

Inhaltsverzeichnis

0	Wasser	1
0.1	Einführung	1
0.2	Struktur	1
0.2.1	Wassermolekül	1
0.2.2	Flüssiges Wasser und Eis	2
0.3	Einfluß auf die Lagerstabilität	3
0.3.1	Wasseraktivität	3
0.3.2	Wasseraktivität als Indikator	5
0.3.3	Phasenumwandlung wasserhaltiger Lebensmittel	5
0.3.4	WLF-Gleichung	6
0.3.5	Folgerungen	7
0.4	Literatur	8
1	Aminosäuren, Peptide, Proteine	9
1.1	Einführung	9
1.2	Aminosäuren	10
1.2.1	Allgemeines	10
1.2.2	Einteilung, Entdeckung und Vorkommen	10
1.2.2.1	Einteilung	10
1.2.2.2	Entdeckung und Vorkommen	10
1.2.3	Physikalische Eigenschaften	14
1.2.3.1	Dissoziation	14
1.2.3.2	Konfiguration und optische Aktivität	15
1.2.3.3	Löslichkeit	16
1.2.3.4	UV-Absorption	17
1.2.4	Chemische Reaktionen	17
1.2.4.1	Veresterung der Carboxyl-Gruppe	17
1.2.4.2	Reaktionen der Amino-Gruppe	18
1.2.4.2.1	Acylierung	18
1.2.4.2.2	Alkylierung und Arylierung	20
1.2.4.2.3	Carbamoylierung und Thiocarbamoylierung	22
1.2.4.2.4	Reaktionen mit Carbonyl-Verbindungen	23
1.2.4.3	Reaktionen unter Beteiligung weiterer funktioneller Gruppen	24
1.2.4.3.1	Lysin	24
1.2.4.3.2	Arginin	25
1.2.4.3.3	Asparaginsäure und Glutaminsäure	25
1.2.4.3.4	Serin und Threonin	25
1.2.4.3.5	Cystein und Cystin	25
1.2.4.3.6	Methionin	26

1.2.4.3.7	Tyrosin	26
1.2.4.4	Reaktionen von Aminosäuren bei höheren Temperaturen	26
1.2.4.4.1	Acrylamid	26
1.2.4.4.2	Mutagene Heterocyclen	27
1.2.5	Synthetische Aminosäuren zur Verbesserung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen (Fortifying Foods)	31
1.2.5.1	Glutaminsäure	33
1.2.5.2	Asparaginsäure	33
1.2.5.3	Lysin	33
1.2.5.4	Methionin	34
1.2.5.5	Phenylalanin	34
1.2.5.6	Threonin	34
1.2.5.7	Tryptophan	34
1.2.6	Sensorische Eigenschaften	35
1.3	Peptide	36
1.3.1	Allgemeines, Nomenklatur	36
1.3.2	Physikalische Eigenschaften	36
1.3.2.1	Dissoziation	36
1.3.3	Sensorische Eigenschaften	37
1.3.4	Einzelne Peptide	39
1.3.4.1	Glutathion	39
1.3.4.2	Carnosin, Anserin, Balenin	39
1.3.4.3	Nisin	40
1.3.4.4	Lysinpeptide	41
1.3.4.5	Andere Peptide	41
1.4	Proteine	41
1.4.1	Aminosäuresequenz	42
1.4.1.1	Aminosäurezusammensetzung, Subeinheiten	42
1.4.1.2	Terminale Gruppen	43
1.4.1.3	Partielle Hydrolyse	43
1.4.1.4	Sequenzanalyse	46
1.4.1.5	Ableitung der Aminosäuresequenz aus der Nucleotidsequenz des kodierenden Gens	46
1.4.2	Konformation	48
1.4.2.1	Gestreckte Peptidkette	49
1.4.2.2	Reguläre Strukturelemente (Sekundärstruktur)	50
1.4.2.2.1	Faltblatt- oder β -Strukturen	50
1.4.2.2.2	Helicale Strukturen	52
1.4.2.2.3	Krümmungen der Peptidkette	52
1.4.2.2.4	Supersekundärstrukturen	53
1.4.2.3	Tertiär- und Quartärstrukturen	53
1.4.2.3.1	Faserproteine	54
1.4.2.3.2	Globuläre Proteine	54
1.4.2.3.3	BSE	57
1.4.2.3.4	Quartärstruktur	57
1.4.2.4	Denaturierung	57
1.4.3	Physikalische Eigenschaften	60
1.4.3.1	Dissoziation	60
1.4.3.2	Optische Aktivität	62
1.4.3.3	Löslichkeit, Hydratation, Quellbarkeit	62
1.4.3.4	Schaumbildung und -stabilisierung	63

1.4.3.5	Gelbildung	64
1.4.3.6	Emulgierende Wirkung	65
1.4.4	Chemische Reaktionen	66
1.4.4.1	Lysinreste	66
1.4.4.1.1	Reaktionen unter Erhaltung der positiven Ladung	66
1.4.4.1.2	Reaktionen unter Verlust der positiven Ladung	67
1.4.4.1.3	Reaktionen unter Einführung einer negativen Ladung	67
1.4.4.1.4	Reversible Reaktionen	67
1.4.4.2	Argininreste	68
1.4.4.3	Glutaminsäure- und Asparaginsäurereste	69
1.4.4.4	Cystinreste (cf. auch 1.2.4.3.5)	69
1.4.4.5	Cysteinreste (cf. auch 1.2.4.3.5)	70
1.4.4.6	Methioninreste	71
1.4.4.7	Histidinreste	71
1.4.4.8	Tryptophanreste	71
1.4.4.9	Tyrosinreste	72
1.4.4.10	Bifunktionelle Reagentien	72
1.4.4.11	Reaktionen bei der Lebensmittelverarbeitung	72
1.4.5	Enzymkatalysierte Reaktionen	77
1.4.5.1	Allgemeines	77
1.4.5.2	Proteolytische Enzyme	78
1.4.5.2.1	Serin-Endopeptidasen	78
1.4.5.2.2	Cystein-Endopeptidasen	79
1.4.5.2.3	Metallo-Peptidasen	79
1.4.5.2.4	Asparaginsäure-Endopeptidasen	79
1.4.6	Lebensmitteltechnologisch interessante chemische und enzymatische Reaktionen	81
1.4.6.1	Allgemeines	81
1.4.6.2	Chemische Modifizierung	82
1.4.6.2.1	Acylierung	82
1.4.6.2.2	Alkylierung	84
1.4.6.2.3	Redoxreaktionen an Cystein und Cystin	85
1.4.6.3	Enzymatische Modifizierung	85
1.4.6.3.1	Dephosphorylierung	85
1.4.6.3.2	Plasteinreaktion	85
1.4.6.3.3	Quervernetzung	89
1.4.7	Texturierte Proteine	90
1.4.7.1	Einführung	90
1.4.7.2	Ausgangsmaterial	90
1.4.7.3	Texturierung	90
1.4.7.3.1	Spinnprozeß	90
1.4.7.3.2	Extrusionsprozeß	91
1.5	Literatur	91
2	Enzyme	95
2.1	Einführung	95
2.2	Allgemeine Merkmale, Isolierung und Nomenklatur	95
2.2.1	Wirkung von Katalysatoren	95
2.2.2	Spezifität	96
2.2.2.1	Substratspezifität	96
2.2.2.2	Reaktionsspezifität	97

2.2.3	Struktur	97
2.2.4	Isolierung und Reinigung	97
2.2.5	Multiple Formen von Enzymen	99
2.2.6	Nomenklatur	99
2.2.7	Meßgrößen und Einheiten	100
2.3	Cofaktoren	100
2.3.1	Cosubstrate	103
2.3.1.1	Nicotinamid-adenin-dinucleotid	103
2.3.1.2	Adenosintriphosphat	103
2.3.2	Prosthetische Gruppen	104
2.3.2.1	Flavine	104
2.3.2.2	Häm in	105
2.3.2.3	Pyridoxalphosphat	105
2.3.3	Metallionen	106
2.3.3.1	Magnesium, Calcium und Zink	106
2.3.3.2	Eisen, Kupfer und Molybdän	107
2.4	Theorie der Enzymkatalyse	109
2.4.1	Das aktive Zentrum	109
2.4.1.1	Lokalisierung	109
2.4.1.2	Substratbindung	111
2.4.1.2.1	Stereospezifität	111
2.4.1.2.2	Schlüssel-Schloß-Hypothese	111
2.4.1.2.3	Induzierte Paßform	112
2.4.2	Ursachen für die katalytische Wirksamkeit	113
2.4.2.1	Sterische Effekte – Orientierungseffekte	113
2.4.2.2	Strukturelle Komplementarität zum Übergangszustand	114
2.4.2.3	Entropie-Effekt	115
2.4.2.4	Allgemeine Säure-Basen-Katalyse	116
2.4.2.5	Kovalente Katalyse	117
2.4.3	Schlußbemerkung	120
2.5	Kinetik enzymatischer Reaktionen	120
2.5.1	Einfluß der Substratkonzentration	120
2.5.1.1	Ein-Substrat-Reaktion	120
2.5.1.1.1	Geschwindigkeitsgesetz nach Michaelis und Menten	120
2.5.1.1.2	Bestimmung von K_m und V	123
2.5.1.2	Zwei-Substrat-Reaktion	124
2.5.1.2.1	Reihenfolge bei der Substratbindung	124
2.5.1.2.2	Geschwindigkeitsgesetze	125
2.5.1.3	Allosterisch regulierte Enzyme	127
2.5.2	Einfluß von Inhibitoren	128
2.5.2.1	Irreversible Hemmung	129
2.5.2.2	Reversible Hemmung	129
2.5.2.2.1	Kompetitive Hemmung	129
2.5.2.2.2	Nichtkompetitive Hemmung	130
2.5.2.2.3	Unkompetitive Hemmung	130
2.5.3	Einfluß der Wasserstoffionen- konzentration (pH)	131
2.5.4	Einfluß der Temperatur	133
2.5.4.1	Zeitabhängigkeit der Effekte	134
2.5.4.2	Temperaturabhängigkeit der Effekte	134
2.5.4.3	Temperatur-Optimum	136
2.5.4.4	Thermische Stabilität	137

2.5.5	Einfluß des Druckes	139
2.5.6	Einfluß des Wassergehalts	140
2.6	Enzymatische Analyse	141
2.6.1	Substratbestimmungen	141
2.6.1.1	Prinzip	141
2.6.1.2	Endwert-Methode	142
2.6.1.3	Kinetische Methode	143
2.6.2	Enzymaktivitätsbestimmungen	144
2.6.3	Enzymimmunoassay	144
2.6.4	Polymerasekettenreaktion	145
2.6.4.1	Prinzip der PCR	146
2.6.4.2	Beispiele	147
2.6.4.2.1	Sojazusatz	147
2.6.4.2.2	Genetisch modifizierte Soja	147
2.6.4.2.3	Genetisch modifizierte Tomaten	147
2.6.4.2.4	Artendifferenzierung	148
2.7	Verwendung von Enzymen in der Lebensmitteltechnik	148
2.7.1	Technische Enzympräparate	148
2.7.1.1	Gewinnung	148
2.7.1.2	Immobilisierte Enzyme	148
2.7.1.2.1	Gebundene Enzyme	151
2.7.1.2.2	Eingeschlossene Enzyme	151
2.7.1.2.3	Vernetzte Enzyme	151
2.7.1.2.4	Eigenschaften	151
2.7.2	Einzelne Enzyme	152
2.7.2.1	Oxidoreduktasen	152
2.7.2.1.1	Glucoseoxidase	152
2.7.2.1.2	Katalase	152
2.7.2.1.3	Lipoxygenase	153
2.7.2.1.4	Aldehyd-Dehydrogenase	153
2.7.2.1.5	Butandiol-Dehydrogenase	153
2.7.2.2	Hydrolasen	153
2.7.2.2.1	Peptidasen	153
2.7.2.2.2	α - und β -Amylasen	155
2.7.2.2.3	Exo-1,4- α -D-Glucosidase (Glucoamylase)	155
2.7.2.2.4	Pullulanase (Isoamylase)	155
2.7.2.2.5	Endo-1,3(4)- β -D-Glucanase	155
2.7.2.2.6	α -D-Galactosidase	156
2.7.2.2.7	β -D-Galactosidase (Lactase)	156
2.7.2.2.8	β -D-Fructofuranosidase (Invertase)	156
2.7.2.2.9	α -L-Rhamnosidase	156
2.7.2.2.10	Cellulasen und Hemicellulasen	156
2.7.2.2.11	Lysozym	156
2.7.2.2.12	Thioglucosidase	157
2.7.2.2.13	Pektinolytische Enzyme	157
2.7.2.2.14	Lipasen	157
2.7.2.2.15	Tannasen	157
2.7.2.2.16	Glutaminase	157
2.7.2.3	Isomerasen	158
2.7.2.4	Transferasen	158
2.8	Literatur	159

3	Lipide	161
3.1	Einführung	161
3.2	Fettsäuren	162
3.2.1	Nomenklatur und Einteilung	162
3.2.1.1	Gesättigte Fettsäuren	162
3.2.1.2	Ungesättigte Fettsäuren	165
3.2.1.3	Substituierte Fettsäuren	167
3.2.2	Physikalische Eigenschaften	168
3.2.2.1	Carboxylgruppe	168
3.2.2.2	Kristallstruktur, Schmelzpunkte	168
3.2.2.3	Harnstoff-Addukte	169
3.2.2.4	Löslichkeit	170
3.2.2.5	UV-Absorption	170
3.2.3	Chemische Eigenschaften	170
3.2.3.1	Methylierung der Carboxylgruppe	170
3.2.3.2	Reaktionen ungesättigter Fettsäuren	171
3.2.3.2.1	Halogenanlagerung	171
3.2.3.2.2	Überführung der Isolen- in Konjugenfettsäuren	171
3.2.3.2.3	Bildung von π -Komplexen mit Ag^{\oplus} -Ionen	171
3.2.3.2.4	Hydrierung	172
3.2.4	Biosynthese der ungesättigten Fettsäuren	172
3.3	Acylglyceride	172
3.3.1	Triacylglyceride (TG)	172
3.3.1.1	Nomenklatur, Einteilung, Brennwert	172
3.3.1.2	Schmelzverhalten	174
3.3.1.3	Chemische Eigenschaften	174
3.3.1.3.1	Hydrolyse	174
3.3.1.3.2	Methanolyse	175
3.3.1.3.3	Umesterung	175
3.3.1.4	Strukturbestimmung	176
3.3.1.5	Biosynthese	179
3.3.2	Mono- und Diacylglyceride (MG und DG)	180
3.3.2.1	Vorkommen, Herstellung	180
3.3.2.2	Physikalische Eigenschaften	181
3.4	Phospho- und Glykolipide	181
3.4.1	Verbindungsklassen	181
3.4.1.1	Phosphatidylderivate	181
3.4.1.2	Glyceroglykolipide	183
3.4.1.3	Sphingolipide	184
3.4.2	Analytik	185
3.4.2.1	Extraktion, Abtrennung von Nichtlipiden	185
3.4.2.2	Trennung und Identifizierung der Verbindungsklassen	185
3.4.2.3	Bausteinanalyse	185
3.5	Lipoproteine, Membranen	186
3.5.1	Lipoproteine	186
3.5.1.1	Definition	186
3.5.1.2	Klassifizierung	187
3.5.2	Beteiligung der Lipide am Aufbau von biologischen Membranen ..	188
3.6	Diollipide, Fettalkohole, Cutin	188
3.6.1	Diollipide	188
3.6.2	Fettalkohole und Derivate	189

3.6.2.1	Wachse	189
3.6.2.2	Alkoxylipide	189
3.6.3	Cutin	190
3.7	Veränderungen der Acyllipide in Lebensmitteln	190
3.7.1	Enzymatische Hydrolyse	190
3.7.1.1	Hydrolasen für Triacylglyceride (Lipasen)	191
3.7.1.2	Hydrolasen für polare Lipide	192
3.7.1.2.1	Phospholipasen	192
3.7.1.2.2	Glykolipid-Hydrolasen	193
3.7.2	Peroxidation ungesättigter Acyllipide	193
3.7.2.1	Autoxidation	194
3.7.2.1.1	Elementarschritte der Autoxidation	194
3.7.2.1.2	Monohydroperoxide	196
3.7.2.1.3	Hydroperoxy-epidioxide	198
3.7.2.1.4	Start der Radikalkettenreaktionen	199
3.7.2.1.5	Fotooxygenierung	200
3.7.2.1.6	Wirkung von Schwermetallen	202
3.7.2.1.7	Häm(in)-Katalyse	203
3.7.2.1.8	Aktivierter Sauerstoff	204
3.7.2.1.9	Sekundärprodukte	206
3.7.2.2	Vorkommen und Eigenschaften der Lipoxxygenase	210
3.7.2.3	Enzymatischer Hydroperoxid-Abbau	212
3.7.2.4	Wechselwirkungen zwischen Hydroperoxiden und Proteinen	214
3.7.2.4.1	Produkte aus Hydroperoxiden	214
3.7.2.4.2	Bildung von Lipid-Protein-Komplexen	215
3.7.2.4.3	Veränderungen der Proteine	216
3.7.2.4.4	Abbau von Aminosäuren	217
3.7.3	Hemmung der Lipidperoxidation	218
3.7.3.1	Wirkung von Antioxidantien	218
3.7.3.2	Antioxidantien in Lebensmitteln	219
3.7.3.2.1	Natürliche Antioxidantien	219
3.7.3.2.2	Synthetische Antioxidantien	221
3.7.3.2.3	Synergisten	223
3.7.3.2.4	Prooxidative Wirkung	223
3.7.4	Erhitzen von Fetten (Fritieren)	223
3.7.4.1	Autoxidation gesättigter Acyllipide	224
3.7.4.2	Polymerisation	226
3.7.5	Radiolyse	227
3.7.6	Mikrobieller Abbau von Acyllipiden zu Methylketonen	228
3.8	Bestandteile des Unverseifbaren*	229
3.8.1	Kohlenwasserstoffe	230
3.8.2	Steroide	230
3.8.2.1	Struktur, Nomenklatur	230
3.8.2.2	Steroide in tierischen Lebensmitteln	230
3.8.2.2.1	Cholesterin	230
3.8.2.2.2	Vitamin D	231
3.8.2.3	Steroide in Pflanzenfetten	232
3.8.2.3.1	Desmethylsterine	232
3.8.2.3.2	Methyl- und Dimethylsterine	235
3.8.2.4	Analyse	235
3.8.3	Tocopherole und Tocotrienole	236

3.8.3.1	Struktur, Bedeutung	236
3.8.3.2	Analyse	237
3.8.4	Carotinoide	237
3.8.4.1	Chemische Struktur, Vorkommen	238
3.8.4.1.1	Carotine	239
3.8.4.1.2	Xanthophylle	241
3.8.4.2	Physikalische Eigenschaften	243
3.8.4.3	Chemische Eigenschaften	244
3.8.4.4	Vorläufer von Aromastoffen	244
3.8.4.5	Anwendungen in der Lebensmitteltechnik	245
3.8.4.5.1	Extrakte aus Pflanzen	246
3.8.4.5.2	Einzelne Verbindungen	247
3.8.4.6	Analyse	247
3.9	Literatur	248
4	Kohlenhydrate	252
4.1	Einführung	252
4.2	Monosaccharide	252
4.2.1	Struktur und Nomenklatur	252
4.2.1.1	Konstitution	252
4.2.1.2	Konfiguration	253
4.2.1.3	Konformation	258
4.2.2	Physikalische Eigenschaften	261
4.2.2.1	Hygroskopizität und Löslichkeit	261
4.2.2.2	Optische Drehung, Mutarotation	261
4.2.3	Sensorische Eigenschaften	262
4.2.4	Chemische Reaktionen und Derivate	265
4.2.4.1	Reduktion zu Zuckeralkoholen	265
4.2.4.2	Oxidation zu Glykonsäuren, Glykarsäuren und Glykuronsäuren	266
4.2.4.3	Reaktionen in Gegenwart von Säuren und Basen	267
4.2.4.3.1	Reaktionen in stark saurer Lösung	267
4.2.4.3.2	Reaktionen in stark basischer Lösung	270
4.2.4.3.3	Karamelisierung	273
4.2.4.4	Reaktionen mit Amino-Verbindungen (<i>Maillard</i> -Reaktion)	274
4.2.4.4.1	Anfangsphase der <i>Maillard</i> -Reaktion	275
4.2.4.4.2	Bildung von Desoxyosonen	277
4.2.4.4.3	Folgeprodukte der 3-Desoxyosone	278
4.2.4.4.4	Folgeprodukte der 1-Desoxyosone	280
4.2.4.4.5	Folgeprodukte der 4-Desoxyosone	285
4.2.4.4.6	Redoxreaktionen	287
4.2.4.4.7	Strecker-Reaktion	287
4.2.4.4.8	Bildung farbiger Verbindungen	289
4.2.4.4.9	Proteinmodifikationen	290
4.2.4.4.10	Hemmung der <i>Maillard</i> -Reaktion	294
4.2.4.5	Reaktionen mit Hydroxy-Verbindungen (O-Glykoside)	294
4.2.4.6	Ester	296
4.2.4.7	Ether	297
4.2.4.8	Glykolspaltung	297
4.3	Oligosaccharide	298
4.3.1	Struktur und Nomenklatur	298
4.3.2	Eigenschaften und Reaktionen	299

4.4	Polysaccharide	301
4.4.1	Einteilung, kovalente Struktur	301
4.4.2	Konformation	301
4.4.2.1	Gestreckte, bandförmige Konformation (ribbon type)	302
4.4.2.2	Helicale Konformation (hollow helix type)	303
4.4.2.3	Verdrehte Konformation (crumpled type)	303
4.4.2.4	Locker verbundene Polysaccharide (loosely jointed type)	303
4.4.2.5	Gemischte Typen	304
4.4.2.6	Intermolekulare Wechselwirkungen, Gelbildung	304
4.4.3	Eigenschaften	305
4.4.3.1	Allgemeines	305
4.4.3.2	Perfekt-lineare Polysaccharide	306
4.4.3.3	Verzweigte Polysaccharide	307
4.4.3.4	Linear verzweigte Polysaccharide	307
4.4.3.5	Polysaccharide mit Carboxylgruppen	307
4.4.3.6	Polysaccharide mit starken Säuregruppen	307
4.4.3.7	Modifizierte Polysaccharide	307
4.4.3.7.1	Einführung neutraler Gruppen	308
4.4.3.7.2	Einführung saurer Gruppen	308
4.4.4	Einzelne Polysaccharide	308
4.4.4.1	Agar	308
4.4.4.1.1	Vorkommen, Gewinnung	308
4.4.4.1.2	Struktur, Eigenschaften	308
4.4.4.1.3	Anwendung	308
4.4.4.2	Algin	308
4.4.4.2.1	Vorkommen, Gewinnung	308
4.4.4.2.2	Struktur, Eigenschaften	309
4.4.4.2.3	Derivate	310
4.4.4.2.4	Anwendung	310
4.4.4.3	Carrageenan	310
4.4.4.3.1	Vorkommen, Gewinnung	310
4.4.4.3.2	Struktur, Eigenschaften	310
4.4.4.3.3	Anwendung	312
4.4.4.4	Furcellaran	312
4.4.4.4.1	Vorkommen, Gewinnung	312
4.4.4.4.2	Struktur, Eigenschaften	312
4.4.4.4.3	Anwendung	312
4.4.4.5	Gummi arabicum	313
4.4.4.5.1	Vorkommen, Gewinnung	313
4.4.4.5.2	Struktur, Eigenschaften	313
4.4.4.5.3	Anwendung	314
4.4.4.6	Ghatti-Gummi	315
4.4.4.6.1	Vorkommen	315
4.4.4.6.2	Struktur, Eigenschaften	315
4.4.4.6.3	Anwendung	315
4.4.4.7	Tragant (Tragacanth)	315
4.4.4.7.1	Vorkommen	315
4.4.4.7.2	Struktur, Eigenschaften	315
4.4.4.7.3	Anwendung	316
4.4.4.8	Karaya-Gummi	316
4.4.4.8.1	Vorkommen	316

4.4.4.8.2	Struktur, Eigenschaften	316
4.4.4.8.3	Anwendung	317
4.4.4.9	Guaran	317
4.4.4.9.1	Vorkommen, Gewinnung	317
4.4.4.9.2	Struktur, Eigenschaften	317
4.4.4.9.3	Anwendung	317
4.4.4.10	Johannisbrotkernmehl (Carubin)	317
4.4.4.10.1	Vorkommen, Gewinnung	317
4.4.4.10.2	Struktur, Eigenschaften	318
4.4.4.10.3	Anwendung	318
4.4.4.11	Tamarindenkernmehl	318
4.4.4.11.1	Vorkommen, Gewinnung	318
4.4.4.11.2	Struktur, Eigenschaften	318
4.4.4.11.3	Anwendung	318
4.4.4.12	Arabinogalactan aus Lärchen	319
4.4.4.12.1	Vorkommen, Gewinnung	319
4.4.4.12.2	Struktur, Eigenschaften	319
4.4.4.12.3	Anwendung	319
4.4.4.13	Pektin	319
4.4.4.13.1	Vorkommen, Gewinnung	319
4.4.4.13.2	Struktur, Eigenschaften	319
4.4.4.13.3	Anwendung	320
4.4.4.14	Stärke	320
4.4.4.14.1	Vorkommen, Gewinnung	320
4.4.4.14.2	Bau und Eigenschaften der Stärkekörner	322
4.4.4.14.3	Struktur und Eigenschaften von Amylose	327
4.4.4.14.4	Struktur und Eigenschaften von Amylopektin	329
4.4.4.14.5	Anwendung	330
4.4.4.14.6	Resistente Stärke	330
4.4.4.15	Modifizierte Stärken	331
4.4.4.15.1	Mechanisch beschädigte Stärke	331
4.4.4.15.2	Extrudierte Stärke	331
4.4.4.15.3	Dextrine	332
4.4.4.15.4	Quellstärke	332
4.4.4.15.5	Dünnkochende Stärke	332
4.4.4.15.6	Stärkeether	332
4.4.4.15.7	Stärkeester	332
4.4.4.15.8	Vernetzte Stärke	333
4.4.4.15.9	Oxidierter Stärke	333
4.4.4.16	Cellulose	333
4.4.4.16.1	Vorkommen, Gewinnung	333
4.4.4.16.2	Struktur, Eigenschaften	333
4.4.4.16.3	Anwendung	334
4.4.4.17	Cellulosederivate	334
4.4.4.17.1	Alkylcellulosen, Hydroxyalkylcellulosen	334
4.4.4.17.2	Carboxymethylcellulose	335
4.4.4.18	Hemicellulosen	336
4.4.4.19	Xanthan	336
4.4.4.19.1	Vorkommen, Gewinnung	336
4.4.4.19.2	Struktur, Eigenschaften	337
4.4.4.19.3	Anwendung	337

4.4.4.20	Scleroglucan	337
4.4.4.20.1	Vorkommen, Gewinnung	337
4.4.4.20.2	Struktur, Eigenschaften	337
4.4.4.20.3	Anwendung	337
4.4.4.21	Dextran	337
4.4.4.21.1	Vorkommen	337
4.4.4.21.2	Struktur, Eigenschaften	338
4.4.4.21.3	Anwendung	338
4.4.4.22	Inulin und Oligofructose	338
4.4.4.22.1	Vorkommen	338
4.4.4.22.2	Struktur	338
4.4.4.22.3	Anwendung	338
4.4.4.23	Polyvinylpyrrolidon (PVP)	338
4.4.4.23.1	Struktur, Eigenschaften	338
4.4.4.23.2	Anwendung	339
4.4.5	Enzymatischer Abbau von Polysacchariden	339
4.4.5.1	Amylasen	339
4.4.5.1.1	α -Amylase	339
4.4.5.1.2	β -Amylase	339
4.4.5.1.3	exo-1,4- α -D-Glucosidase (Glucoamylase)	339
4.4.5.1.4	α -Dextrin endo-1,6- α -Glucosidase (Pullulanase)	339
4.4.5.2	Pektinolytische Enzyme	339
4.4.5.3	Cellulasen	340
4.4.5.4	endo-1,3(4)- β -Glucanase	341
4.4.5.5	Hemicellulasen	341
4.4.6	Analytik von Polysacchariden	341
4.4.6.1	Dickungsmittel	341
4.4.6.2	Ballaststoffe	343
4.5	Literatur ^a	343
5	Aromastoffe	346
5.1	Einführung	346
5.1.1	Abgrenzung der Begriffe	346
5.1.2	„Impact Compounds“ natürlicher Aromen	346
5.1.3	Schwellenkonzentration	347
5.1.4	Aromawert	348
5.1.5	Aromafehler	349
5.2	Analyse	351
5.2.1	Isolierung	352
5.2.1.1	Destillation, Extraktion	353
5.2.1.2	Gas-Extraktion	355
5.2.1.3	Headspace-Analyse	355
5.2.2	Sensorische Relevanz	356
5.2.2.1	Aromaextrakt-Verdünnungsanalyse (AEVA)	356
5.2.2.2	Headspace GC-Olfaktometrie	357
5.2.3	Anreicherung	358
5.2.4	Chemische Struktur	359
5.2.5	Enantioselektive Analyse	360
5.2.6	Quantitative Analyse, Aromawerte	362
5.2.6.1	Isotopenverdünnungsanalyse (IVA)*	362
5.2.6.2	Aromawerte	364

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

6.2.2.3	Stabilität, Abbaureaktionen	416
6.2.3	α -Tocopherol (Vitamin E)	416
6.2.3.1	Biologische Funktionen	416
6.2.3.2	Bedarf, Vorkommen	417
6.2.3.3	Stabilität, Abbaureaktionen	417
6.2.4	Phytomenadion (Vitamin K ₁ , Phyllochinon)	417
6.2.4.1	Biologische Funktionen	417
6.2.4.2	Bedarf, Vorkommen	417
6.2.4.3	Stabilität, Abbaureaktionen	421
6.3	Wasserlösliche Vitamine	421
6.3.1	Thiamin (Vitamin B ₁)	421
6.3.1.1	Biologische Funktionen	421
6.3.1.2	Bedarf, Vorkommen	422
6.3.1.3	Stabilität, Abbaureaktionen	422
6.3.2	Riboflavin (Vitamin B ₂)	423
6.3.2.1	Biologische Funktionen	423
6.3.2.2	Bedarf, Vorkommen	423
6.3.2.3	Stabilität, Abbaureaktionen	423
6.3.3	Pyridoxin (Pyridoxal, Vitamin B ₆)	424
6.3.3.1	Biologische Funktionen	424
6.3.3.2	Bedarf, Vorkommen	424
6.3.3.3	Stabilität, Abbaureaktionen	424
6.3.4	Nicotinsäureamid (Niacin)	424
6.3.4.1	Biologische Funktionen	424
6.3.4.2	Bedarf, Vorkommen	425
6.3.4.3	Stabilität, Abbaureaktionen	425
6.3.5	Pantothensäure	425
6.3.5.1	Biologische Funktionen	425
6.3.5.2	Bedarf, Vorkommen	425
6.3.5.3	Stabilität, Abbaureaktionen	425
6.3.6	Biotin	425
6.3.6.1	Biologische Funktionen	425
6.3.6.2	Bedarf, Vorkommen	426
6.3.6.3	Stabilität, Abbaureaktionen	426
6.3.7	Folsäure	426
6.3.7.1	Biologische Funktionen	426
6.3.7.2	Bedarf, Vorkommen	426
6.3.7.3	Stabilität, Abbaureaktionen	426
6.3.8	Cyanocobalamin (Vitamin B ₁₂)	426
6.3.8.1	Biologische Funktionen	426
6.3.8.2	Bedarf, Vorkommen	427
6.3.8.3	Stabilität, Abbaureaktionen	427
6.3.9	L-Ascorbinsäure (Vitamin C)	427
6.3.9.1	Biologische Funktionen	427
6.3.9.2	Bedarf, Vorkommen	428
6.3.9.3	Stabilität, Abbaureaktionen	428
6.4	Literatur	430

7	Mineralstoffe	432
7.1	Einführung	432
7.2	Mengenelemente	432
7.2.1	Natrium	432
7.2.2	Kalium	434
7.2.3	Magnesium	434
7.2.4	Calcium	434
7.2.5	Chlorid	434
7.2.6	Phosphor	434
7.3	Spurenelemente	435
7.3.1	Allgemeines	435
7.3.2	Einzelne Spurenelemente	435
7.3.2.1	Eisen	435
7.3.2.2	Kupfer	436
7.3.2.3	Zink	436
7.3.2.4	Mangan	436
7.3.2.5	Kobalt	436
7.3.2.6	Chrom	436
7.3.2.7	Selen	436
7.3.2.8	Molybdän	437
7.3.2.9	Nickel	437
7.3.2.10	Fluor	437
7.3.2.11	Jod	437
7.3.3	Ultraspurenelemente	437
7.3.3.1	Zinn	437
7.3.3.2	Aluminium	438
7.3.3.3	Bor	438
7.3.3.4	Silicium	438
7.3.3.5	Arsen	438
7.4	Mineralstoffe bei der Lebensmittelverarbeitung	438
7.5	Literatur	439
8	Zusatzstoffe	440
8.1	Einführung	440
8.2	Vitamine	441
8.3	Aminosäuren	441
8.4	Mineralstoffe	441
8.5	Aromastoffe	441
8.6	Aromaverstärker (Flavour enhancers, flavour potentiators)	441
8.6.1	Mononatriumglutamat (MSG)	442
8.6.2	5'-Nucleotide	442
8.6.3	Maltol	442
8.6.4	Kühlend wirkende Verbindungen	443
8.7	Zuckeraustauschstoffe	443
8.8	Süßstoffe	443
8.8.1	Süßer Geschmack: Strukturelle Voraussetzungen	443
8.8.1.1	Struktur-Wirkungsbeziehungen bei süßen Verbindungen	443
8.8.1.2	Synergismus	446
8.8.2	Saccharin	446
8.8.3	Cyclamat	447
8.8.4	Monellin	447

8.8.5	Thaumatine	448
8.8.6	Curculin und Miraculin	450
8.8.7	Extrakte aus <i>Gymnema silvestre</i>	450
8.8.8	Steviosid	450
8.8.9	Phyllodulcin	450
8.8.10	Glycyrrhizin	451
8.8.11	Dihydrochalcone	451
8.8.12	Harnstoffe und Guanidine	451
8.8.12.1	Suosan	451
8.8.12.2	Guanidine	451
8.8.13	Oxime	452
8.8.14	Oxathiazinondioxide	452
8.8.15	Dipeptidester und -amide	453
8.8.15.1	Aspartam	453
8.8.15.2	Superaspartam	454
8.8.15.3	Alitam	454
8.8.16	Hernandulcin	455
8.9	Farbstoffe	455
8.10	Säuren	455
8.10.1	Essigsäure und andere Fettsäuren	455
8.10.2	Bernsteinsäure	455
8.10.3	Bernsteinsäureanhydrid	455
8.10.4	Adipinsäure	460
8.10.5	Fumarsäure	460
8.10.6	Milchsäure	460
8.10.7	Äpfelsäure	460
8.10.8	Weinsäure	461
8.10.9	Citronensäure	461
8.10.10	Phosphorsäure	461
8.10.11	Salzsäure, Schwefelsäure	461
8.10.12	Gluconsäure und Gluco- δ -lacton	461
8.11	Basen	461
8.12	Antimikrobielle Stoffe	462
8.12.1	Benzoesäure	462
8.12.2	Ester der p-Hydroxybenzoesäure (PHB-Ester)	463
8.12.3	Sorbinsäure (2,4-Hexadiencarbonsäure)	463
8.12.4	Propionsäure	464
8.12.5	Essigsäure	465
8.12.6	SO ₂ und Sulfit	465
8.12.7	Diethyldicarbonat, Dimethyldicarbonat	465
8.12.8	Ethylenoxid, Propylenoxid	466
8.12.9	Nitrit, Nitrat	466
8.12.10	Antibiotica	467
8.12.11	Diphenyl	467
8.12.12	o-Phenylphenol	467
8.12.13	Thiabendazol, 2-(4-Thiazolyl)benzimidazol	467
8.13	Antioxidantien	467
8.14	Komplexbildner	468
8.15	Grenzflächenaktive Stoffe (Tenside)	468
8.15.1	Allgemeines über Emulsionen	468
8.15.2	Wirkung von Emulgatoren	469

8.15.2.1	Struktur und Wirkung	469
8.15.2.2	Kritische Mizellbildungskonzentration (CMC), lyotrope Mesomorphie	470
8.15.2.3	HLB-Wert	472
8.15.3	Synthetische Emulgatoren	473
8.15.3.1	Mono-, Diacylglyceride und Derivate	474
8.15.3.2	Zuckerester	475
8.15.3.3	Sorbitanfettsäureester	475
8.15.3.4	Polyoxyethylen-Sorbitanfettsäureester	475
8.15.3.5	Polyglycerin-Polyricinoleat (PGPR)	475
8.15.3.6	Stearyl-2-lactylat	475
8.16	Substitute für Fett	476
8.16.1	Fat mimetics	476
8.16.1.1	Mikropartikulierte Proteine	476
8.16.1.2	Kohlenhydrate	476
8.16.2	Synthetische Fettersatzstoffe	476
8.16.2.1	Kohlenhydratpolyester	477
8.16.2.2	Retrofette	477
8.17	Dickungsmittel, Gelbildner, Stabilisatoren	477
8.18	Feucht- und Weichhaltungsmittel	477
8.19	Mittel zur Erhaltung der Rieselfähigkeit	477
8.20	Bleichmittel	477
8.21	Klärhilfsmittel	478
8.22	Treibgase, Schutzgase	478
8.23	Literatur	478
9	Kontamination von Lebensmitteln	481
9.1	Allgemeines	481
9.2	Toxische Spurenelemente	482
9.2.1	Arsen	482
9.2.2	Quecksilber	482
9.2.3	Blei	483
9.2.4	Cadmium	484
9.2.5	Radionuklide	484
9.3	Toxische Verbindungen mikrobieller Herkunft	484
9.3.1	Lebensmittelvergiftungen bakteriellen Ursprungs	484
9.3.2	Mykotoxine	488
9.4	Pflanzenschutzmittel (PSM)	489
9.4.1	Allgemeines	489
9.4.2	Wirkstoffe	490
9.4.2.1	Insektizide	490
9.4.2.2	Fungizide	490
9.4.2.3	Herbizide	497
9.4.3	Analytik	498
9.4.4	PSM-Rückstände, Risikoabschätzung	498
9.4.4.1	Überschreitung der Höchstmenge	498
9.4.4.2	Risikoabschätzung	499
9.4.4.3	Natürliche Pestizide	500
9.5	Tierarzneimittel und Futtermittelzusatzstoffe	500
9.5.1	Allgemeines	500
9.5.2	Antibiotica	500

9.5.3	Anthelminthika	501
9.5.4	Kokzidiostatika	501
9.5.5	Analytik	501
9.6	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	501
9.7	Schadstoffe aus thermischen Prozessen	504
9.7.1	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	504
9.7.2	Furan	504
9.7.3	Acrylamid	505
9.8	Nitrat, Nitrit, Nitrosamine	506
9.8.1	Nitrat, Nitrit	506
9.8.2	Nitrosamine, Nitrosamide	508
9.9	Reinigungs- und Desinfektionsmittel	509
9.10	Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF)	511
9.11	Literatur	512
10	Milch und Milchprodukte	514
10.1	Milch	514
10.1.1	Physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften	514
10.1.2	Zusammensetzung	517
10.1.2.1	Proteine	517
10.1.2.1.1	Caseinfraction	518
10.1.2.1.2	Mizellbildung	524
10.1.2.1.3	Gelbildung	526
10.1.2.1.4	Molkenproteine	528
10.1.2.2	Kohlenhydrate	529
10.1.2.3	Lipide	530
10.1.2.4	Organische Säuren	532
10.1.2.5	Mineralstoffe	532
10.1.2.6	Vitamine	532
10.1.2.7	Enzyme	533
10.1.2.7.1	Plasmin	534
10.1.2.7.2	Lactoperoxidase	534
10.1.3	Bearbeitung der Milch	534
10.1.3.1	Reinigung	534
10.1.3.2	Entrahmung	535
10.1.3.3	Hitzebehandlung	535
10.1.3.4	Homogenisieren	536
10.1.3.5	Reaktionen bei der Erhitzung	536
10.1.4	Milchsorten	537
10.2	Milchprodukte	538
10.2.1	Sauermilchprodukte	538
10.2.1.1	Sauermilch	539
10.2.1.2	Joghurt	539
10.2.1.3	Kefir und Kumys	540
10.2.1.4	Tätte	541
10.2.2	Sahne (Rahm)	541
10.2.3	Butter	541
10.2.3.1	Rahmgewinnung und -behandlung	542
10.2.3.2	Butterung	543
10.2.3.3	Verpackung	543
10.2.3.4	Abgeleitete Produkte	543

10.2.4	Kondensmilch	544
10.2.5	Milchtrockenprodukte	545
10.2.6	Kaffeeweißer (Coffee whitener)	545
10.2.7	Speiseeis	546
10.2.8	Käse	546
10.2.8.1	Gewinnung der Käsemasse	547
10.2.8.2	Frischkäse	549
10.2.8.3	Gereifte Käse	549
10.2.8.4	Schmelzkäse	553
10.2.8.5	Käsesurrogate (Imitation cheese)	553
10.2.9	Casein, Caseinate, Copräzipitat	553
10.2.10	Molkenprodukte	555
10.2.10.1	Molkenpulver	555
10.2.10.2	Entmineralisiertes Molkenpulver	555
10.2.10.3	Teilenzuckerte Molkenproteinkonzentrate	555
10.2.10.4	Hydrolysierte Molkesirupe	555
10.2.11	Lactose	556
10.2.12	Cholesterin-reduzierte Milch und Milchprodukte	556
10.3	Aroma von Milch und Milchprodukten	557
10.3.1	Milch, Rahm	557
10.3.2	Kondensmilch, Milchtrockenprodukte	557
10.3.3	Sauermilchprodukte, Joghurt	558
10.3.4	Butter	558
10.3.5	Käse	559
10.3.6	Aromafehler	560
10.4	Literatur	561
11	Eier	564
11.1	Einführung	564
11.2	Aufbau, physikalische Eigenschaften und Zusammensetzung	564
11.2.1	Allgemeines	564
11.2.2	Schale	565
11.2.3	Eiklar (Weißer)	565
11.2.3.1	Proteine	566
11.2.3.1.1	Ovalbumin	566
11.2.3.1.2	Conalbumin (Ovotransferrin)	567
11.2.3.1.3	Ovomucoid	567
11.2.3.1.4	Lysozym (Ovoglobulin G ₁)	568
11.2.3.1.5	Ovoglobuline G ₂ und G ₃	568
11.2.3.1.6	Ovomucin	568
11.2.3.1.7	Flavoprotein	568
11.2.3.1.8	Ovoinhibitor	568
11.2.3.1.9	Avidin	569
11.2.3.1.10	Cystatin (Ficininhibitor)	569
11.2.3.2	Andere Bestandteile	570
11.2.3.2.1	Lipide	570
11.2.3.2.2	Kohlenhydrate	570
11.2.3.2.3	Mineralstoffe	570
11.2.3.2.4	Vitamine	570
11.2.4	Eidotter (Eigelb)	570
11.2.4.1	Proteine der Granula	571

11.2.4.1.1	Lipovitelline	571
11.2.4.1.2	Phosvitin	572
11.2.4.2	Proteine des Plasmas	573
11.2.4.2.1	Lipovitellenine	573
11.2.4.2.2	Livetine	573
11.2.4.3	Lipide	573
11.2.4.3.1	Aromastoffe	574
11.2.4.4	Andere Bestandteile	574
11.2.4.4.1	Kohlenhydrate	574
11.2.4.4.2	Mineralstoffe	574
11.2.4.4.3	Vitamine	574
11.2.4.4.4	Farbstoffe	574
11.3	Lagerung	574
11.4	Eiprodukte	575
11.4.1	Allgemeines	575
11.4.2	Technisch wichtige Eigenschaften	575
11.4.2.1	Thermische Koagulierbarkeit	575
11.4.2.2	Schaumbildung	575
11.4.2.2.1	Eiklar	575
11.4.2.2.2	Eigelb	576
11.4.2.3	Emulgatorwirkung	576
11.4.3	Trockenprodukte	576
11.4.4	Gefrierprodukte	577
11.4.5	Flüssigprodukte	578
11.5	Literatur	579
12	Fleisch	580
12.1	Einführung	580
12.2	Bau des Muskelgewebes	580
12.2.1	Skelettmuskel	580
12.2.2	Herzmuskel	585
12.2.3	Glatte Muskulatur	585
12.3	Zusammensetzung und Funktion von Muskelgewebe	585
12.3.1	Übersicht	585
12.3.2	Proteine	586
12.3.2.1	Proteine des kontraktiven Apparats und ihre Funktion	586
12.3.2.1.1	Myosin	587
12.3.2.1.2	Titin	587
12.3.2.1.3	Actin	587
12.3.2.1.4	Tropomyosin und Troponin	588
12.3.2.1.5	Weitere myofibrilläre Proteine	588
12.3.2.1.6	Kontraktion und Relaxation	589
12.3.2.1.7	Actomyosin	589
12.3.2.2	Lösliche Proteine	590
12.3.2.2.1	Enzyme	590
12.3.2.2.2	Myoglobin	590
12.3.2.2.3	Farbe des Fleisches	592
12.3.2.2.4	Pökellung, Umrötung	593
12.3.2.3	Unlösliche Proteine	594
12.3.2.3.1	Kollagen	595
12.3.2.3.2	Elastin	601

12.3.3	Freie Aminosäuren	601
12.3.4	Peptide	601
12.3.5	Amine	601
12.3.6	Guanidine	601
12.3.7	Quartäre Ammoniumverbindungen	602
12.3.8	Purine und Pyrimidine	602
12.3.9	Organische Säuren	603
12.3.10	Kohlenhydrate	603
12.3.11	Vitamine	603
12.3.12	Mineralstoffe	603
12.4	Postmortale Veränderungen im Muskel	604
12.4.1	Rigor mortis	604
12.4.2	Fleischfehler (PSE- und DFD-Fleisch)	605
12.4.3	Fleischreifung	606
12.5	Wasserbindungsvermögen von Fleisch	607
12.6	Fleischarten, Lagerung und Verarbeitung von Fleisch	609
12.6.1	Fleischarten, Schlachtabgänge	609
12.6.1.1	Rindfleisch	609
12.6.1.2	Kalbfleisch	609
12.6.1.3	Hammel- und Schafffleisch	609
12.6.1.4	Ziegenfleisch	610
12.6.1.5	Schweinefleisch	610
12.6.1.6	Pferdefleisch	610
12.6.1.7	Geflügelfleisch	610
12.6.1.8	Wildfleisch	610
12.6.1.9	Innereien und sonstige Nebenprodukte	610
12.6.1.10	Blut	611
12.6.1.11	Innersekretorische Drüsen	612
12.6.2	Lagerungs- und Verarbeitungsverfahren	612
12.6.2.1	Kühlen	612
12.6.2.2	Gefrieren	613
12.6.2.3	Trocknen	614
12.6.2.4	Salzen und Pökeln	614
12.6.2.5	Räuchern	614
12.6.2.6	Erhitzen	614
12.6.2.7	Zartmachen	615
12.7	Fleischprodukte	615
12.7.1	Fleischkonserven	615
12.7.2	Schinken, Wurstwaren, Pasteten	615
12.7.2.1	Schinken, Speck	615
12.7.2.1.1	Rohgeräucherte Schinken	615
12.7.2.1.2	Kochschinken	616
12.7.2.1.3	Speck	616
12.7.2.2	Wurstwaren	616
12.7.2.2.1	Rohwurst	617
12.7.2.2.2	Kochwurst	617
12.7.2.2.3	Brühwurst	618
12.7.2.3	Pasteten und Pains	619
12.7.2.3.1	Pasteten	619
12.7.2.3.2	Pains	619
12.7.3	Fleischextrakte und verwandte Produkte	619

12.7.3.1	Rindfleischextrakt	619
12.7.3.2	Walfleischextrakt	619
12.7.3.3	Geflügelfleischextrakt	619
12.7.3.4	Hefeextrakt	620
12.7.3.5	Proteinhydrolysat (Würze; <i>Hydrolyzed Vegetable Protein</i> , HVP) ...	620
12.8	Trockensuppen und Trockensoßen	621
12.8.1	Hauptbestandteile	621
12.8.2	Herstellung	622
12.9	Fleischaroma	623
12.9.1	Geschmacksstoffe	623
12.9.2	Geruchsstoffe	623
12.9.3	Reaktionsaromen	626
12.9.4	Aromafehler	626
12.10	Analytik	627
12.10.1	Fleisch	627
12.10.1.1	Nachweis der Herkunft	628
12.10.1.1.1	Elektrophorese	628
12.10.1.1.2	Geschlechtliche Herkunft von Rindfleisch	629
12.10.1.2	Unterscheidung Frisch-/Gefrierfleisch	630
12.10.1.3	Farbe	630
12.10.1.4	Behandlung mit Proteinasepräparaten	630
12.10.1.5	Anabolika	630
12.10.1.6	Antibiotika	631
12.10.2	Fleischprodukte	631
12.10.2.1	Hauptbestandteile	632
12.10.2.2	Fremdwasser	632
12.10.2.3	Bindegewebsfreies Magerfleisch	632
12.10.2.3.1	Bindegewebsweiß	632
12.10.2.3.2	Fremdeweiß	632
12.10.2.4	Nitrosamine	633
12.11	Literatur	633
13	Fische, Wale, Krusten-, Schalen- und Weichtiere	636
13.1	Fische	636
13.1.1	Einführung	636
13.1.2	Fischarten	636
13.1.2.1	Seefische	636
13.1.2.1.1	Haie	636
13.1.2.1.2	Heringsfische	637
13.1.2.1.3	Dorschfische	640
13.1.2.1.4	Panzerwangen	640
13.1.2.1.5	Barschartige Fische	640
13.1.2.1.6	Plattfische	641
13.1.2.2	Süßwasserfische	641
13.1.2.2.1	Aale	641
13.1.2.2.2	Lachsfische	642
13.1.3	Bau von Haut- und Muskelgewebe	642
13.1.4	Zusammensetzung	643
13.1.4.1	Übersicht	643
13.1.4.2	Proteine	643
13.1.4.2.1	Sarkoplasmproteine	643

13.1.4.2.2	Kontraktile Proteine	644
13.1.4.2.3	Bindegewebsproteine	644
13.1.4.2.4	Serumproteine	644
13.1.4.3	Andere Stickstoffverbindungen	645
13.1.4.3.1	Freie Aminosäuren, Peptide	645
13.1.4.3.2	Amine, Aminoxide	645
13.1.4.3.3	Guanidinverbindungen	645
13.1.4.3.4	Quartäre Ammoniumverbindungen	645
13.1.4.3.5	Purine	645
13.1.4.3.6	Harnstoff	645
13.1.4.4	Kohlenhydrate	645
13.1.4.5	Lipide	645
13.1.4.6	Vitamine	646
13.1.4.7	Mineralstoffe	647
13.1.4.8	Aromastoffe	647
13.1.4.9	Weitere Inhaltsstoffe	648
13.1.5	Postmortale Veränderungen	648
13.1.6	Lagerung und Verarbeitung von Fisch, Fischprodukte	649
13.1.6.1	Allgemeines	649
13.1.6.2	Kühlen und Gefrieren	651
13.1.6.3	Trocknen	652
13.1.6.4	Salzen	652
13.1.6.5	Räuchern	653
13.1.6.6	Marinaden, Bratfischwaren, Kochfischwaren	653
13.1.6.7	Seelachs	654
13.1.6.8	Anchosen	654
13.1.6.9	Pasteurisierte Fischerzeugnisse	654
13.1.6.10	Fischdauerwaren	654
13.1.6.11	Surimi, Kamboko	654
13.1.6.12	Fischeier und Fischsperma	655
13.1.6.12.1	Kaviar	655
13.1.6.12.2	Kaviarersatz	655
13.1.6.12.3	Fischsperma (Fischmilch)	655
13.1.6.13	Sonstige Produkte aus Fisch	655
13.2	Wale	655
13.3	Krustentiere (Krebstiere)	655
13.3.1	Garnelen	655
13.3.2	Flußkrebs (Edelkrebs)	656
13.3.3	Hummer	656
13.3.4	Langusten	656
13.3.5	Weitere Krebstiere	656
13.4	Weichtiere (<i>Mollusca</i>)	657
13.4.1	Muscheln (<i>Bivalvia</i>)	657
13.4.2	Schnecken	657
13.4.3	Tintenfische	657
13.4.4	Schildkröten	657
13.4.5	Froschschenkel	657
13.5	Literatur	658

14	Speisefette und Speiseöle	659
14.1	Einführung	659
14.2	Daten zur Fetterzeugung und zum Fettverbrauch	659
14.3	Einzelne Fette und ihre Herkunft	659
14.3.1	Tierische Fette	659
14.3.1.1	Landtierfette	659
14.3.1.1.1	Rindertalg	660
14.3.1.1.2	Hammeltalg	662
14.3.1.1.3	Schweineschmalz	663
14.3.1.1.4	Gänseschmalz	663
14.3.1.2	Seetieröle	663
14.3.1.2.1	Walöl	664
14.3.1.2.2	Robbenöle	664
14.3.1.2.3	Heringsöle	664
14.3.2	Pflanzenfette	664
14.3.2.1	Fruchtfleischfette	664
14.3.2.1.1	Olivenöl	664
14.3.2.1.2	Palmöl	665
14.3.2.2	Samenfette	666
14.3.2.2.1	Gewinnung	666
14.3.2.2.2	Laurin- und myristinsäurereiche Fette	667
14.3.2.2.3	Palmitin- und stearinsäurereiche Fette	668
14.3.2.2.4	Palmitinsäurereiche Öle	669
14.3.2.2.5	Palmitinsäurearme, öl- und linolsäurereiche Öle	670
14.4	Bearbeitung der Fette, Fettprodukte	673
14.4.1	Raffination	673
14.4.1.1	Entlecithinierung	674
14.4.1.2	Entschleimung	674
14.4.1.3	Abtrennung der freien Fettsäuren (Entsäuerung)	674
14.4.1.4	Bleichung	674
14.4.1.5	Dämpfung (Desodorisierung)	675
14.4.1.6	Produktkontrolle	676
14.4.2	Hydrierung (Härtung)	676
14.4.2.1	Allgemeines	676
14.4.2.2	Katalysator	676
14.4.2.3	Prozeßführung	678
14.4.3	Umesterung	678
14.4.4	Fraktionierung	679
14.4.5	Margarine	680
14.4.5.1	Zusammensetzung	680
14.4.5.2	Herstellung	681
14.4.5.3	Margarinesorten	681
14.4.6	Mayonnaise	681
14.4.7	Fettpulver	681
14.4.8	Fritierfette	682
14.5	Analyse	682
14.5.0	Aufgaben	682
14.5.1	Fettbestimmung in Lebensmitteln	683
14.5.2	Identifizierung von Fetten	684
14.5.2.1	Chemische Kennzahlen	684
14.5.2.2	Farbreaktionen	684

14.5.2.3	Fettsäure- und Triacylglyceridzusammensetzung	684
14.5.2.4	Nebenbestandteile	686
14.5.2.5	Schmelzpunkt	687
14.5.2.6	Chemometrie	687
14.5.3	Nachweis von Veränderungen während Verarbeitung und Lagerung	687
14.5.3.1	Lipolyse	687
14.5.3.2	Oxidativer Fettverderb	688
14.5.3.2.1	Oxidationszustand	688
14.5.3.2.2	Voraussage der Lagerstabilität	689
14.5.3.3	Thermische Belastung	689
14.5.3.4	Raffination	690
14.6	Literatur	690
15	Getreide und Getreideprodukte	691
15.1	Einführung	691
15.1.1	Vorbemerkung	691
15.1.2	Abstammung	691
15.1.3	Erzeugung	694
15.1.4	Anatomie – Chemische Zusammensetzung im Überblick	694
15.1.5	Sonderstellung des Weizens – Kleberbildung	696
15.1.6	Zöliakie	697
15.2	Einzelne Inhaltsstoffe	697
15.2.1	Proteine	697
15.2.1.1	Unterschiede in der Aminosäurezusammensetzung	697
15.2.1.2	Überblick über die <i>Osborne</i> - Fraktionen der Getreidearten	697
15.2.1.3	Proteinkomponenten des Weizenklebers	702
15.2.1.3.1	Hochmolekulare Gruppe (HMW-Untereinheiten von Glutenin) ...	705
15.2.1.3.2	Gruppe mittleren Molekulargewichts (ω 5-Gliadine, ω 1,2-Gliadine)	705
15.2.1.3.3	Niedermolekulare Gruppe (α -Gliadine, γ -Gliadine, LMW-Untereinheiten von Glutenin)	707
15.2.1.4	Struktur des Weizenklebers	711
15.2.1.4.1	Disulfid-Bindungen	711
15.2.1.4.2	Beitrag der Kleberproteine zur Backqualität	715
15.2.1.5	Puroindoline	716
15.2.2	Enzyme	716
15.2.2.1	Amylasen	716
15.2.2.2	Proteinasen	717
15.2.2.3	Lipasen	717
15.2.2.4	Phytase	717
15.2.2.5	Lipoxygenasen	718
15.2.2.6	Peroxidase, Katalase	718
15.2.2.7	Glutathion-Dehydrogenase	719
15.2.2.8	Polyphenoloxidasen	720
15.2.2.9	Ascorbinsäureoxidase	720
15.2.2.10	Arabinoxylan-Hydrolasen	720
15.2.3	Andere Stickstoffverbindungen	720
15.2.4	Kohlenhydrate	722
15.2.4.1	Stärke	722
15.2.4.2	Nicht-Stärke-Polysaccharide	723
15.2.4.2.1	Pentosane	723

15.2.4.2.2	β -Glucane	724
15.2.4.2.3	Glucofructane	724
15.2.4.2.4	Cellulose	724
15.2.4.3	Zucker	724
15.2.5	Lipide	725
15.3	Getreidevermahlung	727
15.3.1	Weizen und Roggen	727
15.3.1.1	Lagerung	728
15.3.1.2	Vermahlung	728
15.3.1.3	Mahlprodukte	729
15.3.2	Weitere Getreidearten	731
15.3.2.1	Mais	731
15.3.2.2	Spelzgetreide	731
15.3.2.2.1	Reis	731
15.3.2.2.2	Hafer	732
15.3.2.2.3	Gerste	732
15.4	Backwaren	732
15.4.1	Rohstoffe	732
15.4.1.1	Weizenmehl	732
15.4.1.1.1	Chemische Untersuchungen	733
15.4.1.1.2	Physikalische Untersuchungen	734
15.4.1.1.3	Backversuche	736
15.4.1.2	Roggenmehl	736
15.4.1.3	Lagerung	737
15.4.1.4	Beeinflussung der Backeigenschaften von Weizenmehlen durch Zusätze	737
15.4.1.4.1	Ascorbinsäure	738
15.4.1.4.2	Bromat, Azodicarbonamid	741
15.4.1.4.3	Lipoxygenase	741
15.4.1.4.4	Cystein	742
15.4.1.4.5	Proteinasen	742
15.4.1.4.6	Kochsalz	743
15.4.1.4.7	Emulgatoren, Fette	743
15.4.1.4.8	α -Amylase	743
15.4.1.4.9	Milch- und Sojaprodukte	744
15.4.1.5	Beeinflussung der Backeigenschaften von Roggenmehlen durch Zusätze	744
15.4.1.5.1	Quellmehl	744
15.4.1.5.2	Säuerungsmittel	744
15.4.1.6	Zusätze zur Teiglockerung	744
15.4.1.6.1	Hefe	744
15.4.1.6.2	Chemische Lockerungsmittel	745
15.4.2	Teigherstellung	745
15.4.2.1	Hefeteigführung	745
15.4.2.1.1	Direkte Hefeführung	745
15.4.2.1.2	Indirekte Hefeführung	745
15.4.2.2	Sauerteigführung	745
15.4.2.3	Kneten	746
15.4.2.4	Gärführung	747
15.4.2.5	Vorgänge bei der Teigbildung und Teigverfestigung	748
15.4.2.5.1	Teigbildung	748

15.4.2.5.2	Teigverfestigung	752
15.4.3	Backprozeß	753
15.4.3.1	Bedingungen	753
15.4.3.2	Chemische und physikalische Veränderungen – Bildung der Krume	753
15.4.3.3	Aroma	757
15.4.3.3.1	Weißbrotkruste	757
15.4.3.3.2	Weißbrotkrume	758
15.4.3.3.3	Roggenbrotkruste	761
15.4.4	Veränderungen bei der Lagerung	761
15.4.5	Brotarten	763
15.4.6	Feine Backwaren	764
15.5	Teigwaren	764
15.5.1	Rohstoffe	764
15.5.2	Zusätze	764
15.5.3	Herstellung	765
15.6	Literatur	765
16	Hülsenfrüchte	769
16.1	Einführung	769
16.2	Einzelne Inhaltsstoffe	769
16.2.1	Proteine	769
16.2.1.1	Globuline	769
16.2.1.2	Allergene	776
16.2.2	Enzyme	777
16.2.3	Inhibitoren für Proteinasen und Amylasen	777
16.2.3.1	Vorkommen und Eigenschaften	777
16.2.3.2	Struktur	779
16.2.3.3	Physiologische Funktion	780
16.2.3.4	Aktivität gegenüber Humanenzymen	781
16.2.3.5	Inaktivierung	781
16.2.3.6	Amylaseninhibitoren	781
16.2.3.7	Schlußfolgerungen	783
16.2.4	Lectine	783
16.2.5	Kohlenhydrate	784
16.2.6	Cyanogene Glykoside	784
16.2.7	Lipide*	786
16.2.8	Vitamine, Mineralstoffe	786
16.2.9	Phytoestrogene	786
16.2.10	Saponine	786
16.2.11	Sonstige Inhaltsstoffe	788
16.3	Verarbeitung, Produkte	788
16.3.1	Sojabohnen, Erdnüsse	788
16.3.1.1	Aromafehler	788
16.3.1.2	Einzelne Produkte	789
16.3.1.2.1	Sojaiweiß	789
16.3.1.2.2	Sojamilch	790
16.3.1.2.3	Tofu	790
16.3.1.2.4	Sojasoße (Shoyu)	790
16.3.1.2.5	Miso	791
16.3.1.2.6	Natto	792
16.3.1.2.7	Sufu	792

16.3.2	Erbsen, Bohnen	792
16.4	Literatur	792
17	Gemüse und Gemüseprodukte	795
17.1	Gemüse	795
17.1.1	Einführung	795
17.1.2	Zusammensetzung	795
17.1.2.1	Stickstoffverbindungen	795
17.1.2.1.1	Proteine	795
17.1.2.1.2	Freie Aminosäuren	795
17.1.2.1.3	Amine	809
17.1.2.2	Kohlenhydrate	809
17.1.2.2.1	Mono- und Oligosaccharide, Zuckeralkohole	809
17.1.2.2.2	Polysaccharide	809
17.1.2.3	Lipide	810
17.1.2.4	Organische Säuren	810
17.1.2.5	Phenolische Verbindungen	810
17.1.2.6	Aromastoffe	810
17.1.2.6.1	Pilze (4)	811
17.1.2.6.2	Kartoffel (23)	811
17.1.2.6.3	Knollensellerie (24)	812
17.1.2.6.4	Radieschen/Rettich (27)	812
17.1.2.6.5	Rote Rübe (28)	813
17.1.2.6.6	Küchenzwiebel (34), <i>Knoblauch</i> (33)	813
17.1.2.6.7	Brunnenkresse (39)	814
17.1.2.6.8	Rotkohl, Weißkohl, Rosenkohl (49, 52, 48)	814
17.1.2.6.9	Spinat (51)	815
17.1.2.6.10	Artischocke (55)	815
17.1.2.6.11	Blumenkohl (56), <i>Brokkoli</i> (57)	815
17.1.2.6.12	Erbse (60)	815
17.1.2.6.13	Gurke (64)	815
17.1.2.6.14	Tomate (66)	815
17.1.2.7	Vitamine	816
17.1.2.8	Mineralstoffe	816
17.1.2.9	Sonstige Inhaltsstoffe	816
17.1.2.9.1	Chlorophylle	816
17.1.2.9.2	Betalaine	819
17.1.2.9.3	Goitrogene Substanzen	820
17.1.2.9.4	Steroid-Alkaloide	821
17.1.3	Lagerung	822
17.2	Gemüseprodukte	822
17.2.1	Trockengemüse	822
17.2.2	Gemüsesterilkonserven	824
17.2.3	Tiefgefrorenes Gemüse	824
17.2.4	Gärungsgemüse	825
17.2.4.1	Saure Gurken (Salzgurken, Salzdillgurken)	826
17.2.4.2	Andere Gemüsearten	826
17.2.4.3	Sauerkraut	826
17.2.4.4	Tafeloliven	827
17.2.4.5	Fehlerhafte Gärprodukte	828
17.2.5	Essiggemüse	828

17.2.6	Salzgemüse	828
17.2.7	Gemüsesäfte	829
17.2.8	Gemüsemark	829
17.2.9	Gemüsepulver	829
17.3	Literatur	829
18	Obst und Obstprodukte	831
18.1	Obst	831
18.1.1	Einführung	831
18.1.2	Zusammensetzung	831
18.1.2.1	Stickstoffverbindungen	831
18.1.2.1.1	Proteine, Enzyme	831
18.1.2.1.2	Freie Aminosäuren	831
18.1.2.1.3	Amine	840
18.1.2.2	Kohlenhydrate	840
18.1.2.2.1	Monosaccharide	840
18.1.2.2.2	Oligosaccharide	841
18.1.2.2.3	Zuckeralkohole	842
18.1.2.2.4	Polysaccharide	843
18.1.2.3	Lipide	843
18.1.2.3.1	Fruchtfleischlipide (außer Carotinoide und Triterpenoide)	843
18.1.2.3.2	Carotinoide	843
18.1.2.3.3	Triterpenoide	844
18.1.2.3.4	Fruchtwachse	845
18.1.2.4	Organische Säuren	845
18.1.2.5	Phenolische Verbindungen	847
18.1.2.5.1	Hydroxycimtsäuren, Hydroxycumarine, Hydroxybenzoesäuren und Lignin	849
18.1.2.5.2	Flavan-3-ole (Catechine), Flavan-3,4-diole und Proanthocyanidine (Kondensierte Gerbstoffe)	853
18.1.2.5.3	Anthocyanidine	853
18.1.2.5.4	Flavanone	857
18.1.2.5.5	Flavone, Flavonole	859
18.1.2.5.6	Lignane	860
18.1.2.5.7	Biosynthese der Flavonoide	860
18.1.2.5.8	Technologische Bedeutung der phenolischen Verbindungen	860
18.1.2.6	Aromastoffe	862
18.1.2.6.1	Banane	863
18.1.2.6.2	Weintraube	863
18.1.2.6.3	Citrusfrüchte	863
18.1.2.6.4	Apfel, Birne	864
18.1.2.6.5	Himbeere	864
18.1.2.6.6	Aprikose	865
18.1.2.6.7	Pfirsich	865
18.1.2.6.8	Passionsfrucht	866
18.1.2.6.9	Erdbeere	866
18.1.2.6.10	Ananas	867
18.1.2.6.11	Kirsche, Pflaume	867
18.1.2.6.12	Litchipflaume	867
18.1.2.7	Vitamine	867
18.1.2.8	Mineralstoffe	869

18.1.3	Chemische Veränderungen während der Reifung	869
18.1.3.1	Änderungen der Atmungsintensität	869
18.1.3.2	Änderungen in Stoffwechselwegen	870
18.1.3.3	Stoffliche Änderungen	870
18.1.3.3.1	Kohlenhydrate	870
18.1.3.3.2	Proteine, Enzyme	871
18.1.3.3.3	Lipide	872
18.1.3.3.4	Säuren	872
18.1.3.3.5	Farbstoffe	872
18.1.3.3.6	Aromastoffe	872
18.1.4	Chemische Beeinflussung der Reifung	872
18.1.4.1	Ethylen	872
18.1.4.2	Anti-Senezens Agentien	874
18.1.4.2.1	Polyamine	874
18.1.4.2.2	1-Methylcyclopropan (MCP)	874
18.1.5	Lagerung	874
18.1.5.1	Kühlagerung	874
18.1.5.2	Lagerung in kontrollierter Atmosphäre	874
18.2	Obstprodukte	875
18.2.1	Trockenobst	875
18.2.2	Obststerilkonserven	876
18.2.3	Tiefgefrorenes Obst	877
18.2.4	Rumfrüchte, Früchte in Dickzucker u.a.	877
18.2.5	Fruchtpülpe und Fruchtmark	877
18.2.6	Marmelade, Konfitüre, Gelee	878
18.2.6.1	Marmelade	878
18.2.6.2	Konfitüre	878
18.2.6.3	Gelee	878
18.2.7	Pflaumenmus	878
18.2.8	Fruchtsaft	879
18.2.8.1	Vorbereiten der Früchte	879
18.2.8.2	Entsaftung	880
18.2.8.3	Saftbehandlung	880
18.2.8.4	Haltbarmachung	880
18.2.8.5	Nebenprodukte	881
18.2.9	Fruchtnektar	881
18.2.10	Fruchtsaftkonzentrat	881
18.2.10.1	Eindampfen	881
18.2.10.2	Gefrierkonzentrierung	881
18.2.10.3	Membranfiltration	882
18.2.11	Fruchtsirup	882
18.2.12	Fruchtpulver	882
18.3	Alkoholfreie Erfrischungsgetränke	883
18.3.1	Fruchtsaftgetränke	883
18.3.2	Limonaden, Kalt- und Heißgetränke	883
18.3.3	Coffeinhaltige Erfrischungsgetränke	883
18.3.4	Brausen, künstliche Heiß- und Kaltgetränke	883
18.4	Analytik	883
18.4.1	Verschiedene Inhaltsstoffe	883
18.4.2	Artspezifische Inhaltsstoffe	885
18.4.3	Isotopenverhältnisse	885

18.5	Literatur	887
19	Zucker, Zuckeralkohole und Honig	889
19.1	Zucker, Zuckeralkohole und Zuckerwaren	889
19.1.1	Einführung	889
19.1.2	Eigenschaften aus technologischer Sicht	889
19.1.3	Eigenschaften aus ernährungsphysiologischer Sicht	894
19.1.3.1	Stoffwechsel	894
19.1.3.2	Glykämischer Index	895
19.1.3.3	Functional Food	895
19.1.4	Einzelne Zucker und Zuckeralkohole	895
19.1.4.1	Saccharose (Rohrzucker, Rübenzucker)	895
19.1.4.1.1	Allgemeines	895
19.1.4.1.2	Gewinnung von Rübenzucker	897
19.1.4.1.3	Gewinnung von Rohrzucker	901
19.1.4.1.4	Weitere Saccharosequellen	901
19.1.4.1.5	Verpackung und Lagerung	902
19.1.4.1.6	Zuckersorten	902
19.1.4.1.7	Zusammensetzung der Zuckersorten	902
19.1.4.1.8	Melasse	902
19.1.4.2	Folgeprodukte der Saccharose	902
19.1.4.3	Stärkeabbauprodukte	903
19.1.4.3.1	Allgemeines	903
19.1.4.3.2	Stärkesirup (Glucosesirup, Maltosesirup)	904
19.1.4.3.3	Trockenstärkesirup (Trockenglucosesirup)	904
19.1.4.3.4	Glucose (Dextrose)	905
19.1.4.3.5	Glucose-Fructose-Sirup (high fructose corn sirup, HFCS)	905
19.1.4.3.6	Folgeprodukte von Stärkesirup	905
19.1.4.3.7	Polydextrose	905
19.1.4.4	Milchzucker (Lactose) und Folgeprodukte	906
19.1.4.4.1	Milchzucker	906
19.1.4.4.2	Folgeprodukte	906
19.1.4.5	Fruchtzucker (Fructose)	906
19.1.4.6	L-Sorbose und andere L-Zucker	906
19.1.4.7	Zuckeralkohole (Polyalkohole)	907
19.1.4.7.1	Isomalt (Palatinit)	907
19.1.4.7.2	Sorbit	907
19.1.4.7.3	Xylit	907
19.1.4.7.4	Mannit	907
19.1.5	Zuckerwaren	907
19.1.5.1	Allgemeines	907
19.1.5.2	Hartkaramellen (Bonbons)	908
19.1.5.3	Weichkaramellen (Toffees)	908
19.1.5.4	Fondant	908
19.1.5.5	Schaumzuckerwaren	908
19.1.5.6	Gelee, Gummi- und Gelatine-Zuckerwaren	909
19.1.5.7	Komprimat	909
19.1.5.8	Dragées	909
19.1.5.9	Marzipan	909
19.1.5.10	Persipan	910
19.1.5.11	Andere Rohmassen	910

19.1.5.12	Nugatmasse	910
19.1.5.13	Krokant	910
19.1.5.14	Lakritzen und Lakritzwaren	911
19.1.5.15	Kaugummi	911
19.1.5.16	Brauselimonadenpulver	911
19.2	Honig und Invertzuckercreme (Kunsthonig)	912
19.2.1	Honig	912
19.2.1.1	Einführung	912
19.2.1.2	Gewinnung und Arten	912
19.2.1.3	Verarbeitung	913
19.2.1.4	Physikalische Eigenschaften	913
19.2.1.5	Zusammensetzung	914
19.2.1.5.1	Wasser	914
19.2.1.5.2	Kohlenhydrate	914
19.2.1.5.3	Enzyme	914
19.2.1.5.4	Proteine	917
19.2.1.5.5	Aminosäuren	917
19.2.1.5.6	Säuren	917
19.2.1.5.7	Aromastoffe	917
19.2.1.5.8	Farbstoffe	918
19.2.1.5.9	Toxische Inhaltsstoffe	918
19.2.1.6	Lagerung	918
19.2.1.7	Verwendung	918
19.2.2	Invertzuckercreme (Kunsthonig)	919
19.2.2.1	Einführung	919
19.2.2.2	Herstellung	919
19.2.2.3	Zusammensetzung	919
19.2.2.4	Verwendung	919
19.3	Literatur ^a	919
20	Alkoholische Getränke	921
20.1	Bier	921
20.1.1	Einführung	921
20.1.2	Rohstoffe	921
20.1.2.1	Gerste	921
20.1.2.2	Andere stärke- und zuckerhaltige Rohstoffe	923
20.1.2.2.1	Weizenmalz	923
20.1.2.2.2	Rohfrucht	923
20.1.2.2.3	Sirup, Extraktpulver	923
20.1.2.2.4	Malzextrakt, Würzekonzentrat	923
20.1.2.2.5	Brauzucker	923
20.1.2.3	Hopfen	923
20.1.2.3.1	Allgemeines	923
20.1.2.3.2	Zusammensetzung	923
20.1.2.3.3	Verarbeitung	925
20.1.2.4	Brauwasser	926
20.1.2.5	Bierhefe	926
20.1.3	Malzbereitung	926
20.1.3.1	Weichen	927
20.1.3.2	Keimen	927
20.1.3.3	Darren	927

20.1.3.4	Kontinuierliche Verfahren	927
20.1.3.5	Spezialmalze	928
20.1.4	Würzebereitung	928
20.1.4.1	Schroten der Malze	928
20.1.4.2	Maischen	928
20.1.4.3	Abtrennung der Treber	929
20.1.4.4	Kochen und Hopfen der Würze	929
20.1.4.5	Kontinuierliche Verfahren	929
20.1.5	Gärung	929
20.1.5.1	Untergärung	929
20.1.5.2	Obergärung	930
20.1.5.3	Kontinuierliche Verfahren, Schnellverfahren	930
20.1.6	Filtrieren und Abfüllen	930
20.1.7	Zusammensetzung	930
20.1.7.1	Ethanol	930
20.1.7.2	Extrakt, Stammwürze	930
20.1.7.3	Säuren	931
20.1.7.4	Stickstoffverbindungen	931
20.1.7.5	Kohlenhydrate	931
20.1.7.6	Mineralstoffe	931
20.1.7.7	Vitamine	931
20.1.7.8	Aromastoffe	931
20.1.7.9	Schaumbildner	931
20.1.8	Biertypen	932
20.1.8.1	Obergärige Biere	932
20.1.8.2	Untergärige Biere	932
20.1.8.3	Diätbiere	933
20.1.8.4	Alkoholfreie Biere	933
20.1.8.5	Übersee-Exportbiere	933
20.1.9	Biergeschmack und Bierfehler	933
20.2	Wein	935
20.2.1	Einführung	935
20.2.2	Rebsorten	935
20.2.3	Traubenmost	940
20.2.3.1	Entwicklung und Lese der Trauben	940
20.2.3.2	Gewinnung und Behandlung des Mostes	943
20.2.3.3	Zusammensetzung des Mostes	943
20.2.3.3.1	Kohlenhydrate	944
20.2.3.3.2	Säuren	944
20.2.3.3.3	Stickstoffverbindungen	944
20.2.3.3.4	Lipide	944
20.2.3.3.5	Phenolische Verbindungen	944
20.2.3.3.6	Mineralstoffe	945
20.2.3.3.7	Aromastoffe	945
20.2.4	Gärung	945
20.2.5	Kellerbehandlung nach der Gärung, Lagerung	946
20.2.5.1	Abstechen, Lagern und Reifen	946
20.2.5.2	Schwefeln	946
20.2.5.3	Klären und Stabilisieren	946
20.2.5.4	Verbessern	947
20.2.6	Zusammensetzung der Weine	948

20.2.6.1	Extrakt	948
20.2.6.2	Kohlenhydrate	948
20.2.6.3	Ethanol	948
20.2.6.4	Andere Alkohole	949
20.2.6.5	Säuren	949
20.2.6.6	Phenolische Verbindungen	949
20.2.6.7	Stickstoffverbindungen	950
20.2.6.8	Mineralstoffe	950
20.2.6.9	Aromastoffe	950
20.2.7	Fehler des Weins	954
20.2.8	Likörweine	955
20.2.9	Schaumwein	956
20.2.9.1	Flaschengärung (méthode champenoise)	956
20.2.9.2	Großraumgärverfahren (produit en cuve close)	957
20.2.9.3	Imprägnierverfahren	957
20.2.9.4	Verschiedene Schaumweintypen	957
20.2.10	Weinähnliche Getränke	957
20.2.10.1	Fruchtweine	958
20.2.10.2	Malzweine, Met	958
20.2.10.3	Sonstige Erzeugnisse	959
20.2.11	Weinhaltige Getränke	959
20.2.11.1	Wermutwein	959
20.2.11.2	Kräuterweine (aromatische Weine)	959
20.3	Spirituosen	959
20.3.1	Einführung	959
20.3.2	Branntweine und Alkohol für Lebensmittel	959
20.3.2.1	Herstellung von Branntweinen	959
20.3.2.2	Herstellung von Alkohol	960
20.3.2.3	Branntweine aus Wein, Obst, Getreide und Zuckerrohrstoffen	960
20.3.2.3.1	Branntwein aus Wein	961
20.3.2.3.2	Obstbranntweine	961
20.3.2.3.3	Enzianbranntwein	962
20.3.2.3.4	Wacholderbranntwein	962
20.3.2.3.5	Rum	962
20.3.2.3.6	Arrak	963
20.3.2.3.7	Getreidebranntweine	963
20.3.2.4	Andere Branntweine	965
20.3.3	Liköre	966
20.3.3.1	Fruchtsaftliköre	966
20.3.3.2	Fruchtaromaliköre	966
20.3.3.3	Fruchtbrandies	966
20.3.3.4	Sonstige Liköre	966
20.3.4	Punschextrakte	966
20.3.5	Alkoholhaltige Getränke	966
20.4	Literatur	967
21	Kaffee, Tee, Kakao	969
21.1	Kaffee und Kaffee-Ersatz	969
21.1.1	Einführung	969
21.1.2	Rohkaffee	970
21.1.2.1	Ernte und Aufbereitung	970

21.1.2.2	Rohkaffeesorten	970
21.1.2.3	Zusammensetzung des Rohkaffees	971
21.1.3	Röstkaffee	971
21.1.3.1	Röstung	971
21.1.3.2	Aufbewahrung und Verpackung	972
21.1.3.3	Zusammensetzung von Röstkaffee	973
21.1.3.3.1	Proteine	973
21.1.3.3.2	Kohlenhydrate	973
21.1.3.3.3	Lipide	974
21.1.3.3.4	Säuren	974
21.1.3.3.5	Coffein	975
21.1.3.3.6	Trigonellin, Nicotinsäure	975
21.1.3.3.7	Aromastoffe	975
21.1.3.3.8	Mineralstoffe	977
21.1.3.3.9	Sonstige Bestandteile	977
21.1.3.4	Kaffeegetränk	977
21.1.4	Kaffeeprodukte	979
21.1.4.1	Löslicher Kaffee	979
21.1.4.2	Entcaffeinierter Kaffee	980
21.1.4.3	Behandelter Kaffee	980
21.1.5	Kaffee-Ersatz und Kaffee-Zusatzstoffe	981
21.1.5.1	Einführung	981
21.1.5.2	Verarbeitung der Rohstoffe	981
21.1.5.3	Einzelne Produkte	981
21.1.5.3.1	Gerstenkaffee	981
21.1.5.3.2	Malzkaffee	982
21.1.5.3.3	Zichorienkaffee	982
21.1.5.3.4	Feigenkaffee	982
21.1.5.3.5	Eichelkaffee	982
21.1.5.3.6	Weitere Produkte	982
21.2	Tee und teeähnliche Erzeugnisse	982
21.2.1	Einführung	982
21.2.2	Schwarzer Tee	983
21.2.3	Grüner Tee	983
21.2.4	Teesorten	983
21.2.5	Zusammensetzung	984
21.2.5.1	Phenolische Verbindungen (cf. 18.1.2.5)	984
21.2.5.2	Enzyme	985
21.2.5.3	Aminosäuren	986
21.2.5.4	Coffein	986
21.2.5.5	Kohlenhydrate	986
21.2.5.6	Lipide	986
21.2.5.7	Pigmente (Chlorophyll und Carotinoide)	986
21.2.5.8	Aromastoffe	987
21.2.5.9	Mineralstoffe	987
21.2.6	Reaktionen während der Herstellung	987
21.2.7	Verpackung, Lagerung, Zubereitung	989
21.2.8	Löslicher Tee	990
21.2.9	Maté, Paraguaytee	990
21.2.10	Erzeugnisse aus der Colanuß	990
21.3	Kakao und Schokolade	990

21.3.1	Einführung	990
21.3.2	Kakao	991
21.3.2.1	Allgemeines	991
21.3.2.2	Ernte und Verarbeitung	992
21.3.2.3	Zusammensetzung	993
21.3.2.3.1	Proteine und Aminosäuren	993
21.3.2.3.2	Theobromin und Coffein	994
21.3.2.3.3	Lipide	994
21.3.2.3.4	Kohlenhydrate	994
21.3.2.3.5	Phenolische Verbindungen	994
21.3.2.3.6	Organische Säuren	995
21.3.2.3.7	Geruchs- und Geschmacksstoffe	996
21.3.2.4	Reaktionen bei der Fermentierung und Trocknung	997
21.3.2.5	Herstellung der Kakaomasse	998
21.3.2.6	Herstellung aufgeschlossener Kakaomasse	998
21.3.2.7	Abpressen der Kakaomasse, Gewinnung von Kakaopulver	998
21.3.3	Schokolade	998
21.3.3.1	Einführung	998
21.3.3.2	Schokoladenherstellung	999
21.3.3.2.1	Mischen und Kneten	999
21.3.3.2.2	Zerkleinerung	999
21.3.3.2.3	Endveredlung (Conchieren)	999
21.3.3.2.4	Kristallisieren und Formen	999
21.3.3.3	Schokoladensorten	1000
21.3.4	Lagerung von Kakaerzeugnissen und dabei auftretende Veränderungen	1001
21.4	Literatur	1002
22	Gewürze, Speisesalz, Essig	1004
22.1	Gewürze	1004
22.1.1	Zusammensetzung	1004
22.1.1.1	Komponenten des ätherischen Öls	1004
22.1.1.2	Aromastoffe	1006
22.1.1.2.1	Pfeffer	1006
22.1.1.2.2	Vanille	1008
22.1.1.2.3	Dill	1009
22.1.1.2.4	Bockshornklee	1009
22.1.1.2.5	Saffran	1010
22.1.1.2.6	Senf, Meerrettich	1010
22.1.1.2.7	Ingwer	1010
22.1.1.2.8	Basilikum	1011
22.1.1.2.9	Petersilie	1011
22.1.1.3	Stoffe mit scharfem Geschmack	1011
22.1.1.4	Farbstoffe	1014
22.1.1.5	Antioxidantien	1014
22.1.2	Produkte	1014
22.1.2.1	Gewürzpulver	1014
22.1.2.2	Gewürzextrakt bzw. -konzentrat	1015
22.1.2.3	Gewürzmischungen	1015
22.1.2.4	Gewürzzubereitungen	1015
22.1.2.4.1	Currypulver	1015

22.1.2.4.2	Speisesenf	1015
22.1.2.4.3	Sambal	1015
22.2	Speisesalz (Kochsalz)	1015
22.2.1	Zusammensetzung	1015
22.2.2	Vorkommen	1016
22.2.3	Gewinnung	1016
22.2.4	Spezialsalz	1016
22.2.5	Speisesalzersatz	1016
22.3	Essig	1016
22.3.1	Herstellung	1017
22.3.1.1	Mikrobiologische Gewinnung	1017
22.3.1.2	Chemische Synthese	1017
22.3.2	Zusammensetzung	1017
22.4	Literatur	1018
23	Trinkwasser, Mineral- und Tafelwasser	1019
23.1	Trinkwasser	1019
23.1.1	Aufbereitung	1019
23.1.2	Härte	1019
23.1.3	Analytik	1020
23.2	Mineralwasser	1021
23.3	Tafelwasser	1021
23.4	Literatur	1021
	Allgemeine Literaturhinweise	1023
	Stichwortverzeichnis	1025