

Ausgewählte Kapitel der Brauereitechnologie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Back

Unter Mitarbeit von:

Dipl.-Ing. Ingrid Bohak, Dr.-Ing. Torsten Dickel, Dr.-Ing. Oliver Franz,
Dr.-Ing. Martina Gastl, Dipl.-Ing. Stefan Hanke, Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Klaus Hartmann,
Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Markus Herrmann, Dr.-Ing. Dietmar Kaltner,
Dr.-Ing. Matthias Keßler, Dr.-Ing. Stefan Kreis, PD Dr.-Ing. habil. Martin Krotten-
thaler, Dr.-Ing. Dipl.-Chem. Florian Kühbeck, Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Ralf Mezger,
em. Univ.-Prof. Dr. agr. Ludwig Narziß, Dr.-Ing. Mark Schneeberger,
Dr.-Ing. Christina Schönberger, Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Elmar Spieleder,
Dr.-Ing. Frithjof Thiele, Dipl.-Ing. Kornel Vetterlein, Dipl.-Ing. Sascha Wunderlich,
Dipl.-Ing. Michael Wurzbacher, Dipl.-Ing. (FH) Martin Zarnkow,
Dr.-Ing. Achim Zürcher

Die Autoren bedanken sich bei der Sekretärin des Lehrstuhls,
Frau Daniela Schulte,
für die wertvolle Unterstützung.



Haftungsausschluss

Alle Angaben in diesem Buch wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt und gemeinsam mit dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch lassen sich (im Sinne des Produkthaftungsrechts) inhaltliche Fehler nicht vollständig ausschließen. Die Angaben verstehen sich daher ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie seitens der Autoren oder des Verlages. Autoren und Verlag schließen jegliche Haftung für etwaige inhaltliche Unstimmigkeiten sowie für Personen-, Sach- und Vermögensschäden aus.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2008 Fachverlag Hans Carl GmbH, Nürnberg, 2. aktualisierte Auflage
Alle Rechte vorbehalten

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Titelbild: Dr.-Ing. Christina Schönberger
Satz: Verlagsservice Rohner, Tegernheim
Druck und Bindung: Westermann Druck, Zwickau

ISBN 978-3-418-00802-8

Vorwort

Die 2. Auflage des Fachbuchs „Ausgewählte Kapitel der Brauereitechnologie“ bietet dem praktizierenden Technologen ein noch umfassenderes Nachschlagewerk als die im Jahr 2005 veröffentlichte Ersterscheinung. So wurden aktuelle Forschungsergebnisse aufgenommen und die Texte auf den neusten Stand gebracht. Insbesondere die Kapitel Hopfen, Würzekochung, Hefetechnologie und Gärung, Filtrierbarkeit, Geschmacksstabilität sowie Bierbereitung mit vermälzten und unvermälzten Zerealien und Pseudozerealien wurden intensiv überarbeitet. Die bewährte Strukturierung nach Themenschwerpunkten, die den Brauereitechnologen tagtäglich beschäftigen, wurde beibehalten.

Mit der komplexen Darstellung der einzelnen Themen werden dem Praktiker und dem Studierenden die technologischen Zusammenhänge und das technologische Verständnis eindrucksvoll vermittelt. Besonderer Wert wurde auf eine übersichtliche Darstellung biochemischer und prozesstechnischer Grundlagen gelegt, damit die Erkenntnisse in der Praxis umgesetzt werden können. Bewährt hat sich auch der am Ende der einzelnen Kapitel aufgeführte Überblick, in dem unter anderem auf Probleme, Ursachen und Lösungen eingegangen wird.

Neu ist der erweiterte Anhang mit den Standardwerten der Würze- und Bierinhaltsstoffe sowie der Bieraromastoffe und höheren Alkohole.

Ich bedanke mich beim Mitarbeiterteam meines Lehrstuhls für die engagierte und fachkundige Zusammenarbeit bei der Ausarbeitung der einzelnen Themen sowie bei meinem Vorgänger Ludwig Narziß für die wertvollen Hinweise aus seinem reichhaltigen Erfahrungsschatz.

Mein Dank gilt auch dem Fachverlag Hans Carl für die Bereitschaft, eine überarbeitete Auflage dieses Handbuchs zu veröffentlichen.

Werner Back

Freising, Oktober 2008

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Malz	9
1 Einleitung	10
2 Malzqualitätsmerkmale von Gerste und Weizen	10
2.1 Qualitätsmerkmale von Gerstenmalz	10
2.2 Qualitätsmerkmale von Weizenmalz	16
2.3 Lebensmittelsicherheit	18
3 Zusammenfassung	18
4 Überblick	20
5 Literatur	21
Hopfen	23
1 Einleitung	24
1.1 Wertgebende Substanzen des Hopfens	25
1.2 Hopfenprodukte	29
1.3 Analytik	30
2 Spezielle Aspekte der Hopfung	32
2.1 Hopfengabe	32
2.2 Bitterstoffausbeute	42
2.3 Schaum	43
2.4 Mikrobiologie	44
2.5 Dosage von Downstream-Produkten	44
2.6 Hopfenlagerung	45
3 Zusammenfassung	47
4 Überblick	48
5 Literatur	49
Maischen	59
1 Einleitung	60
2 Technologie des Maischens	60
2.1 Maischparameter	62
2.2 Ausgewählte Maischverfahren	68
3 Zusammenfassung	71
4 Überblick	72
5 Literatur	73

Würzekochung, Würzekochsysteme	75
1 Einleitung	76
2 Technologische Grundlagen zur Würzekochung	76
2.1 Heißhaltung	76
2.2 Verdampfung	77
2.3 Gegenseitige Beeinflussung der analytischen Eckwerte bei der Würzekochung	83
2.4 Moderne Kochsysteme	85
3 Zusammenfassung	101
4 Überblick	102
5 Literatur	106
Biologische Säuerung	109
1 Einleitung	110
2 Technologie der Sauergutherstellung	111
2.1 Milchsäurekulturen	111
2.2 Vorteile der biologischen Säuerung	112
2.3 Kultivierung und Herführung der Milchsäurekulturen	115
2.4 Sauergutgewinnung	115
2.5 Berechnung der benötigten Milchsäuremenge	118
3 Zusammenfassung	119
4 Überblick	120
5 Literatur	121
Hefetechnologie und Gärung	123
1 Einleitung	124
2 Hefezustand, Hefebehandlung und Gärung	124
2.1 Hefeviabilität und Hefevitalität	124
2.2 Hefeherführung und Assimilation	127
2.3 Anstelltechnologie und SO ₂ -Bildung	135
2.4 Gärung	141
2.5 Erntehefebehandlung	144
2.6 Reifung und Lagerung	146
3 Zusammenfassung	148
4 Überblick	150
5 Literatur	154

Inhaltsverzeichnis

Filterierbarkeit – Trübungsproblematik	157
1 Einleitung	158
2 Einflussgrößen auf die Filterierbarkeit von Bier	158
2.1 Der Einfluss der Malzqualität auf die Filterierbarkeit von Bier	160
2.2 Der Einfluss der Sudhausarbeit auf die Filterierbarkeit von Bier	160
2.3 Der Einfluss von Gärung und Lagerung auf die Filterierbarkeit von Bier	161
2.4 Stufenkontrolle für die Filterierbarkeit von Würze und Bier	162
2.5 Der Einfluss der Filtration auf die Trübung von Bier	164
3 Zusammenfassung	167
4 Überblick	168
5 Literatur	171
Bierschaum	173
1 Einleitung	174
2 Aspekte des Bierschaums	174
2.1 Grundlagen der Schaumphysik	174
2.2 Biochemische und technologische Aspekte des Bierschaums	175
2.3 Technologischer Einfluss auf den Bierschaum	176
2.4 Methoden zur Bestimmung der Schaumhaltbarkeit	179
3 Zusammenfassung	179
4 Überblick	180
5 Literatur	184
Sensorik	187
1 Einleitung	188
2 Sensorik in der Brauindustrie	188
2.1 Sensorische Beurteilung von Bier	189
2.2 Auswahl und Schulung eines Verkosterpanels	194
2.3 Statistik in der Sensorik	198
2.4 Technologische Möglichkeiten zur Beeinflussung der Sensorik	201
3 Zusammenfassung	202
4 Überblick	203
5 Literatur	207
Geschmacksstabilität	211
1 Einleitung	212
2 Aspekte der Geschmacksstabilität	212
2.1 Grundlagen	212
2.2 Technologische Möglichkeiten zur Beeinflussbarkeit der Geschmacksstabilität	218
2.3 Analytische Beurteilung der Geschmacksstabilität	229

3 Zusammenfassung	239
4 Überblick	240
5 Literatur	243
Weizenbier	249
1 Einleitung	250
2 Technologie der Weizenbierherstellung	250
2.1 Grundlagen	250
2.2 Rohstoff Weizen und Malzschüttung	254
2.3 Maischen	255
2.4 Würzekochung	257
2.5 Gärung	257
2.6 Reifung	259
2.7 Alterung des Weißbieres	260
2.8 Besonderheiten der Weißbierherstellung	260
2.9 Trübungsstabilität Weizenbier	261
3 Zusammenfassung	261
4 Überblick	262
5 Literatur	265
Alkoholfreies Bier	267
1 Einleitung	268
2 Verfahren zur Herstellung alkoholfreier Biere	258
2.1 Physikalische Verfahren	268
2.2 Biologische Verfahren	279
2.3 Kombination der Verfahren	282
2.4 Wirtschaftliche Aspekte	282
3 Zusammenfassung	283
4 Überblick	284
5 Literatur	286
Prozessbiere	289
1 Einleitung	290
2 Verwertung von Prozessbieren	290
2.1 Bedeutung des Bierschwandes	290
2.2 Rückgewinnung von Bier aus Überschusshefe	291
2.3 Vor-, Zwischen- und Nachläufe	294
2.4 Sonstige Prozessbiere	295
2.5 Vermeidung von Prozessbieren	296
3 Zusammenfassung	297
4 Überblick	299
5 Literatur	299

Inhaltsverzeichnis

Bier und Gesundheit	301
1 Einleitung	302
2 Gesundheitliche Bedeutung von Bier	302
2.1 Ernährungsphysiologisch interessante Bierinhaltsstoffe	302
2.2 Bier als wertvoller Beitrag zu einer ausgewogenen Ernährung	308
2.3 Anreicherung bzw. Vermeidung besonderer Inhaltsstoffe im Bier	312
3 Zusammenfassung	315
4 Literatur	316
Mikrobiologie	319
1 Einleitung	320
2 Mikroorganismen	323
2.1 Kulturhefen	324
2.2 Fremdhefen	324
2.3 Bierschädliche Bakterien	326
2.4 Nachweis von Bierschädlingen	329
3 Zusammenfassung	335
4 Überblick	336
5 Literatur	341
Bierbereitung mit vermälzten und unvermälzten Zerealien und Pseudozerealien	343
1 Einleitung	344
2 Kohlenhydratreiche Körner	346
2.1 Getreide (Zerealien)	348
2.2 Pseudogetreide (Pseudozerealien)	361
3 Zusammenfassung	362
4 Überblick	363
5 Literatur	364
Anhang	371
1 Auszug Vorläufiges Biergesetz	372
2 Würzeinhaltsstoffe	374
3 Bierinhaltsstoffe	378
4 Bieraromastoffe und höhere Alkohole	380
5 Alterungsindikatoren	381
Stichwortregister	382
Abkürzungsverzeichnis	392