

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Einführung</b> . . . . .	1
	Literatur . . . . .	3
<b>II</b>	<b>Chemische Veränderungen von Lebensmitteln bei der Verarbeitung und Lagerung und deren Vermeidung</b> . . .	4
1	Arten der Veränderung . . . . .	4
1.1	Hydrolytische Veränderungen . . . . .	5
1.1.1	Hydrolytische Spaltung von Kohlenhydraten . . . . .	5
1.1.2	Hydrolytische Spaltung von Lipiden . . . . .	6
1.1.3	Hydrolytische Spaltung von Proteinen . . . . .	8
1.2	Oxidative Veränderungen von Lipiden und anderen Inhaltsstoffen . . . . .	8
1.3	Die Maillard-Reaktion (nicht-enzymatische Bräunungsreaktion) . . . . .	16
1.4	Weitere qualitätsmindernde Veränderungen . . . . .	20
1.4.1	Veränderungen von Proteinen . . . . .	20
1.4.2	Empfindlichkeit von Vitaminen . . . . .	21
1.5	Haltbarkeitsdauer und sensorische Veränderungen . . . . .	22
2	Zeitabhängigkeit von Veränderungen in Lebensmitteln . . . . .	23
3	Die Einflussgrößen für Lebensmittelveränderungen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung . . . . .	27
3.1	Einfluss der Temperatur . . . . .	27
3.2	Einfluss des Wassergehalts bzw. der Gleichgewichtsfeuchtigkeit . . . . .	34
3.3	Kombinierte Einflüsse von Temperatur und Wassergehalt . . . . .	39
3.4	Sauerstoffeinfluss . . . . .	41
3.5	Lichtempfindlichkeit (vorwiegend fetthaltiger Lebensmittel)	46
3.5.1	Die Abhängigkeit der Oxidationsgeschwindigkeit belichteter Öle von der Bestrahlungsstärke . . . . .	48
3.5.2	Die Abhängigkeit der Oxidationsgeschwindigkeit belichteter Öle von der Wellenlänge des eingestrahlt Lichts . . . . .	49
3.5.3	Die Abhängigkeit der Oxidationsgeschwindigkeit belichteter Öle vom Sauerstoffpartialdruck . . . . .	50
	Literatur . . . . .	52

<b>III</b>	<b>Frischhaltepackungen für Lebensmittel</b>	57
1	Verpackung wasserdampfempfindlicher Lebensmittel	58
1.1	Berechnung der zulässigen Permeationswerte der Packmittel bzw. der zulässigen Umschlagszeiten vorzugsweise wasserdampfempfindlicher Lebensmittel	58
1.2	Instationäre Fälle	59
2	Verpackung sauerstoffempfindlicher Lebensmittel	61
2.1	Vakuumverpackung, Modifizierte Atmosphäre (MAP)	63
2.2	Berechnung der Haltbarkeit sauerstoffempfindlicher Lebensmittel	66
2.3	Sonderfälle	67
2.3.1	Sonstige Wechselwirkungen	71
2.3.2	Active Packaging	73
2.4	Verpackung und Umwelt	74
3	Packstoffe aus mikrobiologischer Sicht	75
	Literatur	76
<b>IV</b>	<b>Die mikrobiologische Gefährdung von Lebensmitteln und ihre Vermeidung</b>	78
1	Einteilung der Mikroorganismen	78
1.1	Bakterien	78
1.2	Hefen	79
1.3	Schimmelpilze	80
2	Grundbegriffe und Definitionen	81
3	Lebensmittelverderb durch Mikroorganismen	84
3.1	Mikrobielle Lebensmittelvergiftungen und erforderliche Hygienemaßnahmen	84
3.1.1	Intoxikationen und Infektionen beim Genuss von rohen Lebensmitteln	87
3.1.2	Intoxikationen und Infektionen beim Genuss erhitzter Lebensmittel	88
3.2	Möglichkeiten, um einen unerwünschten Verderb von Lebensmitteln durch Mikroorganismen zu steuern	95
3.2.1	Zugabe von mikrobienhemmenden Begleitstoffen	95
3.2.2	Einfluss der Temperatur	95
3.2.3	Senkung	98
3.2.4	Erniedrigung des pH-Wertes	99
3.2.5	Erniedrigung der Gleichgewichtsfeuchtigkeit	100
3.2.6	Sauerstofffreie Lagerung	106
	Literatur	109

<b>V</b>	<b>Die Wirkung chemischer Konservierungsstoffe</b>	112
1	Einflussgrößen	112
1.1	Einfluss der Konzentration und zeitlicher Verlauf der Wirkung	113
1.2	Einfluss des Milieus	114
1.3	Einfluss der Verteilungskoeffizienten (VQ)	116
2	Globale Wirkung und Spezifität	117
2.1	Globale Wirkung	117
2.2	Spezifität	119
3	Kombinationswirkungen	120
	Literatur	122
<b>VI</b>	<b>Frischhaltung durch Kälte (über dem Gefrierpunkt)</b>	123
1	Allgemeine Grundlagen	124
1.1	Abkühlen	124
1.2	Kaltlagerung	126
2	Kaltlagerung typischer Lebensmittelgruppen	129
2.1	Obst und Gemüse	129
2.1.1	Chemische Zusatzverfahren	134
2.2	Fleisch	138
2.2.1	Biochemische Vorgänge beim <i>Abkühlen</i> von Tierkörpern	138
2.2.2	Praktische Folgerungen	141
2.2.3	Kaltlagerung von Fleisch	145
2.2.4	Anhang (Geflügel)	148
2.3	Frischfisch	150
	Literatur	152
<b>VII</b>	<b>Tiefgefrieren von Lebensmitteln</b>	156
1	Einfrieren	156
1.1	Grundlagen	156
1.2	Durchführung des Gefrierens	164
1.2.1	Grundlagen	164
1.2.2	Konstruktive Durchführung	166
1.2.3	Gefrierkonzentrieren	170
2	Gefrierlagerung	173
2.1	Chemische Veränderungen	173
2.1.1	Eiweißstoffe	173
2.1.2	Lipide	175
2.1.3	Weitere chemische Veränderungen	176

2.2	Physikalische Veränderungen . . . . .	177
2.2.1	Rekristallisation . . . . .	177
2.2.2	Absublimieren von Wasserdampf aus dem Eis . . . . .	178
2.3	Verhalten von Mikroorganismen . . . . .	179
2.4	Einfluss der Temperatur auf die sensorischen Veränderungen	179
2.5	Neuere Einsatzbereiche (Gefrierlagerung-Kaltlagerung) . .	184
3	Auftauen . . . . .	185
3.1	Grundlagen . . . . .	185
3.2	Sonderprobleme beim Einfrieren und Auftauen von Fleisch und Fischen . . . . .	187
	Literatur . . . . .	190
<b>VIII</b>	<b>Trocknung</b> . . . . .	<b>193</b>
1	Physikalische Gesetzmäßigkeiten der Trocknung . . . . .	193
1.1	Trocknung eines grobkapillaren Gutes . . . . .	193
1.2	Trocknung hygroskopischer Stoffe . . . . .	196
2	Konstruktive Durchbildung von Trocknern . . . . .	201
2.1	Konventionelle Trocknungsverfahren . . . . .	201
2.2	Spezielle Trocknungsmethoden . . . . .	205
2.3	Instantisieren . . . . .	209
3	Die Vermeidung von Qualitätseinbußen beim Trocknen . . . . .	211
4	Haltbarkeit getrockneter Lebensmittel . . . . .	223
	Literatur . . . . .	225
<b>IX</b>	<b>Hitzesterilisierung</b> . . . . .	<b>229</b>
1	Kinetik der Mikroorganismenabtötung . . . . .	229
1.1	Abtötungs-Zeit-Kurve (Survival Curve) . . . . .	229
1.2	Abtötungs-Temperatur-Kurve (Thermal Death Time Curve – TDT) . . . . .	234
1.3	Zusatzüberlegungen . . . . .	237
2	Das örtliche und zeitliche Temperaturfeld in Behältern während der Mikroorganismenabtötung durch Sterilisieren . .	242
2.1	Konventionelle Berechnungsmethode (general method) . .	242
2.2	Weitere Methoden . . . . .	247
3	Qualitätseinbußen beim Sterilisieren . . . . .	248
3.1	Erweiterte Rechenverfahren . . . . .	248
3.2	Beim Sterilisieren ablaufende Veränderungen im Einzelnen	251
3.3	Maßnahmen zur Verringerung von Qualitätseinbußen beim Sterilisieren und nachfolgendem Lagern . . . . .	254
3.3.1	Verbesserung des Sterilisiervorgangs . . . . .	254
3.3.2	Lagerveränderungen und deren Vermeidung . . . . .	258

4	Konstruktive Durchbildung von Sterilisierapparaten . . . . .	260
4.1	Absatzweise arbeitende Autoklaven . . . . .	260
4.2	Durchlaufautoklaven . . . . .	262
4.3	Aseptikanlagen . . . . .	264
5	Dichtigkeitsfragen . . . . .	270
6	Über den Wirkdruck beim Sterilisieren von Lebensmitteln . .	271
6.1	Starre Behälter . . . . .	271
6.2	Behälter mit variablem Volumen . . . . .	272
	Literatur . . . . .	275
<b>X</b>	<b>Sanftere vorwiegend nichtthermische Konservierungsverfahren</b>	<b>279</b>
1	Konservierung von Lebensmitteln mittels ionisierenden Strahlen . . . . .	281
1.1	Strahlungsquellen . . . . .	283
1.2	Messgrößen . . . . .	285
1.3	Wirkung auf Mikroorganismen und Insekten . . . . .	285
1.4	Bestrahlen von Lebensmitteln . . . . .	287
1.4.1	Bestrahlen mit hohen Dosen . . . . .	288
1.4.2	Bestrahlen mit mittleren und niedrigen Dosen . . . .	288
1.4.3	Kombinationsverfahren . . . . .	292
1.4.4	Schlussbetrachtung . . . . .	293
	Literatur . . . . .	296
2	Sous-Vide-Verfahren . . . . .	299
	Literatur . . . . .	300
3	Konservierung mit natürlichen Chemikalien . . . . .	300
3.1	Zuckern . . . . .	301
3.2	Salzen . . . . .	301
3.3	Einlegen in Essig . . . . .	302
4	Biokonservierung . . . . .	302
	Literatur . . . . .	304
5	Isostatische Hochdruckkonservierung . . . . .	304
	Literatur . . . . .	308
6	Hochspannungsimpulsverfahren . . . . .	308
	Literatur . . . . .	310
<b>XI</b>	<b>Erfassung der Einflussgrößen auf die Qualität und Qualitätserhaltung verpackter Lebensmittel</b>	<b>311</b>
1	Abiotischer Verderb von beispielhaften Lebensmitteln . . . . .	312
1.1	Kakaoerzeugnisse (Schokolade) . . . . .	312
1.1.1	Ursachen von Qualitätsschäden . . . . .	312
1.1.2	Vermeidbare Veränderungen durch geeignetes Verpacken . . . . .	313
1.1.3	Verpackung . . . . .	314

1.1.4	Durch die Verpackung nicht beeinflussbare Qualitätsfaktoren . . . . .	316
1.1.5	Haltbarkeit . . . . .	317
Literatur	. . . . .	318
1.2	Röstkaffee . . . . .	319
1.2.1	Allgemeine Anforderungen an die Verpackung . . .	319
1.2.2	Spezielle Anforderungen . . . . .	320
Literatur	. . . . .	324
1.3	Trockensuppenerzeugnisse . . . . .	324
1.3.1	Spezifische Empfindlichkeiten . . . . .	324
1.3.2	Anforderungen an die Packmittel . . . . .	325
1.3.3	Folgerungen für die im Handel befindlichen Packmittel . . . . .	326
Literatur	. . . . .	327
1.4	Butter . . . . .	327
1.4.1	Spezifische Empfindlichkeiten . . . . .	328
1.4.2	Anforderungen an die Packmittel . . . . .	328
1.4.3	Folgerungen für die (vor allem in der Bundesrepublik Deutschland) im Handel befindlichen Packmittel . .	328
1.4.4	Verordnungen, Normen . . . . .	330
1.4.5	Kritische Überlegungen . . . . .	330
Literatur	. . . . .	331
1.5	Pasteurisierte Fruchtsäfte . . . . .	331
1.5.1	Spezifische Empfindlichkeiten . . . . .	331
1.5.2	Mindeshaltbarkeit von Fruchtsäften, Fruchtnektaren und stillen Fruchtgetränken . . . . .	333
1.5.3	Anforderungen an die Verpackung . . . . .	335
1.5.4	Regelungen für Fruchtsaft und -konzentrat . . . . .	336
Literatur	. . . . .	337
2	Vorwiegend mikrobiologischer Verderb an beispielhaften Lebensmitteln . . . . .	338
2.1	Mischsalate . . . . .	338
2.2.1	Spezifische Empfindlichkeiten . . . . .	339
2.1.2	Abhilfemaßnahmen . . . . .	339
2.1.3	Praktische Erfahrungen hinsichtlich Haltbarkeitsverlängerung von zerkleinertem Gemüse durch Schutzgase . . . . .	340
2.1.4	Schlussfolgerungen für die Verpackung . . . . .	341
Literatur	. . . . .	342
2.2	Weichkäse . . . . .	344
2.2.1	Spezifische Empfindlichkeiten . . . . .	344
2.2.2	Anforderungen an die Verpackung . . . . .	344

2.2.3	Folgerungen für eine optimale Verpackung . . . . .	345
2.2.4	Problematik . . . . .	346
Literatur	. . . . .	346
2.3	Mögliche Mischfälle: Fertiggerichte und Teilfertiggerichte für die Aufbereitungsküche . . . . .	346
2.3.1	Spezielle Empfindlichkeiten von Fertiggerichten . . . . .	348
2.3.2	Gewonnene Erfahrungen . . . . .	349
2.3.3	Anforderungen an die Verpackung . . . . .	352
2.3.4	Folgerungen für die im Handel befindlichen Erzeugnisse . . . . .	353
Literatur	. . . . .	355
2.4	Fleischwaren . . . . .	356
2.4.1	Spezifische Empfindlichkeiten . . . . .	356
2.4.2	Problematik . . . . .	357
2.4.3	Schnittware: Anforderungen an die Packmittel . . . . .	357
2.4.4	Folgerungen für Haltbarkeit und Wahl der Packmittel . . . . .	359
Literatur	. . . . .	360
2.5	Brot . . . . .	361
2.5.1	Ganzbrot . . . . .	361
2.5.2	Schnittbrot . . . . .	363
2.5.3	Konservierungsverfahren und Verpackung . . . . .	363
Literatur	. . . . .	365
2.6	Friskäse . . . . .	365
2.6.1	Spezifische Anforderungen . . . . .	365
2.6.2	Anforderungen an die Packmittel, Hygiene beim Einsatz . . . . .	365
2.6.3	Verpackung und Mindesthaltbarkeitszeit . . . . .	366
Literatur	. . . . .	367
2.7	Halbhartkäse (Stückkäse und Käsescheiben) . . . . .	368
2.7.1	Spezifische Empfindlichkeiten des Füllgutes . . . . .	368
2.7.2	Anforderungen an die Verpackung . . . . .	369
2.7.3	Folgerungen für eine optimale Verpackung . . . . .	369
2.7.4	Probleme . . . . .	370
Literatur	. . . . .	371
2.8	Schmelzkäse . . . . .	371
2.8.1	Spezifische Empfindlichkeiten . . . . .	371
2.8.2	Folgerungen für die Verpackung . . . . .	372
2.8.3	Handelsübliche Verpackungen . . . . .	372
Literatur	. . . . .	373

<b>XII</b>	<b>Wünsche im Interesse des Verbrauchers und zu dessen Schutz . . . . .</b>	<b>374</b>
Literatur	. . . . .	380