

# Inhalt

**Vorwort** XV

**A Produkte und ihre Herstellung 1**

*Heike P. Schuchmann*

*Harald Schuchmann*

**1 Nahrungsbedarf und Lebensmittelbestandteile 3**

- 1.1 Der Nahrungsbedarf des Menschen 3
  - 1.1.1 Allgemeines, Energiegewinnung aus Nährstoffen 3
  - 1.1.2 Einflüsse auf den Nahrungsbedarf 3
- 1.2 Grundlegende Lebensmittelbestandteile 5
  - 1.2.1 Proteine 5
  - 1.2.2 Fette und fettähnliche Stoffe – Lipide und Lipoide 8
  - 1.2.3 Kohlenhydrate oder Saccharide 12
- 1.3 Zusatzstoffe 14
  - 1.3.1 Kennzeichnung und gesetzliche Regelungen 14
  - 1.3.2 Konservierungsstoffe 14
  - 1.3.3 Süßstoffe 14
  - 1.3.4 Emulgatoren und Stabilisatoren 14
  - 1.3.5 Antioxidantien und Synergisten 16
  - 1.3.6 Farbstoffe 17
  - 1.3.7 Aromastoffe 17
- 1.4 Rückstände in Lebensmitteln (Fremdstoffe, Xenobiotika) 17
- 1.5 Lebensmittelbe- und -verarbeitung: Motivation 18

**2 Milch und Milchprodukte 19**

- 2.1 Milch 19
  - 2.1.1 Zusammensetzung und Produktionsmengen 19
  - 2.1.2 Aufarbeitung von Milch 20
- 2.2 Milchprodukte 23
  - 2.2.1 Produktionsdaten 23
  - 2.2.2 Sahne (Rahm) 23

2.2.3	Kondensmilch	24
2.2.4	Butter	24
2.2.5	Käse	26
2.2.6	Sauermilchprodukte	29
2.2.7	Milchtrockenprodukte, Milchpulver	31
2.2.8	Kaffeeweißer (Coffee whitener)	31
2.2.9	Speiseeis	31
2.2.10	Casein, Caseinate, Copräzipitat	33
2.2.11	Molke und Molkenprodukte, Lactose	33
<b>3</b>	<b>Eier und Eiprodukte</b>	<b>35</b>
3.1	Eier	35
3.2	Eiprodukte	36
3.2.1	Flüssigprodukte	36
3.2.2	Trockenprodukte	37
3.2.3	Gefrierprodukte	37
<b>4</b>	<b>Fleisch und Fleischprodukte</b>	<b>39</b>
4.1	Definition und Produktionsmengen	39
4.2	Schlachtung	40
4.3	Lagerungs- und Verarbeitungsverfahren	41
4.3.1	Kühlen	41
4.3.2	Tiefgefrieren	43
4.3.3	Trocknen	44
4.3.4	Salzen und Pökeln	44
4.3.5	Räuchern	45
4.3.6	Erhitzen	45
4.4	Fleischprodukte	46
4.4.1	Fleischkonserven	46
4.4.2	Schinken und Wurstwaren	46
<b>5</b>	<b>Fisch und Fischprodukte</b>	<b>49</b>
5.1	Fisch	49
5.2	Fischfang und Verarbeitung	50
5.2.1	Fischfang und -verwertung	50
5.2.2	Kühlen und Gefrieren	50
5.2.3	Trocknen	51
5.2.4	Salzen	51
5.2.5	Räuchern	51
5.3	Fischprodukte	52
<b>6</b>	<b>Speisefette, Speiseöle, Mayonnaise und Margarine</b>	<b>53</b>
6.1	Produktionsdaten und Zusammensetzung	53
6.2	Gewinnung der Fette und Öle	54
6.2.1	Tierische Fette und Öle	54

6.2.2	Pflanzliche Fette und Öle	55
6.2.3	Spezialprodukte: Lecithin, Spezialfette, Fettpulver	58
6.2.4	Margarine und Mayonnaise	59
<b>7</b>	<b>Getreide und Getreideprodukte</b>	<b>61</b>
7.1	Herkunft, Produktionszahlen und Zusammensetzung	61
7.1.1	Produktionszahlen	61
7.1.2	Zusammensetzung	61
7.1.3	Lagerung	62
7.1.4	Acrylamid-Problematik	62
7.2	Herstellung von Mehl – Müllerei	63
7.3	Herstellung anderer Getreideprodukte	66
7.3.1	Nudeln, Snacks und Frühstückszerealien	66
7.3.2	Schälprodukte (Reis, Buchweizen, Gerste, aber auch Hülsenfrüchte)	67
7.3.3	Flockenprodukte (Haferflocken)	67
7.3.4	Stärke	67
7.4	Herstellung von Backwaren	69
7.4.1	Rohstoffe und Lockerungszusätze	69
7.4.2	Teigherstellung	69
<b>8</b>	<b>Obst und Gemüse einschließlich Kartoffeln und Hülsenfrüchte</b>	<b>73</b>
8.1	Produktbezeichnung, Produktionszahlen und Zusammensetzung	73
8.2	Ernährungsphysiologische Bedeutung	75
8.3	Lagerung von frischem Obst und Gemüse	76
8.4	Produktionsverfahren zum Haltbarmachen von Obst, Gemüse und Kartoffeln	78
8.4.1	Schälen, Schneiden, Blanchieren	78
8.4.2	Tiefkühlprodukte (TK-Produkte)	78
8.4.3	Trockenprodukte	81
8.4.4	Nassprodukte, Sterilkonserven (Dosen- oder Glaskonserven)	83
8.4.5	Saft, Pulpe und Mark	84
8.4.6	Chemische Konservierung (Marmelade, Gelee und Konfitüre)	87
8.4.7	Fermentierte Produkte (Sauergemüse)	87
8.5	Produkte aus Hülsenfrüchten	87
<b>9</b>	<b>Zucker, Zuckeralkohole, Süßstoffe und Honig</b>	<b>89</b>
9.1	Produktbeschreibung und Produktionsmengen	89
9.2	Saccharose	90
9.3	Andere Zucker und Zuckeraustauschstoffe (Glucose, Fructose, Lactose)	92
9.4	Süßstoffe	92
9.5	Zuckerwaren	93
9.6	Honig und Invertzuckercreme (Kunsthonig)	93

<b>10</b>	<b>Alkoholische Getränke</b>	<b>95</b>
10.1	Brennwert alkoholischer Getränke	95
10.2	Bier	95
10.2.1	Rohstoffe und Verbrauch	95
10.2.2	Bierherstellung	96
10.3	Wein	101
10.3.1	Rohstoffe und Produktionsmengen	101
10.3.2	Herstellung	101
10.3.3	Schaum- und Fruchtweine	102
10.4	Spirituosen und Liköre	103
<b>11</b>	<b>Kaffee, Tee, Kakao und Instantgetränke</b>	<b>105</b>
11.1	Kaffee und Kaffeeersatz	105
11.2	Roh- oder Grünkaffee	105
11.3	Röstkaffee	106
11.4	Kaffeeprodukte	107
11.4.1	Löslicher Kaffee	107
11.4.2	Entcaffeinierter Kaffee	108
11.4.3	Kaffeehaltige Getränke	109
11.5	Kaffeeersatz	110
11.6	Tee	110
<b>12</b>	<b>Kakao und Schokolade</b>	<b>111</b>
12.1	Kakao	111
12.1.1	Rohstoffe und Produktionsmengen	111
12.1.2	Fermentation und Röstung	111
12.1.3	Kakaopulver und Kakaobutter	112
12.2	Schokolade	113
12.2.1	Rohstoffe	113
12.2.2	Herstellung	113
<b>13</b>	<b>Functional Food, Grüne Gentechnik und Novel Food</b>	<b>115</b>
13.1	Neuere Entwicklungen und Trends in der Lebensmittelproduktion	115
13.2	Functional Food	117
13.3	Gentechnisch modifizierte Nahrungsmittelrohstoffe, Grüne Gentechnik	119
13.3.1	Begriffsdefinitionen, Ziele und Anwendungsgebiete	119
13.3.2	Mögliche Nutzen und Vorteile	120
13.3.3	Risiken	121
13.4	Novel Food – Neuartige Lebensmittel	122
13.4.1	Konventionelle und neuartige Lebensmittel	122
13.4.2	Begriffsdefinition	123
13.4.3	Novel-Food-Verordnung	123
13.4.4	Verfahren für das Inverkehrbringen neuartiger Lebensmittel	125

14	<b>Literatur zum Teil A</b>	127
<b>B</b>	<b>Beispiele produktübergreifender Verfahrenstechnik in der Lebensmittelindustrie</b>	133
<b>1</b>	<b>Verfahren zur Reduktion des Wassergehalts von Lebensmitteln</b>	135
	<i>Harald Schuchmann</i>	
1.1	Eindampfen	135
1.1.1	Verfahrensprinzip und Ziele	135
1.1.2	Fallfilmverdampfer (Röhrenverdampfer) ohne mechanische Förderung	136
1.1.3	Anwendungsbeispiele für Eindampfer in der Lebensmittelindustrie	137
1.1.4	Dünnschichteindampfer	140
1.2	Trocknen	141
1.2.1	Verfahrensprinzip und Ziele	141
1.2.2	Wasseraktivität und Sorptionsisothermen	142
1.2.3	Verfahrensauswahl	145
1.2.4	Kontakt-trocknen	146
1.2.5	Gefriertrocknen	148
1.2.6	Sprühtrocknen	151
1.2.7	Kombinierte Systeme für Sprühtrocknung und Agglomeration	156
1.2.8	Mikrowellentrocknung	157
	<i>Marc Regier</i>	
1.2.9	Aromaerhaltung beim Trocknen	161
	<i>Harald Schuchmann</i>	
1.3	Membrantrennverfahren	162
1.3.1	Verfahrensprinzip	162
1.3.2	Ultrafiltration und Umkehrosmose	164
1.3.3	Nanofiltration	165
1.3.4	Kuchenbildende und Druckfiltration	165
1.3.5	Hyperbare Druckfiltration	167
<b>2</b>	<b>Agglomerieren, Granulieren, Sintern</b>	169
	<i>Harald Schuchmann</i>	
2.1	Produkte	169
2.2	Verfahrensprinzip	169
2.2.1	Übersicht über Agglomerationsverfahren	169
2.2.2	Einfluss der Kontaktzeit zwischen zwei Partikeln auf die Zugfestigkeit einer viskosen Verbindung	172
2.2.3	Einfluss der Flüssigkeitsbrücke auf die übertragbaren Trennkräfte	173
2.2.4	Löslichkeit und Rekrystallisation	174
2.2.5	Glasübergang, Verbackungen und Fließhilfsmittel	174
2.2.6	Instanteigenschaften	177
2.2.7	Bestimmen von Instanteigenschaften	178

- 2.2.8 Härte und Abriebfestigkeit von Agglomeraten 178
- 2.3 Gängige Agglomerationsverfahren und -anlagen 180
- 2.3.1 Dampfstrahlagglomeration 180
- 2.3.2 Wirbelschichtagglomeration 183
- 2.3.3 Misch- und Rollagglomeration 184
- 2.4 Anlagenbauer 187
  
- 3 Extrusion von Lebensmitteln 189**  
*Heike P. Schuchmann*
- 3.1 Produkte 189
- 3.2 Ziele der Lebensmittelextrusion 189
- 3.3 Extrusionsprozess 190
- 3.3.1 Funktionsprinzip und Terminologie 190
- 3.3.2 Prozessbeschreibung 192
- 3.3.3 Einschneckenextruder: Aufbau und Anwendungsbereiche 194
- 3.3.4 Doppelschneckenextruder: Aufbau und Anwendungsbereiche 197
- 3.3.5 Weitere Bauarten und spezielle Prozessführung von Extrudern 199
- 3.3.6 Formen und Expansion 200
- 3.4 Vorbefeuchtung 202
- 3.5 Prozesslinien auf Basis der Extrusion 203
- 3.6 Physikalische, chemische und mikrostrukturelle Änderungen der Rohstoffe  
bei der Extrusion und Auswirkung auf die Produktqualität 205
- 3.6.1 Einleitung 205
- 3.6.2 Zusammensetzung und Partikeleigenschaften der Rohstoffe 205
- 3.6.3 Physikalische Veränderungen 206
- 3.6.4 Chemische Reaktionen 208
- 3.6.5 Einfluss der Maschinen- und Prozessparameter auf die Produktqualität 210
- 3.6.6 Prozessauslegung mit Hilfe des spezifischen mechanischen Energieeintrags 212
- 3.7 Maßstabsvergrößerung, Scale-up 214
- 3.8 Modellierung 216
- 3.9 Sonstige Gesichtspunkte bei der Auswahl und dem Betrieb von Lebensmittelextrudern 218
  
- 4 Emulgieren und Schäumen 219**  
*Heike P. Schuchmann*
- 4.1 Emulsionen 219
- 4.1.1 Produkte und ihr prinzipieller Aufbau 219
- 4.1.2 Produkteigenschaften 222
- 4.1.3 Eigenschaftsfunktionen von Emulsionen 222
- 4.2 Emulgierprozess 224
- 4.2.1 Emulgiermaschinen und -apparate 224

- 4.2.2 Prozessfunktionen beim Emulgieren 228
- 4.2.3 Langzeitstabilität von Emulsionen 244
- 4.3 Schäumen 246
- 4.3.1 Produkte, Zusammensetzung und prinzipieller Aufbau 246
- 4.3.2 Herstellverfahren von Schäumen 248
- 4.3.3 Eigenschafts- und Prozessfunktionen beim Schäumen 251
- 4.3.4 Langzeitstabilität von Schäumen 251
  
- 5 Thermisches Inaktivieren von Mikroorganismen und Enzymen 253**  
*Marc Regier, Heike P. Schuchmann*
- 5.1 Definitionen und Einsatzgebiete 253
- 5.1.1 Definitionen 253
- 5.1.2 Prinzipielle Einsatzgebiete 253
- 5.2 Inaktivierungskinetik 254
- 5.2.1 Grundlegendes 254
- 5.2.2 Inaktivierungskinetik 1. Ordnung 254
- 5.2.3 Alternative Modelle zur Beschreibung der Inaktivierungskinetik 261
- 5.2.4 Prozessauslegung bei örtlich und zeitlich veränderlichen Temperaturen unter Berücksichtigung beliebiger Inaktivierungskinetiken 264
- 5.3 Verfahren zum thermischen Pasteurisieren und Sterilisieren 264
- 5.3.1 Prozessführung 264
- 5.3.2 Inaktivierung im verschlossenen Behälter 265
- 5.3.3 Getrennte Inaktivierung von Lebensmittel und Verpackung mit anschließender aseptischer Verpackung 269
- 5.3.4 Alternative athermische Pasteurisations- und Sterilisationsverfahren 271
- 5.3.5 Prüfung von Sterilisationsverfahren 273
- 5.3.6 Apparate zum Blanchieren 273
  
- 6 Kühlen und Gefrieren 277**  
*Volker Gaukel, Diana Behnlian*
- 6.1 Prinzip und Produkte 277
- 6.1.1 Prinzip 277
- 6.1.2 Begriffsbestimmung 278
- 6.1.3 Produkte 280
- 6.2 Kühlen 281
- 6.2.1 Ziele und Produktqualität 281
- 6.2.2 Kältebedarf und Berechnung der Abkühlzeit 282
- 6.2.3 Kühlverfahren 288
- 6.2.4 Kühlungslagerung 288
- 6.2.5 Verpackung 291
- 6.3 Gefrieren und Tiefgefrieren 292
- 6.3.1 Ziele und Produktqualität 292

6.3.2	Der (Tief-)Gefrierprozess	293
6.3.3	Kältebedarf und Berechnung der Gefrierzeit	298
6.3.4	Gefrierverfahren	301
6.3.5	Verpackung	305
6.3.6	Gefrierlagerung	306
6.4	(Tief-) Kühlkette	308
6.5	Auftauen	310
<b>7</b>	<b>Alternative Verfahren zum Haltbarmachen von Lebensmitteln</b>	<b>311</b>
	<i>Heike P. Schuchmann</i>	
7.1	Osmotische Vorbehandlung	311
	<i>Diana Behnlian</i>	
7.1.1	Verfahrensprinzip	311
7.1.2	Anwendungen	314
7.1.3	Prozessbeschreibung mit Hilfe mathematischer Modelle	315
7.1.4	Wirtschaftlichkeit	315
7.1.5	Verfahrenstechnische Anlagen	316
7.2	Tauchverfahren	318
	<i>Esther Mayer-Miebach, Volker Gräf</i>	
7.2.1	Verringerung der Bakterienkeimzahl bei Frischprodukten	318
7.2.2	Chemikalienfreie milde thermische Behandlung	320
7.2.3	Tauchbehandlung mit chemisch wirksamen Lösungen	323
	<i>Axel Rathjen</i>	
7.3	Behandlung mit Hochdruck	329
	<i>Heike P. Schuchmann, Mario R. Stahl</i>	
7.3.1	Verfahrensziel und Anwendungspotential	329
7.3.2	Verfahrensprinzip und Anlagen	329
7.3.3	Wirtschaftlichkeit	331
7.3.4	Produkte und gesetzliche Bestimmungen	332
7.3.5	Produktqualität	332
7.3.6	Reaktionskinetik	335
7.3.7	Nachteile des Verfahrens	336
7.3.8	Verfahrenskombination	336
7.4	Hochspannungsimpulsverfahren, Elektroimpulsverfahren („pulsed electric fields“ PEF- oder „high electric field pulses“ HELP-Verfahren)	336
	<i>Heike P. Schuchmann</i>	
7.4.1	Verfahrensprinzip	336
7.4.2	Produktqualität	337
7.4.3	Anwendungen	340
7.4.4	Prozessparameter	340
7.4.5	Auslegung eines Pasteurisierungsprozesses	341
7.5	Behandlung mit ionisierenden Strahlen (Bestrahlung)	343
	<i>Mario R. Stahl, Heike P. Schuchmann</i>	



7.5.1	Verfahrensprinzipien	343
7.5.2	Bestrahlungsanlagen	348
7.5.3	Anwendungsgebiete und Produkte	349
7.5.4	Produktqualität	351
7.5.5	Nachweis der Bestrahlung	354
7.5.6	Ernährungsphysiologische Wirkungen	355
7.5.7	Gesetzliche Bestimmungen	355
<b>8</b>	<b>Literatur zu Teil B</b>	<b>357</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>385</b>