

H.-D. Belitz • W. Grosch • P. Schieffele

Lehrbuch der Lebensmittelchemie

Fünfte, vollständig überarbeitete Auflage

Mit 472 Abbildungen, über 900 Formeln und 620 Tabellen



Springer

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
.4.4.9	Tyrosinreste	67
.4.4.10	Bifunktionelle Reagentien	67
.4.4.11	Reaktionen bei der Lebensmittelverarbeitung	67
.4.5	Enzymkatalysierte Reaktionen	72
.4.5.1	Allgemeines	72
.4.5.2	Proteolytische Enzyme	73
.4.5.2.1	Serin-Endopeptidasen	73
.4.5.2.2	Cystein-Endopeptidasen	73
.4.5.2.3	Metallo-Peptidasen	73
.4.5.2.4	Asparaginsäure-Endopeptidasen	75
.4.6	Lebensmitteltechnologisch interessante chemische und enzymatische Reaktionen	75
.4.6.1	Allgemeines	75
.4.6.2	Chemische Modifizierung	76
.4.6.2.1	Acylierung	77
.4.6.2.2	Alkylierung	79
.4.6.2.3	Redoxreaktionen an Cystein und Cystin	79
.4.6.3	Enzymatische Modifizierung	79
.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
15	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

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-cx-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	cx-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-n-Komplexen mit Ag ⁺ -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

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.	Autoxidation	182
3.7.2.	Elementarschritte der Autoxidation	183
3.7.2.	Monohydroperoxide	184
3.7.2.	Hydroperoxy-epidioxide	187
3.7.2.	Start der Radikalkettenreaktionen	188
3.7.2.	Fotooxygenierung	188
3.7.2.	Wirkung von Schwermetallen	190
3.7.2.	Häm(in)-Katalyse	191
3.7.2.	Aktivierter Sauerstoff	192
3.7.2.	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

XVI Inhaltsverzeichnis

4.2.4.3.3	Karamelisierung	257
4.2.4.4	Reaktionen mit Amino-Verbindungen (Maillard-Reaktion)	258
4.2.4.4.1	Anfangsphase der <i>Maillard-Reaktion</i>	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	Ärc/ter-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 Maillard-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	Halogen-desoxyderivate	281
4.2.4.9	Glykolspaltung	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 (ribbon type)	287
4.4.2.2	Helicale Konformation (hollow helix type)	288
4.4.2.3	Verdrehte Konformation (crumpled type)	289
4.4.2.4	Locker verbundene Polysaccharide (loosely jointed type)	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

XVIII Inhaltsverzeichnis

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	ex-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

6.2.2.1	Biologische Funktionen.	399
6.2.2.2	Bedarf, Vorkommen.	399
6.2.2.3	Stabilität, Abbaureaktionen.	400
6.2.3	cx-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 _b , 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	Pantothersäure.	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

8.8.9	Osladin	431
8.8.10	Phylodulcin	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-6-lacton	442
8.11	Basen	443
8.12	Antimikrobielle Stoffe	443
8.12.1	Benzoessäure	443
8.12.2	Ester der p-Hydroxybenzoessäure (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	Fatmimetics.	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	Coccidiostatica	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	Friskäse.	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	Rigormortis.	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	Innere sekretorische 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	Bindgewebefreies Magerfleisch	601
12.10.2.3.1	Bindegewebsweiß	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	Flußkreb (Edelkreb)	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.	Landtierfette	627
14.3.1.	Rindertalg	627
14.3.1.	Hammeltalg	630
14.3.1.	Schweineschmalz	630
14.3.1.	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	Entleicithinierung	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

XXX Inhaltsverzeichnis

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 Qs6or«e-Fractionen 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 (tü5-Gliadine, col,2-Gliadine)	671
15.2.1.3.3	Niedermolekulare Gruppe (cx-Gliadine, Y-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	Lipoxygenase.	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

XXXII Inhaltsverzeichnis

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 Proteinase 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	Sonstigeinhaltsstoffe.	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	Fruchtfleischiipide (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	Hydroxycimtsäuren, 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	Kühl Lagerung	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 Fruchtmarmelade	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	Dragees.	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	Würzbereitung	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

XXXVIII Inhaltsverzeichnis

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 (methode 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	Entcaffeinierter 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	Mate, 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 Kakaoyerzeugnissen 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