

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	7
1	Aminosäuren, Peptide, Proteine	8
1.1	Einführung	8
1.2	Aminosäuren	9
1.2.1	Allgemeines	9
1.2.2	Einteilung, Entdeckung und Vorkommen	9
1.2.2.1	Einteilung	9
1.2.2.2	Entdeckung und Vorkommen	9
1.2.3	Physikalische Eigenschaften	12
1.2.3.1	Dissoziation	12
1.2.3.2	Konfiguration und optische Aktivität	13
1.2.3.3	Löslichkeit	15
1.2.3.4	UV-Absorption	16
1.2.4	Chemische Reaktionen	16
1.2.4.1	Veresterung der Carboxyl-Gruppe	16
1.2.4.2	Reaktionen der Amino-Gruppe	16
1.2.4.2.1	Acylierung	16
1.2.4.2.2	Alkylierung und Arylierung	18
1.2.4.2.3	Carbamoylierung und Thiocarbamoylierung	20
1.2.4.2.4	Reaktionen mit Carbonyl-Verbindungen	21
1.2.4.3	Reaktionen unter Beteiligung weiterer funktioneller Gruppen	22
1.2.4.3.1	Lysin	22
1.2.4.3.2	Arginin	23
1.2.4.3.3	Asparaginsäure und Glutaminsäure	23
1.2.4.3.4	Serin und Threonin	23
1.2.4.3.5	Cystein und Cystin	23
1.2.4.3.6	Methionin	24
1.2.4.3.7	Tyrosin	24
1.2.4.4	Reaktionen von Aminosäuren bei höheren Temperaturen	24
1.2.5	Synthetische Aminosäuren zur Verbesserung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen (Fortifying Foods)	29
1.2.5.1	Glutaminsäure	30
1.2.5.2	Asparaginsäure	31

X Inhaltsverzeichnis

1.2.5.3	Lysin	31
1.2.5.4	Methionin	31
1.2.5.5	Phenylalanin	31
1.2.5.6	Threonin	32
1.2.5.7	Tryptophan	32
1.2.6	Sensorische Eigenschaften	32
1.3	Peptide	33
1.3.1	Allgemeines, Nomenklatur	33
1.3.2	Physikalische Eigenschaften	34
1.3.2.1	Dissoziation	34
1.3.3	Sensorische Eigenschaften	34
1.3.4	Einzelne Peptide	36
1.3.4.1	Glutathion	36
1.3.4.2	Carnosin, Anserin, Balenin	36
1.3.4.3	Nisin	37
1.3.4.4	Lysinpeptide	37
1.3.4.5	Andere Peptide	38
1.4	Proteine	38
1.4.1	Aminosäuresequenz	38
1.4.1.1	Aminosäurezusammensetzung, Subeinheiten	38
1.4.1.2	Terminale Gruppen	39
1.4.1.3	Partielle Hydrolyse	40
1.4.1.4	Sequenzanalyse	41
1.4.1.5	Ableitung der Aminosäuresequenz aus der Nucleotidsequenz des codierenden Gens	43
1.4.2	Konformation	46
1.4.2.1	Gestreckte Peptidkette	46
1.4.2.2	Reguläre Strukturelemente (Sekundärstruktur)	47
1.4.2.2.1	Faltblatt- oder β -Strukturen	48
1.4.2.2.2	Helicale Strukturen	49
1.4.2.2.3	Krümmungen der Peptidkette	50
1.4.2.2.4	Supersekundärstrukturen	50
1.4.2.3	Tertiär- und Quartärstrukturen	51
1.4.2.3.1	Faserproteine	51
1.4.2.3.2	Globuläre Proteine	51
1.4.2.3.3	Quartärstruktur	53
1.4.2.4	Denaturierung	54
1.4.3	Physikalische Eigenschaften	56
1.4.3.1	Dissoziation	56
1.4.3.2	Optische Aktivität	58
1.4.3.3	Löslichkeit, Hydratation, Quellbarkeit	58
1.4.3.4	Schaumbildung und -stabilisierung	59
1.4.3.5	Gelbildung	60
1.4.3.6	Emulgierende Wirkung	61
1.4.4	Chemische Reaktionen	61
1.4.4.1	Lysinreste	62
1.4.4.1.1	Reaktionen unter Erhaltung der positiven Ladung	62
1.4.4.1.2	Reaktionen unter Verlust der positiven Ladung	62
1.4.4.1.3	Reaktionen unter Einführung einer negativen Ladung	63
1.4.4.1.4	Reversible Reaktionen	63
1.4.4.2	Argininreste	63
1.4.4.3	Glutaminsäure- und Asparaginsäurereste	64
1.4.4.4	Cystinreste	64
1.4.4.5	Cysteinreste	65
1.4.4.6	Methioninreste	66
1.4.4.7	Histidinreste	66

1.4.4.8	Tryptophanreste	66
1.4.4.9	Tyrosinreste	67
1.4.4.10	Bifunktionelle Reagentien	67
1.4.4.11	Reaktionen bei der Lebensmittelverarbeitung	67
1.4.5	Enzymkatalysierte Reaktionen	72
1.4.5.1	Allgemeines	72
1.4.5.2	Proteolytische Enzyme	73
1.4.5.2.1	Serin-Endopeptidasen	73
1.4.5.2.2	Cystein-Endopeptidasen	73
1.4.5.2.3	Metallo-Peptidasen	73
1.4.5.2.4	Asparaginsäure-Endopeptidasen	75
1.4.6	Lebensmitteltechnologisch interessante chemische und enzymatische Reaktionen	75
1.4.6.1	Allgemeines	75
1.4.6.2	Chemische Modifizierung	76
1.4.6.2.1	Acylierung	77
1.4.6.2.2	Alkylierung	79
1.4.6.2.3	Redoxreaktionen an Cystein und Cystin	79
1.4.6.3	Enzymatische Modifizierung	79
1.4.6.3.1	Dephosphorylierung	79
1.4.6.3.2	Plasteinreaktion	79
1.4.6.3.3	Quervernetzung	83
1.4.7	Texturierte Proteine	83
1.4.7.1	Einführung	83
1.4.7.2	Ausgangsmaterial	84
1.4.7.3	Texturierung	84
1.4.7.3.1	Spinnprozeß	84
1.4.7.3.2	Extrusionsprozeß	85
1.5	Literatur	85
2	Enzyme	88
2.1	Einführung	88
2.2	Allgemeine Merkmale, Isolierung und Nomenklatur	88
2.2.1	Wirkung von Katalysatoren	88
2.2.2	Spezifität	89
2.2.2.1	Substratspezifität	89
2.2.2.2	Reaktionsspezifität	90
2.2.3	Struktur	90
2.2.4	Isolierung und Reinigung	90
2.2.5	Multiple Formen von Enzymen	91
2.2.6	Nomenklatur	92
2.2.7	Meßgrößen und Einheiten	95
2.3	Cofaktoren	95
2.3.1	Cosubstrate	95
2.3.1.1	Nicotinamid-adenin-dinucleotid	95
2.3.1.2	Adenosintriphosphat	96
2.3.2	Prosthetische Gruppen	96
2.3.2.1	Flavine	96
2.3.2.2	Hämin	97
2.3.2.3	Pyridoxalphosphat	98
2.3.3	Metallionen	99
2.3.3.1	Magnesium, Calcium und Zink	99
2.3.3.2	Eisen, Kupfer und Molybdän	100
2.4	Theorie der Enzymkatalyse	101
2.4.1	Das aktive Zentrum	101

XII Inhaltsverzeichnis

2.4.1.1	Lokalisierung	102
2.4.1.2	Substratbindung	103
2.4.1.2.1	Stereospezifität	103
2.4.1.2.2	Schlüssel-Schloß-Hypothese	104
2.4.1.2.3	Induzierte Paßform	105
2.4.2	Ursachen für die katalytische Wirksamkeit	105
2.4.2.1	Sterische Effekte – Orientierungseffekte	105
2.4.2.2	Strukturelle Komplementarität zum Übergangszustand	106
2.4.2.3	Entropie-Effekt	107
2.4.2.4	Allgemeine Säure-Basen-Katalyse	108
2.4.2.5	Kovalente Katalyse	109
2.4.3	Schlußbemerkung	112
2.5	Kinetik enzymatischer Reaktionen	112
2.5.1	Einfluß der Substratkonzentration	112
2.5.1.1	Ein-Substrat-Reaktion	112
2.5.1.1.1	Geschwindigkeitsgesetz nach <i>Michaelis</i> und <i>Menten</i>	112
2.5.1.1.2	Bestimmung von K_m und V	115
2.5.1.2	Zwei-Substrat-Reaktion	116
2.5.1.2.1	Reihenfolge bei der Substratbindung	116
2.5.1.2.2	Geschwindigkeitsgesetze	117
2.5.1.3	Allosterisch regulierte Enzyme	118
2.5.2	Einfluß von Inhibitoren	120
2.5.2.1	Irreversible Hemmung	120
2.5.2.2	Reversible Hemmung	121
2.5.2.2.1	Kompetitive Hemmung	121
2.5.2.2.2	Nichtkompetitive Hemmung	122
2.5.2.2.3	Unkompetitive Hemmung	122
2.5.3	Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration (pH)	122
2.5.4	Einfluß der Temperatur	124
2.5.4.1	Zeitabhängigkeit der Effekte	125
2.5.4.2	Temperaturabhängigkeit der Effekte	125
2.5.4.3	Temperaturoptimum	127
2.5.4.4	Thermische Stabilität	128
2.5.5	Einfluß des Druckes	130
2.5.6	Einfluß des Wassergehalts	132
2.6	Enzymatische Analyse	133
2.6.1	Substratbestimmungen	133
2.6.1.1	Prinzip	133
2.6.1.2	Endwert-Methode	134
2.6.1.3	Kinetische Methode	134
2.6.2	Enzymaktivitätsbestimmungen	134
2.6.3	Enzymimmunoassay	135
2.6.4	Polymerasekettenreaktion	136
2.6.4.1	Prinzip der PCR	137
2.6.4.2	Beispiele	138
2.6.4.2.1	Sojazusatz	138
2.6.4.2.2	Genetisch modifizierte Soja	138
2.6.4.2.3	Genetisch modifizierte Tomaten	138
2.6.4.2.4	Artendifferenzierung	138
2.7	Verwendung von Enzymen in der Lebensmitteltechnik	139
2.7.1	Technische Enzympräparate	139
2.7.1.1	Gewinnung	139
2.7.1.2	Immobilisierte Enzyme	139
2.7.1.2.1	Gebundene Enzyme	139
2.7.1.2.2	Eingeschlossene Enzyme	141

2.7.1.2.3	Vernetzte Enzyme	141
2.7.1.2.4	Eigenschaften	141
2.7.2	Einzelne Enzyme	142
2.7.2.1	Oxidoreduktasen	142
2.7.2.1.1	Glucoseoxidase	142
2.7.2.1.2	Katalase	143
2.7.2.1.3	Lipoxygenase	143
2.7.2.1.4	Aldehyd-Dehydrogenase	143
2.7.2.1.5	Butandiol-Dehydrogenase	143
2.7.2.2	Hydrolasen	144
2.7.2.2.1	Peptidasen	144
2.7.2.2.2	α - und β -Amylasen	145
2.7.2.2.3	Exo-1,4- α -D-Glucosidase (Glucoamylase)	145
2.7.2.2.4	Pullulanase (Isoamylase)	145
2.7.2.2.5	Endo-1,3(4)- β -D-Glucanase	145
2.7.2.2.6	α -D-Galactosidase	145
2.7.2.2.7	β -D-Galactosidase (Lactase)	146
2.7.2.2.8	β -D-Fructofuranosidase (Invertase)	146
2.7.2.2.9	α -L-Rhamnosidase	146
2.7.2.2.10	Cellulasen und Hemicellulasen	146
2.7.2.2.11	Lysozym	146
2.7.2.2.12	Thioglucosidase	146
2.7.2.2.13	Pektinolytische Enzyme	146
2.7.2.2.14	Lipasen	147
2.7.2.2.15	Tannasen	147
2.7.2.2.16	Glutaminase	147
2.7.2.3	Isomerasen	147
2.7.2.4	Transferasen	147
2.8	Literatur	148
3	Lipide	151
3.1	Einführung	151
3.2	Fettsäuren	152
3.2.1	Nomenklatur und Einteilung	152
3.2.1.1	Gesättigte Fettsäuren	152
3.2.1.2	Ungesättigte Fettsäuren	154
3.2.1.3	Substituierte Fettsäuren	156
3.2.2	Physikalische Eigenschaften	157
3.2.2.1	Carboxylgruppe	157
3.2.2.2	Kristallstruktur, Schmelzpunkte	158
3.2.2.3	Harnstoff-Addukte	159
3.2.2.4	Löslichkeit	159
3.2.2.5	UV-Absorption	160
3.2.3	Chemische Eigenschaften	160
3.2.3.1	Methylierung der Carboxylgruppe	160
3.2.3.2	Reaktionen ungesättigter Fettsäuren	160
3.2.3.2.1	Halogenanlagerung	160
3.2.3.2.2	Überführung der Isolen- in Konjugenfettsäuren	161
3.2.3.2.3	Bildung von π -Komplexen mit Ag^{\oplus} -Ionen	161
3.2.3.2.4	Hydrierung	161
3.2.4	Biosynthese der ungesättigten Fettsäuren	161
3.3	Acylglyceride	162
3.3.1	Triacylglyceride (TG)	162
3.3.1.1	Nomenklatur, Einteilung, Brennwert	162

XIV Inhaltsverzeichnis

3.3.1.2	Schmelzverhalten	163
3.3.1.3	Chemische Eigenschaften	164
3.3.1.3.1	Hydrolyse	164
3.3.1.3.2	Methanolyse	164
3.3.1.3.3	Umesterung	165
3.3.1.4	Strukturbestimmung	165
3.3.1.5	Biosynthese	169
3.3.2	Mono- und Diacylglyceride (MG u. DG)	170
3.3.2.1	Vorkommen, Herstellung	170
3.3.2.2	Physikalische Eigenschaften	170
3.4	Phospho- und Glykolipide	170
3.4.1	Verbindungsklassen	170
3.4.1.1	Phosphatidylderivate	170
3.4.1.2	Glyceroglykolipide	172
3.4.1.3	Sphingolipide	173
3.4.2	Analytik	174
3.4.2.1	Extraktion, Abtrennung von Nichtlipiden	174
3.4.2.2	Trennung und Identifizierung der Verbindungsklassen	174
3.4.2.3	Bausteinanalyse	174
3.5	Lipoproteine, Membranen	175
3.5.1	Lipoproteine	175
3.5.1.1	Definition	175
3.5.1.2	Klassifizierung	176
3.5.2	Beteiligung der Lipide am Aufbau von biologischen Membranen	177
3.6	Diollipide, Fettalkohole, Cutin	177
3.6.1	Diollipide	177
3.6.2	Fettalkohole und Derivate	178
3.6.2.1	Wachse	178
3.6.2.2	Alkoxylipide	178
3.6.3	Cutin	178
3.7	Veränderungen der Acyllipide in Lebensmitteln	179
3.7.1	Enzymatische Hydrolyse	179
3.7.1.1	Hydrolasen für Triacylglyceride (Lipasen)	179
3.7.1.2	Hydrolasen für polare Lipide	181
3.7.1.2.1	Phospholipasen	181
3.7.1.2.2	Glykolipid-Hydrolasen	182
3.7.2	Peroxidation ungesättigter Acyllipide	182
3.7.2.1	Autoxidation	182
3.7.2.1.1	Elementarschritte der Autoxidation	183
3.7.2.1.2	Monohydroperoxide	184
3.7.2.1.3	Hydroperoxy-epidioxide	187
3.7.2.1.4	Start der Radikalkettenreaktionen	188
3.7.2.1.5	Fotooxygenierung	188
3.7.2.1.6	Wirkung von Schwermetallen	190
3.7.2.1.7	Häm(in)-Katalyse	191
3.7.2.1.8	Aktivierter Sauerstoff	192
3.7.2.1.9	Sekundärprodukte	193
3.7.2.2	Vorkommen und Eigenschaften der Lipoxygenase	197
3.7.2.3	Enzymatischer Hydroperoxid-Abbau	199
3.7.2.4	Wechselwirkungen zwischen Hydroperoxiden und Proteinen	201
3.7.2.4.1	Produkte aus Hydroperoxiden	201
3.7.2.4.2	Bildung von Lipid-Protein-Komplexen	202
3.7.2.4.3	Veränderungen der Proteine	204
3.7.2.4.4	Abbau von Aminosäuren	205
3.7.3	Hemmung der Lipidperoxidation	205

3.7.3.1	Wirkung von Antioxidantien	205
3.7.3.2	Antioxidantien in Lebensmitteln	205
3.7.3.2.1	Natürliche Antioxidantien	205
3.7.3.2.2	Synthetische Antioxidantien	208
3.7.3.2.3	Synergisten	209
3.7.4	Erhitzen von Fetten (Fritieren)	210
3.7.4.1	Autoxidation gesättigter Acyllipide	211
3.7.4.2	Polymerisation	213
3.7.5	Radiolyse	213
3.7.6	Mikrobieller Abbau von Acyllipiden zu Methylketonen	214
3.8	Bestandteile des Unverseifbaren	215
3.8.1	Kohlenwasserstoffe	216
3.8.2	Steroide	216
3.8.2.1	Struktur, Nomenklatur	216
3.8.2.2	Steroide in tierischen Lebensmitteln	217
3.8.2.2.1	Cholesterin	217
3.8.2.2.2	Vitamin D	218
3.8.2.3	Steroide in Pflanzenfetten	218
3.8.2.3.1	Desmethylsterine	218
3.8.2.3.2	Methyl- und Dimethylsterine	220
3.8.2.4	Analyse	221
3.8.3	Tocopherole und Tocotrienole	222
3.8.3.1	Struktur, Bedeutung	222
3.8.3.2	Analyse	223
3.8.4	Carotinoide	224
3.8.4.1	Chemische Struktur, Vorkommen	224
3.8.4.1.1	Carotine	225
3.8.4.1.2	Xanthophylle	226
3.8.4.2	Physikalische Eigenschaften	228
3.8.4.3	Chemische Eigenschaften	229
3.8.4.4	Vorläufer von Aromastoffen	229
3.8.4.5	Anwendungen in der Lebensmitteltechnik	232
3.8.4.5.1	Extrakte aus Pflanzen	232
3.8.4.5.2	Einzelne Verbindungen	232
3.8.4.6	Analyse	232
3.9	Literatur	233
4	Kohlenhydrate	236
4.1	Einführung	236
4.2	Monosaccharide	236
4.2.1	Struktur und Nomenklatur	236
4.2.1.1	Konstitution	236
4.2.1.2	Konfiguration	237
4.2.1.3	Konformation	242
4.2.2	Physikalische Eigenschaften	244
4.2.2.1	Hygroskopizität und Löslichkeit	244
4.2.2.2	Optische Drehung, Mutarotation	245
4.2.3	Sensorische Eigenschaften	246
4.2.4	Chemische Reaktionen und Derivate	249
4.2.4.1	Reduktion zu Zuckeralkoholen	249
4.2.4.2	Oxidation zu Glykonsäuren, Glykarsäuren und Glykuronsäuren	249
4.2.4.3	Reaktionen in Gegenwart von Säuren und Basen	250
4.2.4.3.1	Reaktionen in stark saurer Lösung	250
4.2.4.3.2	Reaktionen in stark basischer Lösung	253

4.2.4.3.3	Karamelisierung	257
4.2.4.4	Reaktionen mit Amino-Verbindungen (<i>Maillard</i> -Reaktion)	258
4.2.4.4.1	Anfangsphase der <i>Maillard</i> -Reaktion	258
4.2.4.4.2	Bildung von Desoxyosonen	260
4.2.4.4.3	Folgeprodukte der 3-Desoxyosone	262
4.2.4.4.4	Folgeprodukte der 1-Desoxyosone	264
4.2.4.4.5	Folgeprodukte der 4-Desoxyosone	269
4.2.4.4.6	Redoxreaktionen	270
4.2.4.4.7	<i>Strecker</i> -Reaktion	271
4.2.4.4.8	Bildung farbiger Verbindungen	272
4.2.4.4.9	Proteinmodifikationen	274
4.2.4.4.10	Hemmung der <i>Maillard</i> -Reaktion	277
4.2.4.5	Reaktionen mit Hydroxy-Verbindungen (O-Glykoside)	278
4.2.4.6	Ester	279
4.2.4.7	Ether	280
4.2.4.8	Halogendesoxyderivate	281
4.2.4.9	Glykospaltung	283
4.3	Oligosaccharide	284
4.3.1	Struktur und Nomenklatur	284
4.3.2	Eigenschaften und Reaktionen	285
4.4	Polysaccharide	287
4.4.1	Einteilung, kovalente Struktur	287
4.4.2	Konformation	287
4.4.2.1	Gestreckte, bandförmige Konformation (<i>ribbon type</i>)	287
4.4.2.2	Helicale Konformation (<i>hollow helix type</i>)	288
4.4.2.3	Verdrehte Konformation (<i>crumpled type</i>)	289
4.4.2.4	Locker verbundene Polysaccharide (<i>loosely jointed type</i>)	289
4.4.2.5	Gemischte Typen	289
4.4.2.6	Intermolekulare Wechselwirkungen, Gelbildung	290
4.4.3	Eigenschaften	291
4.4.3.1	Allgemeines	291
4.4.3.2	Perfekt-lineare Polysaccharide	292
4.4.3.3	Verzweigte Polysaccharide	292
4.4.3.4	Linear-verzweigte Polysaccharide	293
4.4.3.5	Polysaccharide mit Carboxylgruppen	293
4.4.3.6	Polysaccharide mit starken Säuregruppen	293
4.4.3.7	Modifizierte Polysaccharide	293
4.4.3.7.1	Einführung neutraler Gruppen	293
4.4.3.7.2	Einführung saurer Gruppen	293
4.4.4	Einzelne Polysaccharide	293
4.4.4.1	Agar	293
4.4.4.1.1	Vorkommen, Gewinnung	293
4.4.4.1.2	Struktur, Eigenschaften	293
4.4.4.1.3	Anwendung	294
4.4.4.2	Algin	294
4.4.4.2.1	Vorkommen, Gewinnung	294
4.4.4.2.2	Struktur, Eigenschaften	294
4.4.4.2.3	Derivate	295
4.4.4.2.4	Anwendung	295
4.4.4.3	Carrageenan	295
4.4.4.3.1	Vorkommen, Gewinnung	295
4.4.4.3.2	Struktur, Eigenschaften	296
4.4.4.3.3	Anwendung	297
4.4.4.4	Furcellaran	297
4.4.4.4.1	Vorkommen, Gewinnung	297
4.4.4.4.2	Struktur, Eigenschaften	298

4.4.4.4.3	Anwendung	298
4.4.4.5	Gummi arabicum	298
4.4.4.5.1	Vorkommen, Gewinnung	298
4.4.4.5.2	Struktur, Eigenschaften	298
4.4.4.5.3	Anwendung	299
4.4.4.6	Ghatti-Gummi	300
4.4.4.6.1	Vorkommen	300
4.4.4.6.2	Struktur, Eigenschaften	300
4.4.4.6.3	Anwendung	300
4.4.4.7	Tragant (Tragacanth)	300
4.4.4.7.1	Vorkommen	300
4.4.4.7.2	Struktur, Eigenschaften	301
4.4.4.7.3	Anwendung	302
4.4.4.8	Karaya-Gummi	302
4.4.4.8.1	Vorkommen	302
4.4.4.8.2	Struktur, Eigenschaften	302
4.4.4.8.3	Anwendung	302
4.4.4.9	Guaran	302
4.4.4.9.1	Vorkommen, Gewinnung	302
4.4.4.9.2	Struktur, Eigenschaften	302
4.4.4.9.3	Anwendung	302
4.4.4.10	Johannisbrotkernmehl (Carubin)	303
4.4.4.10.1	Vorkommen, Gewinnung	303
4.4.4.10.2	Struktur, Eigenschaften	303
4.4.4.10.3	Anwendung	303
4.4.4.11	Tamarindenkernmehl	303
4.4.4.11.1	Vorkommen, Gewinnung	303
4.4.4.11.2	Struktur, Eigenschaften	303
4.4.4.11.3	Anwendung	303
4.4.4.12	Arabinogalactan aus Lärchen	304
4.4.4.12.1	Vorkommen, Gewinnung	304
4.4.4.12.2	Struktur, Eigenschaften	304
4.4.4.12.3	Anwendung	304
4.4.4.13	Pektin	304
4.4.4.13.1	Vorkommen, Gewinnung	304
4.4.4.13.2	Struktur, Eigenschaften	305
4.4.4.13.3	Anwendung	305
4.4.4.14	Stärke	305
4.4.4.14.1	Vorkommen, Gewinnung	305
4.4.4.14.2	Bau und Eigenschaften der Stärkekörner	307
4.4.4.14.3	Struktur und Eigenschaften von Amylose	311
4.4.4.14.4	Struktur und Eigenschaften von Amylopektin	314
4.4.4.14.5	Anwendung	315
4.4.4.14.6	Resistente Stärke	315
4.4.4.15	Modifizierte Stärken	315
4.4.4.15.1	Mechanisch beschädigte Stärke	315
4.4.4.15.2	Extrudierte Stärke	315
4.4.4.15.3	Dextrine	316
4.4.4.15.4	Quellstärke	316
4.4.4.15.5	Dünnkochende Stärke	316
4.4.4.15.6	Stärkeether	316
4.4.4.15.7	Stärkeester	317
4.4.4.15.8	Vernetzte Stärke	317
4.4.4.15.9	Oxidierter Stärke	318
4.4.4.16	Cellulose	318
4.4.4.16.1	Vorkommen, Gewinnung	318
4.4.4.16.2	Struktur, Eigenschaften	318

4.4.4.16.3	Anwendung	318
4.4.4.17	Cellulosederivate	319
4.4.4.17.1	Alkylcellulosen, Hydroxyalkylcellulosen	319
4.4.4.17.2	Carboxymethylcellulose	320
4.4.4.18	Hemicellulosen	320
4.4.4.19	Xanthan	321
4.4.4.19.1	Vorkommen, Gewinnung	321
4.4.4.19.2	Struktur, Eigenschaften	321
4.4.4.19.3	Anwendung	321
4.4.4.20	Scleroglucan	322
4.4.4.20.1	Vorkommen, Gewinnung	322
4.4.4.20.2	Struktur, Eigenschaften	322
4.4.4.20.3	Anwendung	322
4.4.4.21	Dextran	322
4.4.4.21.1	Vorkommen	322
4.4.4.21.2	Struktur, Eigenschaften	322
4.4.4.21.3	Anwendung	322
4.4.4.22	Inulin und Oligofructose	322
4.4.4.22.1	Vorkommen	322
4.4.4.22.2	Struktur	322
4.4.4.22.3	Anwendung	323
4.4.4.23	Polyvinylpyrrolidon (PVP)	323
4.4.4.23.1	Struktur, Eigenschaften	323
4.4.4.23.2	Anwendung	323
4.4.5	Enzymatischer Abbau von Polysacchariden	323
4.4.5.1	Amylasen	323
4.4.5.1.1	α -Amylase	323
4.4.5.1.2	β -Amylase	323
4.4.5.1.3	Exo-1,4- α -D-Glucosidase (Glucoamylase)	324
4.4.5.1.4	α -Dextrin Endo-1,6- α -Glucosidase (Pullulanase)	324
4.4.5.2	Pektinolytische Enzyme	324
4.4.5.3	Cellulasen	324
4.4.5.4	Endo-1,3-(4)- β -Glucanase	325
4.4.5.5	Hemicellulasen	325
4.4.6	Analytik von Polysacchariden	325
4.4.6.1	Dickungsmittel	326
4.4.6.2	Ballaststoffe	327
4.5	Literatur	327
5	Aromastoffe	330
5.1	Einführung	330
5.1.1	Abgrenzung der Begriffe	330
5.1.2	„Impact Compounds“ natürlicher Aromen	330
5.1.3	Schwellenkonzentration	331
5.1.4	Aromawert	332
5.1.5	Aromafehler	333
5.2	Analyse	335
5.2.1	Isolierung	336
5.2.1.1	Destillation, Extraktion	337
5.2.1.2	Gas-Extraktion	338
5.2.1.3	Headspace-Analyse	339
5.2.2	Sensorische Relevanz	339
5.2.2.1	Aromaextrakt-Verdünnungsanalyse	340
5.2.2.2	Headspace GC-Olfaktometrie	340
5.2.3	Anreicherung	342

5.2.4	Chemische Struktur	343
5.2.5	Enantioselektive Analyse	343
5.2.6	Quantitative Analyse, Aromawerte	346
5.2.6.1	Isotopenverdünnungsanalyse (IVA)	346
5.2.6.2	Aromawerte	347
5.2.7	Aromamodell, Weglaßversuche	348
5.3	Einzelne Aromastoffe	350
5.3.1	Nichtenzymatische Reaktionen	350
5.3.1.1	Carbonylverbindungen	351
5.3.1.2	Pyranone	351
5.3.1.3	Furanone	351
5.3.1.4	Thiole, Thioether, Di- und Trisulfide	354
5.3.1.5	Thiazole	356
5.3.1.6	Pyrrrole, Pyridine	359
5.3.1.7	Pyrazine	362
5.3.1.8	Phenole	364
5.3.2	Enzymatische Reaktionen	366
5.3.2.1	Carbonylverbindungen, Alkohole	366
5.3.2.2	Kohlenwasserstoffe, Ester	367
5.3.2.3	Lactone	371
5.3.2.4	Terpene	372
5.3.2.5	Flüchtige Schwefelverbindungen	379
5.3.2.6	Pyrazine	381
5.3.2.7	Skatol, p-Kresol	381
5.4	Wechselwirkungen mit anderen Inhaltsstoffen	382
5.4.1	Lipide	383
5.4.2	Proteine, Polysaccharide	384
5.5	Aromatisierung von Lebensmitteln	386
5.5.1	Rohstoffe für Essenzen	386
5.5.1.1	Ätherische Öle	386
5.5.1.2	Extrakte, Auszüge	387
5.5.1.3	Destillate	387
5.5.1.4	Mikrobielle Aromen	387
5.5.1.5	Synthetische naturidentische Aromastoffe	387
5.5.1.6	Künstliche Aromastoffe	388
5.5.2	Essenzen	388
5.5.3	Aromastoffe aus Vorstufen	388
5.5.4	Stabilität von Aromen	390
5.5.5	Verkapselung von Aromen	391
5.6	Beziehungen zwischen Struktur und Geruch	391
5.6.1	Allgemeines	391
5.6.2	Carbonylverbindungen	391
5.6.3	Alkylpyrazine	393
5.7	Literatur	393
6	Vitamine	396
6.1	Einführung	396
6.2	Fettlösliche Vitamine	396
6.2.1	Retinol (Vitamin A)	396
6.2.1.1	Biologische Funktionen	396
6.2.1.2	Bedarf, Vorkommen	397
6.2.1.3	Stabilität, Abbaureaktionen	399
6.2.2	Calciferol (Vitamin D)	399

XX Inhaltsverzeichnis

6.2.2.1	Biologische Funktionen	399
6.2.2.2	Bedarf, Vorkommen	399
6.2.2.3	Stabilität, Abbaureaktionen	400
6.2.3	α -Tocopherol (Vitamin E)	400
6.2.3.1	Biologische Funktionen	400
6.2.3.2	Bedarf, Vorkommen	400
6.2.3.3	Stabilität, Abbaureaktionen	401
6.2.4	Phytomenadion (Vitamin K ₁ , Phyllochinon)	401
6.2.4.1	Biologische Funktionen	401
6.2.4.2	Bedarf, Vorkommen	404
6.2.4.3	Stabilität, Abbaureaktionen	404
6.3	Wasserlösliche Vitamine	404
6.3.1	Thiamin (Vitamin B ₁)	404
6.3.1.1	Biologische Funktionen	404
6.3.1.2	Bedarf, Vorkommen	404
6.3.1.3	Stabilität, Abbaureaktionen	405
6.3.2	Riboflavin (Vitamin B ₂)	406
6.3.2.1	Biologische Funktionen	406
6.3.2.2	Bedarf, Vorkommen	406
6.3.2.3	Stabilität, Abbaureaktionen	406
6.3.3	Pyridoxin (Pyridoxal, Vitamin B ₆)	406
6.3.3.1	Biologische Funktionen	406
6.3.3.2	Bedarf, Vorkommen	407
6.3.3.3	Stabilität, Abbaureaktionen	407
6.3.4	Nicotinsäureamid (Niacin)	407
6.3.4.1	Biologische Funktionen	407
6.3.4.2	Bedarf, Vorkommen	407
6.3.4.3	Stabilität, Abbaureaktionen	407
6.3.5	Pantothensäure	408
6.3.5.1	Biologische Funktionen	408
6.3.5.2	Bedarf, Vorkommen	408
6.3.5.3	Stabilität, Abbaureaktionen	408
6.3.6	Biotin	408
6.3.6.1	Biologische Funktionen	408
6.3.6.2	Bedarf, Vorkommen	408
6.3.6.3	Stabilität, Abbaureaktionen	408
6.3.7	Folsäure	408
6.3.7.1	Biologische Funktionen	408
6.3.7.2	Bedarf, Vorkommen	409
6.3.7.3	Stabilität, Abbaureaktionen	409
6.3.8	Cyanocobalamin (Vitamin B ₁₂)	409
6.3.8.1	Biologische Funktionen	409
6.3.8.2	Bedarf, Vorkommen	410
6.3.8.3	Stabilität, Abbaureaktionen	410
6.3.9	L-Ascorbinsäure (Vitamin C)	410
6.3.9.1	Biologische Funktionen	410
6.3.9.2	Bedarf, Vorkommen	410
6.3.9.3	Stabilität, Abbaureaktionen	410
6.4	Literatur	413
7	Mineralstoffe	414
7.1	Einführung	414
7.2	Mengenelemente	414
7.2.1	Natrium	414

7.2.2	Kalium	416
7.2.3	Magnesium	416
7.2.4	Calcium	416
7.2.5	Chlorid	416
7.2.6	Phosphor	416
7.3	Spurenelemente	417
7.3.1	Allgemeines	417
7.3.2	Einzelne Spurenelemente	417
7.3.2.1	Eisen	417
7.3.2.2	Kupfer	417
7.3.2.3	Zink	417
7.3.2.4	Mangan	418
7.3.2.5	Kobalt	418
7.3.2.6	Chrom	418
7.3.2.7	Selen	418
7.3.2.8	Molybdän	418
7.3.2.9	Nickel	418
7.3.2.10	Fluor	419
7.3.2.11	Jod	419
7.3.3	Ultrapurenelemente	419
7.3.3.1	Zinn	419
7.3.3.2	Aluminium	419
7.3.3.3	Bor	420
7.3.3.4	Silicium	420
7.3.3.5	Arsen	420
7.4	Mineralstoffe bei der Lebensmittelverarbeitung	420
7.5	Literatur	420
8	Zusatzstoffe	421
8.1	Einführung	421
8.2	Vitamine	422
8.3	Aminosäuren	422
8.4	Mineralstoffe	422
8.5	Aromastoffe	422
8.6	Aromaverstärker (Flavour enhancers, flavour potentiators)	422
8.6.1	Mononatriumglutamat (MSG)	423
8.6.2	5'-Nucleotide	423
8.6.3	Maltol	423
8.6.4	Sonstige Verbindungen	423
8.7	Zuckeraustauschstoffe	424
8.8	Süßstoffe	424
8.8.1	Süßer Geschmack: Strukturelle Voraussetzungen	424
8.8.1.1	Struktur-Wirkungsbeziehungen bei süßen Verbindungen	424
8.8.1.2	Synergismus	427
8.8.2	Saccharin	427
8.8.3	Cyclamat	427
8.8.4	Monellin	428
8.8.5	Thaumatine	430
8.8.6	Curculin und Miraculin	430
8.8.7	Extrakte aus <i>Gymnema silvestre</i>	431
8.8.8	Steviosid	431

XXII Inhaltsverzeichnis

8.8.9	Osladin	431
8.8.10	Phyllodulcin	431
8.8.11	Glycyrrhizin	432
8.8.12	Nitroaniline	432
8.8.13	Dihydrochalcone	432
8.8.14	Harnstoffe und Guanidine	432
8.8.14.1	Dulcin	432
8.8.14.2	Suosan	433
8.8.14.3	Guanidine	433
8.8.15	Oxime	433
8.8.16	Oxathiazinondioxide	433
8.8.17	Dipeptidester und -amide	434
8.8.17.1	Aspartam	434
8.8.17.2	Superaspartam	435
8.8.17.3	Alitam	435
8.8.18	Hernandulcin	435
8.8.19	Halogendesoxyzucker	436
8.9	Farbstoffe	436
8.10	Säuren	436
8.10.1	Essigsäure und andere Fettsäuren	440
8.10.2	Bernsteinsäure	440
8.10.3	Bernsteinsäureanhydrid	441
8.10.4	Adipinsäure	441
8.10.5	Fumarsäure	441
8.10.6	Milchsäure	441
8.10.7	Äpfelsäure	442
8.10.8	Weinsäure	442
8.10.9	Citronensäure	442
8.10.10	Phosphorsäure	442
8.10.11	Salzsäure, Schwefelsäure	442
8.10.12	Gluconsäure und Glucono- δ -lacton	442
8.11	Basen	443
8.12	Antimikrobielle Stoffe	443
8.12.1	Benzoesäure	443
8.12.2	Ester der p-Hydroxybenzoesäure (PHB-Ester)	444
8.12.3	Sorbinsäure (2,4-Hexadiencarbonsäure)	445
8.12.4	Propionsäure	445
8.12.5	Essigsäure	446
8.12.6	SO ₂ und Sulfite	446
8.12.7	Diethyldicarbonat, Dimethyldicarbonat	446
8.12.8	Ethylenoxid, Propylenoxid	447
8.12.9	Nitrit, Nitrat	447
8.12.10	Antibiotica	447
8.12.11	Diphenyl	448
8.12.12	o-Phenylphenol	448
8.12.13	Thiabendazol, 2-(4-Thiazolyl)benzimidazol	448
8.13	Antioxidantien	448
8.14	Komplexbildner	448
8.15	Grenzflächenaktive Stoffe (Tenside)	449
8.15.1	Allgemeines über Emulsionen	450
8.15.2	Wirkung von Emulgatoren	450
8.15.2.1	Struktur und Wirkung	450
8.15.2.2	Kritische Mizellbildungskonzentration, lyotrope Mesomorphie	451

8.15.2.3	HLB-Wert	453
8.15.3	Synthetische Emulgatoren	454
8.15.3.1	Mono-, Diacylglyceride und Derivate	454
8.15.3.2	Zuckerester	455
8.15.3.3	Sorbitanfettsäureester	455
8.15.3.4	Polyoxyethylen-Sorbitanfettsäureester	455
8.15.3.5	Polyglycerin-Polyricinolat (PGPR)	455
8.15.3.6	Stearyl-2-lactylat	455
8.16	Substitute für Fett	456
8.16.1	Fat mimetics	456
8.16.1.1	Mikropartikulierte Proteine	456
8.16.1.2	Kohlenhydrate	457
8.16.2	Synthetische Fettersatzstoffe	457
8.16.2.1	Kohlenhydratpolyester	457
8.16.2.2	Retrofette	457
8.17	Dickungsmittel, Gelbildner, Stabilisatoren	457
8.18	Feucht- und Weichhaltungsmittel	458
8.19	Mittel zur Erhaltung der Rieselfähigkeit	458
8.20	Bleichmittel	458
8.21	Klärhilfsmittel	458
8.22	Treibgase, Schutzgase	458
8.23	Literatur	458
9	Kontamination von Lebensmitteln	461
9.1	Allgemeines	461
9.2	Toxische Spurenelemente	462
9.2.1	Arsen	462
9.2.2	Quecksilber	462
9.2.3	Blei	463
9.2.4	Cadmium	464
9.2.5	Radionuklide	464
9.3	Toxische Verbindungen mikrobieller Herkunft	464
9.3.1	Lebensmittelvergiftungen bakteriellen Ursprungs	464
9.3.2	Mykotoxine	468
9.4	Pesticide	468
9.4.1	Allgemeines	468
9.4.2	Insecticide	475
9.4.3	Herbicide	478
9.4.4	Fungicide	478
9.5	Tierarzneimittel und Futtermittelzusatzstoffe	478
9.5.1	Allgemeines	478
9.5.2	Antibiotica	480
9.5.3	Glucocorticoide	483
9.5.4	Sexualhormone	483
9.5.5	Psychopharmaca	483
9.5.6	Thyreostatica	483
9.5.7	Cocciidiostatica	483
9.5.8	Sonstige Verbindungen	483
9.6	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	483
9.7	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	483
9.8	Nitrosamine, Nitrit, Nitrat	484

9.9	Reinigungs- und Desinfektionsmittel	485
9.10	Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) . . .	488
9.11	Literatur	489
10	Milch und Milchprodukte	490
10.1	Milch	490
10.1.1	Physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften	490
10.1.2	Zusammensetzung	493
10.1.2.1	Proteine	493
10.1.2.1.1	Caseinfraktion	493
10.1.2.1.2	Mizellbildung	499
10.1.2.1.3	Gelbildung	502
10.1.2.1.4	Molkenproteine	504
10.1.2.2	Kohlenhydrate	504
10.1.2.3	Lipide	506
10.1.2.4	Organische Säuren	507
10.1.2.5	Mineralstoffe	508
10.1.2.6	Vitamine	508
10.1.2.7	Enzyme	508
10.1.3	Bearbeitung der Milch	509
10.1.3.1	Reinigung	509
10.1.3.2	Entrahmung	509
10.1.3.3	Hitzebehandlung	509
10.1.3.4	Homogenisieren	510
10.1.3.5	Reaktionen bei der Erhitzung	510
10.1.4	Milchsorten	512
10.2	Milchprodukte	513
10.2.1	Sauermilchprodukte	513
10.2.1.1	Sauermilch	514
10.2.1.2	Joghurt	514
10.2.1.3	Kefir und Kumys	514
10.2.1.4	Tätte	515
10.2.2	Sahne (Rahm)	515
10.2.3	Butter	515
10.2.3.1	Rahmgewinnung und -behandlung	516
10.2.3.2	Butterung	517
10.2.3.3	Verpackung	517
10.2.3.4	Abgeleitete Produkte	517
10.2.4	Kondensmilch	518
10.2.5	Milchtrockenprodukte	518
10.2.6	Kaffeeweißer (Coffee withener)	519
10.2.7	Speiseeis	520
10.2.8	Käse	520
10.2.8.1	Gewinnung der Käsemasse	522
10.2.8.2	Frischkäse	522
10.2.8.3	Gereifte Käse	522
10.2.8.4	Schmelzkäse	526
10.2.8.5	Käsesurrogate (Imitation cheese)	526
10.2.9	Casein, Caseinate, Copräzipitat	527
10.2.10	Molkenprodukte	528
10.2.10.1	Molkenpulver	528
10.2.10.2	Entmineralisiertes Molkenpulver	528
10.2.10.3	Teilenzuckerte Molkenproteinkonzentrate	528
10.2.10.4	Hydrolysierte Molkesirupe	529
10.2.11	Lactose	529
10.2.12	Cholesterin-reduzierte Milch und Milchprodukte	529

10.3	Aroma von Milch und Milchprodukten	530
10.3.1	Milch	530
10.3.2	Kondensmilch, Milchtrockenprodukte	530
10.3.3	Sauermilchprodukte, Joghurt	531
10.3.4	Rahm, Butter	531
10.3.5	Käse	532
10.3.6	Aromafehler	533
10.4	Literatur	534
11	Eier	536
11.1	Einführung	536
11.2	Aufbau, physikalische Eigenschaften und Zusammensetzung	536
11.2.1	Allgemeines	536
11.2.2	Schale	537
11.2.3	Eiklar (Weißei)	537
11.2.3.1	Proteine	538
11.2.3.1.1	Ovalbumin	539
11.2.3.1.2	Conalbumin (Ovotransferrin)	539
11.2.3.1.3	Ovomucoid	539
11.2.3.1.4	Lysozym (Ovoglobulin G ₁)	539
11.2.3.1.5	Ovoglobuline G ₂ und G ₃	540
11.2.3.1.6	Ovomucin	540
11.2.3.1.7	Flavoprotein	540
11.2.3.1.8	Ovoinhibitor	540
11.2.3.1.9	Avidin	541
11.2.3.1.10	Cystatin (Ficininhibitor)	541
11.2.3.2	Andere Bestandteile	541
11.2.3.2.1	Lipide	541
11.2.3.2.2	Kohlenhydrate	541
11.2.3.2.3	Mineralstoffe	541
11.2.3.2.4	Vitamine	541
11.2.4	Eidotter (Eigelb)	541
11.2.4.1	Proteine der Granula	542
11.2.4.1.1	Lipovitelline	542
11.2.4.1.2	Phosvitin	543
11.2.4.2	Proteine des Plasmas	544
11.2.4.2.1	Lipovitellenine	544
11.2.4.2.2	Livetine	544
11.2.4.3	Lipide	544
11.2.4.4	Andere Bestandteile	544
11.2.4.4.1	Kohlenhydrate	544
11.2.4.4.2	Mineralstoffe	544
11.2.4.4.3	Vitamine	544
11.2.4.4.4	Aromastoffe	545
11.2.4.4.5	Farbstoffe	545
11.3	Lagerung	545
11.4	Eiprodukte	546
11.4.1	Allgemeines	546
11.4.2	Technisch wichtige Eigenschaften	546
11.4.2.1	Thermische Koagulierbarkeit	546
11.4.2.2	Schaumbildung	546
11.4.2.2.1	Eiklar	546
11.4.2.2.2	Eigelb	547
11.4.2.3	Emulgatorwirkung	547

11.4.3	Trockenprodukte	547
11.4.4	Gefrierprodukte	548
11.4.5	Flüssigprodukte	548
11.5	Literatur	550
12	Fleisch	551
12.1	Einführung	551
12.2	Bau des Muskelgewebes	551
12.2.1	Skelettmuskel	551
12.2.2	Herzmuskel	556
12.2.3	Glatte Muskulatur	556
12.3	Zusammensetzung und Funktion von Muskelgewebe	556
12.3.1	Übersicht	556
12.3.2	Proteine	557
12.3.2.1	Proteine des kontraktile Apparats und ihre Funktion	557
12.3.2.1.1	Myosin	557
12.3.2.1.2	Actin	558
12.3.2.1.3	Tropomyosin und Troponin	559
12.3.2.1.4	Weitere myofibrilläre Proteine	559
12.3.2.1.5	Kontraktion und Relaxation	559
12.3.2.1.6	Actomyosin	560
12.3.2.2	Lösliche Proteine	560
12.3.2.2.1	Enzyme	561
12.3.2.2.2	Myoglobin	561
12.3.2.2.3	Farbe des Fleisches	563
12.3.2.2.4	Pökellung, Umrötung	564
12.3.2.3	Unlösliche Proteine	564
12.3.2.3.1	Kollagen	566
12.3.2.3.2	Elastin	571
12.3.3	Freie Aminosäuren	571
12.3.4	Peptide	572
12.3.5	Amine	572
12.3.6	Guanidine	572
12.3.7	Quartäre Ammoniumverbindungen	572
12.3.8	Purine und Pyrimidine	573
12.3.9	Organische Säuren	573
12.3.10	Kohlenhydrate	573
12.3.11	Vitamine	574
12.3.12	Mineralstoffe	574
12.4	Postmortale Veränderungen im Muskel	574
12.4.1	Rigor mortis	574
12.4.2	Fleischfehler (PSE- und DFD-Fleisch)	575
12.4.3	Fleischreifung	576
12.5	Wasserbindungsvermögen von Fleisch	577
12.6	Fleischarten, Lagerung und Verarbeitung von Fleisch	579
12.6.1	Fleischarten, Schlachtabgänge	579
12.6.1.1	Rindfleisch	579
12.6.1.2	Kalbfleisch	579
12.6.1.3	Hammel- und Schaffleisch	579
12.6.1.4	Ziegenfleisch	580
12.6.1.5	Schweinefleisch	580
12.6.1.6	Pferdefleisch	580
12.6.1.7	Geflügelfleisch	580

12.6.1.8	Wildfleisch	580
12.6.1.9	Innereien und sonstige Nebenprodukte	580
12.6.1.10	Blut	581
12.6.1.11	Innersekretorische Drüsen	581
12.6.2	Lagerungs- und Verarbeitungsverfahren	581
12.6.2.1	Kühlen	582
12.6.2.2	Gefrieren	582
12.6.2.3	Trocknen	583
12.6.2.4	Salzen und Pökeln	583
12.6.2.5	Räuchern	584
12.6.2.6	Erhitzen	584
12.6.2.7	Zartmachen	584
12.7	Fleischprodukte	585
12.7.1	Fleischkonserven	585
12.7.2	Schinken, Wurstwaren, Pasteten	585
12.7.2.1	Schinken, Speck	585
12.7.2.1.1	Rohgeräucherte Schinken	585
12.7.2.1.2	Kochschinken	585
12.7.2.1.3	Speck	585
12.7.2.2	Wurstwaren	585
12.7.2.2.1	Rohwurst	586
12.7.2.2.2	Kochwurst	587
12.7.2.2.3	Brühwurst	588
12.7.2.3	Pasteten und Pains	588
12.7.2.3.1	Pasteten	588
12.7.2.3.2	Pains	588
12.7.3	Fleischextrakte und verwandte Produkte	588
12.7.3.1	Rindfleischextrakt	588
12.7.3.2	Walffleischextrakt	589
12.7.3.3	Geflügelfleischextrakt	589
12.7.3.4	Hefeextrakt	589
12.7.3.5	Proteinhydrolysat (Würze; <i>Hydrolyzed Vegetable Protein, HVP</i>)	589
12.8	Trockensuppen und Trockensoßen	591
12.8.1	Hauptbestandteile	591
12.8.2	Herstellung	592
12.9	Fleischaroma	592
12.9.1	Geschmacksstoffe	592
12.9.2	Geruchsstoffe	593
12.9.3	Reaktionsaromen	595
12.9.4	Aromafehler	595
12.10	Analytik	596
12.10.1	Fleisch	596
12.10.1.1	Nachweis der Herkunft	596
12.10.1.1.1	Elektrophorese	596
12.10.1.1.2	Geschlechtliche Herkunft von Rindfleisch	598
12.10.1.2	Unterscheidung Frisch-/Gefrierfleisch	598
12.10.1.3	Farbe	599
12.10.1.4	Behandlung mit Proteinasepräparaten	599
12.10.1.5	Anabolika	600
12.10.1.6	Antibiotika	600
12.10.2	Fleischprodukte	600
12.10.2.1	Hauptbestandteile	601
12.10.2.2	Fremdwasser	601
12.10.2.3	Bindegewebsfreies Magerfleisch	601
12.10.2.3.1	Bindegewebsseweiß	601

12.10.2.3.2	Fremdeiweiß	601
12.10.2.4	Nitrosamine	602
12.11	Literatur	602
13	Fische, Wale, Krusten-, Schalen- und Weichtiere	605
13.1	Fische	605
13.1.1	Einführung	605
13.1.2	Fischarten	605
13.1.2.1	Seefische	605
13.1.2.1.1	Haie	605
13.1.2.1.2	Heringsfische	606
13.1.2.1.3	Dorschfische	609
13.1.2.1.4	Panzerwangen	610
13.1.2.1.5	Barschartige Fische	610
13.1.2.1.6	Plattfische	610
13.1.2.2	Süßwasserfische	610
13.1.2.2.1	Aale	610
13.1.2.2.2	Lachsfische	610
13.1.3	Bau von Haut- und Muskelgewebe	610
13.1.4	Zusammensetzung	611
13.1.4.1	Übersicht	611
13.1.4.2	Proteine	611
13.1.4.2.1	Sarkoplasmproteine	612
13.1.4.2.2	Kontraktile Proteine	612
13.1.4.2.3	Bindegewebsproteine	613
13.1.4.2.4	Serumproteine	613
13.1.4.3	Andere Stickstoffverbindungen	614
13.1.4.3.1	Freie Aminosäuren, Peptide	614
13.1.4.3.2	Amine, Aminoxide	614
13.1.4.3.3	Guanidinverbindungen	614
13.1.4.3.4	Quartäre Ammoniumverbindungen	614
13.1.4.3.5	Purine	614
13.1.4.3.6	Harnstoff	614
13.1.4.4	Kohlenhydrate	615
13.1.4.5	Lipide	615
13.1.4.6	Vitamine	615
13.1.4.7	Mineralstoffe	616
13.1.4.8	Aromastoffe	616
13.1.4.9	Weitere Inhaltsstoffe	617
13.1.5	Postmortale Veränderungen	617
13.1.6	Lagerung und Verarbeitung von Fisch, Fischprodukte	618
13.1.6.1	Allgemeines	618
13.1.6.2	Kühlen und Gefrieren	619
13.1.6.3	Trocknen	621
13.1.6.4	Salzen	621
13.1.6.5	Räuchern	621
13.1.6.6	Marinaden, Bratfischwaren, Kochfischwaren	622
13.1.6.7	Seelachs	622
13.1.6.8	Anchosen	623
13.1.6.9	Pasteurisierte Fischerzeugnisse	623
13.1.6.10	Fischdauerwaren	623
13.1.6.11	Surimi, Kamboko	623
13.1.6.12	Fischeier und Fischsperma	623
13.1.6.12.1	Kaviar	623
13.1.6.12.2	Kaviarersatz	623

13.1.6.12.3	Fischsperma (Fischmilch)	624
13.1.6.13	Sonstige Produkte aus Fisch	624
13.2	Wale	624
13.3	Krustentiere (Krebstiere)	624
13.3.1	Garnelen	624
13.3.2	Flußkrebs (Edelkrebs)	625
13.3.3	Hummer	625
13.3.4	Langusten	625
13.3.5	Weitere Krebstiere	625
13.4	Weichtiere (<i>Mollusca</i>)	625
13.4.1	Muscheln (<i>Bivalvia</i>)	625
13.4.2	Schnecken	626
13.4.3	Tintenfische	626
13.4.4	Schildkröten	626
13.4.5	Froschschenkel	626
13.5	Literatur	627
14	Speisefette und Speiseöle	627
14.1	Einführung	627
14.2	Daten zur Fetterzeugung und zum Fettverbrauch	627
14.3	Einzelne Fette und ihre Herkunft	627
14.3.1	Tierische Fette	627
14.3.1.1	Landtierfette	627
14.3.1.1.1	Rindertalg	627
14.3.1.1.2	Hammeltalg	630
14.3.1.1.3	Schweineschmalz	630
14.3.1.1.4	Gänseschmalz	630
14.3.1.2	Seetieröle	631
14.3.1.2.1	Walöl	631
14.3.1.2.2	Robbenöle	631
14.3.1.2.3	Heringsöle	632
14.3.2	Pflanzenfette	632
14.3.2.1	Fruchtfleischfette	632
14.3.2.1.1	Olivenöl	632
14.3.2.1.2	Palmöl	633
14.3.2.2	Samenfette	634
14.3.2.2.1	Gewinnung	634
14.3.2.2.2	Laurin- und myristinsäurereiche Fette	635
14.3.2.2.3	Palmitin- und stearinsäurereiche Fette	635
14.3.2.2.4	Palmitinsäurereiche Öle	636
14.3.2.2.5	Palmitinsäurearme, öl- und linolsäurereiche Öle	637
14.4	Bearbeitung der Fette, Fettprodukte	640
14.4.1	Raffination	640
14.4.1.1	Entlecithinierung	640
14.4.1.2	Entschleimung	640
14.4.1.3	Abtrennung der freien Fettsäuren (Entsäuerung)	640
14.4.1.4	Bleichung	641
14.4.1.5	Dämpfung (Desodorisierung)	642
14.4.1.6	Produktkontrolle	642
14.4.2	Hydrierung (Härtung)	642
14.4.2.1	Allgemeines	642
14.4.2.2	Katalysator	643
14.4.2.3	Prozeßführung	644

14.4.3	Umesterung	645
14.4.4	Fraktionierung	645
14.4.5	Margarine	646
14.4.5.1	Zusammensetzung	646
14.4.5.2	Herstellung	647
14.4.5.3	Margarinesorten	647
14.4.6	Mayonnaise	647
14.4.7	Fettpulver	648
14.5	Analyse	648
14.5.0	Aufgaben	648
14.5.1	Fettbestimmung in Lebensmitteln	648
14.5.2	Identifizierung von Fetten	649
14.5.2.1	Chemische Kennzahlen	649
14.5.2.2	Farbreaktionen	650
14.5.2.3	Fettsäure- und Triacylglyceridzusammensetzung	650
14.5.2.4	Nebenbestandteile	651
14.5.2.5	Schmelzpunkt	652
14.5.3	Nachweis von Veränderungen während Verarbeitung und Lagerung	653
14.5.3.1	Lipolyse	653
14.5.3.2	Oxidativer Fettverderb	653
14.5.3.2.1	Oxidationszustand	653
14.5.3.2.2	Voraussage der Lagerstabilität	654
14.5.3.3	Thermische Belastung	654
14.5.3.4	Raffination	654
14.6	Literatur	655
15	Getreide und Getreideprodukte	656
15.1	Einführung	656
15.1.1	Vorbemerkung	656
15.1.2	Abstammung	656
15.1.3	Erzeugung	658
15.1.4	Anatomie – Chemische Zusammensetzung im Überblick	659
15.1.5	Sonderstellung des Weizens – Kleberbildung	661
15.1.6	Zöliakie	661
15.2	Einzelne Inhaltsstoffe	662
15.2.1	Proteine	662
15.2.1.1	Unterschiede in der Aminosäurezusammensetzung	662
15.2.1.2	Überblick über die <i>Osborne</i> -Fraktionen der Getreidearten	662
15.2.1.3	Proteinkomponenten des Weizenklebers	663
15.2.1.3.1	Hochmolekulare Gruppe (HMW-Untereinheiten von Glutenin)	667
15.2.1.3.2	Gruppe mittleren Molekulargewichts (ω 5-Gliadine, ω 1,2-Gliadine)	671
15.2.1.3.3	Niedermolekulare Gruppe (α -Gliadine, γ -Gliadine, LMW-Untereinheiten von Glutenin)	672
15.2.1.4	Struktur des Weizenklebers	675
15.2.1.4.1	Disulfid-Bindungen	675
15.2.1.4.2	Beitrag der Kleberproteine zur Backqualität	677
15.2.1.5	Puroindoline	680
15.2.2	Enzyme	680
15.2.2.1	Amylasen	681
15.2.2.2	Proteinasen	681
15.2.2.3	Lipasen	681
15.2.2.4	Phytase	682
15.2.2.5	Lipoxygenasen	682
15.2.2.6	Peroxidase, Katalase	683

15.2.2.7	Glutathion-Dehydrogenase	683
15.2.2.8	Polyphenoloxidasen	683
15.2.2.9	Ascorbinsäureoxidase	684
15.2.2.10	Arabinoxylan-Hydrolasen	684
15.2.3	Andere Stickstoffverbindungen	685
15.2.4	Kohlenhydrate	686
15.2.4.1	Stärke	686
15.2.4.2	Nicht-Stärke-Polysaccharide	686
15.2.4.2.1	Pentosane	687
15.2.4.2.2	β -Glucane	688
15.2.4.2.3	Glucofructane	688
15.2.4.2.4	Cellulose	688
15.2.4.3	Zucker	688
15.2.5	Lipide	689
15.3	Getreidevermahlung	691
15.3.1	Weizen und Roggen	691
15.3.1.1	Lagerung	692
15.3.1.2	Vermahlung	692
15.3.1.3	Mahlprodukte	693
15.3.2	Weitere Getreidearten	695
15.3.2.1	Mais	695
15.3.2.2	Spelzgetreide	695
15.3.2.2.1	Reis	695
15.3.2.2.2	Hafer	695
15.3.2.2.3	Gerste	696
15.4	Backwaren	696
15.4.1	Rohstoffe	696
15.4.1.1	Weizenmehl	696
15.4.1.1.1	Chemische Untersuchungen	696
15.4.1.1.2	Physikalische Untersuchungen	698
15.4.1.1.3	Backversuche	699
15.4.1.2	Roggenmehl	700
15.4.1.3	Lagerung	701
15.4.1.4	Beeinflussung der Backeigenschaften von Weizenmehlen durch Zusätze	701
15.4.1.4.1	Ascorbinsäure	701
15.4.1.4.2	Bromat, Azodicarbonamid	704
15.4.1.4.3	Lipxygenase	704
15.4.1.4.4	Cystein	704
15.4.1.4.5	Proteinasen	704
15.4.1.4.6	Kochsalz	705
15.4.1.4.7	Emulgatoren, Fette	706
15.4.1.4.8	α -Amylase	706
15.4.1.4.9	Milch- und Sojaprodukte	707
15.4.1.5	Beeinflussung der Backeigenschaften von Roggenmehlen durch Zusätze	707
15.4.1.5.1	Quellmehl	707
15.4.1.5.2	Säuerungsmittel	707
15.4.1.6	Zusätze zur Teiglockerung	707
15.4.1.6.1	Hefe	707
15.4.1.6.2	Chemische Lockerungsmittel	708
15.4.2	Teigherstellung	708
15.4.2.1	Hefeteigführung	708
15.4.2.1.1	Direkte Hefeführung	708
15.4.2.1.2	Indirekte Hefeführung	708
15.4.2.2	Sauerteigführung	708
15.4.2.3	Kneten	709

15.4.2.4	Gärführung	710
15.4.2.5	Vorgänge bei der Teigbildung und Teigverfestigung	711
15.4.2.5.1	Teigbildung	711
15.4.2.5.2	Teigverfestigung	715
15.4.3	Backprozeß	716
15.4.3.1	Bedingungen	716
15.4.3.2	Chemische und physikalische Veränderungen – Bildung der Krume	718
15.4.3.3	Aroma	719
15.4.3.3.1	Weißbrotkruste	719
15.4.3.3.2	Weißbrotkrume	721
15.4.3.3.3	Roggenbrotkruste	723
15.4.4	Veränderungen bei der Lagerung	723
15.4.5	Brotarten	725
15.4.6	Feine Backwaren	726
15.5	Teigwaren	726
15.5.1	Rohstoffe	726
15.5.2	Zusätze	726
15.5.3	Herstellung	727
15.6	Literatur	727
16	Hülsenfrüchte	731
16.1	Einführung	731
16.2	Einzelne Inhaltsstoffe	731
16.2.1	Proteine	731
16.2.1.1	Globuline	731
16.2.1.2	Allergene	736
16.2.2	Enzyme	738
16.2.3	Inhibitoren für Proteinasen und Amylasen	738
16.2.3.1	Vorkommen und Eigenschaften	738
16.2.3.2	Struktur	739
16.2.3.3	Physiologische Funktion	743
16.2.3.4	Aktivität gegenüber Humanenzymen	743
16.2.3.5	Inaktivierung	744
16.2.3.6	Amylaseinhibitoren	744
16.2.3.7	Schlußfolgerungen	745
16.2.4	Lectine	745
16.2.5	Kohlenhydrate	746
16.2.6	Cyanogene Glykoside	746
16.2.7	Lipide	748
16.2.8	Vitamine, Mineralstoffe	748
16.2.9	Coumestrol	748
16.2.10	Saponine	749
16.2.11	Sonstige Inhaltsstoffe	750
16.3	Verarbeitung, Produkte	751
16.3.1	Sojabohnen, Erdnüsse	751
16.3.1.1	Aromafehler	751
16.3.1.2	Einzelne Produkte	752
16.3.1.2.1	Sojaweiß	752
16.3.1.2.2	Sojamilch	753
16.3.1.2.3	Tofu	753
16.3.1.2.4	Sojasoße (Shoyu)	753
16.3.1.2.5	Miso	754
16.3.1.2.6	Natto	754

16.3.1.2.7	Sufu	754
16.3.2	Erbsen, Bohnen	754
16.4	Literatur	755
17	Gemüse und Gemüseprodukte	757
17.1	Gemüse	757
17.1.1	Einführung	757
17.1.2	Zusammensetzung	757
17.1.2.1	Stickstoffverbindungen	757
17.1.2.1.1	Proteine	757
17.1.2.1.2	Freie Aminosäuren	757
17.1.2.1.3	Amine	771
17.1.2.2	Kohlenhydrate	771
17.1.2.2.1	Mono- und Oligosaccharide, Zuckeralkohole	771
17.1.2.2.2	Polysaccharide	771
17.1.2.3	Lipide	771
17.1.2.4	Organische Säuren	771
17.1.2.5	Phenolische Verbindungen	772
17.1.2.6	Aromastoffe	772
17.1.2.6.1	Pilze	772
17.1.2.6.2	Kartoffel	772
17.1.2.6.3	Knollensellerie	773
17.1.2.6.4	Radieschen/Rettich	773
17.1.2.6.5	Rote Rübe	774
17.1.2.6.6	Küchenzwiebel, Knoblauch	775
17.1.2.6.7	Brunnenkresse	776
17.1.2.6.8	Rotkohl, Weißkohl, Rosenkohl	776
17.1.2.6.9	Spinat	776
17.1.2.6.10	Artischocke	776
17.1.2.6.11	Blumenkohl, Brokkoli	776
17.1.2.6.12	Erbse	777
17.1.2.6.13	Gurke	777
17.1.2.6.14	Tomate	777
17.1.2.7	Vitamine	777
17.1.2.8	Mineralstoffe	777
17.1.2.9	Sonstige Inhaltsstoffe	777
17.1.2.9.1	Chlorophylle	778
17.1.2.9.2	Betalaine	780
17.1.2.9.3	Goitrogene Substanzen	782
17.1.2.9.4	Steroid-Alkaloide	782
17.1.3	Lagerung	783
17.2	Gemüseprodukte	783
17.2.1	Trockengemüse	783
17.2.2	Gemüsesterilkonserven	784
17.2.3	Tiefgefrorenes Gemüse	785
17.2.4	Gärungsgemüse	786
17.2.4.1	Saure Gurken (Salzgurken, Salzdillgurken)	786
17.2.4.2	Andere Gemüsearten	787
17.2.4.3	Sauerkraut	787
17.2.4.4	Tafeloliven	788
17.2.4.5	Fehlerhafte Gärprodukte	788
17.2.5	Essiggemüse	789
17.2.6	Salzgemüse	789
17.2.7	Gemüsesäfte	789

17.2.8	Gemüsemark	789
17.2.9	Gemüsepulver	790
17.3.	Literatur	790
18	Obst und Obstprodukte	791
18.1	Obst	791
18.1.1	Einführung	791
18.1.2	Zusammensetzung	791
18.1.2.1	Stickstoffverbindungen	791
18.1.2.1.1	Proteine, Enzyme	791
18.1.2.1.2	Freie Aminosäuren	791
18.1.2.1.3	Amine	799
18.1.2.2	Kohlenhydrate	800
18.1.2.2.1	Monosaccharide	800
18.1.2.2.2	Oligosaccharide	800
18.1.2.2.3	Zuckeralkohole	802
18.1.2.2.4	Polysaccharide	802
18.1.2.3	Lipide	802
18.1.2.3.1	Fruchtfleischlipide (außer Carotinoide und Triterpenoide)	803
18.1.2.3.2	Carotinoide	803
18.1.2.3.3	Triterpenoide	804
18.1.2.3.4	Fruchtwachse	805
18.1.2.4	Organische Säuren	805
18.1.2.5	Phenolische Verbindungen	807
18.1.2.5.1	Hydroxycinnamssäuren, Hydroxycumarine, Hydroxybenzoesäuren und Lignin	807
18.1.2.5.2	Flavan-3-ole (Catechine), Flavan-3,4-diole und Proanthocyanidine (Kondensierte Gerbstoffe)	812
18.1.2.5.3	Anthocyanidine	814
18.1.2.5.4	Flavanone	816
18.1.2.5.5	Flavone, Flavonole	818
18.1.2.5.6	Biosynthese der Flavonoide	820
18.1.2.5.7	Technologische Bedeutung der phenolischen Verbindungen	820
18.1.2.6	Aromastoffe	821
18.1.2.6.1	Banane	821
18.1.2.6.2	Weintraube	821
18.1.2.6.3	Citrusfrüchte	821
18.1.2.6.4	Apfel, Birne	822
18.1.2.6.5	Himbeere	823
18.1.2.6.6	Aprikose	824
18.1.2.6.7	Pfirsich	824
18.1.2.6.8	Passionsfrucht	824
18.1.2.6.9	Erdbeere	824
18.1.2.6.10	Ananas	824
18.1.2.6.11	Kirsche, Pflaume	825
18.1.2.6.12	Litchipflaume	825
18.1.2.7	Vitamine	825
18.1.2.8	Mineralstoffe	827
18.1.3	Chemische Veränderungen während der Reifung	827
18.1.3.1	Änderungen der Atmungsintensität	827
18.1.3.2	Änderungen in Stoffwechselwegen	828
18.1.3.3	Stoffliche Änderungen	828
18.1.3.3.1	Kohlenhydrate	828
18.1.3.3.2	Proteine, Enzyme	829
18.1.3.3.3	Lipide	829

18.1.3.3.4	Säuren	829
18.1.3.3.5	Farbstoffe	830
18.1.3.3.6	Aromastoffe	830
18.1.4	Chemische Beeinflussung der Reifung	830
18.1.4.1	Verbindungen mit verzögernder Wirkung	830
18.1.4.2	Verbindungen mit beschleunigender Wirkung	832
18.1.5	Lagerung	834
18.1.5.1	Kühlagerung	834
18.1.5.2	Lagerung in kontrollierter Atmosphäre	834
18.2	Obstprodukte	834
18.2.1	Trockenobst	834
18.2.2	Obststerilkonserven	835
18.2.3	Tiefgefrorenes Obst	836
18.2.4	Rumfrüchte, Früchte in Dickzucker u. a.	836
18.2.5	Fruchtpülpe und Fruchtmark	837
18.2.6	Marmelade, Konfitüre, Gelee	837
18.2.6.1	Marmelade	837
18.2.6.2	Konfitüre	837
18.2.6.3	Gelee	837
18.2.7	Pflaumenmus	837
18.2.8	Obstkraut	838
18.2.9	Fruchtsaft	838
18.2.9.1	Vorbereiten der Früchte	839
18.2.9.2	Entsaftung	839
18.2.9.3	Saftbehandlung	839
18.2.9.4	Haltbarmachung	840
18.2.9.5	Nebenprodukte	840
18.2.10	Fruchtnektar	840
18.2.11	Fruchtsaftkonzentrat	840
18.2.11.1	Eindampfen	841
18.2.11.2	Gefrierkonzentrierung	841
18.2.11.3	Membranfiltration	841
18.2.12	Fruchtsirup	841
18.2.13	Fruchtpulver	842
18.3	Alkoholfreie Erfrischungsgetränke	842
18.3.1	Fruchtsaftgetränke	842
18.3.2	Limonaden, Kalt- und Heißgetränke	842
18.3.3	Coffeinhaltige Erfrischungsgetränke	842
18.3.4	Brausen, künstliche Heiß- und Kaltgetränke	842
18.4	Analytik	843
18.4.1	Verschiedene Inhaltsstoffe	843
18.4.2	Artspezifische Inhaltsstoffe	843
18.4.3	Isotopenverhältnisse	843
18.5	Literatur	846
19	Zucker, Zuckeralkohole und Honig	848
19.1	Zucker, Zuckeralkohole und Zuckerwaren	848
19.1.1	Einführung	848
19.1.2	Eigenschaften aus technologischer Sicht	848
19.1.3	Eigenschaften aus ernährungsphysiologischer Sicht	853
19.1.4	Einzelne Zucker und Zuckeralkohole	854
19.1.4.1	Saccharose (Rohrzucker, Rübenzucker)	854
19.1.4.1.1	Allgemeines	854
19.1.4.1.2	Gewinnung von Rübenzucker	854

19.1.4.1.3	Gewinnung von Rohrzucker	858
19.1.4.1.4	Weitere Saccharosequellen	859
19.1.4.1.5	Verpackung und Lagerung	860
19.1.4.1.6	Zuckersorten	860
19.1.4.1.7	Zusammensetzung der Zuckersorten	860
19.1.4.1.8	Melasse	860
19.1.4.2	Folgeprodukte der Saccharose	861
19.1.4.3	Stärkeabbauprodukte	862
19.1.4.3.1	Allgemeines	862
19.1.4.3.2	Stärkesirup (Glucosesirup, Maltosesirup)	862
19.1.4.3.3	Trockenstärkesirup (Trockenglucosesirup)	863
19.1.4.3.4	Glucose (Dextrose)	863
19.1.4.3.5	Glucose-Fructose-Sirup (high fructose syrup)	863
19.1.4.3.6	Folgeprodukte von Stärkesirup	864
19.1.4.3.7	Polydextrose	864
19.1.4.4	Milchzucker (Lactose) und Folgeprodukte	864
19.1.4.4.1	Milchzucker	864
19.1.4.4.2	Folgeprodukte	864
19.1.4.5	Fruchtzucker (Fructose)	864
19.1.4.6	Sorbit	865
19.1.4.7	L-Sorbose und andere L-Zucker	865
19.1.4.8	Xylit	865
19.1.4.9	Mannit	865
19.1.5.	Zuckerwaren	865
19.1.5.1	Allgemeines	865
19.1.5.2	Hartkaramellen (Bonbons)	866
19.1.5.3	Weichkaramellen (Toffees)	866
19.1.5.4	Fondant	867
19.1.5.5	Schaumzuckerwaren	867
19.1.5.6	Gelee-, Gummi- und Gelatine-Zuckerwaren	867
19.1.5.7	Komprimat	867
19.1.5.8	Dragées	867
19.1.5.9	Marzipan	867
19.1.5.10	Persipan	868
19.1.5.11	Andere Rohmassen	868
19.1.5.12	Nugatmasse	868
19.1.5.13	Krokant	868
19.1.5.14	Lakritzen und Lakritzwaren	868
19.1.5.15	Kaugummi	868
19.1.5.16	Brauselimonadenpulver	869
19.2	Honig und Invertzuckercreme (Kunsthonig)	869
19.2.1	Honig	869
19.2.1.1	Einführung	869
19.2.1.2	Gewinnung und Arten	870
19.2.1.3	Verarbeitung	871
19.2.1.4	Physikalische Eigenschaften	871
19.2.1.5	Zusammensetzung	872
19.2.1.5.1	Wasser	872
19.2.1.5.2	Kohlenhydrate	872
19.2.1.5.3	Enzyme	873
19.2.1.5.4	Proteine	874
19.2.1.5.5	Aminosäuren	874
19.2.1.5.6	Säuren	875
19.2.1.5.7	Aromastoffe	875
19.2.1.5.8	Farbstoffe	875
19.2.1.5.9	Toxische Inhaltsstoffe	875

19.2.1.6	Lagerung	876
19.2.1.7	Verwendung	876
19.2.2	Invertzuckercreme (Kunsthonig)	876
19.2.2.1	Einführung	876
19.2.2.2	Herstellung	877
19.2.2.3	Zusammensetzung	877
19.2.2.4	Verwendung	877
19.3	Literatur	877
20	Alkoholische Getränke	879
20.1	Bier	879
20.1.1	Einführung	879
20.1.2	Rohstoffe	879
20.1.2.1	Gerste	879
20.1.2.2	Andere stärke- und zuckerhaltige Rohstoffe	881
20.1.2.2.1	Weizenmalz	881
20.1.2.2.2	Rohfrucht	881
20.1.2.2.3	Sirup, Extraktpulver	881
20.1.2.2.4	Malzextrakt, Würzekonzentrat	881
20.1.2.2.5	Brauzucker	881
20.1.2.3	Hopfen	881
20.1.2.3.1	Allgemeines	881
20.1.2.3.2	Zusammensetzung	881
20.1.2.3.3	Verarbeitung	883
20.1.2.4	Brauwasser	884
20.1.2.5	Bierhefe	884
20.1.3	Malzbereitung	884
20.1.3.1	Weichen	884
20.1.3.2	Keimen	885
20.1.3.3	Darren	885
20.1.3.4	Kontinuierliche Verfahren	885
20.1.3.5	Spezialmalze	885
20.1.4	Würzebereitung	886
20.1.4.1	Schroten der Malze	886
20.1.4.2	Maischen	886
20.1.4.3	Abtrennung der Treber	887
20.1.4.4	Kochen und Hopfen der Würze	887
20.1.4.5	Kontinuierliche Verfahren	887
20.1.5	Gärung	887
20.1.5.1	Untergärung	887
20.1.5.2	Obergärung	887
20.1.5.3	Kontinuierliche Verfahren, Schnellverfahren	888
20.1.6	Filtrieren und Abfüllen	888
20.1.7	Zusammensetzung	888
20.1.7.1	Ethanol	888
20.1.7.2	Extrakt, Stammwürze	888
20.1.7.3	Säuren	888
20.1.7.4	Stickstoffverbindungen	888
20.1.7.5	Kohlenhydrate	889
20.1.7.6	Mineralstoffe	889
20.1.7.7	Vitamine	889
20.1.7.8	Aromastoffe	889
20.1.7.9	Schaumbildner	890
20.1.8	Biertypen	890
20.1.8.1	Obergärige Biere	890

20.1.8.2	Untergärige Biere	890
20.1.8.3	Diätbiere	891
20.1.8.4	Alkoholarme oder alkoholfreie Biere	891
20.1.8.5	Übersee-Exportbiere	891
20.1.9	Biergeschmack und Bierfehler	891
20.2	Wein	893
20.2.1	Einführung	893
20.2.2	Rebsorten	893
20.2.3	Traubenmost	897
20.2.3.1	Entwicklung und Lese der Trauben	897
20.2.3.2	Gewinnung und Behandlung des Mostes	898
20.2.3.3	Zusammensetzung des Mostes	901
20.2.3.3.1	Kohlenhydrate	902
20.2.3.3.2	Säuren	902
20.2.3.3.3	Stickstoffverbindungen	902
20.2.3.3.4	Lipide	902
20.2.3.3.5	Phenolische Verbindungen	902
20.2.3.3.6	Mineralstoffe	902
20.2.3.3.7	Aromastoffe	902
20.2.4	Gärung	902
20.2.5	Kellerbehandlung nach der Gärung, Lagerung	903
20.2.5.1	Abstechen, Lagern und Reifen	904
20.2.5.2	Schwefeln	904
20.2.5.3	Klären und Stabilisieren	904
20.2.5.4	Verbessern	905
20.2.6	Zusammensetzung der Weine	905
20.2.6.1	Extrakt	906
20.2.6.2	Kohlenhydrate	906
20.2.6.3	Ethanol	906
20.2.6.4	Andere Alkohole	906
20.2.6.5	Säuren	906
20.2.6.6	Phenolische Verbindungen	907
20.2.6.7	Stickstoffverbindungen	907
20.2.6.8	Mineralstoffe	907
20.2.6.9	Aromastoffe	908
20.2.7	Fehler des Weins	912
20.2.8	Dessertweine	913
20.2.9	Schaumwein	913
20.2.9.1	Flaschengärung (méthode champenoise)	914
20.2.9.2	Großraumgärverfahren (produit en cuve close)	914
20.2.9.3	Imprägnierverfahren	914
20.2.9.4	Verschiedene Schaumweintypen	914
20.2.10	Weinähnliche Getränke	915
20.2.10.1	Fruchtweine	915
20.2.10.2	Malzweine, Met	915
20.2.10.3	Sonstige Erzeugnisse	915
20.2.11	Weinhaltige Getränke	916
20.2.11.1	Wermutwein	916
20.2.11.2	Kräuterweine (aromatische Weine)	916
20.2.11.3	Arzneiweine oder Medizinische Weine	916
20.2.11.4	Maiwein und Bowlen	916
20.2.11.5	Weinpunsch	916
20.3	Spirituosen	916
20.3.1	Einführung	916
20.3.2	Branntweine und Alkohol für Lebensmittel	916
20.3.2.1	Herstellung von Branntweinen	916

20.3.2.2	Herstellung von Alkohol	917
20.3.2.3	Branntweine aus Wein, Obst, Getreide und Zuckerrohrstoffen	918
20.3.2.3.1	Branntweine aus Wein	918
20.3.2.3.2	Obstbranntweine	919
20.3.2.3.3	Enzianbranntwein	919
20.3.2.3.4	Wacholderbranntwein	919
20.3.2.3.5	Rum	920
20.3.2.3.6	Arrak	920
20.3.2.3.7	Getreidebranntweine	920
20.3.2.3.8	Flüchtige Inhaltsstoffe der Branntweine	921
20.3.2.4	Andere Branntweine	922
20.3.3	Liköre	924
20.3.3.1	Fruchtsaftliköre	924
20.3.3.2	Fruchtaromaliköre	924
20.3.3.3	Fruchtbrandies	924
20.3.3.4	Sonstige Liköre	924
20.3.4	Punschextrakte	924
20.3.5	Alkohohaltige Getränke	924
20.4	Literatur	925
21	Kaffee, Tee, Kakao	926
21.1	Kaffee und Kaffee-Ersatz	926
21.1.1	Einführung	926
21.1.2	Rohkaffee	927
21.1.2.1	Ernte und Aufbereitung	927
21.1.2.2	Rohkaffeesorten	927
21.1.2.3	Zusammensetzung des Rohkaffees	929
21.1.3	Röstkaffee	929
21.1.3.1	Röstung	929
21.1.3.2	Aufbewahrung und Verpackung	929
21.1.3.3	Zusammensetzung von Röstkaffee	930
21.1.3.3.1	Proteine	930
21.1.3.3.2	Kohlenhydrate	930
21.1.3.3.3	Lipide	931
21.1.3.3.4	Säuren	931
21.1.3.3.5	Coffein	931
21.1.3.3.6	Trigonellin, Nicotinsäure	932
21.1.3.3.7	Aromastoffe	932
21.1.3.3.8	Mineralstoffe	934
21.1.3.3.9	Sonstige Bestandteile	934
21.1.3.4	Kaffeegetränk	934
21.1.4	Kaffeeprodukte	936
21.1.4.1	Löslicher Kaffee	936
21.1.4.2	Entcoffeinierter Kaffee	936
21.1.4.3	Behandelter Kaffee	937
21.1.5	Kaffee-Ersatz und Kaffee-Zusatzstoffe	937
21.1.5.1	Einführung	937
21.1.5.2	Verarbeitung der Rohstoffe	937
21.1.5.3	Einzelne Produkte	938
21.1.5.3.1	Gerstenkaffee	938
21.1.5.3.2	Malzkaffee	938
21.1.5.3.3	Zichorienkaffee	938
21.1.5.3.4	Feigenkaffee	938
21.1.5.3.5	Eichelkaffee	938
21.1.5.3.6	Weitere Produkte	938

XL	Inhaltsverzeichnis	
21.2	Tee und teeähnliche Erzeugnisse	939
21.2.1	Einführung	939
21.2.2	Schwarzer Tee	939
21.2.3	Grüner Tee	940
21.2.4	Teesorten	940
21.2.5	Zusammensetzung	940
21.2.5.1	Phenolische Verbindungen	940
21.2.5.2	Enzyme	941
21.2.5.3	Aminosäuren	942
21.2.5.4	Coffein	942
21.2.5.5	Kohlenhydrate	942
21.2.5.6	Lipide	942
21.2.5.7	Pigmente (Chlorophyll und Carotinoide)	942
21.2.5.8	Aromastoffe	943
21.2.5.9	Mineralstoffe	943
21.2.6	Reaktionen während der Herstellung	943
21.2.7	Verpackung, Lagerung, Zubereitung	945
21.2.8	Löslicher Tee	945
21.2.9	Maté, Paraguaytee	946
21.2.10	Erzeugnisse aus der Colanuß	946
21.3	Kakao und Schokolade	946
21.3.1	Einführung	946
21.3.2	Kakao	947
21.3.2.1	Allgemeines	947
21.3.2.2	Ernte und Verarbeitung	948
21.3.2.3	Zusammensetzung	949
21.3.2.3.1	Proteine und Aminosäuren	949
21.3.2.3.2	Theobromin und Coffein	950
21.3.2.3.3	Lipide	950
21.3.2.3.4	Kohlenhydrate	950
21.3.2.3.5	Phenolische Verbindungen	950
21.3.2.3.6	Organische Säuren	951
21.3.2.3.7	Geruchs- und Geschmacksstoffe	951
21.3.2.4	Reaktionen bei der Fermentierung und Trocknung	952
21.3.2.5	Herstellung der Kakaomasse	952
21.3.2.6	Herstellung aufgeschlossener Kakaomasse	953
21.3.2.7	Abpressen der Kakaomasse, Gewinnung von Kakaopulver	953
21.3.3	Schokolade	953
21.3.3.1	Einführung	953
21.3.3.2	Schokoladenherstellung	953
21.3.3.2.1	Mischen und Kneten	953
21.3.3.2.2	Zerkleinerung	953
21.3.3.2.3	Endveredlung (Conchieren)	954
21.3.3.2.4	Kristallisieren und Formen	954
21.3.3.3	Schokoladensorten	955
21.3.4	Lagerung von Kakaoerzeugnissen und dabei auftretende Veränderungen	956
21.4	Literatur	956
22	Gewürze, Speisesalz, Essig	958
22.1	Gewürze	958
22.1.1	Zusammensetzung	958
22.1.1.1	Komponenten des ätherischen Öls	958
22.1.1.2	Aromastoffe	960
22.1.1.2.1	Pfeffer	960

22.1.1.2.2	Vanille	962
22.1.1.2.3	Dill	963
22.1.1.2.4	Bockshornklee	963
22.1.1.2.5	Saffran	964
22.1.1.2.6	Senf, Meerrettich	964
22.1.1.2.7	Ingwer	964
22.1.1.2.8	Basilikum	965
22.1.1.2.9	Petersilie	965
22.1.1.3	Stoffe mit scharfem Geschmack	966
22.1.1.4	Farbstoffe	968
22.1.1.5	Antioxidantien	968
22.1.2	Produkte	968
22.1.2.1	Gewürzpulver	968
22.1.2.2	Gewürzextrakt bzw. -konzentrat	969
22.1.2.3	Gewürzmischungen	969
22.1.2.4	Gewürzzubereitungen	969
22.1.2.4.1	Currypulver	969
22.1.2.4.2	Speisesenf	969
22.1.2.4.3	Sambal	969
22.2	Speisesalz (Kochsalz)	969
22.2.1	Zusammensetzung	969
22.2.2	Vorkommen	969
22.2.3	Gewinnung	970
22.2.4	Speisesalz	970
22.2.5	Speisesalzersatz	970
22.3	Essig	970
22.3.1	Herstellung	970
22.3.1.1	Mikrobiologische Gewinnung	970
22.3.1.2	Chemische Synthese	971
22.3.2	Zusammensetzung	971
22.4	Literatur	971
23	Trinkwasser, Mineral- und Tafelwasser	973
23.1	Trinkwasser	973
23.1.1	Aufbereitung	973
23.1.2	Härte	973
23.1.3	Analytik	974
23.2	Mineralwasser	975
23.3	Tafelwasser	975
23.4	Literatur	975
	Allgemeine Literaturhinweise	976
	Sachverzeichnis	977