

Inhalt

- Vorwort** XI
- 1 Produkte der Kaliindustrie** 1
Ingo Stahl, Wolfgang W. Beer, Karl Rainer Wambach-Sommerhoff, Roland Keidel
- 2 Düngemittel** 119
Klaus Jasche, Hans-Joachim Niclas
- 3 Pflanzenschutzmittel** 213
Franz Müller
- 4 Technologie der Kohlenhydrate** 315
Klaus Buchholz, Bernhard Ekelhof, Waltraud Vorwerg, Sylvia Radosta, Jan Dijksterhuis, Martin Walter
- 5 Lebensmitteltechnologie und -verfahrenstechnik** 413
Heike P. Schuchmann, Harald Schuchmann
- 6 Geruchsstoffe und Aromen** 519
Mike Mattner
- 7 Arzneimittel** 561
Käthe Baumann, Thomas Gießmann, Peter Graß, Andreas Greinacher, Wolfgang Holla, Manfred Hunz, Oliver Kayser, Gerhard Maldener, Guido Radtke, Werner Siegmund, Steffen Weinbrenner, Werner Weitschies
- 8 Futter- und Lebensmitteladditive** 715
Hans-Ullrich Hoppe, Christoph Weckbecker
- 9 Tenside, Wasch- und Reinigungsmittel** 795
Herrmann G. Hauthal

10 Kosmetik und Körperpflege 937

Annette zur Mühlen, Andreas Domsch, Hagen Tronnier, Ulrike Heinrich

11 Glas 991

Hans-Jörg Voss

12 Keramik 1097

Hans Walter Hennicke, Sigismund Kienov

Bearbeitet von Jürgen Huber

Stichwortverzeichnis 1183

1

Produkte der Kaliindustrie

Ingo Stahl, Wolfgang W. Beer, Karl Rainer Wambach-Sommerhoff, Roland Keidel

- 1 Einführung 3**
 - 1.1 Das Element Kalium 3
 - 1.2 Historisches 3

- 2 Kalivorkommen 8**
 - 2.1 Minerale der Kalilagerstätten 8
 - 2.2 Bildung, Verbreitung, Nutzung von Kalilagerstätten 8
 - 2.3 Weltkalivorräte 26

- 3 Gewinnung von Kaligesteinen und kaliumhaltigen Lösungen 28**
 - 3.1 Bergbau 28
 - 3.2 Solende Gewinnung (Lösungsbergbau) 30
 - 3.3 Gewinnung von natürlichen Salzlösungsvorkommen 32
 - 3.4 Gewinnung von anderen kaliumhaltigen Erzen 34

- 4 Kaliumchlorid 35**
 - 4.1 Eigenschaften 35
 - 4.2 Mahlung 36
 - 4.3 Herstellung durch Kristallisation aus der Lösung 40
 - 4.3.1 Phasentheorie 40
 - 4.3.2 Heißlöseverfahren 44
 - 4.3.3 Carnallit-Verarbeitung 50
 - 4.3.4 Technologie 53
 - 4.4 Flotation 58
 - 4.4.1 Grundlagen 59
 - 4.4.2 Technologie 63
 - 4.4.3 Prozesse 66
 - 4.5 Elektrostatische Trennung 68
 - 4.5.1 Grundlagen 69
 - 4.5.2 Technologie 69
 - 4.5.3 Prozesse 71
 - 4.6 Schwereretrennung 72

4.7	Deckprozess	73
4.8	Entwässerung und Trocknung	75
4.9	Granulierung	78
4.10	Prozesskontrolle	80
4.11	Umweltschutz	82
4.12	Gesundheit und Arbeitsschutz	84
4.13	Qualitätsanforderungen	84
4.14	Wirtschaftliches	87
5	Kaliumsulfat	91
5.1	Eigenschaften	92
5.2	Herstellung	93
5.2.1	Aus Kaliumchlorid und Schwefelsäure (Mannheim-Prozess)	93
5.2.2	Aus Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat	95
5.2.3	Aus Kaliumchlorid und Langbeinit	97
5.2.4	Aus Kaliumchlorid und Kainit	97
5.2.5	Aus Kaliumchlorid und Natriumsulfat	99
5.2.6	Aus Kaliumchlorid und Calciumsulfat	99
5.2.7	Aus Alunit	100
5.2.8	Aus natürlichen Lösungen	100
5.3	Granulierung	100
5.4	Gesundheit und Arbeitsschutz	101
5.5	Qualitätsanforderungen	101
5.6	Wirtschaftliches	102
6	Kalium-Magnesiumprodukte	103
7	Herstellung von Kaliumsalzen aus natürlichen Lösungen	104
7.1	Das Tote Meer	104
7.2	Great Salt Lake (USA)	105
7.3	Searles Lake (USA)	106
7.4	Salar de Atacama (Chile)	106
7.5	Qarhan See (China)	106
7.6	Weitere Vorkommen	107
8	Lagerung und Transport	107
9	Analytik des Kaliums	108
10	Literatur	108

2

Düngemittel

Klaus Jasche, Hans-Joachim Niclas

- 1 Grundlagen der Düngung 121**
 - 1.1 Notwendigkeit der Düngung 121
 - 1.2 Historischer Rückblick 121
 - 1.3 Erfolge und Probleme der Düngung 122
 - 1.4 Nährstoffbedarf der Pflanzen 124
 - 1.5 Nährstoff- und Düngerkategorien 124
 - 1.5.1 Stickstoffdüngung 126
 - 1.5.2 Phosphordüngung 129
 - 1.5.3 Kaliumdüngung 132
 - 1.5.4 Schwefeldüngung 132
 - 1.5.5 Magnesium- und Calciumdüngung 133
 - 1.5.6 Düngung mit Spurennährstoffen 135
 - 1.6 Anwendungsform der Mineraldünger 136
 - 1.7 Gesetzliche Regelungen 138
 - 1.8 Düngung und Umwelt 139
 - 1.9 Nährstoffbedarfsermittlung und Düngung nach »guter fachlicher Praxis« 141
 - 1.10 Mineraldüngung und Ernährung 143
 - 1.11 Mineraldüngung und Energiegewinnung aus Pflanzen 145
 - 1.12 Mineraldüngung und Precision Farming 146
- 2 Die Mineraldüngerindustrie 147**
 - 2.1 Weltweite Produktionsentwicklung 147
 - 2.2 Wichtige Mineraldünger 148
 - 2.2.1 Stickstoffdüngemittel 148
 - 2.2.1.1 Dünger auf Ammoniakbasis 148
 - 2.2.1.2 Nitrathaltiger Dünger 150
 - 2.2.1.3 Stickstoff-Flüssigdünger 154
 - 2.2.1.4 Stabilisierte Stickstoffdüngemittel 157
 - 2.2.1.5 Langsam wirkende Stickstoffdüngemittel 159
 - 2.2.2 Phosphatdüngemittel 165
 - 2.2.2.1 Superphosphat/Triplesuperphosphat 165

- 2.2.2.2 Partiiel sauer aufgeschlossenes Rohphosphat und basische Phosphate 167
- 2.2.2.3 Ammoniumphosphate 168
- 2.2.3 Kaliumdüngemittel 169
- 2.2.4 Mehrnährstoffdüngemittel 170
 - 2.2.4.1 Mischdüngemittel 170
 - 2.2.4.2 Komplexdüngemittel 174
 - 2.2.4.3 Flüssige Mehrnährstoffdüngemittel 182

3 Formgebungsverfahren für feste Düngemittel 185

- 3.1 Allgemeines 185
- 3.2 Prillierung 187
- 3.3 Granulierung 188

4 Düngereigenschaften und Düngerqualität 196

- 4.1 Hygroskopizität 197
- 4.2 Verbackungen und Lagereigenschaften 198
- 4.3 Konditionierung 200
 - 4.3.1 Äußere Konditionierung 200
 - 4.3.2 Innere Konditionierung 201
- 4.4 Granaliencharakterisierung 204

5 Ausblick 206

6 Literatur 207

3

Pflanzenschutzmittel

Franz Müller

- 1 **Einleitung** 216

- 2 **Geschichte der Pflanzenschutzmittel** 218
 - 2.1 vor Christus 218
 - 2.2 nach Christus 218
 - 2.3 Herbizide 220
 - 2.4 Fungizide 221
 - 2.5 Insektizide 221

- 3 **Geschichte der Pflanzenschutzmittelindustrie** 222

- 4 **Wirtschaftliche Bedeutung** 223

- 5 **Zulassung von Pflanzenschutzmitteln** 228
 - 5.1 Entwicklung der behördlichen Anforderungen 228
 - 5.2 Die Entwicklungsphasen eines Wirkstoffs 230
 - 5.2.1 Chemische und biologische Aspekte 231
 - 5.2.2 Toxikologische Aspekte 233
 - 5.2.3 Ökologische Aspekte 235
 - 5.2.4 Biopflanzenschutzmittel 236
 - 5.3 Beurteilung der eingereichten Daten durch die Behörden/Institutionen 236
 - 5.4 Ausblick 242

- 6 **Herstellung und Eigenschaften von Pflanzenschutzwirkstoffen** 247
 - 6.1 Herbizide 247
 - 6.1.1 Cyclohexenoxime 249
 - 6.1.2 2,6-Dinitroaniline 249
 - 6.1.3 Chloracetanilide 252
 - 6.1.4 Nitrophenylphenoxyether 252
 - 6.1.5 Imidazolinone 255
 - 6.1.6 Pyridine 256

Winnacker/Küchler. *Chemische Technik: Prozesse und Produkte.*

Herausgegeben von Roland Dittmeyer, Wilhelm Keim, Gerhard Kreysa, Alfred Oberholz
Band 8: Ernährung, Gesundheit, Konsumgüter.

Copyright © 2005 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ISBN: 3-527-30773-7

- 6.1.7 Thiocarbamate 256
- 6.1.8 Phenylharnstoffe 256
- 6.1.9 Chlortriazine 261
- 6.1.10 Pyrimidinylsulfonylharnstoffe 261
- 6.1.11 Triazinylsulfonylharnstoffe 265
- 6.1.12 Uracile 265
- 6.1.13 Pyridazinone 267
- 6.1.14 Phenoxypropionate 268
- 6.1.15 Phenoxysubstanzen 269
- 6.1.16 Aryloxyphenoxypropionate 269
- 6.1.17 Amide 272
- 6.1.18 Organo(thio)phosphate 272
- 6.2 Fungizide 275
 - 6.2.1 Amide 275
 - 6.2.2 Anilide 277
 - 6.2.3 Benzimidazole 277
 - 6.2.4 Triazole 279
 - 6.2.5 Strobine 281
 - 6.2.6 Carbamate 281
 - 6.2.7 Imidazole 281
 - 6.2.8 Dichlorphenyldicarboximide 283
 - 6.2.9 Dinitrophenole 284
 - 6.2.10 Ringsubstituierte Imidazole 285
 - 6.2.11 Morpholine 285
 - 6.2.12 Organo(thio)phosphate 287
 - 6.2.13 Dithiocarbamate 287
 - 6.2.14 Pyridine 287
 - 6.2.15 Pyrimidine 290
- 6.3 Insektizide 290
 - 6.3.1 Benzofuranylmethylcarbamate 290
 - 6.3.2 Oximcarbamate 292
 - 6.3.3 Phenylmethylcarbamate 292
 - 6.3.4 Benzoylphenylharnstoffe 296
 - 6.3.5 Formamidine 296
 - 6.3.6 Juvenilhormon-Imitatoren (1) 298
 - 6.3.7 Juvenilhormon-Imitatoren (2) 299
 - 6.3.8 Nitroguanidine 300
 - 6.3.9 Pyridine 300
 - 6.3.10 Organophosphate 301
 - 6.3.11 Aliphatische Thiophosphate 301
 - 6.3.12 Pyrimidinorganothiophosphate 304
 - 6.3.13 Aromatische Thiophosphate 304
 - 6.3.14 Pyrazole 304
 - 6.3.15 Pyrethroide (Ether) 307
 - 6.3.16 Pyrethroide (Ester) 307

7	Formulierung von Pflanzenschutzmitteln	309
7.1	Flüssige Formulierungen	310
7.1.1	Emulgierbare Konzentrate (EC's)	310
7.1.2	Lösungen (S)	310
7.1.3	Ultra Low Volume- (ULV-) Formulierungen	310
7.1.4	Spritzpulver (F oder L)	311
7.2	Stäubemittel	311
7.2.1	Stäube (D)	311
7.2.2	Streugranulate (G)	311
7.2.3	Pellets (P oder PS)	312
7.2.4	Wasserdispergierbare Pulver (WP oder P)	312
7.2.5	Wasserlösliche Pulver (SP oder WSP)	312
7.2.6	Mikroverkapselte Pflanzenschutzmittel (M)	312
7.2.7	Wasserdispergierbare Granulate (WDG oder DF)	313
8	Literatur	313

4

Technologie der Kohlenhydrate**1: Zucker***Klaus Buchholz, Bernhard Ekelhof****2: Stärke***Waltraud Vorweg, Sylvia Radosta, Jan Dijksterhuis***3: Inulin***Martin Walter*

- 1 Zucker 318**
- 1.1 Historischer und wirtschaftlicher Überblick 318
- 1.2 Fabrikation von Rübenzucker 320
 - 1.2.1 Gewinnungsprozess 321
 - 1.2.1.1 Vorbereitung der Rüben 321
 - 1.2.1.2 Extrakt- bzw. Saftgewinnung 322
 - 1.2.1.3 Saft-(Extrakt-)Reinigung 326
 - 1.2.1.4 Saftedampfung 330
 - 1.2.1.5 Kristallgewinnung 330
 - 1.2.1.6 Wirtschaftlichkeit 336
 - 1.2.2 Nebenprodukte 337
 - 1.2.3 Energiewirtschaft 338
 - 1.2.4 Umweltschutz und Umwelttechnik 338
 - 1.2.4.1 Abwasser 339
 - 1.2.4.2 Abluft 340
 - 1.2.4.3 Rübenerde 340
- 1.3 Fabrikation von Rohrzucker 340
 - 1.3.1 Saftgewinnung 341
 - 1.3.2 Saftreinigung 342
 - 1.3.3 Saftedampfung und Kristallgewinnung 343

*Die vorangehende Auflage wurde durch E. Reinefeld bearbeitet

- 1.4 Saccharose-Folgeprodukte 343
 - 1.4.1 Flüssigzucker, Invertzucker, Fructose 343
 - 1.4.2 Isomaltulose, Isomalt 344
 - 1.4.3 Spezialprodukte und Neuentwicklungen 345
 - 1.5 Literatur 351

- 2 Stärke 355**
 - 2.1 Einführung 355
 - 2.2 Biosynthese der Stärke 357
 - 2.2.1 Enzyme 357
 - 2.2.2 Amylopektin- und Amylose-Synthese 360
 - 2.3 Stärkegewinnung 361
 - 2.3.1 Maisstärke 361
 - 2.3.2 Kartoffelstärke 363
 - 2.4 Stärkekorneigenschaften 365
 - 2.4.1 Korngröße und -form, Stärkegehalt 365
 - 2.4.2 Stärkekornstruktur (Morphologie) 366
 - 2.4.3 Kristallinität 368
 - 2.4.4 Quellverhalten 372
 - 2.4.5 Retrogradation 375
 - 2.5 Hauptkomponenten der Stärke 376
 - 2.5.1 Amylose 376
 - 2.5.2 Amylopektin 378
 - 2.5.3 Das Iodbindevermögen von Stärkepolysacchariden 378
 - 2.5.4 Lösungsmittel für Stärke 380
 - 2.5.5 Molekulare Parameter von Stärkepolysacchariden 381
 - 2.5.6 Gewinnung von Amylose und Amylopektin 382
 - 2.5.6.1 Diffusionsamylose 382
 - 2.5.6.2 Gewinnung von Amylose durch Entzweigung der Stärke 383
 - 2.6 Stärkemodifizierung 383
 - 2.6.1 Physikalische Modifizierung – Quellstärke 384
 - 2.6.2 Resistente Stärke 385
 - 2.6.3 Enzymatische Modifizierung 387
 - 2.6.3.1 Maltodextrine 388
 - 2.6.3.2 Glucosesirupe 388
 - 2.6.4 Chemische Modifizierung 388
 - 2.6.4.1 Dextrine 389
 - 2.6.4.2 Säuremodifizierte Stärke 390
 - 2.6.4.3 Oxidierte Stärke 391
 - 2.6.4.4 Vernetzte Stärke 392
 - 2.6.4.5 Stärkeether 392
 - 2.6.4.6 Stärkeester 395
 - 2.6.4.7 Anwendung verschiedener Prinzipien zur Modifizierung 396
 - 2.7 Industrielle Anwendungen 396
 - 2.8 Literatur 397

3	Inulin	407
3.1	Einleitung	407
3.2	Vorkommen	407
3.3	Biochemie der Inulinbildung	408
3.4	Gewinnung aus Zichorien	409
3.4.1	Zichorienanbau und -ernte	409
3.4.2	Gewinnungsprozess	409
3.4.3	Wirtschaftliche Aspekte und Verwendung	411
3.5	Literatur	412

5

Lebensmitteltechnologie und -verfahrenstechnik*Heike P. Schuchmann, Harald Schuchmann*

1	Nahrungsbedarf und Lebensmittelbestandteile	418
1.1	Der Nahrungsbedarf des Menschen	418
1.1.1	Allgemeines, Energiegewinnung aus Nährstoffen	418
1.1.2	Einflüsse auf den Nahrungsbedarf	419
1.2	Grundlegende Lebensmittelbestandteile	419
1.2.1	Proteine	419
1.2.1.1	Vorkommen und ernährungsphysiologische Bedeutung	419
1.2.1.2	Aufbau	420
1.2.1.3	Struktur	421
1.2.1.4	Eigenschaften	421
1.2.1.5	Biologische Wertigkeit	422
1.2.1.6	Eiweißbedarf	422
1.2.2	Fette und fettähnliche Stoffe – Lipide	423
1.2.2.1	Vorkommen und ernährungsphysiologische Bedeutung	423
1.2.2.2	Aufbau und Struktur	423
1.2.2.3	Zusammensetzung der Nahrungsfette	424
1.2.2.4	Eigenschaften	424
1.2.2.5	Fettbegleitstoffe, Lipoide	425
1.2.2.6	Fettbedarf	426
1.2.3	Kohlenhydrate oder Saccharide	426
1.2.3.1	Ernährungsphysiologische Bedeutung	426
1.2.3.2	Aufbau und Vorkommen	426
1.2.3.3	Eigenschaften	427
1.2.3.4	Kohlenhydratbedarf	427
1.3	Zusatzstoffe	427
1.3.1	Kennzeichnung	428
1.3.2	Konservierungsstoffe	428
1.3.3	Süßstoffe	428
1.3.4	Emulgatoren und Stabilisatoren	428
1.3.5	Antioxidantien und Synergisten	428
1.3.6	Farbstoffe	431
1.3.7	Aromastoffe	431
1.4	Rückstände in Lebensmitteln (Fremdstoffe, Xenobiotica)	431

- 2 Milch und Milchprodukte 432**
 - 2.1 Milch 432
 - 2.1.1 Zusammensetzung und Produktionsmengen 432
 - 2.1.2 Aufarbeitung von Milch 433
 - 2.1.2.1 Reinigen und Entrahmen 433
 - 2.1.2.2 Hitzebehandeln (Pasteurisieren, Sterilisieren) 433
 - 2.1.2.3 Homogenisieren 434
 - 2.1.2.4 Milchsorten 435
 - 2.2 Milchprodukte 435
 - 2.2.1 Produktionsdaten 435
 - 2.2.2 Sahne (Rahm) 435
 - 2.2.3 Kondensmilch 436
 - 2.2.4 Butter 437
 - 2.2.5 Käse 439
 - 2.2.6 Sauermilchprodukte (Dickmilch, Joghurt, Bioghurt, Saure Sahne, Kefir) 441
 - 2.2.7 Milchtrockenprodukte, Milchpulver 443
 - 2.2.8 Kaffeeweißer (Coffee whitener) 443
 - 2.2.9 Speiseeis 443
 - 2.2.10 Casein, Caseinate, Copräzipitat 445
 - 2.2.11 Molke und Molkenprodukte, Lactose 445
- 3 Eier und Eiprodukte 447**
 - 3.1 Eier 447
 - 3.2 Eiprodukte 448
 - 3.2.1 Flüssigprodukte 448
 - 3.2.2 Trockenprodukte 449
 - 3.2.3 Gefrierprodukte 449
- 4 Fleisch und Fleischprodukte 449**
 - 4.1 Definition und Produktionsmengen 449
 - 4.2 Schlachtung 450
 - 4.3 Lagerungs- und Verarbeitungsverfahren 452
 - 4.3.1 Kühlen 452
 - 4.3.2 Gefrieren 452
 - 4.3.3 Trocknen 453
 - 4.3.4 Salzen und Pökeln 453
 - 4.3.5 Räuchern 454
 - 4.3.6 Erhitzen 455
 - 4.4 Fleischprodukte 455
 - 4.4.1 Fleischkonserven 455
 - 4.4.2 Schinken und Wurstwaren 455
 - 4.4.2.1 Schinken 455
 - 4.4.2.2 Wurstwaren 455
 - 4.4.2.3 Fleischextrakte und verwandte Produkte 457

- 5 **Fisch und Fischprodukte** 457
 - 5.1 Fisch 457
 - 5.2 Fischfang und -verarbeitung 458
 - 5.2.1 Fischfang und -verwertung 458
 - 5.2.2 Kühlen und Gefrieren 458
 - 5.2.3 Trocknen 459
 - 5.2.4 Salzen 459
 - 5.2.5 Räuchern 460
 - 5.3 Fischprodukte 460
 - 5.3.1 Marinaden, Bratfischwaren, Kochfischwaren 460
 - 5.3.2 Anchosen 461
 - 5.3.3 Fischdauerwaren 461
 - 5.3.4 Sonstige Produkte aus Fisch 461

- 6 **Speisefette, Speiseöle, Mayonnaise und Margarine** 461
 - 6.1 Produktionsdaten und Zusammensetzung 461
 - 6.2 Gewinnung der Fette und Öle 462
 - 6.2.1 Tierische Fette und Öle 462
 - 6.2.2 Pflanzliche Fette und Öle 463
 - 6.2.3 Spezialprodukte 465
 - 6.2.4 Margarine und Mayonnaise 465

- 7 **Getreide und Getreideprodukte** 465
 - 7.1 Herkunft, Produktionszahlen und Zusammensetzung 465
 - 7.2 Herstellung von Mehl 467
 - 7.3 Herstellung anderer Getreideprodukte 469
 - 7.3.1 Maisprodukte, extrudierte Snacks und Frühstückszerealien 469
 - 7.3.2 Schälprodukte (Reis, Buchweizen, Gerste, Hülsenfrüchte) 472
 - 7.3.3 Flockenprodukte (Haferflocken) 472
 - 7.3.4 Stärkemehle 473
 - 7.4 Herstellung von Backwaren 473
 - 7.4.1 Rohstoffe und Lockerungszusätze 473
 - 7.4.2 Herstellung des Teiges 474
 - 7.4.2.1 Hefeführung 474
 - 7.4.2.2 Sauerteigführung 474
 - 7.4.2.3 Kneten 475
 - 7.4.2.4 Backen 475
 - 7.5 Herstellung von Teigwaren (Nudeln) 476

- 8 **Obst und Gemüse einschließlich Kartoffeln und Hülsenfrüchte** 477
 - 8.1 Produktbezeichnung, Produktionszahlen und Zusammensetzung 477
 - 8.2 Ernährungsphysiologische Bedeutung 479
 - 8.3 Lagerung von frischem Obst und Gemüse 479
 - 8.4 Produktionsverfahren zum Haltbarmachen von Obst, Gemüse und Kartoffeln 481

- 8.4.1 Tiefkühlprodukte 481
- 8.4.2 Trockenprodukte 481
- 8.4.3 Nassprodukte, Sterilkonserven (Dosen- oder Glaskonserven) 484
- 8.4.4 Saft, Pulpe und Mark 485
- 8.4.5 Chemische Konservierung (Marmelade und Konfitüre) 488
- 8.4.6 Fermentierte Produkte (Sauergemüse) 488
- 8.4.7 Produkte aus Hülsenfrüchten 488

9 Zucker, Zuckeralkohole, Süßstoffe und Honig 489

- 9.1 Zucker, Zuckeralkohole, Süßstoffe und Zuckerwaren 489
 - 9.1.1 Produktbeschreibung und Produktionsmengen 489
 - 9.1.2 Einzelne Zucker, Zuckeralkohole und Süßstoffe 489
 - 9.1.3 Zuckerwaren 490
 - 9.1.4 Honig und Invertzuckercreme (Kunsthonig) 492

10 Alkoholische Getränke 492

- 10.1 Brennwert alkoholischer Getränke 492
- 10.2 Bier 492
 - 10.2.1 Rohstoffe und Verbrauch 492
 - 10.2.2 Bierherstellung 493
 - 10.2.2.1 Malzbereitung 493
 - 10.2.2.2 Würzebereitung 494
 - 10.2.2.3 Gärung und Reifung 494
 - 10.2.2.4 Klärung (Filtration) und Abfüllung 495
- 10.3 Wein 496
 - 10.3.1 Rohstoffe und Produktionsmengen 496
 - 10.3.2 Herstellung 496
 - 10.3.3 Schaum- und Fruchtweine 497
- 10.4 Spirituosen 497

11 Kaffee, Tee, Kakao und Instantgetränke 498

- 11.1 Kaffee und Kaffee-Ersatz 498
- 11.2 Roh- oder Grünkaffee 498
- 11.3 Röstkaffee 499
- 11.4 Kaffeeprodukte 500
 - 11.4.1 Löslicher Kaffee 500
 - 11.4.2 Kaffeehaltige Getränke 502
- 11.5 Kaffee-Ersatz 502
- 11.6 Tee 503

12 Kakao und Schokolade 503

- 12.1 Kakao 503
 - 12.1.1 Rohstoffe und Produktionsmengen 503
 - 12.1.2 Fermentation und Röstung 504
 - 12.1.3 Kakaopulver und Kakaobutter 504

- 12.1.4 Schokolade 504
 - 12.1.4.1 Rohstoffe 504
 - 12.1.4.2 Herstellung 504

- 13 Functional Food, Grüne Gentechnik und Novel Food 506**
 - 13.1 Neuere Entwicklungen und Trends in der Lebensmittelproduktion 506
 - 13.2 Functional Food 507
 - 13.3 Gentechnisch modifizierte Nahrungsmittelrohstoffe, Grüne Gentechnik 509
 - 13.3.1 Begriffsdefinitionen, Ziele und Anwendungsgebiete 509
 - 13.3.2 Mögliche Nutzen und Vorteile 509
 - 13.3.3 Risiken 510
 - 13.4 Novel Food – Neuartige Lebensmittel 512
 - 13.4.1 Konventionelle und neuartige Lebensmittel 512
 - 13.4.2 Begriffsdefinition 512
 - 13.4.3 Novel-Food-Verordnung 512
 - 13.4.4 Verfahren für das Inverkehrbringen neuartiger Lebensmittel 514

- 14 Literatur 515**

6

Geruchsstoffe und Aromen

Mike Mattner

- 1 **Einleitung** 521

- 2 **Einteilung der Geschmacks- und Duftstoffmischungen** 522
 - 2.1 Rohstoffe natürlichen Ursprungs 522
 - 2.2 Chemisch einheitliche Substanzen 523
 - 2.2.1 Natürliche Substanzen 523
 - 2.2.1.1 Natürliche Substanzen gewonnen aus physikalischen Prozessen 523
 - 2.2.1.2 Natürliche Substanzen gewonnen auf biotechnologischem Wege 523
 - 2.2.2 Als naturidentisch klassifizierte Substanzen 523
 - 2.2.3 Als künstlich klassifizierte Substanzen 525
 - 2.3 Reaktionsaromen 525
 - 2.4 Raucharomen 526
 - 2.5 Andere Bestandteile 526
 - 2.6 Die Chemie der Geschmacks- und Duftstoffe 527
 - 2.6.1 Sauerstoffhaltige Verbindungen 527
 - 2.6.2 Heterocyclische Verbindungen 528
 - 2.6.3 Schwefelhaltige Verbindungen 529
 - 2.6.4 Terpene 530
 - 2.6.5 Chemische Wechselwirkungen und Stabilitäten 531

- 3 **Rohstoffgewinnung, Herstellungsverfahren und Produktion** 533
 - 3.1 Synthetisch hergestellte Rohstoffe 533
 - 3.2 Rohstoffe aus natürlichen Ausgangsstoffen 534
 - 3.2.1 Fruchtsäfte und -konzentrate 535
 - 3.2.2 Tinkturen und Infusionen 536
 - 3.2.3 Resinoide 536
 - 3.2.4 Extrakte 537
 - 3.2.5 Concrets 537
 - 3.2.6 Absolues 537
 - 3.2.7 Ätherische Öle 537
 - 3.2.8 Enfleurage 538
 - 3.2.9 Natürliche Aromastoffe 539

Winnacker/Küchler. *Chemische Technik: Prozesse und Produkte.*

Herausgegeben von Roland Dittmeyer, Wilhelm Keim, Gerhard Kreysa, Alfred Oberholz

Band 8: *Ernährung, Gesundheit, Konsumgüter.*

Copyright © 2005 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ISBN: 3-527-30773-7

- 3.3 Biotechnologische Verfahren 539
- 3.4 Produktion von Duftstoffen 540
- 3.5 Produktion von Aromen 540

- 4 Analytik und Qualitätskontrolle 542**
 - 4.1 Probenvorbereitung 543
 - 4.2 Isolierung und Charakterisierung 543
 - 4.3 Methoden der sensorischen Analyse 544
 - 4.4 Analytik zur Authentizitätskontrolle 545

- 5 Verwendung und Einsatzgebiete 547**
 - 5.1 Duftstoffe 547
 - 5.1.1 Feinparfümerie 548
 - 5.1.2 Kosmetika und Körperpflegemittel 549
 - 5.1.3 Seifen und Waschmittel 549
 - 5.1.4 Haushalts- und Industrieprodukte 550
 - 5.1.5 Sonstige Produkte 550
 - 5.2 Aromen 550
 - 5.2.1 Getränke 550
 - 5.2.2 Süßwaren und Konditoreierzeugnisse 551
 - 5.2.3 Molkereiprodukte 551
 - 5.2.4 Würzige Produkte 552
 - 5.2.5 Fleisch- und Wurstwaren 552
 - 5.2.6 Spezielle Anwendungen 553

- 6 Marktsituation 553**

- 7 Forschung und Entwicklung 556**

- 8 Rechtliche Regelungen und Verbände 557**

- 9 Ausblick 558**
 - 9.1 Kritische Erfolgsfaktoren 558
 - 9.2 Technologische Entwicklungen 559

- 10 Literatur 560**

7

Arzneimittel

Käthe Baumann (4.2), Thomas Gießmann (4.8), Peter Graß (4.6), Andreas Greinacher (5), Wolfgang Holla (4.3), Manfred Hunz (2), Oliver Kayser (4.4), Gerhard Maldener (4.7), Guido Radtke (4.5, 4.6), Werner Siegmund (4.8) Steffen Weinbrenner (4.1), Werner Weitschies (1, 3)

- 1 Einleitung 566**
 - 1.1 Historische Entwicklung der Arzneimittel 566
 - 1.2 Der Arzneimittelbegriff 568
 - 1.3 Unterteilung von Arzneimitteln 570
 - 1.3.1 Hauptgruppen von Arzneimitteln 570
 - 1.3.2 Arzneimittel besonderer Therapierichtungen 571
 - 1.3.2.1 Phytopharmaka 572
 - 1.3.2.2 Homöopathische und anthroposophische Arzneimittel 572
 - 1.4 Der Arzneimittelmarkt und die Arzneimittelindustrie 573
- 2 Das Arzneimittelrecht 579**
 - 2.1 Nationales deutsches Recht 579
 - 2.1.1 Arzneimittelgesetz 579
 - 2.1.2 Arzneibuch 581
 - 2.1.3 Pharmazeutischer Unternehmer und Good Manufacturing Practices (GMP) 581
 - 2.2 EU Recht 582
 - 2.2.1 Arzneimittelzulassung 582
 - 2.2.2 GMP – Gute Herstellungspraxis 582
 - 2.2.3 GCP – Gute Klinische Praxis 583
 - 2.2.4 MRA – Mutual Recognition Agreements 583
 - 2.3 Weiteres internationales pharmazeutisches Recht 584
 - 2.3.1 PIC – Pharmazeutische Inspektions Convention 584
 - 2.3.2 PIC/S und Pharmaceutical Inspection Co-operation Scheme 584
 - 2.4 Angrenzende Rechtsgebiete 585
 - 2.4.1 Gesetz über Medizinprodukte 585
 - 2.4.2 Gesetz zur Regelung des Transfusionswesens 585
 - 2.4.3 Transplantationsgesetz 585

- 2.4.4 Biozid-Gesetz 585
- 2.5 Anmerkungen 586

- 3 Phasen der Arzneimittelentwicklung 591**
- 3.1 Forschung und vorklinische Entwicklung 593
- 3.2 Klinische Prüfung und Zulassung 595

- 4 Forschung, Entwicklung und Herstellung 595**
- 4.1 Suche und Optimierung von Leitstrukturen 595
- 4.1.1 Die Suche nach Leitstrukturen 596
- 4.1.1.1 Inhaltsstoffe von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen 597
- 4.1.1.2 Screening von Substanzen 599
- 4.1.2 Die Optimierung von Leitstrukturen 602
- 4.1.2.1 Strategie der Wirkstoffoptimierung 602
- 4.1.2.2 Identifizierung von aktiven Teilstrukturen/Der Pharmakophor 603
- 4.1.2.3 Struktur-Aktivitäts-Beziehungen (SAR) 604
- 4.1.2.4 Isoosterer Ersatz von Atomen und Gruppen 605
- 4.1.2.5 Optimierung des Wirkspektrums und der Selektivität 605
- 4.1.2.6 Optimierung physikochemischer und pharmakokinetischer Parameter 605
- 4.1.2.7 Prodrugs 607
- 4.1.3 Methoden und Werkzeuge 608
- 4.1.4 Kombinatorische Chemie und Parallelsynthese 608
- 4.1.4.1 Kombinatorische Chemie 608
- 4.1.4.2 Parallelsynthese 609
- 4.2 Klassische Methoden der Arzneistoffsynthese 610
- 4.2.1 Physikochemische Eigenschaften eines Wirkstoffs 611
- 4.2.2 Wirkstoffqualität und Entwicklungsanalytik 612
- 4.2.3 Syntheseweg 614
- 4.2.4 Scale-up 617
- 4.2.5 Automatisierung 619
- 4.2.6 Dokumentation, Prozessvalidierung, Technologietransfer 620
- 4.3 Biokatalyse 621
- 4.3.1 Hydrolasen 622
- 4.3.2 Oxidoreduktasen 625
- 4.4 Biotechnologische Herstellung rekombinanter Arzneimittel 626
- 4.4.1 Herstellung biotechnologischer Produkte 627
- 4.4.2 Produktionslinien 627
- 4.4.2.1 Mikroorganismen 627
- 4.4.2.2 Säugerzellen 628
- 4.4.2.3 Zellbanken 628
- 4.4.3 Vektorsysteme 629
- 4.4.4 Produktion und Bioprozesstechnik 630
- 4.4.5 Extraktion und Anreicherung 631
- 4.4.6 Validierung des Herstellungsprozesses 632

- 4.4.6.1 Verunreinigungen durch Bakterien und Pilze 632
- 4.4.6.2 Virale Kontaminationen 632
- 4.4.6.3 Fremdproteine 633
- 4.4.6.4 Fremd-DNA 633
- 4.4.6.5 Chemische Verunreinigungen 633
- 4.4.6.6 Identität der aktiven Substanz 633
- 4.4.6.7 Gehalt und Wirksamkeit 634
- 4.4.6.8 Proteinformulierung 635
- 4.5 Pharmazeutische Entwicklung 635
 - 4.5.1 Arzneiformen 636
 - 4.5.1.1 Aufbau und Funktion 636
 - 4.5.1.2 Einteilung der Arzneiformen 637
 - 4.5.2 Abschnitte der pharmazeutischen Entwicklung 646
 - 4.5.2.1 Neuer Arzneistoff oder Generikum? 646
 - 4.5.2.2 Charakterisierung des Wirkstoffs 647
 - 4.5.2.3 Formulierungsentwicklung 648
- 4.6 Herstellung von Arzneimitteln im industriellen Produktionsmaßstab 650
 - 4.6.1 Allgemeine Anforderungen und Regelungen 650
 - 4.6.2 Voraussetzungen zur Herstellung von Arzneimitteln im pharmazeutischen Produktionsbetrieb 652
 - 4.6.2.1 Erforderliche Sachkenntnis und Qualifikation des Personals 652
 - 4.6.2.2 Gebäude, technische Voraussetzungen und Einrichtungen 653
 - 4.6.2.3 In-Prozess-Kontrollen und andere qualitätssichernde Maßnahmen 654
 - 4.6.2.4 Qualifizierung von Maschinen und Geräten und Validierung von Verfahren 655
 - 4.6.3 Transfer neuer Produkte aus der Entwicklung in die pharmazeutische Produktion 656
 - 4.6.4 Ausgewählte Arzneiformen 657
 - 4.6.4.1 Tabletten 657
 - 4.6.4.2 Kapseln 661
 - 4.7 Pharmazeutische Qualitätssicherung 664
 - 4.7.1 Personal 669
 - 4.7.2 Räumlichkeiten und Geräte 669
 - 4.7.3 Dokumentation 672
 - 4.7.4 Produktion 673
 - 4.7.5 Qualitätskontrolle 677
 - 4.7.6 Auftragsfertigung und Auftragsanalytik 679
 - 4.7.7 Beanstandungen und Produktrückrufe 679
 - 4.7.8 Selbstinspektionen 679
 - 4.8 Klinische Prüfung von Arzneimitteln 680
 - 4.8.1 Geschichte der klinischen Prüfung 680
 - 4.8.2 Aufgaben der klinischen Prüfung 682
 - 4.8.3 Von der Substanz zum Arzneimittel – die Phasen der klinischen Prüfung 685

- 4.8.3.1 Klinische Prüfung Phase I 685
- 4.8.3.2 Klinische Prüfung Phase II 686
- 4.8.3.3 Klinische Prüfung Phase III 687
- 4.8.3.4 Klinische Prüfung Phase IV 688
- 4.8.4 Orphan Drugs 689
- 4.8.5 Standards der Klinischen Prüfung 690
- 4.8.6 Design randomisierter, kontrollierter Studien 692
- 4.8.7 Studien nach Zulassung eines Arzneimittels 693

5 **Arzneimittel aus humanem Blut** 694

- 5.1 Erythrocytenkonzentrate 696
 - 5.1.1 Herstellung 696
 - 5.1.2 Indikation von Erythrocytenkonzentraten 698
 - 5.1.3 Berücksichtigung von Blutgruppen, irregulären Antikörpern 698
 - 5.1.4 Sonderpräparationen 699
- 5.2 Thrombocytenkonzentrate 700
 - 5.2.1 Herstellung von Thrombocytenkonzentraten 700
 - 5.2.2 Dosierung und Beurteilung des Transfusionserfolgs 701
 - 5.2.3 Indikation von Thrombocytenkonzentraten 701
 - 5.2.4 Berücksichtigung von plättchenreaktiven Alloantikörpern 701
- 5.3 Granulocytenkonzentrate 701
- 5.4 Gefrorenes Frischplasma (GFP) 702
- 5.5 Plasmafraktionierung 703

6 **Weiterführende Literatur** 711

8

Futter- und Lebensmitteladditive

Hans-Ullrich Hoppe (1, 3, 4), Christoph Weckbecker (2)

Die Autoren danken Frau Alke Feenders, Herrn Dr. Martin Müller und Herrn Dr. Dirk Cremer für ihre aufopferungsvolle Mitarbeit und wertvollen Beiträge während der Manuskripterstellung

- 1 Bedeutung von Lebensmitteln im heutigen Umfeld 717**
- 2 Futtermitteladditive 719**
 - 2.1 Die globale Bedeutung des Futtermittelmarktes 719
 - 2.1.1 Ernährungssituation 719
 - 2.1.2 Nahrungsmittelkette 721
 - 2.1.3 Industrie und Markt 723
 - 2.2 Aminosäuren 724
 - 2.2.1 D,L-Methionin und MHA 724
 - 2.2.2 Ökobilanz für D,L-Methionin 727
 - 2.2.3 Lysin 727
 - 2.2.4 Threonin 728
 - 2.2.5 Tryptophan 730
 - 2.3 Vitamine 731
 - 2.3.1 Fettlösliche Vitamine 731
 - 2.3.2 Wasserlösliche Vitamine 733
 - 2.4 Pigmente 734
 - 2.5 Enzyme 735
 - 2.6 Mineralien 736
 - 2.7 Verbraucherschutz und Nachhaltigkeit 737
- 3 Lebensmitteladditive 738**
 - 3.1 Aufbau von Lebensmitteln 738
 - 3.2 Mikronährstoffe 741
 - 3.3 Ausgewählte Lebensmittelzusatzstoffe mit E-Nummern 747
 - 3.3.1 Texturierungsmittel 747
 - 3.3.2 Konservierungsmittel 751
 - 3.4 Bioaktive Substanzen als Lebensmitteladditive 754

Winnacker/Küchler. *Chemische Technik: Prozesse und Produkte.*

Herausgegeben von Roland Dittmeyer, Wilhelm Keim, Gerhard Kreysa, Alfred Oberholz

Band 8: *Ernährung, Gesundheit, Konsumgüter.*

Copyright © 2005 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ISBN: 3-527-30773-7

- 3.4.1 Ausgewählte Beispiele für bioaktive Substanzen 754
- 3.4.2 Probiotische Kulturen und prebiotische Kohlenhydrate 762
- 3.5 Mikroorganismen und spezielle Enzyme in Lebensmitteln 765
 - 3.5.1 Geschichtliches und grundsätzliche Aspekte 766
 - 3.5.2 Fermentiertes Gemüse und Fleisch 768
 - 3.5.3 Die Bedeutung der Milchbestandteile für die Fermentation 770
 - 3.5.4 Fermentierte Milchprodukte und Starterkulturen 772
 - 3.5.5 Enzyme als Additive bei der Käseherstellung 776
 - 3.5.5.1 Proteasen 776
 - 3.5.5.2 Lipasen 778

- 4 Lebensmittelrechtliche Aspekte 779**
 - 4.1 Europa 779
 - 4.2 USA und Japan 783
 - 4.3 Ausblick 788

- 5 Literatur 789**

9

Tenside, Wasch- und Reinigungsmittel*Hermann G. Hauthal*

- 1 Tenside 798**
 - 1.1 Historische Entwicklung 798
 - 1.2 Definition des Begriffs Tenside und Tensidklassen 799
 - 1.3 Wirtschaftliche Bedeutung 799
 - 1.4 Rohstoffe 801
 - 1.4.1 Hydrophobe Gruppen 802
 - 1.4.2 Hydrophile Gruppen 803
 - 1.5 Technologie der Basistenside 803
 - 1.6 Technologie der Spezialtenside (Cotenside) 809
 - 1.7 Eigenschaften und Wirkungsweise 813
 - 1.7.1 Grenzflächenspannung und Micellbildung 813
 - 1.7.2 Tensidphasen 815
 - 1.7.3 HLB-Konzept 815
 - 1.7.4 Mikroemulsionen 817
 - 1.8 Synergismus und Anwendung 819
 - 1.9 Analytik und anwendungstechnische Prüfung 820
 - 1.9.1 Hohe Tensidkonzentrationen 820
 - 1.9.2 Spurenkonzentrationen an Tensiden 822
 - 1.9.3 Anwendungstechnische Prüfung 822
 - 1.10 Ökologie und Ökotoxikologie 823
- 2 Andere Inhaltsstoffe 825**
 - 2.1 Builder, Komplexbildner und Dispergatoren 826
 - 2.1.1 Zeolithsysteme 826
 - 2.1.2 Waschmittelpolymere 828
 - 2.1.3 Komplexbildner und Dispergatoren 828
 - 2.2 Bleichsysteme 831
 - 2.2.1 Bleichsysteme in Waschmitteln 831
 - 2.2.2 Bleichsysteme in Maschinengeschirrspülmitteln 834
 - 2.2.3 Bleichmittel in WC-Reinigern und Hygienereinigern 835
 - 2.3 Enzyme 835
 - 2.4 Antimikrobielle Wirkstoffe 837

- 2.4.1 Konservierungsstoffe 839
- 2.4.2 Wirkstoffe zur Keimverminderung auf Oberflächen 843
- 2.5 Lösemittel und Lösungsvermittler (Hydrotrope) 844
- 2.6 Abrasiva 846
- 2.7 Säuren und Alkalien 848
 - 2.7.1 Säuren 848
 - 2.7.2 Alkalien 849
- 2.8 Verdicker 851
- 2.9 Schaumregulatoren 853
- 2.10 Weißtöner (Optische Aufheller) und UV-Schutz-Additive 853
- 2.11 Parfümöle, Geruchsabsorber und Farbmittel 855
 - 2.11.1 Geruchsschwellen 855
 - 2.11.2 Parfümöle für Waschmittel 856
 - 2.11.3 Parfümöle für Haushaltsreiniger 856
 - 2.11.4 Geruchsabsorber 860
 - 2.11.5 Farbmittel für Reiniger und Pflegemittel im Haushalt 860
- 2.12 Pflegekomponenten 862
 - 2.12.1 Wachse 862
 - 2.12.2 Polymerdispersionen 864
 - 2.12.3 Silicone 865
 - 2.12.4 Fluorcarbonharze 867

- 3 Grundlagen des Waschens und Reinigens 868**
 - 3.1 Fasern und Gewebe 868
 - 3.2 Harte und textile Oberflächen 869
 - 3.3 Schmutzarten 870
 - 3.4 Physikalische Chemie des Waschens 872
 - 3.5 Reinigung harter Oberflächen 875
 - 3.6 Nanostrukturierte Oberflächen 875
 - 3.7 Temporäre Modifizierung von Oberflächen 877

- 4 Waschmittel 878**
 - 4.1 Vom Altertum zum Innovationszeitalter 878
 - 4.2 Wirtschaftliche Bedeutung 880
 - 4.3 Waschpraxis und Verbrauchergewohnheiten 880
 - 4.4 Produkte und Angebotsformen 882
 - 4.4.1 Universalwaschmittel 883
 - 4.4.2 Spezialwaschmittel 887
 - 4.4.3 Waschlösungsmittel 888
 - 4.5 Herstellung von Waschmitteln 892
 - 4.5.1 Sprühtrocknung 892
 - 4.5.2 Trocknen, Mischen und Verdichten 892
 - 4.5.3 Nontower-Technologien – Agglomerieren und Compoundieren 893
 - 4.5.4 Extrudieren und Tablettieren 894

- 4.6 Waschmaschinen und Waschzyklen 895
- 4.7 Ökologie und nachhaltige Entwicklung 897

- 5 Reiniger für harte Oberflächen 899**
 - 5.1 Geschirrspülmittel und Geschirrspülmaschinen 899
 - 5.1.1 Handgeschirrspülmittel 900
 - 5.1.2 Produkte für das maschinelle Geschirrspülen 901
 - 5.1.3 Geschirrspülmaschinen 903
 - 5.2 Reiniger für harte Oberflächen 906
 - 5.2.1 Allzweckreiniger und Scheuermittel 906
 - 5.2.2 Küchen-, Bad- und WC-Reiniger 908
 - 5.2.3 Reiniger für spezielle Anwendungen 910
 - 5.2.3.1 Glasreiniger 910
 - 5.2.3.2 Fleckentferner 910
 - 5.2.3.3 Möbelpflegemittel 911
 - 5.2.3.4 Reinigungs- und Pflegemittel für Fußbodenbeläge 911
 - 5.2.3.5 Geruchsabsorber, Textilerfrischer und Raumbedufter 919
 - 5.2.4 Leicht zu reinigende Oberflächen und Lotus-Effekt 921
 - 5.3 Lederreinigung und -pflege 922
 - 5.4 Autowäsche und -pflege 922
 - 5.4.1 Autowäsche 922
 - 5.4.2 Lackpflege 925
 - 5.4.3 Scheibenreiniger 927

- 6 Literatur 928**

10

Kosmetik und Körperpflege

Annette zur Mühlen, Andreas Domsch, Hagen Tronnier, Ulrike Heinrich

- 1 **Einleitung** 939
- 2 **Gesetzgebung und Kosmetik** 940
- 3 **Hautpflegeprodukte** 941
 - 3.1 Aufbau und Funktion der Haut 941
 - 3.2 Systematik kosmetischer Hautpflegemittel 943
 - 3.3 Inhaltsstoffe von Hautpflegemitteln 945
 - 3.3.1 Emulgatoren 945
 - 3.3.2 Verdicker 947
 - 3.3.3 Lipophile Emollients 949
 - 3.3.4 Feuchthaltemittel 950
 - 3.3.5 Wirksubstanzen 950
 - 3.3.6 Parfüms 951
- 4 **Sonnenschutzmittel** 951
 - 4.1 Ultraviolette (UV-) Strahlung und ihre Wirkung auf die Haut 951
 - 4.2 UV-Schutzstrategien 953
 - 4.2.1 UV-Filter und Mikropigmente 954
- 5 **Haut- und Haarreinigungsprodukte** 956
 - 5.1 Das Haar 956
 - 5.1.1 Lebender Teil des Haares 956
 - 5.1.2 Keratinisierter Teil des Haares 956
 - 5.2 Rohstoffe für Haut- und Haarreinigungsprodukte 958
 - 5.2.1 Tenside 958
 - 5.2.2 Rückfetter 958
 - 5.2.3 Schaumstabilisatoren 958
 - 5.2.4 Perlglanz- und Trübungsmittel 959
 - 5.3 Shampoos 959
 - 5.3.1 Standardshampoos 959
 - 5.3.2 Konditioniershampoos, Shampoos gegen trockenes Haar 959

- 5.3.3 Shampoos gegen Schuppen 960
- 5.3.4 Shampoos gegen fettes Haar 961
- 5.3.5 Haarkonditionierung 962
 - 5.3.5.1 Spezielle Rohstoffe 962
 - 5.3.5.2 Andere Konditionierwirkstoffe 963
- 5.3.6 Badezusätze 963
 - 5.3.6.1 Schaumbad 963
 - 5.3.6.2 Duschbad 964
 - 5.3.6.3 Babybad und Babyshampoo 964
 - 5.3.6.4 Fetttes Ölbad 965
 - 5.3.6.5 Etherisches Ölbad 965
- 5.3.7 Flüssige Seifen, Waschlotionen 965
- 5.3.8 Syndet-Stücke 966

- 6 Konservierung von kosmetischen Formulierungen 968**
 - 6.1 Konservierungsmittel 970

- 7 Stabilitätsuntersuchungen von Kosmetika 972**

- 8 Herstellung von kosmetischen Produkten 974**
 - 8.1 Herstellungsprozesse 974
 - 8.2 Prozessanlagen 975
 - 8.3 Qualitätssicherung und GMP 977

- 9 Verträglichkeitsprüfungen für Kosmetika 978**
 - 9.1 Einleitung 978
 - 9.2 Möglichkeiten kosmetischer Unverträglichkeiten 978
 - 9.3 Prüfungsschwerpunkte für Rohstoffe und Endprodukte 980
 - 9.4 Sicherheitsbewertung 981

- 10 Wirksamkeitsprüfungen für Kosmetika 981**
 - 10.1 Einleitung 981
 - 10.2 Wirksamkeitsprüfungen 982
 - 10.2.1 Kosmetische Akzeptanz 982
 - 10.2.2 Messungen der Hautfeuchtigkeit mit dem Corneometer 983
 - 10.2.3 Bestimmung der Hautoberflächenfette 983
 - 10.2.4 Bestimmung des transepidermalen Wasserverlustes (TEWL) 983
 - 10.2.5 Prüfung der Elastizität der menschlichen Haut 984
 - 10.2.6 Messung der Oberflächenstruktur der Haut 984
 - 10.2.7 Thermographische Untersuchungen 985
 - 10.2.8 Ultraschallmessungen 985
 - 10.3 Resümee 986

- 11 Literatur 986**

11

Glas

Hans-Jörg Voss

- 1 Historische und wirtschaftliche Entwicklung 994**
 - 1.1 Historische Entwicklung 994
 - 1.2 Wirtschaftliche Entwicklung 995
- 2 Struktur, chemische und physikalische Eigenschaften 997**
 - 2.1 Definition 997
 - 2.2 Chemischer Aufbau und Struktur 997
 - 2.3 Physikalische Eigenschaften 999
 - 2.3.1 Dichte und Wärmeausdehnung 999
 - 2.3.2 Spezifische Wärme und Wärmeleitfähigkeit 1001
 - 2.3.3 Mechanische Eigenschaften 1004
 - 2.3.4 Oberflächenspannung und Viskosität 1005
 - 2.3.5 Optische Eigenschaften 1008
 - 2.3.6 Elektrische Eigenschaften 1010
 - 2.3.7 Chemische Eigenschaften 1012
 - 2.4 Glasanalyse 1013
- 3 Rohstoffe 1013**
 - 3.1 Saure Glasoxide (Netzwerkbildner) 1014
 - 3.1.1 Sand 1014
 - 3.1.2 Borsäure 1014
 - 3.1.3 Phosphorsäure 1014
 - 3.2 Basische Glasoxide (Netzwerkwanler) 1015
 - 3.2.1 Soda, Natronlauge, Natriumsulfat (Glaubersalz) 1015
 - 3.2.2 Pottasche, Lithiumverbindungen 1015
 - 3.2.3 Kalk, Dolomit, Strontium, Bariumverbindungen 1016
 - 3.3 Amphotere Glasoxide (Zwischenoxide mit saurem und basischem Charakter) 1016
 - 3.3.1 Tonerdehaltige Rohstoffe 1016
 - 3.3.2 Oxide von Blei, Zink, Zirkon, Titan, Cadmium 1017
 - 3.3.3 Rohstoffe für Läuterung, Färbung/Entfärbung, Trübung 1017
 - 3.4 Glasscherben und Scherbenrecycling 1017

- 4 Glasherstellverfahren 1019**
 - 4.1 Herstellung, Transport und Einlegen von Gemenge 1020
 - 4.2 Glasschmelzprozess 1021
 - 4.2.1 Silicatbildung (Gemengereaktionen) 1021
 - 4.2.2 Glasbildung (Restquarzlösung) 1021
 - 4.2.3 Läuterung 1021
 - 4.2.4 Homogenisierung 1022
 - 4.2.5 Abstreifen/Konditionieren 1023
 - 4.3 Glasschmelzöfen 1023
 - 4.3.1 Diskontinuierlich betriebene Öfen 1024
 - 4.3.1.1 Aufbau von flammen- und elektrisch beheizten Herdöfen 1025
 - 4.3.1.2 Betrieb und Standzeit diskontinuierlich betriebener Öfen 1025
 - 4.3.2 Kontinuierlich betriebene Glasschmelzwannenöfen 1027
 - 4.3.2.1 Flammenbeheizte Herdöfen (und Mixed Melter) 1028
 - 4.3.2.2 Vollelektrisch beheizte Glasschmelzöfen 1032
 - 4.3.3 Physikalische und mathematische Modelle 1037
 - 4.3.4 Feuerfeste Baustoffe für Glasschmelzöfen (keramisch und metallisch) 1038
 - 4.3.4.1 Metallische feuerfeste Baustoffe 1038
 - 4.3.4.2 Keramische feuerfeste Baustoffe 1038
 - 4.3.5 Brennstoffe und Wärmewirtschaft, oxy-fuel-Beheizung 1041
 - 4.3.6 Messtechnik an Glasschmelzöfen 1043
 - 4.3.7 Umweltschutz an Glasschmelzöfen 1044
 - 4.4 Färben, Entfärben, Trüben 1046
 - 4.4.1 Färben 1046
 - 4.4.2 Entfärben 1047
 - 4.4.3 Trüben 1047
 - 4.5 Glasfehler 1048
 - 4.5.1 Steinchen, Schlieren, Knoten 1048
 - 4.5.2 Entglasungen 1049
 - 4.5.3 Blasen und Gispfen 1050
 - 4.6 Glaskühlung 1051
- 5 Formgebung 1053**
 - 5.1 Verfahren 1053
 - 5.2 Produktgruppe Flachglas (Ziehen, Floaten, Walzen) 1054
 - 5.2.1 Historische Entwicklung 1054
 - 5.2.2 Fourcault-Verfahren, Asahi-Verfahren 1054
 - 5.2.3 Pittsburgh-Verfahren, Libbey-Owens-Verfahren 1056
 - 5.2.4 Gussglasverfahren (Walzen) und Spiegelglas 1057
 - 5.2.5 Floatglasverfahren 1058
 - 5.2.6 Dünnglas-Ziehverfahren 1060
 - 5.2.7 Weiterverarbeitung/Veredelung von Flachglas 1060
 - 5.2.7.1 Biegen, Wölben, Senken 1060

- 5.2.7.2 Thermisches und chemisches Vorspannen
(Einscheibensicherheitsglas) 1060
 - 5.2.7.3 Verbundglas (Mehrscheibensicherheitsglas) 1062
 - 5.2.7.4 Mehrfachscheiben und Beschichtungen 1062
 - 5.2.7.5 Mattieren, Sondermuster 1063
 - 5.2.7.6 Chemische Zusammensetzung von Flachglas 1063
 - 5.3 Produktgruppe Hohlglas 1064
 - 5.3.1 Behälterglas 1064
 - 5.3.1.1 Produktionsverfahren 1064
 - 5.3.1.2 Eigenschaften 1065
 - 5.3.2 Wirtschafts- und Beleuchtungsglas 1067
 - 5.3.2.1 Produktionsverfahren 1067
 - 5.3.2.2 Veredelung 1068
 - 5.3.2.3 Chemische Zusammensetzung von Behälter- und Wirtschaftsglas 1069
 - 5.3.3 Gläser für technische Zwecke (Spezialglas) 1069
 - 5.3.3.1 Rohre und Stangen 1071
 - 5.3.3.2 Lampenkolben 1075
 - 5.3.3.3 Einschmelzgläser, Lotgläser, Sinterglasteile,
Hochspannungsisolatoren 1075
 - 5.3.3.4 Poröse Gläser 1076
 - 5.3.3.5 Glaskeramik 1076
 - 5.3.3.6 Chemische Zusammensetzung von Spezialglas 1077
 - 5.4 Optisches Glas 1078
 - 5.4.1 Herstellung von optischem Glas 1078
 - 5.4.2 Chemische Zusammensetzung optischer Gläser 1079
 - 5.5 Glaskurzwaren 1079
 - 5.6 Glaswolle und Glasfasern 1080
 - 5.6.1 Schleuderverfahren 1080
 - 5.6.2 Düsenblasverfahren 1082
 - 5.6.3 Ziehverfahren 1082
 - 5.6.3.1 Düsenziehverfahren 1082
 - 5.6.3.2 Doppeltiegel- und Stabziehverfahren (Licht- und Bildleitfasern) 1083
 - 5.6.3.3 Chemische Zusammensetzung von Glas- und Mineralfasern 1085
 - 5.7 Oberflächenveredelung von Glas 1086
 - 5.7.1 Definition 1086
 - 5.7.2 Verfahren zur Herstellung dünner Schichten 1087
 - 5.7.2.1 Vakuum-Verfahren 1087
 - 5.7.2.2 Chemische Verfahren 1088
 - 5.7.2.3 Mischverfahren 1088
 - 5.7.2.4 Sol-Gel-Tauchverfahren 1088
 - 5.7.3 Aufgaben der Schichten, beschichtete Produkte 1089
- 6 **Ausblick** 1090
- 7 **Literatur** 1091

12

Keramik*Hans Walter Hennicke, Sigismund Kienov**Bearbeitet von Jürgen Huber*

- 1 Historisches und Wirtschaftliches 1100**
- 2 Rohstoffe 1103**
 - 2.1 Natürliche Rohstoffe 1103
 - 2.1.1 Kaoline und Tone 1103
 - 2.1.2 Feldspat 1106
 - 2.1.3 Calcium- und lithiumhaltige Rohstoffe 1106
 - 2.1.4 Quarz und Quarzite 1106
 - 2.1.5 Tonerdereiche Rohstoffe 1108
 - 2.1.6 Magnesite, Dolomite und Magnesiumsalze 1108
 - 2.1.7 Chromerz 1110
 - 2.1.8 Zirconium 1110
 - 2.2 Künstliche Rohstoffe 1110
 - 2.2.1 Aluminiumoxid 1111
 - 2.2.2 Zirconiumoxid (ZrO_2) 1111
 - 2.2.3 Siliciumcarbid (SiC) 1112
 - 2.2.4 Siliciumnitrid (Si_3N_4) 1112
 - 2.2.5 Neue Pulverherstellungsverfahren 1113
 - 2.2.5.1 Abscheidung aus Lösungen 1113
 - 2.2.5.2 Abscheidung aus der Dampfphase 1113
 - 2.2.5.3 Reaktionen im festen Zustand 1114
 - 2.2.5.4 Gas/Fest-Reaktionen 1114
- 3 Keramische Verfahrenstechnik 1114**
 - 3.1 Aufbereitung der Rohstoffe 1114
 - 3.1.1 Zerkleinern und Mahlen 1114
 - 3.2 Formgebungsverfahren 1118
 - 3.2.1 Additive 1118
 - 3.2.2 Gießverfahren 1119
 - 3.2.2.1 Schlickergießen 1119
 - 3.2.2.2 Druckschlickergießen 1119

- 3.2.2.3 Foliengießen 1120
- 3.2.3 Plastische Formgebung 1121
 - 3.2.3.1 Rollerformgebung 1121
 - 3.2.3.2 Extrudieren 1122
 - 3.2.3.3 Spritzgießen 1123
- 3.2.4 Pressverfahren 1124
 - 3.2.4.1 Uniaxiales Trockenpressen 1124
 - 3.2.4.2 Isostatisches Pressen 1125
- 3.3 Trocknen und Entbindern 1126
- 3.4 Brennen 1127
 - 3.4.1 Physikalisch-chemische Grundlagen 1127
 - 3.4.1.1 Festkörpersintern 1127
 - 3.4.1.2 Flüssigphasensintern 1130
 - 3.4.2 Technik des Brennens 1131
 - 3.4.2.1 Vorbrand 1131
 - 3.4.2.2 Sinterbrand 1132
 - 3.4.3 Glasuren und Dekore 1133
 - 3.4.3.1 Glasuren 1133
 - 3.4.3.2 Dekore 1134
- 3.5 Precursorkeramik 1134
 - 3.5.1 Precursoren 1136
 - 3.5.2 Keramisierung 1137
 - 3.5.3 Eigenschaften 1140
 - 3.5.4 Werkstofftechnik 1143

- 4 Keramische Erzeugnisse 1144**
 - 4.1 Silikatkeramik 1144
 - 4.1.1 Irdengut und Steingut 1145
 - 4.1.2 Steinzeug 1146
 - 4.1.3 Porzellan 1146
 - 4.1.3.1 Hartporzellan 1147
 - 4.1.3.2 Tonerdeporzellan 1147
 - 4.1.3.3 Weichporzellan 1147
 - 4.1.3.4 Knochenporzellan 1149
 - 4.1.4 Steatit 1149
 - 4.1.5 Cordierit 1151
 - 4.1.6 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2/\text{Korund} - \text{Mullit}$ 1152
 - 4.1.7 Oxidkeramik 1154
 - 4.1.7.1 Aluminiumoxidkeramik 1154
 - 4.1.7.2 Magnesiumoxidkeramik 1156
 - 4.1.7.3 Aluminiumtitanat (ATI) 1156
 - 4.1.7.4 Zirkoniumdioxidkeramik 1157
 - 4.1.7.5 Titandioxidhaltige Keramik 1158
 - 4.1.7.6 Bleizirconat – und bleititanathaltige Keramiken 1158
 - 4.1.7.7 Ferrite 1159

- 4.1.8 Nichtoxidkeramik 1159
 - 4.1.8.1 Siliciumcarbid (SiC) 1160
 - 4.1.8.2 Borcarbid 1163
 - 4.1.8.3 Siliciumnitrid (Si₃N₄) 1164
 - 4.1.8.4 SIALONe 1165
 - 4.1.8.5 Aluminiumnitrid (AlN) 1165
- 4.2 Faserverstärkte Verbundkeramik (CMC) 1166
 - 4.2.1 Herstellungswege für faserverstärktes SiC 1167
 - 4.2.2 Eigenschaften 1170
 - 4.2.3 Anwendung 1172
- 4.3 Grobkeramische Erzeugnisse 1173
 - 4.3.1 Baukeramik 1174
 - 4.3.1.1 Ziegeleierzeugnisse 1174
 - 4.3.2 Feuerfeste Erzeugnisse 1174
 - 4.3.2.1 Silikasteine 1174
 - 4.3.2.2 Schamottesteine 1175
 - 4.3.2.3 Tonerdreiche Steine (Al₂O₃ > 45%) 1175
 - 4.3.2.4 Zirconiumoxidhaltige Steine 1176
 - 4.3.2.5 Kohlenstoffhaltige Steine 1176
 - 4.3.2.6 Siliciumcarbidhaltige Steine 1176
 - 4.3.2.7 Feuerfeste Steine auf Basis Magnesia, Calciumoxid und Chromit 1177
- 5 **Literatur** 1180