

Inhalt

1	Die Technologie der Malzbereitung	1	1.9	Sonder- und Spezialmalze	87
1.1	Die Braugerste	1	1.9.1	Das Weizenmalz	87
1.1.1	Morphologie der Gerste	1	1.9.2	Malze aus anderen Getreidearten	88
1.1.2	Chemische Zusammensetzung der Gerste	2	1.9.3	Spezialmalze	88
1.1.3	Die Eigenschaften der Gerste und ihre Beurteilung	6	2	Die Technologie der Würzebereitung	90
1.2	Die Vorbereitung der Gerste zur Vermälzung	8	2.0	Allgemeines	90
1.2.1	Die Anlieferung der Gerste	8	2.1	Die Rohmaterialien des Brauprozesses	90
1.2.2	Transportanlagen	8	2.1.1	Malz	90
1.2.3	Das Putzen und Sortieren der Gerste	9	2.1.2	Ersatzstoffe des Malzes	90
1.2.4	Die Lagerung und Aufbewahrung der Gerste	12	2.1.3	Das Brauwasser	91
1.2.5	Die künstliche Trocknung der Gerste	15	2.1.4	Der Hopfen	100
1.2.6	Pflanzliche und tierische Schädlinge der Gerste	17	2.2	Das Schrot des Malzes	107
1.2.7	Gewichtsveränderungen der Gerste während der Lagerung	17	2.2.1	Die Kontrolle des Schrottes	108
1.3	Das Weichen der Gerste	17	2.2.2	Die Schrotmühlen	109
1.3.1	Die Wasseraufnahme des Gerstenkorns	18	2.2.3	Beschaffenheit und Zusammensetzung des Schrottes	113
1.3.2	Die Sauerstoffversorgung des Weichgutes	18	2.3	Die Herstellung der Würze	114
1.3.3	Die Reinigung der Gerste	19	2.3.1	Die Theorie des Maischens	114
1.3.4	Wasserverbrauch	19	2.3.2	Die Praxis des Maischens	122
1.3.5	Die Weicheinrichtungen	19	2.3.3	Die Maischverfahren	126
1.3.6	Die Technik des Weichens	21	2.3.4	Spezielle Probleme beim Maischen	134
1.4	Die Keimung	24	2.3.5	Die Kontrolle des Maischprozesses	135
1.4.1	Die Theorie der Keimung	24	2.4	Die Gewinnung der Würze (Das Abläutern)	137
1.4.2	Die Praxis der Keimung	31	2.4.1	Das Abläutern mit dem Läuterbottich	137
1.5	Die verschiedenen Mälzungssysteme	35	2.4.2	Der Läuterbottich	137
1.5.1	Die Tennenmälzerei	35	2.4.3	Der Läutervorgang im Läuterbottich	139
1.5.2	Die pneumatische Mälzerei	39	2.4.4	Das Abläutern mit dem konventionellen Maischfilter	148
1.5.3	Die Keimanlagen der pneumatischen Mälzerei	43	2.4.5	Der Maischfilter	148
1.5.4	Das fertige Grünmalz	59	2.4.6	Der Läutervorgang im Maischfilter	150
1.6	Das Darren des Grünmalzes	60	2.4.7	Die Maischfilter der neuen Generation	153
1.6.1	Die Vorgänge beim Darren	60	2.4.8	Das Abläutern mit den neuen Maischfiltern	153
1.6.2	Die Darren	64	2.4.9	Der Strainmaster	154
1.6.3	Praxis des Darrens	71	2.4.10	Kontinuierliche Läutermethoden	155
1.6.4	Kontrolle und Automatisierung der Darrarbeit – Pflege der Darren	78	2.4.11	Das Vorlaufgefäß	156
1.6.5	Maßnahmen zur Energieeinsparung	79	2.5	Das Kochen und Hopfen der Würze	156
1.6.6	Die Nebenarbeiten beim Darren	80	2.5.1	Die Würzepfannen	157
1.6.7	Die Behandlung des Malzes nach dem Darren	80	2.5.2	Das Eindampfen des überflüssigen Wassers	159
1.6.8	Die Lagerung und Aufbewahrung des Malzes	81	2.5.3	Die Koagulation des Eiweißes	160
1.7	Der Malzschwand	82	2.5.4	Die Hopfung der Würze	163
1.7.1	Der Weichschwand	83	2.5.5	Das Verhalten von Aromastoffen der Würze	170
1.7.2	Atmungs- und Keimschwand	83	2.5.6	Technologische und energiewirtschaftliche Beurteilung moderner Würzkekochsysteme	172
1.7.3	Die Ermittlung des Malzschwandes	84	2.5.7	Das Ausschlagen der Würze	175
1.8	Die Eigenschaften des Malzes	85	2.5.8	Die Ausschlagwürze	175
1.8.1	Äußere Merkmale	85	2.5.9	Die Treber	176
1.8.2	Die mechanische Analyse	85	2.5.10	Sicherheit und Gleichmäßigkeit des Sudablaufes	176
1.8.3	Die chemische Analyse	86			

2.6	Die Sudhausausbeute	177	3.6	Moderne Methoden zur Vergärung und Lagerung des Bieres	246
2.6.1	Die Berechnung der Sudhausausbeute	177	3.6.1	Die konventionelle Arbeitsweise bei Gäranks und Großgefäßen	246
2.6.2	Die Beurteilung der Sudhausausbeute	178	3.6.2	Die Anwendung von Zwischenlagertanks	249
2.7	Würzekühlung und Trubausscheidung	180	3.6.3	Verfahren zur beschleunigten Gärung und Reifung des Bieres	250
2.7.1	Die Abkühlung der Würze	181	3.6.4	Kontinuierliche Verfahren	256
2.7.2	Die Sauerstoffaufnahme der Würze	181			
2.7.3	Die Ausscheidung des Trubs	181			
2.7.4	Sonstige Vorgänge	182			
2.7.5	Kühlhauseinrichtung	183			
2.7.6	Der Betrieb mit Kühlenschiff, Berieselungskühler oder geschlossenem Kübler	183	4	Die Filtration des Bieres	258
2.7.7	Geschlossene Würzekühlssysteme	185	4.1	Die Theorie der Filtration	258
2.8	Die Bestimmung der Kaltwürze-Ausbeute	192	4.2	Die Technik der Filtration	260
2.8.1	Meßwerte	192	4.2.1	Die Massefiltration	260
2.8.2	Errechnung der Kaltwürze-Ausbeute	192	4.2.2	Die Kieselgurfiltration	261
			4.2.3	Die Schichtenfilter	266
			4.2.4	Die Membranfiltration	267
			4.2.5	Die Zentrifugen	268
3	Die Technologie der Gärung	194	4.3	Die Kombination der Klärverfahren	269
3.1	Die Bierhefen	194	4.4	Wege zum Ersatz der Kieselgurfiltration	270
3.1.1	Morphologie der Hefe	194	4.5	Die Hilfs- und Kontrollapparate der Filtration	271
3.1.2	Die chemische Zusammensetzung der Hefe	195	4.5.1	Hilfsapparate	271
3.1.3	Die Enzyme der Hefe	195	4.5.2	Kontrollgeräte	272
3.1.4	Die Vermehrung der Hefe	196	4.6	Einleitung und Beendigung der Filtration	273
3.1.5	Die Genetik der Hefe	197	4.7	Das Geläger	273
3.1.6	Gen-Manipulation der Hefe	197			
3.1.7	Autolyse der Hefe	198			
3.2	Der Stoffwechsel der Hefe	199	5	Das Abfüllen des Bieres	275
3.2.1	Der Kohlenhydratstoffwechsel	199	5.1	Die Aufbewahrung des filtrierten Bieres	275
3.2.2	Der Eiweißstoffwechsel	201	5.2	Die Faßfüllerei	275
3.2.3	Der Fettstoffwechsel	203	5.2.1	Die Fässer	275
3.2.4	Der Mineralstoffwechsel	204	5.2.2	Die Faßreinigung	276
3.2.5	Wuchsstoffe (Vitamine)	204	5.2.3	Die Faßabfüllung	277
3.2.6	Die Stoffwechselprodukte und ihre Bedeutung für die Beschaffenheit des Bieres	205	5.2.4	Verbesserungen in der herkömmlichen Faßfüllerei	278
3.3	Die untergärtige Hefe in der Praxis der Brauerei	209	5.2.5	Die Reinigung und Abfüllung zylindrischer Metallfässer (Kegs)	278
3.3.1	Die Wahl der Hefe	209	5.2.6	Der Faßfüll- und Stapelkeller	280
3.3.2	Die Reinzucht der Bierhefen	209	5.3	Die Flaschen- und Dosenfüllerei	281
3.3.3	Entartung und Degeneration der Hefe	210	5.3.1	Die Gefäße	281
3.3.4	Gewinnung der Hefe	211	5.3.2	Die Flaschenreinigung	282
3.3.5	Reinigen der Hefe	211	5.3.3	Die Flaschenfüllung	284
3.3.6	Aufbewahrung der Hefe	212	5.3.4	Reinigen und Sterilisieren der Füllmaschinen	287
3.3.7	Versand der Hefe	213	5.3.5	Verschließen der Flaschen	287
3.3.8	Bestimmung der Hefevitalität	213	5.3.6	Aufnahme von Sauerstoff beim Abfüllen	288
3.4	Die Gärung in der untergärtigen Brauerei	213	5.4	Sterilabfüllung und Pasteurisation des Bieres	291
3.4.1	Die Gärräume	213	5.4.1	Sterilabfüllung	291
3.4.2	Die Gärgefäße	215	5.4.2	Pasteurisation des Bieres	294
3.4.3	Das Anstellen der Würze mit Hefe	221	5.5	Gliederung der Flaschenfüllerei	296
3.4.4	Die Gärführung	224			
3.4.5	Der Verlauf der Hauptgärung	225			
3.4.6	Der Vergärungsgrad	227			
3.4.7	Die Schlauchreife des Bieres	229	6	Bierschwand	298
3.4.8	Die Veränderung der Würze während der Gärung	230	6.1	Faktoren des Bierschwandes	298
3.4.9	Die Gewinnung der Gärungskohlensäure	233	6.1.1	Würzeschwand	299
3.5	Die Nachgärung und Lagerung des Bieres	235	6.1.2	Eigentlicher Bierschwand	300
3.5.1	Die Lagerkeller	235	6.2	Ermittlung des Bierschwandes	302
3.5.2	Die Lagergefäße	236	6.2.1	Berechnung des Volumenschwandes	302
3.5.3	Der Verlauf der Nachgärung	238	6.2.2	Ermittlung der Mehr- bzw. Fehlmengen	303

6.2.3	Berechnung der aus 100 kg Malz erzielten Würze- und Biermenge	303	7.10.5	Alkoholentzug durch physikalische Verfahren	339
6.2.4	Berechnung des Extraktchwandes ab Ausschlagwürze bzw. ab Malzschrüttung	303	7.10.6	Die Kombination der verschiedenen Verfahren zur Herstellung von alkoholfreiem Bier	343
6.2.5	Die Restbierwirtschaft	304	7.10.7	Leichtbiere	343
7	Das fertige Bier	306	8	Die Obergärung	347
7.1	Zusammensetzung des Bieres	306	8.1	Allgemeines	347
7.1.1	Bierextrakt	306	8.2	Die obergärtige Hefe	347
7.1.2	Flüchtige Bestandteile	307	8.2.1	Morphologische Merkmale	347
7.2	Einteilung der Biere	307	8.2.2	Physiologische Unterschiede	348
7.3	Eigenschaften der Biere	308	8.2.3	Gärungstechnologische Merkmale	348
7.3.1	Allgemeine Eigenschaften	308	8.2.4	Hefebehandlung	349
7.3.2	Redoxpotential des Bieres	308	8.3	Die Führung der Obergärung	350
7.3.3	Farbe des Bieres	309	8.3.1	Gärraum und Gärbehälter	350
7.4	Geschmack des Bieres	309	8.3.2	Die Würzebeschaffenheit	351
7.4.1	Geschmacksmerkmale	309	8.3.3	Das Anstellen	351
7.4.2	Beeinflussung der Geschmacksfaktoren	310	8.3.4	Der Ablauf der Hauptgärung	352
7.4.3	Geschmacksfehler des Bieres	312	8.3.5	Die Veränderung der Würze während der Obergärung	354
7.5	Schaum des Bieres	314	8.3.6	Die Nachgärung	356
7.5.1	Theorie des Schaumes	314	8.3.7	Filtration und Abfüllung	358
7.5.2	Technologische Faktoren des Bierschaumes	315	8.4	Verschiedene obergärtige Biere und ihre Herstellung	358
7.6	Chemisch-physikalische Haltbarkeit und ihre Stabilisierung	316	8.4.1	Das Altbier	358
7.6.1	Zusammensetzung der kolloiden Trübungen	316	8.4.2	Das Kölsch	360
7.6.2	Ausbildung der kolloiden Trübungen	316	8.4.3	Weizenbier – hefefrei	361
7.6.3	Technologische Maßnahmen zur Verbesserung der kolloidalen Stabilität	318	8.4.4	Hefeweizenbier	365
7.6.4	Stabilisierung des Bieres	318	8.4.5	Das Berliner Weißbier	367
7.6.5	Geschmacksstabilität des Bieres	323	8.4.6	Malzbier (auch Süßbier genannt)	368
7.6.6	Chemische Biertrübungen	326	8.4.7	Obergärtige Nährbiere bayrischer Brauart	369
7.6.7	Wildwerden des Bieres	326	8.4.8	Obergärtige, alkoholfreie Biere	369
7.7	Die Filtrierbarkeit des Bieres	328	8.4.9	Obergärtige Leichtbiere	369
7.7.1	Ursachen einer schlechten Filtrierbarkeit des Bieres	328	9	Das Brauen mit hoher Stammwürze	370
7.7.2	Abhilfemaßnahmen	329	9.1	Die Herstellung der stärkeren Würze	370
7.8	Biologische Stabilität des Bieres	331	9.1.1	Das Abläutern	370
7.8.1	Kontaminationsursachen	331	9.1.2	Das Maischen	370
7.8.2	Sicherung der biologischen Haltbarkeit	332	9.1.3	Das Würzekochen	371
7.9	Physiologische Wirkung des Bieres	334	9.1.4	Whirlpoolbetrieb	371
7.9.1	Nährwert des Bieres	334	9.1.5	Die Verdünnung der starken Würze bei der Würzekühlung	371
7.9.2	Diätetische Wirkung des Bieres	334	9.2	Die Vergärung der stärkeren Würzen	371
7.10	Besondere Biere	334	9.3	Die Verdünnung des ausgereiften Bieres	372
7.10.1	Diätbiere	334	9.4	Die Eigenschaften der Biere	372
7.10.2	Nährbiere	336	Anhang		374
7.10.3	Alkoholfreie Biere	337	Sachregister		376
7.10.4	Verfahren zur Begrenzung des Alkoholgehaltes	337			