Technologie der Milchverarbeitung
Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 13. Auflage V
Die Autoren VII

1 Einführung zur Technologie 1
1.1 Technologische Grundbegriffe 1
1.2 Milchwirtschaftliche Technologie. 3
1.3 Molkereibetriebe 4
1.4 Entwicklungstendenzen der Milchwirtschaft 5
1.4.1 Industrie 4.0 5
1.4.2 Milchwirtschaftliche Entwicklungsszenarien 7
2 Milch als Rohstoff und Lebensmittel. 11
2.1 Begriffe 11
2.2 Milch als Lebensmittel. 11
2.3 Zusammensetzung und Eigenschaften der Milch. 16
2.3.1 Chemische Zusammensetzung 18
2.3.1.1 Wasser 19
2.3.1.2 Milchfett. 21
2.3.1.3 Milcheiweiß 23
2.3.1.4 Milchzucker (Lactose) 27
2.3.1.5 Milchsalze 29
2.3.1.6 Enzyme 31
2.3.1.7 Vitamine. 32
2.3.1.8 Gase und organische Säuren 34
2.3.1.9 Fremdstoffe 35
2.3.2 Physikalisch-chemische Eigenschaften 38
2.3.2.1 Begriffe 38
2.3.2.2 Verteilungsgrad und Lösungsformen 40
2.3.2.3 Dichte 42
2.3.2.4 Siede- und Gefrierpunkt. 43
2.3.2.5 Chemische Reaktion – pH-Wert. 43
2.3.2.6 Redoxpotential. 47
2.3.2.7 Viskosität (Zähigkeit) 48
2.3.2.8 Oberflächenspannung 48
2.3.2.9 Lichtbrechungsvermögen 48
2.3.2.10 Elektrische Leitfähigkeit. 49
2.3.2.11 Spezifische Wärmekapazität 49
2.4 Mikrobiologie der Milch 50
2.4.1 Grundlagen 50
2.4.2 Technologisch nützliche Keime – Mikroorganismenkulturen 51
2.4.3 Technologische Schadkeime – Krankheitserreger 58
2.4.4 Mikrobiologische Eigenschaften der Rohmilch 59
2.5 Zellgehalt der Milch 60
2.6 Lebensmittelsicherheit und Qualität 60
2.6.1 Management 61
2.6.2 Hygiene 62
2.6.2.1 Definitionen 62

2.6.2.2 Risikoanalyse 63
2.6.2.3 Hygienebereiche 64
2.6.3 Qualitätssicherung. 67
2.6.3.1 Definitionen 67
2.6.3.2 Qualitätskontrolle 68
2.6.3.3 Qualitätsbewertung/Güteprüfung 70
2.6.4 Nachhaltigkeit 72
2.7 Rohmilch 73
2.7.1 Milchtierhaltung. 74
2.7.2 Milchbildung 77
2.7.3 Milchgewinnung. 79
2.7.4 Rohmilchqualität 82
2.7.4.1 Qualitätseigenschaften 82
2.7.4.2 Qualitätsanforderungen 83
2.7.4.3 Qualitätseinflüsse 83
2.7.5 Rohmilchsammlung 88
2.8 Milchwirtschaftliche Umrechnungsfaktoren und Kennzahlen 90
2.8.1 Milchäquivalente 90
2.8.2 Molkenanfall 93
3 Milchannahme 95
3.1 Mengenermittlung 95
3.2 Gütebestimmung 96
3.3 Kaufpreis 99
3.4 Verfahren der Milchannahme 100
4 Milchbearbeitung 103
4.1 Begriffe und Bedeutung 103
4.2 Technologie 103
4.2.1 Rohmilch-Vorstapelung 103
4.2.2 Reinigen der Milch 105
4.2.3 Entrahmen der Milch 106
4.2.3.1 Begriff und Bedeutung. 106
4.2.3.2 Entrahmungsvorgang. 107
4.2.3.3 Einflussfaktoren auf Entrahmungsschärfe und Entrahmungsqualität 109
4.2.3.4 Separatoren 111
4.2.4 Homogenisieren. 114
4.2.4.1 Grundlagen 114
4.2.4.2 Verfahrensweise 117
4.2.4.3 Homogenisiermaschinen 119
4.2.5 Standardisieren der Milch 122
4.2.5.1 Fettstandardisierung 122
4.2.5.2 Eiweißstandardisierung 125
4.2.6 Maschinelles Entkeimen der Milch – Baktofugieren 126
4.2.7 Wärmebehandlung der Milch. 128
4.2.7.1 Einflüsse bei der Wärmebehandlung 130
4.2.7.2 Wärmebehandlungsverfahren 138
4.2.7.3 Apparate zur Wärmebehandlung 143
4.2.8 Kühlen der Milch 150
4.2.9 Membranfiltration (Membranverfahren, Membrantechnik) 151
4.2.9.1 Grundlagen 151

4.2.9.2 Mikrofiltration und Ultrafiltration. 154
4.2.9.3 Nanofiltration und Umkehrosmose 160
4.2.9.4 Elektrodialyse und Gelfiltration 161
4.2.9.5 Anwendungsgebiete. 163
4.3 Prozesslinien zur Milchbearbeitung 164
4.4 Milchwirtschaftliche Arbeitsmittel 167
4.4.1 Maschinen, Apparate. 168
4.4.2 Behälter 169
4.4.3 Werkstoffe und Oberflächenbeschaffenheit 178
4.4.4 Bauelemente 179
4.4.4.1 Rohrleitungen. 179
4.4.4.2 Armaturen 182
4.4.5 Pumpen 191
4.4.6 Rührer 196
4.4.7 Messtechnik. 198
5 Konsummilch, Milchmisch- und Sahneerzeugnisse 205
5.1 Konsummilch 205
5.1.1 Begriffe und Sorten 205
5.1.2 Herstellungsverfahren (Technologie) 209
5.1.2.1 Pasteurisierte Milch 210
5.1.2.2 Hochpasteurisierte Milch, ESL-Milch 213
5.1.2.3 Ultrahocherhitzte Milch 218
5.1.2.3.1 UHT-Anlagen 219
5.1.2.3.2 Steriltanks 223
5.1.2.4 Sterilisierte Milch. 224
5.1.3 Verpacken der Konsummilch 224
5.1.3.1 Allgemeine Grundlagen 224
5.1.3.2 Verpackungsformen und -systeme. 228
5.1.3.3 Hygienische Anforderungen. 230
5.1.3.4 Großverbraucherverpackung 232
5.1.3.5 Flaschenmilch 233
5.1.3.6 Kartonverpackung 240
5.1.3.7 Folien-Verpackung 244
5.1.3.8 Prozesslinien 246
5.1.4 Kennzeichnung der Konsummilch 251
5.1.4.1 Grundlagen der Kennzeichnung 251
5.1.4.2 Milchkennzeichnung 255
5.1.5 Lagerung und Versand der Konsummilch 257
5.1.6 Qualitätsbewertung der Konsummilch. 258
5.2 Milchmischgetränke. 259
5.2.1 Begriff und Bedeutung. 259
5.2.2 Lebensmittelzusatzstoffe. 259
5.2.2.1 Einteilung 261
5.2.2.2 Hydrokolloide. 261
5.2.2.3 Gelatine 263
5.2.2.4 Fruchtzubereitungen 264
5.2.2.5 Fettersatzstoffe/Fettaustauscher 264
5.2.2.6 Lebensmittelfarbstoffe. 265
5.2.2.7 Aromastoffe und Essenzen 267

5.2.2.8 Gase. 268
5.2.3 Kakaomilchgetränke 269
5.2.3.1 Begriffe und Zusatzstoffe. 269
5.2.3.2 Herstellungsverfahren 270
5.2.4 Fruchtmilch 271
5.3 Sahneerzeugnisse 271
5.3.1 Begriffe und Sorten 271
5.3.2 Schlagsahne. 272
5.3.2.1 Begriff und Anforderungen 272
5.3.2.2 Beeinflussen der Schlagbarkeit 273
5.3.2.3 Herstellungsverfahren 274
5.3.3 Kaffeesahne und saure Sahne 277
5.3.3.1 Kaffeesahne. 277
5.3.3.2 Saure Sahne 278
5.3.4 Qualitätsbewertung 278
5.4 Milchdesserts und Cremeprodukte 279
5.4.1 Begriffe und Bedeutung 279
5.4.2 Herstellungsverfahren 280
5.5 Rekonstituierte und rekombinierte Milch. 281
6 Butter und Streichfette 285
6.1 Begriffe, Sorten und Beschaffenheit 285
6.2 Technologie der Butterherstellung. 287
6.2.1 Rahm (Sahne) 289
6.2.1.1 Rahmzulieferung 291
6.2.1.2 Rahmerhitzung, -kühlung und -entgasung 293
6.2.1.3 Rahmreifung 295
6.2.1.3.1 Physikalische Reifung 296
6.2.1.3.2 Biochemische Reifung 300
6.2.1.3.3 Reifungsverfahren 302
6.2.2 Buttereikultur. 304
6.2.3 Butterung. 306
6.2.3.1 Butterbildung 306
6.2.3.2 Nachbutterung, Abtrennen der Buttermilch. 309
6.2.3.3 Kneten (Mischen). 310
6.2.4 Salzen und Kräuterzugabe 312
6.3 Butterungsverfahren (Prozesslinien) 312
6.3.1 Diskontinuierliches Verfahren (Butterfertiger). 313
6.3.2 Kontinuierliches Butterungsverfahren 315
6.4 Fettkonzentrat-Kühlverfahren (Separierverfahren) 318
6.5 Mischfetterzeugnisse. 320
6.6 Fett-Emulgier-Verfahren. 323
6.7 Milchfetterzeugnisse 323
6.7.1 Gewinnung und Bedeutung 323
6.7.2 Raffination von AMF 326
6.8 Reduzierung des Cholesterol-Gehaltes 328
6.9 Verpacken und Kennzeichnen der Butter. 329
6.9.1 Verpacken 329
6.9.2 Kennzeichnen. 332
6.10 Lagerung und Transport der Butter 333

6.11 Qualitätsbewertung 333
6.12 Butterausbeute 336
7 Käserei 337
7.1 Begriffe und Bedeutung 337
7.2 Klassifizierung 338
7.3 Technologie der Labkäseherstellung 343
7.3.1 Auswahl der Käsereimilch 345
7.3.2 Technologische Vorbehandlung der Käsereimilch 347
7.3.2.1 Wärmebehandeln. 347
7.3.2.2 Mikrofiltration, Homogenisieren, Bazillen beseitigen, Vorstapeln 348
7.3.2.3 Vorstapeln 349
7.3.2.4 Standardisieren 350
7.3.2.5 Zugabe von Hilfsstoffen 354
7.3.3 Vorreifen der Käsereimilch. 355
7.3.4 Eiweißgerinnung (Gelbildung) 359
7.3.4.1 Grundlagen 359
7.3.4.2 Einflussfaktoren der enzymatischen Gerinnung. 361
7.3.5 Bruchbereitung und -bearbeitung 366
7.3.5.1 Grundlagen 366
7.3.5.2 Technik der Bruchbereitung. 367
7.3.6 Formen, Wenden, Pressen 377
7.3.7 Salzen 385
7.3.8 Abtrocknen der Oberfläche 394
7.3.9 Käsereifung 394
7.3.9.1 Vorgänge bei der Reifung. 395
7.3.9.2 Reifungsverlauf und -bedingungen. 400
7.3.10 Prozesslinien der Labkäserei 406
7.3.10.1 Arbeitsräume 406
7.3.10.2 Hartkäse 406
7.3.10.3 Cheddar 408
7.3.10.4 Schnittkäse 408
7.3.10.5 Plastifizierter Käse. 408
7.3.10.6 Weichkäse 412
7.3.10.7 Verfahren mit kontinuierlicher Eiweißgerinnung 414
7.3.11 Qualitätsbewertung 414
7.3.12 Labkäse-Ausbeute 419
7.4 Frischkäse 420
7.4.1 Speisequark. 421
7.4.1.1 Auswahl und Vorbehandeln der Käsereimilch 422
7.4.1.2 Fermentieren 423
7.4.1.3 Konzentrieren/Bruchtrennen. 424
7.4.1.4 Kühlen des Quarks. 431
7.4.1.5 Fettgehaltseinstellung/Fettaustausch. 432
7.4.1.6 Haltbarmachen 433
7.4.2 Quarkzubereitungen, Frischkäse, Quarkcreme-Desserts. 437
7.4.2.1 Quarkzubereitungen 437
7.4.2.2 Rahmfrischkäse, Doppelrahmfrischkäse 437
7.4.2.3 Quarkcreme-Desserts 441
7.4.3 Schichtkäse 441

7.4.4 Buttermilchquark 442
7.4.5 Körniger Frischkäse 443
7.4.6 Verpacken von Frischkäse 445
7.4.7 Qualitätsbewertung 447
7.5 Käse aus Sauermilchquark 448
7.5.1 Sauermilchquark 448
7.5.2 Sauermilchkäse 450
7.5.3 Kochkäse 451
7.6 Kräuterkäse 452
7.7 Schmelzkäse 452
7.7.1 Technologie 453
7.7.1.1 Rohware. 454
7.7.1.2 Zusammenstellen von Schmelzpartien und Zusatzstoffen. 455
7.7.1.3 Schmelzprozess. 461
7.7.1.4 Nachbehandlung 465
7.7.2 Qualitätsbewertung 466
7.8 Grillkäse. 468
7.9 Verpacken des Käses. 469
7.9.1 Verpackungsmittel 469
7.9.2 Verpackungstechnik 470
7.9.3 Paraffinieren 475
7.10 Milcheiweißerzeugnisse. 476
7.10.1 Casein-Herstellung. 477
7.10.2 Caseinat-Herstellung 478
7.10.3 Copräcipitat-Herstellung 479
8 Sauermilcherzeugnisse 481
8.1 Begriffe, Bedeutung und Sorten. 481
8.2 Joghurterzeugnisse 483
8.2.1 Technologie der Joghurtherstellung 485
8.2.1.1 Starterkultur 487
8.2.1.2 Trockensubstanz-Standardisieren 490
8.2.1.3 Entgasen 494
8.2.1.4 Homogenisieren. 494
8.2.1.5 Wärmebehandeln. 494
8.2.1.6 Beimpfen 496
8.2.1.7 Fermentieren 496
8.2.1.8 Kühlen 499
8.2.1.9 Zusätze 499
8.2.1.10 Haltbarmachen 500
8.2.2 Prozesslinien zur Joghurtherstellung 502
8.3 Kefir 510
8.3.1 Begriff 510
8.3.2 Herstellungsverfahren 511
8.4 Acidophilusmilch 512
8.5 Buttermilch 512
8.5.1 Begriff 512
8.5.2 Gewinnung saurer Buttermilch 513
8.5.3 Herstellen gesäuerter Buttermilch. 514
8.6 Sauermilch. 514

8.6.1 Begriffe 514
8.6.2 Herstellungsverfahren 514
8.7 Qualitätsbewertung 515
8.8 Kennzeichnung, Lagerung und Transport. 516
9 Dauermilcherzeugnisse 519
9.1 Begriff und Bedeutung. 519
9.2 Technologie 519
9.2.1 Milchauswahl und -vorbehandlung. 520
9.2.2 Eindicken (Konzentrieren) 523
9.2.2.1 Grundlagen 524
9.2.2.2 Verdampfer 525
9.2.2.3 Ausrüstung und Kennziffern. 532
9.2.2.4 Steuerung der Verdampfung und Fertigkonzentrat 534
9.2.2.5 Vorkonzentrieren mit Membrantrennverfahren 536
9.3 Kondensmilch 538
9.3.1 Begriff 538
9.3.2 Herstellungsverfahren 538
9.3.2.1 Homogenisieren und Zwischenlagern 538
9.3.2.2 Verpacken 539
9.3.2.3 Sterilisieren 540
9.4 Gezuckerte Kondensmilch 545
9.4.1 Begriff 545
9.4.2 Herstellungsverfahren 545
9.4.2.1 Eindicken und Verzuckerung 546
9.4.2.2 Kühlen und Verpacken 547
9.5 Trockenmilch (Milchpulver) 549
9.5.1 Begriffe und Sorten 549
9.5.2 Herstellungsverfahren 550
9.5.2.1 Milchauswahl und -vorbehandlung. 551
9.5.2.2 Eindicken 552
9.5.2.3 Trocknen 553
9.5.2.3.1 Walzentrocknung (Kontakttrocknung) 554
9.5.2.3.2 Sprühtrocknung (Zerstäubungstrocknung) 556
9.5.2.4 Verpacken 567
9.6 Kennzeichnung, Lagerung und Transport. 567
9.7 Qualitätsbewertung 568
10 Molke und Molkeverwertung 571
10.1 Begriff und Zusammensetzung der Molke 571
10.2 Verwertung der Molke 572
10.3 Tierernährung 573
10.4 Molkengetränke, Trinkmolke 575
10.5 Molkenkonzentrate und -pulver 575
10.5.1 Vorbehandlung. 576
10.5.2 Konzentratgewinnung 578
10.5.3 Trocknung 579
10.6 Fraktionierung der Molke. 580
10.6.1 Molkenproteine 580
10.6.1.1 Membrantrennung 580
10.6.1.2 Mikropartikulierung 583

10.6.1.3 Enzymatische Modifizierung von Molkenprotein 585
10.6.1.4 Eiweißgewinnung durch Fällung. 585
10.6.1.5 Zentrifugieren 586
10.6.1.6 Präzisionsfermentation von Sauermolke 587
10.6.1.7 Molkenkäse 588
10.6.2 Milchzucker (Lactose) 588
10.6.2.1 Bedeutung und Begriff. 588
10.6.2.2 Gewinnen von Rohmilchzucker 589
10.6.2.3 Gewinnen des reinen Milchzuckers – Raffination 591
10.6.2.4 Prozesslinie zur Milchzuckergewinnung. 591
10.6.3 Entsalzen 592
10.7 Biogas 593
10.8 Bioethanol 595
10.9 Molkenverhefung 596
11 Pflanzliche und zellbasierte Alternativen für Milchprodukte 599
11.1 Definition und Bedeutung 599
11.2 Substitutionsprodukte 600
11.3 Imitations- oder Alternativprodukte. 601
11.4 Fermentativ erzeugte Proteine und Fette 617
12 Reinigung und Desinfektion in der Molkerei 621
12.1 Begriffe und Bedeutung 621
12.2 Art und Beschaffenheit der Verunreinigungen. 622
12.3 Form, Werkstoffe und Oberflächenbeschaffenheit der zu reinigenden Flächen . . 622
12.4 Forderungen, Art und Wirkung der Reinigungs- und Desinfektionsmittel 625
12.4.1 Forderungen und Art der Mittel 625
12.4.2 Wirkung der Reinigungsmittel 626
12.4.3 Wirkung der Desinfektionsmittel 629
12.5 Reinigungs- und Desinfektionsverfahren 632
12.5.1 Geschlossene Anlagen. 632
12.5.2 Räume und offenen Arbeitsflächen 640
12.5.3 Ultra-Clean-Produktion 640
12.5.4 Membranreinigung. 642
12.6 Kontrolle der Reinigung und Desinfektion 645
12.7 Qualität des verwendeten Wassers und benutzte Reinigungslösungen 646
13 Wasserversorgung und Abwasserbehandlung der Molkerei 649
13.1 Wasserversorgung 649
13.1.1 Wasserbedarf. 649
13.1.2 Wasserbeschaffung 649
13.1.3 Wasserqualität 650
13.1.4 Wasseraufbereitung. 654
13.2 Abwasserbehandlung. 656
13.2.1 Anfall und Zusammensetzung 656
13.2.2 Abwasserreinigung (Klärung) 658
13.2.2.1 Mechanische Reinigung 658
13.2.2.2 Biologische Reinigung 659
14 Kälteversorgung der Molkerei 663
14.1 Begriff 663
14.2 Kälteanlagen 663
14.3 Kälteträger, Kältespeicherung 666

14.3.1 Kältespeicherung mittels Sole 667
14.3.2 Kältespeicherung mittels Eiswassers. 668
14.4 Kälteverteilung. 670
15 Wärmeversorgung der Molkerei 673
15.1 Wärmeerzeugung. 673
15.2 Wasserdampf 674
15.3 Dampfverteilung und Dampfbedarf 674
15.4 Heißwasserbereitung 676
15.5 Heizung und Klimatisierung 677
16 Stromversorgung der Molkerei 681
16.1 Elektromotoren 681
16.2 Elektroenergiebedarf der Molkerei 682
17 Druckluftversorgung der Molkerei. 683
18 Arbeitsschutz 685
Stichwortverzeichnis. 687