

Inhaltsverzeichnis

I Lebensmittel – Mittel zum Leben

1	Lebensmittelkompetenz	3
1.1	Exzerpt	4
1.2	Was sind Lebensmittel?	5
1.2.1	Definition und Abgrenzung	5
1.2.2	Basale Bausteine der Lebensmittel	6
1.2.3	Züchtungsmethoden	8
1.3	Lebensmittelkette	8
1.4	Lebensmittelsicherung	10
1.4.1	Lebensmittelqualität	10
1.4.2	Lebensmittelsicherheit	12
1.4.3	Lebensmittelbetrug und Lebensmittelverfälschung	12
1.4.4	Lebensmittelschutz	13
1.5	Sichere Lebensmittel	13
1.5.1	Erwünschte <i>versus</i> unerwünschte Faktoren/Stoffe	13
1.5.2	Unerwünschte Stoffe in Lebensmitteln	14
1.5.3	Mengenbegrenzung bei unerwünschten Stoffen	17
1.6	Sicherheitsrelevante Stoffe	20
1.7	„Schadstoff“	20
1.8	Lebensmittelanalytik	20
1.8.1	Untersuchungsfokus	20
1.8.2	Untersuchungsniveau	21
1.9	Lebensmittelnachhaltigkeit, Lebensmittelverschwendung	21
1.10	Lebensmittelauthentizität	22
1.10.1	Was bedeutet Lebensmittelauthentizität?	22
1.10.2	Ansätze zur Authentizitätsprüfung	23
1.11	Lebensmittelreformulation	24
1.11.1	Was bedeutet Reformulation?	24
1.11.2	Warum Reformulation?	24
1.11.3	Herausforderung und Chance zugleich	25
1.11.4	Reformulation bei Fetten	25
1.11.5	Reformulation bei Zucker (Saccharose)	26
1.11.6	Reformulation bei Salz (Kochsalz)	26
1.11.7	Kompensation durch multisensorische Interaktion	26
1.11.8	Innovation (Reformulation) durch Blue Printing	27
1.12	Lebensmitteltoxikologie	27
1.12.1	Toxikologische Risikobewertung im Lebensmittelbereich	28
1.12.2	Toxikologische Kenngrößen/Grenzwerte	28
1.13	Risikoanalyse	32
1.13.1	Risikobewertung	33
1.13.2	Risikomanagement	33
1.13.3	Risikokommunikation	34
1.14	ALARA-Prinzip	34
1.15	Spezialregelung in Kalifornien – Proposition 65	34
1.15.1	Warnung vor Cancerogenen	34
1.15.2	Konzeption	34
1.15.3	Substanz-Pool	35
1.15.4	Konsequenzen	35
	Literatur	36

2	Lebensmittel und Ernährung	37
2.1	Exzerpt	38
2.1.1	Perspektive von Lebensmittelchemie und Ernährungswissenschaft	38
2.1.2	Perspektive anderer Fachdisziplinen	40
2.2	Nutrikinetik und Nutridynamik	41
2.3	Physiologische Bedeutung der Nährstoffe	41
2.3.1	Energie	43
2.3.2	Kohlenhydrate	48
2.3.3	Fette	51
2.3.4	Proteine	56
2.3.5	Ballaststoffe	59
2.3.6	Sekundäre Pflanzenstoffe	61
2.3.7	Pro- und Präbiotika	62
2.4	Merkmale der Lebensmittelqualität	66
2.4.1	Allgemeine Aspekte	66
2.4.2	Gesundheitliche Qualität von Lebensmitteln	66
2.4.3	Verarbeitungsgrad von Lebensmitteln	68
2.4.4	Ernährung und Nachhaltigkeit	69
2.5	Empfehlungen für eine gesunderhaltende Ernährung	69
2.5.1	Nährstoffebene	69
2.5.2	Lebensmittelebene	70
2.6	Alternative Ernährungsformen	72
2.6.1	Allgemeine Aspekte und Einteilung	72
2.6.2	Vegetarische und vegane Ernährungsformen	73
2.6.3	Paleo-Diet	74
2.7	Ernährungsassoziierte Erkrankungen	76
2.7.1	Übergewicht und Adipositas	77
2.7.2	Diabetes mellitus Typ 2	79
2.7.3	Krebserkrankungen	80
2.8	Verschiedene Gruppen von Lebensmitteln	81
2.8.1	Allgemeine Aspekte	81
2.8.2	Funktionelle und angereicherte Lebensmittel	81
2.8.3	Nahrungsergänzungsmittel	83
2.8.4	Lebensmittel für spezielle Gruppen	85
2.8.5	Neuartige Lebensmittel (Novel Foods)	85
2.8.6	Gentechnisch veränderte Lebensmittel	86
2.8.7	Vegetarische und vegane Lebensmittel	87
2.9	Ernährungstrends	88
2.9.1	Clean Eating	88
2.9.2	Superfoods	88
2.9.3	Insekten als Lebensmittel	89
2.9.4	In vitro-Fleisch	90
2.9.5	SIRT-Food	90
	Literatur	90

II Lebensmittelinhaltsstoffe

3	Wasser	95
3.1	Exzerpt	96
3.2	Eigenschaften	96
3.2.1	Anomalie des Wassers	96
3.2.2	Struktur des Wassermoleküls	97
3.2.3	Tetraedrische Anordnung von Wassermolekülen	97
3.2.4	Besondere Eigenheiten des Wassers	98
3.2.5	Polarität	98

3.2.6	Phasendiagramm, Tripelpunkt	98
3.3	Wasser in Lebensmitteln	99
3.3.1	Wassergehalte	99
3.3.2	Wasseraktivität	100
3.3.3	Sorptionsisotherme	101
3.3.4	Wasseraktivität und Stabilität von Lebensmitteln	102
3.4	Bedeutung von Wasser für die Ernährung	103
3.4.1	Wasser als essentieller Nährstoff	103
3.4.2	Körperwasser	103
3.4.3	Wasserbilanz, Regulation des Wasserhaushalts	104
	Literatur	104
4	Vitamine	107
4.1	Exzerpt	108
4.2	Allgemeine Aspekte	108
4.2.1	Historie	108
4.2.2	Definition und Klassifizierung	108
4.2.3	Vorkommen, Stabilität und Verfügbarkeit	110
4.2.4	Grundsätzliche Funktionen	111
4.2.5	Metabolismus und Homöostase	111
4.2.6	Versorgungssituation	112
4.2.7	Präventive Wirkungen	113
4.2.8	Risiken einer überhöhten Zufuhr	114
4.3	Hydrophile Vitamine	115
4.3.1	Vitamin C (Ascorbinsäure)	115
4.3.2	Thiamin (Vitamin B ₁)	120
4.3.3	Riboflavin (Vitamin B ₂)	120
4.3.4	Pyridoxin (Vitamin B ₆)	121
4.3.5	Cobalamin (Vitamin B ₁₂)	124
4.3.6	Folat	126
4.3.7	Niacin	129
4.3.8	Pantothensäure	131
4.3.9	Biotin	132
4.4	Lipophile Vitamine	132
4.4.1	Retinol (Vitamin A)	133
4.4.2	Calciferole (Vitamin D)	136
4.4.3	Tocopherole und Tocotrienole (Vitamin E)	139
4.4.4	Phyllochinon und Menachinone (Vitamin K)	141
4.5	Vitamine	143
	Literatur	145
5	Mineralstoffe	147
5.1	Exzerpt	148
5.1.1	Definition und Klassifizierung	148
5.1.2	Grundsätzliche Funktionen	149
5.1.3	Vorkommen und Verfügbarkeit	150
5.1.4	Metabolismus und Homöostase	151
5.1.5	Versorgungssituation	151
5.1.6	Präventive und toxikologische Aspekte	152
5.2	Mengenelemente	153
5.2.1	Natrium	153
5.2.2	Kalium	155
5.2.3	Magnesium	155
5.2.4	Calcium	157
5.2.5	Chlor, Schwefel und Phosphor	159
5.3	Spurenelemente	160

5.3.1	Eisen	160
5.3.2	Zink	163
5.3.3	Selen	166
5.3.4	Iod	168
5.3.5	Fluor	170
5.3.6	Kupfer	171
5.3.7	Chrom	172
5.3.8	Weitere Spurenelemente	172
	Literatur	173
6	Enzyme	175
6.1	Exzerpt	176
6.2	Thermodynamik und Kinetik chemischer Reaktionen	176
6.3	Struktur und Wirkweise von Enzymen	178
6.4	Cofaktoren von Enzymen	179
6.5	Enzymkinetik	181
6.5.1	Bedeutung der Substratkonzentration	181
6.5.2	Bedeutung von Temperatur und pH-Wert	183
6.5.3	Aktivatoren und Inhibitoren	183
6.6	Nomenklatur und Einteilung von Enzymen	184
6.7	Bestimmung der enzymatischen Aktivität	185
6.8	Enzyme in Lebensmitteln	187
6.8.1	Oxidoreduktasen	188
6.8.2	Transferasen	189
6.8.3	Hydrolasen	190
6.8.4	Lyasen	194
6.8.5	Isomerasen	195
6.8.6	Ligasen	195
	Literatur	195
7	Lipide	197
7.1	Exzerpt	198
7.2	Fette	198
7.2.1	Aufbau der Fette	199
7.2.2	Eigenschaften der Fette	201
7.2.3	Verseifung der Fette	203
7.3	Fettsäuren	204
7.3.1	Aufbau und Struktur von Fettsäuren	204
7.3.2	Essenzielle Fettsäuren	206
7.3.3	Fettsäuren mit ungewöhnlichen Strukturen	212
7.3.4	β -Oxidation von Fettsäuren	218
7.4	Fettähnliche Stoffe (Lipoide)	219
7.4.1	Phosphatide	219
7.4.2	Sterole (Sterine)	219
7.4.3	Lipoproteine	219
7.4.4	Kohlenwasserstoffe, Terpenoide	222
7.4.5	Fettalkohole, Glycerinether	222
7.4.6	Lipochrome	222
7.5	Weitere Fettbestandteile	222
7.6	Lipidveränderungen	224
7.6.1	Umesterung	224
7.6.2	Fetthärtung	227
7.6.3	Fettverderb, Lipiddegradation	230
7.7	Analytik von Lipiden	242
	Literatur	247

8	Kohlenhydrate	249
8.1	Exzerpt	251
8.2	Monosaccharide	253
8.2.1	Nomenklatur	253
8.2.2	Aldosen	254
8.2.3	Ketosen	256
8.2.4	Stammbäume	257
8.2.5	Mutarotation, optische Drehung	257
8.2.6	Konformere	260
8.2.7	Desoxyzucker	264
8.2.8	Reaktivität	265
8.2.9	Glycoside	271
8.3	Maillard-Reaktion	273
8.4	Disaccharide, Trisaccharide, Oligosaccharide	278
8.5	Polysaccharide (Glycane)	281
8.5.1	Stärke	281
8.5.2	Modifizierte Stärken	282
8.5.3	Resistente Stärke	283
8.5.4	Enzymatische Stärke-Spaltung	285
8.5.5	Glykogen	286
8.5.6	Cellulose	286
8.5.7	Chitin	286
8.5.8	Murein	286
8.5.9	Fructane	286
8.5.10	Hemicellulosen	288
8.5.11	Pektine	288
8.5.12	Alginsäure/Alginate	289
8.5.13	Xanthan	289
8.5.14	Pflanzengummis	290
8.5.15	Ballaststoffe, Nahrungsfaser, Rohfaser	290
8.5.16	Exopolysaccharide	293
8.6	Analytik von Kohlenhydraten	294
8.7	Zuckerkonsum und Gesundheitsprobleme	294
	Literatur	296
9	Aminosäuren, Peptide, Proteine und Nucleinsäuren	297
9.1	Exzerpt	298
9.2	Aminosäuren	298
9.2.1	Aufbau und Grundstrukturen	298
9.2.2	Kanonische und nicht-kanonische Aminosäuren	299
9.2.3	Seltene Aminosäuren	302
9.2.4	Essenzielle Aminosäuren	303
9.3	Peptide	304
9.3.1	Aufbau	304
9.3.2	Die Peptidbindung	304
9.3.3	Grundstrukturen	306
9.4	Proteine	307
9.4.1	Aufbau	307
9.4.2	Strukturebenen	307
9.4.3	Nebenvalenzbindungen in Proteinen	309
9.4.4	Einteilung der Proteine	309
9.4.5	Funktion der Proteine	311
9.4.6	Proteinoxidation	311
9.4.7	Proteinwertigkeit	311
9.4.8	Löslichkeit von Proteinen	314
9.4.9	Chemische Eigenschaften von Proteinen	314

9.4.10	Abbau von Proteinen	316
9.5	Prionen	317
9.6	Proflin	318
9.7	Nucleinsäuren	319
9.7.1	Aufbau und Grundstrukturen	319
9.7.2	Nucleoside	319
9.7.3	Nucleotide	320
9.8	Analytik von Aminosäuren, Peptiden, Proteinen und Nucleinsäuren	323
9.8.1	Analytik von Aminosäuren	323
9.8.2	Analytik von Peptiden und Proteinen	323
9.8.3	Analytik von Nucleinsäuren (PCR)	324
	Literatur	325

III **Lebensmittelerhaltung und Lebensmittelzusatzstoffe**

10	Lebensmittelkonservierung	329
10.1	Exzerpt	330
10.2	Grundzüge der Konservierung/Haltbarmachung	330
10.3	Lebensmittelintoxikationen und Lebensmittelinfektionen	334
10.4	Verfahren zur Konservierung/Haltbarmachung	337
10.4.1	Hitzebehandlung	337
10.4.2	Heißhalten von Speisen	339
10.4.3	Hochdruckeinwirkung	339
10.4.4	Kühlagerung	339
10.4.5	Tiefgefrierlagerung	342
10.4.6	Trocknen	345
10.4.7	Salzen, Zuckern, Säuern	347
10.4.8	Pökeln, Räuchern	347
10.4.9	Bestrahlung	348
10.4.10	Biokonservierung	351
10.4.11	Schutzüberzüge	351
	Literatur	352
11	Zusatzstoffe	355
11.1	Exzerpt	356
11.1.1	Funktionsklassen	356
11.1.2	Zulassung und Sicherheit	358
11.2	Konservierungsstoffe	359
11.2.1	Übersicht und Einteilung	359
11.2.2	Quantum satis	360
11.2.3	Sorbinsäure	360
11.2.4	Benzoessäure	361
11.2.5	PHB-Ester	361
11.2.6	Propionsäure	362
11.2.7	Schweflige Säure	362
11.2.8	Räucherrauch, Raucharomen	362
11.2.9	Nitrit, Nitrat	362
11.2.10	Natamycin	363
11.2.11	Nisin	363
11.2.12	Lysozym	363
11.2.13	Ethyllaurylarginat	363
11.2.14	Pyrokohlensäuredimethylester	364
11.3	Weitere konservierend wirkende Stoffe	364
11.3.1	Ameisensäure	364
11.3.2	Borsäure	364

11.3.3	Bromessigsäure	364
11.3.4	Hexamethylentetramin	365
11.3.5	Salicylsäure	365
11.3.6	Wasserstoffperoxid	365
11.3.7	Antibiotika	365
11.3.8	Ethylenoxid, Propylenoxid	366
11.3.9	Biphenyl, Orthophenylphenol, Thiabendazol	366
11.3.10	Zum Konservieren nicht zugelassene Stoffe	366
11.4	Antioxidantien	366
11.4.1	Wirkungsmechanismus	366
11.4.2	Tocopherole, Ascorbinsäure, Palmitoyl-L-Ascorbinsäure	367
11.4.3	Citronensäure, Weinsäure	367
11.4.4	Gallussäureester	367
11.4.5	Butylhydroxytoluol, Butylhydroxyanisol, tert.-Butylhydroxychinon	368
11.4.6	Carnosol	368
11.5	Emulgatoren	368
11.5.1	Wirkungsweise	368
11.5.2	HLB-Wert	369
11.5.3	Übersicht und Einteilung	369
11.5.4	Monoglyceride, Diglyceride, An-Ester, An-Ether	369
11.5.5	Nicht-zulassungsbedürftige Emulgatoren und zugelassene Emulgatoren mit <i>quantum satis</i>	370
11.5.6	Zugelassene Emulgatoren mit Mengengrenzung	370
11.6	Verdickungs- und Geliermittel	370
11.6.1	Übersicht und Einteilung	370
11.6.2	Wirkungsweise	372
11.6.3	Pektine	372
11.6.4	Alginat	372
11.6.5	Agar Agar, Carrageen, Gummi arabicum, Carubin	372
11.6.6	Methylcellulose, Carboxymethylcellulose	373
11.6.7	Modifizierte Stärken	373
11.7	Stabilisatoren	373
11.7.1	Übersicht und Einteilung	373
11.7.2	Phosphate	373
11.7.3	Glucono- δ -lacton	375
11.8	Feuchthaltemittel	376
11.8.1	Übersicht und Einteilung	376
11.8.2	Wirkungsweise	376
11.8.3	Sorbit	376
11.8.4	Glycerin, Propylenglycol	376
11.8.5	Weitere Feuchthaltemittel	376
11.9	Geschmacksstoffe	376
11.9.1	Übersicht und Einteilung	376
11.9.2	Wirkungsweise	377
11.9.3	Kochsalz, Kochsalzersatz	378
11.9.4	Fruchtsäuren/Saure Verbindungen	378
11.9.5	Zuckeraustauschstoffe, Zuckeralkohole	380
11.9.6	Süßstoffe	384
11.9.7	Fettersatzstoffe	390
11.9.8	Bitterstoffe, Bitterblocker	390
11.9.9	Geschmacksverstärker	391
11.10	Lebensmittelfarbstoffe	392
11.10.1	Übersicht und Einteilung	392
11.10.2	Synthetische Lebensmittelfarbstoffe	393
11.10.3	Natürliche Lebensmittelfarbstoffe	396
11.10.4	Zuckerulör	401

11.11	Sonstige technologische Zusatzstoffe	402
11.12	Technische Hilfsstoffe	402
	Literatur	402

IV Aromastoffe in Lebensmitteln

12	Aromabildung	407
12.1	Exzerpt	408
12.1.1	Aroma	408
12.1.2	Flavour	408
12.1.3	Geruch	408
12.1.4	Geschmack	408
12.2	Aromastoffe	409
12.3	Prinzipien der Aromabildung bei Obst und Gemüse	413
12.4	Hitzebedingte Aromabildung	415
12.5	Fehlaromen in Lebensmitteln	422
12.5.1	Fehlaromen durch Übertragen von Chemikalien	422
12.5.2	Fehlaromen durch Befall mit Mikroorganismen	424
12.5.3	Fehlaromen durch chemische Veränderungen von Inhaltsstoffen	424
12.6	Aromen, Essenzen	424
12.6.1	Natürliche Aromastoffe	424
12.6.2	Naturidentische Aromastoffe	424
12.6.3	Künstliche Aromastoffe	424
12.6.4	Aromaextrakte, Essenzen	425
12.6.5	Reaktionsaromen	425
12.6.6	Raucharomen	425
12.6.7	Lösemittel und Trägerstoffe für Aromen	425
12.7	Tingeling-Effekt	425
12.8	Food Pairing	426
	Literatur	427

V Kontaminanten in Lebensmitteln

13	Umweltkontaminanten	431
13.1	Exzerpt	432
13.2	Anorganische Umweltkontaminanten	432
13.2.1	Metalle, Schwermetalle, Halbmetalle	432
13.2.2	Radionuklide	438
13.2.3	Perchlorat, Chlorat	443
13.2.4	Chlorethanol	443
13.3	Organische Umweltkontaminanten	443
13.3.1	Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane	443
13.3.2	Polychlorierte Biphenyle	445
13.3.3	Perfluoralkyl-Substanzen, Polyfluoralkyl-Substanzen	446
13.3.4	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	447
13.3.5	Perchlorethylen	447
13.3.6	Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol, Styrol	448
13.3.7	Quartäre Ammonium-Verbindungen	448
13.3.8	Mineralölkohlenwasserstoffe	449
13.3.9	Nicotin	450
13.3.10	Weichmacher	450
	Literatur	450

14	Migrationskontaminanten	453
14.1	Exzerpt	454
14.2	Kontaminanten aus recycelten Cellulosefasern (Papier, Karton, Pappe)	455
14.2.1	MOSH, MOAH & MORE	455
14.2.2	Diisopropylnaphthaline	472
14.3	Kontaminanten aus Kunststoffmaterialien	473
14.3.1	Grundzüge	473
14.3.2	Vinylchlorid	473
14.3.3	Abbauprodukte von Polymeren	474
14.3.4	Bisphenole	474
14.3.5	Non-Intentionally Added Substances (NIAS)	474
14.3.6	Acrylamid	475
14.3.7	Melamin	475
14.3.8	Formaldehyd	476
14.3.9	Acetaldehyd	477
14.3.10	Antimon	479
14.3.11	Anthranilamid	479
14.3.12	Styrol	480
14.3.13	Polychlorierte Biphenyle	480
14.3.14	Weichmacher	480
14.4	Kontaminanten aus Keramikgeschirr	481
14.4.1	Blei-Lässigkeit	482
14.4.2	Cadmium-Lässigkeit	482
14.4.3	Antimon-Lässigkeit	482
	Literatur	482
15	Manipulationskontaminanten	485
15.1	Exzerpt	486
15.2	Melamin	486
15.3	Sudanfarbstoffe	487
15.4	Reaktivfarbstoffe	489
15.5	Diethylenglycol	489
15.6	Polychlorierte Biphenyle	490
15.7	Methanol	491
15.8	Quecksilber	491
15.9	Ricin	492
	Literatur	492
16	Prozesskontaminanten	495
16.1	Exzerpt	496
16.2	Maillard-Reaktion	497
16.3	Acrylamid	501
16.4	Acrolein	511
16.5	Furan und seine Methyl-Analoga	512
16.6	Furfurylalkohol	515
16.7	Chlorpropanole, MCPD-Ester, Glycidyl-Ester	516
16.8	Imidazole	518
16.8.1	Methylimidazole	518
16.8.2	Tetrahydroxyimidazol (THI)	521
16.9	Hydroxymethylfurfural	523
16.10	Chlorhydroxyfurfural	523
16.11	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	526
16.12	Nitrosamine	529
16.13	Benzol	530

16.14	Styrol	532
16.15	Methanol	533
16.16	Ethylcarbamat	534
16.17	Heterocyclische aromatische Amine	534
16.18	Polymere Fettmoleküle	536
16.19	trans-Fettsäuren	538
16.19.1	Aufbau, Bildung, Bewertung	538
16.19.2	Fetthärtung, Fettheilhärtung	541
16.20	Epoxyfettsäuren, Oxofettsäuren	543
16.21	Nebenprodukte der alkoholischen Gärung	543
	Literatur	546

VI Rückstände in Lebensmitteln

17	Pflanzenschutzmittel	553
17.1	Exzerpt	554
17.2	Schicksal von ausgebrachten Pestiziden	555
17.3	Persistenz	555
17.4	Pestizide	556
17.4.1	Einteilung der Pestizide	557
17.4.2	Herbizide	557
17.4.3	Fungizide	558
17.5	Rückstände aus der landwirtschaftlichen Produktion	562
17.5.1	DDT	562
17.5.2	Thiophosphorsäureester (Parathion)	563
17.5.3	Carbamate	563
17.5.4	Lindan	563
17.5.5	Fipronil	564
17.5.6	Glyphosat	564
17.5.7	Quintozen	565
17.5.8	Pyrethrum, Pyrethrine, Pyrethroide	565
17.5.9	Nicotin	565
17.5.10	Neonitocinoide	566
17.5.11	Weitere Pestizide	567
17.6	Keimhemmungsmittel	571
17.7	Vorratsschutzmittel	572
17.7.1	Grundlagen	572
17.7.2	Ethylenoxid und sein primärer Metabolit 2-Chlorethanol	572
17.8	Rückstandshöchstgehalte	574
17.8.1	Grundlagen	574
17.8.2	Beurteilung bei Überschreitungen	575
17.8.3	Konzentrationsangaben	575
	Literatur	577
18	Tierbehandlungsmittel	579
18.1	Exzerpt	580
18.2	Antibiotika, Chemotherapeutika	580
18.2.1	Antibiotika	580
18.2.2	Sulfonamide	581
18.3	Thyreostatika	582
18.4	Beruhigungsmittel	582
18.5	Anabolika	583
18.6	β-Agonisten	584
18.7	Antiparasitika	584
	Literatur	586

VII Biotoxine in Lebensmitteln

19	Mykotoxine	589
19.1	Exzerpt	590
19.2	Kontaminationspfade	590
19.3	Toxikologische Bewertung	591
19.4	Aflatoxine.....	591
19.5	Patulin	593
19.6	Ochratoxin A.....	593
19.7	Sterigmatocystin	596
19.8	Citrinin.....	596
19.9	Fusarien-Toxine.....	596
19.9.1	Fumonisine	596
19.9.2	Zearalenon.....	597
19.9.3	Trichothecene.....	597
19.9.4	Ergotalkaloide/Mutterkorn	598
19.9.5	PR-Toxin	600
19.9.6	Weitere Mykotoxine.....	601
19.10	Höchstmengenregelungen.....	601
	Literatur	602
20	Biogene Amine	603
20.1	Exzerpt	604
20.2	Aufbau und Grundstrukturen	604
20.3	Vorkommen und wichtige biogene Amine	605
20.3.1	Trimethylamin	605
20.3.2	Histamin	605
20.3.3	Phenylethylamin	608
20.3.4	Tyramin	608
20.3.5	3-Aminopropionamid	608
20.4	Biogene Amine mit halluzinogener Wirkung.....	609
20.5	Melatonin.....	609
	Literatur	610
21	Phytotoxine	611
21.1	Exzerpt	612
21.2	Alkaloide	612
21.2.1	Glycoalkaloide	612
21.2.2	Pyrrrolizidinalkaloide.....	615
21.2.3	Tropanalkaloide.....	619
21.2.4	Nortropanalkaloide	621
21.2.5	Opiumalkaloide	622
21.3	Active Principles.....	624
21.3.1	Myristicin, Emeticin.....	624
21.3.2	Apiol.....	624
21.3.3	Estragol, Methyleugenol	626
21.3.4	Safrol.....	626
21.3.5	Cumarin.....	628
21.3.6	Thujon	629
21.4	Weitere toxische Stoffe in Pflanzen.....	629
21.4.1	Blausäure	629
21.4.2	Nitrat.....	631
21.4.3	Oxalsäure, Glyoxylsäure	632
21.4.4	Erucasäure	632
21.4.5	Goitrogene Stoffe	634
21.4.6	Favismus.....	636

21.4.7	Lathyrismus	637
21.4.8	Toxische Bohnenproteine	638
21.4.9	Toxische Karotteninhaltsstoffe	638
21.4.10	Toxische Honiginhaltsstoffe	638
21.4.11	Phytoalexine	640
21.4.12	Phytoestrogene	641
21.4.13	Cycasin	641
21.4.14	Nicotin	641
21.4.15	Myosmin	642
21.4.16	Hypoglycin, Methylencyclopropylglycin	643
21.4.17	Ricin	644
21.5	Cannabinoide	644
21.6	Toxische Stoffe in essbaren Pilzen	647
21.6.1	Gyromitrin	647
21.6.2	Agaritin	648
21.7	Toxische Stoffe in Algen	648
21.7.1	Pheophorbide	648
	Literatur	649
22	Bakterientoxine	651
22.1	Exzerpt	652
22.2	Lebensmittelinfektion versus Lebensmittelintoxikation	652
22.3	Exotoxine	652
22.3.1	Botulinum-Toxin	653
22.3.2	Cereulid	653
22.3.3	Verotoxin	654
22.3.4	Enterotoxine	654
22.4	Endotoxine	654
	Literatur	655
23	Marine Biotoxine	657
23.1	Exzerpt	658
23.2	Anmesie bewirkende Muschelgifte	659
23.3	Diarrhoeisch wirkende Muschelgifte	660
23.4	Neurotoxisch wirkende Muschelgifte	661
23.5	Azaspironsäure-Schalentiervergiftung	661
23.6	Ciguatera-Fischvergiftung	661
23.7	Tetrodotoxin	661
23.8	Toxine in Fischen	662
	Literatur	663
VIII Lebensmittelallergien und Lebensmittelallergene		
24	Unverträglichkeitsreaktionen/Allergien	667
24.1	Exzerpt	668
24.2	Nichttoxische Reaktionen	669
24.2.1	Allergische Reaktionen (Allergien)	669
24.2.2	Lebensmittelallergene	670
24.2.3	Sensibilisierungstypen	673
24.2.4	Pseudoallergische Reaktionen	676
24.2.5	Intoleranzreaktionen durch Enzymdefekte	676
24.3	Toxische Reaktionen	677
24.4	Allergene Cross-Contact-Einträge	677
24.4.1	VITAL-Konzept	678
	Literatur	678

IX Lebensmittel

25	Speisefette/Speiseöle und fettbasierte Lebensmittel	681
25.1	Exzerpt	682
25.2	Gewinnung von pflanzlichen Fetten/Ölen	682
25.3	Wichtige pflanzliche Fette/Öle	684
25.3.1	Arganöl	684
25.3.2	Baumwollsaatöl	684
25.3.3	Erdnussöl	684
25.3.4	Maiskeim-/Weizenkeimöl	684
25.3.5	Kakaobutter	684
25.3.6	Kokosfett/Kokosöl	684
25.3.7	Macaubaöl	686
25.3.8	Oliveneröl	686
25.3.9	Palmkernfett	687
25.3.10	Palmöl/Palmfett	687
25.3.11	Rapsöl	688
25.3.12	Safloröl	688
25.3.13	Sanddornöl	688
25.3.14	Sesamöl	688
25.3.15	Sojaöl	688
25.3.16	Sonnenblumenöl	688
25.3.17	Kokoskernfett/Palmkernfett	688
25.4	Gewinnung von tierischen Fetten	689
25.5	Wichtige tierische Nicht-Milchfette	689
25.5.1	Schweineschmalz	689
25.5.2	Rindertalg	689
25.5.3	Gänseschmalz	689
25.5.4	Fischöle	689
25.6	Butter	690
25.7	Butterschmalz	691
25.8	Margarine	691
25.8.1	Die Idee dahinter	691
25.8.2	Herstellung von Margarine	692
25.9	Spezialmargarinen	693
25.9.1	Backmargarine	693
25.9.2	Ziehmargarine	693
25.9.3	Crememargarine	693
25.10	Spezialfette	693
25.10.1	Shortenings	693
25.10.2	Superglycerinierte Shortenings	694
25.10.3	Plattenfette	694
25.10.4	Frittierfette	694
25.10.5	Salatöle	694
25.10.6	Konservenöle	694
25.11	Trennöle	694
25.12	Mayonnaise, Salatsoßen	694
25.12.1	Mayonnaise	694
25.12.2	Remoulade	695
	Literatur	695
26	Proteinbasierte Lebensmittel	697
26.1	Exzerpt	698
26.2	Fleisch	698
26.2.1	Begriff	698
26.2.2	Fleischschau	698

26.2.3	Schlachtung.....	701
26.2.4	<i>Rigor Mortis</i> und Fleischreifung.....	702
26.2.5	Bindegewebe.....	704
26.2.6	Fleischfarbe und Umrötung.....	704
26.2.7	Schlachtabgänge.....	706
26.2.8	Blut.....	706
26.2.9	Zusammensetzung von Fleisch.....	707
26.3	Fleischerzeugnisse	707
26.3.1	Zubereitung von Fleisch.....	707
26.3.2	Wurst.....	710
26.3.3	Fleischextrakt.....	712
26.3.4	Brühwürze, Brühen, Consommés, Suppen.....	713
26.4	Gelatine	715
26.5	Fisch, Krusten-, Schalen- und Weichtiere	715
26.5.1	Fischfang.....	716
26.5.2	Seefische.....	717
26.5.3	Süßwasserfische.....	719
26.5.4	Fischkrankheiten und Parasiten.....	719
26.5.5	Krebstiere.....	720
26.5.6	Krabben.....	725
26.5.7	Weichtiere.....	725
26.5.8	Stachelhäuter.....	726
26.5.9	Kleines Fischwörterbuch.....	726
26.6	Fischerzeugnisse	726
26.6.1	Frischfische.....	726
26.6.2	Trockenfische.....	726
26.6.3	Salzfische.....	726
26.6.4	Marinaden.....	726
26.6.5	Räucherfisch.....	727
26.6.6	Surimi.....	727
26.6.7	Kaviar.....	727
26.7	Eier	727
26.7.1	Einführung.....	727
26.7.2	Aufbau des Hühnereis.....	728
26.7.3	Konservierung von Eiern.....	731
26.7.4	Eiprodukte.....	731
26.8	Milch	731
26.8.1	Einführung.....	731
26.8.2	Chemische Zusammensetzung von Kuhmilch.....	733
26.8.3	Bio-Milch, Heumilch, Weidemilch.....	737
26.8.4	Milchmischgetränke.....	738
26.9	Andere Milcharten	739
26.10	Milcherzeugnisse	739
26.10.1	Buttermilch.....	739
26.10.2	Sauermilch, Sauermilcherzeugnisse.....	739
26.10.3	Quark.....	740
26.10.4	Schichtkäse.....	740
26.10.5	Joghurt, Kefir.....	740
26.10.6	Sahne, Rahm.....	741
26.10.7	Kondensmilch.....	741
26.10.8	Milchpulver.....	741
26.11	Käse	742
26.11.1	Begriffsbestimmung.....	742
26.11.2	Herstellung.....	744
26.11.3	Schmelzkäse.....	747
26.11.4	Halloumi.....	747

26.11.5	Milbenkäse	747
26.11.6	Fliegenkäse	748
26.11.7	Pflanzliche Proteinlieferanten	748
26.12	Speiseeis	748
26.12.1	Begriffsbestimmung	748
26.12.2	Zusammensetzung	749
26.12.3	Speiseeissorten	750
26.12.4	Herstellung	751
26.12.5	Eis-strukturierendes Protein (ISP)	752
26.13	Produkte mit höheren Proteingehalten aus Pflanzen	753
26.13.1	Sojadrink (Sojamilch), Haferdrink (Hafermilch)	753
26.13.2	Tofu (Sojaquark)	753
26.13.3	Lupinenquark, Lupinenproteinisolate	754
26.13.4	Tempeh	754
26.13.5	Natto	754
26.13.6	Miso	754
26.13.7	Seitan	754
26.14	Alternative Wege zur Proteingewinnung	755
26.14.1	Fischproteinkonzentrat	755
26.14.2	Fleischähnliche Produkte aus Pflanzenprotein	755
26.14.3	Einzeilerprotein	755
26.14.4	In-vitro-Fleisch	755
26.15	Mit Protein angereicherte Lebensmittel	755
	Literatur	756
27	Kohlenhydratbasierte Lebensmittel	759
27.1	Exzerpt	760
27.2	Zucker (Saccharose)	760
27.2.1	Definition und Begriffsbestimmung	760
27.2.2	Rübenzucker, Rübenzuckermelasse	761
27.2.3	Rohrzucker, Rohrzuckermelasse	762
27.2.4	Ahornzucker	763
27.2.5	Palmzucker	763
27.2.6	Zuckerarten mit vermindertem Brennwert	763
27.3	Spezielle Zuckerprodukte	763
27.3.1	Flüssigzucker	763
27.3.2	Invertzucker	763
27.3.3	Glucose-Sirup	764
27.3.4	Glucose-Fructose-Sirup	764
27.3.5	Isoglucose	764
27.3.6	Maltodextrine	765
27.3.7	Speisesirup	765
27.3.8	Kandiszucker	765
27.3.9	Karamell	765
27.4	Zuckeralkohole	766
27.5	Zuckerwaren	766
27.5.1	Definition und Begriffsbestimmung	766
27.5.2	Hartkaramellen, Weichkaramellen	766
27.5.3	Marzipan, Persipan	766
27.5.4	Nugat, Noisette, Nugatcreme	766
27.5.5	Krokant	767
27.5.6	Lakritz, Lakritzerzeugnisse	767
27.5.7	Trüffel, Ganache	769
27.5.8	Invertzuckercreme	769
27.6	Honig	769

27.7	Getreide (Cerealien)	771
27.7.1	Wichtige Getreidesorten – Übersicht	771
27.7.2	Weizen	771
27.7.3	Roggen	773
27.7.4	Gerste	773
27.7.5	Hafer	773
27.7.6	Mais	773
27.7.7	Reis	773
27.7.8	Hirse	774
27.7.9	Spezielle Produkte aus Getreidekörnern (Couscous, Bulgur, Maghrabieh, Fregula)	774
27.7.10	Aufbau und chemische Zusammensetzung	775
27.7.11	Müllerei	777
27.7.12	Mehlbehandlung	779
27.7.13	Malz, Malzextrakt	779
27.8	Pseudogetreide (Pseudocerealien)	780
27.8.1	Wichtige Pseudogetreidesorten – Übersicht	780
27.8.2	Amaranth	780
27.8.3	Buchweizen	781
27.8.4	Quinoa	781
27.9	Brot und Backwaren	782
27.9.1	Einteilung	782
27.9.2	Teige, Massen	782
27.9.3	Brot und Kleingebäck ..*	784
27.9.4	Feine Backwaren	784
27.9.5	Backmittel	786
27.9.6	Backpulver	787
27.10	Teigwaren	788
27.10.1	Nudeln, Pasta	788
27.10.2	Herstellung	790
27.11	Stärken	790
27.11.1	Native Stärken	790
27.11.2	Modifizierte Stärken	790
27.11.3	Verwendung von nativen und modifizierten Stärken	791
27.12	Knabberartikel	792
27.12.1	Chips, Sticks	793
27.12.2	Extrudierte, expandierte Erzeugnisse	794
27.12.3	Nüsse, Nussmischungen	795
27.12.4	Salzgebäck, Laugengebäck, Käsegebäck	795
27.13	Hanf	795
	Literatur	797
28	Alkoholbasierte Lebensmittel	799
28.1	Exzerpt	800
28.2	Alkohol	800
28.2.1	Alkoholische Gärung	800
28.2.2	Nebenprodukte der alkoholischen Gärung	802
28.2.3	Alkoholkonsum und Kater	804
28.3	Wein	806
28.3.1	Einführung	806
28.3.2	Weinbereitung	807
28.3.3	Weinbehandlung	810
28.3.4	Qualitätsstufen	812
28.3.5	Schädlinge im Weinbau	814
28.3.6	Weinfehler	814
28.3.7	Methoden zum Verfälschungsnachweis von Weinen	815
28.3.8	Dessertwein (Süßwein)	816

28.3.9	Wermutwein	818
28.3.10	Retsina, Sake	818
28.4	Schaumwein	818
28.5	Bier	819
28.5.1	Reinheitsgebot	819
28.5.2	Bierherstellung	820
28.5.3	Hopfen	820
28.5.4	Biersorten, Stammwürze	822
28.5.5	Bieralterung, Trübungsbildung	823
28.5.6	Alkoholfreie Biere	824
28.6	Spirituosen	824
28.6.1	Begriffsbestimmung und Definitionen	824
28.6.2	Spirituosenherstellung	824
28.6.3	Klassifizierung, Kategorisierung	825
28.7	Alkohol in Lebensmitteln	829
28.7.1	Wie gelangt Alkohol in geringen Mengen in Lebensmittel?	829
28.7.2	Schwellenwert von Alkohol in Lebensmitteln	830
	Literatur	830
29	Alkaloidbasierte Lebensmittel	833
29.1	Exzerpt	834
29.2	Methylxanthine	834
29.2.1	Coffein	834
29.2.2	Theobromin	835
29.2.3	Theophyllin	836
29.3	Kaffee	836
29.3.1	Grüner Kaffee	836
29.3.2	Röstung	837
29.3.3	Zubereitungen von Kaffeegetränken	837
29.3.4	Entcaffeinierter Kaffee	838
29.3.5	Pulverkaffee	839
29.3.6	Kaffeersatz	839
29.4	Tee (Camellia sinensis)	839
29.4.1	Teeanbau, Teeherstellung	840
29.4.2	Teesorten	841
29.4.3	Inhaltsstoffe und Zusammensetzung	842
29.5	Kakao und Schokolade	843
29.5.1	Kakao	843
29.5.2	Schokolade und Schokoladenerzeugnisse	848
29.5.3	Fette in Schokoladen	852
29.5.4	Polyphenole in Kakao und Schokolade	854
29.5.5	Caruben (Kakaoersatz)	857
29.6	Opiumalkaloide	857
29.7	Mohn	857
	Literatur	857
30	Gemüse und Gemüseerzeugnisse	859
30.1	Exzerpt	860
30.2	Einteilung	860
30.3	Chemische Zusammensetzung	862
30.3.1	Übersicht	862
30.3.2	Oxalsäure	862
30.3.3	Aromabildung in Gemüse	862
30.3.4	Lacrimatorisches Prinzip	864
30.3.5	Senföle	865
30.3.6	Pflanzenphenole	865

30.4	Wichtige Gemüse	870
30.4.1	Kartoffeln	870
30.4.2	Tomaten	871
30.4.3	Kohlgemüse	872
30.4.4	Samengemüse/Hülsenfrüchte	873
30.4.5	Speisepilze	873
30.4.6	Spargel	875
30.4.7	Salat	876
30.5	Lagerung von Gemüse	877
30.6	Gemüseerzeugnisse	877
30.6.1	Tiefkühlware	877
30.6.2	Dosengemüse	878
30.6.3	Trockengemüse	878
30.6.4	Gärungsgemüse	878
30.6.5	Essiggemüse	878
30.6.6	Oliven (Tafeloliven)	878
30.7	Smoothies	880
30.8	Botanicals	880
	Literatur	883
31	Obst, Obsterzeugnisse und Blüten	885
31.1	Exzerpt	886
31.2	Einteilung	886
31.3	Chemische Zusammensetzung	886
31.3.1	Übersicht	886
31.3.2	Fruchtsäuren	888
31.3.3	Aromabildung in Obst	888
31.3.4	Terpene	888
31.3.5	Farbstoffe	891
31.3.6	Reifungshormone	891
31.4	Wichtige Obstsorten	892
31.4.1	Steinobst	892
31.4.2	Kernobst	893
31.4.3	Beerenobst	893
31.4.4	Schalenobst	893
31.4.5	Südfrüchte/Exotische Früchte	894
31.4.6	Wildfrüchte	895
31.5	Lagerung von Obst	895
31.6	Trockenobst	896
31.7	Kandierte Früchte	896
31.8	Konfitüre, Marmelade, Gelee, Fruchtaufstrich, Konzentrate	896
31.9	Smoothies	897
31.10	Fruchtsäfte	898
31.11	Fruchtnektare	898
31.12	Früchtetees	899
31.13	Blüten (Blütenblätter)	899
31.14	Botanicals	901
	Literatur	901
32	Gewürze, Kochsalz und Essig	903
32.1	Exzerpt	904
32.2	Einteilung	904
32.3	Gewürze	905
32.3.1	Fruchtgewürze	905
32.3.2	Samengewürze	911
32.3.3	Blütengewürze	912

32.3.4	Wurzelgewürze, Rhizomgewürze	912
32.3.5	Rindengewürze	913
32.3.6	Blattgewürze, Krautgewürze	914
32.4	Gewürzmischungen	916
32.5	Botanicals	916
32.6	Würzsoßen	916
32.6.1	Würzsoße auf Weizenproteinbasis	916
32.6.2	Worcestershiresoße	916
32.6.3	Sojasoße	916
32.6.4	Ponzu Soße	916
32.6.5	Fischsoße	916
32.7	Würzmittel	917
32.8	Essenzen/Gewürzaromazubereitungen	917
32.9	Kräutertee, Blütentee	917
32.10	Gewürze im weiteren Sinne	917
32.10.1	Salz	917
32.10.2	Essig	918
	Literatur	920
33	Trinkwasser	923
33.1	Exzerpt	924
33.2	Zusammensetzung	924
33.3	Herkunft	924
33.3.1	Oberflächenwasser	925
33.3.2	Grundwasser	925
33.3.3	Quellwasser	925
33.4	Anforderungen/Qualitätsparameter	925
33.4.1	Mikrobiologische Anforderungen	925
33.4.2	Chemische Parameter und Indikatorparameter	925
33.5	Wasserhärte	926
33.5.1	Härtegrad	926
33.5.2	Carbonathärte, Nicht-Carbonathärte	926
33.5.3	Aggressive Kohlensäure	928
33.6	Aufbereitung	929
33.6.1	Entfernung von Trübungen	929
33.6.2	Filtrationsverfahren	931
33.6.3	Belüftung	931
33.6.4	Entsäuerung	932
33.6.5	Entfernung geruchlich und geschmacklich störender Stoffe	933
33.6.6	Nitrat-Entfernung	933
33.6.7	Entkeimung/Desinfektion	933
33.7	Trinkwasser aus Meerwasser	933
	Literatur	934
34	Mineralwasser und alkoholfreie Erfrischungsgetränke	935
34.1	Exzerpt	936
34.2	Mineralwasser, Quellwasser, Tafelwasser	936
34.2.1	Natürliches Mineralwasser	936
34.2.2	Quellwasser	938
34.2.3	Tafelwasser	938
34.2.4	Mineralwasser in Kunststoffflaschen	938
34.3	Heilwasser	939
34.4	Alkoholfreie Erfrischungsgetränke	939
34.4.1	Begriffsbestimmungen	939
34.4.2	Fruchtsaftgetränke	939
34.4.3	Fruchtschorlen, Shrubs	939

34.4.4	Limonaden	940
34.4.5	Brausen	940
34.4.6	Bionade	940
34.4.7	Coffein-haltige Erfrischungsgetränke	940
34.4.8	Chinin-haltige Erfrischungsgetränke	940
34.4.9	Energy-Drinks	940
34.4.10	Weitere Erfrischungsgetränke	941
34.4.11	Milchmischgetränke	941
	Literatur	942
35	Insekten als Lebensmittel/Futtermittel	943
35.1	Exzerpt	944
35.2	Grundlagen	945
35.3	Einteilung	946
35.4	Insektenspecies	947
35.4.1	Wichtige Insektenspecies	947
35.4.2	Zugelassene Speiseinsekten	947
35.5	Chemische Zusammensetzung und Nährwert	948
35.5.1	Übersicht	948
35.5.2	Brennwert/Energiegehalt	948
35.5.3	Nährstoffe, Vitamine, Mineralstoffe	949
35.6	Produktion und Verarbeitung	949
35.6.1	Aufzucht, Produktionsprozess	949
35.6.2	Verarbeitung, Fraktionierung	950
35.7	Verwendung von Insekten und Insektenprodukten	950
35.8	Aspekte der Lebensmittelsicherheit	952
35.8.1	Risikoanalyse	953
35.8.2	Mikrobiologische/Biologische Gefährdungen	953
35.8.3	Chemische Gefährdungen	954
	Literatur	954
X	Lebensmittelrecht	
36	Das europäische Lebensmittelrecht	959
36.1	Exzerpt	960
36.1.1	Entwicklung des deutschen Lebensmittelrechts	960
36.1.2	Entwicklung des europäischen Lebensmittelrechts	961
36.2	Die europäische Basis-Verordnung zum Lebensmittelrecht	962
36.3	Einfluss des europäischen Rechts auf die nationale Gesetzgebung	962
36.4	Das Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch	963
36.5	Lebensmittelkennzeichnung	964
36.6	Lebensmittelzusatzstoffe, Aromen, Enzyme	965
36.6.1	Zusatzstoffe	965
36.6.2	Aromen	966
36.6.3	Enzyme	966
36.7	Rückstände und Kontaminanten	966
36.7.1	Rückstände	966
36.7.2	Kontaminanten	967
36.8	Gentechnisch veränderte Lebensmittel	967
36.9	Novel Foods	967
36.10	Lebensmittelhygiene	968
36.10.1	Hygieneverordnungen	968
36.10.2	Gute Hygienepaxis	968
36.11	Nahrungsergänzungsmittel, Functional Foods	969
36.11.1	Nahrungsergänzungsmittel	969

36.11.2	Functional Foods	969
36.12	Lebensmittel aus ökologischem Landbau	969
36.12.1	Ökoverordnung	969
36.12.2	Bio-Logo	970
36.13	EU-Kontrollverordnung	970
36.14	Vertikale Produktregelungen	971
36.15	Lebensmittelrecht im ständigen Wandel	971
36.16	Neue Ausrichtung des Lebensmittelrechts – Der Weg zu mehr Nachhaltigkeit	971
	Literatur	972
	Serviceteil	
	Anhang	974
	Buchstabencodes der Monosaccharide	974
	Glossar	975
	Stichwortverzeichnis	991