

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur Neuauflage	3
Hinweis zur Internetseite der MEBAK	4
Unter Mitarbeit von	5
Verzeichnis der Abkürzungen	7
Inhaltsverzeichnis.....	9
1 Sudhauskontrolle	19
1.1 Kontrolle des Betriebsschrots	19
1.1.1 Schrotsortierung	19
1.1.2 Spelzenvolumen.....	22
1.2 Maischen	23
1.2.1 Maischintensität.....	23
1.2.2 Visuelle Iodprobe.....	24
1.3 Trübungsmessung während des Abläuterns	26
1.4 Treber	28
1.4.1 Probennahme.....	28
1.4.2 Wasser (EBC)	29
1.4.3 Auswaschbarer oder löslicher Extrakt.....	30
1.4.3.1 Auswaschbarer oder löslicher Extrakt in Nassstreber durch Auspressen (Schnellmethode).....	30
1.4.3.2 Auswaschbarer oder löslicher Extrakt in Nass- und Trockentreber durch Auswaschen (EBC)	31
1.4.4 Aufschließbarer Extrakt.....	32
1.4.4.1 Aufschließbarer Extrakt (EBC).....	32
1.4.4.2 Aufschließbarer Extrakt (mittels Diastase).....	34
1.4.5 Iodwert der Betriebstreber.....	36
1.4.6 Umrechnung des Extraktgehaltes der Treber auf Malz	39

1.5	Sudhaus- und Extraktausbeute	41
1.5.1	Sudhausausbeute	41
1.5.2	Kaltwürzeausbeute	42
1.5.3	Gärkellerausbeute	42
1.6	Feststoffe	44
1.6.1	Feststoffe in Würze (Methode Labor Veritas)	44
1.6.2	Feststoffe bzw. Trub (Feldmethode)	45
1.6.3	Kühltrub	47
2	Würze und Bier	50
2.1	Probennahme	50
2.2	Geruch und Geschmack der Würze	51
2.3	Photometrische Iodprobe	52
2.4	Thiobarbitursäurezahl (TBZ)	55
2.5	Hochmolekulares β-Glucan	57
2.5.1	Enzymatische Methode	57
2.5.2	Fluorimetrische Methode (EBC)	62
2.5.3	Modifizierte fluorimetrische Methode (HPLC)	66
2.5.4	Kolorimetrische Methode (EBC)	68
2.5.5	Bestimmung von β -Glucan-Gel	70
2.6	Stickstoffverbindungen	71
2.6.1	Gesamtstickstoff	71
2.6.1.1	Methode Kjeldahl (EBC)	71
2.6.1.2	Verbrennungsmethode nach DUMAS (EBC)	74
2.6.2	Koagulierbarer Stickstoff (Hitzekoagulierbares Eiweiß)	76
2.6.3	Stickstoff-Fraktionierung	79
2.6.3.1	Magnesiumsulfatfällung	79
2.6.3.2	Phosphormolybdänsäurefällung	81
2.6.4	Niedermolekulare Stickstoffverbindungen	84
2.6.4.1	Freier Amino-Stickstoff (FAN)	84
2.6.4.1.1	Ninhydrin-Methode (photometrisch, EBC)	84
2.6.4.1.2	Bestimmung von Aminosäuren in Würze und Bier	87

2.6.4.1.3	Amine in Würze und Bier	93
2.6.4.2	Nitrosamine in Würze und Bier	98
2.6.5	Prolamin in Bier (ELISA-Methode)	103
2.7	Kohlenhydrate	107
2.7.1	Zuckerspektrum.....	107
2.7.2	Vergärbare Kohlenhydrate (EBC)	110
2.7.3	Gesamtkohlenhydrate	114
2.7.4	Enzymatische Methoden des Kohlenhydratnachweises.....	116
2.7.4.1	Glucose und Fructose	118
2.7.4.2	Saccharose	120
2.7.4.3	Maltose (und Maltotriose).....	121
2.7.4.4	Stärke	122
2.7.5	Zuckeranalytik mittels HPAEC-PAD (high performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection).....	122
2.8	Vergärungsgrad	127
2.8.1	Endvergärungsgrad der Würze (Gärrohrmethode).....	127
2.8.2	Endvergärungsgrad von Würze und Bier (Referenzmethode – EBC).....	130
2.8.3	Endvergärungsgrad von Würze und Bier (Schnellmethode – EBC).....	132
2.8.4	Gärkeller-, Ausstoßvergärungsgrad	133
2.9	Stammwürze und Alkohol	135
2.9.1	Entkohlensäuern (EBC)	136
2.9.2	Dichtemessung.....	137
2.9.2.1	Pyknometer	137
2.9.2.2	Dichtespindel.....	139
2.9.2.3	Biegeschwinger (EBC).....	139
2.9.3	Scheinbarer Extrakt (EBC).....	140
2.9.4	Destillationsanalyse (Referenzmethode – EBC).....	142
2.9.5	Refraktionsanalyse.....	145
2.9.6	Kombinationsgeräte	149
2.9.6.1	Biegeschwinger und Schallmessung	149
2.9.6.2	Biegeschwinger und Alkoholmessung	150
2.9.6.3	Biegeschwinger und NIR Messung	150
2.9.6.4	Thermoanalytische Verfahren – Fermento-Star.....	152
2.9.7	Alkohol (Ethanol).....	153

2.9.7.1	Enzymatische Analyse (EBC)	153
2.9.7.2	Ethanol (chromatographisch)	155
2.10	Ernährungsspezifische Analysen.....	156
2.10.1	Physiologischer Brennwert.....	156
2.10.2	Osmolalität mittels Osmometer	157
2.10.3	Analysenempfehlung für hochvergorenes Bier (ehem. Diätbieranalysen)	159
2.10.3.1	Allgemeine Analysen	161
2.10.3.2	Nährwertbezogene Kohlenhydratbestimmung (Gesamtglucose)	162
2.10.3.2.1	Hydrolyse.....	162
2.10.3.2.2	Enzymatische Glucosebestimmung	163
2.10.3.3	Vergärbbarer Extrakt	163
2.10.3.4	Berechnung der Dextrine	164
2.10.3.5	Berechnung der Kohlenhydrate	164
2.10.3.6	Berechnung der verwertbaren Kohlenhydrate	165
2.10.3.7	Physiologischer Brennwert.....	165
2.10.3.8	Proteinheit	165
2.10.4	Getränkesspezifische Angaben zu nährwertbezogenen Aussagen in Form der „Big four“ oder „Big eight“	166
2.11	Bestimmung von Vitamin B₁ und B₂ in Würze und Bier.....	178
2.12	Farbe.....	183
2.12.1	Visuell durch Farbvergleich	183
2.12.2	Spektralphotometrisch (EBC).....	185
2.13	pH (EBC).....	188
2.14	Trübungsneigung (Eiweißstabilität)	191
2.14.1	Trübung	191
2.14.1.1	Visuelle Methode	191
2.14.1.2	Optische Methode	193
2.14.2	Vorausbestimmung der chemisch-physikalischen Stabilität (Eiweißstabilität)	194
2.14.2.1	Forciermethode	194
2.14.2.2	Alkohol-Kältetest (AKT) nach CHAPON (Kälteempfindlichkeit)...	196
2.14.2.3	Formaldehydtest.....	198
2.14.2.4	Ammoniumsulfatfällungsgrenze	200

2.14.2.5	Esbachreaktionstest	202
2.15	Reduktionsvermögen	204
2.15.1	Spektralphotometrische Methode	204
2.15.2	Indikator-Time-Test (ITT)	206
2.15.3	Endogenes Antioxidatives Potential (EAP-Wert) und Radikalgenerierung (T-Wert) von Getränken (ESR-Spektroskopie).....	207
2.15.4	Einmischverhalten (Oxidationsneigung) von Malz und Malzmischungen: Messung von Oxidationsreaktionen beim Einmischen mittels Chemilumineszenz.....	218
2.16	Phenolische Verbindungen.....	223
2.16.1	Gesamtpolyphenole (EBC)	223
2.16.2	Anthocyanogene Methode HARRIS und RICKETTS.....	226
2.16.3	Tannine	228
2.16.4	Wasserdampfvlüchtige Phenole	231
2.17	Bitterstoffe	234
2.17.1	Bittereinheiten (EBC)	234
2.17.2	<i>iso</i> - α - und β -Säuren (spektralphotometrisch).....	237
2.17.3	Bestimmung der Hopfenbitterstoffe in Würze und Bier (EBC)..	239
2.17.4	Bestimmung von Xanthohumol mittels HPLC	244
2.18	Schaum	248
2.18.1	Schaumhaltbarkeit nach ROSS und CLARK.....	248
2.18.2	Schaubestimmung nach NIBEM	251
2.18.3	Schaubestimmung mit dem Lg-Foamtester	256
2.18.4	Schaubestimmung mit dem Steinfurth Foam Stability Tester	258
2.18.5	NIBEM Cling Meter (Haffmans).....	259
2.19	Pasteurisationsnachweis	264
2.20	Filtrierbarkeit des Bieres	267
2.20.1	Membranfiltertest (ESSER).....	267
2.20.2	Filtrierbarkeitstest (RAIBLE).....	271
2.21	Gärungsnebenprodukte (allgemein)	274
2.21.1	Leichtflüchtige Gärungsnebenprodukte (Headspace).....	274
2.21.2	Gärungsnebenprodukte	280

2.21.2.1	Gärungsnebenprodukte (destillativ)	280
2.21.2.2	Gärungsnebenprodukte (Dichlormethanextraktion)	284
2.21.3	Aromatische Alkohole und Phenolcarbonsäuren	290
2.21.3.1	Aromatische Alkohole.....	290
2.21.3.2	Cumarsäure und Ferulasäure	294
2.21.3.3	4-Vinylguajakol und 4-Vinylphenol (HPLC).....	297
2.21.4	Niedere Fettsäuren (destillativ)	300
2.21.5	Vicinale Diketone.....	304
2.21.5.1	Vicinale Diketone (Headspace).....	304
2.21.5.2	Vicinale Diketone (EBC).....	307
2.21.5.3	Vicinale Diketone (destillativ)	312
2.21.5.4	3-Hydroxy-2-butanon (= Acetoin) (Headspace)	316
2.21.6	Höhere Alkohole und Ester in Bier	318
2.21.7	Organische Säuren	327
2.21.7.1	Enzymatische Bestimmung organischer Säuren	327
2.21.7.1.1	Ameisensäure (Formiat).....	328
2.21.7.1.2	L-Äpfelsäure (Malat).....	328
2.21.7.1.3	Ascorbinsäure (Ascorbat).....	329
2.21.7.1.4	Brenztraubensäure (Pyruvat).....	331
2.21.7.1.5	Citronensäure (Citrat).....	332
2.21.7.1.6	Essigsäure (Acetat) (EBC)	333
2.21.7.1.7	L-Milchsäure (EBC)/D-Milchsäure (Lactat)	335
2.21.7.1.8	Oxalsäure (Oxalat) und Ameisensäure (Formiat)	337
2.21.7.2	Organische Säuren in Bier, Biervorstufen, AfG, Wasser und Abwasser mittels Ionenchromatographie	339
2.21.8	Schwefeldioxid	342
2.21.8.1	Enzymatische Methode	342
2.21.8.2	Destillations-Methode (EBC).....	344
2.21.8.3	Nachweis mittels Continuous Flow Analysis (CFA)	347
2.21.8.4	Ionenchromatographischer Nachweis	351
2.22	Anionen	355
2.22.1	Chlorid, Sulfat, Nitrat und Phosphat in Bier (EBC).....	355
2.22.2	Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Oxalat, Phosphat und Sulfat in Wasser, Malz, Hopfen, Würze und Bier.....	358
2.22.3	Nitrat, enzymatische Bestimmung.....	362
2.22.4	Chlorid	364
2.22.5	Sulfat	366

2.23	Spezielle chromatographische Methoden	369
2.23.1	Dimethylsulfid und Vorstufen	369
2.23.1.1	Freies DMS in Würze und Bier.....	369
2.23.1.2	DMS-Vorstufen in Würze	372
2.23.2	Bestimmung von langkettigen Fettsäuren in Würze und Bier mittels GC.....	373
2.23.3	Hydroxymethylfurfural in Würze und Bier mittels HPLC	376
2.23.4	Bestimmung der Alterungsindikatoren in Bier.....	378
2.23.5	Bestimmung der wasserdampfflüchtigen Würzearomastoffe ...	387
2.23.6	Bestimmung der wasserdampfflüchtigen Aromastoffe in Bier ..	396
2.24	Mineralstoffe	406
2.24.1	Natrium (EBC).....	407
2.24.2	Kalium (EBC).....	410
2.24.3	Magnesium (EBC).....	413
2.24.4	Calcium (EBC).....	415
2.24.5	Mangan	418
2.24.6	Eisen	420
2.24.6.1	Eisen (EBC).....	420
2.24.6.2	Eisen (spektralphotometrisch, EBC)	423
2.24.7	Nickel.....	425
2.24.7.1	Nickel (AAS-Graphitrohrmethode)	426
2.24.7.2	Nickel (EBC).....	428
2.24.8	Kupfer.....	431
2.24.8.1	Kupfer (EBC).....	431
2.24.8.2	Kupfer (ZDBT, EBC).....	433
2.24.8.3	Kupfer (Cuprethol-Schnellmethode, EBC)	436
2.24.9	Zink (EBC).....	438
2.24.10	Aluminium.....	440
2.24.11	Zinn	442
2.24.12	Multielementbestimmung durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES) in Bier und Würze	444
2.25	Viskosität (EBC) in Ausschlagwürze und Bier.....	449
2.25.1	Kugelfallviskosimeter nach HÖPPLER	451
2.25.2	Rotationsviskosimeter.....	453
2.25.3	Kapillarviskosimeter	454

2.26	Kohlendioxid	458
2.26.1	Manometrische Methoden.....	458
2.26.1.1	Kohlendioxid im Tank oder in Leitungen mit dem CO ₂ -Messgerät der Firma Haffmans.....	459
2.26.1.2	Schnellbestimmung des Kohlendioxids im Flaschenbier nach STADLER und ZELLER	460
2.26.1.3	CO ₂ -Messgeräte, System Steinfurth	461
2.26.1.4	Kohlendioxid in Flaschenbier nach ZAHM und NAGEL	463
2.26.1.5	Kohlendioxid im Gebinde oder At-line mit CarboQC der Firma Anton Paar	464
2.26.2	Kohlendioxid in Tank- oder Flaschenbier nach BLOM und LUND (titrimetrisch).....	465
2.26.3	CO ₂ -Analysator Orbisphere (Wärmeleitfähigkeit)	470
2.26.4	CO ₂ -Bestimmung mittels TOC-Analysengerät	471
2.27	Stickstoff	474
2.28	Sauerstoff und Luft	475
2.28.1	Gelöster Sauerstoff	476
2.28.1.1	Elektrometrische Methoden.....	476
2.28.1.1.1	Sauerstoffmessung mittels Clark-Elektroden (Strommessung)	476
2.28.1.1.2	Sauerstoffmessung nach TÖDT und TESKE (Messgerät Digox)	479
2.28.1.1.3	O ₂ -Messgerät Orbisphere 3650 (Hach Lange)	482
2.28.1.2	Sauerstoffmessung mittels optochemischer Sensoren.....	483
2.28.1.2.1	O ₂ - und CO ₂ -Gehaltmeter, Typ c-DGM und O ₂ -Gehaltmeter, Typ o-DGM (Haffmans).....	485
2.28.1.2.2	O ₂ -Messgerät OxyQC (Anton Paar).....	486
2.28.1.2.3	O ₂ -Messgerät 3110 (Hach Lange)	488
2.28.2	Luft im Leerraum bzw. Gesamtluft von Flaschen und Dosen bzw. Sauerstoff im Kopfraum	488
2.28.2.1	Unterwasser-Trichtermethode.....	488
2.28.2.2	Unterwasser-Trichtermethode mit Zusatzbürette.....	491
2.28.2.3	Gesamtluft in Flaschen und Dosen nach ZAHM und NAGEL	493
2.28.2.4	Gase im Gebinde	495
2.28.2.4.1	Inpack TPO/CO ₂ Meter, Typ c-TPO (Haffmans).....	495
2.28.2.4.2	Orbispere 6110 Package Analyser (Hach Lange).....	498
2.28.2.4.3	Package Analyser Modell 76060 (MecSens)	500
2.28.3	Gesamtsauerstoff von Flaschen- und Dosenbier.....	501

3	Alkoholfreie Getränke und Biermischgetränke.....	504
3.1	Biermischgetränke	504
3.1.1	Stammwürze und Alkohol	504
3.1.2	Farbe	504
3.1.3	pH.....	504
3.1.4	Trübung	505
3.1.5	CO ₂ -Gehalt.....	505
3.2	Alkoholfreie Erfrischungsgetränke und Malzgetränke.....	506
3.2.1	Trockensubstanz (Extrakt) – refraktometrische Bestimmung ...	506
3.2.2	Kohlenhydrate	509
3.2.2.1	Zucker	509
3.2.2.1.1	Glucose, Fructose und Saccharose (enzymatisch)	509
3.2.2.1.2	Glucose, Fructose und Saccharose (HPLC).....	509
3.2.2.1.3	Maltose (enzymatisch)	510
3.2.2.2	Zuckeralkohole	510
3.2.2.2.1	D-Sorbit (enzymatisch).....	510
3.2.2.2.2	Sorbit (Ionenchromatographie)	512
3.2.3	Titrierbare Säuren	514
3.2.4	Flüchtige Säuren	516
3.2.5	Organische Säuren	519
3.2.5.1	Ionenchromatographische Bestimmung.....	520
3.2.5.2	Enzymatische Analyse	520
3.2.5.2.1	L-Äpfelsäure	520
3.2.5.2.2	Citronensäure.....	521
3.2.5.2.3	DL-Milchsäure	521
3.2.5.2.4	Gesamt D-Isocitronensäure nach WALLRAUCH	521
3.2.5.2.5	D-Gluconsäure	524
3.2.6	Bestimmung des Fruchtsaftgehaltes.....	525
3.2.7	Vitamine	527
3.2.7.1	Ascorbinsäure	528
3.2.7.1.1	Ascorbinsäure (HPLC)	528
3.2.7.1.2	Ascorbinsäure (enzymatisch).....	530
3.2.7.1.3	Ascorbinsäure (titrimetrisch) nach TANNER und BRUNNER	531
3.2.7.2	Carotinoide	532
3.2.7.2.1	Gesamtcarotinoide (photometrisch).....	532
3.2.7.2.2	Gesamtcarotin mit anschließender HPLC-Analyse (Wesergold-Schnellmethode mit Carrezextraktion)	535
3.2.7.3	Niacin (HPLC)	540

3.2.7.4	Vitamin B ₁ (mikrobiologischer Mikrotiterplattentest).....	542
3.2.7.5	Vitamin B ₂ (Riboflavin) (HPLC)	543
3.2.7.6	Vitamin B ₆ (Pyridoxin) (HPLC)	545
3.2.7.7	Vitamin E (HPLC)	547
3.2.7.8	Pantothensäure (mikrobiologischer Mikrotiterplattentest).....	549
3.2.7.9	Folsäure (mikrobiologischer Mikrotiterplattentest)	550
3.2.8	Taurin (IC-Methode)	551
3.2.9	Glucuronolacton (IC-Methode).....	553
3.2.10	Coffein und Theobromin (HPLC).....	555
3.2.11	Chinin (HPLC)	558
3.2.12	Süßstoffe	560
3.2.12.1	Aspartam, Acesulfam und Saccharin (HPLC).....	561
3.2.12.2	Neohesperidindihydrochalcon (HPLC).....	564
3.2.12.3	Cyclamat (photometrisch)	565
3.2.13	Hydroxymethylfurfural (HMF)	568
3.2.13.1	Hydroxymethylfurfural (HPLC)	568
3.2.13.2	Hydroxymethylfurfural (photometrisch)	570
3.2.14	Konservierungsstoffe.....	573
3.2.14.1	Benzoessäure und Sorbinsäure (HPLC).....	573
3.2.14.2	Gesamte schweflige Säure (destillativ)	576
3.2.15	Dimethyldicarbonat (DMDC) – Bestimmung der Dosage	577

Statistische Grundlagen.....mebak.org

Sachregister 579

Inserentenverzeichnis 589