

Ludwig Narziß

Abriß der Bierbrauerei

unter Mitarbeit von Werner Back

7., aktualisierte und erweiterte Auflage



WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

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 Schrotten des Malzes	107
1.2.7	Gewichtsveränderungen der Gerste während der Lagerung	17	2.2.1	Die Kontrolle des Schrotens	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 Schrotens	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 Maischefilter	148
1.5.3	Die Keimanlagen der pneumatischen Mälzerei	43	2.4.5	Der Maischefilter	148
1.5.4	Das fertige Grünmalz	59	2.4.6	Der Läutervorgang im Maischefilter	150
1.6	Das Darren des Grünmalzes	60	2.4.7	Die Maischefilter der neuen Generation	153
1.6.1	Die Vorgänge beim Darren	60	2.4.8	Das Abläutern mit den neuen Maischefiltern	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 Würzpfannen	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 Keimswand	83	2.5.6	Technologische und energiewirtschaftliche Beurteilung moderner Würzekochsysteme	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			

VIII Inhalt

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

6.2.3	Berechnung der aus 100 kg Malz erzielten Würze- und Biermenge	303	8.2.4	Hefebehandlung	349
6.2.4	Berechnung des Extraktschwandes ab Aus-schlagwürze bzw. ab Malzschüttung	303	8.3	Die Führung der Obergärung	350
6.2.5	Die Restbierwirtschaft	304	8.3.1	Gärraum und Gärbehälter	350
7	Das fertige Bier	306	8.3.2	Die Würzebeschaffenheit	351
7.1	Zusammensetzung des Bieres	306	8.3.3	Das Anstellen	351
7.1.1	Bierextrakt	306	8.3.4	Der Ablauf der Hauptgärung	352
7.1.2	Flüchtige Bestandteile	307	8.3.5	Die Veränderung der Würze während der Obergärung	354
7.2	Einteilung der Biere	307	8.3.6	Die Nachgärung	356
7.3	Eigenschaften der Biere	308	8.3.7	Filtration und Abfüllung	358
7.3.1	Allgemeine Eigenschaften	308	8.4	Verschiedene obergärige Biere und ihre Herstellung	358
7.3.2	Redoxpotential des Bieres	308	8.4.1	Das Altbier	358
7.3.3	Farbe des Bieres	309	8.4.2	Das Kölsch	360
7.4	Geschmack des Bieres	309	8.4.3	Weizenbier – hefefrei	361
7.4.1	Geschmacksmerkmale	309	8.4.4	Hefeweizenbier	365
7.4.2	Beeinflussung der Geschmacksfaktoren	310	8.4.5	Das Berliner Weißbier	367
7.4.3	Geschmacksfehler des Bieres	312	8.4.6	Malzbier (auch Süßbier genannt)	368
7.5	Schaum des Bieres	314	8.4.7	Obergärige Nährbiere bayrischer Brauart	369
7.5.1	Theorie des Schaumes	314	8.4.8	Obergärige, alkoholfreie Biere	369
7.5.2	Technologische Faktoren des Bierschaumes	315	8.4.9	Obergärige Leichtbiere	369
7.6	Chemisch-physikalische Haltbarkeit und ihre Stabilisierung	316	9	Das Brauen mit hoher Stammwürze	370
7.6.1	Zusammensetzung der kolloiden Trübungen	316	9.1	Die Herstellung der stärkeren Würze	370
7.6.2	Ausbildung der kolloiden Trübungen	316	9.1.1	Das Abläutern	370
7.6.3	Technologische Maßnahmen zur Verbesserung der kolloidalen Stabilität	318	9.1.2	Das Maischen	370
7.6.4	Stabilisierung des Bieres	318	9.1.3	Das Würzekochen	371
7.6.5	Geschmacksstabilität des Bieres	323	9.1.4	Whirlpoolbetrieb	371
7.6.6	Chemische Biertrübungen	326	9.1.5	Die Verdünnung der starken Würze bei der Würzekühlung	371
7.6.7	Wildwerden des Bieres	326	9.2	Die Vergärung der stärkeren Würzen	371
7.7	Die Filtrierbarkeit des Bieres	328	9.3	Die Verdünnung des ausgereiften Bieres	372
7.7.1	Ursachen einer schlechten Filtrierbarkeit des Bieres	328	9.4	Die Eigenschaften der Biere	372
7.7.2	Abhilfemaßnahmen	329	10	Neue Erkenntnisse und Entwicklungen	374
7.8	Biologische Stabilität des Bieres	331	1	Weichen der Gerste	
7.8.1	Kontaminationsursachen	331	1.3.1	Wasseraufnahme des Korns	374
7.8.2	Sicherung der biologischen Haltbarkeit	332	1.4.1	Theorie der Keimung	374
7.9	Physiologische Wirkung des Bieres	334		Abbau der Hemicellulosen und Gummistoffe	374
7.9.1	Nährwert des Bieres	334	1.6.1	Vorgänge beim Darren	375
7.9.2	Diätetische Wirkung des Bieres	334		Bildung von Aromastoffen beim Schwelken und Darren	
7.10	Besondere Biere	334		Schwelken und Darren Dimethylsulfid	
7.10.1	Biätbiere	334		Schwelk- und Darrverfahren und Geschmacksstabilität	
7.10.2	Nährbiere	336	1.6.8	Lagerung des Malzes	376
7.10.3	Alkoholfreie Biere	337	1.8.2	Eigenschaften (Analyse) des Malzes	377
7.10.4	Verfahren zur Begrenzung des Alkoholgehaltes	337	1.9.1	Das Weizenmalz	377
7.10.5	Alkoholentzug durch physikalische Verfahren	339	1.9.2	Andere Getreidearten: Triticale	378
7.10.6	Die Kombination der verschiedenen Verfahren zur Herstellung von alkoholfreiem Bier	343	1.9.3	Spezialmalze und Spezialmalzextrakte	379
7.10.7	Leichtbiere	343	2.1.3	Aufbereitung des Brauwassers – Wasserentgasung	379
8	Die Obergärung	347	2.1.4	Hopfen	380
8.1	Allgemeines	347	2.2.2	Schroten des Malzes	381
8.2	Die obergärige Hefe	347	2.3.1	Maischen	382
8.2.1	Morphologische Merkmale	347		Theorie des Maischens	
8.2.2	Physiologische Unterschiede	348		Infusionsverfahren	
8.2.3	Gärungstechnologische Merkmale	348	2.4.2	Abläutern	384
				Läuterbottich	
				Maischefilter	
			2.5	Würzekochsysteme und Verfahren	386
				Moderne Verfahren	
				Energiebedarf	

X Inhalt

2.5.6	Würzekühlung und Trubabscheidung	388	Kunststoffflaschen	
2.8.3	Gesamtausbeute der Würzbereitung	395	Moderne Füllmaschinen	
3	Gärung	396	7 Der Schaum des Bieres	407
	Anstellen der Würze mit Hefe		7.5.2 Technologische Faktoren	407
	Moderne Verfahren		Chemisch-physikalische Haltbarkeit	
	Vergärung stärkerer Würzen		und ihre Stabilisierung	
	Hefeherführung		7.6.5 Geschmacksstabilität	414
	Hefegewinnung – Lagerung		Technologische Maßnahmen zur Sicherung	
	Bestimmung der Hefevitalität		Methoden zur Kontrolle und Vorhersage	
4	Bierfiltration	400	7.6.7 Wildwerden des Bieres (Gushing)	415
4.2.2	Kieselgurfilter	400	7.7 Filtrierbarkeit des Bieres	416
	Horizontalfilter		7.8 Biologische Stabilität	416
	Kerzenfilter		7.8.1 Kontaminationsursachen	416
4.3	Kombination der Klärverfahren	401	7.8.2 Sicherung der biologischen Stabilität	416
4.4	Wege zum Ersatz der Kieselgurfiltration	402	7.9 Physiologische Wirkung des Bieres	417
5	Faßfüllerei		Sachregister	419
5.2	Kühl-Keg	404		
5.3.3	Flaschenfüllerei	406		