

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Die Autoren	VII
1 Lebensmitteltechnik als technische Wissenschaftsdisziplin	1
1.1 Grundlegende Definitionen	1
1.2 Ziele und Besonderheiten der Lebensmittelproduktion	2
1.2.1 Hauptziele der Lebensmittelproduktion	2
1.2.2 Besonderheiten der Lebensmittelproduktion	3
1.3 Hierarchische Struktur des Produktionsprozesses	4
1.4 Technologische Prinzipien und ihre Anwendung in der Lebensmitteltechnik ..	4
2 Rohstoffe	9
2.1 Getreide	9
2.1.1 Allgemeine Charakteristik	9
2.1.2 Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	9
2.1.3 Physikalisch-chemische Eigenschaften	12
2.1.4 Arten, Sorten	14
2.1.5 Lagereigenschaften	14
2.2 Hülsenfrüchte	14
2.2.1 Allgemeine Charakteristik	14
2.2.2 Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	15
2.2.3 Physikalisch-chemische Eigenschaften	16
2.2.4 Arten, Sorten	16
2.2.5 Lagereigenschaften	17
2.3 Nüsse	17
2.3.1 Allgemeine Charakteristik	17
2.3.2 Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	18
2.3.3 Lagereigenschaften	20
2.4 Kakaobohnen	20
2.4.1 Allgemeine Charakteristik	20
2.4.2 Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile, physikalisch-chemische Eigenschaften	20
2.4.3 Arten, Sorten, Qualitätsklassen, Lagereigenschaften	23
2.5 Ölsaaten	23
2.5.1 Allgemeine Charakteristik	23
2.5.2 Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile, physikalisch-chemische Eigenschaften	23
2.5.3 Lagereigenschaften	25
2.6 Kaffeebohnen	25
2.6.1 Allgemeine Charakteristik	25
2.6.2 Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile, physikalisch-chemische Eigenschaften	25
2.6.3 Arten, Sorten, Lagereigenschaften	26

2.7	Tee	27
2.7.1	Allgemeine Charakteristik	27
2.7.2	Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	27
2.7.3	Arten, Sorten, Lagereigenschaften	28
2.8	Tabak	29
2.8.1	Allgemeine Charakteristik	29
2.8.2	Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	29
2.8.3	Physikalisch-chemische Eigenschaften	30
2.8.4	Arten, Sorten, Lagerbedingungen	31
2.9	Obst	31
2.9.1	Allgemeine Charakteristik	31
2.9.2	Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	32
2.9.3	Physikalisch-chemische und verarbeitungsspezifische Eigenschaften	34
2.9.4	Obstlagerung	35
2.10	Gemüse	36
2.10.1	Allgemeine Charakteristik	36
2.10.2	Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	37
2.10.3	Physikalisch-chemische und verarbeitungsspezifische Eigenschaften	39
2.10.4	Gemüselagerung	40
2.11	Zuckerrüben	41
2.11.1	Allgemeine Charakteristik	41
2.11.2	Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	41
2.11.3	Physikalisch-chemische und verarbeitungsspezifische Eigenschaften	42
2.11.4	Zuckerrübenlagerung	44
2.12	Milch	44
2.12.1	Allgemeine Charakteristiken	44
2.12.2	Zusammensetzung	44
2.12.2.1	Wasser	45
2.12.2.2	Milchproteine	45
2.12.2.3	Milchfett	46
2.12.2.4	Lactose	46
2.12.2.5	Sonstige Milchinhaltstoffe	47
2.12.3	Physikalisch-chemische Eigenschaften	49
2.13	Fleisch	50
2.13.1	Allgemeine Charakteristik	50
2.13.2	Bau, Inhaltsstoffe, Wertbestandteile	50
2.13.3	Physikalisch-chemische Eigenschaften	52
2.13.4	Arten, Sorten	54
2.13.5	Lagereigenschaften	54
2.14	Fisch	55
2.14.1	Allgemeine Charakteristik	55
2.14.2	Lagereigenschaften	56
2.14.3	Arten	56
2.14.4	Aufbau	57
2.15	Wasser	66
2.15.1	Funktion des Wassers bei der Lebensmittelherstellung	66
2.15.2	Qualitätsanforderungen an Wasser	66

2.15.2.1	Anforderungen an Trinkwasser	66
2.15.2.2	Verarbeitungsspezifische Anforderungen bei der Herstellung ausgewählter Produkte	68
2.15.3	Wasseraufbereitung	69
2.15.4	Wirtschaftliche Wasserverwendung	73
3	Physiko-chemische Grundlagen disperser Lebensmittelstoffe ...	75
3.1	Lebensmittelstoffe als disperse Systeme	75
3.2	Zwischenmolekulare Wechselwirkungen in dispersen Systemen	77
3.2.1	Grenzflächenenergie	78
3.2.2	Grenzflächenerscheinungen in Zweiphasensystemen	79
3.2.2.1	Kapillarer Krümmungsdruck	79
3.2.2.2	Kohäsionsarbeit	79
3.2.2.3	Adsorption an flüssigen Phasengrenzen	80
3.2.2.4	Grenzflächenaktive Stoffe	80
3.2.2.5	Adsorption an festen Phasengrenzen	82
3.2.3	Grenzflächenerscheinungen kleiner Teilchen und dünner Filme	85
3.2.3.1	Kleine Tröpfchen und Kristalle	85
3.2.3.2	Dünne Flüssigkeitsfilme	86
3.2.3.3	Extrem dünne Filme und Solvathüllen	86
3.2.3.4	Keimbildung für Tröpfchen und Kristalle	87
3.3	Zwischenpartikuläre Wechselwirkungen in dispersen Systemen	89
3.3.1	Elektrostatische Wechselwirkungen zwischen Teilchen in polaren Flüssigkeiten	89
3.3.2	Elektrostatische Wechselwirkungen zwischen Teilchen in apolaren Flüssigkeiten	91
3.3.3	VAN-DER-WAALSsche Wechselwirkungen zwischen dispersen Teilchen	91
3.3.4	Wechselwirkungen zwischen Teilchen mit Adsorptionsschichten	93
3.3.5	Überlagerung der zwischenpartikulären Wechselwirkungen	93
3.3.5.1	Aggregation und Flockungsstabilität	95
3.3.5.2	Koaleszenz und Koaleszenzstabilität	97
3.3.6	Adhäsion	98
3.3.7	Strukturbildung in dispersen Systemen	98
3.4	Eigenschaften spezieller disperser Systeme	100
3.4.1	Suspensionen	100
3.4.2	Emulsionen	102
3.4.3	Schäume	104
3.4.4	Disperse Festkörper	105
3.4.5	Aerosole	106
3.4.6	Pulver	106
3.4.7	Assoziationskolloide	107
3.4.8	Makromolekulare Lösungen und Gele	109
3.4.9	Komplexe disperse Systeme	112
3.5	Physiko-chemische Basis der Viskosität von Flüssigkeiten	113
3.5.1	Molekularkinetische Viskositätstheorien	113
3.5.2	Einfluss der Molekularstruktur auf die Viskosität	115
3.5.2.1	Apolare polyatomare Flüssigkeiten	115
3.5.2.2	Polare Flüssigkeiten	115
3.5.2.3	Homologe Polymere	116

3.5.2.4	Gewöhnliche Homologe	116
3.5.2.5	Homomorphe	117
3.5.2.6	Temperatur- und Druckeinfluss	117
3.5.3	Viskosität echter Lösungen	117
3.5.4	Viskosität disperser Systeme	117
3.6	Ausgewählte Messmethoden	118
3.6.1	Trockensubstanz, Wassergehalt, Wasseraktivität	118
3.6.1.1	Trockenschrank	118
3.6.1.2	Infrarottrocknung	119
3.6.1.3	Mikrowellen-Feuchtebestimmung	119
3.6.1.4	Wassergehaltsbestimmung mit Hilfe der Karl-Fischer-Titration	120
3.6.1.5	Wasseraktivität	121
3.6.2	Partikelgrößenverteilung	122
3.6.2.1	Siebanalyse	122
3.6.2.2	Laserbeugung	123
3.6.2.3	Bildanalyse	124
3.6.2.4	Darstellung von Partikelgrößenverteilungen	125
3.6.3	Strukturanalyse	127
3.6.3.1	Lichtmikroskopie	127
3.6.3.2	Elektronenmikroskopie	129
3.6.3.3	Konfokale Laserscanning Mikroskopie	130
3.6.3.4	Rasterkraftmikroskopie	132
3.6.4	Thermische Analyse	134
3.6.4.1	Differential Scanning Calorimetry (DSC)	134
3.6.4.2	Spezifische Wärmekapazität	138
3.6.4.3	Wärmeleitfähigkeit	139
3.6.5	Tensiometrie	141
3.6.5.1	Statische Bestimmungsverfahren	141
3.6.5.2	Dynamische Bestimmungsverfahren	143
3.6.6	Farbmessung	145
3.6.7	Sonstige	146
3.6.7.1	NMR/MRI	146
3.6.7.2	Messung des pH-Wertes	148
3.6.7.3	Leitfähigkeit/Dielektrizität	149
3.6.7.4	Dichtebestimmung	150
4	Rheologie der Lebensmittel	155
4.1	Einteilung und Begriffsbestimmung	155
4.2	Allgemeine Definitionen der Makrorheologie	155
4.3	Elastische Körper	165
4.4	Viskose Körper	166
4.5	Rheologische Modelle	170
4.5.1	Modelle idealer rheologischer Grundeigenschaften	170
4.5.2	Modelle für komplizierte rheologische Eigenschaften	170
4.6	Deformationsverhalten komplizierter Körper	173
4.6.1	Newtonsches und nichtnewtonsches Fließen	173

4.6.2	Zeitunabhängige nichtnewtonsche Flüssigkeiten	174
4.6.3	Zeitabhängiges Fließverhalten	179
4.6.4	Viskoelastisches Deformationsverhalten	181
4.7	Festigkeit rheologischer Körper	192
4.8	Weitere rheologische Eigenschaften und Charakteristika	197
4.9	Grundregeln der Rheologie	198
4.10	Experimentelle Bestimmung rheologischer Eigenschaften	199
5	Qualitätssicherung	207
5.1	Überblick	207
5.2	Zur Anwendung unter ISO 9001:2015	212
5.2.1	Nutzen einer Zertifizierung	213
5.2.2	Qualitätsmanagement-System	216
5.2.2.1	Besonderheiten in Lebensmittelbetrieben	216
5.2.2.2	Organisatorischer Aufbau eines QM-Systems	217
5.2.2.3	Inhaltliche Gestaltung von Dokumenten	218
5.2.2.4	Die QM-Elemente eines Systems	219
5.3	Qualitätssicherung unter Produktionsbedingungen	225
5.3.1	Produktion	225
5.3.2	Prozesskontrolle	227
6	Prozesstechnische Grundlagen	229
6.1	Allgemeine Grundprozesse, Apparate und Maschinen der Verarbeitungs- und Verfahrenstechnik	229
6.1.1	Mechanische Grundprozesse	229
6.1.1.1	Trennen	229
6.1.1.2	Mischen (Stoffvereinigen)	234
6.1.1.3	Zerteilen	238
6.1.1.4	Agglomerieren	240
6.1.2	Thermische Grundprozesse	242
6.1.2.1	Wärmeübertragen	243
6.1.2.2	Stoffübertragen	244
6.2	Spezielle Grundprozesse, Apparate und Maschinen der Lebensmitteltechnik	247
6.2.1	Entfernen von Rohstoffbestandteilen	248
6.2.1.1	Definition	248
6.2.1.2	Wirkprinzipgruppen (Tabelle 6.2-2)	249
6.2.1.3	Technische Realisierung	250
6.2.2	Zerteilen nichtspröder Stoffe	250
6.2.2.1	Definition	250
6.2.2.2	Wirkende Kräfte und technische Realisierung	258
6.2.3	Strukturbilden und -umwandeln	272
6.2.3.1	Definitionen und Übersicht	272
6.2.3.2	Emulgieren	275
6.2.3.3	Schaumerzeugen	276

6.2.3.4	Erzeugen von Suspensionen und Pasten durch Kondensation	278
6.2.3.5	Spezielle Strukturumwandlungen	279
6.2.4	Stoffumwandeln	280
6.2.4.1	Thermisches Garen	280
6.2.4.2	Gären und Biomasse bilden	292
6.2.4.3	Reifen	296
6.2.5	Haltbarmachen	300
6.2.5.1	Überblick	300
6.2.5.2	Thermisches Konservieren	302
6.2.5.3	Sterilisation von Nährlösung und Fermenter	306
7	Kältebehandlung von Lebensmitteln	311
7.1	Überblick	311
7.2	Einfluss niedriger Temperaturen auf Lebensmittel	318
7.2.1	Chemische Veränderungen	318
7.2.2	Mikrobiologische Veränderungen	320
7.2.3	Physikalische Veränderungen	321
7.2.4	Veränderung der thermophysikalischen Eigenschaften	328
7.2.4.1	Spezifische Wärmekapazität	330
7.2.4.2	Spezifische Enthalpie	331
7.2.4.3	Wärmeleitfähigkeit	332
7.2.4.4	Temperaturleitfähigkeit	334
7.3	Verfahren der Kältebehandlung	335
7.3.1	Kühlung	335
7.3.1.1	Abkühlen	335
7.3.1.2	Kühl lagern	339
7.3.2	Gefrierkonservierung	341
7.3.2.1	Gefrieren	342
7.3.2.2	Gefrier lagern	348
7.3.2.3	Distribution	350
7.3.2.4	Auftauen	350
7.4	Entwicklungstendenzen	351
8	Produktionsverfahren	355
8.1	Überblick	355
8.2	Getreideverarbeitung	355
8.2.1	Überblick	355
8.2.2	Produktion von Mahlprodukten (Weizenmehl)	356
8.2.2.1	Ziel und notwendige Prozesse	356
8.2.2.2	Gesamtverfahren der Weizenmehlproduktion	356
8.2.2.3	Verfahrensstufe Reinigen des Getreides	357
8.2.2.4	Verfahrensstufe Konditionieren des Weizens	365
8.2.2.5	Verfahrensstufe Vermahlen des Weizens	368
8.2.2.6	Modifizierung der Mehle	375
8.2.2.7	Verfahrensstufe Mischen und Lagern der Mehle	376
8.2.3	Herstellen von Schälprodukten (am Beispiel der Reispbearbeitung)	380

8.2.3.1	Ziel und notwendige Prozesse	380
8.2.3.2	Gesamtverfahren einer Reismühle	380
8.2.3.3	Schälen	382
8.2.3.4	Trennen der geschälten Körner von den ungeschälten Körnern	382
8.2.3.5	Schleifen und Polieren des geschälten Reises	383
8.2.3.6	Sortieren des geschliffenen und polierten Reises	384
8.2.3.7	Hydrothermische Verfahren der Reisparbeitung	385
8.2.4	Herstellung von Frischbackwaren (Brot)	385
8.2.4.1	Ziel und notwendige Prozesse	385
8.2.4.2	Gesamtverfahren der Brotherstellung	385
8.2.4.3	Rohwarenannahme und Lagerung	391
8.2.4.4	Verfahrensstufe Rohstoffaufbereitung und Vormischungen	392
8.2.4.5	Verfahrensstufe Teigbereitung	402
8.2.4.6	Verfahrensstufe Teigverarbeitung	406
8.2.4.7	Verfahrensstufe Backprozess	409
8.2.4.8	Verfahrensstufe Kühlen	413
8.2.4.9	Verfahrensstufe Schneiden und Verpacken	415
8.2.4.10	Verfahrensstufe Haltbarkeitssicherung	416
8.2.4.11	Verfahrensstufe Endkontrolle und Warenübergabe an Kunden	418
8.2.5	Herstellung von Teigwaren (Spaghetti)	420
8.2.5.1	Ziel und notwendige Prozesse	420
8.2.5.2	Gesamtverfahren der Spaghettitherstellung	420
8.2.5.3	Verfahrensstufe Teigbereiten und Ausformen	420
8.2.5.4	Verfahrensstufe Trocknen	421
8.2.5.5	Verfahrensstufe Nachbehandeln	422
8.2.6	Herstellung von Kochextruderprodukten	423
8.2.6.1	Ziel und notwendige Prozesse	423
8.2.6.2	Gesamtverfahren des HTKZ-Extrusionskochens	423
8.3	Stärkegewinnung	425
8.3.1	Überblick	425
8.3.2	Gewinnung von Kartoffelstärke	426
8.3.2.1	Allgemeine Betrachtungen	426
8.3.2.2	Rohstoff Kartoffel	426
8.3.2.3	Verfahrensstufen zur Gewinnung von Kartoffelstärke	427
8.3.3	Gewinnung von Maisstärke	430
8.3.3.1	Allgemeine Betrachtungen	430
8.3.3.2	Einführung in die Maisstärke-Herstellung	430
8.3.3.3	Verfahrensstufen zur Gewinnung von Maisstärke	431
8.3.4	Gewinnung von Weizenstärke	433
8.3.4.1	Allgemeine Betrachtungen	433
8.3.4.2	Einführung in die Weizenstärke-Herstellung	433
8.3.4.3	Verfahrensstufen zur Gewinnung von Weizenstärke	433
8.4	Zuckerherstellung	436
8.4.1	Ziel und notwendige Prozesse	436
8.4.2	Gesamtverfahren der Weißzuckerherstellung aus Zuckerrüben	436
8.4.3	Verfahrensstufen (Prozesse und Ausrüstungen)	436
8.4.3.1	Rübenaufbereitung	436
8.4.3.2	Extraktgewinnung	438
8.4.3.3	Extraktreinigung	444

8.4.3.4	Saftkonzentration	447
8.4.3.5	Kristallzuckergewinnung	449
8.5	Speiseöl- und Margarineherstellung	454
8.5.1	Überblick	454
8.5.2	Speiseölherstellung (aus Sonnenblumensaat)	454
8.5.2.1	Ziel und notwendige Prozesse	454
8.5.2.2	Gesamtverfahren der Speiseölherstellung und Fetthärtung	455
8.5.3	Margarineherstellung	462
8.5.3.1	Ziel und notwendige Prozesse	462
8.5.3.2	Gesamtverfahren der Margarineherstellung	462
8.6	Obst- und Gemüseverarbeitung	465
8.6.1	Überblick	465
8.6.2	Herstellung von Sterilkonserven	468
8.6.2.1	Ziel und notwendige Prozesse	468
8.6.2.2	Gesamtverfahren der Herstellung von Sterilkonserven	468
8.6.2.3	Verfahrensstufen (Prozesse und Ausrüstungen)	468
8.6.3	Herstellung von Gefrierkonserven	479
8.6.4	Herstellung von Obst- und Gemüsesäften	480
8.7	Süßwarenherstellung	486
8.7.1	Überblick	486
8.7.2	Herstellung von Tafelschokolade (massiv, ohne Zusätze)	486
8.7.2.1	Ziel und notwendige Prozesse	486
8.7.2.2	Gesamtverfahren	488
8.7.2.3	Rohkakaoverarbeitung zu Kakaomasse	488
8.7.2.4	Aufbereitung Halbfabrikat Kakaomasse	493
8.7.2.5	Verfahrensstufe Kakaobutterherstellung	494
8.7.2.6	Verfahrensstufe Schokoladenmassenherstellung	497
8.7.2.7	Verfahrensstufe Schokoladenmassenverarbeitung zum Fertigprodukt Tafelschokolade	501
8.7.2.8	Verpacken, Kennzeichnen, Lagern, Versenden	505
8.7.3	Herstellung von Zuckerwaren (Hartkaramellen)	506
8.7.3.1	Ziel und notwendige Prozesse	506
8.7.3.2	Gesamtverfahren	506
8.7.3.3	Verfahrensstufe Karamelmassenherstellung	507
8.7.3.4	Verfahrensstufe Karamelmassenverarbeitung	509
8.8	Getränkeherstellung	511
8.8.1	Überblick	511
8.8.2	Herstellung von Bier	511
8.8.2.1	Ziel und notwendige Prozesse	511
8.8.2.2	Gesamtverfahren der Bierherstellung	512
8.8.2.3	Verfahrensstufen (Prozesse und Ausrüstung)	512
8.8.3	Herstellung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken	528
8.8.4	Herstellung von Wein	531
8.8.5	Herstellen von Spirituosen	535
8.9	Herstellung alkaloidhaltiger Genussmittel	540
8.9.1	Überblick	540
8.9.2	Verarbeitung von Rohkaffee zu gemahlenem Röstkaffee	540
8.9.2.1	Ziel und notwendige Prozesse	540

8.9.2.2	Gesamtverfahren	541
8.9.2.3	Verfahrensstufe Reinigen des Rohkaffees	541
8.9.2.4	Verfahrensstufe Rösten, Kühlen, Entsteinen	541
8.9.2.5	Verfahrensstufe Verlesen des Röstkaffees	545
8.9.2.6	Verfahrensstufe Mahlen des Röstkaffees	545
8.9.2.7	Verfahrensstufe Verpacken des Röstkaffees	546
8.9.3	Herstellung von schwarzem Tee	546
8.9.3.1	Ziel und notwendige Prozesse	546
8.9.3.2	Gesamtverfahren	546
8.9.3.3	Verarbeitung der frischen Teeblätter zu Rohtee	547
8.9.3.4	Verarbeitung des Rohtees zu handelsüblichen Tees	550
8.9.4	Tabakverarbeitung zu Zigaretten	550
8.9.4.1	Ziel und notwendige Prozesse	550
8.9.4.2	Gesamtverfahren	550
8.9.4.3	Verfahrensstufe Rohtabakaufbereitung	552
8.9.4.4	Verfahrensstufe Tabakmischen und -schneiden	553
8.9.4.5	Verfahrensstufe Trocknen, Kühlen, Entstauben, Aromatisieren	553
8.9.4.6	Verfahrensstufe Zigarettenformung, Schneiden, Verpacken	554
8.10	Milchbearbeitung und -verarbeitung	555
8.10.1	Überblick	555
8.10.2	Prozesse der Milchbearbeitung und -verarbeitung	555
8.10.2.1	Mechanische Prozesse	555
8.10.2.2	Thermische Prozesse	562
8.10.2.3	Biochemische Prozesse	564
8.10.3	Gesamtverfahren	565
8.10.3.1	Milchgewinnung und -transport	565
8.10.3.2	Milchbearbeitung	567
8.10.3.3	Konsummilch, Milchmischerzeugnisse	569
8.10.3.4	Gesäuerte Milcherzeugnisse	571
8.10.3.5	Käse	571
8.10.3.5.1	Lab- oder Naturkäse	574
8.10.3.5.2	Frischkäse – Nichtreifender Käse	578
8.10.3.5.3	Sauermilchkäse	578
8.10.3.5.4	Schmelzkäse	580
8.10.3.6	Butter	581
8.10.3.7	Sahnerzeugnissen	583
8.10.3.8	Dauermilcherzeugnisse	584
8.10.3.8.1	Kondensmilch	586
8.10.3.8.2	Trockenmilch (Milchpulver)	589
8.10.3.9	Molke	592
8.11	Fleischgewinnung und -verarbeitung	592
8.11.1	Überblick	592
8.11.2	Ziel und notwendige Prozesse	592
8.11.2.1	Betäuben	594
8.11.2.2	Entbluten	594
8.11.2.3	Enthäuten, Entborsten	596
8.11.2.4	Sägen	597
8.11.2.5	Entknochen, Entfleischen	597
8.11.2.6	Wolfen, Kattern, Mahlen	598

8.11.2.7	Füllen, Portionieren	600
8.11.2.8	Kühlen, Gefrieren, Auftauen	601
8.11.2.9	Räuchern, Trocknen	605
8.11.2.10	Salzen, Pökeln	607
8.11.3	Gesamtverfahren	608
8.11.3.1	Schweineschlachtung	608
8.11.3.2	Rinderschlachtung	611
8.11.3.3	Fleischerzlegung	611
8.11.3.4	Rohwurstherstellung	611
8.11.3.5	Brühwurstherstellung	612
8.11.3.6	Kochwurstherstellung	613
8.12	Fischbearbeitung und -verarbeitung	614
8.12.1	Überblick	614
8.12.2	Ziel und notwendige Prozesse der Fischbearbeitung	615
8.12.2.1	Vorkühlen der Fische	615
8.12.2.2	Sortieren der Fische	616
8.12.2.3	Schlachten der Fische	617
8.12.2.4	Waschen der Fische	618
8.12.2.5	Filetieren der Fische	619
8.12.2.6	Zerteilen der Fische	621
8.12.2.7	Zerkleinern der Fische	621
8.12.2.8	Gefrieren der Fische	623
8.12.2.9	Auftauen der Fische	623
8.12.3	Gesamtverfahren der Fischverarbeitung	625
8.12.3.1	Präservenherstellung	625
8.12.3.2	Konservenherstellung	628
8.12.3.3	Herstellung von Fischnebenprodukten	632
8.13	Biomasseherstellung	632
8.13.1	Überblick	632
8.13.2	Herstellung von Nähr- und Futterhefe	637
8.13.2.1	Ziel und notwendige Prozesse	637
8.13.2.2	Gesamtverfahren der Herstellung von Nähr- und Futterhefe	641
8.13.2.3	Verfahrensstufen (Prozesse und Ausrüstungen)	642
8.13.3	Backhefe	645
8.13.3.1	Überblick	645
8.13.3.2	Ziel und notwendige Prozesse	645
8.13.3.3	Gesamtverfahren der Backhefeherstellung	646
8.13.3.4	Prozessablauf im Fermenter	647
8.13.4	Massenzucht von Algen	650
9	Prozess- und Betriebsgestaltung	653
9.1	Grundlagen der Prozessgestaltung und Modellierung	653
9.1.1	Grundlagen der Prozessgestaltung	653
9.1.1.1	Begriffe und Arbeitsmethoden der Prozessgestaltung	653
9.1.1.2	Entwicklung und Vergleich von Strukturvarianten	656
9.1.1.3	Prinzipieller Ablauf der Gestaltung technologischer Systeme	657
9.1.1.4	Überführung der konzipierten Zielvariante in die Produktion	658
9.1.2	Modellierung technologischer Systeme	659

9.1.2.1	Grundlagen	659
9.1.2.2	Statistische Modellierung	661
9.1.2.3	Analytische Modellierung	663
9.2	Verarbeitungsmaschinen, Verarbeitungsanlagen	664
9.2.1	Verarbeitungsmaschinen	664
9.2.1.1	Aufgabe, Funktion und Struktur	664
9.2.1.2	Arbeitsweise	669
9.2.1.3	Betriebsverhalten	672
9.2.2	Verarbeitungsanlagen	674
9.2.2.1	Verarbeitungsanlage als technisches System	674
9.2.2.2	Dimensionierung (Auswahl der Ausrüstungen)	676
9.2.2.3	Strukturierung (technologische Anlagenstruktur)	677
9.2.2.4	Verfügbarkeit der Anlage	678
9.3	Technologische Planung/Projektierung von Anlagen der Lebensmittelproduktion	680
9.3.1	Zielstellung und grundsätzliche Planungsaufgaben	680
9.3.2	Gesetzliche Grundlagen und Genehmigungsverfahren	686
9.3.3	Planungsphasen und Dokumentation	688
9.3.4	Standortplanung	688
9.3.5	Verfahren und Hauptausrüstungen	688
9.3.6	Anlagentechnische Strukturierung und Dimensionierung	696
9.3.7	Räumliche Strukturierung und Dimensionierung	699
9.3.8	Darstellung der Projektlösung	705
9.3.9	Rationalisierungsmittel bei der technologischen Planung/Projektierung	707
9.4	Sicherheitstechnik im Lebensmittelbetrieb	708
9.4.1	Grundlagen	708
9.4.2	Brandschutz	709
9.4.3	Explosionsschutz	712
9.4.4	Lärmschutz	719
9.4.5	Schutz vor Wärmeeinwirkung	719
9.4.6	Schutz vor Elektrizität	719
9.4.7	Handschutz	720
9.4.8	Schutzmaßnahmen gegen weitere schädigende Einwirkungen	720
9.4.9	Sicherheitsvorrichtungen für ausgewählte Anlagen	727
9.5	Reinigungstechnik und Betriebshygiene	728
9.5.1	Zielstellung und Produktansatzbildung	728
9.5.2	Reinigungs- und Desinfektionsmittel	732
9.5.3	Verfahren und Anlagen zur Reinigung und Desinfektion	734
9.5.4	Reinraumtechnik in der Lebensmittelindustrie	743
9.5.5	Hygienemanagement	747
9.5.6	Kontrolle des Reinigungs- und Desinfektionszustandes	752
9.6	Umweltschutz in der Lebensmittelproduktion	752
9.6.1	Allgemeine Gestaltungsprinzipien	753
9.6.2	Abwasserbehandlung	754
9.6.2.1	Vorschriften	755
9.6.2.2	Mechanische Vorabscheidung von Abwasserinhaltsstoffen	756
9.6.2.3	Beseitigung organischer Stoffe	757
9.6.3	Abfallverwertung und -beseitigung	762

9.6.3.1	Vorschriften	763
9.6.3.2	Verwertung	764
9.6.3.3	Beseitigung	766
9.6.3.4	Tierische Nebenprodukte	766
9.6.4	Luftreinhaltung	767
9.6.4.1	Vorschriften	768
9.6.4.2	Verfahren	768
9.6.4.3	Explosionsschutz	775
9.6.5	Lärmschutz	776
9.6.5.1	Lärmschutzvorschriften	776
9.6.5.2	Lärminderung an der Quelle	777
9.6.6	Energieeinsparung	777
9.6.7	Weitere wesentliche Vorschriften und Unternehmerpflichten des Umweltschutzes	778
 Nachwort über die Entstehung des Fachbuches „Grundzüge der Lebensmitteltechnik“		 781
Literaturverzeichnis		783
Stichwortverzeichnis		807