

Inhalt

| | | | | |
|--|-------------|---|--|------------|
| Vorwort zur achten Auflage | <i>IX</i> | 1.6.5 | Maßnahmen zur Energieeinsparung | 83 |
| | | 1.6.6 | Die Nebenarbeiten beim Darren | 84 |
| Vorwort zur siebenten Auflage | <i>XI</i> | 1.6.7 | Die Behandlung des Malzes nach dem Darren | 85 |
| Vorwort zur sechsten Auflage | <i>XIII</i> | 1.6.8 | Die Lagerung und Aufbewahrung des Malzes | 85 |
| 1 Die Technologie der Malzbereitung | <i>1</i> | 1.7 | Der Malzschwand | 87 |
| 1.1 Die Braugerste | <i>1</i> | 1.7.1 | Der Weichschwand | 88 |
| 1.1.1 Die Morphologie der Gerste | <i>1</i> | 1.7.2 | Atmungs- und Keimschwand | 88 |
| 1.1.2 Chemische Zusammensetzung der Gerste | <i>2</i> | 1.7.3 | Die Ermittlung des Malzschwandes | 89 |
| 1.1.3 Die Eigenschaften der Gerste und ihre Beurteilung | <i>6</i> | 1.8 | Die Eigenschaften des Malzes | 89 |
| 1.2 Die Vorbereitung der Gerste zur Vermälzung | <i>9</i> | 1.8.1 | Äußere Merkmale | 89 |
| 1.2.1 Die Anlieferung der Gerste | <i>9</i> | 1.8.2 | Die mechanische Analyse | 89 |
| 1.2.2 Transportanlagen | <i>9</i> | 1.8.3 | Die chemisch-technische Analyse | 90 |
| 1.2.3 Das Putzen und Sortieren der Gerste | <i>9</i> | 1.9 | Malze aus anderen Getreidearten | 92 |
| 1.2.4 Die Lagerung und Aufbewahrung der Gerste | <i>9</i> | 1.9.1 | Weizenmalz | 92 |
| 1.2.5 Die künstliche Trocknung der Gerste | <i>13</i> | 1.9.2 | Malze aus anderen Getreidearten | 94 |
| 1.2.6 Pflanzliche und tierische Schädlinge der Gerste | <i>16</i> | 1.9.3 | Pseudogetreide | 96 |
| 1.2.7 Gewichtsveränderungen der Gerste während der Lagerung | <i>17</i> | 1.9.4 | Spezialmalze | 97 |
| 1.3 Das Weichen der Gerste | <i>18</i> | 1.9.5 | Die Kleinmälzung | 99 |
| 1.3.1 Die Wasseraufnahme des Gerstenkorns | <i>18</i> | 2 Die Technologie der Würzebereitung | | <i>101</i> |
| 1.3.2 Die Sauerstoffversorgung des Weichgutes | <i>19</i> | 2.1 | Die Rohmaterialien des Brauprozesses | <i>101</i> |
| 1.3.3 Die Reinigung der Gerste | <i>20</i> | 2.1.1 | Malz | <i>101</i> |
| 1.3.4 Wasserverbrauch | <i>21</i> | 2.1.2 | Ersatzstoffe des Malzes | <i>101</i> |
| 1.3.5 Die Weicheinrichtungen | <i>21</i> | 2.1.3 | Das Brauwasser | <i>103</i> |
| 1.3.6 Die Technik des Weichens | <i>24</i> | 2.1.4 | Der Hopfen | <i>115</i> |
| 1.4 Die Keimung | <i>26</i> | 2.2 | Das Schrotten des Malzes | <i>126</i> |
| 1.4.1 Die Theorie der Keimung | <i>26</i> | 2.2.1 | Die Kontrolle des Schrottes | <i>128</i> |
| 1.4.2 Die Praxis der Keimung | <i>35</i> | 2.2.2 | Die Schrotmühlen | <i>128</i> |
| 1.5 Die verschiedenen Mälzungssysteme | <i>39</i> | 2.2.3 | Beschaffenheit und Zusammensetzung des Schrottes | <i>135</i> |
| 1.5.1 Die Tennenmälzerei | <i>39</i> | 2.2.4 | Die Anordnung der Schroterei | <i>136</i> |
| 1.5.2 Die pneumatische Mälzerei | <i>43</i> | 2.3 | Die Herstellung der Würze | <i>136</i> |
| 1.5.3 Die Keimanlagen der pneumatischen Mälzerei | <i>46</i> | 2.3.1 | Die Theorie des Maischens | <i>137</i> |
| 1.5.4 Das fertige Grünmalz | <i>62</i> | 2.3.2 | Die Praxis des Maischens | <i>145</i> |
| 1.6 Das Darren des Grünmalzes | <i>62</i> | 2.3.3 | Die Maischverfahren | <i>150</i> |
| 1.6.1 Die Vorgänge beim Darren | <i>62</i> | 2.3.4 | Spezielle Probleme beim Maischen | <i>160</i> |
| 1.6.2 Die Darren | <i>68</i> | 2.3.5 | Die Kontrolle des Maischprozesses | <i>161</i> |
| 1.6.3 Praxis des Darrens | <i>75</i> | 2.4 | Die Gewinnung der Würze (Das Abläutern) | <i>163</i> |
| 1.6.4 Kontrolle und Automatisierung der Darrarbeit – Pflege der Darren | <i>83</i> | 2.4.1 | Das Abläutern mit dem Läuterbottich | <i>163</i> |
| | | 2.4.2 | Der Läuterbottich | <i>163</i> |
| | | 2.4.3 | Der Läutervorgang im Läuterbottich | <i>166</i> |
| | | 2.4.4 | Abläutern mit dem konventionellen Maischefilter | <i>175</i> |

| | | | | | |
|--------|--|-----|----------|---|-----|
| 2.4.5 | Dünnschicht-Maischefilter mit Membranen | 176 | 3 | Die Technologie der Gärung | 231 |
| 2.4.6 | Der Dünnschicht-Kammerfilter | 178 | 3.1 | Die Bierhefen | 231 |
| 2.4.7 | Schlussfolgerungen zu den beiden Systemen der Dünnschicht-Maischefilter im Vergleich zu modernen Läuterbottichen | 180 | 3.1.1 | Morphologie der Hefe | 231 |
| 2.4.8 | Der Strainmaster | 180 | 3.1.2 | Die chemische Zusammensetzung der Hefe | 232 |
| 2.4.9 | Kontinuierliche Läutermethoden | 181 | 3.1.3 | Die Enzyme der Hefe | 232 |
| 2.4.10 | Das Vorlaufgefäß | 182 | 3.1.4 | Die Vermehrung der Hefe | 233 |
| 2.5 | Das Kochen und Hopfen der Würze | 182 | 3.1.5 | Die Genetik der Hefe | 234 |
| 2.5.1 | Die Würzepfannen | 182 | 3.1.6 | Gen-Manipulation der Hefe | 234 |
| 2.5.2 | Physikalische Vorgänge bei der Würzekochung | 187 | 3.1.7 | Autolyse der Hefe | 236 |
| 2.5.3 | Die Koagulation des Eiweißes | 188 | 3.2 | Der Stoffwechsel der Hefe | 236 |
| 2.5.4 | Die Hopfung der Würze | 190 | 3.2.1 | Der Kohlenhydratstoffwechsel | 237 |
| 2.5.5 | Das Verhalten von Aromastoffen der Würze | 197 | 3.2.2 | Der Eiweißstoffwechsel | 239 |
| 2.5.6 | Technologische und energiewirtschaftliche Beurteilung moderner Würzekochsysteme | 200 | 3.2.3 | Der Fettstoffwechsel | 240 |
| 2.5.7 | Das Ausschlagen der Würze | 206 | 3.2.4 | Der Mineralstoffwechsel | 241 |
| 2.5.8 | Die Ausschlagwürze | 207 | 3.2.5 | Wuchsstoffe (Vitamine) | 242 |
| 2.5.9 | Die Reinigung der Sudwerksanlage | 208 | 3.2.6 | Die Stoffwechselprodukte und ihre Bedeutung für die Beschaffenheit des Bieres | 242 |
| 2.5.10 | Die Automatisierung des Würzekochprozesses | 209 | 3.3 | Die untergärige Hefe in der Praxis der Brauerei | 246 |
| 2.5.11 | Möglichkeiten des Einsatzes von Extraktresten | 209 | 3.3.1 | Die Wahl der Hefe | 246 |
| 2.5.12 | Die Treber | 211 | 3.3.2 | Die Reinzucht der Bierhefen | 247 |
| 2.5.13 | Sicherheit und Gleichmäßigkeit des Sudablaufes | 211 | 3.3.3 | Entartung und Degeneration der Hefe | 249 |
| 2.6 | Die Sudhausausbeute | 212 | 3.3.4 | Gewinnung der Hefe | 249 |
| 2.6.1 | Die Berechnung der Sudhausausbeute | 212 | 3.3.5 | Reinigen der Hefe | 250 |
| 2.6.2 | Die Beurteilung der Sudhausausbeute | 213 | 3.3.6 | Lagerung der Hefe | 251 |
| 2.6.3 | Schlussfolgerungen zum Thema Ausbeute | 216 | 3.3.7 | Versand der Hefe – Trockenhefen | 252 |
| 2.7 | Würzekühlung und Trubausscheidung | 216 | 3.3.8 | Der Zustand der Hefe | 252 |
| 2.7.1 | Die Abkühlung der Würze | 216 | 3.4 | Die Gärung in der untergärigen Brauerei | 253 |
| 2.7.2 | Die Sauerstoffaufnahme der Würze | 216 | 3.4.1 | Die Gärräume | 253 |
| 2.7.3 | Die Ausscheidung des Trubs | 217 | 3.4.2 | Die Gärgefäße | 255 |
| 2.7.4 | Sonstige Vorgänge | 218 | 3.4.3 | Das Anstellen der Würze mit Hefe | 260 |
| 2.7.5 | Kühlhauseinrichtung | 218 | 3.4.4 | Die Gärführung | 264 |
| 2.7.6 | Der Betrieb mit Kühlschiff, Berieselungskühler oder geschlossenem Kühler | 218 | 3.4.5 | Der Verlauf der Hauptgärung | 264 |
| 2.7.7 | Geschlossene Würzekühlsysteme | 220 | 3.4.6 | Der Vergärungsgrad | 267 |
| 2.8 | Die Bestimmung der Kaltwürze-Ausbeute | 228 | 3.4.7 | Die Schlauchreife des Bieres | 269 |
| 2.8.1 | Messwerte | 228 | 3.4.8 | Die Veränderung der Würze während der Gärung | 269 |
| 2.8.2 | Errechnung der Kaltwürze-Ausbeute | 229 | 3.4.9 | Die Gewinnung der Gärungskohlensäure | 272 |
| 2.8.3 | Die Gesamtausbeute bei der Würzebereitung (Overall Brewhouse Yield – OBY) | 229 | 3.5 | Die Nachgärung und Lagerung des Bieres | 274 |
| | | | 3.5.1 | Die Lagerkeller | 274 |
| | | | 3.5.2 | Die Lagergefäße | 276 |
| | | | 3.5.3 | Der Verlauf der Nachgärung | 277 |
| | | | 3.6 | Moderne Methoden zur Vergärung und Lagerung des Bieres | 285 |
| | | | 3.6.1 | Die konventionelle Arbeitsweise bei Gärtanks und Großgefäßen | 285 |
| | | | 3.6.2 | Die Anwendung von Zwischenlagertanks, der Einsatz einer Jungbierzentrifuge | 289 |

| | | | | | |
|----------|---|------------|----------|---|------------|
| 3.6.3 | Verfahren zur beschleunigten Gärung und Reifung des Bieres | 290 | 5.3.5 | Verschließen der Flaschen | 342 |
| 3.6.4 | Kontinuierliche Gärverfahren | 297 | 5.3.6 | Aufnahme von Sauerstoff beim Abfüllen | 342 |
| 3.6.5 | Anlage mit klassischen ZKGs für ein Durchflussverfahren | 298 | 5.4 | „Sterilabfüllung“ und Pasteurisation des Bieres | 346 |
| 3.6.6 | Die Kalthopfung des Bieres | 298 | 5.4.1 | „Sterilabfüllung“ | 346 |
| 4 | Die Filtration des Bieres | 301 | 5.4.2 | Pasteurisation des Bieres | 349 |
| 4.1 | Die Theorie der Filtration | 301 | 5.5 | Gliederung der Flaschenfüllerei | 352 |
| 4.2 | Die Technik der Filtration | 302 | 6 | Bierschwand | 353 |
| 4.2.1 | Die Massefiltration | 303 | 6.1 | Faktoren des Bierschwandes | 353 |
| 4.2.2 | Die Kieselgurfiltration | 304 | 6.1.1 | Würzeschwand | 353 |
| 4.2.3 | Die Schichtenfilter | 310 | 6.1.2 | Eigentlicher Bierschwand | 355 |
| 4.2.4 | Die Membranfiltration | 311 | 6.2 | Ermittlung des Bierschwandes | 357 |
| 4.2.5 | Die Zentrifugen | 312 | 6.2.1 | Berechnung des Volumenschwandes | 357 |
| 4.3 | Die Kombination der Klärverfahren | 313 | 6.2.2 | Ermittlung der Mehr- bzw. Fehlmengen | 358 |
| 4.4 | Wege zum Ersatz der Kieselgurfiltration | 314 | 6.2.3 | Berechnung der aus 100 kg Malz erzielten Würze- und Biermenge | 358 |
| 4.4.1 | Kombination von Zentrifuge und Massefilter | 314 | 6.2.4 | Berechnung des Extraktschwandes ab Ausschlagwürze bzw. ab Malzschüttung | 358 |
| 4.4.2 | Kombination von Feinklärzentrifuge und Horizontalfilter | 314 | 6.2.5 | Die Restbierwirtschaft | 359 |
| 4.4.3 | Multi-Mikrofiltration | 314 | 7 | Das fertige Bier | 361 |
| 4.4.4 | Filterschichten | 315 | 7.1 | Zusammensetzung des Bieres | 361 |
| 4.4.5 | Anwendung synthetischer Extrudate | 315 | 7.1.1 | Bierextrakt | 361 |
| 4.4.6 | Kreuzstrom-Mikrofiltration | 316 | 7.1.2 | Flüchtige Bestandteile | 362 |
| 4.4.7 | Folgerung zu modernen Filtersystemen | 320 | 7.2 | Einteilung der Biere | 362 |
| 4.5 | Die Hilfs- und Kontrollapparate der Filtration | 320 | 7.3 | Eigenschaften der Biere | 363 |
| 4.5.1 | Hilfsapparate | 320 | 7.3.1 | Allgemeine Eigenschaften | 363 |
| 4.5.2 | Kontrollgeräte | 321 | 7.3.2 | Redoxpotenzial des Bieres | 363 |
| 4.6 | Einleitung und Beendigung der Filtration | 322 | 7.3.3 | Farbe des Bieres | 364 |
| 4.7 | Das Geläger | 322 | 7.4 | Aroma des Bieres | 364 |
| 4.8 | Die Druckluft | 323 | 7.4.1 | Aromamerkmale | 364 |
| 5 | Das Abfüllen des Bieres | 325 | 7.4.2 | Beeinflussung der Geschmacksfaktoren | 365 |
| 5.1 | Die Aufbewahrung des filtrierten Bieres | 325 | 7.4.3 | Geschmacksfehler des Bieres | 367 |
| 5.2 | Die Fassfüllerei | 325 | 7.5 | Schaum des Bieres | 369 |
| 5.2.1 | Die Fässer | 325 | 7.5.1 | Theorie des Schaumes | 369 |
| 5.2.2 | Die Fassreinigung | 326 | 7.5.2 | Technologische Einflüsse auf den Bierschaum | 370 |
| 5.2.3 | Die Fassabfüllung | 327 | 7.6 | Chemisch-physikalische Haltbarkeit und ihre Stabilisierung | 373 |
| 5.2.4 | Verbesserungen in der herkömmlichen Fassfüllerei | 328 | 7.6.1 | Zusammensetzung der kolloiden Trübungen | 373 |
| 5.2.5 | Die Reinigung und Abfüllung zylindrischer Metallfässer (Kegs) | 328 | 7.6.2 | Ausbildung der kolloiden Trübungen | 374 |
| 5.2.6 | Der Fassfüll- und Stapelkeller | 331 | 7.6.3 | Technologische Maßnahmen zur Verbesserung der kolloiden Stabilität | 374 |
| 5.3 | Die Flaschen- und Dosenfüllerei | 331 | 7.6.4 | Stabilisierung des Bieres | 374 |
| 5.3.1 | Die Gefäße | 331 | 7.6.5 | Geschmacksstabilität des Bieres | 381 |
| 5.3.2 | Die Flaschenreinigung | 334 | 7.6.6 | Methoden zur Kontrolle und Vorhersage der Geschmacksstabilität | 387 |
| 5.3.3 | Die Flaschenfüllung | 336 | 7.6.7 | Chemische Biertrübungen | 388 |
| 5.3.4 | Reinigen und „Sterilisieren“ der Füllmaschinen | 341 | | | |

| | | | | | |
|----------|--|-----|----------|--|-----|
| 7.6.8 | Wildwerden des Bieres (Gushing) | 389 | 8.3.5 | Die Veränderung der Würze während der Obergärung | 422 |
| 7.7 | Die Filtrierbarkeit des Bieres | 391 | 8.3.6 | Die Nachgärung | 423 |
| 7.7.1 | Ursachen einer schlechten Filtrierbarkeit des Bieres | 391 | 8.3.7 | Filtration und Abfüllung | 425 |
| 7.7.2 | Abhilfemaßnahmen | 393 | 8.4 | Verschiedene obergärige Biere und ihre Herstellung | 426 |
| 7.8 | Biologische Stabilität des Bieres | 394 | 8.4.1 | Das Altbier (Düsseldorf, Niederrhein) | 426 |
| 7.8.1 | Kontaminationsursachen | 394 | 8.4.2 | Das Kölsch | 428 |
| 7.8.2 | Sicherung der biologischen Haltbarkeit | 396 | 8.4.3 | Weizenbier – hefefrei | 429 |
| 7.9 | Physiologische Wirkung des Bieres | 397 | 8.4.4 | Hefeweizenbier | 432 |
| 7.9.1 | Nährwert des Bieres | 397 | 8.4.5 | Obergärige Biere aus Malzen anderer Getreidearten als Gerste und Weizen | 436 |
| 7.9.2 | Diätetische Wirkung des Bieres | 398 | 8.4.6 | Das Berliner Weißbier | 438 |
| 7.10 | Deutsche Biertypen | 399 | 8.4.7 | Traditionelle obergärige Biere | 439 |
| 7.10.1 | Helles Lagerbier | 399 | 8.4.8 | Malzbier (auch Süßbier genannt) | 440 |
| 7.10.2 | Hell Export (12,5 GG%+) | 399 | 8.4.9 | Obergärige Nährbiere bayerischer Brauart | 441 |
| 7.10.3 | Pilsener Biere | 400 | 8.4.10 | Obergärige, alkoholfreie Biere | 441 |
| 7.10.4 | Heller Bock | 400 | 8.4.11 | Obergärige Leichtbiere | 441 |
| 7.10.5 | Märzenbier | 401 | 8.5 | Glutenfreie Biere | 441 |
| 7.10.6 | Dunkle und Schwarzbiere | 401 | 8.5.1 | Herstellung aus konventionellen Rohstoffen – züchterische Modifikation der Rohstoffe | 442 |
| 7.10.7 | Deutscher Porter | 402 | 8.5.2 | Enzymatische Modifikation der Rohstoffe | 442 |
| 7.10.8 | Rauchbier | 402 | 8.5.3 | Bierherstellung aus glutenfreien Zucker- bzw. Stärkequellen | 442 |
| 7.11 | Besondere Biere | 402 | 8.5.4 | Kohlenhydratreiche Körnerfrüchte | 442 |
| 7.11.1 | Frühere Diätbiere | 403 | 9 | Das Brauen mit hoher Stammwürze | 445 |
| 7.11.2 | Nährbiere | 405 | 9.1 | Die Herstellung der stärkeren Würze | 445 |
| 7.11.3 | Alkoholfreie Biere | 405 | 9.1.1 | Das Abläutern | 445 |
| 7.11.4 | Verfahren zur Begrenzung des Alkoholgehaltes | 406 | 9.1.2 | Das Maischen | 445 |
| 7.11.5 | Alkoholentzug mit physikalischen Verfahren | 408 | 9.1.3 | Das Würzekochen | 445 |
| 7.11.6 | Die Kombination der verschiedenen Verfahren zur Herstellung von alkoholfreiem Bier | 411 | 9.1.4 | Whirlpoolbetrieb | 446 |
| 7.11.7 | Leichtbiere | 412 | 9.1.5 | Die Verdünnung der starken Würze bei der Würzekühlung | 446 |
| 8 | Die Obergärung | 415 | 9.2 | Die Vergärung der stärkeren Würzen | 446 |
| 8.1 | Allgemeines | 415 | 9.3 | Die Verdünnung des ausgereiften Bieres | 447 |
| 8.2 | Die obergärige Hefe | 415 | 9.4 | Die Eigenschaften der Biere | 448 |
| 8.2.1 | Morphologische Merkmale | 415 | | | |
| 8.2.2 | Physiologische Unterschiede | 416 | | | |
| 8.2.3 | Gärungstechnologische Merkmale | 416 | | | |
| 8.2.4 | Hefebehandlung | 417 | | | |
| 8.3 | Die Führung der Obergärung | 418 | | | |
| 8.3.1 | Gärraum und Gärbehälter | 418 | | | |
| 8.3.2 | Die Würzebeschaffenheit | 419 | | | |
| 8.3.3 | Das Anstellen | 419 | | | |
| 8.3.4 | Der Ablauf der Hauptgärung | 420 | | | |
| | | | | Weiterführende Literatur | 449 |
| | | | | Sachregister | 453 |