

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur dritten Auflage .....	3
Unter Mitarbeit von.....	5
Inhaltsverzeichnis .....	7
Verzeichnis der Abkürzungen .....	13
<b>1 Gaschromatographie .....</b>	<b>15</b>
1.1 Gärungsnebenprodukte (allgemein).....	15
1.1.1 Leichtflüchtige Gärungsnebenprodukte - Headspace-Methode .....	15
1.1.2 Gärungsnebenprodukte - Destillationsmethode .....	18
1.1.3 Gärungsnebenprodukte - Dichlormethanextraktion.....	20
1.1.4 Niedere Fettsäuren - Destillationsmethode .....	25
1.2 Vicinale Diketone .....	28
1.2.1 Vicinale Diketone - Headspace-Methode .....	28
1.2.2 Vicinale Diketone (EBC-Methode).....	30
1.2.3. Vicinale Diketone - Destillations-Methode .....	33
1.2.4. 3-Hydroxy-2-Butanon (= Acetoin) - Headspace-Methode .....	36
1.3 Dimethylsulfid und Vorstufen.....	39
1.3.1 Freies DMS in Würze und Bier.....	39
1.3.1.1 Headspace-Methode .....	39
1.3.1.2 Destillations-Methode.....	41
1.3.2 DMS-Vorstufen in Würze.....	43
1.3.3 DMS-Vorstufen in Malz .....	45
1.4 Hopfenölkompnenten .....	47
1.5 Chromatographische Begriffe sowie Aromastoffe mit Trivialnamen.....	51
1.5.1 Gaschromatographische Grundbegriffe und Abkürzungsverzeichnis .....	51
1.5.2 Wichtige Aromastoffe in Bier - Bezeichnungen und Trivialnamen .....	52
1.6 Nitrosamine in Malz, Würze und Bier .....	53
<b>2 Dünnschichtchromatographie .....</b>	<b>57</b>
2.1 Alginate .....	57
<b>3 Hochleistungsflüssigchromatographie.....</b>	<b>59</b>
3.1 Hopfenbitterstoffe und Derivate .....	59
3.1.1 $\alpha$ - und $\beta$ -Säuren in Hopfen, Hopfenpulverprodukten und Hopfenextrakten (EBC-Methode) 59	
3.1.2 iso- $\alpha$ -, $\alpha$ - und $\beta$ -Säuren in Hopfen- und Isomerisierten Extrakten (EBC-Methode).....	63
3.2 Vergärbare Kohlenhydrate in Würze und Bier.....	68
3.2.1 Vergärbare Zucker in Würze und Bier.....	68
3.2.2 Vergärbare Kohlenhydrate (EBC-Methode) .....	71
3.3 Aminosäuren in Würze und Bier.....	74
3.4 Amine in Würze und Bier.....	78
3.5 Formaldehyd in Wasser und Bier .....	81
3.6 Organische Säuren in Würze und Bier.....	82
3.7 Riboflavin und Thiamin (Vitamin B1 und B2).....	84
3.8 Freies und Gesamt-Sulfit in Bier .....	89
3.9 Ascorbinsäure in Bier .....	91
3.9.1 Mittels Kationenaustauscher .....	92
3.9.2 Mittels Ionenpaar- bzw. Umkehrphasen-Chromatographie.....	93
3.10 Anionen .....	97
3.10.1 Chlorid, Sulfat und Phosphat in Bier (EBC-Methode) .....	97

3.10.2	Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Oxalat, Phosphat und Sulfat in Wasser, Malz, Hopfen, Würze und Bier .....	99
3.11	Ferulasäure und Cumarsäure in Bier .....	101
3.12	4-Vinylguajakol und 4-Vinylphenol in Bier .....	103
3.13	Hydroxymethylfurfural in Würze und Bier .....	105
<b>4</b>	<b>Atomabsorptionsspektralphotometrie (AAS) Mineralstoffe in Bier .....</b>	<b>108</b>
4.1	Eisen (EBC-Methode) .....	108
4.2	Natrium (EBC-Methode) .....	109
4.3	Kalium (EBC-Methode) .....	111
4.4	Calcium (EBC-Methode) .....	112
4.5	Mangan .....	114
4.6	Zink (EBC-Methode) .....	115
4.7	Kupfer (EBC-Methode) .....	116
4.8	Magnesium (EBC-Methode) .....	118
4.9	Aluminium .....	119
4.10	Zinn .....	120
<b>5</b>	<b>Wasser .....</b>	<b>122</b>
5.1	Antimon .....	122
5.2	Arsen .....	124
5.3	Blei .....	125
5.4	Cadmium .....	127
5.5	Chrom .....	129
5.6	Nickel .....	130
5.7	Quecksilber .....	132
5.8	Selen .....	133
5.9	Nachweis von Metallen mit Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) .....	135
5.10	Fluorid .....	135
5.11	Gesamtcyanid .....	137
5.12	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) .....	140
5.13	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) .....	144
5.13.1	Auswahltest zur Unterscheidung zwischen belasteten und unbelasteten Wässern .....	144
5.13.2	Quantitative Bestimmung der Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) ...	146
5.14	Stickstoffhaltige Pflanzenbehandlungsmittel (s-Triazine) .....	148
<b>6</b>	<b>Enzymatische Analyse .....</b>	<b>152</b>
6.1	Schweizerischer Saccharose-Test .....	156
6.1.1	Saccharose Test .....	156
6.1.2	Geräte-Eichung .....	157
6.1.2.1	Spektralphotometer .....	157
6.1.2.2	Kunststoff-Küvetten .....	157
6.1.2.3	Dosiergerät für 0,1 ml .....	158
6.1.2.4	Überprüfung des gesamten Testvolumens .....	158
6.2	Acetaldehyd .....	159
6.3	Alkohole .....	161
6.3.1	Ethanol (EBC-Methode) .....	161
6.3.2	Glycerin (EBC-Methode) .....	163
6.4	Organische Säuren .....	166
6.4.1	Ameisensäure (Formiat) .....	166
6.4.2	L-Äpfelsäure (Malat) .....	166
6.4.3	Ascorbinsäure (Ascorbat) .....	169
6.4.4	Brenztraubensäure (Pyruvat) .....	171
6.4.5	Citronensäure (Citrat) .....	173
6.4.6	Essigsäure (Acetat) (EBC-Methode) .....	175

6.4.7	L-Milchsäure (EBC-Methode)/D-Milchsäure (Lactat) .....	178
6.4.8	Oxalsäure (Oxalat) und Ameisensäure (Formiat).....	182
6.5	Kohlenhydrate .....	185
6.5.1	Glucose und Fructose .....	185
6.5.2	Saccharose .....	188
6.5.3	Maltose (und Maltotriose).....	191
6.5.4	Stärke .....	193
6.6	Ammoniak .....	196
6.7	Aspartam.....	198
6.8	Schwefeldioxid (Sulfit) (EBC-Methode).....	202
6.9	Nitrat (EBC-Methode).....	202
<b>7</b>	<b>Mikrobiologische Vitaminbestimmung .....</b>	<b>203</b>
7.1	Thiamin (Vitamin B1).....	205
7.2	Riboflavin (Vitamin B2).....	206
7.3	Pyridoxin (Vitamin B6).....	207
7.4	Pantothensäure .....	208
7.5	Nicotinsäure .....	209
7.6	Biotin (Vitamin H) .....	210
<b>8</b>	<b>Immunchemische Methoden .....</b>	<b>213</b>
8.1	Zweidimensionale Doppeldiffusion nach Ouchterlony.....	213
8.1.1.	Probenvorbereitung.....	213
8.1.2	Doppeldiffusion nach Ouchterlony .....	214
8.2	ELISA .....	216
<b>9</b>	<b>Gushing.....</b>	<b>220</b>
9.1	Gushingschnelltest für Malz und Rohfrucht.....	220
9.2	Modifizierter Carlsberg-Test.....	221
<b>10</b>	<b>Mikrobiologische Analysen.....</b>	<b>223</b>
10.1	Grundausrüstung und Arbeitsprinzip (3).....	225
10.2	Wasser .....	226
10.2.1	Mikrobiologische Analyse nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) der Bundesrepublik Deutschland .....	226
10.2.1.1	Probennahme, Transport und Aufbewahrung (8).....	227
10.2.1.2	Koloniezählbestimmung (9).....	228
10.2.1.3	Escherichia coli und coliforme Keime (10) .....	229
10.2.1.4	Fäkalstreptokokken, Pseudomonas aeruginosa und sulfitreduzierende, sporenbildende Anaerobier .....	232
10.2.2	Mikrobiologische Untersuchung des Betriebswassers auf schädliche Bakterien und Hefen.....	232
10.3	Würze.....	233
10.3.1	Untersuchung auf lebende aerobe Keime („Würzebakterien“ und Hefen) .....	233
10.3.2	Untersuchung auf bierschädliche Bakterien.....	233
10.3.2.1	Direktmikroskopie.....	233
10.3.2.2	Standprobe.....	233
10.3.2.3	Konzentratanreicherung.....	233
10.3.2.4	Kontrolle nach Beimpfung mit Reinzuchthefer .....	233
10.4	Hefen.....	234
10.4.1	Untersuchung auf bierschädliche Bakterien.....	234
10.4.1.1	Mikroskopische Voruntersuchung .....	234
10.4.1.2	Anreicherung .....	234
10.4.2	Untersuchung auf Fremdhefen.....	234
10.4.2.1	Kristallviolett-Agar-Test .....	235
10.4.2.2	Lysin-Agar-Test.....	235

10.4.3	Bestimmung der Hefezellzahl (13)	235
10.4.3.1	Thoma-Zählkammer	235
10.4.3.2	Photometrische Bestimmung	236
10.4.4	Differenzierung toter und lebender Hefezellen (13)	236
10.4.4.1	Methylenblau-Methode	236
10.4.5	Differenzierung ober- und untergäriger Kulturhefen	236
10.4.5.1	Raffinose-Test	237
10.4.5.2	Melibiose-Test	237
10.5	Unfiltriertes Bier	237
10.6	Filtriertes Bier	238
10.7	Reinigungseffekt bei Gebinden und Leitungen	238
10.7.1	Flaschen und Dosen	238
10.7.2	Fässer und Kegs	238
10.7.3	Tanks und Leitungen	239
10.8	Wischproben	239
10.9	Untersuchung von Gasen	240
10.9.1	Druckluft / CO <sub>2</sub> / Stickstoff	240
10.9.2	Raumluft	240
10.10	Wirksamkeitsprüfung von Desinfektionsmitteln	240
10.11	Mikrobiologische Arbeitsmethoden (13)	240
10.11.1	Kultur von Mikroorganismen	240
10.11.1.1	Membranfiltration	240
10.11.1.2	Kultur auf festen Nährböden	241
10.11.1.3	Plattengussverfahren	241
10.11.1.4	Flüssigkultur	242
10.11.1.5	Standprobe	242
10.11.1.6	Kulturbedingungen für brauereirelevante Mikroorganismen	242
10.11.2	Physiologisch-biochemische Nachweismethoden	243
10.11.2.1	Nachweis von Säurebildung	243
10.11.2.2	Nachweis von Gasbildung	243
10.11.2.3	Indol-Test	244
10.11.2.4	Methylrot-Test	244
10.11.2.5	Voges-Proskauer (VP)-Test	244
10.11.2.6	Citrat-Test	245
10.11.2.7	Katalase-Test	245
10.11.2.8	Cytochrom-Oxidase-Test	245
10.11.2.9	Zuckerverwertung (Zuckerspektrum)	246
10.11.3	Makroskopische und mikroskopische Nachweis- und Identifizierungs-Methoden (13)	246
10.11.3.1	Gram-Färbung	246
10.11.3.2	KOH-Test	247
10.11.3.3	Methylenblau-Färbung	247
10.11.3.4	Ascosporen-Färbung bei Hefen	248
10.11.3.5	Endosporen-Färbung bei Bakterien	248
10.11.4	Bestimmung der Keimzahl (13)	249
10.11.4.1	Gusskultur	249
10.11.4.2	Spatelplatte	249
10.11.4.3	Membranfiltration	249
10.11.4.4	Zählkammern	250
10.11.4.5	Zell-Counter	250
10.11.4.6	Spektralphotometer	251
10.11.4.7	Trübungsmessung	251
10.12	Nährbodenempfehlungen	251
10.12.1	Wasseruntersuchung	251
10.12.2	Brauereimikrobiologische Untersuchungen	252
10.13	Chemikalien und Reagenzien	252
10.13.1	Wasseruntersuchungen	252

10.13.2	Brauerei-mikrobiologische Analysen .....	253
10.14	Handelsübliche Analysesysteme (Diagnostika) .....	254
10.15	Bezugsquellen.....	256
10.16	Literatur .....	259
Sachregister.....		261