

Reinhard Matissek

Lebensmittel- chemie

9., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage

Unter Mitwirkung von Andreas Hahn



Springer Spektrum

Inhaltsverzeichnis

1	Lebensmittel – Mittel zum Leben	1
	<i>Reinhard Matissek</i>	
1.1	Lebensmittel	2
1.1.1	Was sind Lebensmittel?	2
1.1.2	Wie sind Lebensmittel aufgebaut?	3
1.2	Lebensmittelkette	5
1.3	Lebensmittelsicherung	5
1.3.1	Lebensmittelqualität	6
1.3.2	Lebensmittelsicherheit	8
1.3.3	Lebensmittelbetrug/Lebensmittelverfälschung	8
1.3.4	Lebensmittelschutz	8
1.4	Lebensmittelauthentizität	9
1.5	Lebensmittelreformulation	10
1.5.1	Was bedeutet Reformulation?	10
1.5.2	Warum Reformulation?	10
1.5.3	Herausforderung und Chance zugleich	11
1.5.4	Reformulation bei Fetten	12
1.5.5	Reformulation bei Zucker (Saccharose)	13
1.5.6	Reformulation bei Salz (Kochsalz)	13
1.5.7	Kompensation durch multisensorische Interaktion	14
1.5.8	Innovation (Reformulation) durch „Blue Printing“	16
1.6	Lebensmitteltoxikologie	16
1.6.1	NOAEL (No Observed Adverse Effect Level)	17
1.6.2	LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level)	18
1.6.3	ADI (Acceptable Daily Intake)	18
1.6.4	TDI (Tolerable Daily Intake)	18
1.6.5	ARfD (Acute Reference Dose)	18
1.6.6	Benchmark-Verfahren	19
1.6.7	MOE (Margin of Exposure)	19
1.6.8	TTC-Konzept (Threshold of Toxicology Concern)	19
1.6.9	Bewertungs- oder Unsicherheitsfaktoren	20
1.7	Proposition 65	20
1.7.1	Wie Kalifornien vor Krebs warnt	20
1.7.2	Konzept	21
1.7.3	Einteilung der Substanzen	21
1.7.4	Konsequenzen	22
	Literatur	23
2	Lebensmittel und Ernährung	25
	<i>Andreas Hahn</i>	
2.1	Einführung	26
2.2	Physiologische Bedeutung der Nährstoffe	28

2.2.1	Energie	31
2.2.2	Kohlenhydrate	33
2.2.3	Fette	35
2.2.4	Proteine	38
2.2.5	Ballaststoffe.....	40
2.2.6	Sekundäre Pflanzenstoffe.....	42
2.3	Lebensmittelverarbeitung und Nährwert	46
2.4	Empfehlungen für eine gesunderhaltende Ernährung	46
2.5	Alternative Ernährungsformen	48
2.6	Ernährungsassoziierte Erkrankungen	51
2.7	Spezielle Gruppen von Lebensmitteln	53
2.7.1	Funktionelle Lebensmittel (Functional Foods)	53
2.7.2	Nahrungsergänzungsmittel.....	55
2.7.3	Lebensmittel für spezielle Gruppen	56
2.7.4	Neuartige Lebensmittel (Novel Foods).....	57
2.7.5	Gentechnisch veränderte Lebensmittel.....	58
2.7.6	Aktuelle Lebensmitteltrends	59
	Literatur	61
3	Wasser	63
	<i>Andreas Hahn</i>	
3.1	Eigenschaften	64
3.2	Biologische Bedeutung von Wasser	64
3.3	Wasser in Lebensmitteln	66
	Literatur	69
4	Vitamine	71
	<i>Andreas Hahn</i>	
4.1	Historie	72
4.2	Definition und Klassifizierung	72
4.3	Vorkommen und Eigenschaften	74
4.4	Hydrophile Vitamine	78
4.5	Lipophile Vitamine	84
4.6	Versorgungssituation	91
4.7	Überdosierung	94
4.8	Präventive Wirkungen	95
4.9	Vitamine	96
	Literatur	98
5	Mineralstoffe	99
	<i>Andreas Hahn</i>	
5.1	Definition und Klassifizierung	100
5.2	Vorkommen und Verfügbarkeit	101
5.3	Mengenelemente	104
5.4	Spurenelemente	105
5.5	Versorgungssituation	111

5.6	Überdosierung	113
5.7	Präventive Wirkungen	115
	Literatur	117
6	Enzyme	119
	<i>Andreas Hahn</i>	
6.1	Kinetik chemischer Reaktionen	120
6.2	Struktur und Wirkweise von Enzymen	121
6.3	Nomenklatur und Einteilung von Enzymen	124
6.4	Bestimmung der enzymatischen Aktivität	125
6.5	Einflussfaktoren auf die Enzymaktivität	128
6.6	Enzyme in Lebensmitteln	130
6.6.1	Oxidoreduktasen	131
6.6.2	Transferasen	133
6.6.3	Hydrolasen	134
6.6.4	Lyasen	140
6.6.5	Isomerasen	142
6.6.6	Ligasen	142
	Literatur	142
7	Lipide	143
	<i>Reinhard Matissek</i>	
7.1	Fette, Fettsäuren	144
7.2	Fettsäuren mit ungewöhnlichen Strukturen	155
7.3	Fettähnliche Stoffe (Lipoide)	162
7.4	Weitere Fettbestandteile	168
7.5	Chemische Umwandlung von Fetten	170
7.5.1	Umesterung	170
7.5.2	Fetthärtung	173
7.6	Wege des Fettverderbs	176
7.6.1	Allgemeines	176
7.6.2	Oxidation von Fetten und Ölen	176
7.6.3	Verhinderung autoxidativen Fettverderbs	181
7.6.4	Hydrolytische Fettspaltung	182
7.6.5	Thermisch bedingte Veränderungen bei Fetten und Ölen	183
	Literatur	184
8	Kohlenhydrate	185
	<i>Reinhard Matissek</i>	
8.1	Einführung	186
8.2	Monosaccharide	188
8.3	Reaktivität von Monosacchariden	202
8.3.1	In saurer Lösung	202
8.3.2	In alkalischer Lösung	204
8.3.3	Reduktion	205
8.3.4	Oxidation	207

8.4	Glycoside	208
8.5	Maillard-Reaktion	212
8.6	Di-, Tri-, Oligosaccharide	218
8.7	Polysaccharide (Glykane)	222
8.7.1	Stärke	222
8.7.2	Modifizierte Stärken	223
8.7.3	Resistente Stärke	227
8.7.4	Enzymatische Stärkespaltung	228
8.7.5	Glykogen	228
8.7.6	Cellulose	230
8.7.7	Chitin	230
8.7.8	Murein	231
8.7.9	Fructane	232
8.7.10	Hemicellulosen	233
8.7.11	Pektine	234
8.7.12	Alginat/Alginsäure	235
8.7.13	Xanthan	235
8.7.14	Pflanzengummis	236
8.7.15	Ballaststoffe, Nahrungsfaser, Rohfaser	238
8.7.16	Exopolysaccharide	239
	Literatur	241
9	Aminosäuren, Peptide, Proteine und Nucleinsäuren	243
	<i>Reinhard Matissek</i>	
9.1	Aminosäuren	244
9.2	Essenzielle Aminosäuren, Proteinwertigkeit	250
9.3	Peptide, Proteine	254
9.3.1	Peptide	254
9.3.2	Proteine	255
9.4	Sphäroproteine	259
9.5	Skleroproteine	260
9.6	Zusammengesetzte Proteine (Proteide)	261
9.7	Löslichkeit von Proteinen	261
9.8	Chemische Eigenschaften von Proteinen	262
9.9	Abbau von Proteinen	266
9.10	Prionen	267
9.11	Profiline	268
9.12	Nucleinsäuren	268
9.13	Biogene Amine	270
	Literatur	272
10	Lebensmittelkonservierung	273
	<i>Reinhard Matissek</i>	
10.1	Einführung	274
10.2	Hitzebehandlung	277
10.3	Kühllagerung	280

10.4	Tiefgefrierlagerung	284
10.5	Trocknen	288
10.6	Salzen, Zuckern, Säuern	291
10.7	Pökeln, Räuchern	291
10.8	Bestrahlung	292
10.9	Biokonservierung	296
	Literatur	297
11	Zusatzstoffe	299
	<i>Reinhard Matissek</i>	
11.1	Einführung	300
11.2	Konservierungsstoffe	303
11.3	Weitere konservierend wirkende Stoffe	309
11.4	Antioxidantien	311
11.5	Emulgatoren	314
11.6	Verdickungs- und Geliermittel	317
11.7	Stabilisatoren	321
11.8	Feuchthaltemittel	324
11.9	Geschmacksstoffe	324
11.9.1	Einführung	324
11.9.2	Kochsalz und Kochsalzersatz	328
11.9.3	Saure Verbindungen	328
11.9.4	Zuckeraustauschstoffe, Zuckeralkohole	328
11.9.5	Süßstoffe	335
11.9.6	Fettersatzstoffe	343
11.9.7	Bitterstoffe, Bitterblocker	344
11.9.8	Geschmacksverstärker	344
11.10	Lebensmittelfarbstoffe	347
11.11	Sonstige technologische Zusatzstoffe	355
11.12	Technische Hilfsstoffe	355
	Literatur	356
12	Unerwünschte Stoffe, Kontaminanten und Prozesskontaminanten in Lebensmitteln	357
	<i>Reinhard Matissek</i>	
12.1	Einführung	359
12.2	Toxikologisch relevante Pflanzeninhaltsstoffe	361
12.2.1	Blausäure	361
12.2.2	Nitrat	364
12.2.3	Oxalsäure, Glyoxylsäure	365
12.2.4	Goitrogene Verbindungen	366
12.2.5	Favismus, Lathyrismus	369
12.2.6	Toxische Bohnenproteine	370
12.2.7	Alkaloide in Lebensmittel- und Futterpflanzen	371
12.2.8	Toxische Stoffe in essbaren Pilzen	385
12.2.9	Cycasin	385

12.2.10	Toxische Karotteninhaltsstoffe	387
12.2.11	Furanocumarine	387
12.2.12	Toxische Honiginhaltsstoffe	388
12.2.13	Ätherische Öle – Active Principles	390
12.3	Toxine in Fischen und Muscheln.	394
12.4	Toxikologisch relevante Stoffe in verdorbenen Lebensmitteln	395
12.4.1	Bakterientoxine	395
12.4.2	Biogene Amine.	398
12.4.3	Mutterkorn – Ergotalkaloide	399
12.4.4	Mykotoxine	402
12.5	Bildung toxikologisch relevanter Stoffe bei der Herstellung und Zubereitung von Lebensmitteln (Prozesskontaminanten).	410
12.5.1	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	412
12.5.2	Nitrosamine	414
12.5.3	Acrylamid.	416
12.5.4	Furan und seine Methyl-Analoga	424
12.5.5	Chlorpropanole, MCPD-Ester, Glycidyl-Ester	427
12.5.6	Imidazole	432
12.5.7	Hydroxymethylfurfural (HMF), Chlormethylfurfural (CMF).	435
12.5.8	Benzol	439
12.5.9	Methanol	441
12.5.10	Furfurylalkohol.	442
12.5.11	Mutagene aus Protein	443
12.5.12	Ethylcarbamate	447
12.6	Umweltrelevante Kontaminanten in Lebensmitteln.	448
12.6.1	Einführung	448
12.6.2	Anorganische Kontaminanten	449
12.6.3	Polyhalogenierte aromatische Verbindungen	452
12.6.4	Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFA)	454
12.6.5	Perchlorethylen (PER)	455
12.7	Radionuklide	456
12.7.1	Einführung	456
12.7.2	Wirkung von Radionukliden auf biologisches Material.	457
12.7.3	Beschreibung der wichtigsten Radionuklide im menschlichen Umfeld	458
12.7.4	Abschätzung der Strahlenexposition	463
12.7.5	Rechtliche Regelungen	464
12.8	Toxikologisch relevante Stoffe zur Streckung und Verfälschung von Lebensmitteln.	464
12.8.1	Sudanrot-Farbstoffe	464
12.8.2	Melamin	465
12.8.3	Diethylenglycol (DEG)	466
12.9	Kontaminanten aus Lebensmittelbedarfsgegenständen	467
12.9.1	Einführung	467
12.9.2	Kontaminanten aus recycelten Cellulosefasern (Papier, Karton, Pappe) – DIPN, MOSH/MOAH	467

12.9.3	Kontaminanten (Migranten) aus Kunststoffmaterialien	480
12.10	Kontaminanten und Rückstände aus multiplen Quellen	482
12.10.1	Perchlorat, Chlorat	482
	Literatur	483
13	Rückstände in Lebensmitteln	489
	<i>Reinhard Matissek</i>	
13.1	Einführung	490
13.2	Rückstände aus der landwirtschaftlichen Produktion	492
13.2.1	Pestizide/Pflanzenschutzmittel	492
13.2.2	Antibiotika/Tierarzneimittel	509
13.2.3	Thyreostatika und Beruhigungsmittel	510
13.2.4	Weitere Tierarzneimittel	512
13.2.5	Anabolika	512
	Literatur	516
14	Unverträglichkeitsreaktionen/Allergien gegen Lebensmittel	517
	<i>Reinhard Matissek</i>	
14.1	Einführung	518
14.2	Nicht-toxische Reaktionen	519
14.2.1	Allergische Reaktionen (Allergien)	519
14.2.2	Lebensmittelallergien, Lebensmittelallergene	521
14.2.3	Pseudoallergische Reaktionen, Pseudoallergene	531
14.2.4	Intoleranzreaktionen durch Enzymdefekte	532
14.3	Toxische Reaktionen	533
	Literatur	534
15	Aromabildung in Lebensmitteln	535
	<i>Reinhard Matissek</i>	
15.1	Einführung	536
15.1.1	Aroma	536
15.1.2	Flavour	536
15.1.3	Geruch	536
15.1.4	Geschmack	536
15.2	Aromastoffe	537
15.3	Prinzipien der Aromabildung in Gemüse und Obst	541
15.4	Hitzebedingte Aromabildung	545
15.5	Fehlaromen in Lebensmitteln	554
15.6	Aromen, Essenzen	556
15.7	Food Pairing	558
	Literatur	558
16	Speisefette/Speiseöle	559
	<i>Reinhard Matissek</i>	
16.1	Gewinnung von pflanzlichen Fetten/Ölen	560

16.2	Gewinnung tierischer Fette	567
16.3	Butter	570
16.4	Margarine	572
16.5	Spezialmargarine	574
16.6	Spezialfette	575
16.7	Trennöle	576
16.8	Mayonnaise, Salatsoßen	576
	Literatur	576
17	Proteinreiche Lebensmittel	577
	<i>Reinhard Matissek</i>	
17.1	Einführung	578
17.2	Fleisch	578
17.2.1	Begriffe	578
17.2.2	Schlachtung	583
17.2.3	<i>Rigor mortis</i> und Fleischreifung	584
17.2.4	Bindegewebe	587
17.2.5	Fleischfarbe und Umrötung	588
17.2.6	Schlachtabgänge	589
17.2.7	Blut	591
17.2.8	Zusammensetzung von Fleisch	592
17.3	Fleischerzeugnisse	593
17.3.1	Zubereitung von Fleisch (Zerkleinern, Pökeln, Räuchern, Salzen)	593
17.3.2	Wurst	596
17.3.3	Fleischextrakt	601
17.3.4	Brühwürze	602
17.4	Gelatine	602
17.5	Fisch, Krusten-, Schalen- und Weichtiere	603
17.5.1	Fischfang	604
17.5.2	Seefische	605
17.5.3	Süßwasserfische	608
17.5.4	Fischkrankheiten und Parasiten	608
17.5.5	Krebstiere	609
17.5.6	Krabben	613
17.5.7	Weichtiere	613
17.5.8	Stachelhäuter	614
17.6	Fischerzeugnisse	615
17.6.1	Frischfische	615
17.6.2	Trockenfische	615
17.6.3	Salzfische	615
17.6.4	Marinaden	615
17.6.5	Räucherfisch	616
17.6.6	Surimi	616
17.6.7	Kaviar	616
17.7	Eier	616
17.7.1	Einführung	616

17.8	Konservierung von Eiern	620
17.9	Eiprodukte	620
17.10	Milch	622
17.10.1	Einführung	622
17.10.2	Chemische Zusammensetzung von Kuhmilch	624
17.11	Andere Milcharten	631
17.12	Milcherzeugnisse	631
17.13	Käse	636
17.13.1	Definition	636
17.13.2	Herstellung	638
17.13.3	Schmelzkäse	642
17.13.4	Halloumi	642
17.13.5	Milbenkäse	643
17.13.6	Pflanzliche Proteinlieferanten	643
17.14	Produkte mit höheren Proteingehalten aus Pflanzen	643
17.14.1	Sojadrink („Sojamilch“)	643
17.14.2	Tofu (Sojaquark)	644
17.14.3	Lupinenquark, Lupinenproteinisolate	645
17.14.4	Tempeh	645
17.14.5	Natto	645
17.14.6	Miso	646
17.14.7	Seitan	646
17.15	Andere Wege zur Proteingewinnung	646
17.15.1	Fischproteinkonzentrat (Fish Protein Concentrate, FPC)	646
17.15.2	Fleischähnliche Produkte aus Pflanzenprotein (TVP)	646
17.15.3	Einzellerprotein (Single Cell Protein, SCP)	647
	Literatur	647
18	Kohlenhydratreiche Lebensmittel	649
	<i>Reinhard Matissek</i>	
18.1	Zucker (Saccharose)	650
18.2	Spezielle Zuckerprodukte	655
18.3	Zuckeralkohole	658
18.4	Zuckerwaren	658
18.5	Honig	662
18.6	Getreide (Cerealien)	666
18.6.1	Wichtigste Getreidesorten	666
18.6.2	Aufbau und chemische Zusammensetzung	670
18.6.3	Müllerei	675
18.6.4	Mehlbehandlung	677
18.6.5	Malz und Malzextrakt	677
18.7	Pseudogetreide (Pseudocerealien)	679
18.8	Brot und Backwaren	680
18.8.1	Backmittel	684
18.8.2	Backpulver	686

18.9	Teigwaren	688
18.10	Stärke	690
18.10.1	Verwendung von nativen und modifizierten Stärken	692
18.11	Knabberartikel	693
18.11.1	Chips und Sticks	694
18.11.2	Extrudierte und expandierte Erzeugnisse	697
18.11.3	Nüsse und Nussmischungen	698
18.11.4	Salz-, Laugen- und Käsegebäck	698
18.12	Hanf	699
	Literatur	701
19	Alkoholhaltige Lebensmittel	703
	<i>Reinhard Matissek</i>	
19.1	Alkoholische Gärung	704
19.2	Nebenprodukte der alkoholischen Gärung	707
19.3	Wein	710
19.3.1	Einführung	710
19.3.2	Weinbereitung	711
19.3.3	Schädlinge im Weinbau	719
19.3.4	Weinfehler	719
19.3.5	Methoden zum Verfälschungsnachweis von Weinen	721
19.3.6	Dessertwein (Süßwein)	721
19.3.7	Wermutwein	722
19.3.8	Retsina	723
19.4	Schaumwein	723
19.5	Bier	724
19.6	Spirituosen	731
19.6.1	Brände, Geiste	731
19.6.2	Liköre	738
19.7	Alkohol in Lebensmitteln	738
	Literatur	740
20	Alkaloidhaltige Lebensmittel	743
	<i>Reinhard Matissek</i>	
20.1	Einführung	744
20.2	Kaffee	746
20.3	Tee	752
20.4	Kakao und Schokolade	756
20.4.1	Kakaovarietäten	756
20.4.2	Kakao und Kakaoerzeugnisse	757
20.4.3	Schokolade und Schokoladenerzeugnisse	761
20.4.4	Fette in Schokoladen	762
20.4.5	Polyphenole in Kakao und Schokolade	769
20.4.6	Caruben (Kakaoersatz)	772
20.5	Mohn	773
	Literatur	774

21	Gemüse und Gemüseerzeugnisse	775
	<i>Reinhard Matissek</i>	
21.1	Einführung	776
21.2	Chemische Zusammensetzung	776
21.3	Pflanzenphenole	780
21.4	Kartoffeln	785
21.5	Tomaten	786
21.6	Kohlgemüse	788
21.7	Hülsenfrüchte	788
21.8	Speisepilze	789
21.9	Spargel	792
21.10	Salat	793
21.11	Lagerung	794
21.12	Gemüsedauerwaren	795
21.12.1	Tiefkühlware	795
21.12.2	Dosengemüse	795
21.12.3	Trockengemüse	796
21.12.4	Gärungsgemüse	796
21.12.5	Essiggemüse	797
21.12.6	Oliven (Tafeloliven)	797
	Literatur	799
22	Obst und Obsterzeugnisse	801
	<i>Reinhard Matissek</i>	
22.1	Einführung	802
22.2	Chemische Zusammensetzung	802
22.3	Exotische Früchte	807
22.3.1	Kiwi	807
22.3.2	Nispero	807
22.3.3	Akees	808
22.3.4	Litschis	808
22.3.5	Yuzu	808
22.4	Terpene	808
22.5	Lagerung von Obst	813
22.6	Trockenobst	813
22.7	Kandierte Früchte	814
22.8	Konfitüren, Gelees und Marmeladen	814
22.9	Fruchtsäfte, Fruchtnektare	815
22.10	Früchtetees	815
22.11	Blüten (Blütenblätter)	815
	Literatur	818
23	Gewürze	819
	<i>Reinhard Matissek</i>	
23.1	Einführung	820
23.2	Fruchtgewürze	820

23.3	Samengewürze	828
23.4	Blütengewürze	829
23.5	Wurzel- und Rhizomgewürze	830
23.6	Rindengewürze	831
23.7	Blatt- und Krautgewürze	833
23.8	Gewürzmischungen	834
23.9	Kräutertee	834
23.10	Sojasoße	835
23.11	Ponzu Soße	835
23.12	Essenzen	835
23.13	Gewürze im weiteren Sinne	835
23.13.1	Speisesalz (Kochsalz)	835
23.13.2	Essig	836
23.14	Fruchtsäuren	837
24	Trinkwasser	839
	<i>Reinhard Matissek</i>	
24.1	Herkunft	840
24.2	Zusammensetzung	840
24.3	Wasserhärte	842
24.4	Aufbereitung	847
24.5	Entfernung von Trübungen	847
24.6	Entsäuerung	850
24.7	Entfernung geruchlich und geschmacklich störender Stoffe	850
24.8	Nitratentfernung	851
24.9	Entkeimung/Desinfektion	851
24.10	Trinkwasser aus Meerwasser	852
25	Erfrischungsgetränke	853
	<i>Reinhard Matissek</i>	
25.1	Mineralwasser	854
25.2	Süße, alkoholfreie Erfrischungsgetränke	855
25.3	Limonaden	856
25.4	Isotonische Getränke	857
	Literatur	857
26	Das europäische Lebensmittelrecht	859
	<i>Julia Gelbert</i>	
26.1	Entwicklung des deutschen Lebensmittelrechts	861
26.2	Das europäische Lebensmittelrecht	862
26.3	Die europäische Basis-Verordnung zum Lebensmittelrecht	863
26.4	Einfluss des europäischen Rechts auf die nationale Gesetzgebung	864
26.5	Das Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch	865
26.6	Lebensmittelkennzeichnung	866
26.7	Lebensmittelzusatzstoffe, Aromen, Enzyme	868

26.7.1	Zusatzstoffe	868
26.7.2	Aromen.....	869
26.7.3	Enzyme.....	869
26.8	Rückstände und Kontaminanten	870
26.9	Gentechnisch veränderte Lebensmittel	870
26.10	Novel Foods	871
26.11	Lebensmittelhygiene	872
26.12	Nahrungsergänzungsmittel, Functional Foods	873
26.13	Lebensmittel aus ökologischem Landbau	874
26.14	Vertikale Produktregelungen	875
26.15	Weitere Regelungen	875
	Literatur	876
 Serviceteil		
	Stichwortverzeichnis	879