

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 Schrotes	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 Schrotes	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 Läuervorgang 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 Läuervorgang 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		

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
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	5	Das Abfüllen des Bieres	275
3.2	Der Stoffwechsel der Hefe	199	5.1	Die Aufbewahrung des filtrierte Bieres	275
3.2.1	Der Kohlenhydratstoffwechsel	199	5.2	Die Faßfüllerei	275
3.2.2	Der Eiweißstoffwechsel	201	5.2.1	Die Fässer	275
3.2.3	Der Fettstoffwechsel	203	5.2.2	Die Faßreinigung	276
3.2.4	Der Mineralstoffwechsel	204	5.2.3	Die Faßabfüllung	277
3.2.5	Wuchsstoffe (Vitamine)	204	5.2.4	Verbesserungen in der herkömmlichen Faßfüllerei	278
3.2.6	Die Stoffwechselprodukte und ihre Bedeutung für die Beschaffenheit des Bieres	205	5.2.5	Die Reinigung und Abfüllung zylindrischer Metallfässer (Kegs)	278
3.3	Die untergärige Hefe in der Praxis der Brauerei	209	5.2.6	Der Faßfüll- und Stapelkeller	280
3.3.1	Die Wahl der Hefe	209	5.3	Die Flaschen- und Dosenfüllerei	281
3.3.2	Die Reinzucht der Bierhefen	209	5.3.1	Die Gefäße	281
3.3.3	Entartung und Degeneration der Hefe	210	5.3.2	Die Flaschenreinigung	282
3.3.4	Gewinnung der Hefe	211	5.3.3	Die Flaschenfüllung	284
3.3.5	Reinigen der Hefe	211	5.3.4	Reinigen und Sterilisieren der Füllmaschinen	287
3.3.6	Aufbewahrung der Hefe	212	5.3.5	Verschließen der Flaschen	287
3.3.7	Versand der Hefe	213	5.3.6	Aufnahme von Sauerstoff beim Abfüllen	288
3.3.8	Bestimmung der Hefevitalität	213	5.4	Sterilabfüllung und Pasteurisation des Bieres	291
3.4	Die Gärung in der untergärigen Brauerei	213	5.4.1	Sterilabfüllung	291
3.4.1	Die Gäräume	213	5.4.2	Pasteurisation des Bieres	294
3.4.2	Die Gärgefäße	215	5.5	Gliederung der Flaschenfüllerei	296
3.4.3	Das Anstellen der Würze mit Hefe	221			
3.4.4	Die Gärführung	224	6	Bierschwand	298
3.4.5	Der Verlauf der Hauptgärung	225	6.1	Faktoren des Bierschwandes	298
3.4.6	Der Vergärungsgrad	227	6.1.1	Würzeschwand	299
3.4.7	Die Schlauchreife des Bieres	229	6.1.2	Eigentlicher Bierschwand	300
3.4.8	Die Veränderung der Würze während der Gärung	230	6.2	Ermittlung des Bierschwandes	302
3.4.9	Die Gewinnung der Gärungskohlensäure	233	6.2.1	Berechnung des Volumenschwandes	302
3.5	Die Nachgärung und Lagerung des Bieres	235	6.2.2	Ermittlung der Mehr- bzw. Fehlmengen	303
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 Extraktshawandes 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		Schwel- und Darverfahren 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	Spezialmalz 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		
2.8.3	Gesamtausbeute der Würzebereitung	395		
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 und ihre Stabilisierung
	Vergärung stärkerer Würzen		7.6.5	Geschmacksstabilität 414
	Hefeherführung			Technologische Maßnahmen zur Sicherung
	Hefegewinnung – Lagerung			Methoden zur Kontrolle und Vorhersage
	Bestimmung der Hefevitalität		7.6.7	Wildwerden des Bieres (Gushing) 415
4	Bierfiltration	400	7.7	Filtrierbarkeit des Bieres 416
4.2.2	Kieselgurfilter	400	7.8	Biologische Stabilität 416
	Horizontalfilter		7.8.1	Kontaminationsursachen 416
	Kerzenfilter		7.8.2	Sicherung der biologischen Stabilität 416
4.3	Kombination der Klärverfahren	401	7.9	Physiologische Wirkung des Bieres 417
4.4	Wege zum Ersatz der Kieselgurfiltration	402		
5	Faßfüllerei			
5.2	Kühl-Keg	404		
5.3.3	Flaschenfüllerei	406		
				Sachregister 419