zusammensetzung | 573 |
| 17.1.2.1 | Stickstoffverbindungen | 573 |
| 17.1.2.1.1 | Proteine | 573 |
| 17.1.2.1.2 | Freie Aminosäuren | 573 |
| 17.1.2.1.3 | Amine | 585 |
| 17.1.2.2 | Kohlenhydrate | 585 |
| 17.1.2.2.1 | Mono- und Oligosaccharide, Zuckeralkohole | 585 |
| 17.1.2.2.2 | Polysaccharide | 585 |
| 17.1.2.3 | Lipide | 586 |
| 17.1.2.4 | Organische Säuren | 586 |
| 17.1.2.5 | Phenolische Verbindungen | 586 |
| 17.1.2.6 | Aromastoffe | 587 |
| 17.1.2.6.1 | Pilze | 587 |
| 17.1.2.6.2 | Wurzelpetersilie | 587 |
| 17.1.2.6.3 | Kartoffel | 587 |
| 17.1.2.6.4 | Knollensellerie | 588 |
| 17.1.2.6.5 | Radieschen/Rettich | 588 |
| 17.1.2.6.6 | Rote Rübe | 589 |
| 17.1.2.6.7 | Küchenzwiebel, Knoblauch | 589 |
| 17.1.2.6.8 | Brunnenkresse | 590 |
| 17.1.2.6.9 | Rotkohl, Weißkohl, Rosenkohl | 590 |
| 17.1.2.6.10 | Blumenkohl | 590 |
| 17.1.2.6.11 | Erbse | 590 |
| 17.1.2.6.12 | Gurke | 592 |
| 17.1.2.6.13 | Tomate | 592 |
| 17.1.2.7 | Vitamine | 592 |
| 17.1.2.8 | Mineralstoffe | 593 |
| 17.1.2.9 | Sonstige Inhaltsstoffe | 593 |
| 17.1.2.9.1 | Chlorophylle | 593 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 17.1.2.9.2 | Betalaine | 594 |
| 17.1.2.9.3 | Goitrogene Substanzen | 595 |
| 17.1.3 | Lagerung | 596 |
| 17.2 | Gemüseprodukte | 596 |
| 17.2.1 | Trockengemüse | 596 |
| 17.2.2 | Gemüse in Dosen und Gläsern | 597 |
| 17.2.3 | Tiefgefrorenes Gemüse | 598 |
| 17.2.4 | Gärungsgemüse | 599 |
| 17.2.4.1 | Saure Gurken (Salzgurken, Salzdillgurken) | 599 |
| 17.2.4.2 | Andere Gemüsearten | 599 |
| 17.2.4.3 | Sauerkraut | 599 |
| 17.2.4.4 | Fehlerhafte Gärprodukte | 600 |
| 17.2.5 | Essiggemüse | 600 |
| 17.2.6 | Salzgemüse | 600 |
| 17.2.7 | Gemüsesäfte | 601 |
| 17.2.8 | Gemüsemark | 601 |
| 17.2.9 | Gemüsepulver | 601 |
| 17.3 | Literatur | 601 |
| 18 | Obst und Obstprodukte | 602 |
| 18.1 | Obst | 602 |
| 18.1.1 | Einführung | 602 |
| 18.1.2 | Zusammensetzung | 602 |
| 18.1.2.1 | Stickstoffverbindungen | 602 |
| 18.1.2.1.1 | Proteine | 602 |
| 18.1.2.1.2 | Freie Aminosäuren | 602 |
| 18.1.2.1.3 | Amine | 610 |
| 18.1.2.2 | Kohlenhydrate | 612 |
| 18.1.2.2.1 | Monosaccharide | 612 |
| 18.1.2.2.2 | Oligosaccharide | 612 |
| 18.1.2.2.3 | Zuckeralkohole | 613 |
| 18.1.2.2.4 | Polysaccharide | 613 |
| 18.1.2.3 | Lipide | 613 |
| 18.1.2.3.1 | Fruchtfleischlipide (außer Carotinoide und Triterpenoide) | 613 |
| 18.1.2.3.2 | Carotinoide | 613 |
| 18.1.2.3.3 | Triterpenoide | 614 |
| 18.1.2.3.4 | Fruchtwachse | 615 |
| 18.1.2.4 | Organische Säuren | 615 |
| 18.1.2.5 | Phenolische Verbindungen | 618 |
| 18.1.2.5.1 | Hydroxycimtsäuren, Hydroxycumarine und Hydroxybenzoesäuren | 618 |
| 18.1.2.5.2 | Catechine (3-Hydroxyflavane) und Leucoanthocyanidine (3,4-Dihydroxyflavane) | 621 |
| 18.1.2.5.3 | Anthocyanidine | 621 |
| 18.1.2.5.4 | Flavanone | 624 |
| 18.1.2.5.5 | Flavone, Flavonole | 626 |
| 18.1.2.5.6 | Biosynthese der Flavonoide | 628 |
| 18.1.2.5.7 | Technologische Bedeutung der phenolischen Verbindungen | 628 |
| 18.1.2.6 | Aromastoffe | 628 |
| 18.1.2.6.1 | Banane | 628 |
| 18.1.2.6.2 | Weintraube | 629 |
| 18.1.2.6.3 | Citrusfrüchte | 629 |
| 18.1.2.6.4 | Apfel | 630 |
| 18.1.2.6.5 | Himbeere | 630 |
| 18.1.2.6.6 | Aprikose | 630 |
| 18.1.2.6.7 | Pfirsich | 630 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 18.1.2.6.8 | Passionsfrucht | 630 |
| 18.1.2.6.9 | Erdbeere | 630 |
| 18.1.2.7 | Vitamine | 630 |
| 18.1.2.8 | Mineralstoffe | 633 |
| 18.1.3 | Chemische Veränderungen während der Reifung | 633 |
| 18.1.3.1 | Änderungen der Atmungsintensität | 633 |
| 18.1.3.2 | Änderungen in Stoffwechselwegen | 634 |
| 18.1.3.3 | Stoffliche Änderungen | 634 |
| 18.1.3.3.1 | Kohlenhydrate | 634 |
| 18.1.3.3.2 | Proteine, Enzyme | 635 |
| 18.1.3.3.3 | Lipide | 636 |
| 18.1.3.3.4 | Säuren | 636 |
| 18.1.3.3.5 | Farbstoffe | 636 |
| 18.1.3.3.6 | Aromastoffe | 636 |
| 18.1.4 | Chemische Beeinflussung der Reifung | 636 |
| 18.1.4.1 | Verbindungen mit verzögernder Wirkung | 636 |
| 18.1.4.2 | Verbindungen mit beschleunigender Wirkung | 638 |
| 18.1.5 | Lagerung | 640 |
| 18.1.5.1 | Kühlagerung | 640 |
| 18.1.5.2 | Lagerung in kontrollierter Atmosphäre | 640 |
| .. | | |
| 18.2 | Obstprodukte | 640 |
| 18.2.1 | Trockenobst | 640 |
| 18.2.2 | Obst in Dosen und Gläsern | 641 |
| 18.2.3 | Tiefgefrorenes Obst | 642 |
| 18.2.4 | Rumfrüchte, Früchte in Dickzucker u. a. | 642 |
| 18.2.5 | Fruchtpulpe und Fruchtmark | 643 |
| 18.2.6 | Marmelade, Konfitüre, Gelee | 643 |
| 18.2.7 | Pflaumenmus | 644 |
| 18.2.8 | Obstkraut | 644 |
| 18.2.9 | Fruchtsaft | 644 |
| 18.2.10 | Fruchtnektar | 645 |
| 18.2.11 | Fruchtsaftkonzentrat | 646 |
| 18.2.12 | Fruchtsirup | 647 |
| 18.2.13 | Fruchtpulver | 647 |
| 18.3 | Alkoholfreie Erfrischungsgetränke | 647 |
| 18.3.1 | Fruchtsaftgetränke | 647 |
| 18.3.2 | Limonaden, Kalt- und Heißgetränke | 648 |
| 18.3.3 | Coffeinhaltige Erfrischungsgetränke | 648 |
| 18.3.4 | Brausen, künstliche Heiß- und Kaltgetränke | 648 |
| 18.4 | Literatur | 648 |
| 19 | Zucker, Zuckeralkohole und Honig | 650 |
| 19.1 | Zucker, Zuckeralkohole und Zuckerwaren | 650 |
| 19.1.1 | Einführung | 650 |
| 19.1.2 | Eigenschaften aus technologischer Sicht | 650 |
| 19.1.3 | Eigenschaften aus ernährungsphysiologischer Sicht | 655 |
| 19.1.4 | Einzelne Zucker und Zuckeralkohole | 655 |
| 19.1.4.1 | Saccharose (Rohrzucker, Rübenzucker) | 655 |
| 19.1.4.1.1 | Allgemeines | 655 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 19.1.4.1.2 | Gewinnung von Rübenzucker | 656 |
| 19.1.4.1.3 | Gewinnung von Rohrzucker | 658 |
| 19.1.4.1.4 | Weitere Saccharosequellen | 659 |
| 19.1.4.1.5 | Verpackung und Lagerung | 659 |
| 19.1.4.1.6 | Zuckersorten | 659 |
| 19.1.4.1.7 | Zusammensetzung der Zuckersorten | 660 |
| 19.1.4.1.8 | Melasse | 660 |
| 19.1.4.2 | Folgeprodukte der Saccharose | 660 |
| 19.1.4.3 | Stärkeabbauprodukte | 660 |
| 19.1.4.3.1 | Allgemeines | 660 |
| 19.1.4.3.2 | Stärkesirup (Glucosesirup, Maltosesirup) | 660 |
| 19.1.4.3.3 | Trockenstärkesirup (Trockenglucosesirup) | 662 |
| 19.1.4.3.4 | Glucose (Dextrose) | 662 |
| 19.1.4.3.5 | Glucose-Fructose-Sirup | 662 |
| 19.1.4.3.6 | Folgeprodukte von Stärkesirup | 662 |
| 19.1.4.4 | Milchzucker (Lactose) und Folgeprodukte | 662 |
| 19.1.4.5 | Fruchtzucker (Fructose) | 663 |
| 19.1.4.6 | Sorbit | 663 |
| 19.1.4.7 | Sorbose | 663 |
| 19.1.4.8 | Xylit | 663 |
| 19.1.4.9 | Mannit | 663 |
| 19.1.5 | Zuckerwaren | 663 |
| 19.1.5.1 | Allgemeines | 663 |
| 19.1.5.2 | Marzipan | 664 |
| 19.1.5.3 | Persipan | 664 |
| 19.1.5.4 | Andere Rohmassen | 664 |
| 19.1.5.5 | Nugatmasse | 664 |
| 19.1.5.6 | Krokant | 664 |
| 19.1.5.7 | Lakritzen und Lakritzwaren | 664 |
| 19.1.5.8 | Gebrannte Mandeln | 665 |
| 19.1.5.9 | Kaugummi | 665 |
| 19.1.5.10 | Brauselimonadenpulver | 665 |
| 19.2 | Honig und Invertzuckercreme (Kunsthonig) | 665 |
| 19.2.1 | Honig | 665 |
| 19.2.1.1 | Einführung | 665 |
| 19.2.1.2 | Gewinnung und Arten | 666 |
| 19.2.1.3 | Verarbeitung | 667 |
| 19.2.1.4 | Physikalische Eigenschaften | 667 |
| 19.2.1.5 | Zusammensetzung | 668 |
| 19.2.1.6 | Lagerung | 671 |
| 19.2.1.7 | Verwendung | 672 |
| 19.2.2 | Invertzuckercreme (Kunsthonig) | 672 |
| 19.2.2.1 | Einführung | 672 |
| 19.2.2.2 | Herstellung | 672 |
| 19.2.2.3 | Zusammensetzung | 673 |
| 19.2.2.4 | Verwendung | 673 |
| 19.3 | Literatur | 673 |
| 20. | Alkoholische Getränke | 674 |
| 20.1 | Bier | 674 |
| 20.1.1 | Einführung | 674 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 20.1.2 | Rohstoffe | 675 |
| 20.1.2.1 | Gerste | 675 |
| 20.1.2.2 | Andere stärke- und zuckerhaltige Rohstoffe | 675 |
| 20.1.2.2.1 | Weizenmalz | 675 |
| 20.1.2.2.2 | Rohfrucht | 676 |
| 20.1.2.2.3 | Sirupe, Extraktpulver | 676 |
| 20.1.2.2.4 | Malzextrakte, Würzekonzentrate | 676 |
| 20.1.2.2.5 | Brauzucker | 676 |
| 20.1.2.3 | Hopfen | 676 |
| 20.1.2.3.1 | Allgemeines | 676 |
| 20.1.2.3.2 | Zusammensetzung | 676 |
| 20.1.2.3.3 | Verarbeitung | 678 |
| 20.1.2.4 | Brauwasser | 678 |
| 20.1.2.5 | Bierhefe | 679 |
| 20.1.3 | Malzbereitung | 679 |
| 20.1.3.1 | Weichen | 679 |
| 20.1.3.2 | Keimen | 679 |
| 20.1.3.3 | Darren | 679 |
| 20.1.3.4 | Kontinuierliche Verfahren | 680 |
| 20.1.3.5 | Spezialmalze | 680 |
| 20.1.4 | Würzbereitung | 680 |
| 20.1.4.1 | Schroten der Malze | 680 |
| 20.1.4.2 | Maischen | 680 |
| 20.1.4.3 | Abtrennung der Treber | 681 |
| 20.1.4.4 | Kochen und Hopfen der Würze | 681 |
| 20.1.4.5 | Kontinuierliche Verfahren | 681 |
| 20.1.5 | Gärung | 681 |
| 20.1.5.1 | Untergärung | 681 |
| 20.1.5.2 | Obergärung | 682 |
| 20.1.5.3 | Kontinuierliche Verfahren, Schnellverfahren | 682 |
| 20.1.6 | Abfüllen | 682 |
| 20.1.7 | Zusammensetzung | 682 |
| 20.1.7.1 | Ethanol | 682 |
| 20.1.7.2 | Extrakt, Stammwürze | 682 |
| 20.1.7.3 | Säuren | 683 |
| 20.1.7.4 | Stickstoffverbindungen | 683 |
| 20.1.7.5 | Kohlenhydrate | 683 |
| 20.1.7.6 | Mineralstoffe | 683 |
| 20.1.7.7 | Vitamine | 683 |
| 20.1.7.8 | Aromastoffe | 683 |
| 20.1.7.9 | Schaumbildner | 684 |
| 20.1.8 | Biertypen | 684 |
| 20.1.8.1 | Obergärige Biere | 684 |
| 20.1.8.2 | Untergärige Biere | 684 |
| 20.1.8.3 | Diätbiere | 684 |
| 20.1.8.4 | Übersee-Exportbiere | 684 |
| 20.1.9 | Biergeschmack und Bierfehler | 685 |
| 20.2 | Wein | 685 |
| 20.2.1 | Einführung | 685 |
| 20.2.2 | Rebsorten | 688 |
| 20.2.3 | Traubenmost | 691 |
| 20.2.3.1 | Entwicklung und Lese der Trauben | 691 |
| 20.2.3.2 | Gewinnung und Behandlung des Mostes | 692 |
| 20.2.3.3 | Zusammensetzung des Mostes | 692 |
| 20.2.4 | Gärung | 693 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 20.2.5 | Kellerbehandlung nach der Gärung, Lagerung | 694 |
| 20.2.5.1 | Abstechen, Lagern und Reifen | 694 |
| 20.2.5.2 | Schwefeln | 695 |
| 20.2.5.3 | Klären. | 695 |
| 20.2.5.4 | Verbessern | 695 |
| 20.2.6 | Zusammensetzung der Weine. | 696 |
| 20.2.6.1 | Extrakt | 696 |
| 20.2.6.2 | Kohlenhydrate | 696 |
| 20.2.6.3 | Ethanol | 696 |
| 20.2.6.4 | Andere Alkohole | 696 |
| 20.2.6.5 | Säuren. | 696 |
| 20.2.6.6 | Phenolische Verbindungen | 697 |
| 20.2.6.7 | Stickstoffverbindungen | 697 |
| 20.2.6.8 | Mineralstoffe | 697 |
| 20.2.6.9 | Aromastoffe | 697 |
| 20.2.7 | Fehler des Weines. | 698 |
| 20.2.8 | Dessertweine | 699 |
| 20.2.9 | Schaumwein | 700 |
| 20.2.9.1 | Flaschengärung (méthode champenoise) | 700 |
| 20.2.9.2 | Großbraugärverfahren (produit en cuve close) | 701 |
| 20.2.9.3 | Imprägnierverfahren | 701 |
| 20.2.9.4 | Verschiedene Schaumweintypen | 701 |
| 20.2.10 | Weinähnliche Getränke | 701 |
| 20.2.10.1 | Obstweine | 702 |
| 20.2.10.2 | Malzweine, Met | 702 |
| 20.2.10.3 | Sonstige Erzeugnisse | 702 |
| 20.2.11 | Weinhaltige Getränke | 702 |
| 20.2.11.1 | Wermutwein | 702 |
| 20.2.11.2 | Kräuterweine (aromatische Weine) | 702 |
| 20.2.11.3 | Arzneiweine oder Medizinische Weine | 702 |
| 20.2.11.4 | Maiwein und Bowlen | 703 |
| 20.2.11.5 | Weinpunsch | 703 |
| 20.3 | Spirituosen. | 703 |
| 20.3.1 | Einführung. | 703 |
| 20.3.2 | Branntweine | 703 |
| 20.3.2.1 | Herstellung von Branntwein | 703 |
| 20.3.2.2 | Herstellung von Spiritus | 704 |
| 20.3.2.3 | Branntweine aus Wein, Obst, Getreide und Zuckerrohrstoffen | 704 |
| 20.3.2.3.1 | Branntwein aus Wein | 705 |
| 20.3.2.3.2 | Obstbranntweine | 705 |
| 20.3.2.3.3 | Enzianbranntwein. | 706 |
| 20.3.2.3.4 | Wacholderbranntwein | 706 |
| 20.3.2.3.5 | Rum | 706 |
| 20.3.2.3.6 | Arrak | 707 |
| 20.3.2.3.7 | Getreidebranntweine | 707 |
| 20.3.2.3.8 | Flüchtige Inhaltsstoffe der Branntweine | 709 |
| 20.3.2.4 | Andere Branntweine. | 710 |
| 20.3.3 | Liköre | 710 |
| 20.3.3.1 | Fruchtsaftliköre | 710 |
| 20.3.3.2 | Fruchtaromaliköre | 711 |
| 20.3.3.3 | Fruchtbrandies | 711 |
| 20.3.3.4 | Sonstige Liköre | 711 |
| 20.3.4 | Punschextrakte | 711 |
| 20.3.5 | Alkoholhaltige Getränke | 711 |
| 20.4 | Literatur. | 711 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 21 | Kaffee, Tee, Kakao | 713 |
| 21.1 | Kaffee und Kaffee-Ersatz | 713 |
| 21.1.1 | Einführung | 713 |
| 21.1.2 | Rohkaffee | 713 |
| 21.1.2.1 | Ernte und Aufbereitung | 713 |
| 21.1.2.2 | Rohkaffeessorten | 714 |
| 21.1.2.3. | Zusammensetzung des Rohkaffees | 715 |
| 21.1.3 | Röstkaffee | 715 |
| 21.1.3.1 | Röstung | 715 |
| 21.1.3.2 | Aufbewahrung und Verpackung | 716 |
| 21.1.3.3 | Zusammensetzung von Röstkaffee | 717 |
| 21.1.3.3.1 | Proteine | 717 |
| 21.1.3.3.2. | Kohlenhydrate | 717 |
| 21.1.3.3.3 | Lipide | 717 |
| 21.1.3.3.4 | Säuren | 718 |
| 21.1.3.3.5 | Coffein | 718 |
| 21.1.3.3.6 | Trigonellin, Nicotinsäure | 718 |
| 21.1.3.3.7 | Flüchtige Inhaltsstoffe | 719 |
| 21.1.3.3.8 | Mineralstoffe | 719 |
| 21.1.3.3.9 | Sonstige Bestandteile | 720 |
| 21.1.3.4 | Kaffegetränk | 722 |
| 21.1.4 | Kaffeeprodukte | 723 |
| 21.1.4.1 | Löslicher Kaffee | 723 |
| 21.1.4.2 | Entcoffiniertes Kaffee | 723 |
| 21.1.4.3 | Behandelter Kaffee | 724 |
| 21.1.5 | Kaffee-Ersatz und Kaffee-Zusatzstoffe | 724 |
| 21.1.5.1 | Einführung | 724 |
| 21.1.5.2 | Verarbeitung der Rohstoffe | 724 |
| 21.1.5.3 | Einzelne Produkte | 725 |
| 21.1.5.3.1 | Gerstenkaffee | 725 |
| 21.1.5.3.2 | Malzkaffee | 725 |
| 21.1.5.3.3 | Zichorien-Kaffee | 725 |
| 21.1.5.3.4 | Feigenkaffee | 725 |
| 21.1.5.3.5 | Eichelkaffee | 725 |
| 21.1.5.3.6 | Weitere Produkte | 725 |
| 21.2 | Tee und teeähnliche Erzeugnisse | 726 |
| 21.2.1 | Einführung | 726 |
| 21.2.2 | Schwarzer Tee | 726 |
| 21.2.3 | Grüner Tee | 727 |
| 21.2.4 | Teesorten | 727 |
| 21.2.5 | Zusammensetzung | 727 |
| 21.2.5.1 | Phenolische Verbindungen | 728 |
| 21.2.5.2 | Enzyme | 729 |
| 21.2.5.3 | Aminosäuren | 729 |
| 21.2.5.4 | Coffein | 729 |
| 21.2.5.5 | Kohlenhydrate | 729 |
| 21.2.5.6 | Lipide | 730 |
| 21.2.5.7 | Pigmente (Chlorophyll und Carotinoide) | 730 |
| 21.2.5.8 | Flüchtige Verbindungen | 730 |
| 21.2.5.9 | Mineralstoffe | 732 |
| 21.2.6 | Reaktionen während der Herstellung | 732 |
| 21.2.7 | Verpackung, Lagerung, Zubereitung | 735 |
| 21.2.8 | Maté, Paraguaytee | 735 |
| 21.2.9 | Erzeugnisse aus der Colanuß | 735 |
| 21.3 | Kakao und Schokolade | 736 |
| 21.3.1 | Einführung | 736 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 21.3.2 | Kakao | 737 |
| 21.3.2.1 | Allgemeines | 737 |
| 21.3.2.2 | Ernte und Verarbeitung | 737 |
| 21.3.2.3 | Zusammensetzung | 739 |
| 21.3.2.3.1 | Proteine und Aminosäuren | 739 |
| 21.3.2.3.2 | Theobromin und Coffein | 739 |
| 21.3.2.3.3 | Lipide | 739 |
| 21.3.2.3.4 | Kohlenhydrate | 739 |
| 21.3.2.3.5 | Phenolische Verbindungen | 739 |
| 21.3.2.3.6 | Organische Säuren | 740 |
| 21.3.2.3.7 | Flüchtige Verbindungen und Geschmacksstoffe | 741 |
| 21.3.2.4 | Reaktionen bei der Fermentierung und Trocknung | 741 |
| 21.3.2.5 | Herstellung der Kakaomasse | 742 |
| 21.3.2.6 | Herstellung aufgeschlossener Kakaomasse | 742 |
| 21.3.2.7 | Abpressen der Kakaomasse, Gewinnung von Kakaopulver | 742 |
| 21.3.3 | Schokolade | 742 |
| 21.3.3.1 | Einführung | 742 |
| 21.3.3.2 | Schokoladenherstellung | 743 |
| 21.3.3.2.1 | Mischen und Kneten | 743 |
| 21.3.3.2.2 | Zerkleinerung | 743 |
| 21.3.3.2.3 | Endveredlung (Conchieren) | 743 |
| 21.3.3.2.4 | Temperieren und Eintafeln | 743 |
| 21.3.3.3 | Schokoladensorten | 744 |
| 21.3.4 | Lagerung von Kakaoerzeugnissen und dabei auftretende Veränderungen | 745 |
| 21.4 | Literatur | 745 |
| 22. | Gewürze, Speisesalz, Essig | 746 |
| 22.1 | Gewürze | 746 |
| 22.1.1 | Zusammensetzung | 746 |
| 22.1.1.1 | Ätherische Öle | 746 |
| 22.1.1.2 | Glucosinolate, Pyrazine | 747 |
| 22.1.1.3 | Stoffe mit scharfem Geschmack | 751 |
| 22.1.1.4 | Farbstoffe | 751 |
| 22.1.1.5 | Antioxidantien | 751 |
| 22.1.2 | Produkte | 751 |
| 22.1.2.1 | Gewürzpulver | 751 |
| 22.1.2.2 | Gewürzextrakt bzw. -konzentrat | 751 |
| 22.1.2.3 | Gewürzmischungen | 752 |
| 22.1.2.4 | Gewürzzubereitungen | 752 |
| 22.2 | Speisesalz (Kochsalz) | 752 |
| 22.2.1 | Zusammensetzung | 752 |
| 22.2.2 | Vorkommen | 752 |
| 22.2.3 | Gewinnung | 752 |
| 22.2.4 | Speziessalz | 753 |
| 22.2.5 | Speisesalz ersatz | 753 |
| 22.3 | Essig | 753 |
| 22.3.1 | Herstellung | 753 |
| 22.3.1.1 | Mikrobiologische Gewinnung | 753 |
| 22.3.1.2 | Chemische Synthese | 754 |
| 22.3.2 | Zusammensetzung | 754 |
| 22.4 | Literatur | 754 |