

WOLFGANG KUNZE

TECHNOLOGIE Brauer & Mälzer

Kapitel 11

In Zusammenarbeit mit

Dr. Hans-Jürgen Manger

9. vollständig überarbeitete Auflage

Herausgegeben durch



- Systematische Einordnung	109	- Schädlingsbefall	148
1.5 Rohfrucht	110	2.3 Weichen der Gerste	149
1.5.1 Mais	110	2.3.1 Vorgänge beim Weichen	150
1.5.2 Reis	112	- Wasseraufnahme	150
1.5.3 Gerste	112	- Reinigung	153
1.5.4 Sorghum-Hirse	113	2.3.2 Weichgefäße	153
1.5.5 Weizen	113	2.3.3 Durchführen des Weichens	159
1.5.6 Zucker	114		
1.5.7 Glukosesirup	115	2.4 Keimen der Gerste	161
1.5.8 Zuckerkulör (auch -couleur)	116	2.4.1 Vorgänge beim Keimen	161
		- Wachstumsvorgänge	161
2 Herstellen des Malzes	117	- Enzymbildung	162
		- Stoffumwandlungen beim Keimen	164
2.1 Annehmen, Putzen, Sortieren und Fördern der Gerste	118	- Schlussfolgerungen für die Durchführung der Keimung	172
2.1.1 Annehmen der Gerste	118	2.4.2 Keimverfahren	172
- Annehmen von Straßen- oder Schienenfahrzeugen	119	- Tennenmälzerei	172
- Annehmen von Schiffen	119	- Pneumatisch betriebene Mälzungs-systeme	173
2.1.2 Putzen und Sortieren der Gerste	121	- Durchführung der Keimung	184
- Vorreinigen der Gerste	121	- Kontrolle der Keimung	185
- Magnetapparate	122		
- Trockensteinausleser	124	2.5 Darren des Malzes	186
- Entgranner	125	2.5.1 Veränderungen beim Darren	186
- Trieur	126	- Senkung des Wassergehaltes	186
- Sortieren der Gerste	127	- Unterbrechung der Keimung und Auflösung	187
2.1.3 Fördern von Gerste und Malz	129	- Bildung von Farb- und Aromastoffen	187
- Mechanische Fördermittel	131	- Bildung von DMS-Vorstufe und freiem DMS beim Darren	188
- Pneumatische Fördermittel	135	- Einfluss von Darrrtemperatur und -zeit	189
2.1.4 Anlagen zur Staubentfernung	139	- Bildung von Nitrosaminen	190
- Zyklone	139	- Inaktivierung der Enzyme	191
- Staubfilter	139	2.5.2 Bau der Darre	191
		- Beheizung und Lüftung der Darre	192
2.2 Trocknen und Lagern der Gerste	142	- Zweihordendarre älterer Bauart	194
2.2.1 Atmung der Gerste	142	- Darren mit Kipphorde	195
2.2.2 Trocknen der Gerste	144	- Plandarren mit Be- und Entlader	196
2.2.3 Kühlen der Gerste	145		
2.2.4 Lagern der Gerste	146		
- Silolagerung	146		
- Lagerung auf Speichern	147		

- Vertikaldarren	197	2.9.6 Sauermalz	214
2.5.3 Durchführung des Darrens	198	2.9.7 Kurz- und Spitzmalz	214
- Herstellung von Pilsner Malz	199	2.9.8 Rauchmalz	214
- Herstellung von Münchner Malz	200	2.9.9 Diastasemalz	214
- Darre abräumen	200	2.9.10 Röstmalz	214
- Kontrolle der Darrarbeit	202	2.9.11 Röstmalzbier	215
		2.9.12 Weizenmalz	216
		2.9.13 Malzextrakt	217
2.6 Behandlung des Malzes nach dem Darren	202	2.9.14 Malz aus anderem Brotgetreide	217
2.6.1 Abkühlen d. abgedarrten Malzes	202	2.9.15 Sorghum-Malz	218
2.6.2 Putzen des Malzes	202	2.9.16 Einsatz von Malztypen für verschiedene Biersorten	219
2.6.3 Lagern des Malzes	203		
2.6.4 Polieren des Malzes	203		
2.7 Ausbeute beim Mälzen	203	2.10 Unfallschutz in der Mälzerei	221
2.8 Beurteilen des Malzes	204	3 Herstellen der Würze	233
2.8.1 Handbonitierung	204	3.1 Schrotten des Malzes	234
2.8.2 Mechanische Untersuchungen	204	3.1.1 Vorbehandeln des Malzes	234
- Sortierung	204	- Entstauben und Entsteinen	234
- Tausendkornmasse	204	- Verwiegen der Schüttungsmenge	235
- Hektolitermasse	205	3.1.2 Grundlagen des Schrotens	238
- Schwimmprobe (Sinkerprobe)	205	3.1.3 Trockenschrotung	239
- Glasigkeit	205	- Sechswalzenmühlen	239
- Mürbigkeit	205	- Fünfwalzenmühlen	241
- Blattkeimentwicklung	205	- Vierwalzenmühlen	241
- Keimfähigkeit	205	- Zweiwalzenmühlen	242
- Dichte	205	- Walzen der Schrotmühlen	242
- Calcofluor-Carlsberg Methode	205	- Konditionierte Trockenschrotung	245
2.8.3 Chem. - techn. Untersuchungen	206	- Schrotrumpf	246
- Wassergehalt	206	- Hammermühlen	246
- Kongressmaisverfahren	206	3.1.4 Nassschrotung	247
2.8.4 Malzlieferungsvertrag	210	3.1.5 Weichkonditionierung	249
		3.1.6 Feinstzerkleinerung mit Wasser	253
		3.1.7 Beurteilung des Schrotes	255
2.9 Malzsorten und Malze aus anderem Getreide	211	3.2 Maischen	256
2.9.1 Pilsener Malz (helles Malz)	211	3.2.1 Umwandlungen beim Maischen	256
2.9.2 Dunkles Malz (Münchner Art)	211	- Zweck des Maischens	256
2.9.3 Wiener Malz	211	- Eigenschaften der Enzyme	256
2.9.4 Brühmalz/ Melanoidinmalz	212	- Abbau der Stärke	258
2.9.5 Caramelmalz	212		

- Abbau des β -Glucans	263	3.4.1 Vorgänge beim Würzekochen	339
- Abbau von Eiweißstoffen	268	- Lösung und Umwandlung der Hopfenbestandteile	339
- Umwandlungen von Fettsäuren	270	- Ausscheidung von Eiweiß	340
- Weitere Abbau- und Lösungsvorgänge	272	- Verdampfung von Wasser	341
- Biologische Säuerung	273	- Sterilisierung der Würze	343
- Zusammensetzung des Extraktes	279	- Zerstörung aller Enzyme	343
- Schlussfolgerungen für die Durchführung des Maischens	279	- Thermische Belastung der Würze	343
3.2.2 Gefäße zum Maischen	280	- pH-Wertabsenkung in der Würze	344
- Maischgefäße	280	- Bildung von reduzierenden Stoffen (Reduktonen)	344
3.2.3 Einmaischen	285	- Ausdampfen unerwünschter Aromastoffe	344
- Gussführung	285	- Zinkgehalt der Würze	346
- Einmischtemperatur	286	- Pfannevollwürze - Ausschlagwürze	346
- Vermischung von Wasser und Malzschrot	287	3.4.2 Bau und Beheizung der Würzefpfanne	346
3.2.4 Maischverfahren	290	- Braupfanne direkte Beheizung	347
- Gesichtspunkte zur Durchführung des Maischens	290	- Braupfanne Dampfbeheizung	347
- Infusionsverfahren	293	- Würzefpfannen mit Niederdruckkochung	351
- Dekoktionsverfahren	294	- Hochtemperatur-Würzekochung	362
3.2.5 Dauer der Maischverfahren	309	- Energiesparende Würzekochsysteme	363
3.2.6 Kontrolle des Maischens	310	- Andere moderne Würzekochsysteme	369
3.2.7 Maischintensität	310	- Energieverbrauch beim Würzekochen	383
3.3 Abläutern	310	- Brüdenkondensat	384
3.3.1 Hauptguss und Nachgüsse	310	- Vorlaufgefäß	385
3.3.2 Glattwasser	311	3.4.3 Durchführung des Würzekochens	385
3.3.3 Abläutern mit dem Läuterbottich	313	- Kochen der Würze	385
- Bau Läuterbottich ält. Bauart	314	- Hopfengabe	386
- Bau Läuterbottich neuer Bauart	317	3.4.4 Kontrolle der Ausschlagwürze	389
- Arbeitsablauf beim Abläutern mit dem konv. Läuterbottich	322	3.5 Sudhausausbeute	391
3.3.4 Abläutern mit dem Maischefilter	325	3.5.1 Berechnung der Sudhausausbeute	391
- Konventionelle Maischefilter	325	- Ermittlung der Masseprozent	391
- Maischefilter neuer Generation	327	- Ermittlung d. Masse d. Extraktes	393
3.3.5 Treber	335	- Umrechnung Volumen heiße	
- Förderung der Treber	336		
- Treberanalyse	336		
3.4 Würzekochen	339		

Ausschlagwürze in kalte Würze	397	des Kühltrubes	417
- Berechnung der im Sudhaus		- Belüftung der Würze	418
gewonnenen Extraktmenge	397	- Veränderungen in der Konzen-	
- Ermittlung der Sudhaus-		tration der Würze	418
ausbeute (As)	398	3.9.2 Geräte zum Kühlen der Würze	418
3.5.2 Beeinflussung Sudhausausbeute	398	- Aufbau Plattenwärmeübertrager	418
3.5.3 Berechnung Sudhausausbeute	399	- Wirkungsweise Plattenwärme-	
		übertragers	420
		- Vorteile Plattenwärmeübertrager	423
3.6 Sudhauseinrichtung	399	3.9.3 Grundlagen und Durchführung	
3.6.1 Anzahl u. Aufstellung der Gefäße	399	der Würzebelüftung	423
3.6.2 Gefäßgröße	400	- Verfahren zur Würzebelüftung	424
3.6.3 Gefäßmaterial	401	- Zeitpunkt der Hefebelüftung	425
3.6.4 Produktionskapazität Sudhaus	401	3.9.4 Geräte zum Entfernen des	
3.6.5 Sudwerke besonderer Art	402	Kühltrubes	426
- Sudwerke von Gasthausbrauereien	402	- Kieselgurfilter	426
- Integral-Sudwerk	403	- Flotation	426
- Versuchs- und Lehrsudwerke	403	- Separation der kalten Würze	427
		3.9.5 Würzekühllinien	427
3.7 Ausschlagen	403		
3.8 Entfernen des Heißtrubes	404	3.10 Steuerung und Kontrolle der	
3.8.1 Kühlschiff	405	Vorgänge Würzeherstellung	428
3.8.2 Setzbottich	405		
3.8.3 Whirlpool	406	3.11 Arbeitssicherheit bei der	
- Wirkungsprinzip des Whirlpools	406	Würzeherstellung	430
- Bau des Whirlpools	408	- Unfallverhütung Bereich Mühle	430
- Durchführung der Würzeklärung	409	- Unfallverhütung bei Arbeiten	
3.8.4 Separatoren	411	in Sudgefäßen	431
- Prinzip der Zentrifugation	411	- Unfallverhütung bei der Arbeit	
- Arten von Zentrifugal-		mit Separatoren	431
Separatoren (Zentrifugen)	413		
- Bau und Arbeitsweise von		4 Herstellen des Bieres	433
selbstaustragenden Separatoren	413		
- Einschätzung der Heißwürze-		4.1 Umwandlungen beim Gären	
separation	416	und Reifen	441
3.8.5 Gewinnung der Trubwürze	416	4.1.1 Hefe als wichtigster Partner	
		des Brauers	441
3.9 Kühlen und Klären der Würze	417	4.1.2 Stoffwechsel der Hefe	444
3.9.1 Vorgänge beim Kühlen	417	- Vergären des Zuckers	444
- Abkühlung der Würze	417	- Eiweißstoffwechsel	449
- Bildung und optimale Entfernung		- Fettstoffwechsel	451

- Kohlenhydratstoffwechsel	451	- Gärbottiche	483
- Mineralstoffwechsel	453	- Einrichtung des offenen Gärkellers	484
4.1.3 Bildung und Abbau von Gärungsnebenprodukten	454	4.3.2 Gärkellerausbeute	486
- Diacetyl (vicinale Diketone)	456	4.3.3 Durchführung der offenen Hauptgärung	487
- Aldehyde (Carbonyl)	458	- Anstellen	487
- Höhere Alkohole	459	- Gärführung im Gärbottich	490
- Ester	459	- Vergärungsgrad	491
- Schwefelverbindungen	460	- Schlauchen aus dem Bottich	495
- Organische Säuren	462	4.3.4 Hefeerte im Bottich	498
- Beurteilungskriterien der Aromastoffe im Bier (nach Miedaner)	462	4.3.5 Vorgänge bei der Reifung des Bieres in konventionellen Tanks	498
4.1.4 Weitere Vorgänge und Umwandlungen	463	- Sättigen des Bieres mit Kohlendioxid unter Überdruck	498
- Veränderungen der Zusammensetzung der Eiweißstoffe	464	- Klären des Bieres	499
- Senkung des pH-Wertes	464	4.3.6 Einrichtung des konventionellen Lagerkellers	500
- Veränderung der Redoxverhältnisse im Bier	465	- Einrichtung des Lagerkellers	500
- Veränderung der Farbe des Bieres	465	4.3.7 Durchführung der Lagerung in konventionellen Tanks	501
- Ausscheidung von Bitterstoffen und Gerbstoffen	465	- Schlauchen	502
- CO ₂ -Gehalt des Bieres	466	- Spunden	502
- Klärung und kolloidale Stabilisierung des Bieres	466	4.3.8 Anstecken	503
4.1.5 Auswirkungen verschiedener Faktoren auf die Hefe	467	- Herstellen der Verbindung	504
4.1.6 Flockulation der Hefe	469	- Druck beim Anstecken und Entleeren	504
4.1.7 Degeneration der Hefe	469	4.3.9 Ziehen aus konventionellen Tanks	504
4.2 Reinzucht der Hefe	470	- Verschneidbock	504
4.2.1 Grundlagen der Hefevermehrung	470	- Druckregler	505
4.2.3 Herführung im Labor	472	- Gewinnen des Hefebieres	505
4.2.4 Hefeführung im Betrieb	474	- Tiefkühlen des Bieres	505
- Hefereinzuchtanlagen	474	- Vor- und Nachlauf	506
- Eintank-Reinzuchtverfahren	480	4.4 Gärung und Reifung in zylindronischen Tanks (ZKT)	506
- Offene Hefeführung	481	4.4.1 Bau und Aufstellung von ZKT	506
4.3 Klassische Gärung und Reifung	483	- Bau, Form und Material der ZKT	506
4.3.1 Gärbottiche – Einrichtung des offenen Gärkellers	483	- Größenordnung der ZKT	507
		- Aufstellung u. Anordnung ZKT	509
		4.4.2 Ausrüstung der ZKT	510
		- Kontroll- und Bedienelemente	

	und Sicherheitsarmaturen	510		- Abscheidemechanismen	550
	- Kühlen der ZKT	519		- Filtermittel	550
	- Möglichkeiten zur Steuerung			- Filterhilfsmittel	552
	u. Automatisierung d. Kühlung	526	4.5.2	Bauformen von Filtern	555
4.4.3	Durchführung der Gärung			- Massefilter	555
	und Reifung in ZKT	527		- Membranfilter	572
	- Besondere Gesichtspunkte für			- Multi Micro-System-Filter	574
	die Gärung und Reifung in ZKT	529		- Filtrationsbereiche	575
	- Kalte Gärung – kalte Reifung	533		- Kieselgurfreie Bierfiltration	575
	- Kalte Gärung mit gezielter				
	Reifung im ZKT	533	4.6	Haltbarmachen des Bieres	586
	- Drucklose warme Gärung –		4.6.1	Biologische Haltbarmachung	
	kalte Reifung	534		des Bieres	587
	- Druckgärung	534		- Pasteurisation	588
	- Kalte Gärung – warme Reifung	535		- Kurzzeiterhitzung (KZE)	588
	- Kalte Hauptgärung mit			- Heißabfüllung von Bier	591
	programmierter Reifung	535		- Pasteurisation im Tunnelpasteur	591
	- Warme Hauptgärung mit		4.6.2	Kolloidale Stabilisierung	593
	normaler oder forcierter Reifung	536		- Charakter der kolloiden	
4.4.4	Hefeernte aus dem ZKT	536		Trübungen	593
	- Zeitpunkt der Hefeernte	536		- Verbesserung der kolloiden	
	- Methoden der Hefeernte	538		Haltbarkeit des Bieres	594
	- Behandeln und Aufbewahren			- Technologische Maßnahmen zur	
	der Erntehefe	538		Verbesserung der koll. Haltbarkeit	594
	- Kontrolle der Erntehefe	540		- Zusatz von Stabilisierungsmitteln	595
4.4.5	Bierqualität vor der Filtration	541		- Zudosierung von Hopfen-	
4.4.6	Rückgewinnung von Bier aus			Downstream-Produkten	603
	Überschusshefe	541	4.6.3	Filtrationsanlage	603
	- Trennung durch Sedimentation		4.6.4	Geschmackliche Stabilität	606
	oder Filtration	542		- Alterungsprozess	606
	- Separation der Hefe	542		- Förderung d. Geschmacksstabilität	608
	- Bierrückgewinnung mittels			- Vermeidung des O ₂ -Eintrages	609
	Dekanter	543		- Maßnahmen zur Vermeidung	
	- Membranfiltration der Hefe	544		negativer Einflüsse b. d. Abfüllung	610
	- Vibrations-Mikrofiltration (VMF)	544	4.7	Karbonisieren des Bieres	612
	- Aufbereitung and. Prozessbiere	546	4.8	Besondere Verfahren zur	
4.4.7	CO ₂ -Rückgewinnung	546		Bierherstellung	613
4.4.8	Immobilisierte Hefen	548	4.8.1	High-Gravity-Brewing	614
4.5	Filtrieren des Bieres	549			
4.5.1	Möglichkeiten der Filtration	549			

4.8.2	Eisbierherstellung	616	- Abräumen von Neuglasflaschen und Dosen	670
4.8.3	Verfahren zur Entfernung des Alkohols	618	5.1.3 Kontrolle der gereinigten Mehrweg-Glasflaschen	671
	- Membrantrennverfahren	618	5.1.4 Befüllen von Flaschen	677
	- Thermische Verfahren/Destillation	622	- Grundsätze beim Abfüllen	677
	- Unterdrückung der Alkoholbildung	626	- Prinzipieller Aufbau von Flaschenmaschinen	681
4.9	Unfallschutz bei der Gärung, Reifung und Filtration	628	- Wesentliche Baugruppen der Flaschenfüllmaschinen	682
4.9.1	Unfallgefahren durch Gärungskohlensäure	628	- Bau und Funktionsweise der Füllorgane	685
4.9.2	Arbeit im Druckbehältern	630	- Hochdruckeinspritzung	702
4.9.3	Arbeiten mit Kieselgur	631	5.1.5 Verschließen der Flaschen	702
4.9.4	Generelle Hinweise zum Unfallschutz	631	- Verschließen mittels Kronenkorken	703
			- Verschließen mit Bügelverschluss	708
5	Abfüllen des Bieres		5.1.6 Reinigen des Füllers und Verschließers	709
			5.1.7 Kontrolle der befüllten und verschlossenen Flaschen	714
5.1	Abfüllen in Mehrweg-Glasflaschen	643	- Füllhöhenkontrolle	714
5.1.1	Mehrweg-Glasflaschen	643	- Sauerstoff im Flaschenhals	715
	- Vor- und Nachteile	643	5.1.8 Pasteurisieren in Flaschen	717
	- Herstellen der Glasflaschen	643	- Grundlagen der Pasteurisation in Flaschen	717
	- Flaschenformen	643	- Wesentliche Baugruppen des Tunnelpasteurs	718
	- Flaschenfarbe	645	- PE-Sicherung	721
	- Oberflächenvergütung	646	5.1.9 Etikettieren und Folieren	723
	- Scuffing	646	- Etiketten und Folien	723
	- Flaschennachvergütung	646	- Etikettenleim	725
	- Kunststoffbeschichtete Leichtglas-Mehrwegflaschen	647	- Grundprinzip der Etikettierung	726
	- Verfahrensschritte bei der Abfüllung	647	- Bauarten von Etikettiermaschinen	728
5.1.2	Reinigen von Mehrweg-Glasflaschen	647	- Kopfeinfaltung mit Folien	729
	- Einwirkungsfaktoren bei der Flaschenreinigung	647	- Datieren der Etiketten	730
	- Flaschenreinigungsmaschinen	648	- Etikettenkontrolle	731
	- Reinigungslauge	665	5.2 Besonderheiten beim Abfüllen in Einweg-Glasflaschen	731
	- Reinigungs- und Wartungsarbeiten	670	5.2.1 Abräumen von Neuglasflaschen	731

5.2.2	Rinsen (Spülen)	731	5.5.9	Inspektion der gefüllten Dosen	792
5.3	Abfüllen in PET-Flaschen	732	5.5.10	Pasteurisieren der Dosen	792
5.3.1	PET-Flaschen	732	5.5.11	Rundumetikettierung von Dosen	793
	- Struktureigenschaften von PET	733	5.5.12	Datieren der Dosen	795
	- Barriereigenschaften von PET	733	5.6	Abfüllen in Fässer, Kegs,	795
	- Barriertechnologien	734		Partyfässer und Großdosen	
	- Bedeutung der Scavanger	736	5.6.1	Holzfässer und Fassabfüllung	795
5.3.2	Herstellen der PET-Flaschen	737	5.6.2	Kegs und Fittings	798
	- Herstellen der Preforms	737		- Material, Form und Größe	798
	- Kontrolle der hergestellten			- Kegarmaturen (Fittings)	799
	PET-Flaschen	740	5.6.3	Reinigen und Befüllen der Kegs	802
	- Rinsen der Neuflaschen	741		- Reinigen der Kegs	802
5.3.3	Transportieren der PET-Flaschen	741		- Befüllen der Kegs	804
5.3.4	Befüllen der PET-Flaschen	742	5.6.4	Keg-Gesamtanlagen	804
5.3.5	Verschließen der PET-Flaschen	753	5.6.5	Befüllen von Klein- und	
	- Kunststoff-Schraubverschlüsse	753		Partyfässern	805
	- Aluminium-Anrollverschlüsse	756	5.6.6	Befüllen von Großdosen	806
5.3.6	Etikettieren von PET-Flaschen	758	5.7	Transportieren und Verpacken	806
5.4	Abfüllen in Kunststoffflaschen	760	5.7.1	Transportgebilde	807
	im Mehrweg		5.7.2	Behandlung der Kunststoffkästen	808
5.4.1	PEN	760		- Aussortieren fremder und	
5.4.2	Reinigung von Mehrweg-			beschädigter Kästen und Flaschen	809
	Kunststoffflaschen	760		- Aussortieren fremder und bes	809
5.4.3	Fremdstoffinspektion	762		- Waschen der Kästen	810
				- Kastenmagazin	811
5.5	Abfüllen in Dosen	765	5.7.3	Transporttechnik	811
5.5.1	Dosen und Dosenverschlüsse	765		- Flaschen- und Dosentransport	812
5.5.2	Einlagern, Entpalettieren und Abschie-			- Gebindetransport	816
	ben der Leerdosen	769	5.7.4	Verpackungstechnik	817
5.5.3	Inspektion der Leerdosen	771		- Packkopf und Packtulpen	817
5.5.4	Rinsen der Dosen	771		- Packerarten	820
5.5.5	Befüllen der Dosen	772	5.7.5	Palettier- und Entpalettier-	
	- Mechanische Dosenfüller	777		einrichtungen	826
	- Dosenfüller mit			- Robotertechnik	827
	volumetrischer Füllung	777		- Bau und Funktion der Palettier-	
5.5.6	Verschließen der Dosen	787		und Entpalettierereinrichtungen	827
5.5.7	Reinigung des Dosenfüllers und Ver-			- Stapelanlagen für Vollgutpaletten	830
	schließers	789		- Transportanlagen für Paletten	830
5.5.8	Widgets	790		- Paletten-Stellplätze	830

- Zu- und Ablaufvorrichtungen	831	7 Das fertige Bier	865
- Palettenmagazine	831	7.1 Inhaltsstoffe des Bieres	865
- Palettensicherung	831	7.1.1 Bestandteile des Bieres	865
- Palettierung in der Fassfüllung	832	7.1.1 Bestandteile des Bieres	865
5.8 Gesamt-Abfüllanlagen	832	7.1.2 Bier und Gesundheit	869
5.9 Bierschwand	838	7.2 Geschmack und Schaum	870
5.9.1 Berechnung Verkaufsbiermenge	838	7.2.1 Geschmack des Bieres	870
5.9.2 Bestandsaufnahme und Umrechnung auf Verkaufsbier	839	- Bieraroma	871
5.9.4 Berechnung des Malzverbrauches	841	- Vollmundigkeit	874
5.9.5 Bedeutung des Schwandes und Möglichkeiten der Verminderung	842	- Rezenz	874
		- Bittere des Bieres	875
6 Reinigung und Desinfektion	847	7.2.2 Schaum des Bieres	875
6.1 Materialien und ihr Verhalten gegenüber Reinigungsmitteln	847	7.3 Biersorten und ihre Besonderheiten	880
6.1.1 Aluminiumgefäße	847	7.3.1 Obergärig hergestellte Biere	880
6.1.2 Gefäße, Leitungen und Armaturen aus Chromnickelstahl	848	- Besonderheiten der Obergärung	880
6.1.3 Schläuche und Dichtungen	850	- Weizenbiere	883
6.2 Reinigungsmittel		- Berliner Weiße	887
6.3 Desinfektionsmittel		- Altbier	888
6.4 Durchführung der Reinigung und Desinfektion im CIP	854	- Kölsch	888
6.5 Reinigungsvorgang	861	- Ale	889
6.6 Mechanische Reinigung	863	- Stout	890
6.7 Kontrolle der Reinigung und Desinfektion	864	- Porter	890
6.8 Arbeitsschutz bei der Reinigung und Desinfektion	864	- Belgische Biersorten	890
		7.3.2 Untergärige Biersorten	892
		- Biere nach Pilsner Typ	892
		- Lagerbiere/Vollbiere	893
		- Export	894
		- Schwarzbieren	894
		- Festbiere	894
		- Eisbier	894
		- Märzen	895
		- Bockbier	895
		- Doppelbock	895
		- Alkoholfreies Bier	896
		- Diätbier	896
		- Leichtbier (Light)	898
		- Malztrunk (Malzbier)	898

- Biersorten mit geringem Anteil	899	8.3 Hobbybrauer	942
- Biermischgetränke	900	9 Entsorgung und Umwelt	949
7.3.3 Tendenzen bei der Entwicklung von Biersorten	902	9.1 Umweltrecht	949
7.4 Qualitätsprüfung	905	9.2 Abwasser	950
7.4.1 Verkostung des Bieres	905	9.2.1 Abwasserkosten	950
7.4.2 Mikrobiologische Prüfung	907	9.2.2 Begriffsdefinitionen beim Abwasser	952
7.4.3 Bieranalyse	912	9.2.3 Abwasserbehandlung	954
- Bestimmung der Stammwürze	912	- Aerobe Abwasserbehandlungs- anlagen	954
- Bestimmung der Bierfarbe	917	- Anaerobe Abwasserbehand- lungsanlagen	955
- Bestimmung des pH-Wertes	917	- Menge und Zusammensetzung des Brauereiabwassers	956
- Bestimmung des Sauerstoff- gehaltes im Bier	918	- Abwasserbehandlung mit Misch- und Ausgleichsbecken	957
- Bestimmung des Diacetylgehaltes	919	9.3 Reststoffe und Abfälle	958
- Bestimmung der Schaumhalt- barkeit	919	9.3.1 Malz- und Hopfentreber	959
- Bestimmung des CO ₂ -Gehaltes	920	9.3.2 Trub	961
- Bestimmung der Bittereinheiten	921	9.3.3 Abfallhefe	961
- Bestimmung der Trübungsneigung	921	9.3.4 Kieselgurschlamm	961
- Filtrierbarkeit des Bieres	922	9.3.5 Altetiketten	962
- Weitere Untersuchungen	922	9.3.6 Glasbruch	962
7.5 Prozessmess- und Analysen- technik	923	9.3.7 Bierdosen	963
7.5.1 Temperaturmessgeräte	923	9.3.8 Kleine Abfallmengen	963
7.5.2 Durchflussmessgeräte	923	9.4 Emissionen	963
7.5.3 Füllstandsmessgeräte	924	9.4.1 Staub und Staubemissionen	963
7.5.4 Dichtemessgeräte	926	9.4.2 Emissionen aus dem Sudhaus	964
7.5.5 Optische Online-Messtechnik	927	9.4.3 Rauchgasemissionen	964
7.5.6 Sauerstoffmessgeräte	928	9.5 Recyclen von PET-Flaschen	964
7.5.7 pH-Wert-Messgeräte	928	10 Energiewirtschaft in der Brauerei und Mälzerei	967
7.5.8 Leitfähigkeitsmessgeräte	929	10.1 Energiebedarf bei der Malz-	
7.5.9 Grenzwertsonden	929		
7.5.10 Druckmessgeräte	929		
8 Kleine Brauer	935		
8.1 Gaststättenbrauer (Pub-Brauer)	935		
8.2 Mikrobrauer	942		

11.2.1	Einführung	1039	schläge und Schwingungen	1070
11.2.4	Wichtige Dokumente und Unterlagen der Anlagenplanung	1045	- Entlüftung der Rohrleitungen, Sauerstoffentfernung	1072
	- Allgemeine Hinweise	1045	- Gestaltung von Wärmedämmungen bei Rohrleitungen	1072
	- Das Verfahrensschema	1046	- Gestaltung von Rohrausläufen	1073
	- Das Grundfließbild	1047	- Sicherung der Rohrleitungen gegen Frost und Verstopfungen	1073
	- Das Rohrleitungs- und Instrumenten-Fließbild	1050	- Toträume in Rohrleitungen	1074
	- Rohrleitungs- und Montagepläne	1052	- Dampfleitungen	1074
	- Die Verfahrensbeschreibung	1053	11.3.7 Hinweise zur Rohrleitungsverschaltung, zum Einsatz von Armaturen und zur Probenentnahme	1076
	- Die Gestaltung von Ausführungsunterlagen	1053	- Allgemeine Hinweise	1076
11.2.5	Hinweise für die Vertragsgestaltung	1055	- Die manuelle Verbindungstechnik	1076
11.2.6	Inbetriebnahme und Leistungsfahrt	1056	- Festverrohrung	1077
11.2.7	Projektabschluss	1057	- Armaturen für Rohrleitungen und Anlagenelemente	1078
11.2.8	Projektdokumentation	1057	- Probeentnahmearmaturen	1079
			- Armaturenbauformen	1081
11.3	Gestaltung von Anlagen und Anforderungen an die Anlagen	1058	11.3.8 Hinweise zur Gestaltung und zum Betrieb von CIP-Stationen	1084
11.3.1	Allgemeine Hinweise	1058	11.3.9 Hinweise zur Chemikalienlagerung	1085
11.3.2	Voraussetzungen für die Automation moderner Anlagen	1058	11.3.10 Hinweise zur Oberflächenbeschaffenheit von Maschinen und Apparaten	1086
11.3.3	Anforderungen an die Gestaltung von Rohrleitungen und Anlagen im Hinblick auf kontaminationsfreies Arbeiten	1059	Verzeichnis der Inserenten	1090
11.3.4	Anforderungen an die Betriebssicherheit der Anlagen	1059	Alterungsrelevante Substanzen	1091
	- Medientrennung	1059	Messgrößen und Umwandlungen	1092
	- Sicherung der Anlage gegen unzulässige Drücke	1062	Hinweise auf verwendete Zeichnungen und Unterlagen	1099
	- Rohrleitungsverbindungen	1063	Sachwortverzeichnis	1109
	- Verlegung von Rohrleitungen und die Gestaltung von Rohrleitungshalterungen	1066		
	- Die Fließgeschwindigkeit in Rohrleitungen, Druckverluste	1068		
	- Maßnahmen gegen Flüssigkeits-			