

9.4.10	Abbau von Proteinen	316
9.5	<b>Prionen</b>	317
9.6	<b>Profiline</b>	318
9.7	<b>Nucleinsäuren</b>	319
9.7.1	Aufbau und Grundstrukturen	319
9.7.2	Nucleoside	319
9.7.3	Nucleotide	320
9.8	<b>Analytik von Aminosäuren, Peptiden, Proteinen und Nucleinsäuren</b>	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
	<b>Literatur</b>	325

### III **Lebensmittelerhaltung und Lebensmittelzusatzstoffe**

10	<b>Lebensmittelkonservierung</b>	329
10.1	<b>Exzerpt</b>	330
10.2	<b>Grundzüge der Konservierung/Haltbarmachung</b>	330
10.3	<b>Lebensmittelintoxikationen und Lebensmittelinfektionen</b>	334
10.4	<b>Verfahren zur Konservierung/Haltbarmachung</b>	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
	<b>Literatur</b>	352
11	<b>Zusatzstoffe</b>	355
11.1	<b>Exzerpt</b>	356
11.1.1	Funktionsklassen	356
11.1.2	Zulassung und Sicherheit	358
11.2	<b>Konservierungsstoffe</b>	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	<b>Weitere konservierend wirkende Stoffe</b>	364
11.3.1	Ameisensäure	364
11.3.2	Borsäure	364

11.3.3	Bromessigsäure .....	364
11.3.4	Hexamethylenetetramin .....	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	<b>Antioxidantien</b> .....	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	<b>Emulgatoren</b> .....	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	<b>Verdickungs- und Geliermittel</b> .....	370
11.6.1	Übersicht und Einteilung .....	370
11.6.2	Wirkungsweise .....	372
11.6.3	Pektine .....	372
11.6.4	Alginate .....	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	<b>Stabilisatoren</b> .....	373
11.7.1	Übersicht und Einteilung .....	373
11.7.2	Phosphate .....	373
11.7.3	Glucono- $\delta$ -lacton .....	375
11.8	<b>Feuchthaltemittel</b> .....	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	<b>Geschmacksstoffe</b> .....	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	<b>Lebensmittelfarbstoffe</b> .....	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	<b>Sonstige technologische Zusatzstoffe</b> .....	402
11.12	<b>Technische Hilfsstoffe</b> .....	402
	<b>Literatur</b> .....	402

## **IV Aromastoffe in Lebensmitteln**

12	<b>Aromabildung</b> .....	407
12.1	<b>Exzerpt</b> .....	408
12.1.1	Aroma .....	408
12.1.2	Flavour .....	408
12.1.3	Geruch .....	408
12.1.4	Geschmack .....	408
12.2	<b>Aromastoffe</b> .....	409
12.3	<b>Prinzipien der Aromabildung bei Obst und Gemüse</b> .....	413
12.4	<b>Hitzebedingte Aromabildung</b> .....	415
12.5	<b>Fehlaromen in Lebensmitteln</b> .....	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	<b>Aromen, Essenzen</b> .....	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	<b>Tingeling-Effekt</b> .....	425
12.8	<b>Food Pairing</b> .....	426
	<b>Literatur</b> .....	427

## **V Kontaminanten in Lebensmitteln**

13	<b>Umweltkontaminanten</b> .....	431
13.1	<b>Exzerpt</b> .....	432
13.2	<b>Anorganische Umweltkontaminanten</b> .....	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	<b>Organische Umweltkontaminanten</b> .....	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
	<b>Literatur</b> .....	450

14	<b>Migrationskontaminanten</b> .....	453
14.1	<b>Exzerpt</b> .....	454
14.2	<b>Kontaminanten aus recycelten Cellulosefasern (Papier, Karton, Pappe)</b> .....	455
14.2.1	MOSH, MOAH & MORE .....	455
14.2.2	Diisopropylnaphthaline .....	472
14.3	<b>Kontaminanten aus Kunststoffmaterialien</b> .....	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	<b>Kontaminanten aus Keramikgeschirr</b> .....	481
14.4.1	Blei-Lässigkeit .....	482
14.4.2	Cadmium-Lässigkeit .....	482
14.4.3	Antimon-Lässigkeit .....	482
	<b>Literatur</b> .....	482
15	<b>Manipulationskontaminanten</b> .....	485
15.1	<b>Exzerpt</b> .....	486
15.2	<b>Melamin</b> .....	486
15.3	<b>Sudanfarbstoffe</b> .....	487
15.4	<b>Reaktivfarbstoffe</b> .....	489
15.5	<b>Diethylenglycol</b> .....	489
15.6	<b>Polychlorierte Biphenyle</b> .....	490
15.7	<b>Methanol</b> .....	491
15.8	<b>Quecksilber</b> .....	491
15.9	<b>Ricin</b> .....	492
	<b>Literatur</b> .....	492
16	<b>Prozesskontaminanten</b> .....	495
16.1	<b>Exzerpt</b> .....	496
16.2	<b>Maillard-Reaktion</b> .....	497
16.3	<b>Acrylamid</b> .....	501
16.4	<b>Acrolein</b> .....	511
16.5	<b>Furan und seine Methyl-Analoga</b> .....	512
16.6	<b>Furfurylalkohol</b> .....	515
16.7	<b>Chlorpropanole, MCPD-Ester, Glycidyl-Ester</b> .....	516
16.8	<b>Imidazole</b> .....	518
16.8.1	Methylimidazole .....	518
16.8.2	Tetrahydroxyimidazol (THI) .....	521
16.9	<b>Hydroxymethylfurfural</b> .....	523
16.10	<b>Chlorhydroxyfurfural</b> .....	523
16.11	<b>Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe</b> .....	526
16.12	<b>Nitrosamine</b> .....	529
16.13	<b>Benzol</b> .....	530

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

## VI Rückstände in Lebensmitteln

17	<b>Pflanzenschutzmittel</b> .....	553
17.1	<b>Exzerpt</b> .....	554
17.2	<b>Schicksal von ausgebrachten Pestiziden</b> .....	555
17.3	<b>Persistenz</b> .....	555
17.4	<b>Pestizide</b> .....	556
17.4.1	Einteilung der Pestizide .....	557
17.4.2	Herbizide .....	557
17.4.3	Fungizide .....	558
17.5	<b>Rückstände aus der landwirtschaftlichen Produktion</b> .....	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	<b>Keimhemmungsmittel</b> .....	571
17.7	<b>Vorratsschutzmittel</b> .....	572
17.7.1	Grundlagen .....	572
17.7.2	Ethylenoxid und sein primärer Metabolit 2-Chlorethanol .....	572
17.8	<b>Rückstandshöchstgehalte</b> .....	574
17.8.1	Grundlagen .....	574
17.8.2	Beurteilung bei Überschreitungen .....	575
17.8.3	Konzentrationsangaben .....	575
	<b>Literatur</b> .....	577
18	<b>Tierbehandlungsmittel</b> .....	579
18.1	<b>Exzerpt</b> .....	580
18.2	<b>Antibiotika, Chemotherapeutika</b> .....	580
18.2.1	Antibiotika .....	580
18.2.2	Sulfonamide .....	581
18.3	<b>Thyreostatika</b> .....	582
18.4	<b>Beruhigungsmittel</b> .....	582
18.5	<b>Anabolika</b> .....	583
18.6	<b><math>\beta</math>-Agonisten</b> .....	584
18.7	<b>Antiparasitika</b> .....	584
	<b>Literatur</b> .....	586