

# Inhalt

<b>1. Die Technologie der Malzbereitung</b>	1	1.9. Sonder- und Spezialmalze	96
1.1. Die Braugerste	1	1.9.1. Das Weizenmalz	96
1.1.1. Morphologie der Gerste	1	1.9.2. Spezialmalze	97
1.1.2. Chemische Zusammensetzung der Gerste	2	<b>2. Die Technologie der Würzebereitung</b>	99
1.1.3. Die Eigenschaften der Gerste und ihre Beurteilung	7	2.0. Allgemeines	99
1.2. Die Vorbereitung der Gerste zur Vermälzung	9	2.1. Die Rohmaterialien des Brauprozesses	99
1.2.1. Die Anlieferung der Gerste	9	2.1.1. Malz	99
1.2.2. Transportanlagen	9	2.1.2. Ersatzstoffe des Malzes	99
1.2.3. Das Putzen und Sortieren der Gerste	10	2.1.3. Das Brauwasser	101
1.2.4. Die Lagerung und Aufbewahrung der Gerste	14	2.1.4. Der Hopfen	110
1.2.5. Die künstliche Trocknung der Gerste	17	2.2. Das Schrotten des Malzes	117
1.2.6. Tierische Schädlinge der Gerste	19	2.2.1. Die Kontrolle des Schrottes	119
1.2.7. Gewichtsveränderungen der Gerste während der Lagerung	20	2.2.2. Die Schrotmühlen	119
1.3. Das Weichen der Gerste	20	2.2.3. Beschaffenheit und Zusammensetzung des Schrottes	124
1.3.1. Die Wasseraufnahme des Gerstenkorns	20	2.3. Die Herstellung der Würze	125
1.3.2. Die Sauerstoffversorgung des Weichgutes	21	2.3.1. Die Theorie des Maischens	125
1.3.3. Die Reinigung der Gerste	21	2.3.2. Die Praxis des Maischens	133
1.3.4. Wasserverbrauch	22	2.3.3. Die Maischverfahren	138
1.3.5. Die Weicheinrichtungen	22	2.3.4. Spezielle Probleme beim Maischen	147
1.3.6. Die Technik des Weichens	24	2.3.5. Die Kontrolle des Maischprozesses	147
1.4. Die Keimung	27	2.4. Die Gewinnung der Würze (Das Abläutern)	149
1.4.1. Die Theorie der Keimung	27	2.4.1. Das Abläutern mit dem Läuterbottich	149
1.4.2. Die Praxis der Keimung	33	2.4.2. Der Läuterbottich	149
1.5. Die verschiedenen Mälzungssysteme	38	2.4.3. Der Läuterungsvorgang im Läuterbottich	152
1.5.1. Die Tennenmälzerei	38	2.4.4. Das Abläutern mit dem Maischefilter	160
1.5.2. Die pneumatische Mälzerei	43	2.4.5. Der Maischefilter	160
1.5.3. Die Keimanlagen der pneumatischen Mälzerei	47	2.4.6. Der Läutervorgang im Maischefilter	161
1.6. Das Darren des Grünmalzes	66	2.4.7. Der Strainmaster	164
1.6.1. Die Vorgänge beim Darren	66	2.4.8. Kontinuierliche Läutermethoden	165
1.6.2. Die Darren	70	2.4.9. Das Vorlaufgefäß	166
1.6.3. Praxis des Darrens	78	2.5. Das Kochen und Hopfen der Würze	166
1.6.4. Kontrolle und Automatisierung der Darrarbeit – Pflege der Darren	86	2.5.1. Die Würzepfannen	166
1.6.5. Maßnahmen zur Energieeinsparung	87	2.5.2. Das Eindampfen des überflüssigen Wassers	168
1.6.6. Die Nebenarbeiten beim Darren	88	2.5.3. Die Koagulation des Eiweißes	169
1.6.7. Die Behandlung des Malzes nach dem Darren	88	2.5.4. Die Hopfung der Würze	172
1.6.8. Die Lagerung und Aufbewahrung des Malzes	89	2.5.5. Die Bildung von färbenden und reduzierenden Substanzen	179
1.7. Der Malzschwand	91	2.5.6. Die Veränderung des Dimethylsulfids beim Würzekochen	180
1.7.1. Der Weichschwand	92	2.5.7. Das Ausschlagen der Würze	180
1.7.2. Atmungs- und Keimchwand	92	2.5.8. Die Ausschlagwürze	181
1.7.3. Die Ermittlung des Malzschwandes	93	2.5.9. Die Treber	181
1.8. Die Eigenschaften des Malzes	94	2.5.10. Sicherheit und Gleichmäßigkeit des Sudablaufes	182
1.8.1. Äußere Merkmale	94	2.6. Die Sudhausausbeute	182
1.8.2. Die mechanische Analyse	94	2.6.1. Die Berechnung der Sudhausausbeute	183
1.8.3. Die chemische Analyse	94	2.6.2. Die Beurteilung der Sudhausausbeute	184
		2.7. Würzekühlung und Trubausscheidung	187

2.7.1.	Die Abkühlung der Würze	187	3.6.3.	Verfahren zur beschleunigten Gärung und Reifung des Bieres	259
2.7.2.	Die Sauerstoffaufnahme der Würze	187	3.6.4.	Kontinuierliche Verfahren	263
2.7.3.	Die Ausscheidung des Trubs	188	<b>4.</b>	<b>Die Filtration des Bieres</b>	266
2.7.4.	Kühlhauseinrichtung	189	4.1.	Die Theorie der Filtration	266
2.7.5.	Der Betrieb mit Kühlschiff, Berieselungskühler oder geschlossenem Kühler	189	4.2.	Die Technik der Filtration	268
2.7.6.	Geschlossene Würzekühlsysteme	191	4.2.1.	Die Massefiltration	268
<b>3.</b>	<b>Die Technologie der Gärung</b>	199	4.2.2.	Die Kieselgurfiltration	271
3.1.	Die Bierhefen	199	4.2.3.	Die Schichtenfilter	276
3.1.1.	Morphologie der Hefe	200	4.2.4.	Die Membranfiltration	277
3.1.2.	Die chemische Zusammensetzung der Hefe	200	4.2.5.	Die Zentrifugen	278
3.1.3.	Die Enzyme der Hefe	201	4.3.	Die Kombination der Klärverfahren	279
3.1.4.	Die Vermehrung der Hefe	202	4.4.	Die Hilfs- und Kontrollapparate der Filtration	279
3.1.5.	Die Genetik der Hefe	202	4.4.1.	Hilfsapparate	279
3.1.6.	Autolyse der Hefe	203	4.4.2.	Kontrollgeräte	280
3.2.	Der Stoffwechsel der Hefe	203	4.5.	Einleitung und Beendigung der Filtration	281
3.2.1.	Der Kohlenhydratstoffwechsel	203	4.6.	Das Geläger	282
3.2.2.	Der Eiweißstoffwechsel	206	<b>5.</b>	<b>Das Abfüllen des Bieres</b>	283
3.2.3.	Der Fettstoffwechsel	207	5.1.	Die Aufbewahrung des filtrierten Bieres	283
3.2.4.	Der Mineralstoffwechsel	208	5.2.	Die Faßfüllerei	283
3.2.5.	Wuchsstoffe (Vitamine)	209	5.2.1.	Die Fässer	283
3.2.6.	Die Stoffwechselprodukte und ihre Bedeutung für die Beschaffenheit des Bieres	209	5.2.2.	Die Faßreinigung	285
3.3.	Die untergärige Hefe in der Praxis der Brauerei	214	5.2.3.	Die Faßabfüllung	286
3.3.1.	Die Wahl der Hefe	214	5.2.4.	Verbesserungen in der herkömmlichen Faßfüllerei	287
3.3.2.	Die Reinzucht der Bierhefen	214	5.2.5.	Die Reinigung und Abfüllung zylindrischer Metallfässer (Kegs)	287
3.3.3.	Entartung und Degeneration der Hefe	215	5.2.6.	Der Faßfüll- und Stapelkeller	288
3.3.4.	Gewinnung der Hefe	216	5.3.	Die Flaschen- und Dosenfüllerei	289
3.3.5.	Reinigen der Hefe	216	5.3.1.	Die Gefäße	289
3.3.6.	Aufbewahrung der Hefe	217	5.3.2.	Die Flaschenreinigung	289
3.3.7.	Versand der Hefe	218	5.3.3.	Die Flaschenfüllung	292
3.4.	Die Gärung in der untergärigen Brauerei	218	5.3.4.	Reinigen und Sterilisieren der Füllmaschinen	294
3.4.1.	Die Gärräume	218	5.3.5.	Verschließen der Flaschen	295
3.4.2.	Die Gärgefäße	220	5.3.6.	Aufnahme von Sauerstoff beim Abfüllen	295
3.4.3.	Das Anstellen der Würze mit Hefe	226	5.4.	Sterilabfüllung und Pasteurisation des Bieres	298
3.4.4.	Die Gärführung	229	5.4.1.	Sterilabfüllung	299
3.4.5.	Der Verlauf der Hauptgärung	230	5.4.2.	Pasteurisation des Bieres	301
3.4.6.	Der Vergärungsgrad	233	5.5.	Gliederung der Flaschenfüllerei	304
3.4.7.	Die Schlauchreife des Bieres	235	<b>6.</b>	<b>Bierschwand</b>	305
3.4.8.	Die Veränderung der Würze während der Gärung	236	6.1.	Faktoren des Bierschwandes	305
3.4.9.	Die Gewinnung der Gärungskohlensäure	239	6.1.1.	Würzeschwand	305
3.5.	Die Nachgärung und Lagerung des Bieres	241	6.1.2.	Eigentlicher Bierschwand	307
3.5.1.	Die Lagerkeller	242	6.2.	Ermittlung des Bierschwandes	309
3.5.2.	Die Lagergefäße	243	6.2.1.	Berechnung des Volumenschwandes	309
3.5.3.	Der Verlauf der Nachgärung	245	6.2.2.	Ermittlung der Mehr- bzw. Fehlmengen	310
3.6.	Moderne Methoden zur Vergärung und Lagerung des Bieres	254	6.2.3.	Berechnung der aus 100 kg Malz erzielten Würze- und Biermenge	310
3.6.1.	Die konventionelle Arbeitsweise bei Gärtanks und Großgefäßen	254			
3.6.2.	Die Anwendung von Zwischenlagertanks	258			

<b>7. Das fertige Bier</b>	311	8.3.2. Die Würzebeschaffenheit	342
7.1. Zusammensetzung des Bieres	311	8.3.3. Das Anstellen	343
7.1.1. Bierextrakt	311	8.3.4. Der Ablauf der Hauptgärung	343
7.1.2. Flüchtige Bestandteile	312	8.3.5. Die Veränderung der Würze während der Obergärung	346
7.2. Einteilung der Biere	312	8.3.6. Die Nachgärung	347
7.3. Eigenschaften der Biere	312	8.3.7. Filtration und Abfüllung	350
7.3.1. Allgemeine Eigenschaften	312	8.4. Verschiedene obergärige Biere und ihre Herstellung	350
7.3.2. Redoxpotential des Bieres	313	8.4.1. Das Altbier	353
7.3.3. Farbe des Bieres	313	8.4.2. Das Kölsch	353
7.4. Geschmack des Bieres	314	8.4.3. Weizenbier – hefefrei	354
7.4.1. Geschmacksmerkmale	314	8.4.4. Hefeweizenbier	357
7.4.2. Beeinflussung der Geschmacksfaktoren	315	8.4.5. Das Berliner Weißbier	359
7.4.3. Geschmacksfehler des Bieres	317	8.4.6. Malzbier (auch Süßbier genannt)	361
7.5. Schaum des Bieres	319	8.4.7. Obergärige Nährbiere bayrischer Brauart	362
7.5.1. Theorie des Schaumes	319		
7.5.2. Technologische Faktoren des Bierschaumes	320	<b>Anhang</b>	363
7.6. Chemisch-physikalische Haltbarkeit und ihre Stabilisierung	322	Polyphenole oder Gerbstoffe/Chemisch-physikalische Stabilität der Biere	363
7.6.1. Zusammensetzung der kolloiden Trübungen	322	Weicheinrichtungen und Technik des Weichens	363
7.6.2. Ausbildung der kolloiden Trübungen	322	Theorie der Keimung – Cytolyse beim Mälzen	364
7.6.3. Technologische Maßnahmen zur Verbesserung der kolloidalen Stabilität	323	Theorie des Darrens	364
7.6.4. Stabilisierung des Bieres	324	Die Darren:	
7.6.5. Geschmacksstabilität des Bieres	328	Zweiherdenhochleistungsdarren	365
7.6.6. Chemische Biertrübungen	330	Kontinuierliche Darren	366
7.6.7. Wildwerden des Bieres	331	Darrbeladung	367
7.7. Die Filtrierbarkeit des Bieres	331	Hopfenextrakte	367
7.7.1. Ursachen einer schlechten Filtrierbarkeit des Bieres	331	Theorie des Maischens	368
7.7.2. Abhilfemaßnahmen	332	Praxis des Maischens	369
7.8. Biologische Stabilität des Bieres	333	Kontrolle des Maischprozesses	370
7.8.1. Infektionsursachen	333	Das Abläutern mit dem Läuterbottich – Läuterbottichkonstruktion	370
7.8.2. Sicherung der biologischen Haltbarkeit	333	Maischefilterkonstruktionen – Abläutern mit dem Maischefilter	371
7.9. Physiologische Wirkung des Bieres	334	Würzpfannen – moderne Kochsysteme, Energieersparnis	372
7.9.1. Nährwert des Bieres	334	Koagulation des Eiweißes	375
7.9.2. Diätetische Wirkung des Bieres	334	Die Hopfung der Würze	376
7.10. Besondere Biere	334	Die Bildung von färbenden und reduzierenden Substanzen	377
7.10.1. Diätbiere	334	Bierhefen – Genetik der Hefe	378
7.10.2. Nährbiere	336	Gewinnung, Reinigung, Aufbewahrung der Hefe	380
7.10.3. Alkoholarme Biere	337	Anstellen der Würze mit Hefe	380
<b>8. Die Obergärung</b>	338	Sterilabfüllung	381
8.1. Allgemeines	338	Druckluft	384
8.2. Die obergärige Hefe	338		
8.2.1. Morphologische Merkmale	338	<b>Sachregister</b>	385
8.2.2. Physiologische Unterschiede	339		
8.2.3. Gärungstechnologische Merkmale	339		
8.2.4. Hefebehandlung	340		
8.3. Die Führung der Obergärung	341		
8.3.1. Gärraum und Gärbehälter	341		