

Inhaltsverzeichnis

1.	Gaschromatographie	1
1.1	Gärungsnebenprodukte (allgemein)	1
1.1.1	Leichtflüchtige Gärungsnebenprodukte - Headspacemethode	2
1.1.2	Gärungsnebenprodukte - Destillationsmethode	5
1.1.3	Gärungsnebenprodukte - Dichlormethanextraktion	9
1.1.4	Niedere Fettsäuren - Destillationsmethode	14
1.2	Vicinale Diketone	18
1.2.1	Vicinale Diketone - Headspacemethode	18
1.2.2	Vicinale Diketone (EBC-Methode)	21
1.2.3	Vicinale Diketone - Destillationsmethode	25
1.2.4	3-Hydroxy-2-Butanon (Acetoin) - Headspacemethode	29
1.3	Dimethylsulfid und Vorstufen	31
1.3.1	Freies DMS in Würze und Bier	31
1.3.1.1	Headspacemethode	31
1.3.1.2	Destillationsmethode	34
1.3.2	DMS-Vorstufen in Würze	37
1.3.3	DMS-Vorstufen in Malz	39
1.4	Hopfenöl	42
1.5	Chromatographische Begriffe sowie Aromastoffe mit Trivialnamen	47
1.5.1	Gaschromatographische Grundbegriffe und Abkürzungsverzeichnis	47
1.5.2	Wichtige Aromastoffe in Bier - Bezeichnungen und Trivialnamen	49
1.6	Nitrosamine in Malz, Würze und Bier - Extraktion auf Toxelut	50
2.	Dünnschichtchromatographie	54
2.1	Alginat	54
3.	Hochleistungsflüssigchromatographie	57
3.1	Hopfenbitterstoffe und Derivate	57

3.1.1	α - und β -Säuren in Hopfen, Hopfenpulverprodukten und Hopfenextrakten (EBC-Methode)	57
3.1.2	iso- α -, α - und β -Säuren in Hopfen- und isomerisierten Extrakten (EBC-Methode)	62
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	75
3.4	Amine in Würze und Bier	80
3.5	Formaldehyd in Wasser und Bier	84
3.6	Organische Säuren in Würze und Bier	87
3.7	Riboflavin und Thiamin (Vitamin B1 und B2)	89
3.8	Sulfit (freies und gesamtes) in Bier	95
3.9	Ascorbinsäure in Bier	99
3.9.1	Mittels Kationenaustauscher	99
3.9.2	Mittels Ionenpaar- bzw. Umkehrphasenchroma- tographie	101
3.10	Anionen	107
3.10.1	Chlorid, Sulfat und Phosphat in Bier (EBC-Methode) ..	107
3.10.2	Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Oxalat, Phosphat und Sulfat in Wasser, Malz, Hopfen, Würze und Bier	110
3.11	Ferula- und Cumarsäure in Bier	113
3.12	4-Vinylguajacol und 4-Vinylphenol in Bier	116
3.13	Hydroxymethylfurfural in Würze und Bier	119
4.	Atomabsorptionsspektralphotometrie	121
4.1	Eisen (EBC-Methode)	121
4.2	Natrium (EBC-Methode)	123
4.3	Kalium (EBC-Methode)	125
4.4	Calcium (EBC-Methode)	127
4.5	Mangan (EBC-Methode)	129
4.6	Zink (EBC-Methode)	131
4.7	Kupfer (EBC-Methode)	133
4.8	Magnesium (EBC-Methode)	135
4.9	Aluminium	137
4.10	Zinn	138

5.	Wasser	140
5.1	Antimon	141
5.2	Arsen	143
5.3	Blei	145
5.4	Cadmium	147
5.5	Chrom	150
5.6	Nickel	152
5.7	Quecksilber	155
5.8	Selen	157
5.9	Nachweis von Metallen mit Atomemissions- spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES)	159
5.10	Fluorid	160
5.11	Gesamtcyanid	162
5.12	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)	167
5.13	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	172
5.13.1	Auswahltest zur Unterscheidung zwischen belasteten und unbelasteten Wässern	172
5.13.2	Quantitative Bestimmung der PAK	175
5.14	Stickstoffhaltige Pflanzenbehandlungsmittel (s-Triazine)	178
6.	Enzymatische Analyse	183
6.1	Schweizerischer Saccharose-Test	188
6.2	Acetaldehyd	192
6.3	Alkohole	195
6.3.1	Ethanol (EBC-Methode)	195
6.3.2	Glycerin (EBC-Methode)	199
6.4	Organische Säuren	203
6.4.1	Ameisensäure	203
6.4.2	L-Äpfelsäure	203
6.4.3	Ascorbinsäure	206
6.4.4	Brenztraubensäure	208
6.4.5	Citronensäure	212
6.4.6	Essigsäure (EBC-Methode)	215
6.4.7	L-Milchsäure (EBC-Methode)/D-Milchsäure	219
6.4.8	Oxalsäure und Ameisensäure	224

6.5	Kohlenhydrate	228
6.5.1	Glucose und Fructose	228
6.5.2	Saccharose	232
6.5.3	Maltose (und Maltotriose)	235
6.5.4	Stärke	238
6.6	Ammoniak	243
6.7	Aspartam	246
6.8	Schwefeldioxid (Sulfit) (EBC-Methode)	250
6.9	Nitrat (EBC-Methode)	250
7.	Mikrobiologische Vitaminbestimmungen	251
7.1	Thiamin (Vitamin B1)	254
7.2	Riboflavin(Vitamin B2)	256
7.3	Pyridoxin (Vitamin B6)	257
7.4	Pantothensäure	259
7.5	Nicotinsäure	260
7.6	Biotin (Vitamin H)	262
8.	Immunchemische Methoden	264
8.1	Zweidimensionale Doppeldiffusion nach Ouchterlony	264
8.2	Elisa	268
9.	Gushing	273
9.1	Gushingschnelltest für Malz und Rohfrucht	273
9.2	Modifizierter Carlsberg-Test	275
10.	Mikrobiologische Analysen	277
10.1	Grundausrüstung und Arbeitsprinzip	279
10.2	Wasser	281
10.2.1	Mikrobiologische Analyse nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) der Bundesrepublik Deutschland	281

10.2.1.1	Probenahme, Transport und Aufbewahrung	282
10.2.1.2	Koloniezählbestimmung	283
10.2.1.3	Escherichia coli und coliforme Keime	284
10.2.1.4	Fäkalstreptokokken, Pseudomonas aeruginosa und sulfitreduzierende sporenbildende Anaerobier	287
10.2.2	Mikrobiologische Untersuchung des Betriebswassers auf schädliche Bakterien und Hefen	287
10.3	Würze	288
10.3.1	Untersuchung auf lebende aerobe Keime	288
10.3.2	Untersuchung auf bierschädliche Bakterien	289
10.3.2.1	Direktmikroskopie	289
10.3.2.2	Standprobe	289
10.3.2.3	Konzentratanreicherung	289
10.3.2.4	Kontrolle nach Beimpfung mit Reinzuchthefe	289
10.4	Hefen	290
10.4.1	Untersuchung auf bierschädliche Bakterien	290
10.4.1.1	Mikroskopische Voruntersuchung	290
10.4.1.2	Anreicherung	290
10.4.2	Untersuchung auf Fremdhefen ("Wilde Hefen")	291
10.4.2.1	Kristallviolett-Agar-Test	291
10.4.2.2	Lysin-Agar-Test	291
10.4.3	Bestimmung der Hefezellzahl	292
10.4.3.1	THOMA-Kammer	292
10.4.3.2	Photometrische Bestimmung	293
10.4.4	Differenzierung toter und lebender Hefezellen	293
10.4.4.1	Methylenblau-Methode	293
10.4.5	Differenzierung ober- und untergäriger Kulturhefen	293
10.4.5.1	Raffinose-Test	294
10.4.5.2	Melibiose-Test	294
10.5	Unfiltriertes Bier	295
10.6	Filtriertes Bier	295
10.7	Reinigungseffekt bei Gebinden und Leitungen	296
10.7.1	Flaschen und Dosen	296
10.7.2	Fässer und Kegs	296
10.7.3	Tanks und Leitungen	297
10.8	Wischproben	297
10.9	Untersuchung von Gasen	298
10.9.1	Druckluft, CO ₂ und Stickstoff	298
10.9.2	Raumluft	298
10.10	Wirksamkeitsprüfung von Desinfektionsmitteln	299
10.11	Mikrobiologische Arbeitsmethoden	299
10.11.1	Kultur von Mikroorganismen	299

10.11.1.1	Membranfiltration	299
10.11.1.2	Kultur auf festen Nährböden	300
10.11.1.3	Plattengußverfahren	300
10.11.1.4	Flüssigkultur	301
10.11.1.5	Standprobe	301
10.11.1.6	Kulturbedingungen für brauereirelevante Mikroorganismen	302
10.11.2	Physiologisch-biochemische Nachweismethoden	302
10.11.2.1	Nachweis von Säurebildung	302
10.11.2.2	Nachweis von Gasbildung	303
10.11.2.3	Indol-Test	303
10.11.2.4	Methylrot-Test	304
10.11.2.5	Voges-Proskauer (VP)-Test	304
10.11.2.6	Citrat-Test	305
10.11.2.7	Katalase-Test	305
10.11.2.8	Cytochrom-Oxidase-Test	306
10.11.2.9	Zuckerverwertung (Zuckerspektrum)	306
10.11.3	Makroskopische und mikroskopische Nachweis- und Identifizierungsmethoden	307
10.11.3.1	Gram-Färbung	307
10.11.3.2	KOH-Test	308
10.11.3.3	Methylenblau-Färbung	308
10.11.3.4	Ascosporen-Färbung bei Hefen	309
10.11.3.5	Endosporen-Färbung bei Bakterien	310
10.11.4	Bestimmung der Keimzahl	310
10.11.4.1	Gußkultur	310
10.11.4.2	Spatelplatte	311
10.11.4.3	Membranfiltration	311
10.11.4.4	Zählkammern	311
10.11.4.5	Zell-Counter	313
10.11.4.6	Spektralphotometer	313
10.11.4.7	Trübungsmessung	313
10.12	Nährbodenempfehlungen	314
10.12.1	Wasseruntersuchung	314
10.12.2	Brauerei-mikrobiologische Untersuchungen	314
10.13	Chemikalien und Reagenzien	315
10.13.1	Wasseruntersuchungen	316
10.13.2	Brauerei-mikrobiologische Analysen	316
10.14	Handelsübliche Analysesysteme (Diagnostics)	317
10.15	Bezugsquellen	319
10.16	Literatur	323