

# Inhaltsverzeichnis

0	<b>Wasser</b> .....	1
0.1	Einführung .....	1
0.2	Struktur .....	1
0.2.1	Wassermolekül .....	1
0.2.2	Flüssiges Wasser und Eis .....	2
0.3	Wasserbindung .....	3
0.3.1	Sorptionsisotherme .....	3
0.3.2	Einfluß auf die Reaktionsgeschwindigkeit .....	4
0.4	Literatur .....	5
1	<b>Aminosäuren, Peptide, Proteine</b> .....	7
1.1	Einführung .....	7
1.2	Aminosäuren .....	7
1.2.1	Allgemeines .....	7
1.2.2	Einteilung, Entdeckung und Vorkommen .....	7
1.2.2.1	Einteilung .....	7
1.2.2.2	Entdeckung und Vorkommen .....	9
1.2.3	Physikalische Eigenschaften .....	11
1.2.3.1	Dissoziation .....	11
1.2.3.2	Konfiguration und optische Aktivität .....	12
1.2.3.3	Löslichkeit .....	12
1.2.3.4	UV-Absorption .....	13
1.2.4	Chemische Reaktionen .....	13
1.2.4.1	Veresterung der Carboxyl-Gruppe .....	14
1.2.4.2	Reaktionen der Amino-Gruppe .....	14
1.2.4.2.1	Acylierung .....	14
1.2.4.2.2	Alkylierung und Arylierung .....	16
1.2.4.2.3	Carbamoylierung und Thiocarbamoylierung .....	17
1.2.4.2.4	Reaktionen mit Carbonyl-Verbindungen .....	18
1.2.4.3	Reaktionen unter Beteiligung weiterer funktioneller Gruppen .....	19
1.2.4.3.1	Lysin .....	19
1.2.4.3.2	Arginin .....	19
1.2.4.3.3	Asparaginsäure und Glutaminsäure .....	20
1.2.4.3.4	Serin und Threonin .....	20
1.2.4.3.5	Cystein und Cystin .....	20
1.2.4.3.6	Methionin .....	20
1.2.4.3.7	Tyrosin .....	21
1.2.4.4	Thermische Zersetzung von Aminosäuren .....	21
1.2.5	Synthetische Aminosäuren zur Verbesserung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen (Fortifying Foods) .....	24
1.2.5.1	Glutaminsäure .....	25
1.2.5.2	Asparaginsäure .....	26
1.2.5.3	Lysin .....	26
1.2.5.4	Methionin .....	27
1.2.5.5	Phenylalanin .....	27

X Inhaltsverzeichnis

1.2.5.6	Threonin . . . . .	27
1.2.5.7	Tryptophan . . . . .	27
1.2.6	Sensorische Eigenschaften . . . . .	28
1.3	Peptide . . . . .	28
1.3.1	Allgemeines, Nomenklatur . . . . .	28
1.3.2	Physikalische Eigenschaften . . . . .	29
1.3.2.1	Dissoziation . . . . .	29
1.3.3	Sensorische Eigenschaften . . . . .	30
1.3.4	Einzelne Peptide . . . . .	31
1.3.4.1	Glutathion . . . . .	31
1.3.4.2	Carnosin, Anserin, Balenin . . . . .	31
1.3.4.3	Nisin . . . . .	32
1.3.4.4	Lysinpeptide . . . . .	32
1.3.4.5	Andere Peptide . . . . .	33
1.4	Proteine . . . . .	33
1.4.1	Aminosäuresequenz . . . . .	34
1.4.1.1	Aminosäurezusammensetzung, Subeinheiten . . . . .	34
1.4.1.2	Terminale Gruppen . . . . .	34
1.4.1.3	Partielle Hydrolyse . . . . .	35
1.4.1.4	Sequenzanalyse . . . . .	37
1.4.2	Konformation . . . . .	37
1.4.2.1	Gestreckte Peptidkette . . . . .	38
1.4.2.2	Reguläre Strukturelemente (Sekundärstruktur) . . . . .	39
1.4.2.2.1	Faltblatt- oder $\beta$ -Strukturen . . . . .	40
1.4.2.2.2	Helicale Strukturen . . . . .	40
1.4.2.2.3	Krümmungen der Peptidkette . . . . .	41
1.4.2.2.4	Supersekundärstrukturen . . . . .	42
1.4.2.3	Tertiär- und Quartärstrukturen . . . . .	43
1.4.2.3.1	Faserproteine . . . . .	43
1.4.2.3.2	Globuläre Proteine . . . . .	43
1.4.2.3.3	Quartärstruktur . . . . .	45
1.4.2.4	Denaturierung . . . . .	45
1.4.3	Physikalische Eigenschaften . . . . .	47
1.4.3.1	Dissoziation . . . . .	47
1.4.3.2	Optische Aktivität . . . . .	48
1.4.3.3	Löslichkeit, Hydratation, Quellbarkeit . . . . .	48
1.4.4	Chemische Reaktionen . . . . .	50
1.4.4.1	Lysinreste . . . . .	50
1.4.4.1.1	Reaktionen unter Erhaltung der positiven Ladung . . . . .	50
1.4.4.1.2	Reaktionen unter Verlust der positiven Ladung . . . . .	51
1.4.4.1.3	Reaktionen unter Einführung einer negativen Ladung . . . . .	51
1.4.4.1.4	Reversible Reaktionen . . . . .	51
1.4.4.2	Argininreste . . . . .	52
1.4.4.3	Glutaminsäure- und Asparaginsäurereste . . . . .	52
1.4.4.4	Cystinreste . . . . .	52
1.4.4.5	Cysteinreste . . . . .	53
1.4.4.6	Methioninreste . . . . .	54
1.4.4.7	Histidinreste . . . . .	54
1.4.4.8	Tryptophanreste . . . . .	54
1.4.4.9	Tyrosinreste . . . . .	55
1.4.4.10	Bifunktionelle Reagentien . . . . .	55
1.4.4.11	Reaktionen bei der Lebensmittelverarbeitung . . . . .	55
1.4.5	Enzymkatalysierte Reaktionen . . . . .	58
1.4.5.1	Allgemeines . . . . .	58
1.4.5.2	Proteolytische Enzyme . . . . .	59
1.4.5.2.1	Serinproteinasen . . . . .	60

1.4.5.2.2	Cysteinproteinasen	61
1.4.5.2.3	Metallhaltige proteolytische Enzyme	61
1.4.5.2.4	Asparaginsäureproteinasen	63
1.4.6	Lebensmitteltechnologisch interessante chemische und enzymatische Reaktionen	63
1.4.6.1	Allgemeines	63
1.4.6.2	Chemische Modifizierung	64
1.4.6.2.1	Acylierung	65
1.4.6.2.2	Alkylierung	67
1.4.6.2.3	Redoxreaktionen an Cystein und Cystin	67
1.4.6.3	Enzymatische Modifizierung	67
1.4.6.3.1	Dephosphorylierung	67
1.4.6.3.2	Plasteinreaktion	67
1.4.6.3.3	Quervernetzung	71
1.4.7	Texturierte Proteine	71
1.4.7.1	Einführung	71
1.4.7.2	Ausgangsmaterial	72
1.4.7.3	Texturierung	72
1.4.7.3.1	Spinnprozeß	72
1.4.7.3.2	Extrusionsprozeß	73
1.5	Literatur	73
<b>2</b>	<b>Enzyme</b>	<b>76</b>
2.1	Einführung	76
2.2	Allgemeine Merkmale, Isolierung und Nomenklatur	76
2.2.1	Wirkung von Katalysatoren	76
2.2.2	Spezifität	77
2.2.2.1	Substratspezifität	77
2.2.2.2	Reaktionsspezifität	78
2.2.3	Struktur	78
2.2.4	Isolierung und Reinigung	78
2.2.5	Multiple Formen von Enzymen	79
2.2.6	Nomenklatur	80
2.2.7	Meßgrößen und Einheiten	83
2.3	Cofaktoren	83
2.3.1	Cosubstrate	83
2.3.1.1	Nicotinamid-adenin-dinucleotid	83
2.3.1.2	Adenosintriphosphat	84
2.3.2	Prothetische Gruppen	84
2.3.2.1	Flavine	84
2.3.2.2	Häm	85
2.3.2.3	Pyridoxalphosphat	86
2.3.3	Metallionen	86
2.3.3.1	Magnesium, Calcium und Zink	86
2.3.3.2	Eisen, Kupfer und Molybdän	87
2.4	Theorie der Enzymkatalyse	88
2.4.1	Das aktive Zentrum	88
2.4.1.1	Lokalisierung	89
2.4.1.2	Substratbindung	90
2.4.1.2.1	Schlüssel-Schloß-Hypothese	90
2.4.1.2.2	Induzierte Paßform	91
2.4.1.2.3	Stereospezifität	91
2.4.1.3	Einfluß der Substratbindung auf die Reaktionsgeschwindigkeit	92
2.4.1.3.1	Sterische Effekte – Orientierungseffekte	92
2.4.1.3.2	Deformation von Bindungen	93

2.4.1.3.3	Entropie-Effekt . . . . .	94
2.4.2	Reaktionsmechanismen . . . . .	94
2.4.2.1	Allgemeine Säure-Basen-Katalyse . . . . .	95
2.4.2.2	Kovalente Katalyse . . . . .	96
2.4.2.3	Redox-Katalyse . . . . .	99
2.4.3	Schlußbemerkung . . . . .	99
2.5	Kinetik enzymatischer Reaktionen . . . . .	99
2.5.1	Einfluß der Substratkonzentration . . . . .	99
2.5.1.1	Ein-Substrat-Reaktion . . . . .	99
2.5.1.1.1	Geschwindigkeitsgesetz nach <i>Michaelis</i> und <i>Menten</i> . . . . .	99
2.5.1.1.2	Bestimmung von $K_m$ und $V$ . . . . .	102
2.5.1.2	Zwei-Substrat-Reaktion . . . . .	103
2.5.1.2.1	Reihenfolge bei der Substratbindung . . . . .	103
2.5.1.2.2	Geschwindigkeitsgesetze . . . . .	104
2.5.1.3	Allosterisch regulierte Enzyme . . . . .	105
2.5.2	Einfluß von Inhibitoren . . . . .	107
2.5.2.1	Irreversible Hemmung . . . . .	107
2.5.2.2	Reversible Hemmung . . . . .	108
2.5.2.2.1	Kompetitive Hemmung . . . . .	108
2.5.2.2.2	Nichtkompetitive Hemmung . . . . .	109
2.5.2.2.3	Unkompetitive Hemmung . . . . .	109
2.5.3	Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration (pH) . . . . .	109
2.5.4	Enzymatische Analyse . . . . .	111
2.5.4.1	Substratbestimmungen . . . . .	111
2.5.4.1.1	Prinzip . . . . .	111
2.5.4.1.2	Endwert-Methode . . . . .	112
2.5.4.1.3	Kinetische Methode . . . . .	114
2.5.4.2	Enzymaktivitätsbestimmungen . . . . .	114
2.5.4.3	Enzymimmunoassay . . . . .	115
2.6	Einfluß der Temperatur . . . . .	116
2.6.1	$Q_{10}$ -Wert . . . . .	116
2.6.2	Aktivierungsenergie . . . . .	116
2.6.3	Temperatur-Optimum . . . . .	117
2.6.4	Thermische Stabilität . . . . .	118
2.7	Einfluß der Wasseraktivität . . . . .	120
2.8	Verwendung von Enzymen in der Lebensmitteltechnik . . . . .	120
2.8.1	Technische Enzympräparate . . . . .	122
2.8.1.1	Gewinnung . . . . .	122
2.8.1.2	Immobilisierte Enzyme . . . . .	122
2.8.1.2.1	Gebundene Enzyme . . . . .	123
2.8.1.2.2	Eingeschlossene Enzyme . . . . .	123
2.8.1.2.3	Vernetzte Enzyme . . . . .	123
2.8.1.2.4	Eigenschaften . . . . .	123
2.8.2	Einzelne Enzyme . . . . .	124
2.8.2.1	Oxidoreduktasen . . . . .	124
2.8.2.1.1	Glucoseoxidase . . . . .	124
2.8.2.1.2	Katalase . . . . .	124
2.8.2.1.3	Lipoxygenase . . . . .	124
2.8.2.1.4	Aldehyd-Dehydrogenase . . . . .	124
2.8.2.1.5	Butandiol-Dehydrogenase . . . . .	125
2.8.2.2	Hydrolasen . . . . .	125
2.8.2.2.1	Proteinasen . . . . .	125
2.8.2.2.2	$\alpha$ - und $\beta$ -Amylasen . . . . .	126
2.8.2.2.3	Exo-1,4- $\alpha$ -D-Glucosidase (Glucoamylase) . . . . .	126
2.8.2.2.4	Pullulanase (Isoamylase) . . . . .	127

2.8.2.2.5	Endo-1,3(4)- $\beta$ -D-Glucanase	127
2.8.2.2.6	$\alpha$ -D-Galactosidase	127
2.8.2.2.7	$\beta$ -D-Galactosidase (Lactase)	127
2.8.2.2.8	$\beta$ -D-Fructofuranosidase (Invertase)	127
2.8.2.2.9	$\alpha$ -L-Rhamnosidase	127
2.8.2.2.10	Cellulasen und Hemicellulasen	127
2.8.2.2.11	Lysozym	128
2.8.2.2.12	Thioglucosidase	128
2.8.2.2.13	Pektinolytische Enzyme	128
2.8.2.2.14	Lipasen	128
2.8.2.2.15	Tannasen	128
2.8.2.3	Isomerasen	129
2.9	Literatur	129
<b>3</b>	<b>Lipide</b>	<b>130</b>
3.1	Einführung	130
3.2	Fettsäuren	131
3.2.1	Nomenklatur und Einteilung	131
3.2.1.1	Gesättigte Fettsäuren	131
3.2.1.2	Ungesättigte Fettsäuren	132
3.2.1.3	Substituierte Fettsäuren	135
3.2.2	Physikalische Eigenschaften	136
3.2.2.1	Carboxyl-Gruppe	136
3.2.2.2	Kristallstruktur, Schmelzpunkte	136
3.2.2.3	Harnstoff-Addukte	137
3.2.2.4	Löslichkeit	137
3.2.2.5	UV-Absorption	138
3.2.3	Chemische Eigenschaften	138
3.2.3.1	Methylierung der Carboxyl-Gruppe	138
3.2.3.2	Reaktionen ungesättigter Fettsäuren	138
3.2.3.2.1	Halogenanlagerung	139
3.2.3.2.2	Überführung der Isolen- in Konjugenfettsäuren	139
3.2.3.2.3	Bildung von $\pi$ -Komplexen mit $\text{Ag}^{\oplus}$ -Ionen	139
3.2.3.2.4	Hydrierung	139
3.2.4	Biosynthese der ungesättigten Fettsäuren	140
3.3	Acylglyceride	140
3.3.1	Triacylglyceride (TG)	140
3.3.1.1	Nomenklatur, Einteilung	140
3.3.1.2	Schmelzverhalten	141
3.3.1.3	Chemische Eigenschaften	142
3.3.1.4	Strukturbestimmung	143
3.3.1.5	Biosynthese	146
3.3.2	Mono- und Diacylglyceride (MG u. DG)	146
3.3.2.1	Vorkommen, Herstellung	146
3.3.2.2	Physikalische Eigenschaften	147
3.4	Phospho- und Glykolipide	147
3.4.1	Verbindungsklassen	147
3.4.1.1	Phosphatidylderivate	148
3.4.1.2	Glyceroglykolipide	149
3.4.1.3	Sphingolipide	150
3.4.2	Analytik	151
3.4.2.1	Extraktion, Abtrennung von Nichtlipiden	151
3.4.2.2	Trennung und Identifizierung der Verbindungsklassen	152
3.4.2.3	Bausteinanalyse	152

3.5	Lipoproteine, Membranen	152
3.5.1	Lipoproteine	152
3.5.1.1	Definition	152
3.5.1.2	Klassifizierung	152
3.5.2	Beteiligung der Lipide am Aufbau von biologischen Membranen	153
3.6	Diollipide, Fettalkohole, Wachse, Cutin	154
3.6.1	Diollipide	154
3.6.2	Fettalkohole und Derivate	155
3.6.3	Cutin	155
3.7	Veränderungen der Acyllipide in Lebensmitteln	156
3.7.1	Enzymatische Hydrolyse	156
3.7.1.1	Hydrolasen für Triacylglyceride (Lipasen)	156
3.7.1.2	Hydrolasen für polare Lipide	158
3.7.1.2.1	Phospholipasen	158
3.7.1.2.2	Glykolipid-Hydrolasen	159
3.7.2	Peroxidation ungesättigter Acyllipide	159
3.7.2.1	Autoxidation	159
3.7.2.1.1	Elementarschritte der Autoxidation	160
3.7.2.1.2	Monohydroperoxide	161
3.7.2.1.3	Hydroperoxy-epidioxide	163
3.7.2.1.4	Start der Radikalkettenreaktionen	164
3.7.2.1.5	Sekundärprodukte	169
3.7.2.2	Vorkommen und Eigenschaften der Lipoxxygenase	173
3.7.2.3	Enzymatischer Hydroperoxid-Abbau	175
3.7.2.4	Wechselwirkungen zwischen Hydroperoxiden und Proteinen	177
3.7.2.4.1	Produkte aus den Hydroperoxiden	177
3.7.2.4.2	Bildung von Lipid-Protein-Komplexen	178
3.7.2.4.3	Veränderungen der Proteine	179
3.7.2.4.4	Abbau von Aminosäuren	180
3.7.3	Hemmung der Lipidperoxidation	180
3.7.3.1	Wirkung von Antioxidantien	180
3.7.3.2	Antioxidantien in Lebensmitteln	181
3.7.3.2.1	Natürliche Antioxidantien	181
3.7.3.2.2	Synthetische Antioxidantien	182
3.7.3.2.3	Synergisten	184
3.7.4	Erhitzen von Fetten (Fritieren)	184
3.7.4.1	Autoxidation gesättigter Acyllipide	185
3.7.4.2	Polymerisation	186
3.7.5	Mikrobieller Abbau von Acyllipiden zu Methylketonen	187
3.8	Bestandteile des Unverseifbaren	188
3.8.1	Kohlenwasserstoffe	188
3.8.2	Sterine und Sterinderivate	189
3.8.2.1	Struktur, Nomenklatur	189
3.8.2.2	Sterine in tierischen Lebensmitteln	189
3.8.2.2.1	Cholesterin	189
3.8.2.2.2	Vitamin D	190
3.8.2.3	Sterine in Pflanzenfetten	191
3.8.2.3.1	Desmethylsterine	191
3.8.2.3.2	Methyl- und Dimethylsterine	192
3.8.2.4	Analyse	193
3.8.3	Tocopherole und Tocotrienole	194
3.8.3.1	Struktur, Bedeutung	194
3.8.3.2	Analyse	194
3.8.4	Carotinoide	195
3.8.4.1	Chemische Struktur, Vorkommen	196
3.8.4.1.1	Carotine	196

3.8.4.1.2	Xanthophylle . . . . .	197
3.8.4.2	Physikalische Eigenschaften . . . . .	199
3.8.4.3	Chemische Eigenschaften . . . . .	201
3.8.4.4	Vorläufer von Aromastoffen . . . . .	201
3.8.4.5	Anwendungen in der Lebensmitteltechnik . . . . .	203
3.8.4.5.1	Extrakte aus Pflanzen . . . . .	203
3.8.4.5.2	Einzelne Verbindungen . . . . .	203
3.8.4.6	Analyse . . . . .	203
3.9	Literatur . . . . .	204
<b>4</b>	<b>Kohlenhydrate</b> . . . . .	<b>206</b>
4.1	Einführung . . . . .	206
4.2	Monosaccharide . . . . .	206
4.2.1	Struktur und Nomenklatur . . . . .	206
4.2.1.1	Konstitution . . . . .	206
4.2.1.2	Konfiguration . . . . .	207
4.2.1.3	Konformation . . . . .	211
4.2.2	Physikalische Eigenschaften . . . . .	214
4.2.2.1	Hygroskopizität und Löslichkeit . . . . .	214
4.2.2.2	Optische Drehung, Mutarotation . . . . .	214
4.2.3	Sensorische Eigenschaften . . . . .	215
4.2.4	Chemische Reaktionen und Derivate . . . . .	218
4.2.4.1	Reduktion zu Zuckeralkoholen . . . . .	218
4.2.4.2	Oxidation zu Glykonsäuren, Glykarsäuren und Glykuronsäuren . . . . .	218
4.2.4.3	Reaktionen in Gegenwart von Säuren und Basen . . . . .	219
4.2.4.3.1	Reaktionen in stark saurer Lösung . . . . .	219
4.2.4.3.2	Reaktionen in stark basischer Lösung . . . . .	223
4.2.4.3.3	Karamelisierung . . . . .	225
4.2.4.4	Reaktionen mit Amino-Verbindungen (N-Glykoside, <i>Maillard</i> -Reaktion) . . . . .	225
4.2.4.5	Reaktionen mit Hydroxy-Verbindungen (O-Glykoside) . . . . .	232
4.2.4.6	Ester . . . . .	233
4.2.4.7	Ether . . . . .	234
4.2.4.8	Glykolspaltung . . . . .	235
4.3	Oligosaccharide . . . . .	235
4.3.1	Struktur und Nomenklatur . . . . .	235
4.3.2	Eigenschaften und Reaktionen . . . . .	237
4.4	Polysaccharide . . . . .	237
4.4.1	Einteilung, Struktur . . . . .	237
4.4.2	Konformation . . . . .	237
4.4.3	Eigenschaften . . . . .	242
4.4.3.1	Allgemeines . . . . .	242
4.4.3.2	Perfekt-lineare Polysaccharide . . . . .	243
4.4.3.3	Verzweigte Polysaccharide . . . . .	243
4.4.3.4	Linear-verzweigte Polysaccharide . . . . .	244
4.4.3.5	Polysaccharide mit Carboxylgruppen . . . . .	244
4.4.3.6	Polysaccharide mit starken Säuregruppen . . . . .	244
4.4.3.7	Modifizierte Polysaccharide . . . . .	244
4.4.3.7.1	Einführung neutraler Gruppen . . . . .	244
4.4.3.7.2	Einführung saurer Gruppen . . . . .	244
4.4.4	Einzelne Polysaccharide . . . . .	244
4.4.4.1	Agar . . . . .	244
4.4.4.1.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	244
4.4.4.1.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	244
4.4.4.1.3	Anwendung . . . . .	245

4.4.4.2	Algin . . . . .	245
4.4.4.2.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	245
4.4.4.2.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	245
4.4.4.2.3	Derivate . . . . .	246
4.4.4.2.4	Anwendung . . . . .	246
4.4.4.3	Carrageenan . . . . .	246
4.4.4.3.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	246
4.4.4.3.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	246
4.4.4.3.3	Anwendung . . . . .	248
4.4.4.4	Furcellaran . . . . .	248
4.4.4.4.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	248
4.4.4.4.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	248
4.4.4.4.3	Anwendung . . . . .	249
4.4.4.5	Gummiarabicum . . . . .	249
4.4.4.5.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	249
4.4.4.5.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	249
4.4.4.5.3	Anwendung . . . . .	250
4.4.4.6	Ghatti-Gummi . . . . .	250
4.4.4.6.1	Vorkommen . . . . .	250
4.4.4.6.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	250
4.4.4.6.3	Anwendung . . . . .	250
4.4.4.7	Tragant (Tragacanth) . . . . .	251
4.4.4.7.1	Vorkommen . . . . .	251
4.4.4.7.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	251
4.4.4.7.3	Anwendung . . . . .	251
4.4.4.8	Karaya-Gummi . . . . .	252
4.4.4.8.1	Vorkommen . . . . .	252
4.4.4.8.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	252
4.4.4.8.3	Anwendung . . . . .	253
4.4.4.9	Guaran . . . . .	253
4.4.4.9.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	253
4.4.4.9.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	253
4.4.4.9.3	Anwendung . . . . .	253
4.4.4.10	Johannisbrotkernmehl (Carubin) . . . . .	253
4.4.4.10.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	253
4.4.4.10.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	254
4.4.4.10.3	Anwendung . . . . .	254
4.4.4.11	Tamarindenkernmehl . . . . .	254
4.4.4.11.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	254
4.4.4.11.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	254
4.4.4.11.3	Anwendung . . . . .	255
4.4.4.12	Arabinogalactan aus Lärchen . . . . .	255
4.4.4.12.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	255
4.4.4.12.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	255
4.4.4.12.3	Anwendung . . . . .	255
4.4.4.13	Pektin . . . . .	255
4.4.4.13.1	Vorkommen, Gewinnung . . . . .	255
4.4.4.13.2	Struktur, Eigenschaften . . . . .	255
4.4.4.13.3	Anwendung . . . . .	256
4.4.4.14	Stärke . . . . .	256
4.4.4.14.1	Allgemeines . . . . .	256
4.4.4.14.2	Struktur und Eigenschaften von Amylose . . . . .	257
4.4.4.14.3	Struktur und Eigenschaften von Amylopektin . . . . .	260
4.4.4.14.4	Anwendung . . . . .	261
4.4.4.15	Modifizierte Stärken . . . . .	261
4.4.4.15.1	Quellstärke . . . . .	261
4.4.4.15.2	Dünnkochende Stärke . . . . .	261
4.4.4.15.3	Stärkeether . . . . .	262

4.4.4.15.4	Stärkeester	262
4.4.4.15.5	Vernetzte Stärke	263
4.4.4.15.6	Oxidierte Stärke	263
4.4.4.16	Cellulose	263
4.4.4.16.1	Vorkommen, Gewinnung	263
4.4.4.16.2	Struktur, Eigenschaften	263
4.4.4.16.3	Anwendung	264
4.4.4.17	Cellulosederivate	264
4.4.4.17.1	Alkylcellulosen, Hydroxyalkylcellulosen	264
4.4.4.17.2	Carboxymethylcellulose	265
4.4.4.18	Hemicellulosen	265
4.4.4.19	Xanthan	266
4.4.4.19.1	Vorkommen, Gewinnung	266
4.4.4.19.2	Struktur, Eigenschaften	266
4.4.4.19.3	Anwendung	267
4.4.4.20	Scleroglucan	267
4.4.4.20.1	Vorkommen, Gewinnung	267
4.4.4.20.2	Struktur, Eigenschaften	267
4.4.4.20.3	Anwendung	267
4.4.4.21	Dextran	267
4.4.4.21.1	Vorkommen	267
4.4.4.21.2	Anwendung	268
4.4.4.22	Polyvinylpyrrolidon (PVP)	268
4.4.4.22.1	Struktur, Eigenschaften	268
4.4.4.22.2	Anwendung	268
4.4.5	Enzymatischer Abbau von Polysacchariden	268
4.4.5.1	Amylasen	268
4.4.5.1.1.	$\alpha$ -Amylase	268
4.4.5.1.2	$\beta$ -Amylase	269
4.4.5.1.3	Exo-1,4- $\alpha$ -D-Glucosidase (Glucosylase)	269
4.4.5.1.4	$\alpha$ -Dextrin-Endo-1,6- $\alpha$ -Glucosidase (Pullulanase)	269
4.4.5.2	Pektinolytische Enzyme	269
4.4.5.3	Cellulasen	270
4.4.5.4	Endo-1,3(4)- $\beta$ -Glucanase	270
4.4.5.5	Hemicellulasen	270
4.4.6	Analytik von Polysacchariden	270
4.4.6.1	Dickungsmittel	271
4.4.6.2	Ballaststoffe	271
4.7	Literatur	271
<b>5</b>	<b>Aromastoffe</b>	<b>273</b>
5.1	Einführung	273
5.1.1	Abgrenzung der Begriffe	273
5.1.2	„Impact Compounds“ natürlicher Aromen	273
5.1.3	Schwellenkonzentration	274
5.1.4	Aromawert	274
5.1.5	Aromafehler	276
5.2	Analyse	278
5.2.1	Isolierung	278
5.2.1.1	Destillation, Extraktion	279
5.2.1.2	Gas-Extraktion	280
5.2.1.3	Headspace-Analyse	280
5.2.2	Trennung	281
5.2.3	Chemische Struktur	281
5.2.4	Sensorische Relevanz	282
5.2.4.1	Sensorische Beurteilung von GC-Peaks	282
5.2.4.2	Statistische Analyse	283

5.3	Einzelne Aromastoffe . . . . .	284
5.3.1	Nicht-enzymatische-Reaktionen . . . . .	285
5.3.1.1	Carbonyl-Verbindungen . . . . .	286
5.3.1.2	Pyranone . . . . .	286
5.3.1.3	Furane . . . . .	286
5.3.1.4	Lactone . . . . .	287
5.3.1.5	Thiole, Thioether, Di- und Trisulfide . . . . .	288
5.3.1.6	Thiophene . . . . .	291
5.3.1.7	Thiazole . . . . .	292
5.3.1.8	Oxazole . . . . .	293
5.3.1.9	Pyrrole, Pyridine . . . . .	293
5.3.1.10	Pyrazine . . . . .	294
5.3.1.11	Phenole . . . . .	297
5.3.2	Enzymatische Reaktionen . . . . .	297
5.3.2.1	Carbonylverbindungen, Alkohole . . . . .	299
5.3.2.2	Kohlenwasserstoffe, Ester . . . . .	302
5.3.2.3	Terpene . . . . .	303
5.3.2.4	Flüchtige Schwefelverbindungen . . . . .	308
5.3.2.5	Pyrazine . . . . .	309
5.4	Wechselwirkungen mit anderen Inhaltsstoffen . . . . .	310
5.4.1	Lipide . . . . .	310
5.4.2	Proteine, Polysaccharide . . . . .	311
5.5	Aromatisierung von Lebensmitteln . . . . .	313
5.5.1	Rohstoffe für Essenzen . . . . .	313
5.5.1.1	Ätherische Öle . . . . .	313
5.5.1.2	Extrakte, Auszüge . . . . .	313
5.5.1.3	Destillate . . . . .	313
5.5.1.4	Mikrobielle Aromen . . . . .	314
5.5.1.5	Synthetische naturidentische Aromastoffe . . . . .	314
5.5.1.6	Künstliche Aromastoffe . . . . .	314
5.5.2	Essenzen . . . . .	314
5.5.3	Aromastoffe aus Vorstufen . . . . .	316
5.6	Struktur – Geruch . . . . .	316
5.7	Literatur . . . . .	321
<b>6</b>	<b>Vitamine . . . . .</b>	<b>323</b>
6.1	Einführung . . . . .	323
6.2	Fettlösliche Vitamine . . . . .	323
6.2.1	Retinol (Vitamin A) . . . . .	323
6.2.1.1	Biologische Funktionen . . . . .	323
6.2.1.2	Bedarf, Vorkommen . . . . .	325
6.2.1.3	Stabilität, Abbaureaktionen . . . . .	325
6.2.2	Calciferol (Vitamin D) . . . . .	325
6.2.2.1	Biologische Funktionen . . . . .	325
6.2.2.2	Bedarf, Vorkommen . . . . .	325
6.2.2.3	Stabilität, Abbaureaktionen . . . . .	326
6.2.3	$\alpha$ -Tocopherol (Vitamin E) . . . . .	326
6.2.3.1	Biologische Funktionen . . . . .	326
6.2.3.2	Bedarf, Vorkommen . . . . .	326
6.2.3.3	Stabilität, Abbaureaktionen . . . . .	326
6.2.4	Phytomenadion (Vitamin K <sub>1</sub> ) . . . . .	326
6.2.4.1	Biologische Funktionen . . . . .	326
6.2.4.2	Bedarf, Vorkommen . . . . .	327
6.2.4.3	Stabilität, Abbaureaktionen . . . . .	330

6.3	Wasserlösliche Vitamine	330
6.3.1	Thiamin (Vitamin B <sub>1</sub> )	330
6.3.1.1	Biologische Funktionen	330
6.3.1.2	Bedarf, Vorkommen	330
6.3.1.3	Stabilität, Abbaureaktionen	330
6.3.2	Riboflavin (Vitamin B <sub>2</sub> )	331
6.3.2.1	Biologische Funktionen	331
6.3.2.2	Bedarf, Vorkommen	332
6.3.2.3	Stabilität, Abbaureaktionen	332
6.3.3	Pyridoxin (Pyridoxal, Vitamin B <sub>6</sub> )	332
6.3.3.1	Biologische Funktionen	332
6.3.3.2	Bedarf, Vorkommen	332
6.3.3.3	Stabilität, Abbaureaktionen	332
6.3.4	Nicotinsäureamid (Niacin)	332
6.3.4.1	Biologische Funktionen	332
6.3.4.2	Bedarf, Vorkommen	333
6.3.4.3	Stabilität, Abbaureaktionen	333
6.3.5	Pantothensäure	333
6.3.5.1	Biologische Funktionen	333
6.3.5.2	Bedarf, Vorkommen	333
6.3.5.3	Stabilität, Abbaureaktionen	333
6.3.6	Biotin	333
6.3.6.1	Biologische Funktionen	333
6.3.6.2	Bedarf, Vorkommen	334
6.3.6.3	Stabilität, Abbaureaktionen	334
6.3.7	Folsäure	334
6.3.7.1	Biologische Funktionen	334
6.3.7.2	Bedarf, Vorkommen	334
6.3.7.3	Stabilität, Abbaureaktionen	334
6.3.8	Cyanocobalamin (Vitamin B <sub>12</sub> )	334
6.3.8.1	Biologische Funktionen	334
6.3.8.2	Bedarf, Vorkommen	335
6.3.8.3	Stabilität, Abbaureaktionen	336
6.3.9	L-Ascorbinsäure (Vitamin C)	336
6.3.9.1	Biologische Funktionen	336
6.3.9.2	Bedarf, Vorkommen	336
6.3.9.3	Stabilität, Abbaureaktionen	336
6.4	Literatur	338
<b>7</b>	<b>Mineralstoffe</b>	<b>339</b>
7.1	Einführung	339
7.2	Mengenelemente	339
7.2.1	Natrium	339
7.2.2	Kalium	339
7.2.3	Magnesium	340
7.2.4	Calcium	340
7.2.5	Chlorid	341
7.2.6	Phosphat	341
7.3	Spurenelemente	341
7.3.1	Allgemeines	341
7.3.2	Essentielle Spurenelemente	342
7.3.2.1	Eisen	342
7.3.2.2	Kupfer	342
7.3.2.3	Zink	342
7.3.2.4	Mangan	342

7.3.2.5	Kobalt	342
7.3.2.6	Vanadium	343
7.3.2.7	Chrom	343
7.3.2.8	Selen	343
7.3.2.9	Molybdän	343
7.3.2.10	Nickel	343
7.3.2.11	Zinn	343
7.3.2.12	Silicium	343
7.3.2.13	Fluor	343
7.3.2.14	Jod	344
7.3.3	Einige nicht-essentielle Spurenelemente	344
7.3.3.1	Bor	344
7.3.3.2	Aluminium	344
7.4	Mineralstoffe bei der Lebensmittelverarbeitung	344
7.5	Literatur	345
<b>8</b>	<b>Zusatzstoffe</b>	<b>346</b>
8.1	Einführung	346
8.2	Vitamine	347
8.3	Aminosäuren	347
8.4	Mineralstoffe	347
8.5	Aromastoffe	347
8.6	Aromaverstärker	347
8.6.1	Mononatriumglutamat (MSG)	348
8.6.2	5'-Nucleotide	348
8.6.3	Maltol	348
8.6.4	Sonstige Verbindungen	348
8.7	Zuckeraustauschstoffe	349
8.8	Süßstoffe	349
8.8.1	Strukturelle Voraussetzungen für süßen Geschmack	349
8.8.2	Saccharin	350
8.8.3	Cyclamat	350
8.8.4	Monellin	351
8.8.5	Thaumatine	351
8.8.6	Miraculin	352
8.8.7	Extrakte aus <i>Gymnema silvestre</i>	353
8.8.8	Steviosid	353
8.8.9	Osladin	353
8.8.10	Phyllodulcin	353
8.8.11	Glycyrrhizin	354
8.8.12	Nitroaniline	354
8.8.13	Dihydrochalcone	354
8.8.14	Dulcin	354
8.8.15	Oxime	354
8.8.16	Oxathiazinondioxide	355
8.8.17	Dipeptidester	355
8.8.18	Hernandulcin	356
8.9	Farbstoffe	356
8.10	Säuren	357
8.10.1	Essigsäure und andere Fettsäuren	357
8.10.2	Bernsteinsäure	357

8.10.3	Bernsteinsäureanhydrid	357
8.10.4	Adipinsäure	357
8.10.5	Fumarsäure	357
8.10.6	Milchsäure	357
8.10.7	Äpfelsäure	361
8.10.8	Weinsäure	362
8.10.9	Citronensäure	362
8.10.10	Phosphorsäure	362
8.10.11	Salzsäure, Schwefelsäure	362
8.10.12	Gluconsäure und Glucono- $\delta$ -lacton	362
8.11	Basen	362
8.12	Antimikrobielle Stoffe	363
8.12.1	Benzoessäure	363
8.12.2	Ester der p-Hydroxybenzoessäure (PHB-Ester)	363
8.12.3	Sorbinsäure (2,4-Hexadiencarbonsäure)	364
8.12.4	Propionsäure	365
8.12.5	Essigsäure	365
8.12.6	SO <sub>2</sub> und Sulfite	365
8.12.7	Diethyldicarbonat, Dimethyldicarbonat	366
8.12.8	Ethylenoxid, Propylenoxid	366
8.12.9	Nitrit, Nitrat	367
8.12.10	Antibiotica	367
8.12.11	Diphenyl	367
8.12.12	o-Phenylphenol	367
8.12.13	Thiabendazol, 2-(4-Thiazolyl)benzimidazol	367
8.13	Antioxidantien	367
8.14	Komplexbildner	368
8.15	Grenzflächenaktive Stoffe (Tenside)	368
8.15.1	Allgemeines über Emulsionen	369
8.15.2	Wirkung von Emulgatoren	369
8.15.3	HLB-Wert	370
8.15.4	Synthetische Emulgatoren	371
8.15.4.1	Mono-, Diacylglyceride und Derivate	371
8.15.4.2	Zuckerester	371
8.15.4.3	Sorbitanfettsäureester	272
8.15.4.4	Polyoxyethylensorbitanfettsäureester	372
8.15.4.5	Stearyl-2-lactylat	372
8.16	Dickungsmittel, Gelbildner, Stabilisatoren	372
8.17	Feucht- und Weichhaltungsmittel	372
8.18	Mittel zur Erhaltung der Rieselfähigkeit	373
8.19	Bleichmittel	373
8.20	Klärhilfsmittel	373
8.21	Treibgase, Schutzgase	373
8.22	Literatur	373
9	<b>Kontamination von Lebensmitteln</b>	<b>375</b>
9.1	Allgemeines	375
9.2	Toxische Spurenelemente	377
9.2.1	Quecksilber	377
9.2.2	Blei	377

9.2.3	Cadmium . . . . .	377
9.2.4	Radionuklide . . . . .	378
9.3	Toxische Verbindungen mikrobieller Herkunft . . . . .	378
9.3.1	Lebensmittelvergiftungen bakteriellen Ursprungs . . . . .	378
9.3.2	Mykotoxine . . . . .	379
9.4	Pesticide . . . . .	382
9.4.1	Allgemeines . . . . .	382
9.4.2	Insecticide . . . . .	389
9.4.3	Herbicide . . . . .	390
9.4.4	Fungicide . . . . .	390
9.5	Tierarzneimittel und Futtermittelzusatzstoffe . . . . .	391
9.5.1	Allgemeines . . . . .	391
9.5.2	Antibiotica . . . . .	391
9.5.3	Glucocorticoide . . . . .	391
9.5.4	Sexualhormone . . . . .	391
9.5.5	Psychopharmaca . . . . .	391
9.5.6	Thyreostatica . . . . .	391
9.5.7	Coccidiostatica . . . . .	391
9.5.8	Sonstige Verbindungen . . . . .	393
9.6	Polychlorierte Biphenyle (PCB) . . . . .	393
9.7	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) . . . . .	393
9.8	Nitrosamine . . . . .	396
9.9	Reinigungs- und Desinfektionsmittel . . . . .	397
9.10	Literatur . . . . .	399
<b>10</b>	<b>Milch und Milchprodukte . . . . .</b>	<b>400</b>
10.1	Milch . . . . .	400
10.1.1	Physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften . . . . .	400
10.1.2	Zusammensetzung . . . . .	401
10.1.2.1	Proteine . . . . .	401
10.1.2.1.1	Caseinfraction . . . . .	403
10.1.2.1.2	Molkenproteine . . . . .	411
10.1.2.2	Kohlenhydrate . . . . .	411
10.1.2.3	Lipide . . . . .	413
10.1.2.4	Organische Säuren . . . . .	414
10.1.2.5	Mineralstoffe . . . . .	414
10.1.2.6	Vitamine . . . . .	415
10.1.2.7	Enzyme . . . . .	415
10.1.3	Bearbeitung der Milch . . . . .	415
10.1.3.1	Reinigung . . . . .	415
10.1.3.2	Entrahmung . . . . .	415
10.1.3.3	Hitzebehandlung . . . . .	415
10.1.3.4	Homogenisation . . . . .	416
10.1.3.5	Reaktionen bei der Erhitzung . . . . .	417
10.1.4	Milchsorten . . . . .	418
10.2	Milchprodukte . . . . .	418
10.2.1	Sauermilchprodukte . . . . .	418
10.2.1.1	Sauermilch . . . . .	419
10.2.1.2	Joghurt . . . . .	419
10.2.1.3	Kefir und Kumys . . . . .	420
10.2.1.4	Tätte . . . . .	421
10.2.2	Sahne (Rahm) . . . . .	421

10.2.3	Butter	421
10.2.3.1	Rahmgewinnung und -behandlung	422
10.2.3.2	Butterung	422
10.2.3.3	Verpackung	423
10.2.3.4	Abgeleitete Produkte	423
10.2.4	Kondensmilch	423
10.2.5	Milchtrockenprodukte	424
10.2.6	Kaffeeweißer (coffee whitener)	425
10.2.7	Speiseeis	425
10.2.8	Käse	425
10.2.8.1	Gewinnung der Käsemasse	426
10.2.8.2	Frischkäse	427
10.2.8.3	Gereifte Käse	428
10.2.8.4	Schmelzkäse	430
10.2.8.5	Käsesurrogate (Imitation cheese)	430
10.2.9	Casein, Caseinate, Copräzipitat	430
10.2.10	Molkenprodukte	432
10.2.10.1	Molkenpulver	432
10.2.10.2	Entmineralisiertes Molkenpulver	432
10.2.10.3	Teilenzuckerte Molkenproteinkonzentrate	432
10.2.10.4	Hydrolysierte Molkesirupe	433
10.2.11	Lactose	433
10.3	Aroma von Milch und Milchprodukten	433
10.3.1	Milch	433
10.3.2	Kondensmilch, Milchtrockenprodukte	434
10.3.3	Sauermilchprodukte, Joghurt	434
10.3.4	Rahm, Butter	435
10.3.5	Käse	435
10.3.6	Aromafehler	436
10.4	Literatur	437
11	Eier	438
11.1	Einführung	438
11.2	Aufbau, physikalische Eigenschaften und Zusammensetzung	438
11.2.1	Allgemeines	438
11.2.2	Schale	439
11.2.3	Eiklar (Weißer)	439
11.2.3.1	Proteine	440
11.2.3.1.1	Ovalbumin	441
11.2.3.1.2	Conalbumin (Ovotransferrin)	441
11.2.3.1.3	Ovomucoid	441
11.2.3.1.4	Lysozym (Ovoglobulin G <sub>1</sub> )	441
11.2.3.1.5	Ovoglobuline G <sub>2</sub> und G <sub>3</sub>	442
11.2.3.1.6	Ovomucin	442
11.2.3.1.7	Flavoprotein	442
11.2.3.1.8	Ovoinhibitor	442
11.2.3.1.9	Avidin	442
11.2.3.2	Andere Bestandteile	443
11.2.3.2.1	Lipide	443
11.2.3.2.2	Kohlenhydrate	443
11.2.3.2.3	Mineralstoffe	443
11.2.3.2.4	Vitamine	443
11.2.4	Eidotter (Eigelb)	443
11.2.4.1	Proteine der Granula	444
11.2.4.1.1	Lipovitelline	444

XXIV Inhaltsverzeichnis

11.2.4.1.2	Phosvitin . . . . .	444
11.2.4.2	Proteine des Plasmas . . . . .	445
11.2.4.2.1	Lipovitellenine . . . . .	445
11.2.4.2.2	Livetine . . . . .	445
11.2.4.3	Lipide . . . . .	446
11.2.4.4	Andere Bestandteile . . . . .	446
11.2.4.4.1	Kohlenhydrate . . . . .	446
11.2.4.4.2	Mineralstoffe . . . . .	446
11.2.4.4.3	Vitamine . . . . .	446
11.2.4.4.4	Aromastoffe . . . . .	446
11.3	Lagerung . . . . .	446
11.4	Eiprodukte . . . . .	446
11.4.1	Allgemeines . . . . .	446
11.4.2	Technisch wichtige Eigenschaften . . . . .	447
11.4.2.1	Thermische Koagulierbarkeit . . . . .	447
11.4.2.2	Schaumbildung . . . . .	447
11.4.2.3	Emulgatorwirkung . . . . .	447
11.4.3	Trockenprodukte . . . . .	447
11.4.4	Gefrierprodukte . . . . .	448
11.4.5	Flüssigprodukte . . . . .	449
11.5	Literatur . . . . .	450
12	Fleisch . . . . .	451
12.1	Einführung . . . . .	451
12.2	Bau des Muskelgewebes . . . . .	451
12.2.1	Skelettmuskel . . . . .	451
12.2.2	Herzmuskel . . . . .	453
12.2.3	Glatte Muskulatur . . . . .	453
12.3	Zusammensetzung und Funktion von Muskelgewebe . . . . .	453
12.3.1	Übersicht . . . . .	453
12.3.2	Proteine . . . . .	455
12.3.2.1	Proteine des kontraktiven Apparats und ihre Funktion . . . . .	455
12.3.2.1.1	Myosin . . . . .	455
12.3.2.1.2	Actin . . . . .	456
12.3.2.1.3	Tropomyosin und Troponin . . . . .	457
12.3.2.1.4	Weitere myofibrilläre Proteine . . . . .	457
12.3.2.1.5	Kontraktion und Relaxation . . . . .	458
12.3.2.1.6	Actomyosin . . . . .	459
12.3.2.2	Lösliche Proteine . . . . .	459
12.3.2.2.1	Enzyme . . . . .	459
12.3.2.2.2	Myoglobin . . . . .	459
12.3.2.3	Unlösliche Proteine . . . . .	463
12.3.2.3.1	Collagen . . . . .	463
12.3.2.3.2	Elastin . . . . .	468
12.3.3	Freie Aminosäuren . . . . .	469
12.3.4	Peptide . . . . .	469
12.3.5	Amine . . . . .	469
12.3.6	Guanidinverbindungen . . . . .	469
12.3.7	Quartäre Ammoniumverbindungen . . . . .	470
12.3.8	Purine und Pyrimidine . . . . .	470
12.3.9	Organische Säuren . . . . .	471
12.3.10	Kohlenhydrate . . . . .	471
12.3.11	Vitamine . . . . .	471
12.3.12	Mineralstoffe . . . . .	471

12.4	Postmortale Veränderungen im Muskel . . . . .	471
12.4.1	Rigor mortis . . . . .	472
12.4.2	Fleischfehler (PSE- und DFD-Fleisch) . . . . .	472
12.4.3	Fleischreifung . . . . .	474
12.5	Wasserbindungsvermögen von Fleisch . . . . .	474
12.6	Fleischarten, Lagerung und Verarbeitung von Fleisch . . . . .	475
12.6.1	Fleischarten, Schlachtabgänge . . . . .	476
12.6.1.1	Rindfleisch . . . . .	476
12.6.1.2	Kalbfleisch . . . . .	476
12.6.1.3	Hammel- und Schaffleisch . . . . .	476
12.6.1.4	Ziegenfleisch . . . . .	476
12.6.1.5	Schweinefleisch . . . . .	476
12.6.1.6	Pferdefleisch . . . . .	476
12.6.1.7	Geflügelfleisch . . . . .	477
12.6.1.8	Wildfleisch . . . . .	477
12.6.1.9	Innereien und sonstige Nebenprodukte . . . . .	477
12.6.1.10	Blut . . . . .	477
12.6.1.11	Innere sekretorische Drüsen . . . . .	478
12.6.2	Lagerungs- und Verarbeitungsverfahren . . . . .	478
12.6.2.1	Kühlen . . . . .	478
12.6.2.2	Gefrieren . . . . .	479
12.6.2.3	Trocknen . . . . .	480
12.6.2.4	Salzen und Pökeln . . . . .	480
12.6.2.5	Räuchern . . . . .	480
12.6.2.6	Erhitzen . . . . .	480
12.6.2.7	Zartmachen . . . . .	481
12.7	Fleischprodukte . . . . .	481
12.7.1	Fleischkonserven . . . . .	481
12.7.2	Schinken, Wurstwaren, Pasteten . . . . .	481
12.7.2.1	Schinken, Speck . . . . .	481
12.7.2.1.1	Rohgeräucherte Schinken . . . . .	481
12.7.2.1.2	Kochschinken . . . . .	484
12.7.2.1.3	Speck . . . . .	484
12.7.2.2	Wurstwaren . . . . .	484
12.7.2.2.1	Rohwurst . . . . .	484
12.7.2.2.2	Kochwurst . . . . .	485
12.7.2.2.3	Brühwurst . . . . .	485
12.7.2.3	Pasteten und Pains . . . . .	486
12.7.2.3.1	Pastetten . . . . .	486
12.7.2.3.2	Pains . . . . .	486
12.7.3	Fleischextrakte und verwandte Produkte . . . . .	486
12.7.3.1	Rindfleischextrakt . . . . .	486
12.7.3.2	Walffleischextrakt . . . . .	487
12.7.3.3	Geflügelfleischextrakt . . . . .	487
12.7.3.4	Hefeextrakt . . . . .	488
12.7.3.5	Proteinhydrolysat (Würzen, Hydrolyzed Vegetable Protein) . . . . .	488
12.8	Trockensuppen und Trockensoßen . . . . .	488
12.8.1	Hauptbestandteile . . . . .	488
12.8.2	Herstellung . . . . .	489
12.9	Fleischaroma . . . . .	489
12.10	Analytik . . . . .	491
12.10.1	Fleisch . . . . .	491
12.10.1.1	Nachweis der Herkunft . . . . .	491
12.10.1.1.1	Serologische Unterscheidung . . . . .	491

12.10.1.1.2	Elektrophorese . . . . .	491
12.10.1.2	Unterscheidung Frisch-/Gefrierfleisch . . . . .	492
12.10.1.3	Farbe . . . . .	493
12.10.1.4	Behandlung mit Proteinasepräparaten . . . . .	493
12.10.1.5	Anabolika . . . . .	493
12.10.1.6	Antibiotika . . . . .	493
12.10.2	Fleischprodukte . . . . .	494
12.10.2.1	Hauptbestandteile . . . . .	494
12.10.2.2	Fremdwasser . . . . .	494
12.10.2.3	Bindegewebsfreies Magerfleisch . . . . .	494
12.10.2.3.1	Bindegewebsweiß . . . . .	494
12.10.2.3.2	Fremdeiweiß . . . . .	495
12.10.2.4	Nitrosamine . . . . .	495
12.11	Literatur . . . . .	496
<b>13</b>	<b>Fische, Wale, Krusten-, Schalen- und Weichtiere . . . . .</b>	<b>498</b>
13.1	Fische . . . . .	498
13.1.1	Einführung . . . . .	498
13.1.2	Fischarten . . . . .	498
13.1.2.1	Seefische . . . . .	498
13.1.2.1.1	Haie . . . . .	498
13.1.2.1.2	Heringsfische . . . . .	499
13.1.2.1.3	Dorschfische . . . . .	499
13.1.2.1.4	Panzerwangen . . . . .	502
13.1.2.1.5	Barschartige Fische . . . . .	503
13.1.2.1.6	Plattfische . . . . .	503
13.1.2.2	Süßwasserfische . . . . .	503
13.1.2.2.1	Aale . . . . .	503
13.1.2.2.2	Lachsfische . . . . .	503
13.1.3	Bau von Haut- und Muskelgewebe . . . . .	503
13.1.4	Zusammensetzung . . . . .	504
13.1.4.1	Übersicht . . . . .	504
13.1.4.2	Proteine . . . . .	504
13.1.4.2.1	Sarcoplasmaproteine . . . . .	505
13.1.4.2.2	Kontraktile Proteine . . . . .	505
13.1.4.2.3	Bindegewebsproteine . . . . .	505
13.1.4.2.4	Serumproteine . . . . .	505
13.1.4.3	Andere Stickstoffverbindungen . . . . .	506
13.1.4.3.1	Freie Aminosäuren, Peptide . . . . .	506
13.1.4.3.2	Amine, Aminoxide . . . . .	506
13.1.4.3.3	Guanidinverbindungen . . . . .	507
13.1.4.3.4	Quartäre Ammoniumverbindungen . . . . .	507
13.1.4.3.5	Purine . . . . .	507
13.1.4.3.6	Harnstoff . . . . .	507
13.1.4.4	Kohlenhydrate . . . . .	507
13.1.4.5	Lipide . . . . .	507
13.1.4.6	Vitamine . . . . .	507
13.1.4.7	Mineralstoffe . . . . .	507
13.1.4.8	Weitere Inhaltsstoffe . . . . .	507
13.1.5	Postmortale Veränderungen . . . . .	507
13.1.6	Lagerung und Verarbeitung von Fisch, Fischprodukte . . . . .	508
13.1.6.1	Allgemeines . . . . .	508
13.1.6.2	Kühlen und Gefrieren . . . . .	508
13.1.6.3	Trocknen . . . . .	511
13.1.6.4	Salzen . . . . .	511
13.1.6.5	Räuchern . . . . .	511

13.1.6.6	Marinaden, Bratfischwaren, Kochfischwaren	512
13.1.6.7	Seelachs	512
13.1.6.8	Anchosen	512
13.1.6.9	Pasteurisierte Fischerzeugnisse	512
13.1.6.10	Fischdauerwaren	512
13.1.6.11	Sonstige Fischzubereitungen	513
13.1.6.12	Fischeier und Fischsperma	513
13.1.6.12.1	Kaviar	513
13.1.6.12.2	Kaviarersatz	513
13.1.6.12.3	Fischsperma (Fischmilch)	513
13.1.6.13	Sonstige Produkte aus Fisch	513
13.2	Wale	513
13.3	Krustentiere (Krebstiere)	513
13.3.1	Garnelen	514
13.3.2	Flußkrebis (Edelkrebis)	514
13.3.3	Hummer	514
13.3.4	Langusten	514
13.3.5	Weitere Krebstiere	514
13.4	Weichtiere ( <i>Mollusca</i> )	515
13.4.1	Muscheln ( <i>Bivalvia</i> )	515
13.4.2	Schnecken	515
13.4.3	Tintenfische	515
13.4.4	Schildkröten	515
13.4.5	Froschschenkel	515
13.5	Literatur	516
14	<b>Speisefette und Speiseöle</b>	517
14.1	Einführung	517
14.2	Daten zur Fetterzeugung und zum -verbrauch	517
14.3	Einzelne Fette und ihre Herkunft	517
14.3.1	Tierische Fette	517
14.3.1.1	Landtierfette	517
14.3.1.1.1	Rindertalg	517
14.3.1.1.2	Hammeltalg	519
14.3.1.1.3	Schweineschmalz	519
14.3.1.1.4	Gänseschmalz	520
14.3.1.2	Seetieröle	520
14.3.1.2.1	Walöl	520
14.3.1.2.2	Robbenöle	521
14.3.1.2.3	Heringsöle	521
14.3.2	Pflanzenfette	521
14.3.2.1	Fruchtfleischfette	521
14.3.2.1.1	Olivenöl	521
14.3.2.1.2	Palmöl	522
14.3.2.2	Samenfette	522
14.3.2.2.1	Gewinnung	522
14.3.2.2.2	Laurin- und myristinsäurereiche Fette	523
14.3.2.2.3	Palmitin- und stearinsäurereiche Fette	523
14.3.2.2.4	Palmitinsäurereiche Öle	524
14.3.2.2.5	Palmitinsäurearme, öl- und linolsäurereiche Öle	525
14.4	Bearbeitung der Fette, Fettprodukte	527
14.4.1	Raffination	527
14.4.1.1	Entlecithinierung	527

14.4.1.2	Entschleimung	527
14.4.1.3	Abtrennung der freien Fettsäuren (Entsäuerung)	527
14.4.1.4	Bleichung	528
14.4.1.5	Dämpfung (Desodorierung)	528
14.4.1.6	Produktkontrolle	529
14.4.2	Hydrierung (Härtung)	529
14.4.2.1	Allgemeines	529
14.4.2.2	Katalysator	529
14.4.2.3	Prozeßführung	530
14.4.3	Umesterung	531
14.4.4	Fraktionierung	532
14.4.5	Margarine	532
14.4.5.1	Zusammensetzung	532
14.4.5.2	Herstellung	533
14.4.5.3	Margarinesorten	533
14.4.6	Mayonnaise	533
14.4.7	Fettpulver	534
14.5	Analyse	534
14.5.0	Aufgaben	534
14.5.1	Fettbestimmung in Lebensmitteln	534
14.5.2	Identifizierung von Fetten	535
14.5.2.1	Chemische Kennzahlen	535
14.5.2.2	Farbreaktionen	536
14.5.2.3	Gaschromatographische Analyse der Fettsäurezusammensetzung	536
14.5.2.4	Bestandteile des Unverseifbaren	537
14.5.2.5	Schmelzpunkt	537
14.5.3	Bestimmung der Qualität	537
14.5.3.1	Lipolyse	537
14.5.3.2	Oxidativer Fettverderb	538
14.5.3.2.1	Oxidationszustand	538
14.5.3.2.2	Voraussage der Lagerstabilität	538
14.5.3.3	Thermische Belastung	539
14.6	Literatur	539
<b>15</b>	<b>Getreide und Getreideprodukte</b>	<b>541</b>
15.1	Einführung	541
15.1.1	Vorbemerkung	541
15.1.2	Abstammung	541
15.1.3	Erzeugung	543
15.1.4	Anatomie – Chemische Zusammensetzung im Überblick	544
15.1.5	Sonderstellung des Weizens – Kleberbildung	546
15.1.6	Cöliakie	546
15.2	Einzelne Inhaltsstoffe	546
15.2.1	Proteine	546
15.2.1.1	Unterschiede in der Aminosäurezusammensetzung	546
15.2.1.2	Überblick über die <i>Osborne</i> -Fraktionen der Getreidearten	546
15.2.1.3	Kleberproteine des Weizens	549
15.2.1.3.1	Weizenprolamine	549
15.2.1.3.2	Weizengluteline	554
15.2.1.3.3	Kleberbildung	554
15.2.2	Enzyme	556
15.2.2.1	Amylasen	556
15.2.2.2	Proteinasen	557
15.2.2.3	Lipasen	557
15.2.2.4	Phytase	557

15.2.2.5	Lipoxygenasen	558
15.2.2.6	Peroxidase, Katalase	558
15.2.2.7	Glutathion-Dehydrogenase	558
15.2.2.8	Phenoloxidasen	559
15.2.3	Kohlenhydrate	559
15.2.3.1	Stärke	559
15.2.3.2	Nicht-Stärke-Polysaccharide	560
15.2.3.2.1	Pentosane	560
15.2.3.2.2	$\beta$ -Glucane	561
15.2.3.2.3	Glucofructane	561
15.2.3.2.4	Cellulose	561
15.2.3.3	Zucker	561
15.2.4	Lipide	562
15.3	Getreide-vermahlung	564
15.3.1	Weizen und Roggen	564
15.3.1.1	Lagerung	564
15.3.1.2	Vermahlung	565
15.3.1.3	Mahlprodukte	566
15.3.1.4	Stärkemehle	567
15.3.2	Weitere Getreidearten	568
15.3.2.1	Mais	568
15.3.2.2	Spelzgetreide	568
15.3.2.2.1	Reis	568
15.3.2.2.2	Hafer	569
15.3.2.2.3	Gerste	569
15.4	Backwaren	569
15.4.1	Rohstoffe	569
15.4.1.1	Weizenmehl	569
15.4.1.1.1	Chemische Untersuchungen	569
15.4.1.1.2	Physikalische Untersuchungen	571
15.4.1.1.3	Backversuch	572
15.4.1.2	Roggenmehl	573
15.4.1.3	Lagerung	573
15.4.1.4	Beeinflussung der Backeigenschaften von Weizenmehlen durch Zusätze	574
15.4.1.4.1	Ascorbinsäure	574
15.4.1.4.2	Bromat, Azodicarbonamid	575
15.4.1.4.3	Lipoxygenase	575
15.4.1.4.4	Cystein	576
15.4.1.4.5	Proteinasen	576
15.4.1.4.6	Kochsalz	577
15.4.1.4.7	Emulgatoren, Fette	577
15.4.1.4.8	$\alpha$ -Amylase	577
15.4.1.4.9	Milch- und Sojaprodukte	578
15.4.1.5	Beeinflussung der Backeigenschaften von Roggenmehlen durch Zusätze	578
15.4.1.5.1	Quellmehl	578
15.4.1.5.2	Säuerungsmittel	578
15.4.1.6	Zusätze zur Teiglockerung	579
15.4.1.6.1	Hefe	579
15.4.1.6.2	Chemische Lockerungsmittel	579
15.4.2	Teigherstellung	579
15.4.2.1	Hefeteigführung	579
15.4.2.1.1	Direkte Hefeführung	579
15.4.2.1.2	Indirekte Hefeführung	579
15.4.2.2	Sauerteigführung	579
15.4.2.3	Kneten	581

15.4.2.4	Gärführung	582
15.4.2.5	Vorgänge bei der Teigbildung	582
15.4.3	Backprozeß	584
15.4.3.1	Bedingungen	584
15.4.3.2	Chemische und physikalische Veränderungen	584
15.4.3.2.1	Textur	584
15.4.3.2.2	Aroma	585
15.4.4	Veränderungen bei der Lagerung	586
15.4.5	Brotarten	587
15.4.6	Feine Backwaren	588
15.5	Teigwaren	588
15.5.1	Rohstoffe	588
15.5.2	Zusätze	588
15.5.3	Herstellung	589
15.6	Literatur	589
<b>16</b>	<b>Hülsenfrüchte</b>	<b>593</b>
16.1	Einführung	593
16.2	Einzelne Inhaltsstoffe	593
16.2.1	Proteine	593
16.2.2	Enzyme	596
16.2.3	Inhibitoren für Proteinasen	596
16.2.4	Hämagglutinine (Lectine)	598
16.2.5	Kohlenhydrate	600
16.2.6	Cyanogene Glykoside	600
16.2.7	Lipide	601
16.2.8	Vitamine, Mineralstoffe	601
16.2.9	Coumestrol	601
16.2.10	Saponine	602
16.2.11	Sonstige Inhaltsstoffe	603
16.3	Verarbeitung, Produkte	603
16.3.1	Sojabohnen, Erdnüsse	603
16.3.1.1	Aromafehler	603
16.3.1.2	Einzelne Produkte	604
16.3.1.2.1	Sojaweiß	604
16.3.1.2.2	Sojamilch	605
16.3.1.2.3	Tofu	605
16.3.1.2.4	Sojasoße (Shoyu)	605
16.3.1.2.5	Miso	606
16.3.1.2.6	Natto	606
16.3.1.2.7	Sufu	606
16.3.2	Erbsen, Bohnen	606
16.4	Literatur	607
<b>17</b>	<b>Gemüse und Gemüseprodukte</b>	<b>608</b>
17.1	Gemüse	608
17.1.1	Einführung	608
17.1.2	Zusammensetzung	608
17.1.2.1	Stickstoffverbindungen	608
17.1.2.1.1	Proteine	608
17.1.2.1.2	Freie Aminosäuren	608
17.1.2.1.3	Amine	621
17.1.2.2	Kohlenhydrate	621
17.1.2.2.1	Mono- und Oligosaccharide, Zuckeralkohole	621

17.1.2.2.2	Polysaccharide	621
17.1.2.3	Lipide	621
17.1.2.4	Organische Säuren	621
17.1.2.5	Phenolische Verbindungen	622
17.1.2.6	Aromastoffe	622
17.1.2.6.1	Pilze	622
17.1.2.6.2	Wurzelpetersilie	622
17.1.2.6.3	Kartoffel, Süßkartoffel	622
17.1.2.6.4	Knollensellerie	623
17.1.2.6.5	Radieschen/Rettich	623
17.1.2.6.6	Rote Rübe	624
17.1.2.6.7	Küchenzwiebel, Knoblauch	624
17.1.2.6.8	Brunnenkresse	625
17.1.2.6.9	Rotkohl, Weißkohl, Rosenkohl	625
17.1.2.6.10	Blumenkohl, Brokkoli	625
17.1.2.6.11	Erbse	625
17.1.2.6.12	Gurke	626
17.1.2.6.13	Tomate	626
17.1.2.7	Vitamine	626
17.1.2.8	Mineralstoffe	626
17.1.2.9	Sonstige Inhaltsstoffe	628
17.1.2.9.1	Chlorophylle	628
17.1.2.9.2	Betalaine	629
17.1.2.9.3	Goitrogene Substanzen	630
17.1.3	Lagerung	631
17.2	Gemüseprodukte	631
17.2.1	Trockengemüse	631
17.2.2	Gemüsesterilkonserven	632
17.2.3	Tiefgefrorenes Gemüse	633
17.2.4	Gärungsgemüse	634
17.2.4.1	Saure Gurken (Salzgurken, Salzdiillgurken)	634
17.2.4.2	Andere Gemüsearten	634
17.2.4.3	Sauerkraut	635
17.2.4.4	Tafeloliven	635
17.2.4.5	Fehlerhafte Gärprodukte	636
17.2.5	Essiggemüse	636
17.2.6	Salzgemüse	637
17.2.7	Gemüsesäfte	637
17.2.8	Gemüsemark	637
17.2.9	Gemüsepulver	638
17.3	Literatur	638
18	Obst und Obstprodukte	639
18.1	Obst	639
18.1.1	Einführung	639
18.1.2	Zusammensetzung	639
18.1.2.1	Stickstoffverbindungen	639
18.1.2.1.1	Proteine, Enzyme	639
18.1.2.1.2	Freie Aminosäuren	639
18.1.2.1.3	Amine	647
18.1.2.2	Kohlenhydrate	648
18.1.2.2.1	Monosaccharide	648
18.1.2.2.2	Oligosaccharide	648
18.1.2.2.3	Zuckeralkohole	649
18.1.2.2.4	Polysaccharide	650
18.1.2.3	Lipide	650

18.1.2.3.1	Fruchtfleischlipide (außer Carotinoide und Triterpenoide) . . . . .	650
18.1.2.3.2	Carotinoide . . . . .	650
18.1.2.3.3	Triterpenoide . . . . .	651
18.1.2.3.4	Fruchtwachse . . . . .	654
18.1.2.4	Organische Säuren . . . . .	654
18.1.2.5	Phenolische Verbindungen . . . . .	654
18.1.2.5.1	Hydroxyzimtsäuren, Hydroxycumarine, Hydroxybenzoesäuren und Lignin . . . . .	654
18.1.2.5.2	Catechine (3-Hydroxyflavane) und Leucoanthocyanidine (3,4-Dihydroxyflavane) . . . . .	657
18.1.2.5.3	Anthocyanidine . . . . .	658
18.1.2.5.4	Flavanone . . . . .	661
18.1.2.5.5	Flavone, Flavonole . . . . .	662
18.1.2.5.6	Biosynthese der Flavonoide . . . . .	663
18.1.2.5.7	Technologische Bedeutung der phenolischen Verbindungen . . . . .	663
18.1.2.5.8	Analytische Bedeutung der phenolischen Verbindungen . . . . .	665
18.1.2.6	Aromastoffe . . . . .	665
18.1.2.6.1	Banane . . . . .	665
18.1.2.6.2	Weintraube . . . . .	665
18.1.2.6.3	Citrusfrüchte . . . . .	666
18.1.2.6.4	Apfel . . . . .	666
18.1.2.6.5	Himbeere . . . . .	666
18.1.2.6.6	Aprikose . . . . .	666
18.1.2.6.7	Pfirsich . . . . .	667
18.1.2.6.8	Passionsfrucht . . . . .	667
18.1.2.6.9	Erdbeere . . . . .	667
18.1.2.6.10	Kirsche, Pflaume . . . . .	667
18.1.2.7	Vitamine . . . . .	668
18.1.2.8	Mineralstoffe . . . . .	669
18.1.3	Chemische Veränderungen während der Reifung . . . . .	669
18.1.3.1	Änderungen der Atmungsintensität . . . . .	669
18.1.3.2	Änderungen in Stoffwechselwegen . . . . .	670
18.1.3.3	Stoffliche Änderungen . . . . .	671
18.1.3.3.1	Kohlenhydrate . . . . .	671
18.1.3.3.2	Proteine, Enzyme . . . . .	671
18.1.3.3.3	Lipide . . . . .	672
18.1.3.3.4	Säuren . . . . .	672
18.1.3.3.5	Farbstoffe . . . . .	672
18.1.3.3.6	Aromastoffe . . . . .	672
18.1.4	Chemische Beeinflussung der Reifung . . . . .	672
18.1.4.1	Verbindungen mit verzögernder Wirkung . . . . .	673
18.1.4.2	Verbindungen mit beschleunigender Wirkung . . . . .	674
18.1.5	Lagerung . . . . .	676
18.1.5.1	Kühlagerung . . . . .	676
18.1.5.2	Lagerung in kontrollierter Atmosphäre . . . . .	676
18.2	Obstprodukte . . . . .	676
18.2.1	Trockenobst . . . . .	676
18.2.2	Obststerilkonserven . . . . .	677
18.2.3	Tiefgefrorenes Obst . . . . .	678
18.2.4	Rumfrüchte, Früchte in Dickzucker u. a. . . . .	678
18.2.5	Fruchtpülpe und Fruchtmarmelade . . . . .	679
18.2.6	Marmelade, Konfitüre, Gelee . . . . .	679
18.2.7	Pflaumenmus . . . . .	680
18.2.8	Obstkraut . . . . .	680
18.2.9	Fruchtsaft . . . . .	680
18.2.9.1	Vorbereiten der Früchte . . . . .	680
18.2.9.2	Entsaftung . . . . .	681

18.2.9.3	Saftbehandlung . . . . .	681
18.2.9.4	Haltbarmachung . . . . .	681
18.2.9.5	Nebenprodukte . . . . .	682
18.2.10	Fruchtnektar . . . . .	682
18.2.11	Fruchtsaftkonzentrat . . . . .	682
18.2.11.1	Eindampfen . . . . .	682
18.2.11.2	Gefrieren . . . . .	683
18.2.11.3	Druckfiltrieren . . . . .	683
18.2.12	Fruchtsirup . . . . .	683
18.2.13	Fruchtpulver . . . . .	683
18.3	Alkoholfreie Erfrischungsgetränke . . . . .	684
18.3.1	Fruchtsaftgetränke . . . . .	684
18.3.2	Limonaden, Kalt- und Heißgetränke . . . . .	684
18.3.3	Coffeinhaltige Erfrischungsgetränke . . . . .	684
18.3.4	Brausen, künstliche Heiß- und Kaltgetränke . . . . .	684
18.4	Literatur . . . . .	684
<b>19</b>	<b>Zucker, Zuckeralkohole und Honig . . . . .</b>	<b>686</b>
19.1	Zucker, Zuckeralkohole und Zuckerwaren . . . . .	686
19.1.1	Einführung . . . . .	686
19.1.2	Eigenschaften aus technologischer Sicht . . . . .	686
19.1.3	Eigenschaften aus ernährungsphysiologischer Sicht . . . . .	690
19.1.4	Einzelne Zucker und Zuckeralkohole . . . . .	691
19.1.4.1	Saccharose (Rohrzucker, Rübenzucker) . . . . .	691
19.1.4.1.1	Allgemeines . . . . .	691
19.1.4.1.2	Gewinnung von Rübenzucker . . . . .	691
19.1.4.1.3	Gewinnung von Rohrzucker . . . . .	696
19.1.4.1.4	Weitere Saccharosequellen . . . . .	696
19.1.4.1.5	Verpackung und Lagerung . . . . .	697
19.1.4.1.6	Zuckersorten . . . . .	697
19.1.4.1.7	Zusammensetzung der Zuckersorten . . . . .	697
19.1.4.1.8	Melasse . . . . .	697
19.1.4.2	Folgeprodukte der Saccharose . . . . .	697
19.1.4.3	Stärkeabbauprodukte . . . . .	698
19.1.4.3.1	Allgemeines . . . . .	698
19.1.4.3.2	Stärkesirup (Glucosesirup, Maltosesirup) . . . . .	698
19.1.4.3.3	Trockenstärkesirup (Trockenglucosesirup) . . . . .	699
19.1.4.3.4	Glucose (Dextrose) . . . . .	700
19.1.4.3.5	Glucose-Fructose-Sirup . . . . .	700
19.1.4.3.6	Folgeprodukte von Stärkesirup . . . . .	700
19.1.4.3.7	Polydextrose . . . . .	700
19.1.4.4	Milchzucker (Lactose) und Folgeprodukte . . . . .	700
19.1.4.4.1	Milchzucker . . . . .	700
19.1.4.4.2	Folgeprodukte . . . . .	701
19.1.4.5	Fruchtzucker (Fructose) . . . . .	701
19.1.4.6	Sorbit . . . . .	701
19.1.4.7	Sorbose . . . . .	701
19.1.4.8	Xylit . . . . .	701
19.1.4.9	Mannit . . . . .	701
19.1.5	Zuckerwaren . . . . .	701
19.1.5.1	Allgemeines . . . . .	701
19.1.5.2	Hartkaramellen (Bonbons) . . . . .	702
19.1.5.3	Weichkaramellen (Toffees) . . . . .	702
19.1.5.4	Fondant . . . . .	702
19.1.5.5	Schaumzuckerwaren . . . . .	702
19.1.5.6	Gelee-, Gummi- und Gelatine-Zuckerwaren . . . . .	703

19.1.5.7	Komprimatè	703
19.1.5.8	Dragèes	703
19.1.5.9	Marzipan	703
19.1.5.10	Persipan	704
19.1.5.11	Andere Rohmassen	704
19.1.5.12	Nugatmasse	704
19.1.5.13	Krokant	704
19.1.5.14	Lakritzen und Lakritzwaren	704
19.1.5.15	Kaugummi	704
19.1.5.16	Brauselimonadenpulver	705
19.2	Honig und Invertzuckercreme (Kunsthonig)	705
19.2.1	Honig	705
19.2.1.1	Einführung	705
19.2.1.2	Gewinnung und Arten	706
19.2.1.3	Verarbeitung	707
19.2.1.4	Physikalische Eigenschaften	707
19.2.1.5	Zusammensetzung	707
19.2.1.5.1	Wasser	708
19.2.1.5.2	Kohlenhydrate	708
19.2.1.5.3	Enzyme	709
19.2.1.5.4	Proteine	710
19.2.1.5.5	Aminosäuren	710
19.2.1.5.6	Säuren	710
19.2.1.5.7	Aromastoffe	711
19.2.1.5.8	Farbstoffe	711
19.2.1.5.9	Toxische Inhaltsstoffe	711
19.2.1.6	Lagerung	711
19.2.1.7	Verwendung	711
19.2.2	Invertzuckercreme (Kunsthonig)	712
19.2.2.1	Einführung	712
19.2.2.2	Herstellung	712
19.2.2.3	Zusammensetzung	712
19.2.2.4	Verwendung	713
19.3	Literatur	713
20	Alkoholische Getränke	714
20.1	Bier	714
20.1.1	Einführung	714
20.1.2	Rohstoffe	714
20.1.2.1	Gerste	714
20.1.2.2	Andere stärke- und zuckerhaltige Rohstoffe	716
20.1.2.2.1	Weizenmalz	716
20.1.2.2.2	Rohfrucht	716
20.1.2.2.3	Sirupe, Extraktpulver	716
20.1.2.2.4	Malzextrakte, Würzekonzentrate	716
20.1.2.2.5	Brauzucker	716
20.1.2.3	Hopfen	716
20.1.2.3.1	Allgemeines	716
20.1.2.3.2	Zusammensetzung	717
20.1.2.3.3	Verarbeitung	718
20.1.2.4	Brauwasser	718
20.1.2.5	Bierhefe	719
20.1.3	Malzbereitung	719
20.1.3.1	Weichen	719
20.1.3.2	Keimen	719
20.1.3.3	Darren	720

20.1.3.4	Kontinuierliche Verfahren . . . . .	720
20.1.3.5	Spezialmalze . . . . .	720
20.1.4	Würzebereitung . . . . .	720
20.1.4.1	Schroten der Malze . . . . .	720
20.1.4.2	Maischen . . . . .	720
20.1.4.3	Abtrennung der Treber . . . . .	721
20.1.4.4	Kochen und Hopfen der Würze . . . . .	721
20.1.4.5	Kontinuierliche Verfahren . . . . .	722
20.1.5	Gärung . . . . .	722
20.1.5.1	Untergärung . . . . .	722
20.1.5.2	Obergärung . . . . .	722
20.1.5.3	Kontinuierliche Verfahren, Schnellverfahren . . . . .	722
20.1.6	Filtrieren und Abfüllen . . . . .	722
20.1.7	Zusammensetzung . . . . .	722
20.1.7.1	Ethanol . . . . .	722
20.1.7.2	Extrakt, Stammwürze . . . . .	722
20.1.7.3	Säuren . . . . .	723
20.1.7.4	Stickstoffverbindungen . . . . .	723
20.1.7.5	Kohlenhydrate . . . . .	723
20.1.7.6	Mineralstoffe . . . . .	723
20.1.7.7	Vitamine . . . . .	723
20.1.7.8	Aromastoffe . . . . .	723
20.1.7.9	Schaumbildner . . . . .	724
20.1.8	Biertypen . . . . .	724
20.1.8.1	Obergärige Biere . . . . .	724
20.1.8.2	Untergärige Biere . . . . .	725
20.1.8.3	Diätbiere . . . . .	725
20.1.8.4	Übersee-Exportbiere . . . . .	725
20.1.9	Biergeschmack und Bierfehler . . . . .	725
20.2	Wein . . . . .	727
20.2.1	Einführung . . . . .	727
20.2.2	Rebsorten . . . . .	728
20.2.3	Traubenmost . . . . .	733
20.2.3.1	Entwicklung und Lese der Trauben . . . . .	733
20.2.3.2	Gewinnung und Behandlung des Mostes . . . . .	734
20.2.3.3	Zusammensetzung des Mostes . . . . .	734
20.2.4	Gärung . . . . .	735
20.2.5	Kellerbehandlung nach der Gärung, Lagerung . . . . .	736
20.2.5.1	Abstechen, Lagern und Reifen . . . . .	736
20.2.5.2	Schwefeln . . . . .	737
20.2.5.3	Klären und Stabilisieren . . . . .	737
20.2.5.4	Verbessern . . . . .	738
20.2.6	Zusammensetzung der Weine . . . . .	738
20.2.6.1	Extrakt . . . . .	738
20.2.6.2	Kohlenhydrate . . . . .	739
20.2.6.3	Ethanol . . . . .	739
20.2.6.4	Andere Alkohole . . . . .	739
20.2.6.5	Säuren . . . . .	739
20.2.6.6	Phenolische Verbindungen . . . . .	739
20.2.6.7	Stickstoffverbindungen . . . . .	739
20.2.6.8	Mineralstoffe . . . . .	739
20.2.6.9	Aromastoffe . . . . .	740
20.2.7	Fehler des Weines . . . . .	742
20.2.8	Dessertweine . . . . .	744
20.2.9	Schaumwein . . . . .	744
20.2.9.1	Flaschengärung (méthode champenoise) . . . . .	744
20.2.9.2	Großbraugärverfahren (produit en cuve close) . . . . .	745

20.2.9.3	Imprägnierverfahren	745
20.2.9.4	Verschiedene Schaumweintypen	745
20.2.10	Weinähnliche Getränke	745
20.2.10.1	Fruchtweine	746
20.2.10.2	Malzweine, Met	746
20.2.10.3	Sonstige Erzeugnisse	746
20.2.11	Weinhaltige Getränke	746
20.2.11.1	Wermutwein	746
20.2.11.2	Kräuterweine (aromatische Weine)	747
20.2.11.3	Arzneiweine oder Medizinische Weine	747
20.2.11.4	Maiwein und Bowlen	747
20.2.11.5	Weinpunsch	747
20.3	Spirituosen	747
20.3.1	Einführung	747
20.3.2	Branntweine und Alkohol für Lebensmittel	747
20.3.2.1	Herstellung von Branntweinen	747
20.3.2.2	Herstellung von Alkohol	748
20.3.2.3	Branntweine aus Wein, Obst, Getreide und Zuckerrohrstoffen	748
20.3.2.3.1	Branntwein aus Wein	749
20.3.2.3.2	Obstbranntweine	749
20.3.2.3.3	Enzianbranntwein	750
20.3.2.3.4	Wacholderbranntwein	750
20.3.2.3.5	Rum	750
20.3.2.3.6	Arrak	751
20.3.2.3.7	Getreidebranntweine	751
20.3.2.3.8	Flüchtige Inhaltsstoffe der Branntweine	752
20.3.2.4	Andere Branntweine	754
20.3.3	Liköre	754
20.3.3.1	Fruchtsaftliköre	754
20.3.3.2	Fruchtaromaliköre	754
20.3.3.3	Fruchtbrandies	754
20.3.3.4	Sonstige Liköre	754
20.3.4	Punschextrakte	755
20.3.5	Alkoholhaltige Getränke	755
20.4	Literatur	755
21	Kaffee, Tee, Kakao	757
21.1	Kaffee und Kaffee-Ersatz	757
21.1.1	Einführung	757
21.1.2	Rohkaffee	757
21.1.2.1	Ernte und Aufbereitung	757
21.1.2.2	Rohkaffeesorten	758
21.1.2.3	Zusammensetzung des Rohkaffees	759
21.1.3	Röstkaffee	759
21.1.3.1	Röstung	759
21.1.3.2	Aufbewahrung und Verpackung	760
21.1.3.3	Zusammensetzung von Röstkaffee	760
21.1.3.3.1	Proteine	760
21.1.3.3.2	Kohlenhydrate	760
21.1.3.3.3	Lipide	761
21.1.3.3.4	Säuren	761
21.1.3.3.5	Coffein	762
21.1.3.3.6	Trigonellin, Nicotinsäure	763
21.1.3.3.7	Aromastoffe	763
21.1.3.3.8	Mineralstoffe	764
21.1.3.3.9	Sonstige Bestandteile	764

21.1.3.4	Kaffegetränk . . . . .	764
21.1.4	Kaffeeprodukte . . . . .	766
21.1.4.1	Löslicher Kaffee . . . . .	766
21.1.4.2	Entcoffeinierter Kaffee . . . . .	767
21.1.4.3	Behandelter Kaffee . . . . .	768
21.1.5	Kaffee-Ersatz und Kaffee-Zusatzstoffe . . . . .	768
21.1.5.1	Einführung . . . . .	768
21.1.5.2	Verarbeitung der Rohstoffe . . . . .	768
21.1.5.3	Einzelne Produkte . . . . .	769
21.1.5.3.1	Gerstenkaffee . . . . .	769
21.1.5.3.2	Malzkaffee . . . . .	769
21.1.5.3.3	Zichorien-Kaffee . . . . .	769
21.1.5.3.4	Feigenkaffee . . . . .	769
21.1.5.3.5	Eichelkaffee . . . . .	769
21.1.5.3.6	Weitere Produkte . . . . .	769
21.2	Tee und teeähnliche Erzeugnisse . . . . .	769
21.2.1	Einführung . . . . .	769
21.2.2	Schwarzer Tee . . . . .	770
21.2.3	Grüner Tee . . . . .	770
21.2.4	Teesorten . . . . .	771
21.2.5	Zusammensetzung . . . . .	771
21.2.5.1	Phenolische Verbindungen . . . . .	771
21.2.5.2	Enzyme . . . . .	772
21.2.5.3	Aminosäuren . . . . .	772
21.2.5.4	Coffein . . . . .	773
21.2.5.5	Kohlenhydrate . . . . .	773
21.2.5.6	Lipide . . . . .	773
21.2.5.7	Pigmente (Chlorophyll und Carotinoide) . . . . .	773
21.2.5.8	Aromastoffe . . . . .	774
21.2.5.9	Mineralstoffe . . . . .	774
21.2.6	Reaktionen während der Herstellung . . . . .	774
21.2.7	Verpackung, Lagerung, Zubereitung . . . . .	776
21.2.8	Löslicher Tee . . . . .	777
21.2.9	Maté, Paraguaytee . . . . .	777
21.2.10	Erzeugnisse aus der Colanuß . . . . .	777
21.3	Kakao und Schokolade . . . . .	778
21.3.1	Einführung . . . . .	778
21.3.2	Kakao . . . . .	778
21.3.2.1	Allgemeines . . . . .	778
21.3.2.2	Ernte und Verarbeitung . . . . .	779
21.3.2.3	Zusammensetzung . . . . .	780
21.3.2.3.1	Proteine und Aminosäuren . . . . .	781
21.3.2.3.2	Theobromin und Coffein . . . . .	781
21.3.2.3.3	Lipide . . . . .	781
21.3.2.3.4	Kohlenhydrate . . . . .	781
21.3.2.3.5	Phenolische Verbindungen . . . . .	781
21.3.2.3.6	Organische Säuren . . . . .	782
21.3.2.3.7	Geruchs- und Geschmacksstoffe . . . . .	782
21.3.2.4	Reaktionen bei der Fermentierung und Trocknung . . . . .	783
21.3.2.5	Herstellung der Kakaomasse . . . . .	783
21.3.2.6	Herstellung aufgeschlossener Kakaomasse . . . . .	784
21.3.2.7	Abpressen der Kakaomasse, Gewinnung von Kakaopulver . . . . .	784
21.3.3	Schokolade . . . . .	784
21.3.3.1	Einführung . . . . .	784
21.3.3.2	Schokoladenherstellung . . . . .	784
21.3.3.2.1	Mischen und Kneten . . . . .	784

21.3.3.2.2	Zerkleinerung . . . . .	784
21.3.3.2.3	Endveredlung (Conchieren) . . . . .	785
21.3.3.2.4	Kristallisieren und Formen . . . . .	785
21.3.3.3	Schokoladensorten . . . . .	785
21.3.4	Lagerung von Kakaoerzeugnissen und dabei auftretende Veränderungen . . . . .	787
21.4	Literatur . . . . .	787
<b>22</b>	<b>Gewürze, Speisesalz, Essig . . . . .</b>	<b>788</b>
22.1	Gewürze . . . . .	788
22.1.1	Zusammensetzung . . . . .	788
22.1.1.1	Ätherische Öle . . . . .	788
22.1.1.2	Glucosinolate, Pyrazine . . . . .	791
22.1.1.3	Stoffe mit scharfem Geschmack . . . . .	792
22.1.1.4	Farbstoffe . . . . .	792
22.1.1.5	Antioxidantien . . . . .	792
22.1.2	Produkte . . . . .	794
22.1.2.1	Gewürzpulver . . . . .	794
22.1.2.2	Gewürzextrakt bzw. -konzentrat . . . . .	794
22.1.2.3	Gewürzmischungen . . . . .	794
22.1.2.4	Gewürzzubereitungen . . . . .	794
22.1.2.4.1	Currypulver . . . . .	794
22.1.2.4.2	Speisesenf . . . . .	794
22.1.2.4.3	Sambal . . . . .	794
22.2	Speisesalz (Kochsalz) . . . . .	795
22.2.1	Zusammensetzung . . . . .	795
22.2.2	Vorkommen . . . . .	795
22.2.3	Gewinnung . . . . .	795
22.2.4	Speziessalz . . . . .	796
22.2.5	Speisesalzersatz . . . . .	796
22.3	Essig . . . . .	796
22.3.1	Herstellung . . . . .	796
22.3.1.1	Mikrobiologische Gewinnung . . . . .	796
22.3.1.2	Chemische Synthese . . . . .	797
22.3.2	Zusammensetzung . . . . .	797
22.4	Literatur . . . . .	797
	<b>Allgemeine Literaturhinweise . . . . .</b>	<b>799</b>
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>801</b>